Gewitter und Gewitterschäden im südlichen hessischen Berg- und Beckenland und im Rhein-Main-Tiefland 1881 bis 1980
- Eine Auswertung mit Hilfe von Schadensdaten -

Dissertation
zur Erlangung des Grades
„Doktor
der Naturwissenschaften“

am Fachbereich 22 - Geowissenschaften
der Johannes Gutenberg-Universität
in Mainz

Martin Gudd
geb. in Fulda

Mainz, den 18.09.2003

Tag der mündlichen Prüfung: 09.01.2004

Meinen Eltern und meiner Frau

Vorwort

Die vorliegende Untersuchung wurde am Geographischen Institut der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz angefertigt. Für die Betreuung der Arbeit und die Bereitschaft, über all die Jahre hinweg den Fortgang der Auswertungen mit größtem Interesse zu verfolgen und tatkräftig zu unterstützen, möchte ich Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. Domrös herzlichst danken.

Der endgültige Anstoß zur Durchführung der Dissertation ergab sich während der Ausfertigung meiner Diplomarbeit über die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse im Vogelsberg. Doch schon viele Jahre vorher sorgte jedes Gewitter, das ich stets mit einer Mischung aus Faszination und Ehrfurcht beobachtete, dafür, den Gedanken an eine umfassende Untersuchung darüber in mir reifen zu lassen.

Auf dem langen Weg bis heute bin ich vielen Helfern und Unterstützern zu Dank verpflichtet.

Herrn Prof. Dr. Glaser, Geographisches Institut der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, gilt mein außerordentlicher Dank ebenfalls für die Betreuung dieser Arbeit und darüber hinaus für die stets fruchtbaren Diskussionen über die Belange der Historischen Klimatologie in den Jahren zuvor.

Dank gebührt auch der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, die die Arbeit in der ersten Phase bis 1994 durch ein Doktorandenstipendium nach dem Landesgraduiertenförderungsgesetz (LGFG) unterstützte.

Während der Untersuchungen, auch während der Jahre, in der die Arbeit aufgrund meiner beruflichen Verpflichtungen thematisch in den Hintergrund trat, konnte ich von vielen weiteren Personen und Institutionen tatkräftige Unterstützung und viele wertvolle Informationen erfahren.

So danke ich insbesondere dem Deutschen Wetterdienst (DWD), Offenbach am Main, der mir freundlicherweise die Erlaubnis zur Benutzung seiner unerschöpflichen Materialien im Archiv erteilte. Dank geht dabei vor allem an Herrn Koser, der im Archiv mit zuvorkommender Hilfsbereitschaft alle Fragen rund um die Wetterbeobachtungen der Klima- und Niederschlagsstationen beantwortete. Dank gilt auch den Damen und Herren der Bibliothek des DWD für die liebenswürdige Betreuung.

Der Kirchenverwaltung der Evangelischen Kirche in Hessen und Nassau, Darmstadt, gebührt Dank für die Erlaubnis zur Benutzung des Zentralarchivs (unter damaliger Leitung von Herrn Kirchenarchivdirektor Kätsch). Herrn Kätsch und auch Herrn Bogs gebührt zudem Dank und

Anerkennung für die tatkräftige Unterstützung bei der Suche nach witterungsrelevanten Daten und bei der manchmal nicht einfachen Identifizierung der Einträge.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, all den Damen und Herren der folgenden Archive und Bibliotheken zu danken, die mir während der gesamten Jahre über mit ihrer Unterstützung und mit ihrem Wissen zur Seite standen, manche wertvolle Fundstelle präsentierten und so für den Fortgang der Arbeit sorgten: Staatsarchiv Marburg (STAM), Staatsarchiv Wiesbaden (STAW), Staatsarchiv Darmstadt (STAD), Stadtarchiv Büdingen, Stadtarchiv Frankfurt, Stadtarchiv Friedberg, Stadtarchiv Fulda (Dank gilt besonders Frau Dr. Wehner, Herrn Dr. Heiler und Herrn Brünnel), Stadtarchiv Gelnhausen, Stadtarchiv Grünberg, Stadtarchiv Hanau, Stadtarchiv Lich, Stadtarchiv Offenbach (Dank an Herrn Ruppel), Gemeindearchiv Reichelsheim, Stadtarchiv Rüsselsheim, Stadtarchiv Schlüchtern, Stadtarchiv Schotten im Vogelsberger Heimatmuseum, LHB Darmstadt (Handschriftenabteilung und Zeitungsarchiv), Stadt- und Universitätsbibliothek Frankfurt, Landesbibliothek Fulda, Universitätsbibliothek Gießen, Archiv der Wetterauischen Gesellschaft für die gesamte Naturkunde zu Hanau a.M. (Dank an Herrn Klein), Hohausbibliothek Lauterbach, Stadtbibliothek Mainz. Dank gilt der Vereinigte Hagelversicherung VvaG, Gießen, für die Überlassung von Hagelschadensdaten, dem Statistisches Landesamt in Wiesbaden für die Benutzung des Archivs und dem Verlag Ehrenklau, Alsfeld, für die Benutzung seines Archivs.

Herzlichen Dank sagen möchte ich den Herren Prof. RNDr. Brazdil und RNDr. Dobrovolny, Geographisches Institut der Universität Brünn, für die Überlassung ihres neuesten Artikels über konvektive Windstürme in Tschechien.

Viele professionelle Meteorologen und Wetterinteressierte haben die Arbeit auf ihrem langen Weg begleitet. Dank schulde ich darunter insbesondere den Herren F. Steinmüller, Heuchelheim bei Gießen, mit dem ich seit über 20 Jahren alle Aspekte der Gewitterentstehung und –bildung beobachten und diskutieren konnte sowie G. Nees(†), Alzenau, und H. Kehrer, Niedersteinbach, die mir stets wichtige Informationen über Gewitter im Kahlgrund und im Spessart überließen.

Ein herzlicher Dank geht natürlich auch an meinen Geschäftspartner und Freund S. Bender, Wendelsheim, der mir viele wertvolle programmiertechnische Hinweise gab und mich außerdem in meiner gesamten Schlussphase der Arbeit tatkräftig unterstützte und die zusätzlichen Arbeiten des Tagesgeschäftes übernahm.

Herrn Professor Dr. Hildebrandt, Mainz, möchte ich für die liebenswürdige Unterstützung während all der Jahre ganz besonders herzlich danken. Dies beinhaltet alle überlassenen Informationen, alle fruchtbaren Diskussionen, alle Ratschläge und ganz besonders der Einsatz für die stete Fortsetzung und die Fertigstellung der Arbeit.

Am Ende möchte ich nun ganz besonders jenen Menschen danken, die mich während all der Jahre uneingeschränkt unterstützten und stets mit Nachdruck den Fortgang der Arbeit forcierten. Der Dank gilt zunächst meinen Eltern, wobei es meinem Vater leider nicht mehr vergönnt war, die endgültige Fertigstellung dieses Werkes zu erleben. Tiefe Dankbarkeit schulde ich aber meiner Frau. Ihre Hilfsbereitschaft, ihre Unterstützung, ihre Geduld, ihre Nachsicht und ihre Unnachgiebigkeit machten Durchführung und vor allem Fertigstellung dieses Werkes überhaupt erst möglich. Sie gab einen Teil ihres Lebens, damit ein Teil von meinem zu Ende gebracht werden konnte.

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung in die Thematik und Aufgabenstellung der Arbeit 1

1.1. Gewitter und Gewitterschäden als Forschungsgegenstand dieser Arbeit 3

1.2. Arbeitsmethodische Probleme bei der Erfassung und Auswertung vergangener und historischer Gewitterschadensereignisse 4

2. Das Untersuchungsgebiet 8

2.1. Das naturräumliche Potential im UG 8

2.2. Klimatologische Skizze 12

3. Gewitter und Gewitterforschung in Hessen 14

3.1. Die mittleren Gewitterverhältnisse im Jahresgang 14

3.2. Historischer Überblick: Deskriptive Phase – Beginn des naturwissenschaftlichen Interesses an Gewittern – systematische Gewitterbeobachtungen – das Gewitter als zelluläres Witterungsphänomen – Gewitterforschung durch automatisierten Computereinsatz 19

4. Gewitter und ihre Schäden 28

4.1. Meteorologie der Gewitter 28

4.1.1. Entstehung von Gewittern – meteorologische Vorbedingungen 28

4.1.2. Dynamik, Gliederung und Organisation der Gewitter 31

4.2. Gewitter und Blitzschäden 33

4.2.1. Entstehung des Blitzes 33

4.2.2. Blitzschäden 35

4.2.2.1. Blitzschäden und Vegetation 35

4.2.2.2. Blitzschäden und Gebäude 36

4.2.2.3. Tier- und Personenschäden – Unfälle durch Blitzschlag 38

4.3. Gewitter und Starkregenschäden 39

4.3.1. Die Entstehung von Regen im Cb 40

4.3.2. Starkregenschäden 42

4.3.2.1. Starkregen und Erosionsschäden 45

4.3.2.2. Starkregen und Massenbewegung 46

4.3.2.3. Gewitterbedingte Hochwasserereignisse 46

4.4. Gewitter und Hagelschäden 47

4.4.1. Die Hagelbildung im Cb 47

4.4.2. Hagelschäden 49
4.5. Gewitter und Sturmschäden 50
4.5.1. Die Entstehung von Gewitterstürmen durch Abwind im Cb 51
4.5.2. Die Entstehung von Tromben 52
4.5.3. Sturmschäden 52

5. Methodik der Untersuchung 54
5.1. Zur Auswertung vergangener und historischer Gewitterereignisse 54
5.2. Gewitterdatenbanken – ein Instrumentarium zur Bewertung meteorologischer Schadensereignisse 58
5.3. Das verwendete Datenmaterial 61
5.4. Erfassung, Selektion, Verifikation und Ausschluss der Daten 71
5.5. Aufbau der Datenbank und Programmierung der Karten 77
5.6. Kategorisierung der Gewitterereignisse mit Hilfe von Schadensdaten 81
5.6.1. Kategorisierung gewitterbedingter Starkregenschäden 86
5.6.2. Kategorisierung gewitterbedingter Hagelschäden 117
5.6.3. Kategorisierung gewitterbedingter Sturmschäden 122
5.6.4. Kategorisierung von Blitzschadensereignissen 125

6. Die Gewitterschäden im Untersuchungsgebiet 1881 bis 1980 132
6.1. Schadensgewitter im UG – Gesamtauswertung 132
6.1.1. Anteile der einzelnen gewitterbedingten Schadensarten an den Gesamtereignissen 132
6.1.2. Die Verbreitungsformen der Schadensereignisse und Schadensarten 136
6.1.3. Die Jahresverteilung der Gewitterschäden im UG 140
6.1.4. Die Tagesverteilung der Gewitterschäden im UG 159
6.1.5. Gewitterschadensereignisse und Großwetterlagen im UG 161
6.1.6. Gewitterschadensereignisse und ihre Zugrichtungen im UG 165
6.2. Gewitter und Blitzschäden im UG 166
6.2.1. Der Stellenwert des Blitzschlags innerhalb der im UG durch Gewitter bedingten Schadensphänomene 166
6.2.2. Auszählung der Blitzschadensereignisse 170
6.2.3. Die Jahresverteilung der Blitzschadensereignisse 176
6.2.4. Die Tagesverteilung der Blitzschadensereignisse 197
6.2.5. Blitzschäden und Großwetterlagen 200
6.2.6. Signifikante Blitzschadensarten im UG 204

6.2.6.1. Blitzschadensereignisse mit Todesfolge 204
6.2.6.1.1. Die Anzahl blitzbedingter Todesfälle pro Schadensereignis 204
6.2.6.1.2. Gesamtanzahl blitzbedingter Todesfälle und Trend über den Untersuchungszeitraum 208
6.2.6.1.3. Die räumliche Verteilung blitzbedingter Todesfälle im UG 209
6.2.6.1.4. Die regionale Blitzgefährdung im UG und ihr Trend über den Untersuchungszeitraum 212
6.2.6.1.5. Die Jahresverteilung der Blitzschadensereignisse mit Todesfällen 214
6.2.6.1.6. Die Tagesverteilung der Blitzschadensereignisse mit Todesfällen 215
6.2.6.1.7 Die näheren Umstände der blitzbedingten Todesfälle im UG 216
6.2.6.1.8. Der Zusammenhang von blitzbedingten Todesfällen und Gewitterart 220
6.2.6.2. Blitzschadensereignisse mit Brandschäden 222
6.2.6.2.1. Die Anzahl der Brandschadensfälle pro Schadensereignis 222
6.2.6.2.2. Gesamtanzahl blitzbedingter Brandschadensereignisse und Trend über den Untersuchungszeitraum 223
6.2.6.2.3. Zeitlicher Verlauf der Brandschadensereignisse - Jahresverteilung 225
6.2.6.2.4. Zeitlicher Verlauf der Brandschadensereignisse - Tagesverteilung 225
6.2.6.2.5. Die räumliche Verteilung blitzbedingter Brandschadensfälle im UG 225
6.2.7. Einzelschläge im UG 227
6.3. Gewitter und Starkregenschäden im UG 229
6.3.1. Die Bedeutung der Starkregenschäden im Rahmen der innerhalb des UG durch Gewitter bedingten Schadensphänomene 229
6.3.2. Auszählung der Starkregenschadensereignisse 231
6.3.3. Jahresverlauf der Starkregenschadensereignisse 232

6.3.4. Die Tagesverteilung der Starkregenereignisse im UG 243
6.3.5. Starkregenschäden und Großwetterlagen 244
6.4. Gewitter und Hagelschäden im UG 247
6.4.1. Auszählung der Hagelschadensereignisse 247
6.4.2. Der Jahresverlauf der Hagelschadensereignisse 248
6.4.3. Die Tagesverteilung der Hagelschadensereignisse im UG 260
6.4.4. Hagelschadensereignisse und Großwetterlagen 261
6.5. Gewitter und Sturmschäden im UG 263
6.5.1. Jahresverlauf der Sturmschadensereignisse 264
6.5.2. Die Tagesverteilung der Sturmschadensereignisse im UG 273
6.5.3. Sturmschadensereignisse und Großwetterlagen 274

7. Raum-zeitliche Eigenschaften und Rekonstruktion von Schadensgewittern im Untersuchungsgebiet – dargestellt anhand von Schadensdaten 276
7.1. Schwergewitter (*SLS*) mit Sturmschäden 280
7.1.1. Schwergewitter (*SLS*) mit Sturmschäden aus dem südwestlichen bis westlichen Himmelssektor 281
7.1.2. Schwergewitter (*SLS*) mit Sturmschäden aus dem südlichen bis südwestlichen Himmelssektor 309
7.1.3. Schwergewitter (*SLS*) mit Sturmschäden aus dem westlichen bis nördlichen Himmelssektor 314
7.1.4. Schwergewitter (*SLS*) mit Sturmschäden aus dem östlichen Himmelssektor 331
7.2. Schwergewitter (*SLS*) mit Hagelschäden 347
7.2.1. Hagelgewitter (*SLS*) aus dem südwestlichen bis westlichen Himmelssektor 347
7.2.2. Hagelgewitter (*SLS*) aus dem südlichen bis südwestlichen Himmelssektor 368
7.2.3. Hagelgewitter (*SLS*) aus dem westlichen bis nördlichen Himmelssektor 368
7.2.4. Hagelgewitter (*SLS*) aus dem nördlichen bis östlichen Himmelssektor .. 381
7.2.5. Hagelgewitter (*SLS*) aus dem östlichen bis südlichen Himmelssektor 387
7.3. Schwergewitter mit Starkregenschäden 399
7.3.1. Schwergewitter mit Starkregenschäden aus dem südwestlichen bis westlichen Himmelssektor 399

7.3.2. Schwergewitter mit Starkregenschäden aus dem südlichen bis südwestlichen Himmelssektor 414
7.3.3. Schwergewitter mit Starkregenschäden aus dem westlichen bis nördlichen Himmelssektor 417
7.3.4. Schwergewitter mit Starkregenschäden aus dem nördlichen bis östlichen Himmelssektor 422
7.3.5. Schwergewitter mit Starkregenschäden aus dem östlichen bis südlichen Himmelssektor 426

8. Die Verwendung von Schadensdaten zur Rekonstruktion kleinräumiger Ereignisse – Übertragung auf historische Szenarien 443

9. Zusammenfassung und Ausblick 459

10. Quellen und Literaturverzeichnis 469

Anhang 515

1. Einführung in die Thematik und Aufgabenstellung der Arbeit

Gewitter und Gewitterschäden gehören seit langem zu den Hauptthemen meteorologischer und klimatologischer Forschung. Besonderes Augenmerk gilt den schweren, lokalen Gewitterstürmen (engl.[1] *Severe Local Storms*[2], *Severe Convective Storms* bzw. *Severe Thunderstorms*[3], im folgenden *SLS*), da diese Phänomene für den größten Teil aller signifikanten gewitterbedingten Schäden verantwortlich sind (ATLAS et al 1963; BARNES 1976; NEWTON et al 1978; KESSLER [2]1983; SCHAEFER 1986; WEISMAN und KLEMP 1986; COTTON 1990; RYAN 1992; BLUESTEIN 1993; HÖLLER 1994; BISSOLLI 1995; SCHIES-

---

[1] Die Erforschung schwerer Gewitter wird seit dem „*Thunderstorm Project*" (BYERS und BRAHAM 1949) am intensivsten in den USA durchgeführt. Von dort ausgehend hat sich in den letzten Jahrzehnten in der internationalen gewitterkundlichen Literatur ein geläufiger Standard durchgesetzt. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, werden im folgenden neben die wichtigsten deutschsprachigen gewitterkundlichen Begriffe auch die zugehörigen englischsprachigen Fachausdrücke (in Klammern und kursiv) gestellt. Ihre jeweilige Bezeichnung richtet sich nach BRANICK (1992).

[2] Erstmals verwendete WINSTON (1956) diese Bezeichnung für schwere Gewitter mit bodennah starken Winden und/oder großen Hagelkörnern. Als Unterscheidungsmerkmal zu den viel größerflächigen Stürmen vor allem der kälteren Jahreszeit und als Hervorhebung des örtlichen Charakters der Gewitterstürme diente das Wort "*Local*" (LUDLAM 1963, S. 1). Die ursprüngliche Definition wurde später mehrfach erweitert. So werden heute in den USA signifikante konvektive Erscheinungen (nun als „*Severe Convective Storms*" bezeichnet, um den konvektiven Ursprung der Stürme zu betonen) zu den *SLS* gezählt, wenn mindestens eines von den folgenden Kriterien erfüllt ist (DOSWELL 2001):

(a) Eine oder mehrere die Erdoberfläche berührende Tromben,

(b) Hagel mit einem Durchmesser von mehr als 1.9 cm (= 0.75 Inch),

(c) Sturmböen von mehr als 50 kn,

(d) bedeutender Schaden, der durch Hagel und/oder Sturmböen verursacht wurde (GRENIER und HALMSTAD 1992).

Kriterium (d) hilft dabei, auch solche Fälle zu berücksichtigen, die durch Beobachtungsstationen nicht erfasst wurden. Dies kommt bei der Kleinräumigkeit von Gewittern bekanntermaßen immer wieder vor.

Die nationalen Wetterdienste anderer Länder haben die oben genannten Kriterien teilweise modifiziert. So werden z.B. in Kanada und in Australien bei der Erfassung von *SLS* außer Sturm und Hagel auch gewitterbedingte Starkregen berücksichtigt, die oft zu abrupten, kurzzeitigen Überschwemmungen (*Flash-Floods*) führen können (s. hierzu GRIFFITHS et al 1993 sowie REYNOLDS 1995).

[3] Die Begriffe "*Severe Local Storms*" bzw. „*Severe Convective Storms*" umfassen gegenüber den "*Severe Thunderstorms*" auch Fälle, die gewitterlos verlaufen. Dies kommt mitunter zum Beispiel bei Trombenerscheinungen vor.

SER et al 1997; DOSWELL 2001). Generell können Schäden bei einem Gewitter verursacht werden durch

- **Niederschlag** (Starkregen bzw. Hagel)**,**
- **Sturm** (Gewittersturm bzw. Trombe)**,**
- sowie **Blitzschlag,**

worüber unzählige Publikationen berichten (s. z.B. SCHWIND 1957; HARMS 1961; KUNZE 1990; FINGERLE et al 1991; MÜNCHENER RÜCK 1993a).

Wie unterschiedlich dabei im heimischen Raum die Art der auftretenden Schäden je nach Gewitter ausfallen kann, zeigen allein schon die wenigen folgenden Beispiele: a) Die im Sommer in der Regel auf der Vorderseite von Kurzwellentrögen bzw. vor oder an Kaltfronten entstehenden (BADER et al 1995) und dann meist rasch in östliche Richtungen weiterziehenden mesoskaligen konvektiven Systeme (*Mesoscale Convective Systems - MCS*) führen in Form von Böenlinien (*Squall Lines*) nicht selten zu immensen, weit verbreiteten Hagel- und Sturm- und zusätzlich zu Starkregen- und Blitzschäden (HÖLLER 1994). b) Die von Scherhag (SCHERHAG 1931b; SCHERHAG 1948, S. 293) in genetischer Hinsicht so bezeichneten Ostgewitter zeigen, wie allgemein viele bei gradientschwachen, oft meridionalen oder retrograden Lagen über dem Bergland bzw. in Lee davon sich entwickelnden Gewittersysteme (WEISMAN und KLEMP 1986), im Vergleich dazu andere Folgewirkungen: Bei geringer Zuggeschwindigkeit nicht selten längere Zeit über einer Region niedergehend, richten sie ihre Schäden hauptsächlich lokal oder regional durch Starkregen und Hagel sowie durch Blitzschlag an. Sturmschäden fehlen in den meisten Fällen. c) Die vielfach in den nördlichen sowie in den küstennahen Gebieten Deutschlands bei bodennah relativ kühler Luft und in der Höhe darüber aufgleitender relativ wärmerer Luft auftretenden und dort sehr bekannten Warmlufteinschubgewitter (SCHERHAG 1948, S. 289) sind durch ein hohes Vorkommen von Blitz-, ferner Starkregenschäden gekennzeichnet. d) Es gibt nicht selten auch Fälle, bei denen lokale, nicht unbedingt starke Gewitter (z.B. auf der Rückseite einer Kaltfront) kleinräumig sehr heftige Sturmschäden verursachen, als deren Grund die breite Öffentlichkeit und die Medien landläufig „Windhosen“ ansehen, unabhängig davon, ob tatsächlich Trombenerscheinungen (*Tornados*) oder lediglich Gewitterböen (*Downbursts*) hierfür verantwortlich sind.

Dies soll keineswegs als eine Auflistung möglicher Gewitterarten in genetischer oder dynamischer Hinsicht verstanden werden. Die Beispiele sollen nur verdeutlichen, dass bereits durch die Vielzahl der atmosphärischen Bedingungen, durch die wiederum die sich vom meso-γ- bis

mitunter zum meso-α-Scale abspielenden Prozesse initiiert werden, die schadensrelevanten Gewitter in mannigfaltiger Art vorkommen können.

Der Verlauf der Gewitterereignisse und die Auswirkungen der dadurch verursachten Schäden werden anschließend durch weitere Faktoren modifiziert. Diese sind einmal geographischer Natur und umfassen Form, Beschaffenheit, Bewirtschaftung und Besiedlung des Untergrundes. Hinzu kommen alle weiteren indirekt wirkenden anthropogenen Faktoren technischer, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Art (BURTON, KATES und WHITE 1978; FOSTER 1980; HEATHCOTE 1985; RIEBSAME et al 1986; MITCHELL, DEVINE und JAGGER 1989).

Während die meteorologischen und auch die anthropogenen Faktoren von Fall zu Fall sehr unterschiedlich sein können, sind die geographischen Faktoren in einer bestimmten, umgrenzten Region konstant oder ändern sich nur in größeren Zeiträumen. Daher sollte ein Studium regionaler gewitterbedingter Schäden unter Berücksichtigung der geographischen Gegebenheiten Rückschlüsse über das charakteristische raum-zeitliche Verhalten des „Naturrisikos“ Gewitter in der jeweiligen Region ermöglichen. Diesen Forschungsansatz will die hier vorliegende Arbeit verfolgen.

1.1. Gewitter und Gewitterschäden als Forschungsgegenstand dieser Arbeit

Es ist Ziel der Untersuchung, innerhalb eines beispielhaft gewählten, regional umgrenzten Untersuchungsgebietes (im folgenden: UG) durch geeignete Verfahren der Katalogisierung, Auswertung, Interpretation und Kategorisierung vergangener Gewitterschadensereignisse ein Überblick über die raum-zeitlichen Eigenschaften und Gesetzmäßigkeiten der allgemein in dieser Region auftretenden schadensrelevanten Gewitterereignisse mit ihren jeweiligen Auswirkungen zu gewinnen. Da die Gewitterschäden in der warmen Jahreszeit in der Regel am stärksten ausgeprägt sind, beschränkt sich die Analyse jeweils auf die Monate April bis Oktober. Der Untersuchungszeitraum umfasst hauptsächlich die Spanne von 1881 bis 1980 (ohne 1941-50), wobei für Einzeldarstellungen auch signifikante Ereignisse im Zeitraum bis 1700 berücksichtigt werden.

Im einzelnen sollen folgende Themenkomplexe bearbeitet werden:

I. Eigenschaften und Gesetzmäßigkeiten gewitterbedingter Schäden

(1) Welche gewitterbedingten Schäden treten im UG auf?

(2) Wie verteilen sich die Schäden und Schadensereignisse räumlich und zeitlich im UG? Gibt es bevorzugte Lagen für bestimmte Arten von Schäden? Existieren im UG Gebiete mit einer Häufung bestimmter Schadensarten?

(3) Läßt sich im Auftreten der Schäden ein Trend erkennen?

II. Eigenschaften und Gesetzmäßigkeiten schwerer, schadensrelevanter Gewitter

(5) Welche Gewitter sind für die jeweiligen Schäden im UG verantwortlich?

(6) Wie verteilen sich diese schadensrelevanten Gewitter räumlich und zeitlich? Gibt es Gebiete, in denen sich bestimmte Arten von Gewittern häufen?

III. Verwendung von Daten zur Auswertung von Gewitterereignissen

(7) Inwieweit sind die verwendeten Quellen für die hier vorgestellte Problematik verwendbar?

(8) Inwieweit lassen die verwendeten Daten Rückschlüsse auf den jeweils verantwortlichen atmosphärischen Prozess zu? Ist die hier vorgestellte Methodik der Quelleninterpretation auch auf andere raum-zeitliche Szenarien übertragbar?

1.2. Arbeitsmethodische Probleme bei der Erfassung und Auswertung vergangener und historischer Gewitterschadensereignisse

Es ist eines der Hauptziele der Gewitterforschung[4], die mit einem Gewitter verbundenen Prozesse und Erscheinungsformen besser verstehen und beurteilen zu können und dadurch mitzuhelfen, gewitterbedingte Folgeschäden zu verringern, idealerweise zu minimieren oder gar ganz zu vermeiden (KESSLER [2]1983; MOLLER 2001). Hierzu wurden in den letzten Jahrzehnten zahlreiche Anstrengungen zum einen auf dem Gebiet der Gewitterprognose (insbesondere im Nowcasting) unternommen (SCHAEFER 1986; JOHNS und DOSWELL 1992; MOLLER 2001). Es sind mit Hilfe von Stationsmess- und Radardaten sowie durch den Einsatz verschiedenster Satelliten- und Computertechnologien viele Fortschritte zu verzeichnen (KESSLER [2]1988; DEUTSCHER WETTERDIENST 1995; DOSWELL 2001; LANG et al 2003)[5], wobei die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse u.a. in eigens hierfür angesetzten

[4] Nicht zum primär interessierenden Teil dieser Untersuchung gehört der hier so bezeichnete „physikalische" Teil der Gewitterforschung, der sich in erster Linie mit der Gewitterelektrizität beschäftigt. Er taucht in dieser Arbeit nur noch randlich im Zusammenhang mit der Beschreibung des Phänomens Blitzschlag auf.

[5] In jüngster Zeit (Stand: 2003) werden die Gewitterwarnungen in Deutschland seitens des Deutschen Wetterdienstes (DWD) bereits auf Landkreisebene herausgegeben.

Konferenzen[6] publiziert und diskutiert werden. Zum anderen ist es auch auf dem Gebiet der Katastrophenvorsorge gelungen, in den letzten Jahren zu erheblichen Fortschritten zu kommen. Insbesondere während der „International Decade for Natural Disaster Reduction" (IDNDR) (1990-1999) befassten sich zahlreiche Projekte mit der Erfassung, Beurteilung und Katalogisierung schadensrelevanter meteorologischer Erscheinungsformen wie z.B. Hochwasser und Sturmereignisse (PLATE et al 1993; GERMAN IDNDR-COMMITTEE 1994; SCHIESSER et al 1997). Nicht zuletzt die mögliche Auswirkung einer globalen Erwärmung der Erdatmosphäre auf das Verhalten von Extremereignissen hinsichtlich ihrer Häufigkeit und Stärke verleiht dem Streben nach einer umfassenden und möglichst exakten Gewitterprognose bzw. Katastrophenvorsorge zusätzliche, oft enorme mediale Aufmerksamkeit.

Neben der Überwachung durch Satelliten-, Radar- oder Blitzortungsanlagen hat sich als essentielle Verfahrenstechnik zur Gewinnung von Informationen über gewitterbedingte Schadensereignisse überall auf der Welt die Erfassung von Schadensdaten in dafür eigens eingerichteten Datenbanken erwiesen. Diese Datenbanken sind grundlegend auf dem Wege zu einer umfassenden und exakten Bewertung und Beurteilung von Gewittern und ihren Schäden. So können Auswertungen und Analysen vergangener Schadensereignisse zum einen als klimatologisches Rüstzeug für die Gewitterprognosen im operationellen Dienst dienen, wodurch ein Vergleich zwischen vergangenen und aufgrund der Wetterentwicklung noch zu erwartenden Gewittern ermöglicht wird und damit eine Abschätzung der gegebenenfalls mit diesen Gewittern verbundenen Schadensereignissen. Zum anderen können solche Datenbanken jenes Material zur Verfügung stellen, mit dem sich zwecks Katastrophenvorsorge das zeitliche und räumliche Schadenspotential von meteorologischen Extremereignissen in einer Region abschätzen lässt. Dieses Datenmaterial kann dann auch beispielsweise für weitergehende bautechnische oder versicherungstechnische Fragestellungen genutzt werden. Nähere Einzelheiten zu Gewitterdatenbanken finden sich in Kapitel 5.2.

Während aber die wesentlich allgemein gehalteneren und deutlich einfacher zu erhebenden Statistiken über die allgemeine Gewittertätigkeit bereits für viele Regionen in analoger bzw. digitaler Form vorliegen (auch in Deutschland), sieht sich die Erhebung von Daten über gewitterbedingte Schadensereignisse stets mit einer großen Schwierigkeit konfrontiert: Es ist dies die schwierige Verfügbarkeit der Daten. Die Kleinräumigkeit der Ereignisse und die Vielzahl der atmosphärischen Bedingungen führen zu einer von Fall zu Fall höchst unterschiedlichen Beobachtung und Erfassung der Ereignisse und damit zu einer sehr heterogenen

[6] Es sind dies die „*Conferences on Severe Local Storms*", die im 2-Jahres-Turnus in den USA stattfinden.

Datengrundlage (DOSWELL 2001). Auch der Faktor Zeit spielt eine herausragende Rolle. So treten schadensrelevante Gewitter an einem einzelnen Beobachtungsort viel zu unregelmäßig und zu selten auf, um aussagefähige Schlussfolgerungen über das Schadenspotential an diesem Ort ziehen zu können. Daher lassen sich die notwendigen Daten auch nicht durch einfache Messungen oder Beobachtungen an einem einzelnen Ort gewinnen. Groß angelegte und extrem kostspielige Messkampagnen führen auf lokaler bzw. regionaler Ebene zwar zu einigermaßen befriedigenden Ergebnissen (KESSLER ^{2}1988), doch können auch durch solche Verfahren keine allgemeingültigen Rückschlüsse erwartet werden, weil in der Regel die zeitliche Dauer einer solchen Kampagne begrenzt ist. Außerdem helfen Messdaten nur in sehr begrenztem Umfang weiter. Denn auch wenn die Ereignisse in ihrer stärksten Ausprägung ihren Verlauf mitunter direkt über eine Messstation hinweg nehmen, und dadurch einzelne Parameter wie Luftdruck, Windstärke, Temperatur usw. unmittelbar registriert werden können, so lassen sich doch auch daraus im allgemeinen nur wenig Rückschlüsse über die mit dem Ereignis verbundenen Schäden ziehen. Gleiches gilt für die computerisierten Überwachungstechniken der Gewitter durch Satellit, Niederschlagsradar oder Blitzortung, die zwar das Ereignis selbst verfolgen, nicht jedoch Aussagen über das dadurch tatsächlich eingetretene Schadensausmaß geben können. Vielmehr lassen sich Verlauf und Auswirkungen der schadensrelevanten Ereignisse nur durch Beobachtungsdaten am Boden vermitteln, wobei diese Daten in der Regel in Klartext und nur selten in codierter Form vorliegen. Dieses so gewonnene Material muss dann wiederum von Fall zu Fall analysiert werden, da ein Vergleich der rohen Beobachtungsdaten untereinander durch die ungeheure Vielfalt der Erscheinungen in aller Regel nicht durchgeführt werden kann.

Neben der technischen Überwachung und der numerischen Simulation muss zur Gewinnung von Informationen über das raum-/zeitliche Verhalten von Gewitterschadensereignissen ein dritter Weg beschritten werden, und zwar jener, der der Gewitterforschung weiterführende Erkenntnisse durch die Auswertung von Quellenmaterial über vergangene Gewitterschadensereignisse liefert. Die in den letzten Jahren und Jahrzehnten in vielen Teilen der Welt aufgebauten Schadensdatenbanken verfolgen, parallel zur technologischen Überwachung der Ereignisse und zur numerischen Simulation, sämtlich diese Verfahrensweise (s. Kapitel 5.2.), vom Prinzip her vergleichbar mit den seit Jahren in der Klimatologie u.a. zwecks Rekonstruktion historischer, überregionaler Witterungsphänomene verwendeten Datenbanken (PFISTER und HÄCHLER 1991; KYNČIL 1992; GLASER und MILITZER 1993; LIEBSCHER, KRAHE und WITTE 1995; PFISTER 1999; GLASER 2001).

Mit Hilfe einer solchen Synopsis von Gewittern und Gewitterschäden - es kann in diesem Zusammenhang auch von einer „Klimageographie schwerer, schadensrelevanter Gewitter“ gesprochen werden (s. Kap. 5.2.) - ist es möglich, Rückschlüsse über das raum-/zeitliche Verhalten schwerer, schadensrelevanter Ereignisse in einem betrachteten Raum zu ziehen. Außerdem ermöglicht sie die Abschätzung des gewitterbedingten Schadenspotentials und mit ihr die Bewertung auftretender gewitterbedingter Schadensformen. Gewittervorhersage und Katastrophenvorsorge können diese Daten schließlich zur weiteren Verarbeitung nutzen. Insofern lehrt die Vergangenheit das Zukünftige.

Während derartige klimageographisch betonte Untersuchungen schwerer, schadensrelevanter Gewitter in den letzten Jahren vor allem in den USA ein deutlich gesteigertes Interesse in der Forschung erfahren[7], lag es in Deutschland stets in der schwierigen Verfügbarkeit des dazu benötigten Datenmaterials begründet, dass entsprechende Untersuchungen lange Zeit so gut wie nicht durchgeführt wurden. Erst in den letzten Jahren dürfte der Ruf nach einer solchen Grundlagenforschung im Rahmen der nach wie vor weltweit aktuellen Diskussion über eine mögliche, u.U. anthropogen bedingte Klimaänderung und ihre Beeinflussung auf extreme Wettererscheinungen (CHANGNON und CHANGNON 1992; MITCHELL und ERICKSEN 1992; ROTH, TETZLAFF und BERZ 1993; SCHIESSER et al 1997; SCHELLNHUBER 1998) dazu geführt haben, dass dieser Zweig der meteorologischen und klimatologischen Gewitterforschung hier verstärkt angegangen wurde. Erste Datenbanken im deutschsprachigen Raum (insbesondere für den häufig von sehr schweren Gewittern heimgesuchten süddeutschen Raum) liegen inzwischen vor (HÖLLER 1994; SCHIESSER et al 1997), u.a. für besonders heftige Wettererscheinungen wie z.B. Tornados (DOTZEK 2002), doch wurden die meisten anderen Gebiete Deutschlands, so auch die in dieser Hinsicht außerordentlich interessanten Mittelgebirgsregionen und die zwischengeschalteten Becken- und Tallandschaften, bislang erst ansatzweise untersucht (s. hierzu FIEDLER, NESTMANN und KOHLER 2002). In diesen Regionen werden die klimatischen Eigenschaften in erster Linie durch die Oberflächengestaltung bestimmt. Auch wenn viele Gewitter dort möglicherweise weniger heftig sind als in anderen Teilen von Süddeutschland - speziell im Alpenraum -, so kann doch angenommen werden, dass die Mittelgebirgs- mit den Becken- und Tallandschaften aufgrund ihrer ausgeprägten natur- und kulturräumlichen Kleinkammerung auch hinsichtlich der raumzeitlichen Eigenschaften schadensrelevanter Gewitter, somit des gewitterbedingten Risikos,

[7] Hier sind insbesondere wieder die „*Conferences on Severe Local Storms*“ zu nennen, in denen in den letzten Jahren zunehmend entsprechendes Material veröffentlicht wurde.

große räumliche Unterschiede aufweisen. Als ausschlaggebend bei der Wahl des Untersuchungsgebietes für diese Arbeit erweist sich dabei, dass es nach WAGNER (1961, S. 18) in besonderem Maße gerade Hessen ist, das von allen (alten) Bundesländern das abwechslungsreichste Relief besitzt.

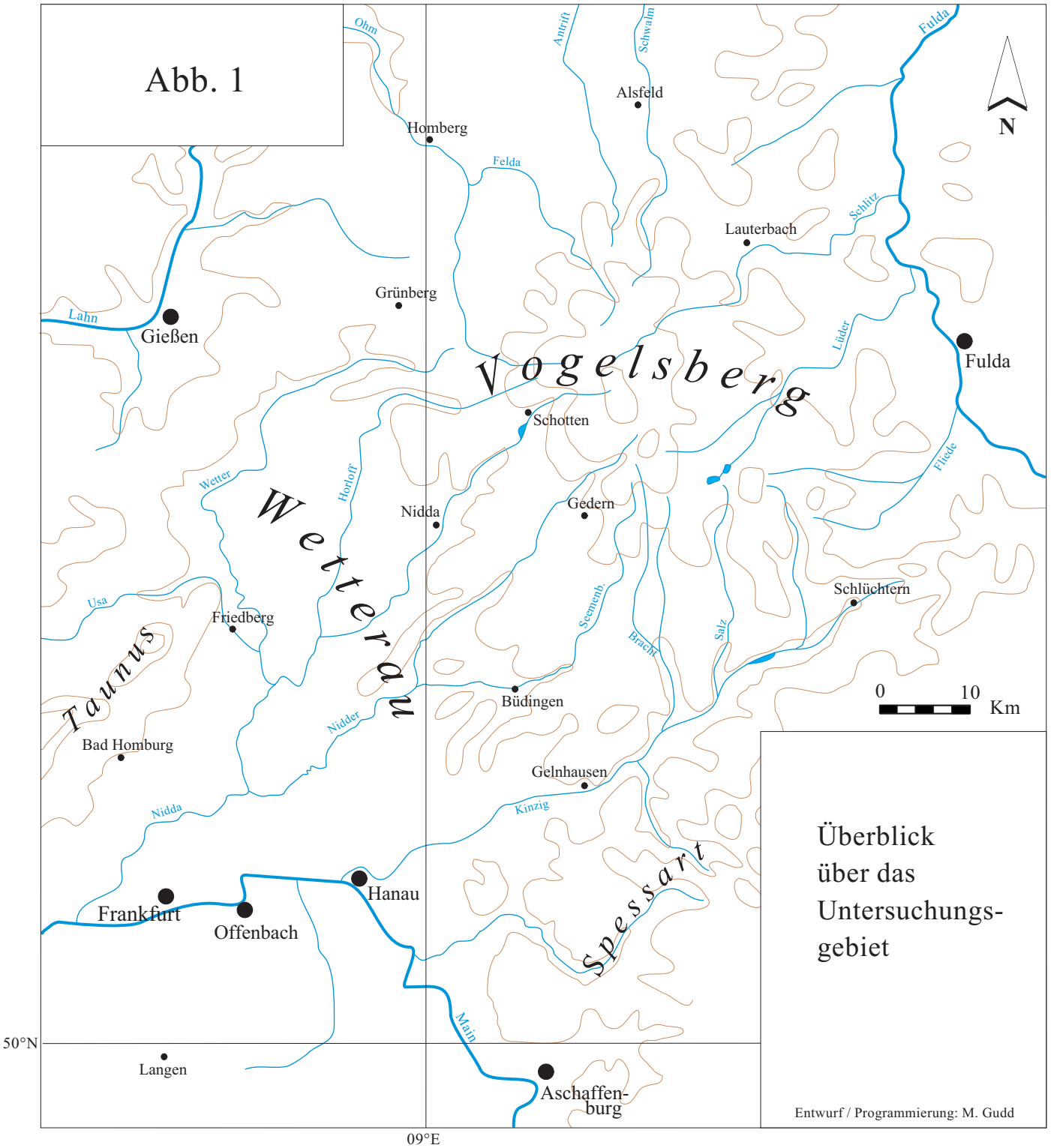
2. Das Untersuchungsgebiet

Als UG wurde ein zusammenhängender Teil des südlichen hessischen Berg- und Beckenlandes und des Rhein-Main-Tieflandes ausgewählt (Abb. 1). Es besitzt die folgenden für diese Arbeit hervorstechenden Eigenschaften: Jahr für Jahr werden hier eine Vielzahl der unterschiedlichsten Gewitterarten beobachtet (FAUST 1951; RUTH 1979; HÖLLER 1994; BADER et al 1995), und es kommen alle hierdurch verursachten Gewitterschäden (Blitzschlag, Starkregen, Hagel, Sturm) vor (GEGENWART 1952; SCHWIND 1957; HARMS 1961; FINKE und HAUF 1997; DOTZEK 2002). Die Fläche des UG ist groß gegenüber den einzelnen jeweils auftretenden, aktiven und damit schadensrelevanten Gewitterzellen (MALKOWSKI 1962; DEUTSCHER WETTERDIENST 1995; LANG et al 2003). Das UG umfasst eine Vielfalt der unterschiedlichsten Landschaftsformen (WAGNER 1961; PLETSCH 1989), und die Berücksichtigung von städtischem und ländlichem Raum lässt Unterschiede in Verlauf und Ausmaß gewitterbedingter Schadensarten erwarten (AULITZKY 1968a; CRYSLER, HOXIT und MADDOX 1980). Die Quellensituation und damit die Datenverfügbarkeit ist hinreichend, wie in Kapitel 5 ausgeführt wird. Es konnte im Rahmen früherer Untersuchungen bereits erstes Datenmaterial gesammelt werden. Bislang fehlt für diesen Raum eine Erfassung, Katalogisierung, Kategorisierung und Auswertung von Gewittern und gewitterbedingten Schäden.

2.1. Das naturräumliche Potential im UG[8]

Die Vielgestaltigkeit der Landschaft und ihre Kleinkammerung geht aus dem steten Nebeneinander von Gebirgs- und Beckenlandschaften hervor. So umfasst das UG zwei deutlich voneinander unterscheidbare Landschaftsformen. Der Westen und Süden wird von der Unter-

[8] Die Bezeichnung der einzelnen Landschaften und Regionen erfolgt nach KLAUSING (^{2}1988).


Abb. 1
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Fliede
Nidda
Gedern
Wetterau
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Bracht
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Überblick
über das
Untersuchungs-
gebiet
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
Entwurf / Programmierung: M. Gudd
09°E

mainebene sowie von der sich nördlich daran anschließenden Wetterau eingenommen. Im Nordwesten des UG folgt der Übergang zum Marburg-Gießener Lahntal mit dem Gießener Becken. Das Niveau in diesen genannten Gebieten liegt allgemein zwischen etwa 90 und 300 m NN (SCHÖNHALS 1973; PLETSCH 1989), und nur wenige Höhenzüge gliedern Untermainebene, Wetterau und Lahntal voneinander. So ist der Gesamtcharakter der Untermainebene mit dem Rhein-Main-Ballungsraum im Süden und Südwesten des UG jener einer offenen Tallandschaft (KLAUSING [2]1988). Nach Süden bis Westen erstreckt sie sich in Richtung rheinhessisches Tafel- und Hügelland, sie geht dort stufenlos in die Hessische Rheinebene über. Deutliche Begrenzungen finden sich nur nach Nordwesten zu mit dem Vor- und Hochtaunus. Im Osten grenzt die Untermainebene jenseits der bayrischen Grenze an den Spessart. Der Untergrund besteht in erster Linie aus fluviatilen Ablagerungen des mittleren Pleistozäns; weit verbreitet sind auch pleistozäne Flugsande.

Die Wetterau wird durch den im Vergleich hierzu recht unauffälligen Höhenzug des Bergener Rückens von der Untermainebene getrennt. Sie besitzt den Charakter einer typischen Beckenlandschaft und wird nach allen Seiten von Höhenzügen und Gebirgen eingerahmt. Nach Westen zu erfolgt der recht abrupte Übergang zum Taunus (Hoch- und Hintertaunus), im Osten begrenzen Vogelsberg und Büdinger Wald und im Südosten das Kinzigtal mit dem Spessart die Wetterau. Im Norden schließlich geht es über den Gießener Landrücken ins Marburg-Gießener Lahntal. Der Untergrund der Wetterau besteht insbesondere im südlichen Bereich aus quartären fluviatilen Ablagerungen, vor allem aber aus Löß und Lößlehm mit einer Mächtigkeit von stellenweise bis ca. 10 m (SCHÖNHALS 1973), was der Wetterau den Status der ertragreichsten Ackerlandschaft Hessens einbrachte (PLETSCH 1989). Im zentralen und nördlichen Bereich kommen darüber hinaus auch stärker miozäne und oligozäne Ablagerungen sowie basaltische Gesteine als Ausläufer des Vogelsberges zur Geltung. Im Büdingen-Meerholzer Hügelland überwiegt das Oberrotliegende mit einer Lößauflage. Zwischengeschaltet sind auch hier tertiäre Ablagerungen und basaltische Ergüsse.

Das Marburg-Gießener Lahntal ist im Vergleich zur Untermainebene wesentlich stärker von Berg- und Hügellandschaften umgrenzt und lediglich nach Westen zu offen. Im Norden erfolgt der Anstieg über den Vetzberg und den Gleiberg zum Gladenbacher Bergland recht schnell, wobei der nur wenige Kilometer nordwestlich stehende Dünsberg bereits eine Höhe von 498 m NN erreicht (SCHÖNHALS 1973). Im Osten erfolgt der Anstieg in den Vorderen Vogelsberg dagegen allmählich. So besitzt diese Teilregion (mit der Stadt Gießen) den Charakter einer klar umgrenzten Tal- und Senkenlandschaft (SCHULZE und UHLIG 1982).

Ganz im Gegensatz zum tiefgelegenen Westen und Süden des UG dominieren im Norden und Osten die deutlich höherliegenden Regionen des Osthessischen Berglandes (KLAUSING ^{2}1988) mit Höhenlagen zwischen ca. 250 und 773 m NN. Zentraler Teil ist dabei der Vogelsberg mit seinen Teillandschaften Unterer und Hoher Vogelsberg, zu dem der Oberwald mit den Gipfeln von Taufstein, Hoherodskopf und Sieben Ahorn gehört (BLUME 1949/50). Während der zerriedelte westliche und südliche Untere Vogelsberg mit Neigungswinkeln bis zu 16° zur Wetterau und zum Büdingen-Meerholzer Hügelland hin abfällt, verläuft die Nord- und Ostabdachung des Vogelsberges deutlich sanfter; im Gebiet des Ostplateaus liegen die Neigungswinkel auf größerer Fläche zum Teil bei nur 1° (SCHULZE 1959). Der Vogelsberg besteht im wesentlichen aus alkalibasaltischen Gesteinen des Miozäns. Er besitzt mit ca. 2300 km^2 Fläche die größte zusammenhängende Basaltmasse des europäischen Festlandes (EHRENBERG und HICKETHIER 1985).

Im Nordwesten des Gebirges erfolgt der Übergang zur offenen Hügellandschaft des Vorderen Vogelsberges. Dort liegen die vulkanischen Gesteine flächenhaft ausgebreitet auf den tertiären Sedimenten des Gießener Beckens. Im Norden und Osten des Vogelsberges liegen hingegen die Basalte direkt an bzw. über den in fast durchgehender Verbreitung anzutreffenden Buntsandsteinfolgen des Hessischen Bruchschollentafellandes (SCHOTTLER 1937). So erfolgt am Nordrand des UG der sanfte Übergang in die triassisch geprägte Oberhessische Schwelle und am Nordostrand des UG der Übergang ins offene und stark bewaldete Fulda-Haune-Tafelland, wo der Mittlere Buntsandstein eindeutig überwiegt. Eingeschaltet ist dort im Nordosten und Osten des UG zudem die sich in ca. 250 bis 300 m NN Höhe befindliche Fuldaer Senke (KLAUSING ^{2}1988), die als tektonische Einsenkung nach allen Seiten von deutlich höheren Berglandschaften (Vogelsberg, Rhön) umgrenzt ist. Der ca. 400 m NN hohe Landrücken südlich von Fulda als Übergang zwischen Vogelsberg und Rhön begrenzt die Fuldaer Senke nach Süden und wirkt gleichzeitig als markante Grenze zwischen den hochgelegenen osthessischen Tallandschaften und des sich im Süden daran anschließenden, deutlich tieferliegenden und tief eingeschnittenen Kinzigtals. Dieses fungiert als Grenzlandschaft zwischen Vogelsberg und Spessart. Letzterer besteht im Gegensatz zum Vogelsberg aus einer weiten Abfolge von Unterem und Mittlerem Buntsandstein, die sich auch westlich des Kinzigtals noch im Büdinger Wald fortsetzt.

Das UG wird in zwei Hauptrichtungen entwässert: Zum Rhein und zur Weser. Die Wasserscheide verläuft quer durch das UG von der Oberhessischen Schwelle über den Vogelsberg weiter zum Landrücken (PLETSCH 1989). Südlich und westlich davon münden die Bäche und Flüsse in Main und Lahn, nördlich und östlich davon in die Fulda. Dabei kommt dem

Vogelsberg als zentraler Teil des UG eine herausragende Rolle zu. Von ihm aus entspringen in Form eines Quellknotens (WAGNER 1961) in radialer Form zahlreiche Gewässer, die die im Gebirge gefallenen Niederschläge talabwärts führen. Da im Oberwald während des Jahres enorme Niederschlagsmengen zusammenkommen, treten situationsbedingt an diesen Gewässern nicht selten Hochwasserereignisse auf (DITTER 1993). Die gewitterbedingten Starkregenschäden mit den entsprechenden Schadensfolgen werden in Kapitel 6.3. näher erläutert.

2.2. Klimatologische Skizze

Das UG befindet sich im Mittel am Südrande der nordhemisphärischen Frontalzone. Kennzeichen der Witterung ist daher, wie auch sonst in Mitteleuropa, ein permanenter und ganzjährig vorkommender Wetterwechsel. Feuchte, milde und nur in Einzelfällen kalte Winter stehen feuchten und in der Regel mäßig warmen Sommermonaten gegenüber. Diese grobe Charakteristik erfährt aufgrund der Kleinkammerung des UG auf engem Raum natürlich ausgeprägte Unterschiede, die sich auch im langjährigen Mittel bemerkbar machen (DEUTSCHER WETTERDIENST IN DER US-ZONE 1949/50; DAS KLIMA VON HESSEN 1981). Dabei zeigen die beiden Hauptlandschaftsformen im UG zum Teil wesentlich voneinander abweichende klimatische Unterschiede. Nach WAGNER (1961) stehen Becken- und Tallandschaftsklimate den Bergland- und Gebirgsklimaten gegenüber.

In der Regel sind die im Westen und Süden gelegenen Becken- und Tallandschaften von Untermainebene, Wetterau und Marburg-Gießener Lahntal wärmer und trockener als die sie umgebenden Mittelgebirge. Dabei weisen das Rhein-Main-Gebiet sowie die südliche Wetterau die höchste Jahresmitteltemperatur mit über +9°C auf (DEUTSCHER WETTERDIENST IN DER US-ZONE 1949/50; DAS KLIMA VON HESSEN 1981; GUDD 1991). In diesen Regionen erreichen die Temperaturen, von Ausnahmen abgesehen (z.B. bei Inversionen), stets die höchsten Werte innerhalb des UG; die absoluten Temperaturmaxima liegen zwischen ca. 36°C und 39°C (z.B. Frankfurt am Main 38,5°C am 18.06.2002). Frost wird hier nach DAS KLIMA VON HESSEN (1981) zum Teil an weniger als an 100 Tagen im Jahr registriert. Die frühesten phänologischen Eintrittsdaten im UG, zusammen mit einer langen Vegetationsperiode, unterstreichen die allgemeine Klimagunst dieses Raumes.

Deutlich kälter sind hingegen der Norden und der Osten des UG. Die niedrigste Jahresmitteltemperatur findet sich im Bereich des Hohen Vogelsberges mit nur etwas über +6°C (GUDD 1991). Aber auch die sich an den Vogelsberg in Richtung Norden und Osten anschließenden Regionen weisen eine im Vergleich zu Wetterau und Untermainebene deutlich verstärkte

thermische Ungunst auf. Zwar können auch hier im Sommer Temperaturmaxima von deutlich über 30°C auftreten. Doch ist die Frostgefahr erheblich größer (GUDD 1991), und die Temperaturminima erreichen mitunter bemerkenswerte Tiefststände (z.B. in Fulda –32,5°C am 08.02.1895 [DESCHAUER 1898]). Im Bereich des Ostplateaus sowie im Fuldaer Land, im Schlitzer Land und zwischen Lauterbach und Bad Hersfeld sind Fröste in den Hochsommermonaten keine Seltenheit (GUDD 1991, S. 67).

Die häufigste Windrichtung im UG ist Südwest bis West (DEUTSCHER WETTERDIENST IN DER US-ZONE 1949/50). Von dort gelangen ganzjährig aus dem Bereich des Atlantischen Ozeans feuchte Luftmassen heran. Daher fällt auch das gesamte Jahr über Niederschlag. In den Wintermonaten geht dies ganz überwiegend auf frontale Niederschlagsprozesse zurück. Konvektive Vorgänge mit Schauern und eingelagerten Gewittern treten dann nur selten und unregelmäßig auf, beispielsweise auf der Rückseite intensiver Tiefdruckgebiete. Im Sommerhalbjahr wird dagegen der Großteil der Niederschläge durch konvektive Vorgänge geliefert. Frontale Vorgänge treten hingegen zurück. Niederschlagsärmste Zeit ist allgemein die Zeit von Februar bis April sowie im September.

Die Kleinkammerung im UG ergibt auch bei den Niederschlägen enorme lokale und regionale Unterschiede, vor allem in Form von Luv- und Lee-Erscheinungen. Untermainebene, Wetterau und Marburg-Gießener Lahntal befinden sich in Lee der westlichen Mittelgebirge (Saar-Nahe-Bergland, Hunsrück, Taunus, Westerwald, Rothaargebirge), die osthessischen Becken- und Tallandschaften im Norden und Osten des UG liegen hauptsächlich im Regenschatten des Hohen Vogelsberges. Aufgrund seiner NNW-SSE ausgerichteten Achse wirkt er als besonders effektives Hindernis für die aus Südwest bis West über das UG hinwegwehenden, feuchtebeladenen Winde mit dem Resultat entsprechend ausgeprägter Luv- und Lee-Effekte (KESSLER 1929; DEUTSCHER WETTERDIENST IN DER US-ZONE 1949/50; DAS KLIMA VON HESSEN 1981; HELMERT 1986; GUDD 1991). Der Oberwald weist im UG die im Mittel höchsten Niederschlagsmengen pro Monat und Jahr auf. In GUDD (1991, S. 72) konnte für Herchenhain eine Jahressumme von 1238 mm (Zeitraum: 1901-1988) berechnet werden. Gleich hohe oder höhere Mengen finden sich erst wieder in den maritimer geprägten Hochregionen von Rothaargebirge bzw. Sauerland. Demgegenüber weisen der bis zu 880 m NN hohe Taunus sowie die bis zu 950 m NN hohe Rhön geringere Niederschlagsmengen auf. Bemerkenswerterweise ergeben sich auf dem Oberwaldplateau durch die hohen Niederschlagssummen bei niedrigen Durchschnittstemperaturen ausreichende klimatische Bedingungen für eine lokale Hochmoorbildung (Breungeshainer Heide). Oberhalb etwa 400 m NN herrscht im UG der Winterregentyp beim Niederschlag vor, d.h. das Maximum des Jahresnie-

derschlags fällt in die Wintermonate. Insbesondere im Dezember werden im Hohen Vogelsberg durchschnittliche Monatssummen bis über 130 mm verzeichnet (GUDD 1991). Die ganz überwiegend frontalen Niederschlagsvorgänge liefern nicht selten hohe Tagessummen durch Regen- und Schneefall, mitunter werden 100 mm/d überschritten (z.B. 162,3 mm am 03.11.1940 in Eichelhain, bedingt durch Dauerregenfälle im Bereich einer Schleifzone; nachfolgend trat im Vogelsberg Hochwasser auf).

In den in Lee liegenden Regionen im Westen und Süden des UG sowie in Osthessen sind die Niederschlagsmengen gegenüber den Mittelgebirgen deutlich niedriger. Das Fuldaer Land weist Jahreswerte von unter 650 mm auf (GUDD 1991). Noch deutlich niederschlagsärmer erscheint der Westen und Süden des UG, wobei nach DAS KLIMA VON HESSEN (1981) der nördliche Teil der Wetterau Jahresniederschlagssummen von unter 550 mm zeigt. In diesen genannten Regionen überwiegt bis ca. 400 m NN der Sommerregentyp beim Niederschlag, d.h. im Mittel weisen die Monate Juni bis August die Maximalwerte des Niederschlags auf (GUDD 1991). Hauptlieferant der Niederschläge sind dabei die konvektiven Vorgänge. Auch hier kann bei einzelnen schweren Gewittern die 100-mm-Grenze pro Tag überschritten werden. So fielen z.B. am 18.07.1994 in Wirtheim 168 mm[9], was als höchste Tagesniederschlagssumme anzusehen ist, die jemals im Bereich des UG vorkam.

3. Gewitter und Gewitterforschung in Hessen

Wie schon in Kapitel 2 kurz erwähnt, kommen die Gewitter im UG in den unterschiedlichsten Formen vor, und zwar das gesamte Jahr über. Ihr Auftreten konzentriert sich jedoch auf die warme Jahreszeit (DEUTSCHER WETTERDIENST IN DER US-ZONE 1949/50; RUTH 1979) und führt hauptsächlich zwischen April und Oktober zu den in dieser Arbeit untersuchten schadensrelevanten Ereignissen. Wenngleich Gewitter ein stets wiederkehrender Bestandteil im Witterungsablauf des UG sind, wechselt ihr Vorkommen naturgemäß räumlich und zeitlich außerordentlich stark.

3.1. Die mittleren Gewitterverhältnisse im Jahresgang

Wie sehr sich das unregelmäßige Auftreten der Gewitter in Zeit und Raum allein schon auf die Ergebnisse klimatologischer Bearbeitungen von Gewitterbeobachtungen aus dem UG auswirkt, zeigen die verschiedenen Versuche, einen Jahresgang zu bestimmen oder die mittle-

[9] In: Monatlicher Witterungsbericht des Deutschen Wetterdienstes 42 (1994), 7, S. 4.

re jährliche Anzahl der Gewitter zu ermitteln. Hier ergeben sich aus den bisherigen Untersuchungen durchaus beträchtliche Unterschiede.

In der ersten umfassenden klimatologischen Bearbeitung der Gewittertätigkeit von Süddeutschland (ALT und WEICKMANN 1909) werden Stationen aus Hessen oder dem UG selbst nicht berücksichtigt. Aus den Daten von 1893 bis 1907 zeigt sich aber für Hörstein und für Waldaschaff, unmittelbar östlich der Grenze des UG gelegen, ein typisches Junimaximum im Jahresgang (s. Kap. 6.2.). Die mittlere tägliche Anzahl der Tage mit Gewittern wird von den Autoren nicht angegeben, da die Untersuchung auf den absoluten Häufigkeiten der Gewitter aufbaut.

ARENDT (1915) veröffentlicht anhand der Daten des preußischen Beobachtungsnetzes von 1891 bis 1910 eine Karte der mittleren jährlichen Anzahl der Gewittertage für die damaligen preußischen Gebiete. Sie umfasst auch den Großteil des UG und wird im Süden begrenzt von Rhein und Main. Im Schnitt wird für den Teil des UG eine Spanne von 22 bis 30 Gewittertagen pro Jahr angegeben mit einzelnen Häufigkeitsmaxima im Rhein-Main-Gebiet, im Hintertaunus, an der Lahn, im Vogelsberg sowie in der Schwalmregion. Als eine relativ gewitterarme Region mit weniger als 21 Gewittertagen pro Jahr erscheint die Rhön. Für die außerhalb des UG liegenden Orte Marburg, Weilburg und Groß-Umstadt wird vom Autor ein eindeutiges Junimaximum im Jahresgang festgestellt.

ARENDT (1922, S. 45) veröffentlicht eine weitere Tabelle der mittleren jährlichen Anzahl der Gewittertage, basierend auf den Beobachtungen des Zeitraumes 1887 bis 1900. Ihr können in diesem Falle für das UG Werte von 20 bis 25 Gewittertagen pro Jahr entnommen werden. Als Maxima werden jetzt der Rheingau und Rheinhessen sowie die Wetterau aufgeführt. Die von dem Autor so zusammengefasste Gruppe „Rheingau, Wetterau und Rheinhessen“ weist im Jahresgang ein Junimaximum auf, die Gruppe „Vogelsberg, nördlicher Spessart und Rhön“ aber in diesem Falle ein Julimaximum.

Im ersten Klima-Atlas von Hessen (DEUTSCHER WETTERDIENST IN DER US-ZONE 1949/50) werden für die Darstellung der Anzahl der Gewittertage die Mittelwerte ungleicher Perioden zugrunde gelegt, für die ehemaligen preußischen Provinzen von Hessen der Zeitraum 1891 bis 1925, für den ehemals großherzoglich hessischen Teil der Zeitraum 1901 bis 1925[10]. In der Karte der jährlichen Anzahl der Gewittertage ist es diesmal insbesondere der Hohe Vogelsberg, der mit weniger als 20 Gewittertagen pro Jahr als gewitterarme Zone her-

[10] Dort (Erläuterungen, S. 14) ist ein Hinweis angefügt, dass die Unterschiede zwischen den beiden Perioden als nur gering anzusehen seien.

aussticht. Relativ wenige Gewitter werden auch im Fuldaer Raum verzeichnet. Gewitterreich hingegen erscheint eine Zunge, die sich von Süden aus dem östlichen Rhein-Main-Gebiet heraus über den südlichen Unteren Vogelsberg und den östlichen Vogelsberg bis hin zum Knüll erstreckt. Hier werden 20 Tage und mehr pro Jahr mit Gewittern registriert. Im Jahresgang ein Junimaximum weisen diesmal wieder die südlichen Teile von Hessen auf, während im Norden Hessens eher ein Julimaximum der Gewittertätigkeit anzutreffen ist.

In ANIOL (1951), der die mittlere Zahl der Tage mit Gewitter in Süddeutschland bearbeitet, wird nur der bayerische Teil jenseits der Grenze des UG berücksichtigt. Für Aschaffenburg und für Alzenau wird anhand des Zeitraumes 1901-1920 die verhältnismäßig geringe mittlere Anzahl von knapp 18 Gewittertagen pro Jahr berechnet.

GROPE (1954) stellt eine Übersichtskarte der jährlichen Gewittertage Deutschlands dar, basierend auf über 200 Stationen mit längeren Beobachtungsdaten, wobei der Autor jedoch keine näheren Angaben über die zugrunde gelegten Beobachtungszeiträume macht. Für den größten Teil des UG finden sich 21 bis 25 Tage mit Gewittern pro Jahr. Im Vergleich dazu treten als Maxima mit 26 bis 30 Tagen der Rheingau, bemerkenswerterweise diesmal wieder der Vogelsberg sowie die Region zwischen der Nordgrenze des UG und der Eder auf, wobei in letzterer z.T. mehr als 31 Gewittertage pro Jahr registriert werden.

In mehreren unveröffentlichten Gutachten, die seitens des Deutschen Wetterdienstes in den 50er und 60er Jahren über die klimatischen Verhältnisse einiger Regionen im Bereich des UG angefertigt wurden, wird die allgemeine Gewittertätigkeit ebenfalls kurz behandelt. In DEUTSCHER WETTERDIENST (1955) werden für das Einzugsgebiet der Kinzig allgemein 20 bis 27 Gewittertage pro Jahr angegeben. In DEUTSCHER WETTERDIENST (1959) wird für das Einzugsgebiet der Nidda der sommerliche Jahresgang der Gewitter (April bis September) von mehreren Stationen aus Vogelsberg, Wetterau und Rhein-Main-Gebiet mitgeteilt (Zeitraum: 1901-1925). Ein eindeutig dominierendes Juni- oder Julimaximum gibt es nicht; im allgemeinen werden für das südliche Niddaeinzugsgebiet 25 bis 28 Gewittertage pro Jahr angegeben, für das nördliche Einzugsgebiet 21 bis 25 Tage.

RUTH (1979), der bisher als einziger eine nähere klimatologische Untersuchung über die allgemeine Gewittertätigkeit in Hessen durchgeführt hat, findet seinerseits für den Bereich des UG eine verhältnismäßig geringe mittlere jährliche Anzahl an Gewittertagen von 17.5 bis 22.5, mit einem gesamthessischen Schnitt von 22.5. Seine Daten basieren auf den Aufzeichnungen der amtlichen Klima- und Niederschlagsstationen aus den Jahren 1951 bis 1965. Als Maxima erweisen sich hierbei die Regionen vor dem Kinzigtal zusammen mit Darmstadt und

dem Kleinen Feldberg. Auch der größte Teil des Hohen Vogelsberges weist überdurchschnittlich häufige Gewittertage auf. Sehr gewitterarm erscheint hier Osthessen und der Vordere Vogelsberg. Auch das verwendete Datenmaterial zeigt das Junimaximum in der Gewittertätigkeit eher im südlichen und östlichen Bereich (Rhein-Main-Gebiet, Vogelsberg, Rhön), während das Julimaximum eher in den westlichen und nördlichen Regionen (Taunus, Westerwald, nordhessisches Bergland) auftritt.

PELZ (1984), der sich u.a. auf die von 1893 bis 1907 angestellten Beobachtungsdaten von ALT und WEICKMANN (1909) stützt, ermittelt in seiner deutschlandweiten Karte der allgemeinen Gewittertätigkeit für den Bereich des UG Jahreswerte von etwa 18 bis über 28 Tagen. Als besonders gewitterreich erscheinen hierbei die Mittelgebirge (der Vogelsberg mit bis zu 26, der (bayerische) Spessart mit bis zu 28, der Knüll mit bis zu 30 Tagen), daneben der Westen des UG zwischen Wetterau, Vorderem Vogelsberg und Ohm-/Schwalmtal mit 24 bis 27 Tagen. Als relativ gewitterarm wird hier der Osten des UG verzeichnet. Im Fuldaer und Schlitzer Land finden sich Werte von ca. 20 Tagen, die sich mit einer Zone noch geringerer Werte im Raume Bad Hersfeld (18 Tage) verbinden. Auch im Süden des UG sind insbesondere im Ried und im südlichen Rhein-Main-Gebiet Werte von nur ca. 21 Gewittertagen verzeichnet.

Vorstehendes zeigt, dass je nach Datenausgangslage die Angaben zur allgemeinen Gewittertätigkeit ganz unterschiedlich ausfallen können. Wenn wir uns nachfolgend die Beobachtungsdaten aller im bzw. am UG befindlichen offiziellen Messstationen des Deutschen Wetterdienstes (Klima- und Synopstationen) anschauen, so erhalten wir für die Zeiträume 1951 bis 1980 bzw. 1951 bis 2000 die Zahlen, die in Tabelle 1 ersichtlich sind.

Tab. 1.: Jährliche Anzahl der Gewitter an ausgewählten Orten im Bereich des UG[11]

Ort	1951-1980	1951-2000	Anmerkungen
Marburg	20,6	19,3	Mittel 51-00: 49 J., o. 2000; 1993-99: Homberg/Ohm
Gießen	21,4	21,9	

[11] Quelle: Beobachtungsdaten der Klima- und Synopstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) aus den regelmäßig erscheinenden Publikationen (s. Kap. 10).

(Fortsetzung Tabelle 1)

Ort	1951-1980	1951-2000	Anmerkungen
Schotten	21,2	19,1	Mittel 1951-80: 28 J. bzw. 1951-00: 46 J., o. 51, 52, 99, 00; unsicher: 1984.
Herchenhain	24,0	21,8	
Angersbach	24,5	22,3	Mittel 1951-80: 28 J. bzw. 1951-00: 46 J., o. 51, 52, 99, 00
Fulda	21,1	19,0	Mittel 51-80: 28 J. bzw. 1951-00: 48. J., o. 53, 62); unsicher: 63. 51, 52: Fd-Frauenberg
Gelnhausen	22,6		Mittel 51-80: 26 J., o. 51, 74, 75, 77); 52: Büdingen, ab 77: Mittel-Gründau.
Bad Nauheim	24,7	23,4	Mittel 51-80: 28 J. bzw. 1951-00: 48 J., o. 75, 77.
Frankfurt-Stadt	20,6		Mittel: 51-80: 28 J., o. 61, 63; unsicher: 62, 64, 72.
Frankfurt-Flugh.		28,1	Mittel 1980-2000: 21 Jahre.
Wiesbaden	25,2	23,4	Mittel 51-00: 48 J., o. 99, 00.
Darmstadt	25,4	23,8	Mittel 51-00: 48. J., o. 87, 88; ab 89: Da-Eberstadt; 96: Schaafheim-Schlierbach; 99-00: Vielbrunn.

Im Schnitt werden etwa zwischen 20 und 28 Gewittertage jährlich registriert, die Anzahl der Einzelgewitter ist natürlich größer, die Zahl der Schadensgewitter naturgemäß wesentlich geringer. Aus den Beobachtungsdaten ergibt sich dabei generell ein relativ häufigeres Auftreten von Gewittern im südlichen und westlichen Bereich des UG sowie ein im Vergleich dazu etwas geringeres Auftreten von Gewittern im nördlichen und östlichen Teil des UG. Gleichzeitig wird aus Tabelle 1 auch der Sachverhalt deutlich, auf den für Hessen auch RUTH (1979) bereits hinwies: Es ist dies die unterschiedliche Beobachtungsqualität von Ort zu Ort. Entsprechend der verstärkten kontinuierlichen Wetterbeobachtung werden an Synopstationen

mehr Gewitter verzeichnet als an Klimastationen und an diesen wiederum mehr Gewitter registriert als an Niederschlagsstationen. In erster Linie sind es Ferngewitter, die bei nicht kontinuierlicher Überwachung häufig nicht verzeichnet werden. Typisches Beispiel hierfür sind in Tabelle 1 die stark unterschiedlichen Zahlenangaben für Frankfurt-Stadt (Klimastation) und Frankfurt-Flughafen (Synopstation). Auch die verhältnismäßig geringen Beobachtungswerte von Fulda könnten hierdurch zum Teil erklärt werden: Denn die für die Gewitterbeobachtung zuständige offizielle Klimastation befindet sich seit 1962 in den Räumen des Wasserwerkes im südlichen Bereich der Stadt (GUDD 1992). Aufgrund der dort permanent laufenden Maschinen ist es häufig nicht möglich, Ferngewitter akustisch zu erfassen, so dass es erwiesenermaßen oft zu Fehlbeobachtungen kommt[12]. Dies könnte den Unterschied zu den Angaben von Angersbach erklären, die im Vergleich dazu deutlich höher ausfallen.

3.2. Historischer Überblick: Deskriptive Phase – Beginn des naturwissenschaftlichen Interesses an Gewittern – systematische Gewitterbeobachtungen – das Gewitter als zelluläres Witterungsphänomen – Gewitterforschung durch automatisierten Computereinsatz

Abgesehen von den o.a. klimatologischen Arbeiten waren es stets Einzelfallstudien, die sich bislang mit Gewittern und mit Gewitterschäden im UG befassten. Näher untersucht wurden dabei insbesondere schwere und signifikante Gewitter und Schadensereignisse, des öfteren auch Starkniederschlagsereignisse (z.B. GEGENWART 1952; ANIOL 1954). Wurden die Gewitter bislang weder in genetischer Hinsicht noch in dynamischer Hinsicht (wie dies z.B. von HÖLLER (1994) für Süddeutschland und von SCHIESSER, HOUZE und HUNTRIESER (1995) für die Schweiz durchgeführt wurde) im UG analysiert, so konnten doch in den letzten Jahren aufgrund der rasant voranschreitenden technischen Entwicklung (Niederschlagsradar, Blitzortungssysteme, Wettersatelliten) einige der im UG beobachteten Gewitterereignisse als Teil großräumiger Untersuchungen stärker berücksichtigt werden (FINKE und HAUF 1997; DOTZEK 2002; LANG et al 2003). Die raum-zeitlichen Eigenschaften von Gewitterschadensereignissen wurden im UG bislang jedoch noch nicht schwerpunktmäßig ausgewertet.
Soweit der grobe Überblick. Im Detail ergaben sich während der Zusammenstellung der fachspezifischen Literatur für das UG durchaus einige zeitlich voneinander unterscheidbare Phasen, die im folgenden vorgestellt werden.

[12] Basierend auf mündlichen Mitteilungen des Personals des Wasserwerkes Fulda.

(1) Deskriptive Phase:

Bis etwa zum Beginn des 18. Jahrhunderts werden Gewitter oder Gewitterschäden im UG (wie auch sonst allgemein) in rein chronikalischer Form dokumentiert. In diesen Chroniken erscheinen zwar immer wieder Spekulationen über den Ursprung der Gewittererscheinungen, die aber häufig geprägt sind durch abergläubische oder religiöse Vorstellungen. Auch nachdem die elektrische Natur der Blitzentladungen seit Mitte des 18. Jahrhunderts erfasst wurde (PRINZ 1965), ist man von der Erkenntnis des Gewitters als ein dynamischer Vorgang innerhalb der atmosphärischen Prozesse noch weit entfernt (GÜNTHER 1910). Die bevorzugten Chronisten der ungewöhnlichen meteorologischen Vorgänge sind während dieser ersten, historischen Phase in erster Linie Stadtschreiber und Ortsgeistliche, die die Ereignisse häufig als Strafe und Zorn Gottes darstellen. Nach HELLMANN (1914, S. 114) steckt hier die allgemeine Intention dahinter, die Gemeinde zur Buße anzuhalten oder einen Beweis für die Allmacht Gottes zu erbringen. So schließt daher der Ortsgeistliche von Eichelsdorf im Vogelsberg einen Bericht über das Hagelwetter vom 31.5.1703 mit folgenden Worten[13]: "... *Gott wende ferner seinen Zorn von uns ab, erhalte die liebe Sommerfrucht, damit das*[!] *Armuth, welche bereits tief eingerissen, nicht gröser werde, und wir unseren Kindern ein Stück Brod, wann sie darumb bitten, mittheilen können, Ja Er der Höchste gebe uns wahre Buss und Besserung daß wir uns hinführo zu ihm halten, damit er an statt des Fluchs desto mehr Segen hinterlasse und alle fernere Strafen von uns in Gnade abwenden möge.*"

Regelmäßige Aufzeichnungen über Gewitter werden in dieser Phase im allgemeinen noch nicht durchgeführt, wird einmal von den Beobachtungen der Societas Meteorologica Palatina von 1780 bis 1795 abgesehen. Deren Aufzeichnungen sparen jedoch das Gebiet des heutigen Bundeslandes Hessen, und damit das des UG, aus (CAPPEL 1980). Die mit weitem Abstand häufigsten Berichte über Gewitter und Gewitterschäden aus dieser Zeit finden sich somit in Kirchenbüchern, Archivalien, den ersten Tageszeitungen, aber auch in Hauschroniken und in Tagebüchern (GLASER und MILITZER 1993; PFISTER 1999; GLASER 2001). Viele dieser Berichte bleiben verborgen in den Originalaufzeichnungen und damit für die Öffentlichkeit nicht selten unauffindbar. Andere wiederum sind in den Wirren der Weltkriege verloren gegangen. Doch sind glücklicherweise auch viele solcher Berichte über Gewitter und Gewitterschäden seit vielen Jahren, insbesondere bei der Erstellung von Orts- und Dorfchroniken, von den Heimatforschern berücksichtigt, zusammengetragen und damit vor dem Vergessen be-

[13] Kirchenbuch Nr. 1 der Gemeinde Eichelsdorf, S. 695 (Zentralarchiv der Evangelischen Kirche in Hessen und Nassau, Darmstadt, im folgenden: ZEKHN Da).

wahrt worden. Beispielhaft erwähnt seien in dieser Hinsicht die aus den Kirchenbüchern zusammengetragenen Aufzeichnungen in der von SCHMERBACH (o.J.) verfassten Chronik von Streitberg oder die Aufzeichnungen in der "Neuen Frankfurter Chronik" (1828) über Unwetter im Rhein-Main-Gebiet. In seltenen und glücklichen Fällen wurden ganze Kompilationen an klimarelevanten Aufzeichnungen zusammengestellt. BASSERMANN-JORDAN (^{3}1975) gibt in seiner "*Geschichte des Weinbaus*" zahlreiche Wetterbeobachtungen aus Hauschroniken des pfälzischen Raumes wieder, und BRUMM (1906; 1907; 1910) und BRUMM und KAPPUS (1912) veröffentlichen Angaben über signifikante Wetterereignisse in Hessen-Nassau, deren Daten sie im wesentlichen aus Kirchenbüchern zusammengetragen haben. Die Zusammenstellung dieser Kompilationen aus den unterschiedlichsten Quellen gehört dabei keinesfalls der Vergangenheit an. Auch heute noch erscheinen immer wieder entsprechende Arbeiten, zum einen im wissenschaftlichen Rahmen als Datensammlungen innerhalb der Historischen Klimatologie (z.B. GLASER und MILITZER 1993), zum anderen als Fleißarbeiten von Heimatforschern, wie dies insbesondere für die exzellenten Zusammenstellungen von STEINMÜLLER (1987) und von NEES und KEHRER (2002) gilt.

Angemerkt werden soll noch die Tatsache, dass während dieser Phase besonders schlimme Ereignisse mitunter Gegenstand ganzer Traktate sind, die das Ereignis selbst sowie die entstandenen Schäden detailliert schildern, ohne indessen auf meteorologische Belange einzugehen. Ein Beispiel dieser Art ist HEUSSON (1733), der die Unwetterkatastrophe vom 29.9.1732 im mainfränkischen Raum näher beschreibt. Das Ereignis wird dokumentiert zum Zwecke der Belehrung und der Sensationsdarstellung – wie es auch später noch immer wieder in vielen veröffentlichten Chroniken von Naturereignissen anzutreffen ist (s. z.B. WAGNER 1834).[14]

(2) Beginn des naturwissenschaftlichen Interesses an Gewittern:

Für das UG beginnt diese zweite Phase im Verlaufe der ersten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts. In dieser Zeit werden erste Fragen hinsichtlich der Prozesse innerhalb des Gewitters wie Zugrichtung, tägliche und jährliche Häufigkeit, Höhe der Gewitterwolken etc. aufgegriffen und behandelt, übrigens erst viele Jahrzehnte nach der Entdeckung der Blitzentladung als ein elektrischer Vorgang (GÜNTHER 1910). Starkregen, Hagel und Sturmböen werden neben den Blitzentladungen als weitere Begleiterscheinungen der Gewitter angesehen und erwecken

[14] Dokumentation und Sensationsdarstellung: Beide erscheinen auch heute untrennbar miteinander verbunden, wie dies einige Publikationen zeigen, die unmittelbar nach der sächsischen Katastrophenflut im Sommer 2002 erschienen.

erstmals wissenschaftliches Interesse, was beispielsweise deutlich in den Bemühungen Schweiggers zum Ausdruck kommt, als erster eine Gesellschaft zur Erforschung der Gewitter zu gründen (SCHWEIGGER 1819; GÜNTHER 1910). Mit der Anzahl der Fachzeitschriften werden allmählich auch die Beschreibungen über Gewitter und Gewitterschäden häufiger. Auch ist das Gewitter als Ereignis selbst Gegenstand meteorologischer Forschungen (z.B. CLARUS 1820). KÄMTZ (1832) publiziert während dieser Zeit den zweiten Band seines dreibändigen Lehrbuches, in dem ein Abschnitt den Gewittern gilt. Im UG tauchen etwa um die Mitte des 19. Jahrhunderts die ersten naturwissenschaftlichen, in der Regel nach wie vor deskriptiv gehaltenen Einzeldarstellungen über Gewitter und Gewitterschäden auf. Eine bemerkenswerte Arbeit stellt dabei die Abhandlung von ALBRECHT (1840) insofern dar, als dass in ihr eine für das damalige Herzogtum Nassau durchgeführte Zusammenstellung aller Hagelschläge der Jahre 1783 bis 1837(!) enthalten ist, die vom Autor in Kartenform aufbereitet wurde. Der damalige Kronberger Lehrer Becker beschreibt in BECKER (1846) detailliert einen ungewöhnlich heftigen Hagelschlag, der am frühen Morgen(!) des 02.8.1845 schwere Schäden im Hochtaunus verursacht. Im Anschluss daran gibt er unter Berücksichtigung weiterer signifikanter Hagelereignisse Europas einen Überblick über den damaligen Kenntnisstand der Hagelbildung und tritt als Verfechter einer elektrisch initiierten Hagelbildung hervor. Trotz dieser irrigen Annahme kann diese Arbeit immerhin als erste gelten, in der anhand regionaler Vorkommnisse in Hessen versucht wird, weiterführende Aussagen in meteorologischer Hinsicht zu erhalten.

Bei den Darstellungen über Gewitter und ihre Schäden fällt auf, dass es – übrigens nicht nur während dieser Phase - in erster Linie Gewitterstürme sind, über die Veröffentlichungen existieren. So schreibt VIETOR (1841) in einer Monographie ausführlich über den ausgedehnten Gewittersturm vom 18.7.1841, ebenso BRUMM (1905d) chronikalisch über den heftigen Gewittersturm vom 18.7.1852 am Untermain. In der "Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung" erscheinen kurze Artikel über die Schwergewitter vom 01.9.1856 bei Fulda (ANONYMUS 1864) und vom 16.7.1857 bei Gießen (B. 1857). Einige Trombenerscheinungen finden ihren Weg zu dieser Zeit in die Fachpublikationen (ANONYMUS 1855; MANDEL 1855). In den 60er Jahren sind es insbesondere die beiden Schwerstunwetter vom 06.7.1862 (BERGER 1862) und 24./25.6.1867 (BECKER 1867), die für Aufsehen und entsprechende Würdigung in den Fachpublikationen sorgen.

(3) Systematische Gewitterbeobachtungen:

Diese Phase beginnt mit der Einrichtung der verschiedenen Landeswetterdienste in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Zur normalen Messtätigkeit kommen nach und nach auch Stationen, die sich speziell mit der Beobachtung von Gewittern befassen (WEGE 2002). Der erste dieser Sonderdienste wird 1879 in Bayern von dem Meteorologen von Bezold für den Königlich Bayerischen Wetterdienst ins Leben gerufen. ASSMANN (1885) ist während dieser Anfangsphase der erste, der dabei umfassend die Gewitter im mittleren Deutschland untersucht, und zwar im Einzugsbereich des damaligen "Vereines für landwirthschaftliche Wetterkunde". Es umfasst in etwa die Region, die heute von den Bundesländern Sachsen-Anhalt und Thüringen eingenommen wird, und es umschließt zudem noch Teile des östlichen Niedersachsens, westlichen Brandenburgs und des nördlichsten Bayerns. In seinen detailreichen Untersuchungen, in die auch Gewitterstationen aus der thüringischen Rhön miteinbezogen werden, werden die einzelnen Wetterelemente, wie Temperatur, Luftdruck, Wind, Bewölkung und Niederschlag, während des Auftretens von Gewittern erstmals zusammenfassend näher untersucht. Ein Kapitel seines Werkes beschäftigt sich daneben auch mit dem Vorkommen von Blitzschlägen in Mitteldeutschland.

Durch die in den deutschen Ländern von den in der Regel nebenamtlichen Beobachtern abgesetzten Gewittermeldungen summiert sich rasch eine Menge an wertvollem Grundlagenmaterial. So kann auch in den nach wie vor publizierten Einzelfallstudien jetzt verstärkt auf Beobachtungs- und Registrierungsmaterial zurückgegriffen werden, ein Faktum, das für das Verständnis der Gewittervorgänge von außerordentlicher Bedeutung ist. Einige sehr wichtige Untersuchungen werden zu dieser Zeit angefertigt. In erster Linie sind dies die bahnbrechenden Studien der Österreicher von Hann und Prohaska, die sich vor allem mit den Gewitterverhältnissen in den Ostalpen beschäftigen. Doch auch Gewitterereignisse aus dem weiteren Umkreis des UG sind nicht selten Forschungsgegenstand wichtiger Untersuchungen. So analysiert KÖPPEN (1884) den großen Gewittersturm vom 09.8.1881. Wenngleich dieses Ereignis im Bereich des UG keine Schäden verursacht, kann der Autor mit Hilfe der Sturmschadensberichte und der gleichzeitig gesammelten Beobachtungsdaten doch erste sehr genaue Rückschlüsse über das fronthafte Prinzip rasch voranschreitender Gewittererscheinungen treffen. Eine ebenfalls große Bedeutung kommt der Arbeit von DURAND-GRÉVILLE (1892) zu, der in einer detaillierten Analyse der Böenlinie (*Squall Line*) vom 27.8.1890 u.a. die subsynoptischen Eigenschaften dieses schweren Gewitters, das auch im UG als *Macro-Burst* Schäden anrichtet, im Bodendruckfeld kartographisch aufbereitet.

Weitere bedeutende Abhandlungen über Ereignisse im Bereich des UG finden sich in den Fachzeitschriften von BÖRNSTEIN (1884) über die bemerkenswerte Gewitterserie vom 13. bis 17.7.1884 und von ASSMANN (1887) über die Trombe von Wetzlar am 23.5.1886 (s. auch ANONYMUS 1886); von FROMME (1886) über den Hagelschlag in Gießen vom 01.6.1886, von MÖHL (1895) über den nächtlichen Gewittersturm vom 01.7.1895 in Nordhessen und von GREIM (1898) über den Gewittersturm vom 15.5.1898 im Odenwald.

Nachdem auch in Hessen seit 1901 offizielle Wetterbeobachtungen vom Großherzoglich Hydrographischen Bureau in Darmstadt gesammelt und veröffentlicht werden (WEGE 2002, S. 59), können die generellen Gewitterverhältnisse in Hessen bzw. im UG erstmals genauer untersucht werden. Parallel dazu geht die (z.T. skizzenhafte) Berichterstattung über signifikante Gewitterereignisse in den meteorologischen Fachzeitschriften weiter, so zum Beispiel mit MAUSOLFF (1901) über ein schweres Gewitter vom 21.7.1901 nahe Fritzlar, mit POLIS (1903) über den starken Gewittersturm vom 26.7.1902, der vor allem im Westen Deutschlands schwere Verwüstungen anrichtet, und mit REISS (1904) über die (sich aus Schadensbild und Beobachtungen ergebende) Trombe vom 23.8.1903 im Vogelsberg. VOGTHERR (1908) berichtet über die Waldverwüstungen des Gewittersturmes vom 05.7.1907 in Südhessen zwischen Darmstadt und Aschaffenburg, wobei er der damals wie heute nicht seltenen, jedoch unbewiesenen Ansicht folgt, dass die Schäden durch eine Trombe verursacht werden. SÜRING (1908) schreibt über die Gewitterserie vom 20. bis 24.5.1908 in Norddeutschland, die auch im UG Spuren hinterlässt. HAMMANN (1908) berichtet kurz über das Unwetter in Rheinhessen und in Südhessen vom 05.6.1908. WIMMENAUER (1910) berichtet über den Windfall vom 05.10.1909 im Schaafheimer Gemeindewald. Es ist dies einer der wenigen wissenschaftlichen Artikel zu dieser Zeit, der sich mit Sturmschäden (*Microbursts*) durch Polarluftgewitter befasst. In dem Bericht allerdings geht der Autor seinerzeit ebenfalls von einer (unbewiesenen) Trombeneinwirkung aus.

Durch die Beobachtungsdaten, die beim Königlich Preußischen Meteorologischen Institut in Berlin bzw. beim Großherzoglich Hydrographischen Bureau in Darmstadt einlaufen und dort gesammelt werden, ist man nun in der Lage, auch in den periodischen Jahrbüchern der jeweiligen Wetterdienste verstärkt die Gewittererscheinungen analysieren zu können. In den hessischen Jahrbüchern geschieht das vor allem, nachdem die hessischen Ortsbürgermeistereien zur Anstellung und Einsendung von Hagelbeobachtungen und Hagelberichten aufgefordert werden. Dieses über mehrere Jahre gesammelte zusätzliche Datenmaterial führt dazu, dass etwa in den Jahren 1906 bis 1911 erste klimatologische Bearbeitungen der generellen Gewitterverhältnisse im UG durchgeführt und gleichzeitig auch die intensivsten Gewittererschei-

nungen einer näheren Analyse unterzogen werden können. So gehört das Unwetter vom 05.7.1907 zu den am besten untersuchten Gewitterereignissen seiner Zeit. Einzelne durch die Bürgermeistereien angestellte Gewitter- und Hagelbeobachtungen finden sich noch heute in den Ortsarchiven. Das für das Großherzogtum Hessen in Darmstadt gesammelte Material aus dieser Zeit geht aller Wahrscheinlichkeit nach während des Bombenangriffs auf Darmstadt am 11./12.9.1944 verloren. Das für die preußischen Gebiete des UG ebenfalls auf speziell vorgefertigten Gewitterbeobachtungskarten festgehaltene und gesammelte Material wird zum Königlich Preußischen Meteorologischen Institut nach Berlin eingesandt. Auch diese Beobachtungen gehen vermutlich im 2. Weltkrieg verloren und sind heute nicht mehr auffindbar. Auch sie stehen im Original für die hier vorliegende Arbeit bedauerlicherweise nicht zur Verfügung.

In den "Ergebnissen der Niederschlagsbeobachtungen in Preußen", die vom Königlich Preußischen Meteorologischen Institut in Berlin herausgegeben werden, werden u.a. der Wolkenbruch vom 21.5.1910 im Rheingau (KASSNER 1912) und der ungewöhnlich heftige Gewitterregen vom 29.5.1911 bei Gelnhausen (KASSNER 1913) beschrieben. Das außerordentlich schwere Unwetter vom 11.5.1910, das, von Südosten(!) kommend, von Bayern und Baden-Württemberg bis hin nach Hessen schwerste Verwüstungen anrichtet, wird ausführlich beschrieben von WEICKMANN (1912) und HAEUSER (1912) (s. auch SCHMITT (1910)). KNOCH (1921) behandelt die Wettererscheinungen bei der Passage der Gewitterfront vom 27.8.1912, KÖNIG (1913) analysiert die meteorologischen Bedingungen für das Zustandekommen der Schwergewitter vom 03.6.1913 in Norddeutschland, die u.a. auch in der thüringischen Rhön extreme Schäden durch Wolkenbrüche verursachen. Während des 1. Weltkriegs werden die Berichterstattungen über Einzelfälle seltener. Während dieser Zeit berichtet LIESE (1916) über den Hagelschlag vom 02.7.1916 zwischen Eder- und Diemelgebiet. In den 20er Jahren ist es beispielhaft FISCHER (1922), der eine kurze Notiz über den Starkregenfall in der Nacht vom 14. zum 15.8.1922 in Südhessen gibt, und BERO (1929) berichtet im Deutschen Meteorologischen Jahrbuch für Hessen 1928 ausführlich über das Zustandekommen des Schwerstunwetters vom 29.4.1928 an der Bergstraße.

Während dieser Zeit werden auch erstmals ganze Sammlungen von gewitterbedingten Erscheinungsformen publiziert und nach meteorologischen Gesichtspunkten analysiert. So bearbeitet WEGENER (1917) in seiner bahnbrechenden Arbeit die „Wind- und Wasserhosen in Europa“, wobei einzelne Beobachtungen auch aus dem weiteren Umkreis des UG vorliegen (z.B. 1886). BRAND (1923) veröffentlicht eine Sammlung von Kugelblitzbeobachtungen und

unterzieht die einzelnen Fälle (u.a. aus dem Bereich des UG) einer meteorologischen Untersuchung.

Als ein Übergangsbereich zur nächsten Phase ist der Zeitraum der 30er und 40er Jahre des 20. Jahrhunderts zu sehen. Im Laufe der Jahre werden die rein deskriptiven Berichte über signifikante Gewitterereignisse in den Fachzeitschriften seltener. Nur noch die intensivsten Vorkommnisse werden zum Anlass für Einzelstudien genommen, die Theorien und Resultate der meteorologischen Gewitterforschung zu überprüfen, die seit den 30er Jahren durch den aufkommenden Flugverkehr vor allem für flugmeteorologische Belange erzielt werden. Die aus den Gewittern herauslaufenden Böen, die Gewitterfallwinde (*Downbursts*), sind zu dieser Zeit bevorzugtes Ziel der Forschung (s. KOSCHMIEDER 1940). So berichten MEYER (1941) und insbesondere FAUST (1948) über den ungewöhnlich heftigen Gewittersturm vom 13.7.1941 im Rhein-Main-Gebiet, der im Frankfurter Stadtwald die stärksten Verwüstungen seit dem 15. Jahrhundert angerichtet haben soll.[15] Faust findet u.a. heraus, dass sich Zonen maximaler Zerstörung streifen- bzw. bandförmig mit solchen Zonen abwechseln, in denen es nur zu geringen bzw. zu keinen Schäden kommt. Er findet auch heraus, dass in den Zonen stärkster Zerstörung die Böen schräg von oben herunterkommen müssen. Damit erkennt er, zusammen mit Suckstorff (SUCKSTORFF 1938), in grundlegend richtiger Weise das Prinzip der Gewitterfallwinde (*Downbursts*), und zwar Jahre, bevor es von Fujita in den USA im einzelnen erkannt und erforscht wird.

(4) Das Gewitter als zelluläres Witterungsphänomen:

Nach dem 2. WK wird durch die US-amerikanischen Forschungen im „*Thunderstorm Project*“ (BYERS und BRAHAM 1949) eine neue Ära in der Gewitterforschung eingeläutet. Die Ergebnisse finden im Laufe der Zeit auch Eingang in die deutsche Literatur (ISRAËL 1950; 1961). Zunächst (seit 1946) findet jedoch seitens des damaligen Wetterdienstes in der US-Zone in Bad Kissingen der Versuch statt, Wetterschäden durch die Beobachter zu erfassen und zentral zu sammeln (BRANDTNER 1952). Leider wird diese Maßnahme in konsequenter Weise nur wenige Jahre durchgeführt. Immerhin reichen die erhaltenen Daten aus, dass HOMMEL (1948) detailliert über den heftigen Gewittersturm vom 29.7.1947 im Gebiet Geisenheim - Mainz - Darmstadt berichten kann. Zahlreiche und auch deskriptive Angaben über signifikante Wettererscheinungen innerhalb des UG finden sich von nun an in den vom Wetterdienst in der US-Zone in Bad Kissingen und später vom Deutschen Wetterdienst in Offen-

[15] Er ist neben dem Gewittersturm vom 06.7.1862 das stärkste Ereignis dieser Art im UG während des gesamten hier berücksichtigten Zeitraumes.

bach herausgegebenen Witterungsberichten, während Einzelfallstudien in den Fachzeitschriften lediglich noch zum Gegenstand spezieller Untersuchungen herangezogen werden. Die in den 50er Jahren von den Frankfurter Geographen durchgeführte Erosionsforschung berücksichtigt das Gewitterereignis in niederschlagstechnischer Hinsicht. So untersucht GEGENWART (1952) in seiner Dissertation die Stark- und Dauerregen des Rhein-Main-Gebietes, unter anderem das schwere Unwetter vom 04.5.1951 bei Grävenwiesbach im Hintertaunus. SCHMITT (1954) analysiert die Schadensfolgen einiger Starkregen, u.a. des außerordentlich starken Unwetters vom 19.5.1953 im Odenwald. HARTMANN (1957) analysiert die meteorologischen Verhältnisse, die am Zustandekommen des schweren Sommerhochwassers vom 3. bis 22.7.1956 beteiligt sind, u.a. vom 10.7.1956, der im UG durch schwere Unwetter gekennzeichnet ist. Gegenstand einer weiteren speziellen Untersuchung ist das Schwergewitter, das am 08.7.1957 im mittleren Hessen zu starken Schäden durch Hagelschlag führt (KNÖLL, NEUMANN und REUSS 1959). Hierbei wird der von Darmstadt aus beobachtete Cumulonimbus einer photogrammetrischen Vermessung unterzogen.

Gegenstand spezieller Untersuchungen sind in diesen Jahren nur ausgewählte Gewitter. Der gewaltige Gewittersturm vom 01.8.1958 wird kurz erwähnt in WELLENSTEIN (1959) und ANONYMUS (1967). HORNEY (1969) geht einigen Fragen bezüglich der Wassererosion im Weinbau des Rheingaus nach, wobei er Bezug auf einige schwere Unwetter der 60er Jahre nimmt. KUDER (1974) beschreibt ebenso die Erosionsfolgen schwerer Unwetter im Rheingau unter besonderer Berücksichtigung des Gewitters vom 29.7.1973. Zum Zwecke der Begutachtung näher untersucht werden das Trombenereignis von Grünberg/Oberhessen vom 22./23.11.1984(!) von MOHR und TERPITZ (1986) und die Trombe vom 11.4.1983 in Hanau von TERPITZ (1983).

(5) Gewitterforschung durch automatisierten Computereinsatz:

In den letzten Jahren halten die durch die computergesteuerte, automatisierte Satelliten-, Radar- und Ortungstechnik gewonnenen Erkenntnisse über die mesoskalige Struktur von Schwergewittern sowie über die Prozesse im Innern von Gewittern verstärkt Einzug auch in die deutschsprachige Literatur, nicht zuletzt vor allem nach dem Ausbau von Dopplerradaranlagen in Deutschland (HÖLLER 1994; DEUTSCHER WETTERDIENST 1995). Während dabei zwar spezielle Arbeiten über Gewitter im UG selbst nach wie vor nicht durchgeführt werden, enthalten von nun an großräumig durchgeführte Studien nicht selten auch Beobachtungs- und Messdatenmaterial aus dem weiteren Bereich des UG. Mitunter werden signifikante Einzelschadensereignisse aus dem UG im größeren Umfeld näher analysiert. So untersucht

KURZ (1993) die Superzelle vom 20.8.1992, die zu verheerenden Sturmschäden auch innerhalb des UG führt. Besonderes Gewicht erlangen aber vor allem die sich in zunehmendem Maße durch die Niederschlagsradar- und Blitzortungssysteme ergebenden Gewitterinformationen. So veröffentlichen FINKE und HAUF (1997) eine Blitzstatistik von Süddeutschland (anhand der Jahre 1992-96), die auch Teile des UG umfasst und geben zusammenfassende Angaben über das dadurch gewonnene raum-zeitliche Verhalten von Gewittern in Süddeutschland (HAUF und FINKE 1996). BARTELS (2002) nimmt das mittels Niederschlagsradar erhaltene Datenmaterial zum Gegenstand einer Analyse von Starkregen, u.a. wird das außergewöhnlich starke Ereignis vom 27.6.1994, das auch im UG Schäden verursacht, näher untersucht. Die aktuellste Entwicklung umfasst im deutschsprachigen Raum in technischer Hinsicht das Tracking von Gewitterzellen mittels Radar- und Ortungsanlagen (STEINACKER et al 2000), wobei der Deutsche Wetterdienst den Gewitterradarbetrieb im Jahre 2003 in den operationellen Betrieb übernimmt (LANG et al 2003). Parallel dazu erfolgen erstmals auch außerhalb des UG Anstrengungen, signifikante historische Gewitterereignisse in Datenbanken zu erfassen (Universität Karlsruhe), so dass damit zu rechnen ist, dass in den nächsten Jahren die Erkenntnisse über schadensrelevante Gewitter auch im heimischen Raum sprunghaft anwachsen werden.

4. Gewitter und ihre Schäden

Neben den zweifelsohne vorhandenen positiven Auswirkungen (z.B. Niederschlag) verfügen alle Gewitter, nicht nur *SLS*, vom Zeitpunkt ihrer Entstehung an auch über das Potential, Schäden zu verursachen, Sachwerte zu vernichten und Menschen und Tiere in Mitleidenschaft zu ziehen (KESSLER und WHITE [2]1983). Unmittelbare Schäden können bereits durch einen einzelnen Wolke-Erde-Blitz verursacht werden.

4.1. Meteorologie der Gewitter

4.1.1. Entstehung von Gewittern – meteorologische Vorbedingungen

Für das Zustandekommen von Gewitterentwicklungen sind in erster Linie vertikale Aufwärtsbewegungen der Luft sowie ein genügender Feuchtegehalt der in den Konvektionsprozess eingebundenen Luftpakete ausschlaggebend (ISRAËL 1961; COTTON und ANTHES 1989; BISSOLLI 1995; DOSWELL 2001). Die Bildung eines Cumulonimbus (Mehrzahl: Cumulonimben; im folgenden: Cb) ist dabei an eine hochreichend labile atmosphärische Schichtung geknüpft. In die Vertikalbewegung werden bei der Entstehung von konvektiven Wettersyste-

men nicht nur einzelne Luftpakete miteinbezogen, sondern große Mengen Luft zur Hebung gezwungen. Die Initialisierung einer solchen großräumig aufwärts gerichteten Bewegung innerhalb einer anfangs potentiell instabilen atmosphärischen Schichtung geschieht in der Regel durch allochthone Einflüsse (KURZ 1986; COTTON und ANTHES 1989; COTTON 1990; DOSWELL 2001). Dies sind hauptsächlich erzwungene Hebungsvorgänge bei Annäherung von höhenkalter Luft bzw. innerhalb von höhenkalten Luftmassen oder beim Vorhandensein zweier thermisch unterschiedlicher Luftmassengrenzflächen. Bedeutsam sind daneben auch orographisch angeregte Hebungsprozesse, ferner zur Konvergenz führende Windzirkulationen. Auch rein autochthon und damit einzig durch lokale Überhitzung entstehende konvektive Umlagerungen können Gewitterbildung auslösen. Es sind dies die Wärmegewitter im eigentlichen Sinne (von FICKER 1931; SCHERHAG 1948; ISRAËL 1950; BISSOLLI 1995). Da aber Hebung und Wolkenentwicklung hier meist nur lokal ablaufen, sind Intensität und Schadensausmaß der reinen Wärmegewitter oft nicht so groß wie bei Gewittern, die durch erzwungene und mitunter bis in den meso-α-Scale hineinreichende Hebung entstehen. Solche konvektiven Systeme entwickeln häufig eine Eigendynamik mit bedeutender Verstärkung und Vergrößerung und können dadurch mitunter großräumig auf die weitere Wetterentwicklung Einfluss nehmen.

Die Quellwolkenbildung als Vorstufe des Gewitters beginnt im unteren Wolkenstockwerk (Abb. 2) (Ausnahme: bei Entwicklung von Cb acgen) und erstreckt sich in vertikaler Richtung über einen Großteil der Troposphäre. Mitunter wird, wie dies bei vertikal nur geringmächtigen Cb innerhalb von Polarluftmassen der Fall ist, die Obergrenze der Quellwolken durch eine starke Höheninversion unterhalb der Tropopause markiert (GEORGII ^{2}1956). Im allgemeinen ist dies aber die Grenzregion zwischen der Troposphäre und der Stratosphäre selbst. Vor allem die Vertikalerstreckung intensiver Cb wird durch die Höhenlage der Tropopause bestimmt. Bei den *SLS* ragen nicht selten einzelne überschießende Wolkenteile als sogenannte Hageltürme (*Overshooting Tops*) ein Stück in die Stratosphäre hinein, bevor sie sich unter dem Einfluss der dort herrschenden inversen Temperaturschichtung zurückbilden (Abb. 5).

In ihrem unteren Teil besteht die Wolke aus Wassertröpfchen. Jenseits der 0°C-Grenze kommen unterkühlte Tröpfchen und schließlich Eiskristalle hinzu (SÜRING ^{2}1941; COTTON und ANTHES 1989; PRUPPACHER und KLETT ^{2}1997) (s.a. Abb. 3). Die im Cb aufsteigende und nachfolgend an der Obergrenze der Wolke zur Seite hin divergierende Luft entwickelt den aus Eiskristallen bestehenden Cirrenschirm, der das charakteristische, mitunter klassisch ambossförmige Aussehen der Gewitterwolke prägt (SÜRING ^{2}1941) (Abb. 4).

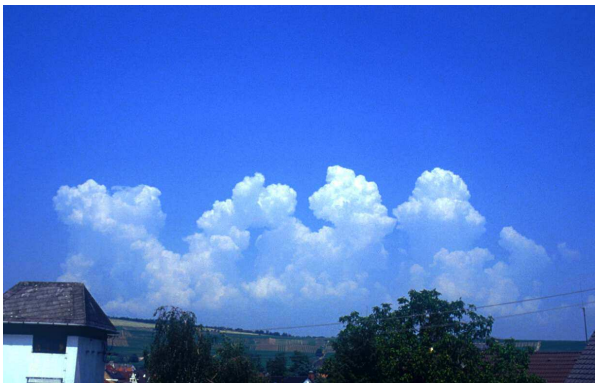


Abb. 2: Frühe Entwicklungsphasen von Gewitterzellen (Cu-Stadien, gekennzeichnet durch Aufwinde) – Bild: 11.07.1995, Bingen



Abb. 3: Gewitter in Entwicklung – Übergang vom Cu- zum Reifestadium mit beginnender Vereisung - Bild: 17.05.1997, Ingelheim



Abb. 4: Reifestadium eines Gewitters – typischer Cb capillatus mit ausgeprägtem Cirrenschirm (Seitenansicht) – Bild: 11.07.1995, Bingen



Abb. 5: Reifestadium eines Gewitters – Seitenansicht eines schweren Gewitters (Multi-Zelle) mit Hagelturm (links oben) – Bild: 01.09.1997, Bingen



Abb. 6: Auflösungsstadium eines Gewitters – Ansicht der Unterseite eines Cb mit ausfallendem Niederschlag (links im Bild: Verdeutlichung des Abwindes durch Cb mammatus) –
Bild: 05.05.1986, Mainz

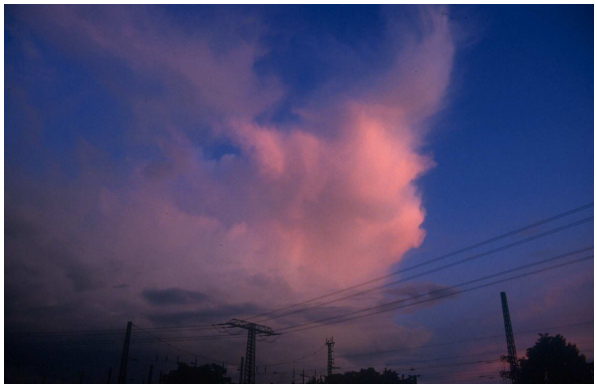


Abb. 7: Auflösungsstadium eines Gewitters – Seitenansicht der oberen Wolkenpartien –
Bild: Sommer 1985, Fulda

4.1.2. Dynamik, Gliederung und Organisation der Gewitter

Beschreibungen des äußeren Erscheinungsbildes der Cb (z.B. von HANN 1880), Beschreibungen der bei Gewittern anzutreffenden Erscheinungsformen (z.B. GOCKEL ^{2}1905) und vereinzelte Ballonaufstiege oder Segelflüge in Gewitterwolken (WICHMANN 1948) konnten zunächst nur geringe Erkenntnisse über die innerhalb eines Cb ablaufenden Prozesse liefern. Erst nach dem 2. WK konnten durchgreifend Erfolge verzeichnet werden, wobei das *Thunderstorm-Project* in den USA (BYERS und BRAHAM 1949) die ausschlaggebende Rolle spielte. Diese und alle nachfolgenden Untersuchungen ergaben, dass eine Gewitterwolke einen zellulären Aufbau zeigt, gleichgültig, ob die Entwicklung des Cb aus Cu oder Ac bzw. anderen Wolkengattungen hervorgeht. Der Lebenszyklus einer Gewitterzelle umfasst drei Phasen: das Cumulusstadium (*Cumulus Stage*), das durch Aufwinde charakterisiert ist (Abb. 2, Abb. 3), das Reifestadium (*Mature Stage*), in dem Aufwinde und Abwinde nebeneinander existieren (Abb. 4, Abb. 5), sowie das Auflösungsstadium (*Dissipating Stage*), bei dem Abwinde dominieren (Abb. 6, Abb. 7) (LUDLAM 1963; BARNES 1976; BROWNING ^{2}1985; COTTON und ANTHES 1989; COTTON 1990; DOSWELL 2001). Die intensivsten Vorgänge hinsichtlich Niederschlag und Wind, und damit hinsichtlich der Schäden durch Starkregen, Hagel und Sturm, treten innerhalb des Reifestadiums auf.

Die Zellen als Grundeinheit eines Cb organisieren sich innerhalb des Meso-γ-Scales verschiedenartig in Form gewöhnlicher bzw. einfacher Zellen (*Ordinary* oder *Single Cells*), Multizellen (*Multi-Cells*) und Superzellen (*Supercells*) (BROWNING 1968; MARWITZ 1972a; MARWITZ 1972b; MARWITZ 1972c; HOUZE und HOBBS 1982; BLUESTEIN 1993; HÖLLER 1994; HÖLLER 1995; BISSOLLI 1995; DOSWELL 2001). Die Intensität von Gewittern einfacher Zellen ist im Vergleich zu Multizellen und Superzellen in der Regel nur schwach. Ihre zeitliche Lebensdauer ist nur sehr kurz und beträgt typischerweise zwischen zehn und fünfzig Minuten (BLUESTEIN 1993). Während dieser Zeit werden die oben genannten Entwicklungsstadien durchlaufen. Von Blitzschäden abgesehen sind die Folgewirkungen von *Single-Cell*-Gewittern ebenfalls im Vergleich meist gering. Sturmschäden durch Gewitterböen (*Downbursts*) können auftreten und sind dabei in erster Linie lokal ausgeprägt (*Microbursts*) (COTTON 1990; s.a. Kapitel 4.2.4.). Einfache Zellen machen im Sommer zwar den größten Teil der eigentlichen Gewittertätigkeit aus (HÖLLER 1994; s.a. Kap. 6.1.1.), doch werden die meisten signifikanten Starkniederschlags- und Sturmschäden durch Multizellen bzw. Superzellen verursacht (s.a. Abb. 5). Multizellen bestehen aus einem System, in dem eine Vielzahl von Gewitterzellen der unterschiedlichsten Entwicklungsstadien nebeneinander

existieren. Jede Einzelzelle wird während ihrer Entwicklung für einen gewissen Zeitraum zur aktivsten Zelle des gesamten Systems. Aufgrund dessen ist die Lebensdauer solcher Gewitter deutlich erhöht. Sie erreicht durchaus den Stundenbereich. Während dieser Zeit kann das gesamte System mehrere Dutzend Kilometer an Strecke zurücklegen. Superzellen bestehen aus einer einzelnen sehr intensiven, großen Zelle, wobei das System durch eine quasi-stationäre Zirkulation über einen längeren Zeitraum hinweg gekennzeichnet ist. Dies ist ein beständiger Aufwindbereich (*Updraft*) innerhalb der Zelle, der durch Einströmen der Luft im vorderen, in Zugrichtung rechts gesehenen Zellenbereich aufrechterhalten wird. Die Lebensdauer eines solchen Systems ist außerordentlich groß und kann mehrere Stunden erreichen (COTTON 1990; BLUESTEIN 1993). Während dieser Zeit kann die Superzelle mehrere Hundert Kilometer an Strecke zurücklegen, wobei häufige Abweichungen von der vorherrschenden, die Gewitterverlagerung bestimmenden mitteltroposphärischen Windrichtung beobachtet werden (KURZ 1986), meist in Zugrichtung rechts. Die mit einer Superzelle verbundenen Schäden durch Starkniederschlag und Sturm können verheerend ausfallen (HOUZE und HOBBS 1982; COTTON 1990; BLUESTEIN 1993; KURZ 1993; DOSWELL 2001). Zwischen den einfachen Zellen, Multizellen und Superzellen bestehen nur graduelle Unterschiede; auch Zwischenformen können vorkommen (NELSON und KNIGHT 1987).

Mit Hilfe von Satelliten- und Radardaten wurde deutlich, dass sich die Zellen als mesoskalige Systeme (*Mesoscale Convective Systems - MCS*) auch innerhalb des Meso-β- und ebenso im Meso-α-Scale in unterschiedlicher Weise räumlich anordnen und organisieren können (BLUESTEIN und JAIN 1985; HOUZE et al 1989; BLANCHARD 1990; HOUZE, SMULL und DODGE 1990; BLUESTEIN 1993; HÖLLER 1994; HÖLLER 1995; SCHIESSER, HOUZE und HUNTRIESER 1995; DOSWELL 2001). Das Anordnungsspektrum reicht von isolierten, unorganisierten Zellen bis hin zu hochorganisierten Zellenkomplexen der *MCS* (gruppiert beispielsweise in mesoskaligen konvektiven Komplexen [*Mesoscale Convective Complexes - MCC*], linear angeordnet zum Beispiel in Böenfronten [*Squall Lines*]). Linear orientierte Systeme sind die eindeutig bevorzugten Organisationsformen (BLUESTEIN 1993; DOSWELL 2001).

Das Auftreten der Schäden in mesoskaligen konvektiven Systemen ist durchaus nicht zufällig. So analysierten TOLLERUD und BARTELS (1988), und TOLLERUD und COLLANDER (1993a; 1993b) und COLLANDER (1993) die räumliche Verteilung von Starkniederschlags- und Sturmschäden beim Auftreten verschiedenartiger *MCS*. Hagel und Tornados wurden vor allem in den frühen Stadien der *MCS*- bzw. *MCC*-Entwicklung angetroffen, während Gewitterfallwinde (*Downbursts*) zu einem verhältnismäßig hohen Prozentsatz an voll entwickelte

Systeme gebunden waren. HOUZE, SMULL und DODGE (1990) untersuchten u.a. die Verteilung der mit Starkniederschlagssystemen des Frühjahrs in Oklahoma verbundenen Schäden. Tornado- und Hagelberichte zeigten eine räumliche Übereinstimmung mit dem südlichen, aktiven Ende von *Squall Lines* bzw. von isolierten Systemen, die sich, räumlich getrennt von den *Squall Lines*, auf deren Vorderseite befinden. Starkregen- und Starkwindberichte (keine Tornadoberichte) hingegen zeigten bevorzugt eine räumliche Übereinstimmung mit dem Auftreten großer, wohlorganisierter und linienhafter Systeme. SCHIESSER, HOUZE und HUNTRIESER (1995) zeigten für die Schweiz u.a., dass mit den linear orientierten *MCS*-Systemen auch die stärksten Schäden verbunden sind. Die bis heute durchgeführten Untersuchungen zeigten überhaupt im allgemeinen, dass die stärksten Schäden sehr oft am - in Zugrichtung gesehen - rechten vorderen (meist südlichen) Ende eines in gruppierter Form angeordneten *MCS* auftreten bzw. am - in Zugrichtung gesehen - vorderen (meist südlichen) Ende einer aktiven Zelle, die ihrerseits innerhalb eines linear angeordneten *MCS* eingebettet ist (DOSWELL 2001). Häufig wurde beobachtet, dass die höchste Blitzschlagrate in einem Gewitter zeitlich vor Einsetzen des Starkniederschlags bzw. Sturmes zum Ausbruch kommt (WILLIAMS 2001). Starkniederschlag und Sturm treten anschließend nicht selten auch deutlich weiter nach - in Zugrichtung gesehen - vorne rechts versetzt auf. Die Bewertung der unterschiedlichen mesoskaligen konvektiven Systeme und die Abschätzung der je nach Form und Organisation der Gewitter gegebenenfalls zu erwartenden Schäden gehört bis heute zu den größten Herausforderungen in der operationellen Gewittervorhersage (JOHNS und HART 1993; DOSWELL 2001). Inwieweit die angerichteten Schäden vergangener Gewitterereignisse Rückschlüsse auf Organisation und Form der Gewitter zulassen, informiert Kapitel 7.1.

4.2. Gewitter und Blitzschäden

> *„Anno 1669. den 10.t. Julij gegen abend erstunde ein schrecklich gewitter mit donner und blitz und regen, schlug zwischen neun und zehen uher alhier zu Wallernhausen in [...] Scheuer ein und brande selbige sampt den darin gehangten stall und alles waß in beiden war in einer halben stund von grund auf ab, doch, [...] dem treuen Gott sey hertzlich gedanckt, griff der brandt nicht weiter umb sich, aber das grausame donnern und erschreckliche blitzen [...] die gantze nacht über.“*[16]

4.2.1. Entstehung des Blitzes

Die zeitlich vor Ausbruch des Gewitters stattfindenden Vorgänge der Ladungstrennung und Ladungsverteilung werden nach vorherrschender Meinung durch die innerhalb der Wolke

[16] Aus: Kirchenbuch Nr. 1 der Gemeinde Wallernhausen (ZEKHN Da).

entstehenden festen bzw. flüssigen Niederschlagsteilchen bedingt (PRUPPACHER und KLETT [2]1997; MacGORMAN und RUST 1998). Demnach transportieren hauptsächlich die leichten Eisteilchen infolge von Kollisionen der Teilchen untereinander und durch Zerblasungs- und Zerplatzungsprozesse positive Ladung in die oberen Bereiche der Wolke jenseits des –20°C-Niveaus. Der größte Teil der Wolke im mittleren und unteren Bereich im Temperaturniveau zwischen 0 und –20°C weist negative Ladung auf. Nach UMAN (1992) ist dieses negative Ladungszentrum nicht kontinuierlich in der Wolke verteilt, sondern drängt sich innerhalb einzelner Regionen, die ihrerseits relativ höhere Ladungskonzentrationen aufweisen. Im Niveau der Wolkenbasis im Bereich des Niederschlagsgebietes schließlich kommt es zur Bildung eines zweiten positiven Ladungszentrums, so dass der Cb die in Abb. 8 dargestellte tripolare Ladungsverteilung aufweist (P1 und P2 sind die positiven Ladungszentren, N das negative Ladungszentrum).

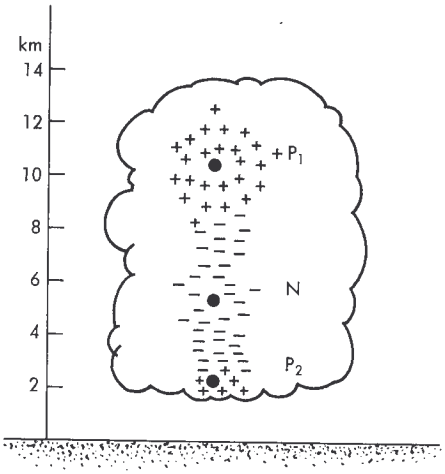


Abb. 8: Typische Ladungsverteilung im Cb (aus: WIESINGER 1972, S. 16)

Wenn an einer Stelle im Bereich des Cb die elektrische Feldstärke die elektrische Festigkeit der Luft überschreitet - nach WIESINGER (1972) ist dies der Fall, wenn die Spannungsunterschiede einige Millionen Volt pro Meter erreichen - so wird eine Blitzentladung ausgelöst. Vom Ladungszentrum in der Wolke ausgehend, schiebt sich bei einem Wolke-Erde-Blitz ein sogenannter Leitblitz stoßweise zur Erdoberfläche vor. Bei Annäherung an die Erde erhöht sich auch hier die elektrische Feldstärke, so dass nach Überschreiten der elektrischen Festigkeit der Luft von der Erde aus dem Leitblitz eine sogenannte Fangentladung entgegenschlägt (UMAN 1987). Die Fangentladung führt die im Leitblitz gespeicherten Ladungen in Form der Hauptentladung zur Erde ab. Die Hauptentladung ist der für das Auge sichtbare Blitz mit seinen Verästelungen. Mitunter treten Mehrfachentladungen auf, wobei der Stromfluss dieser Entladungen den mit dem ersten Leitblitz geschaffenen Blitzkanal benutzt (WIESINGER 1972; BAATZ [2]1985; UMAN 1987; UMAN 1992).

4.2.2.: Blitzschäden

Schäden entstehen bei einem Blitzschlag hauptsächlich durch die damit verbundenen elektrischen und thermischen Wirkungen (KESSLER ^{2}1983; BAATZ ^{2}1985), sowohl durch direkten Einschlag als auch indirekt. Am Einschlagpunkt unbelebter Objekte dominieren die thermischen Wirkungen. Sie treten in der Regel dann auf, wenn der Blitzstrom von einem gut in ein schlecht leitendes Medium übertritt. Im Erdboden, z.B. in Sandboden, kommt es in diesem Falle zur Bildung von Fulguriten.[17]

4.2.2.1. Blitzschäden und Vegetation

Blitzschäden an Bäumen werden durch thermische Wirkung verursacht (HÖSL 1958; BAATZ ^{2}1985). Nach DARVENIZA (1992) ist der Gehalt an Wasser und die Verteilung der Flüssigkeit innerhalb des Baumes für die Art der Schäden ausschlaggebend. Da Holz ein schlechtleitendes Medium ist und ein großer Teil des Blitzstromes in Wärme umgewandelt wird, wird die im Holz befindliche Flüssigkeit erhitzt und Dampfbildung verursacht. Nimmt der Blitzstrom durch das Innere eines wasserreichen Baumes seinen Weg zum Erdboden, kommt es innerhalb der verdampfenden Flüssigkeitsbahnen zu einem Überdruck und infolgedessen zu Sprengwirkungen an Bäumen[18]. Oft wird dies an Eichen, Fichten und Kiefern beobachtet. Auch an Holzmasten sowie an in Gebäuden verbauten Holzbalken können auf diese Weise explosionsartige Zerstörungsformen verursacht werden. Ist der Flüssigkeitsgehalt in einem Baum relativ niedrig und stattdessen die Baumrinde durch Regeneinwirkung feucht, so kann der Blitzstrom oberflächennah bzw. an der Oberfläche zur Erde geführt werden. In diesen Fällen können sich als Schadenswirkung Rinnen entwickeln, die sich den Stamm hinabziehen und die Blitzbahn nachbilden. Mitunter sind dabei aber die Schadenswirkungen auch überhaupt nicht zu bemerken, wie dies z.B. bei Buchen und ihrer glatten Rinde der Fall ist.

Aus den je nach Baumart unterschiedlich anzutreffenden Schadensarten ergab sich die irrige Annahme, dass die Bäume unterschiedlich häufig vom Blitz getroffen werden. Der im Volksmund auch im UG bekannte, aber grundlegend falsche Spruch *„Buchen sollst du suchen, vor Eichen sollst du weichen*“ hält sich hartnäckig bis in unsere Tage. Aufbauend auf

[17] Schäden, die sich wie die Blitzröhren nur auf den Erdboden beschränken, werden in der Auswertung im folgenden nicht weiter berücksichtigt, da sie in den hier analysierten Quellen in der Regel nicht dokumentiert werden.

[18] In manchen Fällen wird das getroffene Objekt vollständig zersplittert. Ein solcher Fall trat z.B. in Alzenau in Unterfranken am 11.05.1992 auf, als ein Baum durch einen Blitzschlag vollkommen zerstört wurde (persönliche Mitteilung von Herrn Gerhard Nees(†), Alzenau; s.a. NEES und KEHRER [2002], S. 444).

diese verkehrte Annahme wurden sogar oft statistische Auswertungen über die Blitzschlaghäufigkeit in verschiedenen Baumarten durchgeführt, auch im Bereich des UG. So wurde z.B. die während des 1. WK von den Oberförstereien des damaligen Großherzogtums Hessens vorgenommene Erhebung über Blitzschläge in Bäume zu einer Untersuchung über die Blitzgefährdung der verschiedenen Baumarten herangezogen (JOSEPH 1915; JOSEPH 1916; JOSEPH 1917; JOSEPH 1918; JOSEPH 1919). Der Autor schreibt: „[...] *so findet sich auch hier die Erfahrung bestätigt, daß die Eiche – wenigstens in der Ebene – weitaus die erste Stelle unter den vom Blitz getroffenen Holzarten einnimmt. Im Hügelland scheint die Lärche besonders gefährdet zu sein.* [...]“ (JOSEPH 1915, S. 167).

Bei längerer Andauer des Blitzstromes, wie dies z.B. bei Mehrfachentladungen oder bei stromschwachen Entladungen der Fall ist, reicht nach BAATZ (^{2}1985) die stattfindende Erwärmung aus, um die Zündung eines getroffenen Objektes zu verursachen. So erlitten auch im UG Einzelbäume mitunter Brandschäden, wie dies ebenfalls z.B. von JOSEPH (1917; 1918) beschrieben wurde. Dagegen wurde über blitzbedingte Wald- oder Flächenbrände im UG nur selten berichtet.[19] Randlich sollen an dieser Stelle noch die während der landwirtschaftlichen Feldarbeiten aufgetretenen Blitzschäden in Form von Bränden aufgeschichteter Heuhaufen erwähnt werden, die auch im UG noch bis vor einigen Jahren in den hier analysierten Quellen öfter dokumentiert wurden (s. Kapitel 6.2.)

4.2.2.2. Blitzschäden und Gebäude

An Gebäuden mit ausreichendem Blitzschutz wird der Blitz gefahrlos zur Erde geleitet. Wo dies nicht der Fall ist, kann es zu Schäden kommen. Nichtzündende, im Volksmund als „kalt“ bezeichnete Blitzschläge führen im Schadensfall zur mechanischen Beanspruchung des getroffenen Materials. Dabei erwärmen sich die getroffenen, schlecht leitenden Stoffe (z.B. Steine und Mauerwerk), und das darin befindliche Wasser wird explosionsartig überhitzt. Zerstörungen und Beschädigungen von Dächern, Schornsteinen, Mauern und Wänden sind die Folge (HÖSL 1961). Nach BAATZ (^{2}1985, S. 47) treten solche Schäden auch an Stellen mit erhöhter Stromdichte auf, also an Stromein- und -austrittsstellen von gut leitenden in schlecht leitende Stoffe, wie z.B. an Beschädigungen von Blitzschutzanlagen. Weitere thermische Schadenswirkungen auch sogenannter kalter Schläge können Schmelzwirkungen am direkten Einschlagspunkt (z.B. am Dach) sein.

[19] Als eines der wenigen Beispiele ist ein Waldbrand nach dem heftigen Gewitter vom 02.07.1952 nahe Fulda zu nennen. Der Sommer 1952 war im UG zu heiß und zu trocken. Die genannten Gewitter beendeten eine mehrtägige Hitzeperiode, während der kein Niederschlag fiel (s. hierzu Kapitel 6.2.).

Neben der thermischen Wirkung führt in Gebäuden vor allem der Blitzstrom selbst zu Schäden. Die aufgrund des Blitzschlages durch das Gebäude geführte Stoßspannung kann zu Schäden an den in den Gebäuden befindlichen Elektroanlagen führen. Hier sind vor allem auch die in den letzten Jahren in vielen Gebäuden neu hinzugekommenen und vor allem gegenüber elektrischen und elektromagnetischen Störungen außerordentlich empfindlichen Einrichtungen wie Computer- und Telekommunikationsanlagen zu nennen. Die durch Blitzschlag an solchen Einrichtungen verursachten Schadenssummen erfahren in den letzten Jahren eine beständige Zunahme (HASSE und WIESINGER 1991). Da einer besonderen Gefährdung durch Blitzschlag ausgesetzt, soll im Zusammenhang mit den Schäden an Gebäuden und Bauten auch erwähnt werden, dass durch Blitzschläge in Stromleitungen, vor allem in Hochspannungsleitungen, mit den damit verbundenen elektrischen und thermischen Folgewirkungen kostenträchtige Schäden entstehen können, denen man mit besonderer Anstrengung zu entgegnen sucht (BAATZ 1961; WIESINGER 1972; LOPEZ et al 1997).

Die folgenreichsten Gebäudeschäden sind die durch Blitzschläge verursachten Zündungen. BAATZ (^{2}1985, S. 47) weist darauf hin, dass Materialzündungen nicht in jedem Falle vorkommen, auch nicht bei Schlägen in leichtentzündliches Material. Ohne Zündungen bleiben häufig stromstarke, aber kurzdauernde Entladungen (positive Wolke-Erde-Blitze nach WIESINGER 1972). Die Erwärmung im getroffenen Medium reicht hier für eine Zündung nicht aus. Dagegen führen stromschwächere, aber länger andauernde Entladungen (negative Wolke-Erde-Blitze) häufiger zu Zündungen des getroffenen Materials. Die Zündung kann in diesen Fällen direkt oder indirekt erfolgen.[20] WIESINGER (1972, S. 59) hat herausgestellt, dass unbewohnte landwirtschaftliche Gebäude im Vergleich zu allen anderen Gebäuden am anfälligsten für zündende Blitzschläge sind. Hier dürften die exponierte Lage des jeweiligen Gebäudes, die häufig weniger massive Bauweise, das Vorhandensein leichtentzündlicher Materialien und auch der Zustand der jeweiligen Blitzschutzanlagen eine Rolle spielen. In Kapitel 6.3.2. wird gezeigt, dass auch im UG die landwirtschaftlichen Gebäude den größten Anteil an blitzbedingten Brandschäden besitzen.

[20] Letzteres spielt dann eine Rolle, wenn überhitztes Material (z.B. an Übergangsbereichen von gut in schlecht leitende Stoffe) vom Blitzschlag in leichtentzündliche Gegenstände geschleudert werden.

4.2.2.3. Tier- und Personenschäden – Unfälle durch Blitzschlag

Gefahr für den lebenden Organismus droht zum einen bei nicht direkt erfolgenden Blitzeinschlägen. Nach HARMS (1961) und WIESINGER (1972) verteilt sich der Blitzstrom am Einschlagpunkt in der Erde. Teilströme können über entfernt stehende Personen oder Tiere fließen und u.U. den Tod nach sich ziehen. Dies ist mitunter noch in mehreren Dekametern Entfernung vom eigentlichen Einschlagpunkt der Fall.[21] Direkte Blitzeinschläge führen nicht selten zum Tode. Nach BAATZ (^{2}1985) kann ein durch den Körper fließender Strom zu Herzkammerflimmern und Herzstillstand, somit zum Tode führen, auch wenn nur ein kleiner Teil des gesamten Blitzstromes durch den Körper selbst geht und der wesentliche Teil des Stromes an der Hautoberfläche abfließt. Als Grenzwerte für das Einsetzen des Herzkammerflimmerns werden (für Stromstöße zwischen wenigen Millisekunden und einigen Sekunden Dauer) zwischen ca. 1 und 6 Ampere angegeben. Vergleicht man diese Werte mit den 20000 Ampere und mehr, welche die Blitzstromstärke aufweisen kann, so ergibt sich von vornherein die Tatsache, dass im Prinzip jeder direkte Einschlag, bei dem der Blitzstrom durch den Körper fließt, den Tod nach sich zieht. ANDREWS et al (1992) geben für die USA unter Berücksichtigung aller Blitzunfälle (indirekte / direkte Einschläge) eine Mortalitätsrate von ca. 20-30% an, WIESINGER (1972, S. 46) für Deutschland (1952-66) eine solche von über 40%.

Zu den bevorzugten Blitzeinschlagstellen gehören natürliche oder künstliche Erhebungen. Einzeln stehende Objekte wie Bäume, Baumgruppen, Waldränder, Türme, Masten, Hochhäuser, Feldscheunen etc. sind besonders gefährdet. Im Vergleich zu diesen Objekten spielt die Körpergröße von Mensch und Tier zunächst nur eine geringe Rolle, doch kann die direkte Einschlaggefahr bedeutend erhöht werden, wenn sich Mensch oder Tier in offenem, ebenem Gelände befinden oder sich der mögliche Einschlagpunkt erhöht, zum Beispiel, wenn eine Person auf einem Traktor sitzt. Auch Bergsteiger sind einer erhöhten Blitzschlaggefahr ausgesetzt. Menschen und Tiere sind im Freien generell ungleich gefährdeter als in Gebäuden oder Fahrzeugen. Ein wesentlicher Anteil bei den Blitzunfällen in der freien Natur haben die Unfallorte unter Bäumen und an Waldrändern, bei HARMS (1961) sind dies allein 24% aller registrierten tödlichen Vorfälle. Immer wieder kommt es vor, dass Personen vom Blitz erschlagen werden, die zuvor unter Bäumen bzw. Baumgruppen vor einem Gewitter Schutz

[21] Dieser Fall geschah zuletzt in den Vormittagsstunden des 31.05.2003 in Thalau in der Vorderrhön. Ein Wanderer suchte in einem geschlossenen Waldstück Schutz vor einem Gewitter, das, ungewöhnlich für diese Tageszeit, sehr blitzintensiv WNW-ESE über Osthessen hinweg zog. Der Blitz schlug in einen einige Meter entfernten Baum. Durch die sich aufbauende Schrittspannung wurde der Wanderer tödlich verletzt.

suchten. Gleiches gilt für auf Weide und Feld befindliche Tiere. Neben der Tatsache, dass Bäume als hohe und über das Geländeniveau herausragende Objekte erhöhter Blitzgefahr ausgesetzt sind, kommt noch ein weiterer Umstand hinzu, der die Gefahrensituation verschärft. Nach HÖSL (1958) und HARMS (1961) werden für die Widerstände häufiger Baumarten in einer Höhe von 1.5 m über dem Erdboden Werte von 2.3 bis 18.5 kΩ angegeben. Demgegenüber beträgt der Widerstand des menschlichen Körpers je nach Feuchtigkeit der Haut nur zwischen 1.0 und 2.9 kΩ. Ein am Baumstamm anlehnender bzw. in dessen Nähe befindlicher Mensch ist somit ein besserer Leiter für den Blitzstrom als der Baumstamm selbst. Der Blitzstrom kann daher bei einem Einschlag auf die unter dem Baum befindliche Person überspringen, und dieser letztendlich direkte Einschlag führt meist zum Tode. Auch im UG fanden nicht wenige der Verunglückten während des untersuchten Zeitraumes hierdurch den Tod (s. Kap. 6.2.). Nur selten genug kommen die getroffenen Personen dabei mit dem Leben davon.[22]

Dass Blitzschläge als signifikante wetterbedingte Unfallverursacher z.B. in den USA eine ernstzunehmende Rolle spielen, zeigen die Ergebnisse von WEIGEL (1976). Er stellte hinsichtlich der Personenblitzschäden für den von ihm untersuchten Zeitraum 1940 bis 1973 fest, dass blitzbedingte Todesfälle weitaus häufiger auftraten als Todesfälle durch andere signifikante Wettererscheinungen (Tornados, Überflutungen und Hurrikane). Der Autor nennt aus diesem Grunde den Blitzschlag zwar recht reißerisch, nichtsdestotrotz aber durchaus zutreffend, „*the underrated killer*“. LOPEZ et al (1995) zeigten anhand von zu Beginn der neunziger Jahre erhobenen Zahlen, dass die jährlichen Personenblitzschäden auch in den letzten Jahren in den USA noch bedeutende Werte im Vergleich zu den anderen Wetterschäden annahmen. Lediglich Überschwemmungen führten dort mittlerweile im jährlichen Mittel zu noch mehr Todesfällen.

4.3. Gewitter und Starkregenschäden

> *„23ten Maj 1746 frühe um 5 Uhr wurden wir in hiesiger Gegend mit einem starken Donnerwetter, Regen und einem Wolkenbruch von Gott heimgesuchet, denn nach dem der Wind die gantze Nacht erstaunend gestürmet, wurde es gegen 5 Uhr ganz dunkel, worauf sich ein Gewitter von Mittag zu den anderen gegen Abend stehenden wendete, nahm es endl. den Außbruch, mit Schloßen, Regen,*

[22] So suchten am 06.07.1985 in Fulda mehrere Teilnehmer einer Veranstaltung im Schlosspark unter einer Gruppe hoher Bäume Schutz vor einem Gewitter. In einen dieser Bäume schlug ein Blitz, wobei es sich nach den Beobachtungen des Verfassers um eine nur schwache Entladung (ohne Verästelung) handelte (die gleichzeitig den Schluss des gesamten Gewitters darstellte). Der Vorfall ging glimpflich ab. Lediglich eine der unter den Bäumen befindlichen Personen wurde verletzt.

Donnern u. Krachen. Das Waßer häufete sich, daß es grosse Bau Höltzer, Steine und andere Sachen weit weg nahm, Aecker, Gärten und Wiesen sind erbärml. ausgeflößet und verdorben, einiges Vieh ist ertrunken. Es hat jedoch ein Ort mehr Schaden erlitten als der andere. Gott wolle uns nicht härter strafen, sondern Gnade für Recht ergehen laßen !"[23]

4.3.1. Die Entstehung von Regen im Cb

Die in die konvektive Aufwärtsbewegung miteinbezogene Luft kühlt sich beim Aufsteigen ab. Da die Aufnahmefähigkeit von Wasserdampf in der Luft strikt abhängig ist von der Temperatur und umso geringer ausfällt, je kälter das Luftquantum ist, muss der überschüssige Wasserdampf kondensieren, d.h. die Quellwolke entsteht. Nach der Kondensation an löslichen und unlöslichen Partikeln (PRUPPACHER und KLETT [2]1997) steigt mit dem Wachstum der Wolke auch die Anzahl der Wolkentröpfchen an. In den mittleren und oberen Bereichen der Wolke finden sich bei entsprechend tiefen Temperaturen in der unterkühlten und festen Phase auch Graupelkörnchen und Eiskristalle. An der Vergrößerung der Wolkentröpfchen bzw. der Eiskristalle und an der Entstehung von fallenden Hydrometeoren sind verschiedenartige Prozesse beteiligt. So wachsen die flüssigen und festen Teilchen zunächst durch Diffusion von Wasserdampf. In der flüssigen Phase geschieht die weitere Vergrößerung anschließend durch Kollision der Teilchen untereinander sowie durch Koaleszenz, meist nach Erreichen eines Tropfenradius von ca. 15 µm. Dabei fungieren einige (durch Aufwind und Entrainment in die Wolke transportierte) vergleichsweise große Teilchen als effektivste Sammler der umgebenden Tröpfchen und wachsen stark auf Kosten der kleineren Wolkentropfen (PRUPPACHER und KLETT [2]1997; LAMB 2001). In der festen bzw. festen und flüssigen Phase geschieht das Wachstum zu Eis- und Schneekristallen bzw. zu Graupelkörnchen durch die weitere Anlagerung von Wasserdampf sowie durch die Aggregation der Teilchen untereinander. Hierbei wachsen die Eiskristalle auf Kosten der Wassertröpfchen stärker an.

Solange die festen und flüssigen Hydrometeore in der Wolke verbleiben (aufgrund ihrer geringen Größe bzw. aufgrund des im Cb herrschenden Aufwindes), erreicht kein Niederschlag den Boden. Werden die Teilchen jedoch zu groß und zu schwer, beginnen sie nach unten zu fallen. Bei entsprechenden Temperaturen schmilzt dabei während des Falls auch der Großteil der festen Fraktion (Ausnahme: Hagel, s. dort).

Mit dem Einsetzen der fallenden Tropfen werden im Cb vertikal nach unten gerichtete Bewegungen (Abwinde - *Downdraft*) angeregt (COTTON und ANTHES 1989; BISSOLLI 1995;

[23] Aus: Kirchenbuch Nr. 2 von Gedern (o.S.) (ZEKHN Da).

WAKIMOTO 2001). Durch die immer größere werdende Anzahl fallender Tropfen, durch die schmelzenden festen Partikel (Phasenübergänge), durch Verdunstungsvorgänge im bzw. am Rand des Cb (Entrainment) sowie durch hauptsächlich bei *MCS* anzutreffendem Einströmen von Luft im mitteltroposphärischen Niveau verstärkt sich der Abwindprozess, wodurch wiederum mehr Tropfen nach unten gerissen werden. Dadurch entsteht ein sich selbst verstärkendes System. Der Niederschlag erreicht schließlich (unter Verdunstung in der trockenen Luftschicht unterhalb der Quellwolkenbasis) den Erdboden (Abb. 9). Breitet sich der dazugehörige (kalte) Abwind am Boden fächerförmig aus, wird dem (warmen) Aufwind im niedertroposphärischen Bereich des Cb die Basis entzogen, wodurch das Auflösungsstadium des Gewitters eingeleitet wird. Niederschlag und Abwind sind unmittelbar mit dem Auftreten der Gewitterböen am Boden verknüpft (s. Abb. 10, Abb. 13, Abb. 14), die ihrerseits zu Sturmschäden führen können (s. hierzu Kapitel 4.5.)

Innerhalb der Luftmasse, in der sich ein Cb entwickelt, ist die Menge des zur Verfügung stehenden Wasserdampfes von ausschlaggebender Bedeutung für die Niederschlagsentwicklung (COTTON und ANTHES 1989; LAMB 2001). Je mehr Wasserdampf in den konvektiven Prozess miteingebunden werden kann, umso mehr und umso heftiger kann letztendlich Niederschlag produziert werden. Dabei können externe Prozesse die Menge des am Boden auftreffenden Starkniederschlags vergrößern, wie es z.B. bei der aufeinanderfolgenden Entwicklung von einzelnen Gewitterzellen an gleichem Ort (Quasi-Stationarität), bei einem beständigen Zufluß feuchtebeladener Luft in den Aufwindbereich des Cb und bei einer schwachen Verlagerungstendenz des gesamten Systems der Fall ist. In manchen Fällen liefert auch in Deutschland, und damit im UG, ein gewitterbedingter Starkregen so einen beträchtlichen Teil der durchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge (s. zu besonders signifikanten Starkregen u.a. WUSSOW 1920; GEGENWART 1952; ZIMMERMANN 1952; HARTKE und RUPPERT 1959; MASUCH 1970; BARTELS 2002).

Die in den USA weit vorangetriebene Forschung über gewitterbedingte Starkregen (*Flash-Floods*) zeigte bereits Ende der 70er Jahre, dass für diese Ereignisse häufig folgende atmosphärische Vorbedingungen charakteristisch sind (MADDOX, CHAPPELL und HOXIT 1979; s.a. COTTON und ANTHES 1989; BLUESTEIN 1993; TOLLERUD und COLLANDER 1993; LAMB 2001):

a) Die Gewitterbildung erfolgt innerhalb einer Region mit hohen Taupunkten, d.h. innerhalb feuchtebeladener Luftmassen.

b) Geringe Windgeschwindigkeiten in der gesamten Troposphäre verstärken eine Tendenz zur Quasi-Stationarität der Ereignisse.
c) Häufig bilden sich wiederholt einzelne Gewitterzellen über der gleichen Region.
d) Das Geschehen wird durch externe Faktoren ausgelöst (z.B. durch Annäherung eines Höhentroges).

Die Untersuchungen zeigten auch, dass gerade die ausgeprägten gewitterbedingten Starkregenereignisse oft durch das Fehlen anderer Gewitterphänomene wie Sturm (Gewitterböen bzw. Tromben) und Hagel gekennzeichnet waren (LAMB 2001).

4.3.2. Starkregenschäden

Die Schadenswirksamkeit gewitterbedingter Starkregen ergibt sich aus der kinetischen Energie der am Erdboden auftreffenden Regentropfen sowie aus der Erosion und dem Transportvermögen des abfließenden Wassers (MOLLENHAUER et al 1990; HAHN 1992; SAUERBORN 1994). Erosion und Akkumulation sowie Materialtransport führen auch im UG immer wieder zu unterschiedlichen Schäden (Abb. 15, Abb. 16). Zu den direkt wirkenden Starkregenschäden kommen indirekte Einwirkungen wie z.B. die Unterbrechung der Infrastruktur, der Ausfall wirtschaftlicher Produktion oder die Unbewohnbarmachung von Gebäuden.

Für Hessen liegen Isoerodentkarten vor (MOLLENHAUER et al 1990; SAUERBORN 1994), aus denen deutlich wird, dass die Erosivität der Regen (bestimmt durch die kinetische Energie der aufprallenden Regentropfen und des abfließenden Wassers) mit dem Anstieg der Jahresniederschlagssumme korreliert. An der Erosionsleistung sind einzelne hocherosive Starkregen in prozentual besonders großer Weise beteiligt (GEGENWART 1952; MOLLENHAUER et al 1990), HAHN (1992, S. 10) bezeichnet die durch intensivste Starkregen erfolgende Landschaftsformung als „Event-Formung“. Neben den atmosphärischen Bedingungen, die vor dem Ereignis herrschten und denen, die zum Niederschlag führen, sind jedoch auch das Relief (geographische und geologische Faktoren wie Reliefenergie und –form und Einzugsgebiet) sowie die Landnutzung (Vegetation, Bewirtschaftung, Siedlung und Verkehr) bei den gewitterbedingten Starkregen zusammen mit der daraus resultierenden Abflussmenge ausschlaggebend für Schadensverlauf und Schadensausmaß (PARDÉ 1957; SEEDORF 1957; AULITZKY 1968a; HAHN 1992). GEGENWART (1952) hat unter Berücksichtigung dieser Faktoren Teile des südlichen Rheinhessens, der Bergstraße, des Rheingaus, des Vortaunus sowie des bayerischen Spessarts als besonders erosionsgefährdet identifiziert.



Abb. 9: Gewitter mit Starkregen; links: Niederschlag im Bereich des *Downdrafts* – rechts: *Updraft* ohne Niederschlag. – Bild: 04.06.1987, Mainz



Abb. 10: Gewitter mit Starkregen – Niederschlag auf der Rückseite der Böenwalze (*Gust Front*) – Bild: 01.07.1990, südlicher Spessart



Abb. 11: Gewitter mit festem Niederschlag - Graupelfall im Bereich des *Downdrafts* – Bild: 06.04.1987, Kinzenbach bei Gießen



Abb. 12: Hagelkörner (ca. 5 bis 9 cm Durchmesser), im Bereich einer Superzelle gefallen am 18.09.1987 in der Südrhön – Bild vom 20.09.1987, Volkers.



Abb. 13: Böenwalze (*Gust Front*) eines Gewitters mit Sturm- und Orkanböen; stärkster Wind mit Passage der Wolkenwalze – Bild: 17.05.1996 - Bingen



Abb. 14: Starkniederschlag und Sturm im Kernbereich eines *Downdrafts* - Bild: 23.07.1989, Mainz



Abb. 15: Erosions- und anschließende Akkumulationsvorgänge durch gewitterbedingten Starkregen - Ereignis vom 11.05.1990, Erbach / Rheingau



Abb. 16: Aufräumarbeiten von angeschwemmtem Bodenmaterial – Ereignis vom 07.07.1999, Langenlonsheim / Nahe.



Abb. 17: Durch Hagelschlag zerstörter Nutzgarten – Ereignis vom 18.09.1987, Volkers (bei Bad Brückenau)



Abb. 18: Durch starken Hagelschlag verursachte Gebäudeschäden – Ereignis vom 18.09.1987, Volkers (bei Bad Brückenau).



Abb. 19: Durch Sturm (*Micro-Burst*, evtl. Trombe) im Wald entstandene Schadensgasse – Ereignis vom 10.05.1987, nahe Göbelnrod bei Grünberg



Abb. 20: Aufräumarbeiten an einer durch Sturm (*Downburst*) zerstörten Feldscheune – Ereignis vom 01.09.1988, Neuhof bei Fulda

4.3.2.1. Starkregen und Erosionsschäden

Abgesehen von den Schlag- und Prallwirkungen der Regentropfen, die hier nicht weiter betrachtet werden sollen, entstehen die Schäden bei gewitterbedingten Starkregen erst nach Akkumulation des Niederschlagswassers.[24] Es kann bei Abfließen im Gelände Erosion verursachen, dadurch wertvolles Bodenmaterial wegführen und den Bodenabtrag unter ungünstigen Umständen schließlich derart stark anwachsen lassen, dass eine Bewirtschaftung durchaus erschwert, mitunter stellenweise sogar unmöglich gemacht wird, wie dies aus dem Mittelmeerraum bestens bekannt ist.

Je nach Intensität des Abflusses werden verschiedene Formen der Erosion in nicht-bebautem Gelände unterschieden (RICHTER 1965; RICHTER 1976):
Verspülungen treten bei geringer Abflussleistung und bei nur schwacher Hangneigung auf. Dabei handelt es sich lediglich um einen geringfügigen Transport der Bodenteilchen von erhöhten in vertiefte Stellen des Geländes. Als Übergang von der Verspülung zur Rillenspülung ist die flächenhafte Rillenspülung anzusehen. Sie tritt bei geringer Abflussleistung unter mäßiger Hangneigung auf und vertransportiert flächenhaft die Bodenteilchen, allerdings nur in einer Mächtigkeit von wenigen Zentimetern.

Die Rillenspülung kommt bei mäßiger Abflussleistung und mittlerer Hangneigung zum Zuge. Hierunter wird eine linienhafte Erosionsform mit netz- oder baumförmiger Struktur (SCHMITT 1952) verstanden, die im Bereich des Pflughorizontes die Bodenteilchen vertransportiert, in einer maximalen Breite von bis zu 0,5 m. Verstärkt sich bei mittlerer Hangneigung der Abfluss, so geht die Rillen- in die Rinnenspülung über. Sie tritt als flächenhaft erweiterte Rillenspülung (über 0,5 m) auf und vertransportiert ebenfalls die Bodenteilchen im Bereich des Pflughorizontes. Formen wie Großrinnen (Breite: 1,5 – 3 m) und Flutrinnen (> 3 m) können hierbei weiter unterschieden werden. Charakteristisch ist dabei, dass der Bodentransport lediglich im Bereich des Mutterbodens erfolgt, eine Tiefenerosion findet nicht statt.

Bei einer linienhaften Abtragung, die sich im Gegensatz zu den vorstehend beschriebenen Formen gleichzeitig auch in die Tiefe über den Pflughorizont hinaus fortsetzt, wird von Grabenreißen gesprochen. Diese Form tritt dann auf, wenn starke Abflussleistung und große Hangneigung zusammenkommen. Dabei wird das Material bis maximal an die Untergrenze des Bodenprofils abgetragen. Erfolgt eine linienhafte Erosion bis ins Anstehende hinein, min-

[24] Ein Starkregen ist damit die einzige gewitterbedingte Erscheinungsform, die nicht unmittelbar durch ihr Auftreten den stärksten Schaden anrichtet. Dies war im übrigen einer der Gründe, warum bei der Betrachtung von Schwergewittern die starkniederschlagsintensiven Gewitter lange Zeit kaum beachtet wurden.

destens aber mit einer Tiefe von 1 m, so wird dieser Prozess als Schluchtreißen bezeichnet. In der Literatur über signifikante Wettervorgänge im Bereich des UG sind immer wieder Hinweise darüber enthalten, dass allein schon durch ein einzelnes Starkregenereignis solche massiven Schluchtbildungen vorgekommen sind (RUPPERT 1952; SCHMITT 1952; KRAMM 1994).

4.3.2.2. Starkregen und Massenbewegung

Gewitterbedingte Starkregen können auch Rutsch- und Sturzbewegungen von Erd- und Felsmassen auslösen. Dieser Prozess setzt dann ein, wenn das Gleichgewicht zwischen den rückhaltenden Kräften im Hang und den angreifenden Kräften im Hang gestört wird. Das Material setzt sich dann hangabwärts in Bewegung und wird an anderer Stelle akkumuliert. DAMM (2002) hat eine Untersuchung über Rutschungen im Fulda- und Oberweserraum durchgeführt und fand in über 50% aller Fälle Niederschlag und Schmelzwasser als primär auslösende Faktoren von Massenbewegung in der Region. Dabei spielt natürlich neben dem Einzelereignis auch die Gesamtwasserbilanz über einen längeren Zeitraum eine wesentliche Rolle (KRAUTER 1994), so dass Rutschungen insbesondere in niederschlagsreichen Witterungsperioden überdurchschnittlich häufig vorkommen. Doch auch die gewitterbedingten Starkregen sind als Auslöser von Rutschungen anzusehen, insbesondere dann, wenn die Sommerhalbjahre niederschlagsreich verlaufen (z.B. 1931, 1965).

4.3.2.3. Gewitterbedingte Hochwasserereignisse

Durch die bei den Gewittern auftretenden exzessiven Niederschlagsspenden können kurzzeitig und lokal Hochwässer verschiedener Stärke und Intensität verursacht werden. Größe und Form der von den Starkregen überdeckten Gewässereinzugsgebieten sowie das Gefälle in den Einzugsgebieten sind ausschlaggebend für das Zustandekommen maximaler Spitzenabflüsse. Diese sind am größten in Einzugsgebieten, die vollständig von einem Ereignis überregnet werden (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1998). Spitzenabflüsse bei sommerlichen Gewitterregen werden aufgrund des häufig isolierten Vorkommens der Ereignisse sehr oft in kleinen, runden Einzugsgebieten beobachtet. Meist ist jedoch nur ein Teil des Einzugsgebietes von einem gewitterbedingten Hochwasser betroffen. Große Abflüsse in gleichzeitig großen Einzugsgebieten treten rein gewitterbedingt dagegen selten auf. Möglich sind sie beim Vorkommen von Gewitterserien und Gewitterfolgen über einer Region sowie bei konvektiv verstärkten Regengüssen, wie sie im Rahmen von mesoskaligen Aufgleitvorgängen an sommerlichen Kaltlufttropfen oder Teiltiefs mitunter vorkommen können

(WEHRY 1968) und auch im UG bisweilen vorgekommen sind. Da Einzugsgebiete in bergigem Gelände das stärkste Gefälle aufweisen, werden dort häufig die größten Abflüsse festgestellt. Dort kommen auch häufiger große Niederschlagssummen vor, so dass Schadensabflüsse verstärkt im Bereich der aus dem Gebirge entströmenden Gewässer zu erwarten sind, besonders dort, wo mehrere Gewässer aus der Gebirgsregion zusammentreffen (s. hierzu auch wieder GEGENWART 1952).

Die Abflüsse in kleinen, steilen Einzugsgebieten besitzen häufig eine enorme Transportkraft des Wassers. Schwere Gegenstände können mitgerissen und fortgeschwemmt werden, mitunter werden ganze Gebäude zum Einsturz gebracht. Hierfür müssen nicht die verheerenden *Flash-Floods* in den USA als Beispiel herangezogen werden; auch im größeren Umfeld des UG traten während des Untersuchungszeitraumes sowie davor und danach einige Starkregenereignisse auf, deren Schadensverlauf mit den schlimmsten Fällen gewitterbedingter Hochwässer verglichen werden kann (s. Kapitel 6.3.).

4.4. Gewitter und Hagelschäden

> *„Ferner waren in diesem Jahr viele sehr schwere Gewitter, unter anderem eins am 24. Juny Nachmittags zwischen 2 und drey Uhr, welches durch Hagelschlag die Gemarkungen der durstigen Gemeinden Sellnrod und Schmitten fast ganz verwüstete, und sogar das Gras auf den Wiesen so zerschlug, daß es darauf aussah, als im Herbste. Auch die benachbarten Gemeinden Altenhain, Wohnfeld u. Höckersdorf litten theilweise durch diesen Hagelschlag u. Überschwemmungen. 4 bis 5 Tage danach konnte man an manchen Orten noch Schlossen u. zusammengefloßenes Eis finden. Auch die Fenster, die gegen das Wetter zu waren, wurden zum Theil zertrümmert.“*[25]

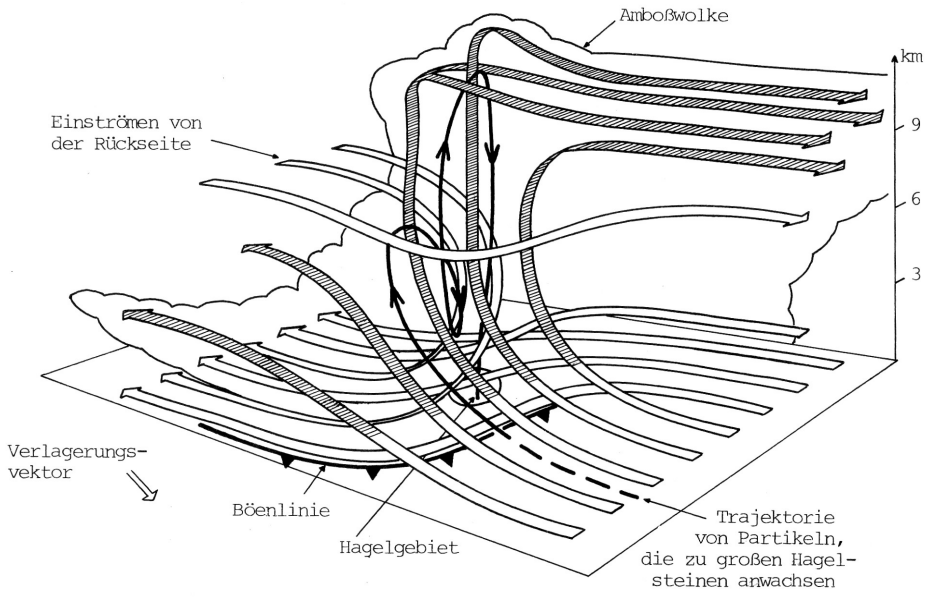
4.4.1. Die Hagelbildung im Cb

Die Vergrößerung der im Cb befindlichen Eispartikel geschieht dadurch, dass die Eispartikel andere (kleinere) Eiskristalle oder unterkühlte Wassertröpfchen einsammeln, oder dass sich unterkühlte Tröpfchen an den Eispartikeln anlagern. Dabei ist charakteristisch, dass wie beim Anwachsen der flüssigen Teilchen auch hier die größeren Eispartikel auf Kosten der kleineren Partikel anwachsen (PRUPPACHER und KLETT ^{2}1997; KNIGHT und KNIGHT 2001). Für das Anwachsen der Hagelkörner ist das Zusammenspiel zwischen den Hydrometeoren und dem Auf- und Abwindbereich im Cb ausschlaggebend. Eispartikel, die sich im stärksten Aufwindbereich der Wolke befinden, werden infolge der dort herrschenden Aufwindgeschwindigkeit häufig direkt in die oberen divergierenden Eisfahnen der Cb verfrachtet. Ihre

[25] Aus: Kirchenbuch 4 der Gemeinde Bobenhausen II (ZEKHN Da).

Funktion als Sammler kleinerer Eisteilchen ist infolge ihrer verringerten Verweildauer am gleichen Ort sehr beschränkt – Eispartikel im Innern des Aufwindbereiches kommen daher als Produzenten großer Hagelkörner nicht in Frage. Es sind vielmehr die Eispartikel am Rande des Aufwindbereiches, die eine entscheidende Rolle spielen (BROWNING 1977; KNIGHT und KNIGHT 2001). Ihre Effizienz als Sammler kleinerer Teilchen ist vor allem dann am größten, wenn die Aufwindgeschwindigkeit in der Wolke die eigene Fallgeschwindigkeit der Teilchen nur um wenige Meter pro Sekunde übertrifft. Dann ist die Verweildauer am jeweiligen Ort im Cb am größten. Die größten Hagelkörner entstehen somit am (meist südlichen und in Zugrichtung gesehen rückwärtigen) Rand des stärksten Aufwindbereichs (*Updrafts*) im Cb (s.a. Abb. 11). Das weitere Wachstum dieser sogenannten Hagel-Embryos erfolgt anschließend durch das permanente Auf und Ab im Bereich des Aufwindes (*Updrafts*) (Abb. 21), wobei neueste Erkenntnisse zeigen, dass die Vertikalbewegungen der wachsenden Hagelkörner nicht zu groß ausfallen, sondern sich in überschaubaren Regionen innerhalb der Aufwindregion abspielen (KNIGHT und KNIGHT 2001). Für das Erreichen maximaler Hagelkorngrößen ist somit nicht die Aufwindgeschwindigkeit im Cb alleine ausschlaggebend, wie zuvor lange angenommen wurde. Der Hagelwachstumsprozess erfolgt in Multizellen und Superzellen in gleicher Weise. Aufgrund des beständigeren Aufwindsystems in einer Superzelle werden hier jedoch regelmäßig die größten Hagelkorndurchmesser erreicht (s.a. Abb. 12).

Abb. 21: Schematische Darstellung der Luftströmungen in einem hagelproduzierenden System (schraffiert = Bereich mit Kondensation) (aus: KURZ 1986)



Klimatologisch bedeutsam ist darüber hinaus die Tatsache, dass die Windscherung im Cb nicht zu groß ausfallen darf, da ansonsten die Eispartikel vor Erreichen maximaler Größen aus dem Aufwindbereich herausgeschleudert werden. Dies ist auch einer der Gründe, warum große Hagelkörner in schnellziehenden, durch starke bis sehr starke Windscherung gekennzeichnete Böenfronten (*Squall Lines*) seltener auftreten im Vergleich zu isolierten bzw. gruppierten Multizellen oder Superzellen (s. Kapitel 6.4.). Diese durch mäßige bis starke Windscherung gekennzeichneten Systeme bilden sich verstärkt im Lee von Gebirgen, was wiederum erklärt, warum der mittlere Westen der USA (z.B. Nebraska) (CHANGNON 1977), aber auch das südliche Mitteleuropa im Bereich der Alpen (z.B. Steiermark) (WAKONIGG 1978) auf der Nordhalbkugel der Erde zu den Regionen mit den größtmöglichen auftretenden Hagelkorngrößen gehört und damit dem stärksten Hagelrisiko ausgesetzt ist.[26]

Aufgrund der Verlagerung der Gewitter spiegelt sich das Ausfallen des Hagels bei einem Ereignis auf dem Erdboden in langgestreckten Hagelzugbahnen (*hailswaths*) wider (GOKHALE 1975; CHANGNON 1977). In den Bahnen wiederum wechseln sich einzelne Hagelstreifen (*hailstreaks*) miteinander ab, in denen der Hagelschlag hinsichtlich Größenordnung und Falldichte Maxima annimmt. Diese sind das Abbild der Zentren der jeweils hagelproduzierenden Zellen. In ihrem Bereich kommt es zu den stärksten Hagelschäden. Diese sind im mikroskaligen Bereich aber schließlich ebenfalls nicht gleichförmig verteilt, sondern weisen einzelne Striche (*hailstripes*) unterschiedlicher Schadensausmaße auf.

4.4.2. Hagelschäden

Abgesehen von indirekt wirkenden Beeinflussungen, wie z.B. Kälteschäden, deren Auswirkungen als gering zu erachten sind (JÜRGENS 1969), entstehen die Hagelschäden durch mechanische Beanspruchung des getroffenen Gegenstandes beim Auftreffen der Hagelkörner. Dabei wirken sich Hagelkorngröße, Hagelfalldichte, Hagelfalldauer, Hagelfallgeschwindigkeit und die Härte der Hagelkörner ganz entscheidend auf das Ausmaß des entstehenden Schadens aus (GOKHALE 1975; KESSLER ^{2}1985). Dazu kommt der Wind als weiterer Faktor, der die Geschwindigkeit und den Fallwinkel der Hagelkörner entscheidend mit beeinflussen kann. Indirekt wirken sich auch der den Hagel begleitende Starkregen sowie die Witterung nach dem Hagelschlag auf die entstehenden Schäden aus.

[26] Kurz vor Abschluss dieser Arbeit fand am 22. Juni 2003 in Aurora (Nebraska) ein extremes Hagelereignis statt, wobei u.a. ein Hagelkorn mit einem Durchmesser von 7,0 Inches (= 17,8 cm) bei einem Umfang von 18,75 Inches (= 47,6 cm) verifiziert wurde. Dies stellt möglicherweise den bisherigen Weltrekord dar.

Große Schäden entstehen regelmäßig bei Hagelschlag in Regionen mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung (s. Abb. 17). Die pflanzlichen Erzeugnisse, häufig Getreide, können unterschiedlichste Schadensformen erleiden. Beim sogenannten Anschlag, der leichtesten Schadensform, zeigen die Nutzpflanzen an den Anschlagsstellen Verfärbungen, wobei die getroffenen äußeren Gewebeschichten dort absterben können. Die inneren Leitungsbahnen zeigen beim Anschlag aber keine Beschädigung. Schwerer wiegen hingegen Halmbrüche, Halmknickungen, Zerschlitzungen oder gar Abrisse. Diese können zu einem teilweisen bzw. gar totalen Ernteausfall führen, da die betroffenen Pflanzenteile vollständig absterben können. Besonders hagelempfindliche Pflanzen, wie z.B. Tabakpflanzen oder Weinreben, erleiden nicht selten Totalausfall, wie bei der Beschreibung einzelner Ereignisse immer wieder erwähnt wird (s. z.B. BASSERMANN-JORDAN [3]1975). Beim Vorkommen von Hagelschlägen an Pflanzen ist es entscheidend, während welcher Entwicklungsphase er auftritt. Im frühen Stadium können Hagelschäden noch besser überstanden werden (durch Auswuchs) als in späteren Stadien, wie z.B. dem Ährenschieben, der Blüte und der Vollreife.

Hagel kann auch enorme Sachschäden an anderen getroffenen Gegenständen verursachen. So können Fenster, Fassadenteile oder gar Dächer (s. Abb. 18) von einzelnen Körnern durchschlagen werden (mit Folgeschäden z.B. durch eindringendes Niederschlagswasser). Besonders kostspielige Schäden entstehen in Gärtnereien oder an Solardächern sowie an Wintergärten. Auch Autos und Flugzeuge können schwere Schäden erleiden. Berühmtes Beispiel ist der 12. Juli 1984, bei dem in München durch ein Schwergewitter Versicherungsschäden allein in Höhe von 1,5 Mrd. DM angerichtet wurden, dem bislang größten Einzelgewitterschaden weltweit (MÜNCHENER RÜCK 1984; KURZ 1986). Auch Tier- und Personenschäden können bei starken und extremen Hagelschlägen vorkommen, wie es auch im UG während des berücksichtigten Zeitraums der Fall war.

4.5. Gewitter und Sturmschäden

„Im Jahre 1767, welches nach Auszuge der Zeitungen fast in allen Theilen und Ländern der Welt, besonders in Europa und Deutschland wegen der vielen Gewitter und Wetterschaden, merkwürdig bleiben wird, ist ein solches Donnerwetter den 27ten Juni. den Sonnabend Abend von Michelau, Lißberg und Laiß über den Steinberg, nach Gedern, Oberseemen und über den Vogelsberg nach dem Fuldischen gezogen, als man beij Menschen Gedenken, hier nicht weiß. Auf dem Steinberge ist alle Frucht, besonders das Korn, ungemein viele und starke Bäume in den Wäldern, Feldern und Gärten, niedergeschlagen, die Fenster zerschmissen und viele Dächer abgedeckt. Eben so hat es zu Gedern gegangen, allwo das Wetter auch wirklich in ein Hauß geschlagen hat. Zu Oberseemen hat es einige Scheu-

ern umgerissen, und den Kirchthurm von der neuerbauten Kirche mit den dreij neuen Glocken umgerissen, und zu Boden geworfen. [...]“[27]

4.5.1. Die Entstehung von Gewitterstürmen durch Abwind im Cb

Sobald der im Gewitter entstandene Abwind (s. Kapitel 4.3.1.) den Erdboden erreicht hat, breitet er sich dort unterhalb der Wolke fächerförmig aus. Aufgrund der Zuggeschwindigkeit des gesamten Systems findet sich eine vorwärts gerichtete Bewegungskomponente. Dadurch wird auf der Vorderseite des Gewitters (in Zugrichtung gesehen) die Bildung einer Böenwalze (*Gust Front*) eingeleitet (BROWNING [2]1985; SASAKI und BAXTER [2]1985; WAKIMOTO 2001). Es ist dies jene Erscheinungsform bei einem Gewitter, die in den Quellen aufgrund ihrer drohenden Auffälligkeit als Wolkenform am häufigsten erwähnt wird (s. Abb. 10, Abb. 13).

Die Geschwindigkeit des Abwindes (*Downdrafts*) wird durch die Masse des Niederschlags, durch Abkühlungsprozesse, durch Entrainment und durch Druckausgleichsvorgänge weiter beeinflusst. Eine wichtige Rolle spielt in den größeren Gewittersystemen auch die im mitteltroposphärischen Niveau einströmende Umgebungsluft, die im *Downdraft* nach unten transportiert wird (s. Abb. 21). All diese Prozesse können die Geschwindigkeit des Abwindes derart beschleunigen, dass im Bereich der Böenfront der aus dem Cb herauswehende Wind am Boden mitunter Sturm- und Orkanstärke annimmt. Damit können die Gewitterböen (*Downbursts*) Schäden verursachen (KOSCHMIEDER 1940; FAUST 1951; GURKA 1976; FUJITA 1985; BLUESTEIN 1993; BISSOLLI 1995; WAKIMOTO 2001). Die Schadensspanne umfasst dabei lokale Schadensspuren sogenannter *Micro-Bursts*, deren Länge 4 km definitionsgemäß nicht überschreitet (FUJITA 1981; FUJITA 1985), und deren scharf abgegrenzte Schadensgasse nicht selten mit der Schadensspur einer Trombe verwechselt wird (s. Abb. 19). In ihrem Bereich kommt es innerhalb von nur wenigen Minuten auf engstem Raum mitunter zu schwersten Schäden. *Micro-Bursts* können isoliert (im UG z.B. 05.07.1980), aber auch im Verbund mit größerflächigen Sturmschäden auftreten (FUJITA und WAKIMOTO 1981). Diese größeren Sturmereignisse werden als *Macro-Bursts* bezeichnet, wenn ihre Länge 4 km überschreitet (FUJITA 1985). Es sind dies die wohlbekannten Sturm- und Orkanböen, die in Verbindung mit Multizellen, Superzellen oder Gewitterfronten (*Squall Lines*) jedes Jahr über zumindest einige Teile des UG hinwegziehen. Die intensivsten dieser Erscheinungsformen erhalten sich über mehrere Hundert Kilometer Weglänge und sorgen in diesem Bereich

[27] Aus: 2. Kirchenbuch der Gemeinde Hirzenhain (ZEKHN Da).

nicht selten für verheerende Schäden. Diese mitunter im Satellitenbild ein kommaförmiges Aussehen annehmenden Gewitterfronten (*Bow Echos*) werden in den USA als *Derechos* bezeichnet (HANE 1986; JOHNS und HIRT 1987; JOHNS 1993).

4.5.2. Die Entstehung von Tromben

Schäden können auch durch Tromben verursacht werden. Deren Entstehung ist noch nicht restlos geklärt, sie unterscheidet sich jedoch prinzipiell von den Entstehungsmechanismen der Gewitterböen. Eine große Rolle bei der Bildung vor allem von signifikanten Großtromben (*Tornados*) spielen starke, rotierende Aufwinde (Mesozyklonen) in Superzellen. Im Bereich der stärksten konvergenten Luftströmung entstehen dann (sowohl erdbodennah als auch im Bereich des Cb) Luftwirbel mit vertikaler Achse (DAVIES-JONES [2]1985; BLUESTEIN und GOLDEN 1993; DAVIES-JONES, TRAPP und BLUESTEIN 2001), die sich anschließend zu Tromben (*Tornados*) vergrößern und weiter verstärken können. Weniger signifikante Tromben können auch dann entstehen, wenn die im Bereich von Windkonvergenzen (z.B. an Fronten) entstehenden erdbodennahen zyklonalen Wirbel durch Konvektion vertikal verfrachtet und dabei gestreckt werden (hierzu gehören die sogenannten *Gustnados* im Bereich von *Squall Lines* sowie die bekannten Wasserhosen, die häufig in küstennahen Regionen Deutschlands auftreten). Nicht wenige Tromben, die im UG während des Untersuchungszeitraumes vorgekommen sind, dürften auf diese Entstehungsweise zurückzuführen sein.

Tornados können sich in einem *MCS* bei entsprechenden Bedingungen wiederholt hintereinander entwickeln. Dann wird von Tornadofamilien gesprochen, deren Schadensspuren sich in manchen Fällen (leicht versetzt) über Hunderte von Kilometern hinweg erstrecken können. Auch Gewitterböen (*Downbursts*) können zusammen mit Tromben vorkommen (FUJITA 1981; FORBES und WAKIMOTO 1983). Die bei den Tromben entstehenden Schäden fallen aufgrund ihrer Heftigkeit und Einzigartigkeit (z.B. in Form und Verlauf) häufig derart signifikant aus, dass sie schon früh dazu verwendet wurden, um aus den hinterlassenen „Spuren“ dieser gewitterbedingten Erscheinung Rückschlüsse auf das dazu verantwortliche Gewittersystem zu ziehen (FUJITA und SMITH 1993).

4.5.3. Sturmschäden

Verlauf und Ausmaß der gewitterbedingten Sturmschäden (*Downburst* und *Tornado*) werden wie bei den anderen erwähnten Phänomenen neben den atmosphärischen Parametern auch von den geographischen Faktoren beeinflusst. Hierzu gehört die Wirkung des Untergrundes auf das Strömungsfeld des Windes (GEIGER 1950). Bei signifikanten Großtromben wurde

allerdings bisweilen auch beobachtet, dass die Topographie eine nur sehr geringe Rolle spielen kann (ABBEY und FUJITA [2]1983).

Neben den hier nicht weiter berücksichtigten indirekt auftretenden Schäden wie Winderosion, Austrocknung oder das windbedingte Gegeneinanderreiben und -peitschen von Zweigen verursachen gewitterbedingte Stürme stets unmittelbar auftretende Schäden. An einzelstehenden Bäumen und in Wäldern kommt Sturmbruch und Sturmwurf vor (ROTTMANN 1986). Bei einem Sturmbruch werden Stamm oder Wurzel beschädigt (auch Wipfel- und Astbrüche kommen vor), während Teile der Wurzel im Boden verbleiben. Dies ist eine bevorzugte Schadensform an Standorten, an denen die Bäume tief im Boden verankert sind. Bei Sturmwurf verändert die gesamte Wurzel ihre Lage, so kann sie z.B. im Boden gedreht oder als Wurzelteller mit dem gesamten Baum herausgehoben werden. Dies kommt z.B. auf nassen Böden oder bei flachwurzelnden Bäumen vor. Sturmwurf und Sturmbruch können gemeinsam vorkommen, und zwar in Form von Einzel- oder Flächenschäden. Auch besondere Formen wie Nester- oder Gassenbrüche und –würfe (s. Abb. 19) sind möglich, beispielsweise durch lokale Verstärkungen in der Gewitterböe (s. z.B. FAUST 1948), durch Tromben oder punktuell auftretende *Micro-Bursts* („*Starbursts*“ nach FUJITA 1985). Die Schadensverläufe durch Gewitterböen und Tromben können sich stark ähneln. Einerseits führen auch Gewitterböen mitunter zu scharf abgegrenzten Schadensgassen (FUJITA 1985; FUJITA und SMITH 1993) und zu Verwirbelungen, die sich auch im Schadensmuster erkennen lassen. Zum anderen ist eine Verwirbelung im Schadensverlauf von Tromben nicht immer erkennbar. Dadurch wird es mitunter sehr schwer, die für die jeweiligen Schäden verantwortliche Naturerscheinung genau zu identifizieren, insbesondere dann, wenn die Schäden in mannigfaltiger Form und großräumig im Verlauf einer Gewitterfront auftreten.[28]

Gewitterböen und Tromben verursachen auch an Bauwerken und anderen Strukturen mitunter enorme Sachschäden. Dabei wirken auf Bauwerke der durch den Wind verursachte Staudruck sowie der Umströmungsdruck und der Umströmungssog. Das Verhalten eines Bauwerkes gegenüber dem Wind wird stark beeinflusst durch die Konstruktion des Hauses, die Orientierung des Gebäudes gegenüber der Windrichtung, die Geometrie des Bauwerkes, der Schutz

[28] Es ist dabei zu beobachten, dass bei der Beurteilung von gewitterbedingten Sturmschäden häufig unterschiedslos von „Windhosen“ gesprochen wird, gleichgültig, ob Gewitterböen oder Tromben als Verursacher für die Schäden in Frage kommen. Auch bei der Untersuchung von Sturmschäden vor Ort wird mitunter zugunsten eines Trombenereignisses entschieden, obwohl Beobachtungen und Schadensmuster eher für Schäden durch Gewitterböen sprechen (s. z.B. hierzu die Untersuchung von gewitterbedingten Sturmschäden einer *Squall Line* durch HUBRIG 1999).

durch benachbarte Bauten oder Bäume und die Struktur des Terrains (MINOR ^{2}1983). Offene, exponierte Regionen sind daher von gewitterbedingten Sturmschäden stärker betroffen als raues, stark gegliedertes Gelände (GEIGER 1950; s. auch Kapitel 6.5.). Dächer sind dabei besonders anfällig, da sie als höherreichende Strukturen stärker in das Windfeld hineinragen, und gleichzeitig stärker an Dachkanten und Traufen durch den Wind angegriffen werden können. Oft sind es auch unzureichende Verankerungen der Dachkonstruktionen, das geringe Gewicht sowie die ungenügende Instandhaltung der Aufbauten, die zu Schäden bzw. zur Vergrößerung der Schäden führen können (MÜNCHENER RÜCK 1990). Gleiches gilt für hohe Bauten wie Masten, Kräne, Schornsteine und Türme, die durch die angreifenden Windkräfte in starke Schwingungen versetzt werden könne. An Fassadenteilen und Außenwänden von Häusern können durch die beschriebenen Kräfte starke Schäden verursacht werden, wobei hier aufgrund der zunehmenden Verwendung teurer Materialien (z.B. Glas, Kunststoff, Leichtmetall) eine entsprechende Vergrößerung von kostenintensiven Schäden zu beobachten ist. Die intensivsten Schäden werden durch die signifikanten Großtromben (*Tornados*) aufgrund der stark wechselnden Druck- und Sogvorgänge verursacht. Ironischerweise helfen gerade die hierbei vorkommenden Schäden in sehr guter Weise, Rückschlüsse über das dafür verantwortliche meteorologische Geschehen ziehen zu können durch die Analyse von Verteilungsform und –richtung der zunächst von den Tromben zerstörten und anschließend vom Sturm verfrachteten Gegenstände (CHURCH et al 1993; MAGSIG und SNOW 1998).

5. Methodik der Untersuchung

Die vorstehenden theoretischen Ausführungen haben klar gemacht, dass schadensrelevante Gewitter zahlreiche unterschiedliche Formen, Verläufe und Ausmaße annehmen können. Die Möglichkeiten der Katalogisierung, Auswertung, Interpretation und Kategorisierung vergangener und historischer Gewitterereignisse im UG hängen somit strikt von der Art und der Verfügbarkeit des Datenmaterials ab. In den folgenden Abschnitten werden die hierfür notwendigen methodischen Schritte erläutert.

5.1. Zur Auswertung vergangener und historischer Gewitterereignisse

Es stellt sich zunächst die Frage, mit welchem Datenmaterial die raum-zeitlichen Eigenschaften der vergangenen und historischen schadensrelevanten Gewitterereignisse im UG gemäß der in Kapitel 1, S. 4, dargelegten Aufgabenstellung zu erhalten sind. Eine Zusammenstellung der für eine Gewitteranalyse insgesamt zur Verfügung stehenden Datenarten ergibt dabei fol-

gendes, wobei die bereits in Kapitel 1, S. 6, erläuterten Vor- und Nachteile des jeweiligen Datenmaterials hier noch einmal in grober Form skizziert werden sollen:

a) Satelliten-, Radar- und Blitzortungsdaten:

Vorteile: Realtime-Daten, permanente und flächendeckende Überwachung durchführbar. Mittels Tracking der Gewitterzellen ist im Nowcasting eine exakte Gewitterprognose möglich.

Nachteile: Material erst seit wenigen Jahren verfügbar, daher sind lediglich ansatzweise klimatologische Aussagen möglich. Datenerhebung „von oben" bzw. „von der Seite" vermittelt keine Rückschlüsse über Verlauf und Ausmaß von Ereignissen und Schäden. Datenerhebung ist kostenintensiv.

b) Stationsmessdaten:

Vorteile: Genaue, kontinuierliche Erhebung von Daten möglich. Datenmaterial ist untereinander vergleichbar, es kann detailliert Eigenschaften und Veränderungen der bei den Ereignissen stattfindenden Erscheinungsformen zeigen.

Nachteile: Aufgrund punktuell erfolgender Datenerhebung werden kleinräumige Erscheinungen häufig nicht erfasst. Datenerhebung „von unten" vermittelt durch bloße Registrierung von Zahlenwerten meist keine Rückschlüsse über Verlauf und Ausmaß von Ereignissen und Schäden. Kosten-, mitunter personalintensive Datenerhebung.

c) Schadensdaten:

Vorteile: Zeigen Verlauf und Ausmaß von Schadensgewitterereignissen. Es stellt das einzige Datenmaterial dar, das für vergangene und historische Ereignisse zur Verfügung steht.

Nachteile: Datenmaterial ist sehr heterogen. Darüber hinaus sehr verstreutes Vorkommen der Einzeldaten, wodurch sich vor der eigentlichen Auswertung zunächst eine sehr zeit- und kosten-, ggf. personalintensive Phase der Datenerfassung ergibt.

Diese Zusammenstellung zeigt noch einmal, dass für die in Kapitel 1 dargelegte Aufgabenstellung einzig die Verwendung von Schadensdaten in Frage kommt. Allerdings gibt es auch hier Einschränkungen: Zum einen hängt der Genauigkeitsgrad der jeweiligen Untersuchung von der Daten"dichte", d.h. der Anzahl der zur Verfügung stehenden Einzeldaten, ab. Zum anderen steht das gesamte Spektrum der Schadensdaten nicht ohne weiteres von vornherein zur Verfügung. So spielen natürliche Schadensdaten für die Belange dieser Arbeit keine Rolle. Die Begründung hierfür ist klar: Die in der Natur verbliebenen „Spuren" dieser Wetterer-

scheinungen verschwinden rasch, von wenigen Ausnahmen einmal abgesehen.[29] Informationen über ein Schadensereignis können besser in Form schriftlicher und bildlicher Quellen festgehalten und so ggf. für eine spätere Auswertung zur Verfügung gestellt werden.

Bildliche Quellen stehen in unterschiedlichen Formen zur Verfügung. In der aktuellen Gewitterforschung sind es gerade die Film- und Fotodokumentationen, mit denen sich bei der Observation, Auswertung und Klassifizierung von Gewittern und Gewittererscheinungen die besten Ergebnisse erzielen lassen. So werden in Nordamerika auf diese Weise die Schadensspuren der *Downburst*- und Tornadoereignisse aufgenommen, um die Ereignisse nach Intensität klassifizieren zu können (FUJITA und SMITH 1993). BLUESTEIN und PARKS (1983) führten so eine Untersuchung über niederschlagsarme Superzellen (*low precipitation supercells*) durch.[30] In jüngster Zeit kommen auch Satellitenaufnahmen zur Verwendung, um z.B. die Hagelschadensverteilung in einer Region nach einem Ereignis aufschlüsseln zu können.

Allerdings muss festgehalten werden, dass diese Form des Datenmaterials weltweit erst seit einigen Jahrzehnten in der Gewitterforschung benutzt wird. Bislang liegen nur für Einzelereignisse hiervon Auswertungen vor. Daher ist es für die in dieser Arbeit verfolgten Zwecke viel zu selten, um als auszuwertende Quelle in Frage kommen zu können.

Weiteres bildliches Datenmaterial kann bei vergangenen und historischen Gewitterereignissen in Form von Illustrationen, Gemälden, Drucken, Schautafeln oder Reliefs vorliegen, wobei

---

[29] Dies sind in erster Linie Massenbewegungen und Massentransporte, die über längere Zeit als „Spuren" des Ereignisses in der Landschaft vorhanden bleiben können. Allerdings unterliegen sie beständig erosiven Abtragungs- und anthropogenen Umformungsprozessen. Schließlich werden sie derart überprägt, dass sie einem bestimmten Ereignis kaum noch zuzuordnen sind. Dass Extremniederschläge in Form einer sogenannten Event-Formung (HAHN 1992, S. 10) weitreichende morphologische Auswirkungen besitzen können, steht außer Frage. Wo es um eine Rekonstruktion mittlerer klimatischer Verhältnisse geht, können diese Formungsprozesse und andere meteorologisch bedingte Ereignis-„Spuren" in einigen Fällen sogar als Hilfsmittel eingesetzt werden, wie dies z.B. durch Interpretation von Bodenprofilen für den Nachweis von Starkregen im 14. Jh. genutzt wurde (z.B. BORK 1985; BORK 1988), oder wie dies ALLEN (1992) bei der Deutung der Fallrichtung von bei postglazialen Sturmereignissen umgestürzten Bäumen durchgeführt hat. Für die Untersuchung über die raumzeitlichen Eigenschaften von Schadensgewittern ist das Vorhandensein dieses nach LAMB (1977) terminologisch zu den natürlichen Daten zu rechnenden Materials auf jeden Fall zu selten, als dass es als zuverlässige Informationsquelle berücksichtigt werden kann.

[30] Dabei heben die Autoren ausdrücklich die Vorzüge von Film- und Photoaufnahmen hervor: „*Visual observation is currently the best technique for LP-storm identification.*" (BLUSTEIN and PARKS 1983, S. 2035). Diese Ansicht wird von KESSLER ([2]1988) generell geteilt im Hinblick auf die bevorzugte Technik zur Beobachtung und Dokumentation von Gewittern.

diese Daten nach GLASER (2001, S. 13) zum Bestandteil der anthropogenen Sachquellen zur Gewinnung von Klimainformationen zu rechnen sind. Das Material kann zur fallweisen Untersuchung von Schadensereignissen herangezogen werden, mitunter auch zur flächendeckenden Auswertung und Rekonstruktion signifikanter Ereignisse, wie z.B. von Hochwasserereignissen (anhand von Hochwassermarken s. z.B. die Auswertungen von DEUTSCH (1998) sowie von DEUTSCH und PÖRTGE (2002)).[31] Allerdings ist auch hier bei nur isoliertem Vorhandensein die Aussagekraft dieser Bildquellen im Vergleich zu den Schriftquellen sehr beschränkt. Aussagen über Verlauf und Schadensausmaß von Gewitterschadensereignissen lassen sich in der Regel allein hierdurch nicht treffen. So muss der wissenschaftliche Erkenntniswert dieser genannten Bildquellen nach GLASER (2001, S. 21) daher „*in Ergänzung zu den textlichen Quellen gesehen werden*". In dieser Arbeit werden sie vor allem zur Veranschaulichung von Einzelereignissen herangezogen, wie sie z.B. als bildhafte Darstellung der Folgen von Schadensgewitterereignissen in Tageszeitungen vorkommen.

Somit bleiben zur Auswertung und Rekonstruktion vergangener und historischer Gewitterschadensereignisse die in schriftlicher Form vorliegenden Schadensdaten.

Zur Kategorie der Schadensdaten soll im folgenden das gesamte in Schriftform vorliegende Datenmaterial über

- ein Ereignis selbst,
- über dabei auftretende Erscheinungsformen und
- über Verlauf und Ausmaß der bei dem Ereignis entstandenen Schäden

verstanden werden.

Grundgedanke ist bei all dem, dass ein den Himmel Beobachtender die dort ablaufenden atmosphärischen Prozesse häufig als typisch ausgeprägte Himmelsansichten und Momentansituationen wahrnimmt, die hieraus resultierenden Folgewirkungen ebenso als typisch ausgeprägte Situationen und Zustände erfasst und daher wiederkehrende gleichartige oder ähnliche Ereignisse und Folgewirkungen in den Schadensdaten durch gleichartige oder ähnliche verbale Umschreibungen zuordnet.

Dass diese Idealvorstellung einer exakten Wiedergabe kleinräumiger Wetterereignisse und ihrer Folgen in den Schadensdaten nur in den allerseltensten Fällen (z.B. bei detaillierten Wet-

[31] Dass die Möglichkeit grundsätzlich besteht, durch Auswertungen von Bildquellen weitergehende meteorologische und klimatologische Aussagen treffen zu können, zeigten beispielsweise LAMB (1977, S. 273 f.) oder auch WEHRY und OSSING (1997) anhand der Analyse von Wolkenformen in Gemälden.

tertagebüchern) erfüllt wird, versteht sich von selbst. Werden dann noch die in Kapitel 1.2. angesprochene Kleinräumigkeit der Ereignisse und das unregelmäßige Auftreten der Ereignisse berücksichtigt, so wird klar, dass genaue Rückschlüsse über die raum-zeitlichen Eigenschaften von Gewitterschadensereignissen nur durch das Zusammenwirken einer Vielzahl verschiedener Schadensdaten erlangt werden können.

Schon LENKE (1960) hat gezeigt, dass es bereits mit Hilfe einer einzelnen Quelle möglich ist, Informationen über das großräumige herrschende Wettergeschehen zu erhalten, sofern die Informationsdichte genügend groß ist. Detaillierte Einzelquellen konnten auf diese Weise sogar synoptisch ausgewertet werden (GUDD 1992; GLASER und GUDD 1996). Vom Prinzip her können Schadensdaten über Gewitterereignisse in der gleichen Weise bearbeitet und ausgewertet werden, wenngleich der Rückgriff auf eine Einzelquelle aufgrund der Kleinräumigkeit des Ereignisses nur selten exakte Ergebnisse erwarten lässt. Hier versprechen vielmehr die Resultate umso genauer zu werden, je größer das zur Auswertung vorhandene Datenmaterial ist. Die Aussagen über vergangene gewitterbedingte Schadensereignisse können daher umso präziser ausfallen, je zahlreicher die über die Ereignisse verfügbaren Informationen zur Auswertung zur Verfügung stehen. Eine möglichst vollständige Zusammenführung aller verfügbaren Informationen über ein vergangenes und historisches Elementarereignis erlaubt somit auch eine am weitest gehende Aussage über die Eigenschaften dieses Ereignisses. Somit ergibt sich bei der Vielzahl der unterschiedlichen, weit verstreut vorkommenden Schadensdaten als einzig sinnvolle Vorgehensweise der Aufbau einer speziell hierzu angelegten Schadensdatenbank, in der das Material gesammelt wird und in der jede Einzelinformation ein Mosaiksteinchen eines gesamten Abbildes vergangener Wettererscheinungen darstellt.

5.2. Gewitterdatenbanken – ein Instrumentarium zur Bewertung meteorologischer Schadensereignisse

Wie bereits in Kapitel 1.2., S. 7, angesprochen, sind Gewitterdatenbanken ein erster Schritt dazu, die Auswirkungen möglicher (anthropogen bedingter) Klimaänderungen auf Extremereignisse besser abschätzen zu können. Doch nicht nur das. Sie sind generell das notwendige Instrumentarium dazu, das Naturrisiko „Gewitter“ mit seinen unterschiedlichen Erscheinungsformen besser verstehen und einschätzen zu können (BROOKS und DOSWELL 2001) und somit in Zukunft einen verbesserten Schutz vor gewitterbedingten Schadensereignissen zu erzielen. Insofern steckt in den in zahllosen Quellen vorhandenen Berichten über Schadensereignisse der Vergangenheit ein gigantisches Aussagepotential hinsichtlich möglicher Schadensereignisse der Zukunft.

Dabei ist der Grundgedanke, zum Zwecke der Bearbeitung und statistischen Analyse von gewitterbedingten Ereignissen Schadensdaten zu sammeln, nicht neu. So wurden Hagelschadensdaten bereits seit vielen Jahren aufgenommen, teilweise bereits seit dem 18. Jh. mit dem Entstehen der ersten Hagelversicherungsanstalten (ALBRECHT 1840; SCHMITT-LERMANN 1984). Mitunter wurden diese Datensammlungen später auch in größerem Umfang ausgewertet (z.B. BÜHLER (1890) über die Hagelschäden in Württemberg 1828-1887 oder TRAUTMANN (1963) über die Hagelhäufigkeit in Bayern 1952-1961). Auch die Erhebung von Blitzschadensdaten kann über einen langen Zeitraum zurückblicken. Insbesondere Daten über blitzbedingte Brände und Personenschäden fanden z.T. schon seit dem vorangegangenen Jahrhundert Eingang in offizielle, meist versicherungs- und elektrotechnisch relevante Statistiken (z.B. FREYBERG 1885; HARMS 1961; HÖSL 1961). Auch diese Datensammlungen wurden gelegentlich ausgewertet (z.B. HELLMANN 1886; BRODERSEN 1909; BRUCKMANN 1955; LEHMANN 1967).

Sturm- und Starkregenschäden fanden ebenfalls seit langem Eingang in Datensammlungen. Allerdings wurden dabei die gewitterbedingten Ereignisse in der Regel nicht gesondert betrachtet, so dass sich in solchen Auflistungen von Sturm- und Hochwasserereignissen oft unterschiedslos neben den Gewitterereignissen auch größerflächige Fälle wie Winterstürme oder Winterhochwässer finden, von denen sich wiederum in deutlich einfacherer Weise Schadensdaten erheben ließen. Dies macht sich insbesondere bei den Auswertungen über vergangene Sturm- bzw. Hochwasserereignisse bemerkbar, die sich aufgrund der verbesserten Datenlage in der Regel mit größerflächigen (makro- bzw. meso-α-skaligen) Ereignissen befassen (z.B. BARGMANN 1904; LAMB 1991; PFISTER und HÄCHLER 1991; KYNČIL 1992; LIEBSCHER, KRAHE und WITTE 1995).

Da die Sammlungen der Schadensdaten stets unter dem Gesichtspunkt der Auswertung der einzelnen Schadensarten standen, kam es nicht zur Zusammenfassung von Datenmaterial zum Zwecke der Auswertung und Analyse der für die Schäden verantwortlichen Gewitterarten. Da abgesehen von den wenigen Versuchen, Schadensdaten zentral zu sammeln (s. Kapitel 3.2.), das Datenmaterial stets isoliert erfasst wurde, liegt somit bis heute das Gros der Schadensdaten über gewitterbedingte Ereignisse verstreut, in sehr heterogener Form oder häufig noch unbearbeitet vor. Ein nicht unwesentlicher Teil der Daten blieb dabei wahrscheinlich bislang noch unentdeckt bzw. ging in den beiden Weltkriegen unwiederbringlich verloren. Ein wesentlicher Gesichtspunkt ist natürlich dabei auch die erst seit einigen Jahrzehnten verfügbare Computertechnologie, die erst in den letzten Jahren überhaupt in der Lage ist, ein derart großes Datenmaterial erfassen, verwalten und auswerten zu können.

Daher wurden umfassende und einen langen Zeitraum erfassende Gewitterschadensdatenbanken erst nach dem 2. WK zunächst ansatzweise in den USA und in den letzten Jahren verstärkt auch in anderen Ländern angelegt. Wegbereiter sind hier die USA, deren Anlage der Datenbanken bereits in die 50er Jahre zurückreicht, Anstoß hierzu war die Erforschung von Tornados (CHANGNON 1982; GRAZULIS 1993; BROOKS und DOSWELL 2001). Insbesondere durch die Anstrengungen einzelner konnte dabei die Sammlung signifikanter Tornados bis ins 17. Jahrhundert erweitert werden (s. z.B. GRAZULIS 1993). In den späteren Jahren wurden die Datenbanken auch auf andere signifikante Gewitterereignisse (Hagel, Starkregen, Blitzschlag) ausgedehnt (HALES und KELLY 1985, S. 13; HALES 1993). Inzwischen liegen zahlreiche klimatologische Bearbeitungen der einzelnen Parameter vor, wobei in der Regel Schadensdaten und Messdaten miteinander untersucht werden (z.B. ANTHONY 1988; CHANGNON und CHANGNON 1992; FIKE 1993; SAMMLER 1993; CURRAN, HOLLE und LOPEZ 1997; WEISS und VESCIO 1998; CHANGNON und CHANGNON 2000; CHANGNON 2001; WEISS, HART und JANISH 2002). Auch das Datenmaterial selbst sowie die Anlage der Datenbanken und die damit verbundenen Regularien unterliegen kritischen Auswertungen (HALES und KELLY 1985; DOSWELL und BURGESS 1988; HALES 1993; SCHAEFER et al 1993; SHEARMAN und OJALA 1999; BROOKS und DOSWELL 2001; McCARTHY 2003).

Neben anderen Ländern der Welt (z. B. Argentinien, Südafrika oder Japan (NIINO, FUJITANI und WATANABE 1997)), in denen inzwischen ebenfalls die Anlage von Schadensdaten begonnen wurde, werden zwischenzeitlich auch in Europa Schadensdatenbanken zum Studium von Schwergewittern zusammengestellt. Weitergehende Kenntnisse liegen bereits aus Großbritannien vor, deren Datensammlung ebenfalls beachtlich ist, und die mehrfach bereits klimatologisch ausgewertet wurde (REYNOLDS 1995; ELSOM 2001; ELSOM et al 2001; WEBB, ELSOM und REYNOLDS 2001), daneben aus Frankreich (PAUL 2001; VINET 2001). Auch in Teilen Ost- und Nordeuropas sind Schadensdatenbanken im Aufbau begriffen. Aus den publizierten Materialien wird dabei einmal mehr deutlich, dass die Auswertung dieses Datenmaterials nicht nur hilft, das Verständnis für schadensrelevante Gewittervorgänge zu fördern und die Gewittervorhersage zu verbessern, sondern dass damit auch eine Verbindung zur Historischen Klimatologie gefunden ist. Denn in manchen Fällen reicht das gesammelte Datenmaterial bereits weit in die Vergangenheit zurück (s. PFISTER 1998). Bei Fortführung des bisher eingeschlagenen Weges könnten in Zukunft Auswertungen so einen deutlich größeren Zeitraum als bisher abdecken. So haben z.B. BRÁZDIL und DOBROVOLNÝ (2003) aktuell eine Zeitreihe von konvektiv verursachten Sturmereignissen (*Downbursts* und Torna-

dos) in Tschechien zusammengestellt, welche die Zeitspanne 1500 bis 1999 abdeckt. Eines ihrer Ergebnisse ist zum Beispiel, dass gegen Ende des 16. Jh. und am Anfang des 17. Jh. die Häufigkeit von Berichten über Tornados ein deutliches Zwischenmaximum zeigt, was den Autoren nach möglicherweise durch das damals generell häufigere Vorkommen von kühlen, feuchten Sommern innerhalb der Kleinen Eiszeit und einer damit einhergehenden verstärkten Zonalität („*intensification of westerly flow of air*") erklärt werden kann.

In Zukunft also gehen aktuelle Gewitterforschung und Historische Klimatologie häufig gemeinsame Wege. Je weiter das Datenmaterial über Schadensereignisse in die Vergangenheit zurückreicht, umso größer wird unsere Kenntnis über deren raum-zeitliche Eigenschaften. Natürliche und ggf. anthropogen bedingte Schwankungen können so besser abgeschätzt und bewertet werden. So betonen auch BRÁZDIL und DOBROVOLNÝ (2003): „*For this reason it is important to extend records on meteorological extremes as far back as possible.*"

Wie bereits in Kapitel 1 und in Kapitel 3.2. erläutert, sind im deutschsprachigen Raum ebenfalls in den letzten Jahren einige erste Schritte unternommen worden, Datenbanken zu erstellen, insbesondere Datenmaterial über Tornados (HOLZER 2001; DOTZEK 2002) und starke Hagelgewitter (SCHIESSER et al 1997). Die jüngsten Bestrebungen, die Daten der entsprechenden Schadensereignisse in einem aufzubauenden und in Zukunft zu wachsenden „European Severe Storms Laboratory" (ESSL)[32] zu sammeln, sind dabei der folgerichtige Schritt auf dem Wege hin zu einer einheitlichen europäischen Schadensdatenbank und somit hin zu einer umfassenden Klimatologie schadensrelevanter meteorologischer Extremereignisse.

5.3. Das verwendete Datenmaterial

Angaben über Gewitterschadensereignisse und über Gewittervorgänge als solche im Bereich des UG können trotz der regionalen Betrachtungsweise dieser Untersuchung aus einer ungeheuren Vielfalt verschiedenster Quellen entnommen werden. Dies gilt sowohl für den Hauptuntersuchungszeitraum 1881-1980 als in auch noch wesentlich größerem Maße für den davor liegenden Zeitraum ab 1700. Um die außerordentliche Datenvielfalt effizient auswerten zu können, wurden in der Phase der Datenerfassung folgende methodische Schritte angewandt:

(1) Lokalisierung der wichtigsten Gewitterphasen der Hauptuntersuchungsperiode 1881-1980. Dies geschah mit Hilfe der von den jeweiligen Wetterdiensten publizierten Jahrbücher und Monatstabellen, aus denen die wichtigsten konvektiv geprägten Witterungsphasen hervorgingen (s. hierzu Kapitel 10, Literaturverzeichnis).

[32] Siehe im Internet: http://www.essl.org

(2) Erfassung der Schadensdaten aus diesen wichtigsten Gewitterphasen des Zeitraumes 1881-1980. Die Auswertung umfasste das unterschiedlichste, weiter unten besprochene Datenmaterial.

(3) Erfassung der Schadensdaten aus den verbliebenen Zeiträumen, jeweils April bis Oktober der Jahre 1881 bis 1980. Die Erfassung von Schadensdaten wurde kontinuierlich für alle Jahre durchgeführt, da allgemein bekannt ist, dass viele kleinräumige Wettererscheinungen (z.B. *Micro-Bursts*) sich durchaus in ansonsten konvektiv wenig bemerkenswerten Situationen ereignen können (z.B. in schwach ausgeprägtem Rückseitenwetter). Nur einige ausgesprochen trockene und sonnige Phasen, wie sie hauptsächlich in den Übergangsjahreszeiten vorkommen, und die durch die in (1) verwendeten Quellen bekannt waren, wurden von der Schadensdatensuche ausgenommen.

(4) Erfassung von Wetter- und Gewitterbeobachtungsdaten, entnommen hauptsächlich dem Datenmaterial der offiziellen Klima- und Niederschlagsstationen des Deutschen Wetterdienstes und seiner Vorgänger. Diese Datenerfassung, parallel zu (2) und (3) durchgeführt, diente dazu, das zeitliche Vorkommen der gefundenen Gewitterereignisse zu verifizieren.

(5) Erfassung von Schadensdaten über signifikante Gewitterereignisse des Zeitraumes 1700 bis 1880. Diese Datenerfassung wurde parallel zu (3) durchgeführt, hauptsächlich in Form von Archivarbeiten.

(6) Erfassung von Schadensdaten über signifikante Gewitterereignisse des Zeitraumes ab 1981. Die Datenerfassung wurde parallel zu (2) und (3) durchgeführt.

Während der Erfassungsphasen (1) bis (6) ergaben sich weit über 10000 Einzelquellen der unterschiedlichsten Art, aus denen, bezogen alleine auf die Hauptuntersuchungsphase 1881-1980 (mit dem Jahrzehnt 1941-50), Informationen von über 2000 Schadens- und Nichtschadensereignissen im UG gewonnen werden konnte. Zahlreiche Bibliographien, Findbücher und Register halfen, vorhandene Berichte über Schadensereignisse zu lokalisieren (s. Kap. 10).

Das erfasste Schadensdatenmaterial setzt sich sowohl aus Primär- als auch aus Sekundärquellen zusammen, es umfasst sowohl direkte als auch indirekte Informationen über Ereignisse im UG. Folgende Hauptgruppen des verwendeten Datenmaterials können unterschieden werden:

(1) Gedruckte Quellen: In einigen Fällen liegen von signifikanten Gewitterereignissen im UG Informationen in gedruckter Form (Monographien, Zeitschriftenartikel, meteorologische Kompilationen) vor. Neben den bereits in Kapitel 3.2. (S. 19 ff.) erwähnten

Fällen meteorologischer Fallstudien können in der Regel den publizierten Monats- und Jahresberichten der Wetterdienste weitere Einzelheiten über im UG vorgekommene Schadensereignisse entnommen werden. Auch aus heimatkundlichen Veröffentlichungen ergeben sich eine Reihe von Informationen, und damit Schadensdaten, über vergangene signifikante Ereignisse im UG. Der Vorteil dieser Datengruppe liegt darin, Informationen bereits in gebündelter Form zur Verfügung stellen zu können. Bilder und Abbildungen bringen weitere Informationen über die Ereignisse. Nachteil ist neben ihrem seltenen und irregulären Vorkommen die Tatsache, dass in der Regel nur die signifikantesten Fälle berücksichtigt wurden, über die ohnehin sehr viel Quellenmaterial vorliegt. Die Funktion gedruckter Quellen liegt in dieser Arbeit daher in der Kontrollfunktion und in der Funktion als zusätzlicher Informationslieferant.

(2) Zeitungsberichte: Sie stellen für Erfassung der Ereignisse des 20. und 19. Jahrhunderts die Hauptinformationsquelle dar (s. Kap. 10). Die meist in lokaler Form vorkommenden Gewitterschadensereignisse werden durch Zeitungsberichte, die prinzipiell chronikale Funktion für die Bevölkerung in der Region übernehmen, in schriftlicher Form festgehalten, als Information verbreitet und damit der Nachwelt als Datenmaterial zur Verfügung gestellt. Da meteorologische Untersuchungen stets nur fallweise vorgenommen werden, meteorologische Messungen in der Regel nur punktuell das Geschehen erfassen, handschriftliche Tage- und Hausbücher sowie Ortschroniken nur isoliert zur Verfügung stehen und außerdem im früher eher ländlich geprägten UG ohnehin in der Bevölkerung nur sporadisch vorkommen, besitzen die lokalen Tageszeitungen eine überragende Funktion als Nachrichten- und Informationsträger für die in dieser Arbeit untersuchten Wettererscheinungen. Nachteile der Zeitungsberichterstattung sind, dass abgesehen von der häufigen Unvollständigkeit in der Berichterstattung die Beschreibung der Ereignisse durch den Schreiber durchaus subjektiv gefärbt (dramatisiert) wird, darüber hinaus durch Druck- und Übermittlungsfehler (v.a. Zeit und Datum) gekennzeichnet sein kann. Da die Lokalzeitung jedoch im UG während des Untersuchungszeitraumes oft das einzige Organ für Übermittlung und Archivierung lokaler Informationen ist, müssen die in Frage kommenden Lokalzeitungen vollständig ausgewertet werden. Örtliche Zeitungen besitzen größere chronikalische Beweiskraft im Vergleich zu überregionalen Zeitungen.

Abb. 22: Beispiel einer Sekundärquelle: Fuldaer Zeitung Nr. 175 , 02.08.1958

Samstag, 2. August 1958 — Fuldaer Zeitung / Hünfelder Zeitung / Kinzig-Zeitung — Nummer 175 — Seite 3

Größtes Unwetter seit Menschengedenken

Der Kreis Schlüchtern wurde am Freitagabend heimgesucht
Dachfirst der Kirche in Salmünster aufgerissen - Schornstein
in Steinau durch Blitzschlag umgelegt - Millionenschäden

Schlüchtern (HM). — Das größte Unwetter seit Menschengedenken suchte am Freitagabend den Landkreis Schlüchtern heim. Nur auf einer Sonderleitung konnte unser Berichterstatter aus Steinau stichwortartig Nachricht von den großen Verwüstungen und Zerstörungen geben. In Salmünster wurde der Dachfirst der evangelischen Kirche vier bis fünf Meter aufgerissen und zehn Meter weit auf die Straße geschleudert. Bäume wurden in Steinau wie Streichhölzer vom Wirbelsturm umgeknickt. Die Firma Dreiturm erlitt schweren Schaden, der nach Angaben der Betriebsleitung und nach ersten unvollständigen Schätzungen sich auf rund 300 000 Mark beläuft. Der 40 Meter hohe Schornstein des Werkes wurde durch einen Blitzschlag umgelegt. Da das Werk Betriebsurlaub hatte, waren keine Menschen in den Hallen. Das Kesselhaus wurde völlig eingedrückt. Auch die Höhe und das Ausmaß der Verwüstungen nach jedoch konnten die nicht ermittelt werden. Zahlreiche Dächer wurden in Steinau abgedeckt, die Stadt bietet ein Bild des Grauens. Der Sturm richtete ein Tohuwabohu an. Ein Personenwagen wurde gleich von drei umfallenden Bäumen getroffen und total zertrümmert. Der Fahrer blieb wie durch ein Wunder unverletzt. Auch andere Autos wurden zerstört. Der Wirbelsturm riß das Getreide von den Feldern und schleuderte es Hunderte von Metern in die Luft. Die meisten Straßen des Kreises Schlüchtern sind gesperrt, weil ungezählte Bäume auf den Fahrbahnen liegen. Telefonleitungen vergrößern das Knäuel. Kaum eine Gemeinde hatte am Freitagabend Licht, die Fernsprechverbindungen waren bis auf wenige Notleitungen restlos gestört. In Ahl stürzte das Dach des Wirtschaftsgebäudes des Landwirts Schnell ein, in der Ortschaft selbst entstandengroße Verwüstungen. Die Großbaustelle am Distelrasen glich einer riesigen Sandwüste. Feuerwehr, Polizei, Rotes Kreuz und Technisches Hilfswerk haben Großalarm.

Bäume entwurzelt, Dächer abgedeckt

Über der Stadt und dem Fuldaer Land tobte am Freitagabend ein schweres Gewitter — Große Schäden in Gersfeld — Getreide plattgewalzt — Orkanartige Wirbelstürme — Feuerwehr und Polizei im Einsatz

Fulda (rm). Ein schweres Gewitter mit zum Teil orkanartigen Wirbelstürmen tobte am Freitag in den Abendstunden über Fulda und dem Fuldaer Land. In wenigen Minuten hatte sich der Himmel rundherum zugezogen und graugrün verfärbt. Blitze zuckten von allen Seiten, krachend war der Donner zu hören. Unaufhörlich strömte der Regen. Die Wetterstation auf der Wasserkuppe meldete eine Niederschlagsmenge von 13 Litern pro Quadratmeter Innerhalb von 30 Minuten und Windstärke 11 (rund 110 Stundenkilometer). Das seien ganz erhebliche Zahlen, wurde betont. In Fulda selbst wurden teilweise Bäume entwurzelt, Aeste abgerissen. Dächer beschädigt. Aus Gersfeld erreichte uns die Nachricht von größeren Verwüstungen.

In Fulda selbst blieb es bei verhältnismäßig geringen Schäden. Hier und da wurden Bäume entwurzelt, unter anderem in der Maberzeller Straße; ein gerade vorbeikommender amerikanischer Panzer schleifte den Baum bis zur Tankstelle mit und machte so die Fahrbahn für den Verkehr frei. In den Frauenberganlagen und in der Marienstraße lagen große Aeste herum, in der Elisabethenstraße versperrte ein Baum die halbe Straße. Auch in den übrigen Stadtteilen waren die Straßen mit Aesten und Blättern übersät, und die Feuerwehr hatte zusammen mit dem Ueberfallkommando der Polizei zu tun, um alles wegzuräumen. Am Paulustor wurde ein Dach zerschlagen, in der Kastanienallee waren schwere Aeste heruntergestürzt.

Die Feuerwehr alarmierte um 19.25 Uhr eine Schleife, durch die sofort 22 Wehrleute einsatzbereit waren und in wenigen Minuten hätten helfen können. Zum Glück brauchten sie nicht zu einer Katastrophe auszurücken.

Außer Gartenzäunen waren auch mehrere Bauzäune umgestürzt, so beim Neubau des Kaufhaus Kerber in der Rhabanusstraße. Bei der Dresdner Bank am Universitätsplatz kamen Steine und Ziegel von oben. Der Schloßgarten bot ein Bild des Grauens. Bäume zerstümmelt und zerborsten. In der Leipziger Straße war die Straßenbeleuchtung ausgefallen.

Die Post meldete Störungen bei ihren Fernsprechleitungen im Raum Fulda. Die großen Kabel nach Frankfurt und sonstige Fernverbindungen waren nicht gestört. Die Bahn hatte keinerlei Schäden zu verzeichnen.

Dagegen wütete das Gewitter im Landkreis Fulda die Getreidefelder platt, entwurzelte an vielen Stellen Bäume, die sich zum Teil quer über die Straßen legten und den Verkehr völlig sperrten.

Besonders schlimm war es in Gersfeld. Das Unwetter richtete an Gebäuden erhebliche Schäden an. Garagen stürzten ein, Schaufensterscheiben wurden zertrümmert, zahlreiche Bäume entwurzelt. Der Wirbelsturm deckte auch Dächer ab und hinterließ in der Stadt ein Bild der Verwüstung. Der elektrische Strom war ausgefallen, so daß am späten Abend das Ausmaß der Zerstörung noch nicht genau ermittelt werden konnte.

Nach dem Gewitter bot sich in Fulda ein farbenprächtiges Schauspiel am westlichen Himmel. Der ganze Horizont erstrahlte in einem kräftigen Rotorange, dazwischen waren blaue Streifen des Himmels zu sehen, braungraue Wolkenfetzen jagten vorüber.

MÖBEL kauft man bei Kammandel

Distelrasen kommt nicht zur Ruhe

Riß in der Bundesstraße pflanzt sich fort / Wieder zwanzig Meter länger geworden

Schlüchtern (dl). Der Riß in der Bundesstraße 40 am Distelrasen, der am Dienstagmorgen plötzlich auftauchte und sich zu einem außerordentlich umfangreichen Erdrutsch auswuchs, ist am Freitag wieder um 20 Meter länger geworden. Er verläuft nach Norden schräg zu einem Feldweg. Das ganze Erdreich ist noch in Bewegung. Die Baufachleute des Hessischen Straßenbauamtes haben bisher keine Gegenmaßnahmen ergriffen. Sie wollen warten, bis der Berg zur Ruhe gekommen ist. Von der Baustelle verlautete am Freitag, der Erdrutsch habe Ausmaße angenommen, wie sie nicht vorauszusehen gewesen seien. Dort wird der ganze Vorgang jetzt so charakterisiert, daß eine Gleitschicht in Bewegung geraten sei. (Siehe auch die Stellungnahme eines Schlüchterner Fachgeologen.)

Galgenbrücke wird durch neue ersetzt

Scharfe Krümmung verschwindet, Linienführung der Bundesstraße wird flüssiger

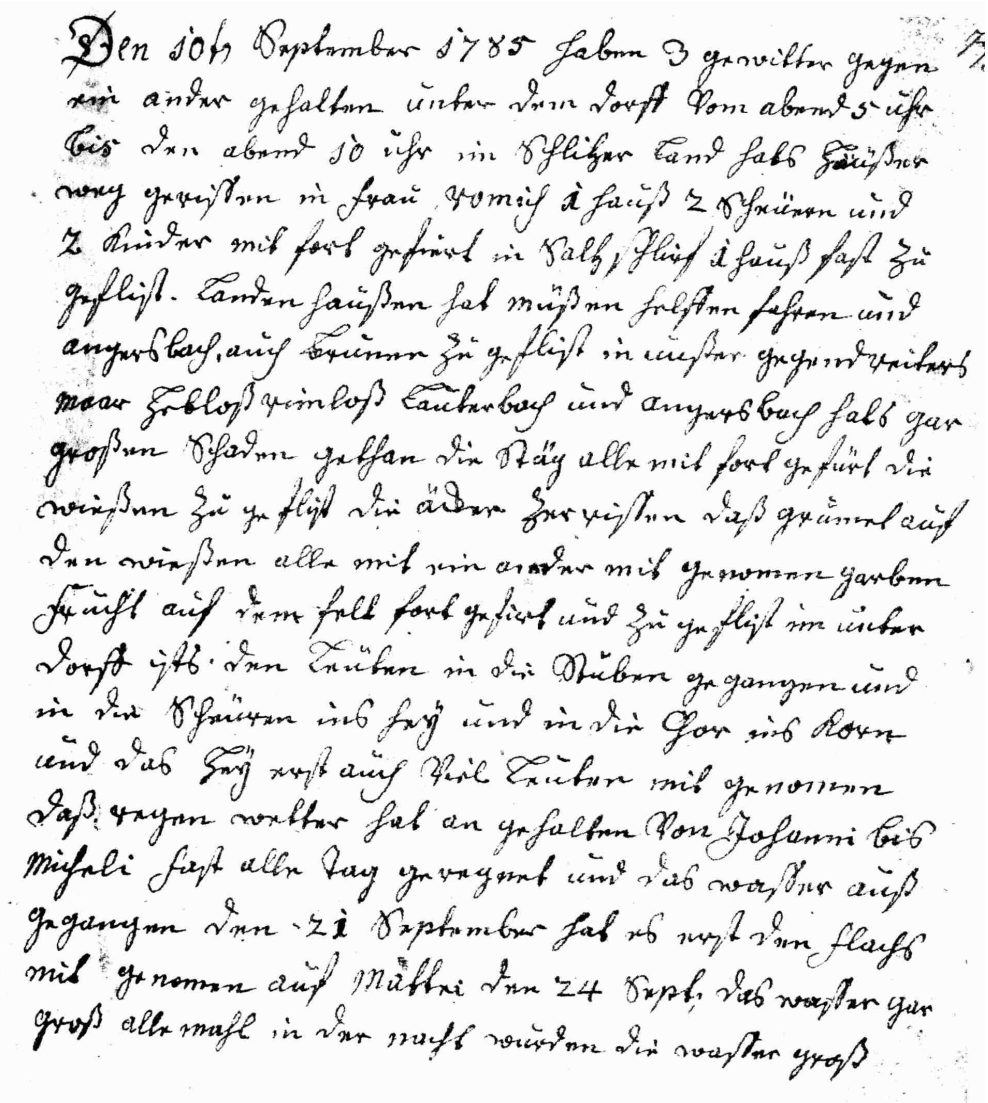
(3) Ungedruckte Quellen: In zahlloser Vielfalt erscheint das Datenmaterial, das zu den ungedruckten schriftlichen Quellen gehört. Vor allem bei der Erfassung der Schadensdaten vor dem Erscheinen der lokalen Tageszeitungen, somit zu Beginn des Hauptun-

tersuchungszeitraumes (Ende 19. Jh.) sowie für die frühe Untersuchungsphase 1700 bis 1880, kommt dieser Form des Datenmaterials überragende Bedeutung zu. Zu ihm gehören Wetter- und Witterungsdarstellungen in Chroniken und Annalen, in persönlichen Tagebüchern, Kirchenbüchern und –chroniken sowie auch in Rechnungsbelegen und anderen offizielle, ungedruckten Schriften und Dokumenten, wie sie in den Gemeinde-, Stadt- und Staatsarchiven des UG aufbewahrt werden (s. Kap. 10). Auch die in vielfältiger Form erhobenen Schadensdaten der Versicherer fallen unter diese Art des Datenmaterials.

So vielfältig dieses Datenmaterial und so ungeheuerlich ihre Aussagekraft ist, so vielfältig fällt auch die Kritik aus, die diesen Quellen entgegengebracht werden muss. Neben Fragen bezüglich der Zuverlässigkeit des herangezogenen Datenmaterials (Original- bzw. Sekundärquelle) spielen das Umfeld des Chronisten eine Rolle (subjektive Färbung des Erlebten bzw. Nichterlebten sowie andere zeitgleich passierende Geschehnisse) (ALEXANDRE 1987; INGRAM, UNDERHILL und FARMER 1981; GLASER 1991; SCHENK und GLASER 1991; GLASER 2001). Die mosaikartige Darstellung der Witterungsereignisse in diesen Quellen, wobei häufig gerade auf Extremereignisse stark Bezug genommen wird, erweist sich in dieser Arbeit als Vorteil. Denn eine Bestätigung und Verifizierung dieser Ereignisse wird aus unterschiedlichen Quellen im regionalen Rahmen des UG dadurch insgesamt erheblich erleichtert. Fehldaten oder Übertreibungen in den Beschreibungen der Wettererscheinungen lassen sich so erfassen (s. Kap. 5.3.). Im Zweifel wird auf die Originalquelle Bezug genommen.

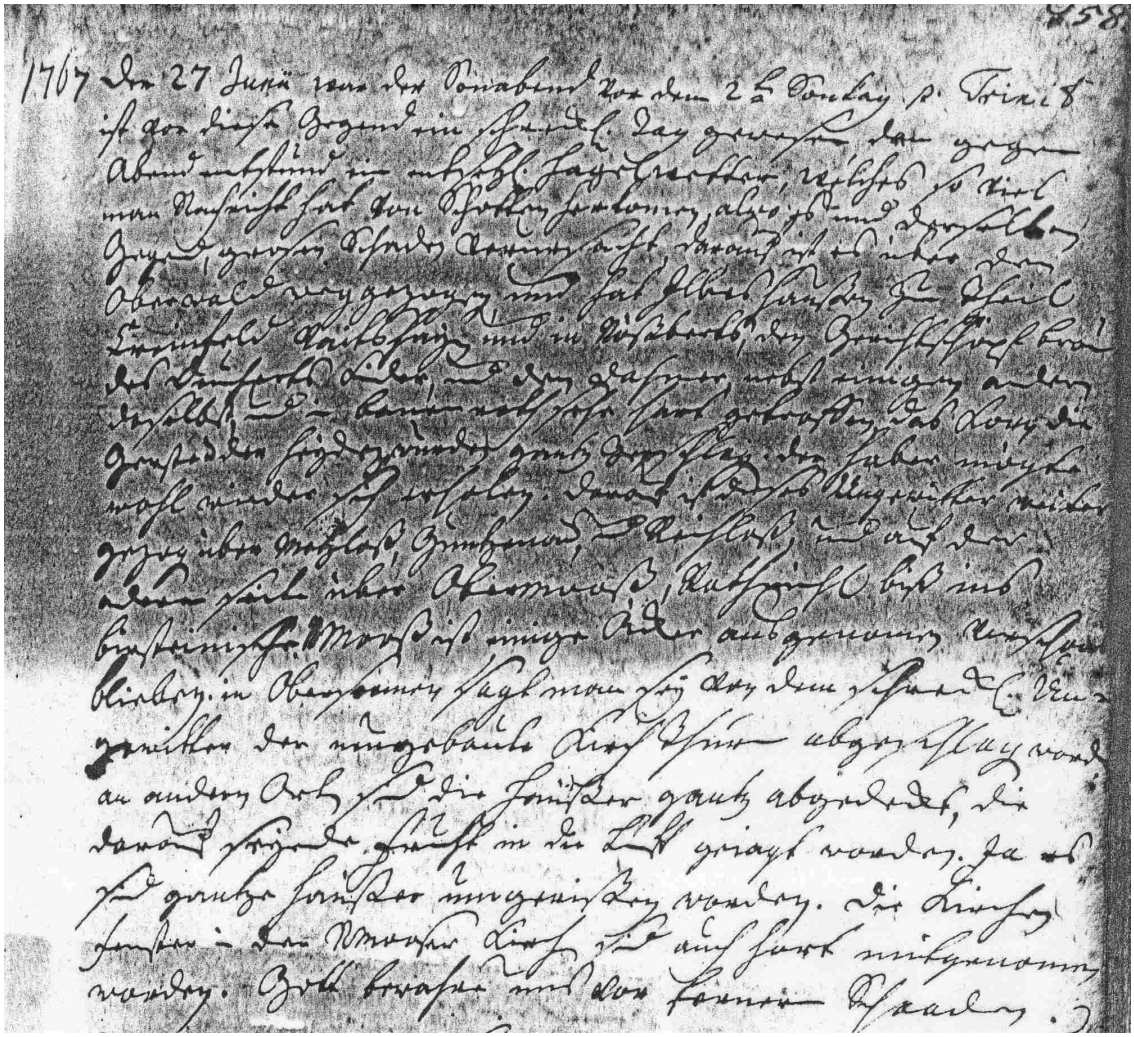
Auf den nächsten Seiten werden beispielhaft einige der in dieser Arbeit verwendeten Quellen im Originalabdruck wiedergegeben. Dies soll gleichzeitig auch verdeutlichen, dass sich die Phase der Datenerfassung insbesondere bei den alten Quellen nicht selten als sehr zeit- und arbeitsaufwendig gestaltet, was neben der Suche nach den jeweiligen Quellen auch durch deren jeweilige Sichtung und Bearbeitung begründet ist.

Abb. 23: Beispiel einer Originalquelle: Tagebucheintrag - Ausschnitt aus der Möllerschen Chronik, Angersbach[33]



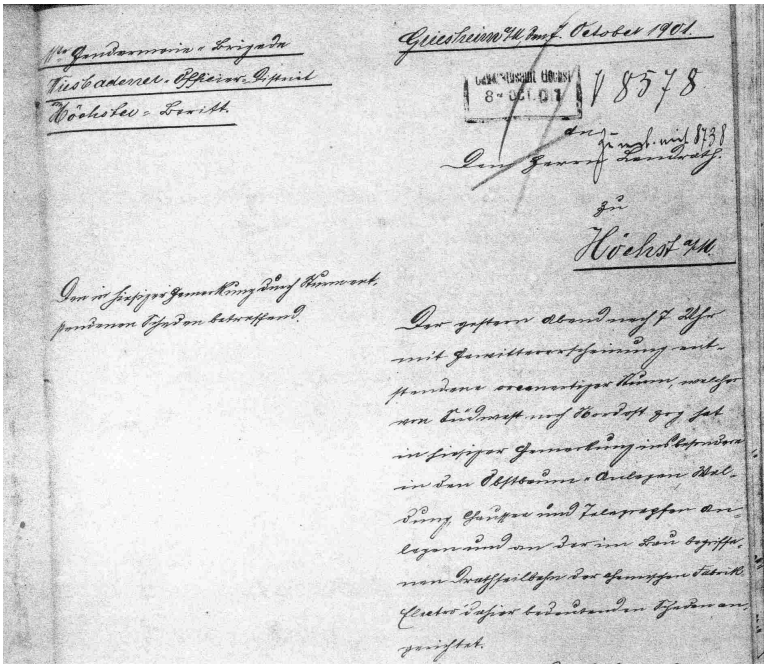
[33] Vorhanden im Hohausmuseum Lauterbach. Die Quelle beschreibt auf S. 79 ein starkregenrelevantes Gewitterereignis vom 10.09.1785, bei dem im nördlichen Vogelsberg schwere Regenschäden angerichtet werden: „*Den 10t September 1785 haben 3 gewitter gegen ein ander gehalten unter dem dorff vom abend 5 uhr bis den abend 10 uhr im Schlitzer land hats Häüßer weg gerissen in frau romich* [Fraurombach] *1 hauß 2 scheüren und 2 rinder mit fort gefiret in Salzschlirf 1 hauß fast zu geflist. Landen haußen hat müßen helffen fahren und angersbach, auch Brunnen zu geflist in unßer gegend reuters maar Hebloß rimloß Lauterbach und angersbach hats gar großen Schaden gethan die stäg alle mit fort gefürt die wießen zu geflist die äcker zerrissen daß grumet auf den wießen alle mit ein ander mit genomen garben Frucht auf dem felt fort gefiret und zu geflist im unter Dorff ists den Leüten ins heij und in die Gor ins Korn und das Heij erst auch Viel Leuten mit genomen.* (...)."

Abb. 24: Beispiel einer Originalquelle: Kirchenbucheintrag, 18. Jh., Altenschlirf im Vogelsberg[34]



[34] Quelle: Kirchenbuch Nr. 2 der Evangelischen Pfarrei Altenschlirf, S. 758 (ZEKHN Da). Beschrieben wird das Ereignis vom 27.06.1767, bei dem es zu heftigem Hagelschlag kommt: „*1767 den 27 Junii war der Sonabend vor dem 2t Sontag p. Trinit ist vor diese Gegend ein schreckl. Tag gewesen, da gegen Abend entstund ein entsetzl. Hagelwetter, welches so viel man Nachricht hat von Schotten herkomen, alwo es und derselben Gegend, grosen Schaden verursacht,* (...)." (Fortsetzung s. Kapitel 8, S. 443.)

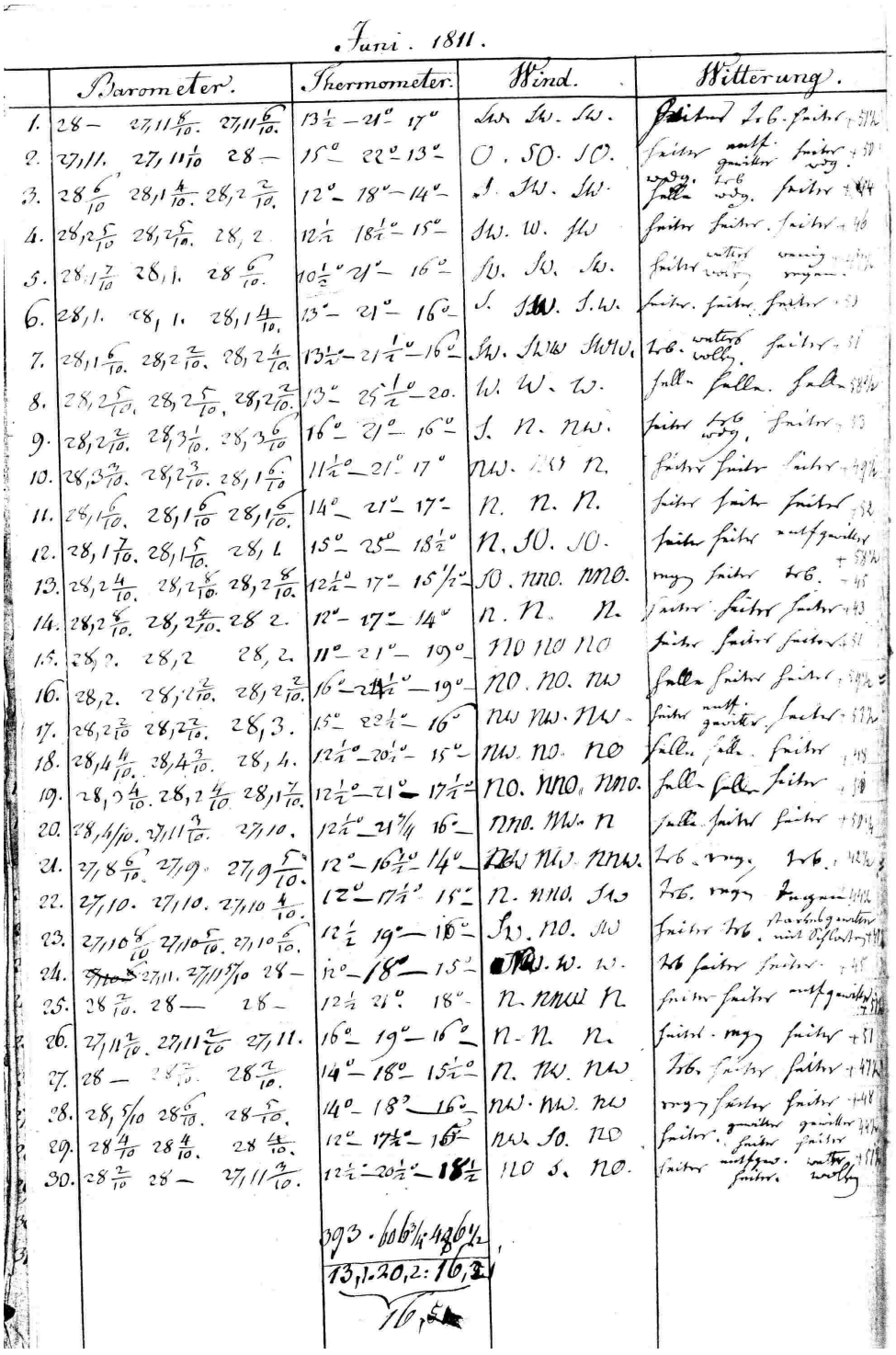
Abb. 25: Beispiel einer Originalquelle: Akteneintrag, Anf. 20. Jh., Griesheim am Main[35]



(4) Meteorologische Beobachtungstagebücher: In der heutigen Form liegen sie als offizielle Dokumente der Niederschlags-, Klima- und Synopstationen vor. Vor Errichtung der staatlichen Mess- und Beobachtungsstationen können frühere, privat angelegte Wetterjournale als ihre Vorgänger gewertet werden. Diese Journale wurden häufig von Personen geführt, die in der Regel von Berufs wegen vom Wetter abhängig bzw. an den Wetterabläufen interessiert waren (SCHENK und GLASER 1991; GUDD 1992). Diese Form der schriftlichen Quellen, von denen insbesondere die Augenbeobachtungen der offiziellen Niederschlags- und Klimastationen und ein Großteil der frühen Quellen ohnehin bislang nur zu einem Teil veröffentlicht wurden, besitzen nach allgemeiner Ansicht den größten Wert hinsichtlich der Bewertung und Rekonstruktion zurückliegender Ereignisse (OLIVER 1958; GLASER und GUDD 1996). So, wie sie als Stütze zur Rekonstruktion großräumig auftretender Erscheinungsformen wie z.B. Dürre oder Niederschlagsphasen verwendet werden können, so können sie auch zu

[35] Aus: Bericht von Fuß-Gendarm Güttner, Griesheim, an die 11. Gendarmerie-Brigade Wiesbaden, vom 07.10.1901, enthalten in: HStA Wiesbaden, Abt. 425, Nr. 498: Landratsamt Höchst a.M.: Specialia, Meldung außergewöhnlicher Vorkommnisse. Güttner berichtet darin über den heftigen Sturm vom 06.10.1901, der im gesamten Süden des UG schwere Schäden anrichtete (hier nicht ausgewertet, da nicht primär gewitterbedingt).

Abb. 26: Beispiel einer Originalquelle: meteorologisches Journal, Hanau[36]



Juni. 1811.

	Barometer.			Thermometer.			Wind.			Witterung.		
1.	28 —	27,11 8/10.	27,11 6/10.	13 1/2	— 21°	17°	Sw.	Sw.	Sw.			
2.	27,11.	27,11 1/10	28 —	15°	— 22°	13°	O.	SO.	SO.			
3.	28 6/10	28,1 4/10.	28,2 2/10.	12°	— 18°	— 14°	J.	JW.	Sw.			
4.	28,2 5/10	28,2 5/10.	28,2	12 1/2	18 1/2	— 15°	Sw.	W.	Sw			
5.	28,1 7/10	28,1.	28 6/10.	10 1/2°	21°	— 16°	Sw.	So.	Sw.			
6.	28,1.	28,1 1.	28,1 4/10.	13°	— 21°	— 16°	J.	JW.	J.W.			
7.	28,1 6/10.	28,2 2/10.	28,2 4/10.	13 1/2°	— 21 1/2°	— 16°	Sw.	SWW	SWW.			
8.	28,2 5/10.	28,2 5/10.	28,2 2/10.	13°	— 25 1/2°	— 20.	W.	W.	W.			
9.	28,2 2/10.	28,3 1/10.	28,3 6/10	16°	— 21°	— 16°	J.	N.	NW.			
10.	28,3 3/10.	28,2 3/10.	28,1 6/10	11 1/2°	— 21°	17°	NW.	NW	N.			
11.	28,1 6/10.	28,1 6/10	28,1 6/10.	14°	— 21°	— 17°	N.	N.	N.			
12.	28,1 7/10.	28,1 5/10.	28,1	15°	— 25°	— 18 1/2°	N.	NO.	NO.			
13.	28,2 4/10.	28,2 8/10.	28,2 8/10.	12 1/2°	— 17°	— 15 1/2°	SO.	NNO.	NNO.			
14.	28,2 8/10.	28,2 8/10.	28,2.	12°	— 17°	— 14°	N.	N.	N.			
15.	28,2.	28,2	28,2.	11°	— 21°	— 19°	NO	NO	NO			
16.	28,2.	28,2 2/10.	28,2 2/10.	16°	— 24 1/2°	— 19°	NO.	NO.	NW			
17.	28,2 2/10	28,2 2/10.	28,3.	15°	— 22 1/2°	— 16°	NW	NW.	NW.			
18.	28,4 4/10.	28,4 3/10.	28,4.	12 1/2°	— 20 1/2°	— 15°	NW.	NO.	NO			
19.	28,3 4/10.	28,2 4/10	28,1 7/10.	12 1/2°	— 21°	— 17 1/2°	NO.	NNO.	NNO.			
20.	28,4/10.	27,11 3/10.	27,10.	12 1/2°	— 21 3/4	16°	NNO.	NW.	N			
21.	27,8 6/10.	27,9	27,9 5/10.	12°	— 16 3/4°	— 14°	NW	NW.	NNW.			
22.	27,10.	27,10.	27,10 4/10.	12°	— 17 1/2°	15°	N.	NNO.	JO			
23.	27,10 6/10	27,10 5/10.	27,10 6/10.	12 1/2	19°	— 16°	SO.	NO.	SW			
24.	[illegible]	27,11.	27,11 5/10	20°	— 18°	— 15°	NW.	W.	W.			
25.	28 2/10.	28 —	28 —	12 1/2	21°	18°	N.	NNW	N			
26.	27,11 2/10.	27,11 2/10	27,11.	16°	— 19°	— 16°	N.	N.	N.			
27.	28 —	28 5/10.	28 7/10.	14°	— 18°	— 15 1/2°	N.	NW.	NW			
28.	28,1 5/10	28 6/10.	28 5/10.	14°	— 18°	— 16°	NW.	NW.	NW			
29.	28 4/10	28 4/10.	28 4/10.	12°	— 17 1/2°	— 16°	NW	SO.	NO			
30.	28 2/10	28 —	27,11 3/10.	12 1/2	— 20 1/2°	— 18 1/2	NO	S.	NO.			

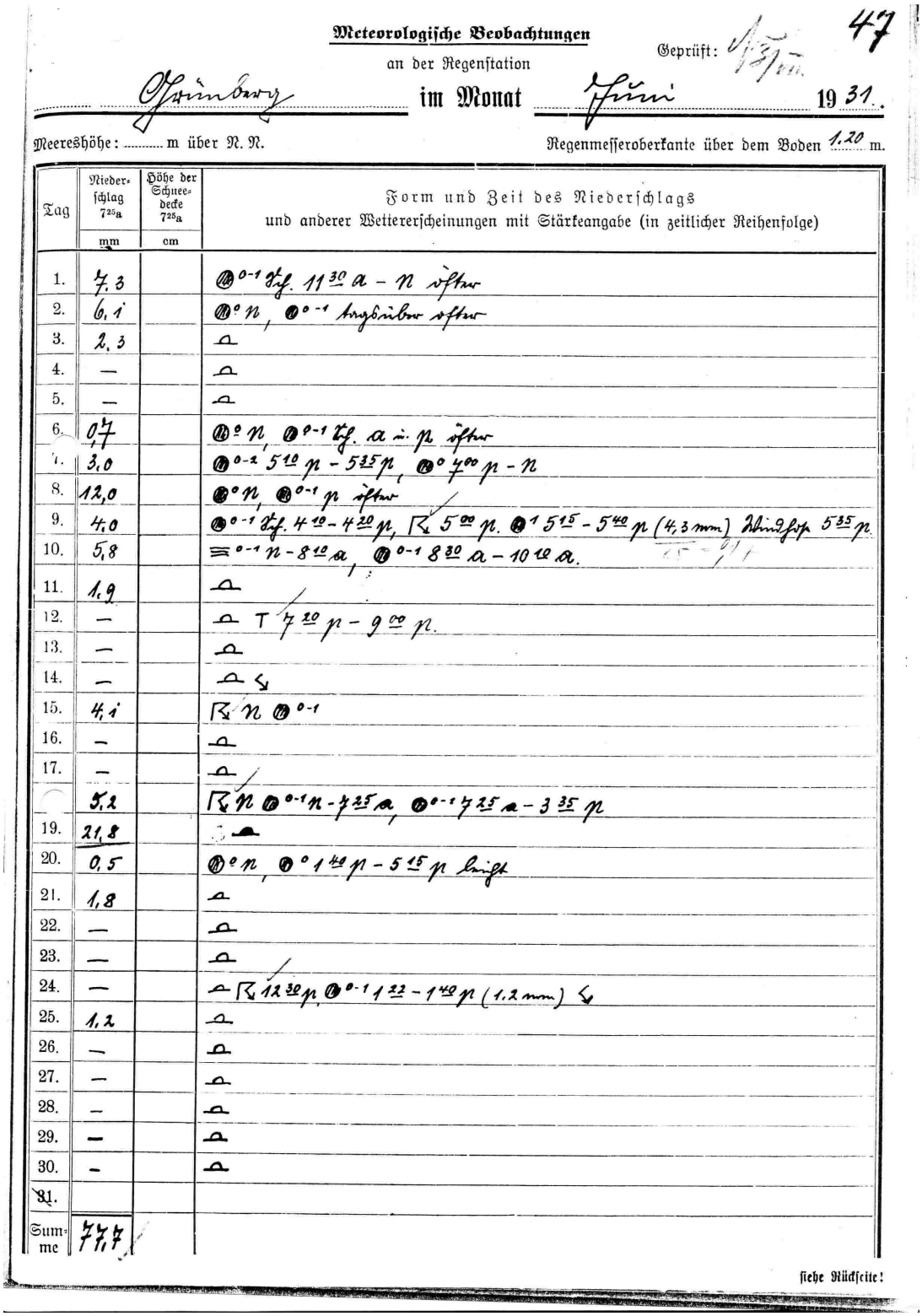
393 · 606 3/4 · 436 1/2

13,1 · 20,2 : 16,2

16,5

[36] Quelle: Diarium meteorologicum (1802 bis 1813) von Gottfried Gärtner, Hanau; Original enthalten in der Bibliothek der Wetterauischen Gesellschaft für die gesamte Naturkunde zu Hanau, Hanau. Der Juni 1811 gehört mit zu den bislang heißesten jemals aufgetretenen Monaten. Über die Beobachtungen Gärtners in Hanau in den Jahren 1791 bis 1823 siehe auch: MÖLLER, F. von (1844): Meteorologisch-statistisch-medicinische Beobachtungen. In: Jahresbericht der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde über das Gesellschaftsjahr 1843/44. Hanau. S. 33-64.

Abb. 27: Beispiel einer Originalquelle: Beobachtungen der Regenstation Grünberg[37]



Meteorologische Beobachtungen

an der Regenstation Grünberg im Monat Juni 1931

Geprüft: [illegible] 47

Meereshöhe: ..... m über N. N. Regenmesseroberkante über dem Boden 1.20 m.

Tag	Niederschlag 7^{25}_{a} mm	Höhe der Schneedecke 7^{25}_{a} cm	Form und Zeit des Niederschlags und anderer Wettererscheinungen mit Stärkeangabe (in zeitlicher Reihenfolge)
1.	7,3		ⓜ 0-1 Hf. 11^{30} a – n öfter
2.	6,1		ⓜ° n, ● 0-1 Aufhöhen öfter
3.	2,3		⌓
4.	—		⌓
5.	—		⌓
6.	0,7		ⓜ° n, ● 0-1 Hf. a u. p öfter
7.	3,0		ⓜ 0-2 5^{10} p – 5^{35} p, ⓜ° 7^{00} p – n
8.	12,0		ⓜ° n, ⓜ 0-1 p öfter
9.	4,0		ⓜ 0-1 Hf. 4^{10} – 4^{20} p, ↘ 5^{00} p. ● 1 5^{15} – 5^{40} p (4,3 mm) Abnahme 5^{35} p
10.	5,8		≡ 0-1 n – 8^{10} a, ⓜ 0-1 8^{30} a – 10^{10} a.
11.	1,9		⌓
12.	—		⌓ T 7^{20} p – 9^{00} p.
13.	—		⌓
14.	—		⌓ ↘
15.	4,1		↘ n ⓜ 0-1
16.	—		⌓
17.	—		⌓
	5,2		↘ n ⓜ 0-1 n – 7^{25} a, ⓜ 0-1 7^{25} a – 3^{35} p
19.	21,8		☁
20.	0,5		ⓜ° n, ● 0 1^{40} p – 5^{15} p leicht
21.	1,8		⌓
22.	—		⌓
23.	—		⌓
24.	—		⌓ ↘ 12^{30} p, ⓜ 0-1 1^{22} – 1^{40} p (1,2 mm) ↘
25.	1,2		⌓
26.	—		⌓
27.	—		⌓
28.	—		⌓
29.	—		⌓
30.	—		⌓
31.			
Summe	77,7		

siehe Rückseite!

[37] Aus: Beobachtungen der Regenstation Grünberg, Juni 1931, in: Archiv des DWD, Offenbach am Main. Enthalten sind in dem Beobachtungsjournal auch die Registrierungen der Trombe zu Grünberg vom 09.06.1931 (s. Kapitel 7).

Erfassung, Bewertung, Kontrolle und Verifikation von Extremereignissen genutzt werden. In Verbindung mit dem anderen Datenmaterial aus (1) bis (3) wird der ansonsten gravierende Nachteil dieses Datenmaterials, die nicht flächendeckende Verbreitung, gemildert. Da diese Quellen in der Regel nicht in codierter, somit digitaler Form vorliegen, muss auch hier das Beobachtungsmaterial in Textform der Gewitterdatenbank während der Erfassungsphase (s. unten) zugeführt werden.

Aus dem Voranstehenden und aus den abgebildeten Beispielen wird die Nutzung des Datenmaterials klar. Beschreibungen aus Tageszeitungen und unpublizierten Quellen stellen das Grundgerüst für die Erfassung der gewitterbedingten Erscheinungen im UG dar. Beobachtungen von meteorologischen Tagebüchern der staatlichen sowie früher der meist privat betriebenen Mess- und Beobachtungsstellen besitzen anschließend eine Kontrollfunktion. In regionalem Rahmen wie dem des UG sollte damit die Informationsdichte bei den meisten der Geschehnisse derart ausreichend sein, um ein Ereignis verifizieren bzw. von der weiteren Auswertung ausschließen zu können.

5.4. Erfassung, Selektion, Verifikation und Ausschluss der Daten

Die grundlegende Erfassung des in dieser Arbeit verwendeten Datenmaterials erfolgte in den Jahren 1992 bis 1994. Danach wurde die Datenerfassung fallweise noch bis 1996 und schließlich, zur Klärung verbliebener Sachverhalte, phasenweise noch im Winter 2002/2003 durchgeführt und schließlich abgeschlossen. Das Material wurde, sofern möglich, direkt vor Ort (Archiv, Bibliothek) in einen tragbaren Computer eingegeben. In manchen Fällen wurden die Daten vor Eingabe in die PC-gestützte Datenbank in ein Diktaphon eingesprochen bzw. wo dies nicht möglich war, handschriftlich zunächst übertragen. Dabei wurden die wichtigsten mitgeteilten Daten (Datum, Ort, Schadensart und –verlauf) bei der Erfassung der Daten vor Ort doppelt in eine zusätzliche Kontrolldatei bzw. -liste eingetragen und bei Bedarf zur Klärung herangezogen. Auf diese Weise wurde vermieden, dass bei der Abschrift des Datenmaterials (insbesondere bei alten handschriftlichen und kaum leserlichen Originalquellen, wie z.B. bei Kirchenbüchern, Archivalien und Chroniken) Schreibfehler vorkamen; Fehler, die bei handschriftlichen Übertragungen, insbesondere bei der Abschrift von Originalquellen zur Erstellung meteorologischer Kompilationen, zu allen Zeiten eine wesentliche Rolle spielten, worauf schon BELL und OGILVIE (1978) sowie ALEXANDRE (1987, S. 9 ff.) hinweisen.[38]

[38] So sind nach ALEXANDRE (1987, Tabelle II, S. 18) die Angaben von HENNIG (1904) für den Zeitraum zwischen 900 und 1200 n.Chr. zu annähernd der Hälfte fehlerhaft, u.a. aufgrund von Schreibfehlern des Autors.

In der Datenbank erfasst wurden sämtliche schriftliche Quellen über Gewitterereignisse, die sich innerhalb des UG während des Hauptuntersuchungszeitraumes 1881 bis 1980 in den Monaten April bis Oktober (konvektiv geprägter Zeitraum) durch Starkregen-, Hagel-, Sturm- bzw. Blitzschäden auszeichneten. Für Auswertungen von historischen Einzelereignissen wurden signifikante gewitterbedingte Schadensfälle bis zum Jahre 1700 zurück berücksichtigt. Daneben wurden schriftliche Quellen miteinbezogen, die sich nicht ausdrücklich auf Schadensereignisse bezogen, sondern lediglich Gewitterbeobachtungen wiedergaben. Damit wurde weiteres Kontrollmaterial für Schadensereignisse gewonnen, außerdem wurde sichergestellt, dass auch später hinzukommende Schadensberichte dieses Ereignis ggf. noch als Schadensereignis verifizieren konnten. Weiteres Kontrollmaterial stellten die Beobachtungstagebücher der Klima- und Niederschlagsstationen des Deutschen Wetterdienstes.

Der Inhalt der schriftlichen Quellen ist mannigfaltig. Bei ihnen kann es sich um Beschreibungen der Schäden als auch um Beschreibungen der Wettererscheinungen als solche handeln.

(1) Als Mindestbedingung für die Aufnahme eines Ereignisses in die Datenbank gilt

Das Vorliegen einer schriftlichen (bzw. mündlichen) Beobachtung aus dem UG über Gewitterschäden bzw. über ein Gewitterereignis.

(2) Als Mindestbedingung für die Auswertung eines aufgenommenen Ereignisses in der Datenbank gilt:

Das Ereignis wird durch mindestens zwei unabhängige Schadensberichte, die sich aus dem in Kapitel 5.3. vorgestellten Datenmaterial (1) bis (4) ergeben, belegt. In diesem Fall gilt das Schadensereignis als verifiziert.

Wenn von dem in meteorologischen Tagebüchern und Journalen enthaltenen Beobachtungen von Ereignissen einmal abgesehen wird, betrifft die Beschreibung einzelner Gewitterereignisse in den für diese Arbeit berücksichtigten schriftlichen Quellen erfahrungsgemäß in der Regel diejenigen Fälle, die einen für einen Beobachter signifikanten Verlauf (hinsichtlich Stärke, Begleiterscheinungen usw.) aufweisen. Daher konnte vor der Datenerfassung davon ausgegangen werden, dass die bloße Beschreibung von nicht-signifikanten Gewittern (insbesondere solchen ohne Schäden) im UG die Ausnahme in den ausgewerteten Quellen bleiben würde, so dass das zu sichtende Datenmaterial nicht ins Uferlose anwachsen würde.

Folgende Arten von in die Auswertung mit einfließenden Schadensdaten wurden in die Datenbank aufgenommen:

1. **Starkregenschäden:**

   Berichte über Schäden durch primär gewitterbedingte Ereignisse sowie Berichte über Schäden allgemein durch Starkregen. Da sich Regenschäden mitunter erst nach längerer Zeit durch Akkumulation des Niederschlagswassers ergeben, wurden auch Berichte über Schäden durch zusammenströmende Wassermassen miteinbezogen, die durch ein Schadensereignis an anderem Ort verursacht wurden. Mitaufgenommen, aber in der Auswertung nicht berücksichtigt, wurden Schäden durch Dauerregen.

2. **Hagelschäden:**

   Berichte über Hagelschäden. Da Hagel direkt im Zusammenhang steht mit der Entwicklung eines Cb, ist Datenmaterial über Hagelschäden in eindeutiger Weise gewitterbedingten Ereignissen zuzuordnen.

3. **Sturmschäden:**

   Berichte über Schäden durch Starkwind bzw. Sturm (im folgenden Sturm), verursacht durch konvektive Ereignisse. Mitaufgenommen wurden dabei sowohl Schäden durch Gewitterböen (*Micro-Bursts*, *Macro-Bursts*), ebenso wie Schäden durch Trombenerscheinungen. Weiterhin wurden Berichte über Schäden durch nicht-konvektive Sturmereignisse sowie andere auffallende Windphänomene (z.B. große Staubteufel) berücksichtigt. Dieses Datenmaterial wurde jedoch nicht in die abschließende Auswertung mit aufgenommen.

4. **Blitzschäden:**

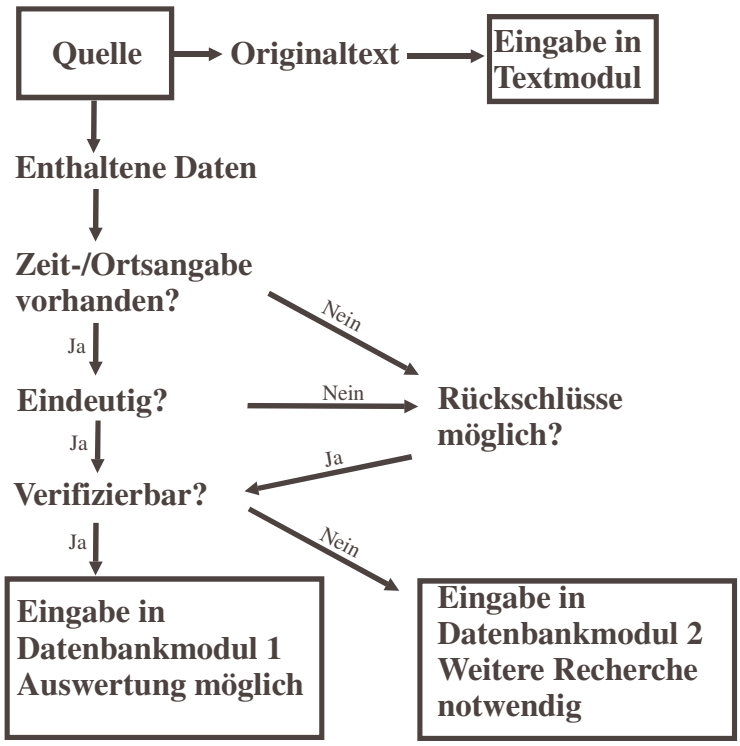
   Auch hier gilt, wie bei den Hagelschäden, dass eine einen Blitzschaden betreffende Quelle eindeutig einem konvektiven, gewitterbedingten Ereignis zuzuordnen ist.

Aus dem Voranstehenden ergibt sich, dass das aufgenommene, in die Gewitterschadensdatenbank einfließende Datenmaterial sich nicht per definitionem nur auf Schäden durch Schwergewitter (*SLS*) beschränkt, wie dies z.B. von anderen (z.B. US-amerikanischen) Schadensdatenbanken bekannt ist. Folgende Gründe spielen hierbei eine Rolle:
Aufgrund der Regionalität der Untersuchung sind Ereignisse zu erwarten, die sich innerhalb des UG durch geringe Schadenswirkung auszeichnen bzw. schadenlos verlaufen, knapp außerhalb des UG jedoch massive *SLS*-gemäße Gewitterschäden aufweisen können. Ein Beispiel hierfür ist der 26.05.1922, der im Bereich des UG lediglich einen einzelnen Blitzschaden brachte. Knapp außerhalb der UG-Grenzen kam es an diesem Tag jedoch zu einem außergewöhnlich schweren Ostgewitter mit verheerenden Schäden durch Starkregen. Diese räumlichen Grenzfälle werden in die Untersuchung miteinbezogen. Weiterhin sind Ereignisse zu

erwarten, die sich innerhalb des verwendeten Quellenmaterials aus den unterschiedlichsten Gründen überhaupt nicht als (*SLS*-gemäße) Schadensgewitter zu erkennen geben. Schließlich umfassen landläufig schwere Gewitter auch solche Ereignisse, die entsprechend der in Kapitel 1, S. 1, gegebenen Definition nicht zu den *SLS* gerechnet werden, zum Beispiel blitzschadensintensive Gewitter bzw. Gewitterereignisse, die sich lediglich durch Starkregenschäden auszeichnen.

Jeweils vor Eingabe der Daten in die Gewitterschadensdatenbank wurde als Teil der allgemeinen Quellenkritik (s. SCHENK und GLASER 1991, S. 245) eine erste Verifikation der in der Primär- bzw. Sekundärquelle erwähnten Zeit- und Ortsangaben durchgeführt. Als Zeitangaben werden hier Angaben über Datum und Uhrzeit verstanden. Abb. 28 zeigt den dabei angewandten Entscheidungsbaum bei dieser Quellenverifikation, der sowohl bei Zeit- als auch bei Ortsangaben jeweils eigenständig durchgeführt wurde.

Abb. 28: Entscheidungsbaum zur Verifikation von Zeit und Ort der in den Quellen enthaltenen Angaben



Textmodul: Jeder Quellentext wurde zum Zwecke der Dokumentation, Kontrolle und Verifikation sowie zur weiteren Bearbeitung in das Textmodul eingegeben.

Datenbankmodul 1: Ausschlaggebend für die Eingabe in Datenbankmodul 1 ist die zeitliche Verifikation des Ereignisses (korrekte Datumsangabe). Damit ist das Auftreten eines Scha-

densereignisses im UG verifiziert. Nicht bzw. nicht eindeutig verifizierte Tageszeit- bzw. Ortsangaben wurden nachträglich kontrolliert und ggf. verifiziert. Im Datenbankmodul 1 wurden alle für die Auswertung notwendigen Variablen (s. unten) eingegeben

Datenbankmodul 2: Bei nicht verifizierten bzw. nicht eindeutig verifizierten Datumsangaben erfolgte Eingabe des Ereignisses in Datenbankmodul 2. Hier wurden alle Fälle erfasst, die nachträglich zur Verifikation bzw. zum Ausschluss gelangten. Datenbankmodul 2 enthält die gleichen Variablen wie Datenbankmodul 1.

Die Problematik der richtigen Datierung eines Ereignisses zeigt vielfältige Facetten. So können Datierungsfehler vor allem in Sekundärquellen auftreten, und zwar durch Flüchtigkeits-, Schreib-, Druck-, Übertragungs- und Übermittlungsfehler. Beispielsweise weisen in Chroniken enthaltene Abschriften von alten Originalquellen oft verkehrte Datumsangaben auf, was neben Schreibfehlern nicht zuletzt auch durch Interpretationsversuche des Chronisten bedingt sein kann, sofern die Originalquelle kaum noch oder nicht mehr lesbar ist. Druckausgaben alter Chroniken enthalten häufig Druckfehler; dies betrifft beispielsweise die von WAAS (1963) herausgegebenen Friedberger Chroniken, die im Vergleich mit den Originalquellen[39] zahlreiche Datumsfehler enthalten. Wo immer möglich, wurde daher die Originalquelle zu Rate gezogen (s.a. BELL und OGILVIE 1978). Druckfehler und Fehler bei der Übermittlung von Informationen sind darüber hinaus natürlich auch in den hier berücksichtigten Tageszeitungen sehr zahlreich.

Aber auch in Originalquellen finden sich häufig verkehrte Datumsangaben von Ereignissen. Dies betrifft Verwechslungen von Wochentagen oder Verwechslungen von Datumsangaben. Dies geschieht mitunter dann, wenn zwischen Ereignis und Niederschrift längere Zeit vergeht, wie dies beispielsweise in den für die Fälle des 18. und 19. Jahrhunderts herangezogenen Kirchenbüchern der Fall ist, wo die Gemeindepfarrer die Ereignisse nicht selten erst gegen Ende des Jahres im Jahresrückblick beschrieben. In den Quellen existieren neben fehlerhaften auch häufig diffuse, unklare Angaben von Zeitdaten. So werden bisweilen nur einzelne Monate oder Zeiträume angegeben (z.B. durch „vor einigen Tagen“). Fehlerhafte bzw. unklare Datierungen ergeben sich häufig auch dann, wenn das beschriebene Ereignis an anderen Orten auftritt, ein Ereignis nur randlich in einer Quelle erwähnt wird, und vor allem auch dann, wenn das Ereignis während einer Gewitterperiode von mehreren Tagen Dauer auftritt, die ihrerseits täglich an anderen Orten im UG gewitterbedingte Schäden verursacht. In diesen Fällen hilft nur die nachträgliche Verifikation durch unabhängige Beobachtungsdaten von anderen Orten.

[39] Enthalten im Stadtarchiv Friedberg.

Dabei hilft immerhin die kurze zeitliche Spanne, in der sich Gewitterereignisse abspielen (maximal mehrere Stunden), eine nachträgliche Verifikation und exakte zeitliche Einordnung insgesamt einfacher zu gestalten, wohingegen eine exakte Datierung mit Angaben von Einzeltagen bei länger andauernden Erscheinungen (z.B. bei Hochwasser durch Dauerregen) insgesamt erschwert wird. Wenn allerdings in Beschreibungen diffuse, unklare Datumsangaben Ereignisse einer gewitterreichen Phase betreffen, wird die Verifikation an sich sehr erschwert. Manche Ereignisbeschreibung konnte aufgrunddessen zeitlich nicht verifiziert werden, sie musste daher von der Auswertung ausgeschlossen werden.

In diesem Zusammenhang soll noch auf die Problematik generell fehlenden Datenmaterials kurz eingegangen werden, ein Umstand, der sich natürlich am gravierendsten im Hinblick auf eine exakte Einordnung von Schadensereignissen erweist. Fehldaten können einen vielfältigen Grund besitzen. So kann es vorkommen, dass am Tage des Ereignisses im betrachteten Ort keine bemerkenswerte, festzuhaltende Erscheinung auftritt. Häufig gelangt ein Ereignis natürlich auch dann nicht zur Überlieferung, wenn dieses Ereignis durch keinen Chronisten aufgezeichnet wird bzw. das Ereignis aus anderen Gründen nicht festgehalten wird, z.B. während Not- und Kriegszeiten (dies ist der Grund für die Datenarmut während des 1. und 2. WK) oder z.B. durch redaktionelle Entscheidungen hinsichtlich der Nachrichtenübermittlung in Tageszeitungen, die ihrerseits viele Schadensereignisse aus der täglichen Berichterstattung filtern. Fehlendes Datenmaterial ist natürlich auch dann zu beklagen, wenn das festgehaltene Ereignis als Datenmaterial selbst im Laufe der Zeit verloren geht bzw. zerstört wird, was für eine Unzahl von Berichten über frühere, historische Schadensereignisse gilt.[40] Aus diesem Grund

[40] Dies betrifft einen Großteil der Beschreibungen über Hagelschadensereignisse im früheren Großherzogtum Hessen und Volksstaat Hessen, worauf schon kurz in Kapitel 3.2., S. 25, eingegangen wurde. In den ab 1907 vom Hydrographischen Bureau in Darmstadt in Zusammenarbeit mit der Großherzoglichen Zentralstelle für die Landesstatistik in Darmstadt an die Ortsbürgermeistereien des Landes herausgegebenen Fragebögen sollten detailliert Angaben (auch meteorologischer Natur) zu einem Hagelschadensereignis getätigt werden. Im Laufe der Zeit summierte sich so außerordentlich wertvolles Datenmaterial über Schadensereignisse an, wenngleich die Sammlung dieser Hagelberichte Anfang der 30er Jahre des 20. Jh. aufgrund stark zurückgegangener Berichterstattung seitens der Gemeinden eingestellt wurde (s. STAD, Best. G 15, Nr. T 950, Hagelstatistik 1906-1930. Hierin wird in einem Antwortschreiben des Hess. Landesstatistischen Amtes an das Kreisamt Alsfeld vom 23.05.1930 mitgeteilt, dass aufgrund der mangelhaften Berichterstattung seitens der Gemeinden die Bearbeitung der Hagelberichte bereits 1922 eingestellt wurde und auf weitere Einsendung keinen Wert gelegt wurde. Es konnten keine brauchbaren Unterlagen für eine Beurteilung der Hagelgefahr in den einzelnen Gemarkungen gewonnen werden. - Noch im Amtsverkündigungsblatt 34, 10.05.1930, wurden jedoch die Ortsbürgermeistereien aufgefordert, nach jedem Ereignis unverzüglich einen Hagelbericht einzusenden.). Die Akten des ehemaligen Hydrographischen Bureaus als Teil der Abteilung Bauwesen im Großherzoglichen Ministerium der Finanzen in

wurde für eine Vollständigkeit der Ereignisreihe nur der Zeitraum ab 1881 angestrebt, da ab dieser Zeit für das UG relativ viele, sich überschneidende und auch heute noch existierende Quellen (primär, sekundär) zur Verfügung standen.

Zur Verifikation von Datum und Ort der Ereignisse wurden neben den Beobachtungsdaten selbst auch weitere Hilfsmittel verwendet; für die exakte zeitliche Zuordnung z.B. das Taschenbuch der Zeitrechnung von GROTEFEND ([13]1991), für die exakte räumliche Zuordnung z.B. das Historische Gemeindeverzeichnis für Hessen (HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT 1968a; 1968b) sowie das Historische Ortsverzeichnis für das Gebiet des ehemaligen Großherzogtums und Volksstaats Hessen (bearbeitet von RUPPEL und MÜLLER 1976).

5.5. Aufbau der Datenbank und Programmierung der Karten

Die im Anschluss an die erste Datums- und Ortsverifikation durchgeführte Überprüfung und Bearbeitung der in den Datenbankmodulen 1 und 2 sowie im Textmodul enthaltenen Daten zeigt Abb. 29. Hierin sind die weiteren methodischen Schritte der Kategorisierung, Auswertung, Interpretation und graphischen Aufbereitung des Datenmaterials mit enthalten.

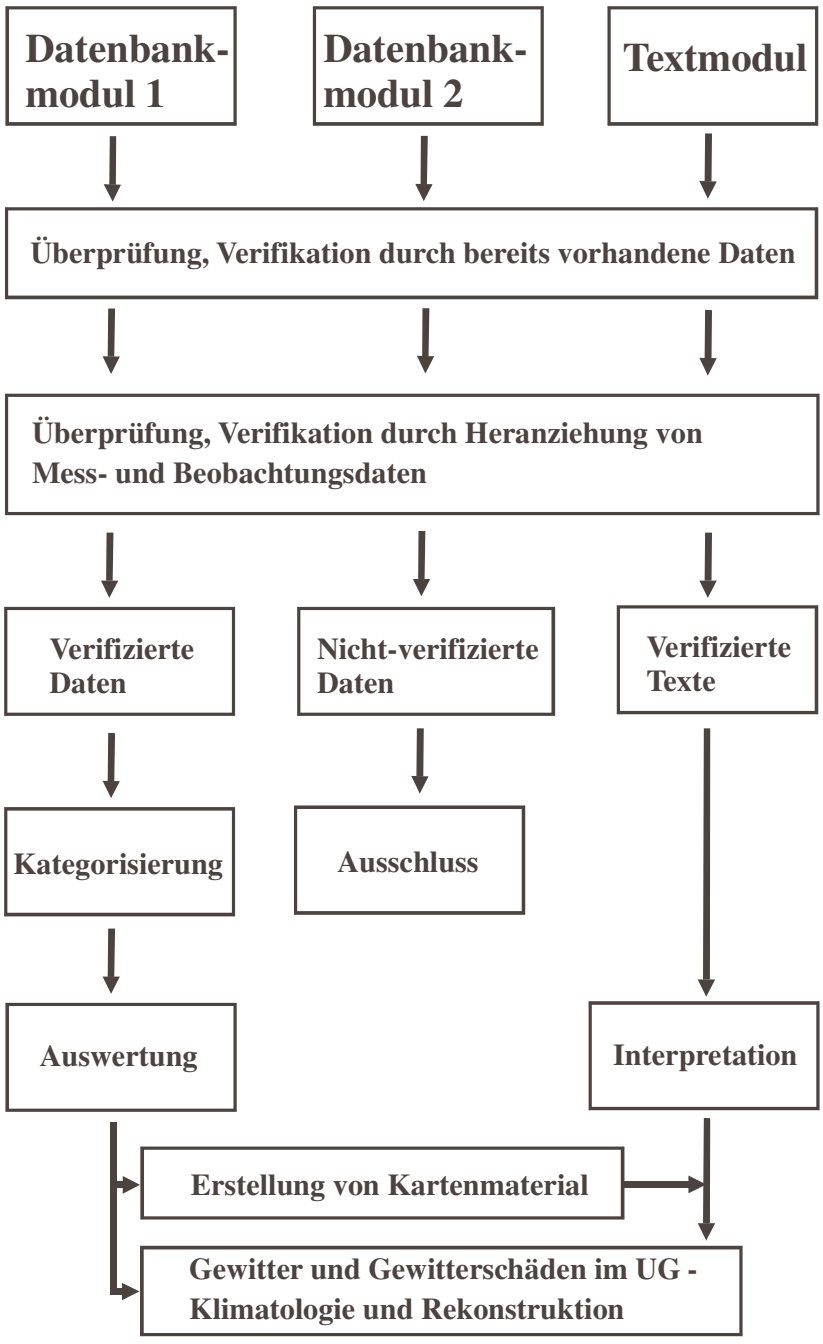
Neben den Originaltexten im Textmodul wurden aus den verifizierten / nicht verifizierten Daten folgende Variablen in die Datenbankmodule 1 bzw. 2 übertragen, sowohl bei Beschreibungen von gewitterbedingten Schäden als auch bei Beschreibungen zu den Gewitterereignissen selbst:

- Codenummer (fortlaufend) für jedes Einzelereignis,
- Tagesdatum (Form: tt.mm.jj): verifiziert in Modul 1, nicht verifiziert in Modul 2 (ggf. hier dargestellt als Platzhalter für nachträgliche Verifizierung),
- Teil: bei mehreren Ereignissen an einem Tag gesonderte Buchstabenfolge für jedes einzelne Schadensereignis,

---

Darmstadt wurden noch vor dem 2. WK dem Staatsarchiv Darmstadt übergeben (Best. G 31), wo sie bei dem Bombenangriff vom 11.09.1944 vernichtet wurden. Der Aktenbestand im Staatsarchiv Darmstadt enthält heute nur noch einzelne Schadensberichte (meist Angaben über Hagelschäden an landwirtschaftlichen Erzeugnissen), diese hauptsächlich in den Beständen der einzelnen Kreis- und Landratsämter. Mitunter findet sich Material auch noch vor Ort in den jeweiligen Gemeinde- und Stadtarchiven. Der weitaus überwiegende Teil ist jedoch verloren.

Abb. 29: Methodische Schritte der Überprüfung, Bearbeitung und Auswertung des in den Modulen enthaltenen Datenmaterials



- Tageszeit: dargestellt in 3-Stunden-Intervallen: 00-03, 03-06, 06-09, 09-12, 12-15, 15-18, 18-21, 21-24 Uhr; nicht feststellbare Tageszeit: na,
- Datengüte: Zahlenfolge 0-4, dabei bedeutet: 0 = Keine Schäden im UG belegbar, ein evtl. auftretendes Ereignis bleibt relevant für Gebiete außerhalb des UG; innerhalb treten keine Schäden auf (nur Modul 2); 1 = Ereignis mit Schäden im UG ist als wahrscheinlich anzusehen, kann jedoch nicht verifiziert werden (nur Modul 2); 2 = Ereignis

wird durch einen Einzelbericht belegt, kann jedoch nicht durch weitere Daten eindeutig zeitlich verifiziert werden (nur Modul 2); 3 = Ereignis wird durch einen Einzelbericht belegt und kann durch weitere Beobachtungsdaten eindeutig zeitlich verifiziert werden (nur Modul 1); 4 = Ereignis eindeutig durch zwei bzw. mehrere Berichte, Beschreibungen oder Beobachtungen zeitlich verifiziert (nur Modul 1),

- Art des Ereignisses: Zahlenfolge 1-4, dabei bedeuten: 1 = Dauerregenereignis (nicht in die Auswertung mit einbezogen); 2 = nicht-konvektives Sturmereignis (nicht in die Auswertung mit einbezogen); 3 = Starkregenereignis, Gewittererscheinungen nicht primär (aufgrund häufig konvektiver Verstärkung mit in die Auswertung einbezogen); 4 = Gewitterereignis (in die Auswertung mit einbezogen),
- Verbreitung des Gesamtereignisses anhand der Schadensdaten: Zahlenfolge 0-5, dabei bedeuten: 0 = keine Verbreitung im UG (nur Modul 2); 1 = lokale Verbreitung (Schadensverbreitung <10 km); 2 = regionale Verbreitung (zusammenhängende Schadensverbreitung >10 km, aber <50% der Fläche des UG); 3 = verstreut lokale Verbreitung (Schadensmeldungen nicht zusammenhängend, Verbreitung jedoch >10 km, aber <50% der Fläche des UG); 4 = mehrfache regionale Verbreitung (zwei oder mehrere zusammenhängende Schadensgebiete >10 km, aber <50% der Fläche des UG); 5 = überregional (Schadensverbreitung verstreut bzw. zusammenhängend >50% der Fläche des UG),
- Zugrichtung des Ereignisses: Richtung, aus der das Ereignis heranzieht, dargestellt in Richtungen der Windrose (N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW) bzw. in Sektoren (N-E, E-S, S-W, W-N); nicht feststellbare Zugrichtung: na,
- Großwetterlage: Kategorien pro Ereignis anhand der Kataloge von GERSTENGARBE und WERNER ([4]1993) sowie GERSTENGARBE, WERNER und RÜGE ([5]1999),
- Verbreitung der einzelnen bei einem Ereignis auftretenden Schadensarten (Starkregen, Hagel, Sturm, Blitzschlag) anhand der Schadensdaten: Zahlenfolge 0-5: Bedeutung wie bei Verbreitung des Gesamtereignisses,
- Intensitäten der einzelnen bei einem Ereignis auftretenden Schadensarten (Starkregen, Hagel, Sturm, Blitzschlag). Hierzu werden die durch die Kategorisierungen der einzelnen gewitterbedingten Schadensarten gewonnen Intensitätsziffern verwendet, s. unten,

- Art des Sturmereignisses: gesonderte Bezeichnung („Tr“) bei Trombenereignissen. Nur solche Ereignisse werden den Tromben zugerechnet, die aus den Quellen eindeutig durch einen Wolkenschlauch oder ähnliches identifiziert werden können. In anderen Fällen besteht eine zu große Verwechslungsgefahr mit einfachen „*Downbursts*“.
- Art des Blitzschlagereignisses: gesonderte Bezeichnung blitzbedingter Todesfälle (T = Personenschaden; k = Nutzvieh),
- Anzahl Blitztoter pro Blitzschlagereignis,
- Brandschäden durch Blitzschlag: ja/nein,
- Art des Gesamtereignisses nach der Verifikation: SLS / Non-SLS.

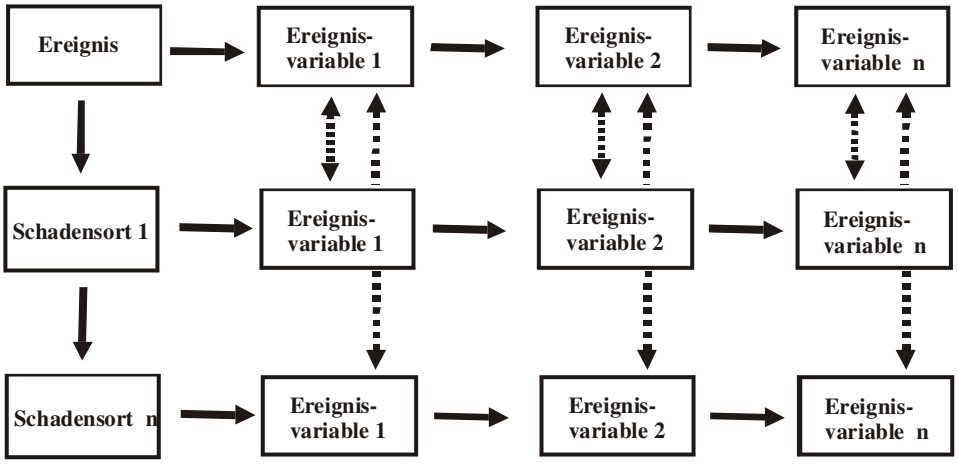
Im Textmodul wurden zusätzlich zu den Originaltexten noch folgende Variablen den jeweiligen Texten zugeordnet:

- Quellenart: primär / sekundär,
- Quellenform: Zahlenfolge 1-4, es bedeuten: 1 = Zeitungsberichte (Lokalzeitung, überregionale Zeitung); 2 = gedruckte Quellen; 3 = ungedruckte Quellen; 4 = meteorologische Beobachtungsdaten.
- Fundort der Quelle: Eingabe in Klartext.

Jedes Ereignis konnte exakt einmal in der Datenbank erscheinen mit all den oben angegebenen Ereignisvariablen. Für jedes Ereignis konnten dann wiederum – je nach Anzahl der zur Verfügung stehenden Quellen – eine Vielzahl von Schadensorten mit den jeweiligen Schadensarten (Ereignisvariablen für jeden Schadensort) eingegeben werden, so dass die Datenbank die aus Abb. 30 ersichtliche Struktur annahm.

Alle im UG befindlichen Orte und Gemeinden wurden einer weiteren, eigens eingerichteten Ortsdatenbank entnommen, die neben dem Verzeichnis aller Ortsnamen im UG auch die jeweils entsprechenden Koordinaten (Altgrad mit dezimaler Teilung) beinhaltete. Diese Koordinaten wurden dazu benutzt, die für jedes Ereignis und jeden Ort jeweils vorkommenden Schadensdaten räumlich exakt als Datensymbol in die Untersuchungskarten aufzutragen.

Abb. 30: Die Struktur der Gewitterschadensdatenbank



Die Eingabe des gesamten Datenmaterials (Textmodul, Datenbankmodule 1 und 2, Ortsdatenbank) erfolgte ab dem Jahre 1992 zunächst in das Datenbankprogramm dBase IV mit den entsprechenden Auswerteprogrammen. Mit dem kontinuierlichen Anwachsen des Datenmaterials, den beständig steigenden Erfordernissen an Datenhandling und -auswertung und mit der deutlich verbesserten Computertechnologie wurde das gesamte Datenmaterial später in Microsoft Access (aktuelle Version: MS Access 2000) übertragen und dort verwaltet. Die Auswertung erfolgte mittels automatisierter Programme in Microsoft Visual Basic (aktuelle Version: MS Visual Basic 6.0), auch die je nach Auswertung eigenständig ablaufenden Programme zur graphischen Darstellung der Schadensereignisse wurden in Microsoft Visual Basic angefertigt und mittels Corel Draw Script Editor (Version 9) in Corel Draw (aktuelle Versionen: Corel Draw 9, Corel Draw 10) eingebunden. Mit diesen Hilfsmitteln steht inzwischen eine komplette PC-gestützte Gewitterschadensdatenbank zur Verfügung, die unterschiedliche Auswerteverfahren beinhaltet und in der entsprechende Plot-Programme automatisiert ausgeführt werden können.

5.6. Kategorisierung der Gewitterereignisse mit Hilfe von Schadensdaten

Das verifizierte und in der Gewitterschadensdatenbank enthaltene Material entstammt einer Vielzahl von Quellen und liegt infolgedessen in außerordentlich heterogener Form vor. Die im vorigen Kapitel vorgestellten Variablen ermöglichen einen ersten Schritt zur Bewertung des einzelnen Schadensereignisses als solches. Direkt miteinander vergleichbar, z.B. nach Intensität, sind die Ereignisse damit nicht, da die Schadensdaten nicht in metrischer Form vorliegen. In diesen Fällen dienen in der Historischen Klimatologie stattdessen heuristische Verfahren dazu, das Datenmaterial untereinander vergleichbar zu machen. Geeigneterweise

kann dies praktiziert werden durch die Schaffung von Indexwerten, wobei nach GLASER (2001, S. 36) gilt: „*Ausgangspunkt der Übertragung in Indexwerte ist die sprachliche Differenzierung der Quellenangaben, die sich mit Hilfe semantischer Profile, d.h. über Listungen und Klassifizierungen der verschiedenen Begriffe darstellen lässt. Aus den darin zum Ausdruck gebrachten Abstufungen kann auf die Intensität der klimatischen Ereignisse und Zustände geschlossen werden. Diese Abstufungen werden als Klassen beziehungsweise als Intensitätsstufen aufgefasst. Weist man diesen wiederum einen numerischen Wert zu, erhält man Indizes.*“ Dieses Verfahren wird hier auf die Kategorisierung von Gewitterereignissen übertragen.

Die Beschreibungen der hier berücksichtigten Quellen ergibt bei einer ersten groben Übersicht drei unterschiedliche Einzelaspekte, auf die sich die Schadensberichte beziehen können, sowohl jeweils einzeln als auch miteinander kombiniert vorkommend. Es sind folgende:

a) Beschreibungen des eigentlichen Wetterphänomens (Gewitter, Starkregen o.ä.) bzw. Beschreibungen der vor, während oder nach dem Ereignis auftretenden meteorologischen Erscheinungen oder/und der Witterung.

   Hierzu gehören Quellen über Gewittervorgänge als solche, wie sie z.B. dem Giessener Anzeiger (Nr. 167, 22.07.1881) zu entnehmen sind:
   „*Friedberg, 20. Juli. Wie durch einen Zauberschlag waren heute Nacht ¼ nach 12 Uhr alle Fenster der Stadt erleuchtet. In Zeit von wenigen Minuten hatte sich ein solch rasender Orkan erhoben, dass es geradezu grauenerregend war. Nach der Gluthhitze des gestrigen Tages befürchtete Jeder das Schlimmste. Das erwartete Gewitter kam jedoch nicht, es wetterleuchtete nur nach Norden und Nord-Westen zu. Wo das Gewitter sich austobte, muß es entsetzlich gewesen sein, denn stundenlang dauerte das Aufleuchten der Blitze ohne jede Unterbrechung. Heute Morgen lässt sich der Schaden, den der Sturm anrichtete, erst übersehen: Aeste von Bäumen, herabgeschlagenes Obst, Dachziegel, Schornsteine, Fensterscheiben u.s.w. sind die traurigen Trophäen desselben.*“

   Weiterhin gehören hierzu Texte über Erscheinungsformen und Struktur der Wolken, wie z.B. beim Unwetter vom 08.07.1938 im Vogelsberg, so zu lesen im Lauterbacher Anzeiger (Nr. 159, 11.7.1938).
   „(...) *Drückende Schwüle lastet auf den Gebirgstälern. Draußen ist die Bevölkerung allesamt damit beschäftigt, das Heu unter Dach zu bringen, als das Unwetter heraufzieht, wie es sich jahrzehntelang nicht ereignet hat. Pechschwarz ist der Himmel am*

Horizont. Man befürchtet nicht das Schlimmste, da sich das Gewölk bald teilt. Aber dann zieht es mit Urgewalt heran. Das Wolkengebilde nimmt eine lehmige Farbe an, was jeder Bauer zu deuten weiß: Hagel! Wie das Summen eines Fliegers rauschen die Wolkenmassen begleitet von Sturm, Blitz und Donner heran und beginnen ihr vernichtendes Werk. Nur Minuten hat es gedauert bis ganze Ernten dem Boden buchstäblich gleich gemacht waren. (...)."

Vor allem bei ungewöhnlichen Erscheinungen finden sich häufig Beschreibungen von Aussehen und Struktur des Stattfindenden, so beispielsweise bei einer offensichtlichen Trombenerscheinung in der Rhön (außerhalb des eigentlichen UG), abgedruckt in der Fuldaer Zeitung (Nr. 167, 23.07.1914):
„*Elters, 22. Juli 1914. Heute, gegen ½ 1 Uhr konnte man am östlichen Himmel eine merkwürdige Beobachtung machen. In beträchtlicher Höhe stand im Osten eine dunkle Wolke, aus dieser löste sich langsam nach unten ein walzenförmiges Gebilde, nach unten zugespitzt, mit der Wolke trichterförmig zusammenhängend und mit der Spitze die Erde berührend. So stand der dunkelgefärbte Kegel wohl 20 Minuten senkrecht zwischen Wolke und Erde. Dann bewegte er sich nach oben und verschwand in der dunklen Wolke. Die Erscheinung hatte das ganze Dorf auf die Beine gebracht. Es war für alle eine nie gesehene Erscheinung. War es eine Windhose? Um ½ 12 Uhr bildete sich daselbst ein Gewitter.*"

Auch Beschreibungen der Witterungsvorgänge rund um das eigentliche Gewitterereignis können zu dieser Gruppe gezählt werden.

b) Beschreibungen der Schadenswirkungen des Ereignisses. Hierzu gehören alle primären (als auch sekundären) Folgen durch Starkregen, Hagel, Sturm und Blitzschlag. Sie treten in den schriftlichen Quellen am häufigsten auf.

So berichtet der Grünberger Anzeiger (Nr. 50, 24.6.1899) über enorme **Starkregen**schäden, die im nordwestlichen Oberhessen durch ein Ostgewitter am 21.06.1899 verursacht werden.
"(...) *In schlimmerer Weise noch hauste das Wasser im benachbarten Lauter und namentlich in der Bingmühle und deren Umgebung. Die plötzlich hereinbrechenden Wassermassen eines Wolkenbruchs, der in der Gegend des Districts Taufe niedergegangen sein muß, schwemmten alles fort, was nicht niet- und nagelfest war - Holzvorräthe, Balken, Wagen und sogar einen eisernen Pflug u.s.w. Im Hofe der Bingmühle ging das Wasser bis zum zweitobersten Tritt der hohen Haustreppe, in den Ställen*

schwamm das Vieh im Wasser, mehrere Ferkel, eine Ziege und Federvieh kamen in demselben um, und leicht hätte auch ein Menschenleben verloren gehen können, indem eine alte Tagelöhnerin, die man vermißte und schließlich in dem wassergefüllten Keller, wo ihr das nasse Element bereits bis zur Brust reichte, fand, noch rechtzeitig in Sicherheit gebracht werden konnte. - Jetzt, nachdem die Wasser sich verlaufen, bietet alles einen trostlosen Anblick der Verwüstung dar, und obendrein ist die Befürchtung nicht ausgeschlossen, daß das Vieh durch den stundenlangen Aufenthalt im Wasser Krankheiten davonträgt. Der Schaden der betreffenden Besitzer ist ein empfindlicher."

Über das sehr starke **Hagel**gewitter vom 14.07.1884 ist folgendes zu lesen:
„*Gestern Nachmittag gegen 5 Uhr hatten wir das Unglück daß ein Gewitter mit furchtbarem Hagelschlag über unser Dorf zog, dasselbe hat die Ernte, besonders das südlich des Dorfes gelegen fast total vernichtet, die Hagelstücke welche mitunter in der Größe von Hünereier wahren, haben auch fast sämtliche Fenster an den südlichen Giebelseiten mitunter sogar Dachziegel zerschlagen, mann konnte daran heute Morgen noch an manchen Stellen wo sie das Wasser zusammen geflöst hatte noch haufenweise finden.*“[41]

Aus dem Lauterbacher Anzeiger (Nr. 153, 06.07.1966) stammt folgender Bericht über einen signifikanten gewitterbedingten **Sturm**schaden:
„(...) *Besonders arg betroffen ist das Gebiet zwischen Dirlammen und Rimlos, wo eine Windhose mit überaus starken Sogkräften zerstörerisch wirkte. In Dirlammen stürzte die neu errichtete Scheune des Landwirts Robert Seling um, in Allmenrod wurden die Dächer mehrerer Anwesen abgedeckt, wobei zum Teil die Dachstühle mit zerstört wurden. Am ärgsten betroffen wurde hier das Anwesen des Landwirts Karl Greb, dessen flach geneigter Dachteil vollständig weggerissen wurde. Auch die völlige Zerstörung des am Dorfrand gelegenen Geräteschuppens von Altbürgermeister Zinn bedeutet einen erheblichen Schaden. Auf dem Wege von Allmenrod über Sickendorf nach Heblos wütete der Sturm in den Baumbeständen. Alte, im Fels verwurzelte Alleebäume wurden entwurzelt, elastische Pappeln und Birken geknickt, Obstbäume gespalten. Den größten Schaden aber richtete der Sturm bei dem Anwesen des Landwirts Schmelz in Rimlos an. Hier wurde die an das Wohnhaus angebaute Scheune förmlich abgedreht, so daß das Dach mit einem Teil der Giebelwand neben das Haus zu liegen kam. Der Rest der Scheune stürzte in sich zusammen und begrub unter anderen Gerä-*

[41] Bericht des Bürgermeisters von Pfaffenrod vom 15.07.1884. (STAM, Best. 180, 1724.)

ten einen Mähdrescher und einen Heustapelwagen. Bemerkenswert bei den Dachschäden war, daß die schwereren und stärker geneigten Ziegeldächer dem Sog eher widerstanden als die leichter konstruierten und flacher geneigten Eternitdächer. Wie hoch der durch den Sturm verursachte Gesamtschaden ist, läßt sich noch nicht ganz absehen. Der reine Gebäudeschaden dürfte um die 20000 bis 30000 DM liegen. (...)."

Dem Giessener Anzeiger (Nr. 128, 05.06.1884) kann folgender Artikel über **Blitz**schäden entnommen werden:

„*Gießen, 4. Juni. Das die Feiertage über herrschende schöne Wetter, welches viele Hunderte hinausgelockt hatte ins Freie und nach den verschiedenen auswärtigen Vergnügungslokalen, nahm gestern Nachmittag einen Umschwung, wie ihn in dieser Art wohl Niemand geahnt hatte. Gegen 4 Uhr Nachmittags entlud sich über unsere Stadt und Gemarkung ein Gewitter von solcher Vehemenz, dass das Schlimmste befürchten ließ. Ueber ein Dutzend Male schlug der Blitz ein, leider aber neben sonst angerichtetem Schaden 3 Menschenleben vernichtend. Im Giessener Braunsteinbergwerke wurden 3 Arbeiter, sämmtlich Familienväter, aus Garbenteich, Frohnhausen und Watzenborn, vom Blitzstrahl getödtet, desgl. ein Pferd.* (...)."

Die Inhalte dieser Beschreibungen können ganz wesentlich zur Kategorisierung von Gewitterereignissen herangezogen werden. Sie dienen aber auch der Rekonstruktion des vergangenen und historischen Ereignisses im meteorologischen (synoptischen) Sinne, da gerade die schadensverursachenden Erscheinungsformen wie Hagel bzw. Sturm stark mit dem Entwicklungszustand eines Gewittersystems zusammenhängen.

c) Beschreibungen von Erscheinungen oder Beschreibungen von Auswirkungen von Wetterphänomenen, aus denen nicht ohne weiteres Rückschlüsse auf entstandene Schäden zu ziehen sind.

Hierzu gehören viele allgemein gehaltene Berichte über Wettererscheinungen, so z.B. in den Beobachtungen der Regenstation Windecken[42] von 1912: „*Das Gewitter am 2.* [02.07.1912] *brachte bei uns nur einzelne Regentröpfchen, nach S. hin bei Hanau leichtes Hagelwetter.*"

[42] In: Archiv des DWD, Zentralamt Offenbach.

In den Beobachtungen der Niederschlagsstation Niederkleen[43] vom 26.7.1978 heißt es: „*Wetterschäden (alte Eiche 5 km entf), Windhosen an der Lahn bei Naunheim. In meinem Bezirk keine Schäden!!*“

Die Offenbacher Zeitung 117, 23.5.1910, schreibt zur Katastrophe vom 21.5.1910 im Rodgau: "(...) *Nur langsam wälzten sich die Wellen vorwärts, da das Wasser weite Wiesenflächen, die teilweise die Breite von 200 Metern erreichten, überschwemmten und durch das hohe Gras in seinem Lauf aufgehalten war und da überdies die Rodau kein starkes Gefälle hat. So kommt es, daß oft einige Stunden vergingen, bis ein weiteres Dorf berührt wurde, das zu Fuß in einer halben Stunde zu erreichen ist. Gegen 11 Uhr wurde Niederroden vom Hochwasser betroffen.*(...).“

Der Wert dieser Aussagen liegt darin, mitunter sonst unbemerkte Schadensereignisse zu erwähnen und ggf. über deren räumliche und zeitliche Ausdehnung zu berichten. Sie sind daher im wesentlichen als Zusatzinformation zu den eigentlichen Schadensberichten geeignet.

Die Bewertung der Schadensereignisse wird anhand der in den Texten dargestellten Beschreibungen des Grades der Beschädigungen durchgeführt. In dieser Hinsicht liegen bereits Kategorisierungen über Schadensereignisse bei den Phänomen Hagel und Sturm vor, an die sich im folgenden angelehnt wird. Für die Erscheinungen Starkregen und Blitzschlag liegen dagegen hinsichtlich der Schadensintensität noch keine Kategorisierungen vor. Diese sollen im folgenden neu erstellt werden.

5.6.1. Kategorisierung gewitterbedingter Starkregenschäden

Es existieren mehrere Klassifikationsansätze zur Bestimmung von Hochwasserintensitäten. Diese Klassifizierungen berücksichtigen allerdings nicht den Unterschied der für die Hochwässer ausschlaggebenden unterschiedlichen Niederschlagssituationen und Auslösefaktoren. So klassifiziert KYNCIL (1992) die Hochwässer der Jahre 1784 bis 1981 im tschechischen Teil des Erzgebirges nach Art, Verlauf und Ausmaß der Schäden. PFISTER und HÄCHLER (1991) typisieren ihrerseits historische Überschwemmungskatastrophen im schweizerischen Alpenraum anhand von Ausmaß und Verbreitung der jeweiligen Schäden. Je nach Ausprägung der beiden Variablen "Verbreitung" ("lokal", "regional", "überregional") bzw. "Ausmaß" ("geringfügig", "beträchtlich", "groß", "sehr groß") ergeben sich bei den Autoren vier verschiedene Hochwassertypen. Kategorisierungen zur Intensitätsbestimmung reiner gewitterbe-

[43] Ebda.

dingter Starkregenereignisse liegen im deutschsprachigen bzw. europäischen Raum daher bislang jedoch noch nicht vor.

Einzig CRYSLER et al (1980) klassifizieren gewitterbedingte Ereignisse, und zwar die durch *Flash-Floods* in der Appalachenregion der USA verursachten Schäden. In dieser Arbeit werden in der Regel nur rein konvektive Ereignisse berücksichtigt, sieht man einmal von den durch ehemalige tropische Wirbelstürme verursachten dauerhaften Starkniederschlägen ab. Vier Schadensintensitäten werden herausgestellt ("gering" - "leicht" - "schwer" - "extrem"), die ihrerseits nochmals in einen ruralen bzw. urbanen Schadenstyp untergliedert werden (s. Tab. 2).

Tabelle 2: Klassifizierte Schadensintensitäten der *Flash-Floods* in der Appalachenregion der USA (nach: CRYSLER et al 1980, leicht verändert)

Schadenstyp	**Urban**	**Rural**
„Gering“	„Städtische Überflutung; Straßen unter Wasser; Leichte Überflutungen; Keller unter Wasser.“	„Leichte Überflutungen; Starke Regenfälle beobachtet, aber keine Schäden registriert; (diese Klasse ist in ländlichen Gebieten nicht sehr ausgeprägt).“
„Leicht“	„Kleine Fließgewässer treten über die Ufer; tiefgelegene Areale überflutet; leichte Schäden an Wohnhäusern, Geschäften u.a. Gebäuden.“	„Tiefland überflutet; hochwasserführende Bäche; Schlammfluten, Erdrutsche; Erosion, Getreideschäden; Fahrdämme überflutet; Keller überflutet.“
„Schwer“	„Evakuierungen; schwere Sachschäden; zahlreiche Straßen ausgewaschen.“	„Starke Erosionen, beträchtliche Schäden an Getreide; Felder unter Wasser; Gebäude beschädigt; Vieh vernichtet. Brücken und Fahrdämme ausgewaschen; Evakuierungen.“
„Extrem“	„Extreme Schäden – annähernd Millionen von $ Sachschäden; Gebäude zerstört; Hunderte evakuiert; zahlreiche Tote und Verletzte.“	„Zahllose Flächen ausgespült; Wohnhäuser zerstört; weitflächige Verwüstungen.“

Diesem Prinzip folgend, wird die Bewertung der gewitterbedingten Starkregenereignisse im UG anhand der Ausprägung der beschriebenen Schäden durchgeführt.

Im ersten Schritt werden die in sämtlichen verifizierten Quellen (Hauptuntersuchungsperiode 1881-1980) enthaltenen Beschreibungen über gewitterbedingte Starkregenschäden semantisch aufgelistet und in gleichartige Themengruppen gegliedert. Die Auflistung aller sprachlichen Umschreibungen ist aus den Tabellen 3a bis 3c ersichtlich. Quellen sind sämtliche verifizierten Berichte über Starkregenschadensereignisse der Hauptuntersuchungsperiode 1881-1980 (ohne 1941-50).

Im Untersuchungszeitraum 1881 bis 1980 (ohne 1941-50) kommt es zu insgesamt 463 verifizierten Starkregenereignissen, für die mindestens ein bzw. mehrere Berichte über Schäden vorliegen, und in denen mindestens ein Mal pro Ereignis eine oder mehrere der oben genannten Umschreibungen in Tab. 3a bis 3c benutzt wird.

Aus den in Tab. 3a bis 3c dargelegten Umschreibungen ergeben sich grundsätzlich folgende Schadensgruppen:

(1) **Schäden durch Starkregen an Boden und Vegetation (Schadensgruppe „Land“):** Hierunter wird die Bodenerosion im eigentlichen Sinne verstanden mit den in Kap. 4.3.2.1. beschriebenen Prozessen. Es sind dies typische Schadensmerkmale des rural geprägten Raumes.

(2) **Schäden durch Starkregen an infrastrukturellen Einrichtungen (Schadensgruppe „Infrastruktur“):** Verkehrswege, wie Straßen, Wege oder Eisenbahnschienen, können durch Wasser überflutet, beschädigt oder zerstört werden (primärer Schaden), der Verkehrsfluss dadurch unterbrochen werden (sekundärer Schaden). Ferner werden hier hinzugerechnet die damit zusammenhängenden Bauwerke wie Brücken, Dämme, Trassen, Einfriedungen, Durchlässe, Befestigungen usw.

(3) **Schäden durch Starkregen an Gebäuden und Bauwerken (Schadensgruppe „Bauten“):** Durch gewitterbedingte Starkregenschäden werden hauptsächlich innerorts bzw. an einzelstehenden Gebäuden außerorts Schäden angerichtet. Dies betrifft Wohn- und Wirtschaftsgebäude und zugehörige Einrichtungen wie Mauern, Fassadenteile, Zäune usw. Berücksichtigt wird hierbei nur der Schaden durch strömendes Oberflächenwasser. Unberücksichtigt bleiben Schäden durch Stauwasser oder durch eindringendes Regenwasser (z.B. bei abgedeckten Dächern).

(4) **Schäden durch Starkregen an Tieren (Schadensgruppe „Tier“):** Berücksichtigt werden Berichte über Schäden an Tieren, in der Regel Nutztiere (in Einzelfällen auch Wildtiere).

Tabelle 3a:
Umschreibungen gewitterbedingter Starkregenereignisse:
Bezeichnungen des Ereignisses und der Ursache des Schadens

Ereignis	Niederschlag	Überschwemmungsvorgang	Wasser
Gewitter	Regen	Überflutung	(Hoch-)Wasser
Wetter	Gewitterregen	Überschwemmung	-strom
Unwetter	Regenguß	Hochwasser	-masse
	Schauer	Wasserstauung	-woge
	Starkregen	Austritt	-welle
	Platzregen		-flut
	Schutt		Flut
	Wolkenbruch		Schwall
	Sintflut		Welle
			Flutwelle
			Sturzwasser
			Sturzflut
			See, Fluß, Bach
			-bach
			Wasserfläche
			Wassersnot

Quelle: verifizierte Schadensberichte 1881-1980 (ohne 1941-50)

Tabelle 3b:
Umschreibungen gewitterbedingter Starkregenereignisse:
Bezeichnungen des Schadens- und Wirkungsvorganges

Hochwasser bringen	Schäden anrichten	Fließvorgang	Wasser - primäre Schäden	Wasser - sekundäre Schäden	Wasser - Akkumulationen
steigen	toben	fließen	führen	beeinträchtigt sein	häufen
schwellen	hausen	(über-)schwemmen	schwemmen	hemmen, stören	akkumulieren
quellen	heimsuchen	(über-)fluten	schwimmen	verzögern, unterbrechen	setzen, bringen
austreten	betreffen	strömen	treiben	(Störungen) verzeichnen	lagern, bleiben, decken
über ... Ufer treten	niedergehen	laufen, steigen	tragen, schleppen	anhalten, stehenbleiben	schütten, schlämmen,
auslaufen, -brechen	mitnehmen	bahnen, suchen	nehmen, legen, lagern	steckenbleiben, stoppen	sanden, schwemmen,
überfluten	überkommen	dringen	drücken	stocken, fahren	fluten
überschwemmen	leiden unter..., erleiden	drücken	rutschen	nicht hindurchkommen,	ziehen, füllen, lassen
... bringen,	zusetzen	gießen, ergießen	werfen, schlagen	nicht verkehren	voll... sein
... Zu führen	erleben	sprudeln, brodeln	walzen	unmöglich machen	stauen, festsetzen
... Eintreten	in Mitleidenschaft ziehen	schäumen	reißen	entgleisen	(Barrikade) bilden
unter Wasser setzen	verursachen	sausen, rasen	brechen, zerknicken		(Hindernis) bilden
unter Wasser kommen	anrichten	rauschen, donnern	stürzen, bringen	unpassierbar, unbefahrbar	
unter Wasser stehen	zufügen	brechen, Bahn brechen	ziehen	... machen, ... sein	
im Wasser sein	zu... führen	schießen	wühlen, strudeln, spülen,	unbewohnbar, ... sein	
voll Wasser haben	... Nicht abzusehen	wälzen	flößen, entblößen	... machen	
voll Wasser stehen	beschädigen	stürzen	erodieren, höhlen	abgeschnitten sein	
in ... verwandeln	zerstören		waschen	abriegeln	
bilden	vernichten		verunreinigen	einschließen, sperren	
gleichen	zunichte machen		sich... halten können		
begraben unter	ruinieren		festhalten, anklammern	beseitigen, ableiten	
nicht fassen	verschwinden lassen		gefährdet sein	(ab-)pumpen	
nicht aufnehmen können	verwüsten		in Gefahr sein,... stehen	entfernen	
nicht abführen können	verheeren		in Gefahr setzen	zu Hilfe rufen, kommen	
nicht imstande sein			gefährlich für... sein	einsetzen, eingreifen	
überlastet sein			drohen... zu	befreien, tätigen, kommen	
verstopft sein			ertrinken	aufbieten	
			umkommen	alarmieren, räumen, helfen,	
			den Tod finden	reinigen, beseitigen, bergen	
			ein Opfer werden	transportieren, tragen	

Quelle: verifizierte Schadensberichte 1881-1980 (ohne 1941-50)

Tabelle 3c:
Umschreibungen gewitterbedingter Starkregenereignisse:
Bezeichnungen der auf die Wasserwirkungen bezogenen Objekte

Fließgerinne	Gegenstände	Landwirtschaft	Infrastruktur	Bauten, Gebäude	Tiere / Menschen	Sonstiges
Bach	Gegenstand	Pflanzen	Weg, Straße	Dorf, Stadt	(Nutz-)Tier	Feuerwehr
Fluß	Gerät	Pflanzung	Bahn, Zug	Gehöft, Hofreite	Mensch, Person	Polizei
Graben	Teil, Stück	Samen, Saat	Platz	Gebäude, Haus	Vieh, Herde	Rettungsdienst
Furche	Maschine	Frucht, Getreide	Gasse	Gut, Hof		Hilfskräfte
Rinne	Holz	Korn, Ernte	Gosse	Scheune		
Kanal	Balken, Bohle	Heu, Grummet	Damm	Stall, Stallung		
Kanalisation	Haufen	Garbe	Chaussee	Krippe		
Einlauf	Faß, Stange	Gemüse	Pflaster, -rung	Stockwerk, Etage		
Strom	Diele	Kartoffel, Rübe	Decke	Geschäft		
Wasser	Korb, Kiste	Obst	Randstein	Kirche		
	Stapel	Feld, Flur	Unterbau	Mühle		
	Möbel	Gemarkung	Trottoir	Platz, Anlage		
	Hütte, Halle	Acker	Rinne			
	Rohr	Land	Unterführung	Keller, Loch		
	Karren	Wiese, Gras	Verkehr	Küche		
	Zaun	Grund, Länderei	Gleis	Raum, Wohnung		
	Walze	Garten	Schiene	Flur, Souterrain		
	Wäsche	Grundstück	Station			
	Stamm, Ast	Grabstück	Körper	Mauer, Brüstung		
	Baum	Anlage	Linie	Einfriedung		
	Schlamm, Lehm	Erde, Boden	Strecke	Wand, Wandung		
	Sand, Kies	Krume	Auto			
	Schotter	Masse	Fahrzeug			
	Stein, Geröll	(Erd-)reich				
	Block, Masse		Böschung, Rain			
	Menge		Hang, Ufer			
	Berge		Brücke, Steg			
	Unrat		Übergang			
			Durchlaß			
			Brunnen, Grube			
			Stelle, Schacht			

Quelle: verifizierte Schadensberichte 1881-1980 (ohne 1941-50)

(5) **Schäden durch Starkregen an Personen (Schadensgruppe „Person“):** Hierunter fallen Berichte über unmittelbar vorkommende Schadenswirkungen an Personen wie z.B. Mitreißen, Wegschwemmen usw.

(6) **Weitere Auswirkungen (Schadensgruppe „Auswirkungen“):** Verursacht z.B. durch Wassertransport von Gegenständen. Hierunter fallen alle Berichte, in denen über die Transportkraft des Wassers berichtet wird. Hierdurch ergeben sich indirekt Rückschlüsse über die Zerstörungskraft der Wassermassen des jeweiligen Ereignisses.

Aus den Tabellen 3a bis 3c geht hervor, dass sich die bei einem Gewitterereignis angerichteten Starkregenschäden auf eine überschaubare Anzahl von Begriffen beschränken lässt. Dabei wird davon ausgegangen, dass diese für die Starkregenereignisse im UG relevanten Schadensgruppen (1) bis (6) in räumlicher Hinsicht auch außerhalb des UG vorkommen, so dass eine einfache Übertragung auf andere Untersuchungsgebiete möglich ist.

In einem zweiten Schritt können die thematisch zusammengehörenden Begriffe weiter zusammengefasst werden, und zwar in Form stets wiederkehrender verbaler Umschreibungen eines Schadensvorganges bzw. einer Schadenswirkung. Diese werden im folgenden als Teilschadensgruppen bezeichnet. Dabei ergibt sich folgende thematische Haupt- und Teilschadensgliederung:

1. Hauptschadensgruppe „**Land**“:

1a) Teilschadensgruppe Getreide:
Umschreibungen, in denen das Lagern, Niederwerfen, Niederwalzen von Saat, Getreide und Feldfrüchten generell erwähnt wird. Die Ernte wird dadurch ggf. beschädigt bis vernichtet.

1b) Teilschadensgruppe Gewässer:
In vom Ereignis betroffenen Gebiet führen Fließgewässer Hochwasser bzw. zumindest stark angestiegene Wasserpegel. In den durchflossenen Hohlformen (Täler, Gründe usw.) entstehen auf angrenzenden Ländereien (Feld, Wiese, Garten) Wasserschäden. Vereinzelt hierdurch bedingte Akkumulation von mitgeführtem Material infolge Verschlammung, Versandung u.dgl. In den Umschreibungen wird Bodenerosion ausdrücklich nicht erwähnt.

1c) Teilschadensgruppe Heu:
Heu bzw. Grummet, das geschnitten, abgeerntet oder auf Haufen lagert, wird durch Wassereinwirkung weggeführt und geht verloren (nicht aber infolge Durchnässung). Es entstehen materielle Schäden. Diese Teilschadensgruppe wird gebildet, um die häufige Erwähnung der Heu- und Grummetschäden speziell in den früheren Berichten erfassen zu können.

Die möglichen Folgen der Bodenerosion in ruralen Gebieten wird aufgrund der großen Variabilität in den Schadensberichten in drei Teilschadensgruppen untergliedert.

1d) Teilschadensgruppe Bodenerosion I:
Beinhaltet Umschreibungen, in denen ausdrücklich Erosion an hängigem Gelände erwähnt wird. Das Niederschlagswasser strömt an Abhängen herab von/auf Äcker, Felder, Wiesen, Gärten. Hier erfolgt Bodenerosion (sowohl linear als auch flächendeckend) und ggf. Akkumulation des mitgeführten Materials.

1e) Teilschadensgruppe Bodenerosion II:
Enthält Umschreibungen, die sich generell auf die Bodenerosion beziehen, ohne die morphologische Situation speziell herauszustellen. Es erfolgt allgemeine Erodierung des Bodens durch Auswaschen, Ausspülen, Ausflößen, Zerreißen etc. Bodenmaterial wird weggeführt und an anderer Stelle akkumuliert. Feldfrüchte werden durch Überschlämmung, Ausspülung ggf. beschädigt bzw. vernichtet.

1f) Teilschadensgruppe Bodenerosion III:
Beinhaltet Umschreibungen, die sich ausdrücklich auf intensive Bodenerosion im Gelände beziehen, gleichgültig, ob auf geneigtem oder ebenem Gelände. Ausdrücklich wird die enorme morphologische Wirksamkeit des Wassers herausgestellt. Hierunter fallen Graben- und Schluchtreißen in die Bodenoberfläche (ggf. mit bildlichen Vergleichen); grobes Material wie Steine, Sand und Geröll wird mitgerissen. Gegenüber 1e) erfolgt deutlich weiter verbreitet eine Akkumulation des mitgeführten Materials, ganze Felder, Äcker, Gärten werden von mitgeführtem Bodenmaterial überdeckt. Die hier angebauten Früchte werden vernichtet, zumindest stark in Mitleidenschaft gezogen. Fließgerinne suchen sich episodisch oder zeitweise einen anderen Lauf. 1e) und 1f) können gleichzeitig miteinander auftreten.

1g) Teilschadensgruppe Bodenfracht:
Hierunter fallen Umschreibungen, die sich auf eine außergewöhnliche Kraft des Wassers beziehen. Es wird erwähnt das Mitführen schwerer Stein- und Felsbrocken, sowohl in Fließgerinnen durch Wassertransport als auch an Abhängen durch Ausspülung. Darüber hinaus werden ggf. Bäume entwurzelt und vom Wasser mitgeführt.

2. Hauptschadensgruppe „**Infrastruktur**“:

2a) Teilschadensgruppe Strömendes Wasser:
Umschreibungen, die sich auf folgende Bereiche beziehen: Überlastung von Kanälen bzw. der Kanalisation. Durch Wassermassen werden Straßen, Wege bzw. Plätze unter Wasser gesetzt,

es "strömen" Wassermassen durch die Straßen. Wasser staut sich in tiefgelegenen Stellen wie z.B. Unterführungen.

Die Schäden an Straßen und Wegen werden aufgrund der großen Spannbreite in drei Teilschadensgruppen gegliedert.

2b) Teilschadensgruppe Verkehrswege I:
Enthält Umschreibungen, die sich ausdrücklich auf Schäden an unbefestigten Fahrwegen beziehen. Hierunter fallen Feldwege, Hohlwege und, speziell für frühere Berichte, nicht mit einer Teerdecke versehene, unbefestigte Fahrstraßen.

2c) Teilschadensgruppe Verkehrswege II:
Beinhaltet Umschreibungen, die sich ausdrücklich auf befestigte, d.h. mit einer Teer-, Asphaltdecke versehene Verkehrswege beziehen. Hierunter fallen asphaltierte Feldwege, Straßen und Autobahnen inner- wie außerorts. Darüber hinaus fallen hierunter Schäden an Teilen befestigter Verkehrswege wie Straßenränder, Rinnsteine, Wasserdurchlässe, Einfriedungen u.dgl.

2d) Teilschadensgruppe Verkehrswege III:
Enthält Umschreibungen, die sich ausdrücklich auf die Unpassierbarmachung von Verkehrswegen durch Wassermassen bzw. akkumuliertes Material wie Sand, Schlamm, Geröll beziehen, gleichgültig, ob Schäden entstehen oder nicht. Verkehrswege wie Straßen und Bahnlinien müssen von Rettungsdiensten zumindest an einzelnen Punkten zeitweise z.T. gesperrt werden.

2e) Teilschadensgruppe Brücken und Übergänge:
Brücken an Fließgewässern werden beschädigt bzw. zerstört. Dadurch werden in Mitleidenschaft gezogen die darauf befindlichen Verkehrswege (Straßen, Wege und Bahnlinien).

2f) Teilschadensgruppe Rutschungen:
An künstlichen bzw. natürlichen Böschungen, Rainen und Dämmen treten Massenverlagerungen auf. Durch Unter- und Ausspülung geraten Hangteile ins Rutschen, werden Böschungen z.T. beschädigt. Die Massenverlagerung betrifft dabei auch die daran befindlichen Verkehrswege. (Hangrutschungen ohne Beeinträchtigung von Verkehrswegen gehört zu 1d).

2g) Teilschadensgruppe sekundäre Folgen:
Durch Wasserstauungen bzw. durch auf Verkehrswegen akkumuliertes Material (2d) kommt es zu Verkehrsstörungen, -unterbrechungen oder gar zu Unfällen. Nicht berücksichtigt werden Verkehrsunfälle, die sich auf regennasser Fahrbahn ereignen.

3. Hauptschadensgruppe „**Bauten**“:

3a) Teilschadensgruppe Keller I:
Umschreibungen, die sich ausdrücklich auf das nur vereinzelte, stellenweise Auftreten von Kellerüberschwemmungen beziehen, sowohl durch Rückstau als auch durch eindringendes Oberflächenwasser. In Ortschaften werden mitunter Baugruben und -schächte überschwemmt.

3b) Teilschadensgruppe Keller II:
Umschreibungen, die sich ausdrücklich auf mehrfaches, zahlreiches oder flächendeckendes Auftreten von Kellerüberschwemmungen beziehen. Wassermassen dringen in tiefgelegene Wohnräume (Souterrainwohnungen) ein.

3c) Teilschadensgruppe Läden, Hausfluren:
Umschreibungen, die sich ausdrücklich auf die Überschwemmung ebenerdiger Räumlichkeiten beziehen. Hierunter fallen Läden und Geschäfte, Hausfluren, aber auch Lagerhallen. Diese Teilgruppe wurde gebildet, um dem speziell in urbanen Räumen auftretenden Schadensaspekt Rechnung zu tragen.

3d) Teilschadensgruppe urbane Überflutung generell:
Umschreibungen, die sich auf allgemeine Überschwemmung von Ortslagen beziehen, z.B. Überflutung niedrigliegender Ortsteile, Wasser generell in Gebäuden (Häuser, Gehöfte, Höfe); ggf. werden Dämme zur Absicherung von Bauten aufgeworfen.

3e) Teilschadensgruppe Scheunen und Stallungen:
Wasser in Scheunen oder Stallungen, vor allem in Dörfern und Ortschaften im ruralen Raum. Diese Schadensgruppe wurde gebildet, um den vor allem früher immer wiederkehrenden Schadensaspekt zu berücksichtigen.

3f) Teilschadensgruppe Rettungsdienste:
Durch Wassermassen in Gebäuden (Keller, Wohnräume) werden Rettungsdienste benötigt. Feuerwehren pumpen aus bzw. helfen bei Aufräumarbeiten.
Aufgrund der großen Schadensspanne bei den eigentlichen Bauten- und Gebäudeschäden werden diese in vier Untergruppen untergliedert.

3g) Teilschadensgruppe Bauten I:
Beinhaltet Umschreibungen, in denen ausdrücklich die Beschädigung lediglich von Mauern (Stützmauern, Haltemauern etc.) erwähnt wird, wie dies z.B. oft bei gemauerter Bachverbauung der Fall ist.

3h) Teilschadensgruppe Bauten II:

Berücksichtigt das ausdrückliche Erwähnen von eindringendem Wasser in ganze Wohnungen, Etagen von Gebäuden. Hier wird Schlamm abgelagert, darin befindliche Möbel, Maschinen etc. werden beschädigt bzw. unbrauchbar gemacht. Gebäude werden von den Wassermassen z.T. von der Außenwelt abgeschnitten.

3i) Teilschadensgruppe Bauten III:

Erstmals werden Gebäudeteile selbst beschädigt bzw. vernichtet. Durch Einstürzen von Wänden, Wandungen u.dgl. wird die Bausubstanz beschädigt.

3k) Teilschadensgruppe Bauten IV:

Beinhaltet das ausdrückliche Erwähnen des durch Wasser verursachten Einsturzes ganzer Wohn- und Wirtschaftsgebäude (keine Holzhütten).

4. Hauptschadensgruppe „**Tier**“:

4a) Teilschadensgruppe Vieh I:

Umschreibungen, in denen ausdrücklich auf die Gefährdung von Tieren hingewiesen wird, z.B. indem diese in Stallungen oder auf der Weide im Wasser stehen. Rettungs- und Verbringungsmaßnahmen werden jedoch nicht erwähnt.

4b) Teilschadensgruppe Vieh II:

Umschreibungen, die sich auf Rettungsmaßnahmen für in Gefahr befindliche Tiere beziehen. Vieh wird aus Stallungen bzw. von der Weide geführt. Verluste an Tieren werden nicht berichtet.

4c) Teilschadensgruppe Vieh III:

Umschreibungen, in denen erstmals von Verlusten an Vieh berichtet wird. Es handelt sich um Kleinvieh, Haustiere bzw. Geflügel, die innerhalb von Gebäuden (Stallungen) durch Wasser und Schlamm zu Tode kommen.

4d) Teilschadensgruppe Vieh IV:

Umschreibungen, in denen das Mitreißen und Ertrinken von Tieren berichtet wird. Gegenüber 4c) liegt das Hauptaugenmerk auf das "Mitreißen" der Tiere. In allen Fällen sind Kleinvieh, Haustiere, aber auch Wild betroffen.

4e) Teilschadensgruppe Vieh V:

Umschreibungen, in denen ausdrücklich das Mitreißen, Wegschwemmen und Ertrinken von Großvieh wie Kühen, Rindern, aber auch Pferden, erwähnt wird.

5. Hauptschadensgruppe „**Person**“:

5a) Teilschadensgruppe Person I:
Es wird ausdrücklich in den Umschreibungen hingewiesen, dass Personen durch strömende Wassermassen mitgerissen werden. Diese müssen sich an Gegenständen festhalten. Es wird berichtet, dass keine Schäden z.B. durch Ertrinken, Ersticken u.dgl. vorkommen.

5b) Teilschadensgruppe Person II:
Aufgrund gewaltiger Wassermassen sind Personen gezwungen, sich aus überschwemmten Räumlichkeiten zurückzuziehen, z.B. indem sich Bewohner unterer Stockwerke in die oberen Etagen retten, oder indem durch Evakuierungsmaßnahmen Personen aus Gebäuden in Sicherheit gebracht werden. Es treten keine Schäden durch Ertrinken bzw. Ersticken ein.

5c) Teilschadensgruppe Person III:
Umschreibungen, in denen Personenschäden berichtet werden. Betrifft Personen, die sich im Freien (z.B. in der Nähe von Bachläufen) aufhalten.

5d) Teilschadensgruppe Person IV:
Umschreibungen, in denen ausdrücklich darauf hingewiesen wird, dass vom Wasser mitgerissene Personen sich in Gebäuden aufhalten. Diese werden mitsamt den Gebäuden vom Wasser mitgerissen. Die Personen ertrinken.

6. Hauptgruppe „**Auswirkungen**“:

6a) Teilgruppe Gegenstände I:
Berichte liegen vor, in denen das Mitreißen von Gegenständen erwähnt wird. Es handelt sich um leichte Gegenstände wie Holz, Fässer usw.

6b) Teilgruppe Gegenstände II:
Berichte liegen vor, in denen das Mitreißen von Gegenständen erwähnt wird. Es handelt sich gegenüber 6a) jedoch um schwere Gegenstände wie Mobiliar, Geräte, Wagen, Fahrzeuge, Autos etc.

6c) Teilgruppe Flutwelle:
Umschreibungen, in denen ausdrücklich das abrupte Erscheinen von Wassermassen ähnlich einer "Flutwelle" erwähnt wird. Gewässer treten in kurzer Zeit über ihre Ufer und führen zu Überschwemmungen; die Überflutung tritt auch jenseits des durch den eigentlichen Starkregen betroffenen Gebietes auf.

6d) Teilgruppe ungewöhnliches Hochwasser:
Umschreibungen, in denen ausdrücklich die Ungewöhnlichkeit der eingetretenen Überflutung erwähnt wird. Außerhalb von Räumlichkeiten erreicht der Wasserspiegel mehr als 1 m Höhe. Es wird evtl. erwähnt, dass Bootfahren auf den Straßen möglich ist.

6e) Teilgruppe Barriere:
Umschreibungen, in denen ausdrücklich erwähnt wird, dass an Brücken, Überwegen und anderen Hindernissen mitgeführtes Treibgut angeschwemmt wird.

6f) Teilgruppe Akkumulation:
Umschreibungen, in denen erwähnt wird, dass sich mitgeführtes Material wie Schlamm, Sand, Kies, Geröll u.dgl. in enormem Umfang ablagert.

Damit sind alle im Zeitraum 1881-1980 (ohne 1941-50) in den verifizierten Berichten aufgetretenen Schadensarten abgedeckt. Um dem Vorkommen aller möglichen Schäden genüge zu tun, und um eine mögliche räumliche Übertragbarkeit der Kategorisierung zu gewährleisten, wurden auch solche Schadensteilgruppen eingeführt, die im betrachteten Zeitraum nicht vorgekommen sind. Dies sind die Personenschäden 5c bzw. 5d. Es wird davon ausgegangen, dass entstehende gewitterbedingte Starkregenschäden im UG in ihrer grundlegenden Art nicht oder nur unwesentlich von den gewitterbedingten Starkregenschäden unterscheiden, die in anderen Regionen entstehen.

Aus den bislang zusammengefassten Haupt- und Schadensgruppen lässt sich bereits jetzt eine teilweise bestehende Rangordnung innerhalb der Teilschadensgruppen feststellen, z.B. in 1d bis 1f (Bodenerosion I bis III). Um jedoch die einzelnen Teil- in den unterschiedlichen Hauptschadensgruppen zwecks Erhalt von Schadensklassen miteinander verknüpfen zu können und damit den unterschiedlichen Ausprägungsgrad der einzelnen Klassen in die Klassifizierung einfließen zu lassen, wird im folgenden eine Untersuchung der Ähnlichkeitsmerkmale jeweils eines (nominalen) Variablenpaares, beginnend mit Teilschadensgruppe 1a, untereinander mittels der Vierfelder-Korrelation durchgeführt. Damit ergibt sich per se zwar noch keine Rangordnung, doch hilft die Ähnlichkeit der einzelnen Variablen untereinander bei der (letztlich subjektiv) vorgenommen Einteilung in Schadensklassen.

Nach BAHRENBERG, GIESE und NIPPER ([2]1985) sowie BORTZ ([3]1989) ist der Vierfelder-Korrelationskoeffizient r_Φ definiert als

$$r_{\Phi} = \frac{H00 \cdot H11 - H01 \cdot H10}{\sqrt{(H00 + H01)(H10 + H11)(H00 + H10)(H01 + H11)}}$$

mit H00 = Weder Variable 1 noch Variable 2 treten auf,

H01 = Variable 1 tritt nicht auf, Variable 2 tritt auf,

H10 = Variable 1 tritt auf, Variable 2 tritt nicht auf,

H11 = Sowohl Variable 1 als auch Variable 2 treten auf.

Das Vierfelder-Chi-Quadrat ergibt sich dann zu $\chi^2 = n\, r_{\Phi}$

mit der Stichprobengröße n = 463.

Die χ^2-Werte der einzelnen Variablen untereinander sind in Tab. 4 ersichtlich.

Die Zusammenhänge der einzelnen Variablen untereinander sind in den allermeisten Fällen stark bis sehr stark. Stärkste Ähnlichkeiten weisen in der Regel jene Teilschadensvariablen auf, deren Ausprägungen während des Starkregenprozesses gleichzeitig bzw. hintereinander auftreten, wie z.B.

2d/2g – Straßen unpassierbar / Verkehrsstörungen ($\chi^2 = 111{,}09$)

6a/6b – Leichte Gegenstände / Schwere Gegenstände transportiert ($\chi^2 = 114{,}48$)

6b/6c – Schwere Gegenstände / Flutwelle ($\chi^2 = 73{,}69$)

und noch eine ganze Reihe weiterer Variablenpaare (s. Tab. 4). Von der Überprüfung ausgeschlossen wurden Variablen der Teilschadensgruppen, deren absolute Häufigkeiten im Untersuchungszeitraum 1881-1980 (ohne 1941-50) zu gering waren (kritischer Wert mit n = 4). Hierzu gehörten signifikante Tier- und Personenschäden (4e, 5b, 5d, 5e) sowie signifikante Gebäudeschäden (i3, k3) und Hindernisbildung durch Wassermassen (6e).

Für jede einzelne Variable der Teilschadensgruppen (1a bis 6f) wurden anschließend die Ähnlichkeitsmerkmale untersucht und Rangfolgen der χ^2- Werte gebildet. Dadurch wurde deutlich, welche Teilschadensgruppen untereinander starke Ähnlichkeiten besitzen und damit häufig gemeinsam bei Starkregenereignissen auftreten. Tabelle 5 zeigt dies anhand des Beispieles der Teilschadensgruppe 2a („Strömendes Wasser“).

Tabelle 4:
Chi-Quadrat-Werte der Vierfelder-Korrelation der Starkregen-Umschreibungen

	1a	1b	1c	1d	1e	1f	1g	2a	2b	2c	2d	2e	2f	2g	3a	3b	3c	3d	3e	3f	3g	3h	3i
1a	-	5,33	0,29	0,84	0,54	2,08	0,22	1,99	0,16	1,84	0,42	1,65	0,01	0,71	4,72	1,37	1,11	0,05	0,23	0,08	0,01	0,13	*0,95*
1b	5,33	-	24,19	12,60	9,15	13,92	21,34	0,04	3,45	16,05	4,69	6,33	18,48	2,44	2,32	0,98	0,97	5,33	20,67	0,74	9,61	14,76	*4,75*
1c	0,29	24,19	-	8,79	2,94	8,42	23,69	7,89	7,80	9,17	3,32	0,09	4,19	1,47	0,02	0,57	0,40	27,36	13,00	2,24	1,10	2,42	*0,78*
1d	0,84	12,60	8,79	-	30,68	22,96	14,28	0,98	17,41	40,50	34,83	16,30	27,23	13,67	1,32	3,44	2,72	13,75	23,79	3,62	21,96	9,09	*13,29*
1e	0,54	9,15	2,94	30,68	-	58,31	17,95	0,15	15,22	32,35	20,64	4,28	21,40	3,59	0,03	7,43	1,43	22,91	14,81	1,05	24,72	7,01	*9,92*
1f	2,08	13,92	8,42	22,96	58,31	-	29,41	5,33	30,61	12,41	29,11	9,57	26,32	4,99	0,74	7,26	0,86	15,44	14,47	6,57	21,32	18,56	*34,79*
1g	0,22	21,34	23,69	14,28	17,95	29,41	-	1,91	48,67	31,02	17,88	7,46	24,73	15,20	0,01	8,67	9,07	31,04	51,55	15,09	13,38	18,46	*68,45*
2a	1,99	0,04	7,89	0,98	0,15	5,33	1,91	-	0,01	3,19	10,57	1,42	11,81	3,93	0,00	30,96	1,57	6,98	9,85	7,31	3,60	6,83	*2,20*
2b	0,16	3,45	7,80	17,41	15,22	30,61	48,67	0,01	-	27,46	15,04	20,24	17,49	5,64	6,56	14,19	1,66	15,08	8,60	3,15	7,49	12,06	*16,27*
2c	1,84	16,05	9,17	40,50	32,35	12,41	31,02	3,19	27,46	-	41,19	34,79	34,24	26,89	0,51	20,83	5,70	34,78	41,86	9,83	22,62	42,45	*13,66*
2d	0,42	4,69	3,32	34,83	20,64	29,11	17,88	10,57	15,04	41,19	-	14,15	47,43	111,09	0,39	24,23	3,78	9,00	13,55	17,21	7,86	29,96	*3,14*
2e	1,65	6,33	0,09	16,30	4,28	9,57	7,46	1,42	20,24	34,79	14,15	-	27,65	17,31	3,57	1,89	0,28	6,84	7,32	7,31	14,90	34,47	*16,72*
2f	0,01	18,48	4,19	27,23	21,40	26,32	24,73	11,81	17,49	34,24	47,43	27,65	-	66,24	1,30	16,99	3,23	13,14	30,68	10,21	37,23	33,94	*21,88*
2g	0,71	2,44	1,47	13,67	3,59	4,99	15,20	3,93	5,64	26,89	111,09	17,31	66,24	-	1,02	22,17	9,84	3,48	6,46	16,04	16,31	27,24	*6,59*
3a	4,72	2,32	0,02	1,32	0,03	0,74	0,01	0,00	6,56	0,51	0,39	3,57	1,30	1,02	-	7,77	8,53	0,88	0,01	0,94	0,09	3,81	*2,00*
3b	1,37	0,98	0,57	3,44	7,43	7,26	8,67	30,96	14,19	20,83	24,23	1,89	16,99	22,17	7,77	-	4,32	14,80	9,12	64,66	7,23	20,09	*0,40*
3c	1,11	0,97	0,40	2,72	1,43	0,86	9,07	1,57	1,66	5,70	3,78	0,28	3,23	9,84	8,53	4,32	-	1,75	0,42	7,67	6,49	3,92	*8,19*
3d	0,05	5,33	27,36	13,75	22,91	15,44	31,04	6,98	15,08	34,78	9,00	6,84	13,14	3,48	0,88	14,80	1,75	-	45,71	20,82	16,06	29,37	*13,36*
3e	0,23	20,67	13,00	23,79	14,81	14,47	51,55	9,85	8,60	41,86	13,55	7,32	30,68	6,46	0,01	9,12	0,42	45,71	-	13,07	13,71	53,77	*17,31*
3f	0,08	0,74	2,24	3,62	1,05	6,57	15,09	7,31	3,15	9,83	17,21	7,31	10,21	16,04	0,94	64,66	7,67	20,82	13,07	-	6,22	15,21	*2,47*
3g	0,01	9,61	1,10	21,96	24,72	21,32	13,38	3,60	7,49	22,62	7,86	14,90	37,23	16,31	0,09	7,23	6,49	16,06	13,71	6,22	-	13,77	*11,73*
3h	0,13	14,76	2,42	9,09	7,01	18,56	18,46	6,83	12,06	42,45	29,96	34,47	33,94	27,24	3,81	20,09	3,92	29,37	53,77	15,21	13,77	-	*21,17*
3i	0,95	4,75	0,78	13,29	9,92	34,79	68,45	2,20	16,27	13,66	3,14	16,72	21,88	6,59	2,00	0,40	8,19	13,36	17,31	2,47	11,73	21,17	-
3k	0,27	4,08	0,13	0,28	4,46	14,03	0,06	1,44	0,24	2,73	1,46	0,06	4,50	0,27	0,56	0,31	0,11	5,78	3,51	8,29	11,54	8,45	*0,03*
4a	0,94	6,92	0,50	14,97	14,85	9,68	9,75	0,09	13,20	21,53	4,39	36,58	12,66	1,35	1,75	3,21	0,00	9,37	20,62	8,69	2,14	27,20	*22,46*
4b	0,48	22,55	2,02	6,92	22,84	46,90	25,67	4,68	4,70	17,31	11,24	28,83	48,08	7,74	2,18	3,72	0,04	30,88	74,11	13,48	12,23	39,48	*15,79*
4c	0,07	13,60	47,19	3,56	7,46	7,11	15,98	10,36	1,79	19,69	6,38	6,70	32,42	3,91	0,49	7,05	2,57	21,10	35,22	8,57	39,67	28,34	*13,87*
4d	1,23	8,34	0,37	8,82	20,40	24,60	51,74	1,43	30,51	16,43	4,58	12,24	26,45	9,41	0,63	5,15	5,64	4,26	20,88	1,12	21,57	5,64	*101,42*
4e	0,54	0,53	0,27	5,33	8,95	14,38	29,24	0,11	6,61	5,49	2,93	31,92	9,04	15,49	1,13	3,47	3,34	5,11	7,06	2,39	4,87	41,12	*56,85*
5a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5b	1,09	3,21	4,88	0,00	3,76	4,64	0,26	0,06	0,03	11,09	0,31	2,68	2,90	0,00	0,04	3,54	0,43	10,33	1,99	1,68	24,91	34,29	*0,14*
5c	1,37	10,23	19,86	0,57	4,00	7,05	0,33	1,98	0,00	3,12	3,55	26,82	6,17	3,26	0,85	0,32	0,55	22,08	17,92	10,69	7,21	26,04	*0,18*
5d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5e	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6a	2,63	19,47	21,88	35,96	29,83	46,90	25,67	7,87	13,74	21,58	11,24	28,83	40,52	14,14	0,11	6,79	1,54	30,88	15,19	4,32	45,93	30,94	*27,03*
6b	1,30	11,42	9,93	21,97	35,48	61,67	27,78	5,91	15,02	29,41	7,79	46,66	48,93	8,11	2,49	9,48	0,67	41,09	29,79	5,96	21,01	58,83	*59,04*
6c	0,30	9,67	12,28	27,04	11,01	18,56	30,90	7,11	33,11	27,80	10,50	34,03	44,50	3,91	1,85	14,61	8,08	21,10	17,07	5,02	4,25	16,67	*34,05*
6d	0,14	14,15	0,09	9,89	11,13	15,83	37,14	8,83	12,58	34,79	20,53	40,78	27,65	5,50	0,07	10,63	0,28	21,39	31,58	17,49	28,97	34,47	*16,72*
6e	0,27	0,26	0,13	2,65	4,46	14,03	14,55	1,44	3,29	2,73	1,46	15,88	4,50	2,82	0,56	0,31	8,45	0,62	3,51	1,19	50,12	8,45	*28,29*
6f	0,54	11,71	3,59	27,70	24,91	57,54	86,80	0,26	34,89	28,60	47,98	25,12	23,19	23,22	0,85	10,03	17,70	25,83	7,93	15,07	9,36	26,17	*30,01*
	1a	1b	1c	1d	1e	1f	1g	2a	2b	2c	2d	2e	2f	2g	3a	3b	3c	3d	3e	3f	3g	3h	3i

Bedeutung der Variablen 1a bis 6f - siehe Text

Fortsetzung Tabelle 4:

3k	4a	4b	4c	4d	4e	5a	5b	5c	5d	5e	6a	6b	6c	6d	6e	6f
0,27	0,94	0,48	0,07	1,23	*0,54*	-	1,09	1,37	-	-	2,63	1,30	0,30	0,14	*0,27*	0,54
4,08	6,92	22,55	13,60	8,34	*0,53*	-	3,21	10,23	-	-	19,47	11,42	9,67	14,15	*0,26*	11,71
0,13	0,50	2,02	47,19	0,37	*0,27*	-	4,88	19,86	-	-	21,88	9,93	12,28	0,09	*0,13*	3,59
0,28	14,97	6,92	3,56	8,82	*5,33*	-	0,00	0,57	-	-	35,96	21,97	27,04	9,89	*2,65*	27,70
4,46	14,85	22,84	7,46	20,40	*8,95*	-	3,76	4,00	-	-	29,83	35,48	11,01	11,13	*4,46*	24,91
14,03	9,68	46,90	7,11	24,60	*14,38*	-	4,64	7,05	-	-	46,90	61,67	18,56	15,83	*14,03*	57,54
0,06	9,75	25,67	15,98	51,74	*29,24*	-	0,26	0,33	-	-	25,67	27,78	30,90	37,14	*14,55*	86,80
1,44	0,09	4,68	10,36	1,43	*0,11*	-	0,06	1,98	-	-	7,87	5,91	7,11	8,83	*1,44*	0,26
0,24	13,20	4,70	1,79	30,51	*6,61*	-	0,03	0,00	-	-	13,74	15,02	33,11	12,58	*3,29*	34,89
2,73	21,53	17,31	19,69	16,43	*5,49*	-	11,09	3,12	-	-	21,58	29,41	27,80	34,79	*2,73*	28,60
1,46	4,39	11,24	6,38	4,58	*2,93*	-	0,31	3,55	-	-	11,24	7,79	10,50	20,53	*1,46*	47,98
0,06	36,58	28,83	6,70	12,24	*31,92*	-	2,68	26,82	-	-	28,83	46,66	34,03	40,78	*15,88*	25,12
4,50	12,66	48,08	32,42	26,45	*9,04*	-	2,90	6,17	-	-	40,52	48,93	44,50	27,65	*4,50*	23,19
0,27	1,35	7,74	3,91	9,41	*15,49*	-	0,00	3,26	-	-	14,14	8,11	3,91	5,50	*2,82*	23,22
0,56	1,75	2,18	0,49	0,63	*1,13*	-	0,04	0,85	-	-	0,11	2,49	1,85	0,07	*0,56*	0,85
0,31	3,21	3,72	7,05	5,15	*3,47*	-	3,54	0,32	-	-	6,79	9,48	14,61	10,63	*0,31*	10,03
0,11	0,00	0,04	2,57	5,64	*3,34*	-	0,43	0,55	-	-	1,54	0,67	8,08	0,28	*8,45*	17,70
5,78	9,37	30,88	21,10	4,26	*5,11*	-	10,33	22,08	-	-	30,88	41,09	21,01	21,39	*0,62*	25,83
3,51	20,62	74,11	35,22	20,88	*7,06*	-	1,99	17,92	-	-	15,19	29,79	17,07	31,58	*3,51*	7,93
8,29	8,69	13,48	8,57	1,12	*2,39*	-	1,68	10,69	-	-	4,32	5,96	5,02	17,49	*1,19*	15,07
11,54	2,14	12,23	39,67	21,57	*4,87*	-	24,91	7,21	-	-	45,93	21,01	4,25	28,97	*50,12*	9,36
8,45	27,20	39,48	28,34	5,64	*41,12*	-	34,29	26,04	-	-	30,94	58,83	16,67	34,47	*8,45*	26,17
0,03	22,46	15,79	13,87	101,42	*56,85*	-	0,14	0,18	-	-	27,03	59,04	34,05	16,72	*28,29*	30,01
-	8,94	16,52	13,40	0,04	*0,02*	-	24,57	81,39	-	-	0,24	7,59	0,07	15,88	*0,01*	0,14
8,94	-	52,52	17,82	16,31	*17,97*	-	0,41	27,65	-	-	18,48	24,01	30,15	21,90	*8,94*	6,29
16,52	52,52	-	32,13	10,74	*6,41*	-	1,69	16,25	-	-	44,38	63,03	22,98	67,17	*16,52*	20,50
13,40	17,82	32,13	-	9,14	*5,30*	-	10,71	38,94	-	-	29,06	67,90	13,20	31,33	*12,41*	4,66
0,04	16,31	10,74	9,14	-	*100,98*	-	4,10	0,23	-	-	29,65	65,66	47,61	56,67	*21,67*	10,88
0,02	17,97	6,41	5,30	100,98	-	-	11,37	0,10	-	-	6,41	68,84	26,94	31,92	*50,62*	12,56
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24,57	0,41	1,69	10,71	4,10	*11,37*	-	-	17,70	-	-	12,94	-	2,08	14,20	*0,04*	4,59
81,39	27,65	16,25	38,94	0,23	*0,10*	-	17,70	-	-	-	16,25	30,80	22,29	10,68	*0,05*	0,21
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38,69	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,24	18,48	44,38	29,06	29,65	*6,41*	-	12,94	16,25	-	-	-	114,48	55,01	28,83	*16,52*	20,50
7,59	24,01	63,03	67,90	65,66	*68,84*	-	30,80	38,69	-	-	114,48	-	73,69	46,66	*34,25*	22,92
0,07	30,15	22,98	13,20	47,61	*26,94*	-	2,08	22,29	-	-	55,01	73,69	-	17,73	*13,40*	11,60
15,88	21,90	67,17	31,33	56,67	*31,92*	-	14,20	10,68	-	-	28,83	46,66	17,73	-	*15,88*	14,62
0,01	8,94	16,52	12,41	21,67	*50,62*	-	0,04	0,05	-	-	16,52	34,25	13,40	15,88	-	6,25
0,14	6,29	20,50	4,66	10,88	*12,56*	-	4,59	0,21	-	-	20,50	22,92	11,60	14,62	*6,25*	-
3k	4a	4b	4c	4d	4e	5a	5b	5c	5d	5e	6a	6b	6c	6d	6e	6f

Tabelle 5: Vergleich der Ähnlichkeitsmerkmale der Teilschadensgruppe 2a („Strömendes Wasser“) mit den Variablen anderer Teilschadensgruppen (Quellen: verifizierte Starkregenereignisse 1881-1980, ohne 1941-50)

Zusammenhang der Teilschadensgruppe 2a („Strömendes Wasser“) mit			
Schadensgruppe	**Nr.**	**Bezeichnung**	**χ^2- Wert**
Land	1f	Bodenerosion III	5,33
Infrastruktur	2f	Rutschungen	11,81
Infrastruktur	2d	Verkehrswege III	10,57
Infrastruktur	2g	Sekundäre Folgen	3,93
Bauten	3b	Keller II	30,96
Bauten	3e	Scheunen und Stallungen	9,85
Bauten	3f	Rettungsdienste	7,31
Bauten	3d	Urbane Überflutung generell	6,98
Tier	4b	Vieh II	4,68
Auswirkungen	6d	Ungewöhnliches Hochwasser	8,83
Auswirkungen	6a	Gegenstände I	7,87
Auswirkungen	6b	Gegenstände II	5,91

Im Beispiel zeigt sich der große Zusammenhang der zur Teilschadensgruppe 2a („Strömendes Wasser“) gehörenden Umschreibungen mit den Schadensberichten aus den Hauptschadensgruppen Infrastruktur, Bauten und Auswirkungen. Die Gruppe „Strömendes Wasser“ stellt daher in der Regel ein typisches urbanes Schadensszenario statt, zusammen mit anderen typisch urbanen Schadensbildern (2f – Rutschungen an Böschungen, Rainen und Dämmen; 2d – Unpassierbarmachung von Verkehrswegen; 3b – Häufige Kellerüberschwemmungen usw.). In 36 Fällen (von 255 Ereignissen mit der Teilschadensgruppe 2a, entsprechend 14%) tritt 2a alleine auf, d.h. schon vor dem Einsetzen anderer gewitterbedingter Starkregenschäden. Da 2a jedoch keinen signifikanten Zusammenhang mit der Teilschadensgruppe 3a (Keller I – vereinzelte Kellerüberschwemmungen) aufweist, und diese im Vergleich zu 2a häufiger alleine auftritt (mit einem Anteil von 18%), ist anzunehmen, dass das Schadensszenario 2a in der Abfolge starkregenbedingter Schäden hinsichtlich der Intensität hinter 3a einzuordnen ist.

Nach Durchführung sämtlicher Ähnlichkeitsuntersuchungen ergaben sich für die Abfolge der aus den verifizierten Quellen entnommenen Umschreibungen der starkregenbedingten Schä-

den Abfolgeszenarien, die in insgesamt acht Schadenskategorien eingeteilt werden konnten. Diese Schadenskategorien werden wie folgt bezeichnet:

Schadenskategorie 0:	geringe Schadensintensität
Schadenskategorie 0-1:	geringe bis mäßige Schadensintensität
Schadenskategorie 1:	mäßige Schadensintensität
Schadenskategorie 1-2:	mäßige bis starke Schadensintensität
Schadenskategorie 2:	starke Schadensintensität
Schadenskategorie 2-3:	starke bis extrem starke Schadensintensität
Schadenskategorie 3:	extrem starke Schadensintensität
Schadenskategorie 9:	Schadensintensität nicht bestimmbar

Den einzelnen Schadenskategorien können folgende Ausprägungen von Teilschadensgruppen zugeordnet werden:

Schadenskategorie 0 – geringe Schadensintensität:

1. Schadensgruppe Land:
1a – Getreide legt sich, vereinzelt sind Schäden an der Ernte sichtbar; Halmfrüchte werden niedergedrückt.
1b – Tiefgelegene Stellen in der Flur (Äcker, Wiesen, Gärten) werden örtlich überschwemmt, Gewässer treten noch nicht über die Ufer.

2. Schadensgruppe „Infrastruktur“:
2a – Wassermassen können Straßen unter Wasser setzen; Wasserstauungen in Unterführungen und tiefgelegene Straßenabschnitten. Schäden sind damit i.a. nicht verbunden.

3. Schadensgruppe „Bauten“:
3a – Vereinzelt können Keller unter Wasser gesetzt werden, v.a. durch Rückstau. Rettungskräfte (Feuerwehr) müssen hier nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden.
3c – Im urbanen Bereich können ganz vereinzelt ebenerdige Läden und Geschäfte unter Wasser gesetzt werden.

4. Schadensgruppe „Tier“: Kein Auftreten.

5. Schadensgruppe „Person“: Kein Auftreten.

6. Schadensgruppe „Auswirkungen“: Kein Auftreten.

Als Beispiel für die Einordnung eines Ereignisses in die Schadenskategorie 0 steht die Beschreibung des Ereignisses vom 10.08.1909 im Kinzigtal, in dem es im Kreis-Blatt Gelnhausen 96 (12.08.1909) heißt: „(...) *Die niedergegangenen Wassermassen waren außerordentlich groß und bedeckten an manchen Stellen die Straßen so, daß diese in Bäche umgewandelt erschienen.* (...)."

Schadenskategorie 0-1 – geringe bis mäßige Schadensintensität:

1. Schadensgruppe „Land":
1a – Auftreten wie in Schadenskategorie 0, zusammen mit
1b – Gewässer treten erstmals über die Ufer: Überschwemmungen im Talgrund an Bächen und Flüssen, in diesem Bereich stehen Wiesen, Äcker und Ländereien unter Wasser. Auch tiefgelegene Flurstücke können überschwemmt (und verschlammt) sein.
1c – Vereinzelt kann gelagertes Heu in der Nähe von Gewässern beschädigt werden.
1d – Örtlich wird von Erosion auf hängigem Gelände berichtet, mit Auswirkungen (durch Akkumulation von Material) auf die Verkehrssituation.
1e – Vereinzelt treten in der Flur Schäden durch Auswaschung, Verschlammung, Abspülung auf. Örtlich werden Früchte aus dem Boden geschwemmt.

2. Schadensgruppe „Infrastruktur":
2a – Straßen geraten unter Wasser, es kommt zu vereinzelten bis mehrfachen Wassereinbrüchen in Kellern, Läden und Geschäften sowie Souterrainwohnungen u.dgl.
2b – Örtlich treten Schäden an unbefestigten Wegen auf infolge Erosion am hängigen Gelände, aber nur leicht.
2d – Örtlich wird angeschwemmtes Material auf Verkehrswegen abgelagert, so dass es durch Rettungsdienste (Feuerwehr) weggeschafft werden muss. Nur lokales Auftreten.
2g – Ganz vereinzelt kommt es durch angeschwemmtes Material auf Verkehrswegen zu vorübergehenden Verkehrsstörungen.

3. Schadensgruppe „Bauten":
3a, 3b – Vereinzelt bis mehrfache Wassereinbrüche in Kellern. Feuerwehr im Pumpeinsatz.
3c – Vereinzelte bis mehrfache Wassereinbrüche im urbanen Bereich in Hausfluren, Läden, Hallen usw. (ebenerdig), Feuerwehr im Pumpeinsatz.
3d – Vereinzeltes Auftreten von Wassereinbrüchen im ruralen Bereich in einzelne Gehöfte oder Häuser (nicht nur in Keller). Schäden beschränken sich aber nur auf örtliche Bereiche (z.B. Anlieger wasserüberfluteter Verkehrswege).
3e – Vereinzeltes Eindringen von Wasser im ruralen Bereich in Scheunen und Stallungen.

4. Schadensgruppe „Tier“:
4a, 4b – Vereinzeltes (4a) bzw. in Ausnahmefällen (4b) auftretend, jedoch ohne Schadensbeschreibungen.

5. Schadensgruppe „Person“: Kein Auftreten.

6. Schadensgruppe „Auswirkungen“: Kein Auftreten.

Als Beispiel für eine Zuordnung eines Ereignisses in die Schadenskategorie 0-1 soll ein Bericht aus dem Kreis-Anzeiger für Wetterau und Vogelsberg (129, 07.06.1971) dienen, in dem über ein Schadensgewitter im Raum Nidda vom 05.06.1971 geschrieben wird: „(...) *Schaden entstand vor allem in der Getreideernte, die vielfach niedergewalzt wurde. Es wurden außerdem zahlreiche Gärten durch Abschwemmung des Mutterbodens in Mitleidenschaft gezogen. Im Altstadtgebiet, dessen Keller im allgemeinen sehr überflutungsgefährdet sind, wurden dieses Mal keine Schäden gemeldet. Dagegen mußte die Freiwillige Feuerwehr in der Schillerstraße das Lager einer Firma für Bodenbeläge leerpumpen. Dort entstand unter anderem Schaden an einem Posten wertvoller Teppiche.*“

Schadenskategorie 1 – mäßige Schadensintensität:

1. Schadensgruppe „Land“:
1a – Tritt im Kerngebiet nicht mehr alleine auf, nur noch in Kombination mit anderen Schäden der Gruppe 1.
1b – Gewässer (Bäche und kleine Flussläufe) führen Hochwasser, überschwemmen häufig die Talauen. Streckenweise tritt Verschlammung auf, Holzstege werden z.T. mitgerissen.
1c – Heuhaufen werden im Wiesengrund fortgeschwemmt.
1d – Mehrfach beschriebene Erosion auf hängigem Gelände und Akkumulation von Material andernorts.
1e – Mehrfache Umschreibung von Erosionsschäden in der Flur, ganze Äcker sind betroffen. Oft Verschlammung und Abspülung sowie Ausschwemmung von Pflanzen.
1f – Vereinzeltes Auftreten von starker Erosion wie z.B. Grabenreißen, Aufschotterung.

2. Schadensgruppe „Infrastruktur“:
2a – Häufig Straßen unter Wasser, Wassermassen „strömen“ oft durch die Straßen. Mehrfach sind Verkehrswege unpassierbar, es kommt zu Verkehrsstockungen.
2b – Mehrfach berichtete Schäden an unbefestigten Wegen, überörtliches Auftreten.
2c – An befestigten Straßen und Wegen können Schäden an Seitenstreifen, an Wasserdurchlässen sowie am Straßenrand auftreten, aber nur örtlich.

2d – Mehrfach bis häufig sind Verkehrswege nicht mehr passierbar. Auf einigen Straßen kommt es zu Verkehrsstockungen.
2g – Auf einigen Straßen treten Verkehrsunterbrechungen (vorübergehend) auf.
2f – Vereinzelt Rutschungen und Über-/Unterspülungen von Dämmen, Trassen, Gleisen, aber nur örtlich (z.B. an Wasserdurchlässen, Hängen u.dgl.)

3. Schadensgruppe „Bauten“:
3a – Tritt nicht mehr alleine auf, sondern in Kombination mit anderen Schäden der Gruppe „Bauten“ – Kellerüberschwemmungen kommen im Kerngebiet des Starkregens flächendeckend vor.
3b – Zahlreiche Wassereinbrüche in Kellern, Feuerwehr häufig im Pumpeinsatz.
3c – Zahlreiche Wassereinbrüche in Läden, Geschäften, Hallen (ebenerdig), Feuerwehr im Pumpeinsatz, nicht mehr nur örtliches Auftreten.
3d – Tritt nicht alleine auf, sondern in Kombination mit anderen Schäden der Gruppe „Infrastruktur“ und „Bauten“. In der Regel ist ein Ortsteil von einer Überschwemmung betroffen, Dämme zur Wasserabwehr müssen erstmals aufgeworfen werden.
3e – Mehrfaches bis häufiges Eindringen von Wasser im ruralen Bereich in Scheunen und Stallungen.
3f – Allgemeiner Einsatz von Rettungskräften (Feuerwehr), zumindest flächendeckend in einem Stadtteil.
3h – Vereinzeltes Auftreten von Wasser in ganzen Wohnungen (ebenerdig), dort leichte Schäden, Schlammablagerungen in Gehöften.

4. Schadensgruppe „Tier“:
4a – Vieh steht in tiefgelegenen, an Gewässern befindlichen Scheunen und Stallungen im Wasser.
4b – Vieh muss mehrfach aus Scheunen und Stallungen verbracht werden.
4c – Ganz vereinzelter leichter Tierschaden, z.B. Ertrinken von Geflügel, aber nur örtlich.
4d – Ausnahmsweise werden Kleintiere vom Wasser mitgerissen.

5. Schadensgruppe „Person“:
5a – In Ausnahmefällen Beschreibungen von Personen am Hang, die vom Wasser eine kurze Strecke mit-/umgerissen werden.

6. Schadensgruppe „Auswirkungen“:
6a – Vereinzeltes Auftreten, z.B. Mitreißen von Holz in Straßen und Ortsteilen.

6b – Ausnahmsweises Auftreten an örtlichen Punkten, z.B. an steilen Hängen Mitreißen von Holzbalken.
6c – Erstmals Beschreibungen von rasch herandrängenden Wassermassen.

Schadenskategorie 1 beinhaltet damit erstmals ausgeprägte Vorgänge, die durch gewitterbedingte Starkregen ausgelöst werden. Aus diesem Grund wird Kategorie 1 als untere Grenze zur Einordnung in solche Schwergewitter (*SLS*) bestimmt, die sich im UG nicht durch Hagel- bzw. Sturmschäden auswirken. Damit ist es möglich, die im UG häufig auftretenden und signifikanten reinen Starkregengewitter als eigenständige Schadensgewitterform untersuchen und mit den anderen *SLS*-Ereignissen vergleichen zu können (s. Kap. 7).

Am 10.05.1936 kommt es in Teilen der Wetterau zu einem kräftigen Schadensgewitter, u.a. werden Starkregenschäden angerichtet. Der Bericht im Büdinger Allgemeiner Anzeiger (57, 12.05.1936) verdeutlicht die Einordnung dieses Ereignisses in die Schadenskategorie 1: „(...) *Am Himbacher Kirschenberg ging eine wolkenbruchartiger Regen nieder, dessen Wassermassen viel Schlamm und Erde nach Himbach und Hainchen wälzte. In letzterem Ort stieg das Wasser so hoch, daß die Hunde darin herum schwammen und in verschiedenen Gehöften die Kühe im Wasser standen, vielfach wurden Schweine in höher gelegene Räume verbracht. In den tiefer gelegenen Gärten nach der Seemenbach ist die Gartengrume*[sic!] *vollständig weggeschwemmt und damit die Aussaat gänzlich vernichtet.*“

Schadenskategorie 1-2 – mäßige bis starke Schadensintensität

1. Schadensgruppe „Land“:
1a – Tritt zusammen mit anderen Schadensgruppen auf.
1b – Täler und Wiesengründe sind weitflächig überschwemmt, Gräben werden zu reißenden Wassermassen. Es treten häufig Verschlammungen auf.
1c – Heu wird i.a. weggeschwemmt.
1d – Häufige Erosion in hängigem Gelände, ganze Ackerflächen, Hänge usw. werden abgetragen. Material an anderer Stelle akkumuliert.
1e – Häufig auftretend in der Flur, verbreitet Verschlammungen, Versandungen usw. Geht in 1f über.
1f – Im Kerngebiet des Ereignisses dominierend. Ausdrückliche Erwähnung der Entstehung von Gräben, Löchern u.dgl., jedoch nicht überörtlich.
1g – Vereinzelt werden Bäume entwurzelt, örtlich in Bächen schwere Steine vom Wasser fortbewegt.

2. Schadensgruppe „Infrastruktur“:

2a – Wasser strömt z.T. sehr hoch durch die Straßen, zahlreiche Stellen sind unpassierbar.

2b – Im Kerngebiet des Ereignisses werden unbefestigte Wege in der Regel ausgewaschen und z.T. überschottert, teilweise Beschädigungen.

2c – An Kreuzungspunkten mit befestigten Verkehrswegen werden Schäden an Fahrbahnen, Durchlässen usw. verursacht, Steine werden mitgerissen.

2d – Häufig auftretend, einige bis viele Straßen nicht passierbar.

2e – Erstmals auftretend; kleine, befestigte Brücken über Gewässer können vereinzelt beschädigt bzw. eingerissen werden.

2f – Rutschungen, Über- u. Unterspülungen an Dämmen und Trassen kommt an manchen Stellen vor, vereinzelt Massenbewegungen (Erdrutsche), dadurch Verkehrsstockungen.

2g – Verkehr an einigen bis vielen Stellen unterbrochen, Umleitungen sind eingerichtet.

3. Schadensgruppe „Bauten“:

3a – Tritt nur noch im Randgebiet des Ereignisses auf, üblich sonst ist 3b.

3b – Häufige Überschwemmungen von Kellern, auch überörtlich, ganze Stadtteile und Ortschaften können betroffen sein. Feuerwehr im Dauereinsatz.

3c – Häufige Wassereinbrüche in Läden, Geschäften, Hallen usw., Feuerwehr im Dauereinsatz.

3d – Ganze Stadtteile und Ortschaften von Überschwemmung betroffen, häufig nicht passierbar, in Einzelfällen von außen nicht erreichbar.

3e – Allgemeines Auftreten im Kerngebiet.

3f – Allgemein, in der Regel Dauereinsatz für Rettungskräfte.

3g – Erstmaliges Auftreten von Beschädigungen an Mauern, Einfassungen u.dgl., meist durch reißende Wassermassen.

3h – In einigen bis häufigen Fällen werden ganze Wohnungen überschwemmt und verschlammt, Möbel unbrauchbar gemacht, schwimmen vereinzelt im Erdgeschoss im Wasser.

4. Schadensgruppe „Tier“:

4a – Im ländlichen Raum allgemein auftretend.

4b – Allgemeine Evakuierungsmaßnahmen von Nutzvieh aus Ställen.

4c – Vereinzeltes Auftreten von Tierschäden bei Kleintieren.

4d – Kleintiere können vom Wasser mitgerissen werden.

5. Schadensgruppe „Person“:

5a – Vereinzeltes Vorkommen, z.B. bei Bergungsarbeiten, Personen werden ein Stück mitgerissen, keine Personenschäden.

5b – Erstmals auftretende Evakuierungsmaßnahmen von Personen aus einzelnen Gebäuden (z.B. gebrechliche Personen) bzw. Rückzug in die oberen Stockwerke.

6. Schadensgruppe „Auswirkungen“:

6a – Allgemeines Auftreten, in Ortschaften werden leichte Gegenstände mitgerissen.

6b – Im Kernbereich können durch Wassermassen schwere Gegenstände mitgerissen werden (z.B. Holzhallen, Gartenhütten usw.).

6c – In einigen Fällen Beschreibungen einer „Flutwelle“.

6f – An den Stellen von 2c kommt es zu Akkumulationen von Sand und Geröll, jedoch nicht flächendeckend. Muss abtransportiert werden.

Das Beispiel eines Ostgewitters vom 22.05.1953 steht für die Einordnung des Ereignisses in die Schadenskategorie 1-2. An diesem Tag gibt es vor allem in und um Fulda Starkregenschäden, wie die Fuldaer Zeitung (117, 23.05.1953) schreibt: „(...) *In der Unterstadt standen fast alle Keller in kurzer Zeit unter Wasser. Die Waides war bei der Tränke zum reißenden Strom angeschwollen, der über die Ufer trat und die Keller hoch mit Wasser anfüllte. Von der Haimbacher Straße stürzten in Richtung Lange Brücke lehmige Wasserfluten, wobei die Straße mit einer stellenweise bis zu 20 cm hohen Schlamm- und Geröllschicht bedeckt wurde.* (...) *Das Zentrum des Wolkenbruchs scheint über dem Westen Fuldas gelegen zu haben. So wurden Niesig und Horas vielleicht am stärksten betroffen. In Niesig war an einer Stelle der Horaser Straße Hochwasser, das auch in die umliegenden Keller eindrang. Zum Teil wurde auch Ackerboden auf die Straße geschwemmt. Schlimmer war es dagegen in Horas, wo wieder einmal der Aschenberg seine Tücke zeigte. Ströme von Sand und Wasser ergossen sich vom Sportplatz herab in den Ort. Die Hauptstraße nach Schlitz mute für kurze Zeit gesperrt werden. Die Stadtverwaltung entsandte sofort ein Einsatzkommando, das in Zusammenarbeit mit den Bewohnern der umliegenden Häuser die Straße schnell wieder von dem unerwünschten Aschenberggruß befreite. Auch hier drang das Wasser in viele Keller, stellenweise sogar ins Erdgeschoß ein. Am schlimmsten betroffen aber wurden die Siedlungshäuser, die am Aschenberg selbst liegen. Hier wurden vor allem die Vorgärten durch die herabstürzenden Fluten restlos zerstört. Ein Bild der Verwüstung bot sich hier, als das Gewitter vorbei war.*"

Schadenskategorie 2 – starke Schadensintensität

1. Schadensgruppe „Land“:

1a – Getreidefelder i.a. verschlammt, starke Schäden; tritt mit anderen Schäden auf.

1b – Täler weitflächig überschwemmt, erstmals Berichte über hohe Wasserstände. Reißende Wildbäche.

1c – Im Kerngebiet restlos vernichtet, tritt mit anderen Schäden auf.

1d – Im Kerngebiet allgemein schwere Schäden durch Bodenerosion in hängigem Gelände.

1e – Wassermassen „strömen“ auch außerhalb von Fließgewässern, dadurch zahlreiche Schäden.

1f – Distriktweise schwere Schäden durch Erosion, häufiges Vorkommen von Gräben, Löchern und Schluchtreißen.

1g – Im Kerngebiet werden Bäume teilweise entwurzelt, in betreffenden Fließgewässern werden z.T. zentnerschwere Steine mitgerissen, häufig Transport von Geröll.

2. Schadengruppe „Infrastruktur“:

2a – Wassermassen strömen hoch und reißend durch die Straßen, Kerngebiet von außen nicht erreichbar.

2b – Im allgemeinen schwere Schäden an unbefestigten Wegen.

2c – Durch die Wassermassen treten mehrfach bis häufig Schäden an befestigten Verkehrswegen auf.

2d – Zahlreiche Straßen sind daher unpassierbar, Kerngebiet von außen nicht erreichbar.

2e – Brücken werden an Gewässern stark beschädigt, vereinzelt werden feste Brücken mitgerissen.

2f – Mehrfache bis zahlreiche Rutschungen, Straßen können durch Erdrutsche blockiert werden. Terrassen und Bahngleise werden freigespült.

2g – Verkehr ist an vielen Stellen unterbrochen, Kerngebiet von außen nicht erreichbar.

3. Schadengruppe „Bauten“:

3a – Nur noch im Randgebiet des Ereignisses, sonst zusammen mit 3b.

3b – Im Kernbereich fast alle Keller z.T. hoch überschwemmt. Zahlreiche Sachschäden.

3c – Allgemeines Auftreten im Kerngebiet des Ereignisses, Sachschäden in ebenerdigen Läden, Geschäften, Hallen usw.

3d – Im städtischen Bereich ein seltenes Ereignis, daher dort zahlreiche, z.T. schwere Schäden. Häufiger auftretend im ländlichen Raum. Straßen, Plätze, Gärten und Häuser stehen distriktweise im Wasser. Schaulustige kommen in den Bereich des Ereignisses.

3e – Wassermassen überschwemmen allgemein und stark Stallungen und Scheune, Auftreten i.a. mit anderen Schadensgruppen.
3f – Rettungsdienste allgemein im Einsatz, es wird überörtlich Verstärkung angefordert.
3g – Im Kernbereich werden Mauern, Einfriedungen, Zäune vom Wasser umgerissen.
3h – Im Kernbereich werden Wohnungen häufig überflutet, durch Wasser werden Räume verwüstet, Gegenstände und Mobiliar schwer beschädigt, ganze Räume verschlammt, Wohnungen werden vereinzelt unbewohnbar gemacht.
3i –Erstmals tritt an einzelnen (festen) Gebäudeteilen strukturelle Schäden auf, z.B. Durchbrüche von Wänden.

4. Schadensgruppe „Tier“:
4a – Im ländlichen Raum allgemein auftretend, kommt mit anderen Schadensgruppen vor.
4b – Vieh muss im Kernbereich des Ereignisses aus Scheunen und Stallungen gebracht werden.
4c – Kleinvieh (Schweine, Schafe) ertrinkt stellenweise.
4d – Auf der Weide wird Kleinvieh vom Wasser mitgerissen, in Ausnahmefällen auch Großvieh (Rinder).

5. Schadensgruppe „Person“:
5a – Personen werden mehrfach vom Wasser mitgerissen, können sich aber festhalten.
5b – Stellenweise erfolgt Evakuierungen von Personen aus Gebäuden, Personen flüchten sich in obere Stockwerke, vereinzelte (v.a. einzelstehende) Gebäude können ganz vom Wasser umschlossen werden.
5c – Ausnahmsweise können Kleinkinder an Fließgewässern vom Wasser mitgerissen werden und zu Tode kommen.

6. Schadensgruppe „Auswirkungen“:
6a – Im Kernbereich werden zahlreiche leichte Gegenstände mitgerissen.
6b – Typisch ist das Mitreißen schwerer Gegenstände wie Balken, Fässer, Wagen und auch Kraftfahrzeuge (am Hang).
6c – Typisch auch das „flutwellenartige“ Herandrängen der gewitterbedingten Wassermassen, das in den Umschreibungen erwähnt wird.
6d – Für alle Betroffenen ist dies ein ungewöhnliches Hochwasserereignis. Wassermassen strömen z.T. mehr als 1 m hoch durch die Straßen. Erste Umschreibungen wie „Seit Menschengedenken nicht erlebt“ werden benutzt.

6f – Häufige Akkumulationen von Material, z.T. meterhoch. Es muss tagelang aufgeräumt werden.

Die Beschreibung eines gewitterbedingten Starkregenereignisses im Gelnhäuser Tageblatt (166, 19.07.1921) verdeutlicht die Einordnung eines Schadensfalles in die Kategorie 2. So gab es am 18.07.1921 im Gelnhäuser Raum starke Wasserschäden: „(...) *Gestern Nachmittag zog nach der langandauernden, zuletzt sehr großen Hitze Gewittergewölk an verschiedenen Stellen des Horizontes auf und gegen 1/2 4 Uhr begann sich ein Wetter zu entladen, wie hier seit langer Zeit nicht beobachtet wurde.* (...) *Schwerer noch war die Entladung des Gewitters über Hailer und Meerholz. Ungeheure Wassermassen gingen nieder und überfluteten das Gelände. Manche Aecker an den Halden wurden in kurzer Zeit gänzlich verwüstet, sie gleichen Geröllhalden. Im Kalkwerk fielen solche Wassermassen herab, daß man im Werk hie und da bis an den Leib im Wasser stand. In ein Häuschen drang das Wasser derart ein, daß die darin befindliche Frau mit ihren Kindern flüchtete und dabei das eine von einem älteren geführte Kind von der Flut mitfortgerissen wurde. Ein Arbeiter rettete es vor dem Untergang. Die Getreidefelder sind durch den fast eine Stunde anhaltenden Hagelschlag wie auf dem Felde gedroschen.* (...)."

Schadenskategorie 2-3 – starke bis extreme Schadensintensität

1. Schadensgruppe „Land":
1a – Ganze Äcker werden überschwemmt, über-, zugeschüttet, daher starke Getreideverluste.
1b – Ungewöhnlich hohe Überschwemmung, im Kernbereich flächendeckende Überflutung, auch außerhalb des Ereignisbereiches können Schäden durch abgeführte Wassermassen auftreten.
1c – s. 1a, 1b, tritt nur noch mit anderen Schadensvariablen auf.
1d – Ganze Hänge können abgetragen werden, außerordentlich starke Schäden.
1e – Verbreitet schwere und schwerste Schäden auf den Feldern, örtlich Entstehung von Ödland.
1f – s. 1e, verbreitet schwere und schwerste Schäden, örtliche Umgestaltung der Landschaft in hängigem Gelände möglich.
1g – Steine und Geröll (auch Felsbrocken) werden mitgerissen, erste Umgestaltung des Gewässerlaufs, Transport von Material bis in Ortschaften mit Schäden durch Materialfracht.

2. Schadensgruppe „Infrastruktur":
2a – Straßen stehen ungewöhnlich hoch unter Wasser und sind längere Zeit unpassierbar.
2b – Schwere und schwerste Schäden, flächendeckend im Kernbereich.

2c – Ganze Abschnitte befestigter Verkehrswege sind zerstört, eingebrochen, Straßen müssen tagelang gesperrt werden.
2d – Im Kernbereich ist ein Großteil der Straßen unpassierbar, streckenweise beschädigt und daher gesperrt.
2e – Kleine feste Brücken werden im Regelfall weggerissen, große Brückenbauwerke dagegen nur beschädigt.
2f – Zahlreiche Rutschungen im Kerngebiet, zahlreiche Erdrutsche, auch Massentransporte größeren Ausmaßes.
2g – Fast vollständiger Stillstand des Verkehrs, Kerngebiet ist für Außenstehende gesperrt.

3. Schadensgruppe „Bauten“:
3a, 3b – Kellerüberschwemmungen werden nur noch randlich erwähnt, da diese Schadenswirkungen gegenüber den anderen Schadensausmaßen verblassen.
3c – Ganze Räumlichkeiten werden vernichtet, im Kernbereich an zahlreichen Stellen der Fall.
3d – Für einen bestimmten Ort ein sehr seltenes Ereignis, ganze Ortschaften können hoch überflutet werden. Allgemeines Ziel von Schaulustigen.
3e – Allgemein, tritt nur noch mit anderen Schadensgruppen auf.
3f – Allgemein, auch überregionale Rettungsdienste kommen zum Einsatz.
3g – Tritt nicht mehr allein auf, nur noch mit anderen Schadensgruppen 3h bis 3k.
3h – Zahlreich auftretend, ganze Erdgeschosswohnungen, örtlich auch die ersten Etagen, werden vom Wasser überströmt und zum größten Teil verwüstet.
3i – Feste Gebäudeteile werden erstmals vom Wasser unterspült und stürzen ein, werden z.T. auch weggerissen. Holzhäuser (Scheunen, Anbauten, Hütten) werden in der Regel gänzlich weggerissen.

4. Schadengruppe „Tier“:
4a, 4b – Allgemein auftretend, nur noch in Verbindung mit anderen Schadensgruppen.
4c – Häufige Verluste an Kleinvieh (Schweine, Schafe, Geflügel usw.).
4d – An gewässernahen Weiden wird Kleinvieh in der Regel mitgerissen, ertrinkt.
4e – Teilweise geht Großvieh zugrunde.

5. Schadensgruppe „Person“:
5a – Tritt häufig auf, zusammen mit anderen Schadensgruppen.
5b – Allgemein werden Personen aus Gebäuden evakuiert, Personen befinden sich zeitweise in Lebensgefahr.

5c – Einige Fälle, in denen Menschen verletzt werden, in Einzelfällen kommen Personen zu Tode (nicht nur Kinder).

6. Schadensgruppe „Auswirkungen“:
6a, 6b – In der Regel werden auch schwerste Gegenstände mitgerissen, im Kerngebiet schwere bis schwerste Sachschäden.
6c – Beschreibungen über gewaltige Wassermassen, in jedem Falle als „Flutwelle“ auftretend.
6d – Beschreibungen eines sehr ungewöhnlichen Hochwasserereignisses, Wasserstand z.T. mehrere Meter über dem Normalstand.
6e – Stellenweise werden in den umgestalteten und restlos überschwemmten Bach- und Flussbetten Hindernisse aufgetürmt, z.B. an großen Brücken.
6f – Außerordentlich hohe Transportkraft des Wassers, große Steine und Felsbrocken können bis in Ortschaften geschoben werden, außerorts werden ganze Flächen überschottert.

Am 10.06.1953 wurde Osthessen von einem schweren Unwetter heimgesucht, das als weit ausgedehntes, reines Starkregenereignis (ohne Hagel bzw. Sturm) zu bewerten ist. Eine Beschreibung des Falles aus der Fuldaer Zeitung (131, 11.06.1953) verdeutlicht die Einordnung des Ereignisses in die Schadenskategorie 2-3: „*Ein Unwetter, wie es sich seit Menschengedenken hier nicht ereignet hat, ging am Mittwoch in der Zeit von 14.07 bis 15.18 in Neuhof und Umgebung nieder. Gewaltige Wassermassen, die sich in den Straßen teilweise in mehr als Meterhöhe dahinwälzten, rissen die Straßen auf, legten Erdkabel frei, stürzten Holzhallen und Bäume um und rissen ein Motorrad fort, das erst später mit schweren Schäden aus dem Wasser geborgen werden konnte. Schon wenige Minuten nach Beginn des Wolkenbruches trat die Fliede über die Ufer. Die Wiesen in der Au wurden vollständig überschwemmt. Das Heu wurde mit fortgerissen. Die Verwüstungen auf den Aeckern und in den Gärten sind groß. Der Verkehr auf der Hauptstraße lag anderthalb Stunden still. Sofort nach Beendigung des Unwetters begannen unter Einsatz der Bevölkerung unter Führung der Polizei die Aufräumungsarbeiten, so daß bald die wichtigsten Straßen wieder frei waren. Blitze, die an den verschiedensten Stellen einschlugen, zündeten glücklicherweise nicht. Nach vorläufigen Schätzungen beläuft sich der Sachschaden auf 60000 bis 70000 Mark. Auch Kleinvieh ertrank. So wurden zwei Kälber von den Fluten mitgerissen und kamen um.* (...).“

Schadenskategorie 3 – extrem starke Schadensintensität

1. Schadensgruppe „Land“:

1a, 1b, 1c: Aufgrund flächenhaft vorkommender Überschwemmung in der betroffenen Region tritt 1a und 1c nicht mehr auf. Weitläufige Überschwemmung, auch überregionales Interesse in den Medien.

1d – Im Kernbereich meist allgemeine und extrem starke Erosion an hängigem Gelände mit Umgestaltung einzelner Landschaftsbereiche.

1e, 1f – Aufgrund der im Kernbereich auftretenden restlosen Überschwemmung extrem starke Schäden, meist flächendeckend mit Umgestaltung einzelner Landschaftsbereiche, Verlegung von Gewässerläufen möglich.

1g – Zahlreiche Bäume werden entwurzelt, Steine und Felsbrocken versperren z.T. das Bach- und Flussbett, Aufräumungsarbeiten örtlich tage- bis wochenlang.

2. Schadensgruppe „Infrastruktur“:

2a, 2b – Im Kernbereich allgemein auftretend. Schwerste Schäden durch riesige Wassermassen.

2c, 2d – Im Kernbereich flächendeckend auftretend, großräumige Sperrungen notwendig, Gebiet ist von außen für längere Zeit über bestimmte Straßenabschnitte nicht mehr erreichbar.

2e – Der überwiegende Teil aller Brücken wird im Kernbereich beschädigt bzw. mitgerissen. Auch große Brückenbauwerke werden beschädigt.

2f – Im Kernbereich allgemein auftretend, so dass an Trassen, Dämmen usw. häufig schwerste Schäden angerichtet wird.

2g – Zahlreiche Straßen im Kernbereich unpassierbar. Tage- bzw. wochenlange Aufräumarbeiten.

3. Schadensgruppe „Bauten“:

3a, 3b – Werden aufgrund des Überwiegens schwerer Schäden nicht mehr extra erwähnt.

3c – Im Kernbereich meist flächendeckend auftretend, schwerste Sachschäden.

3d – Außerordentlich seltenes Ereignis, zahlreiche Ortschaften stehen z.T. vollständig unter Wasser, großes Interesse der Medien (z.T. überregional), viele Schaulustige kommen z.T. von weit her.

3e – Wird wie 3a, 3b nicht mehr extra erwähnt.

3f – Alle Rettungsdienste sind im Einsatz, überregionale Verstärkung durch zahlreiche weitere Hilfsdienste.

3g – Wird wie 3a, 3b, 3e nicht mehr extra erwähnt.

3h – Überflutung zum Teil stockwerkhoch, vieles verschlammt und verwüstet.

3i – Im Kernbereich werden häufig Gebäudeteile vom Wasser mitgerissen.

3k – Erstmals werden ganze (feste) Gebäude vom Wasser vollständig mitgerissen, beschädigte Häuser stürzen ein.

4. Schadensgruppe „Tier“:

4a, 4b - Meist restlos auftretend, wird nicht mehr extra erwähnt.

4c, 4d – Häufig auftretend, wird gegenüber 4d jedoch in vielen Fällen nicht mehr extra erwähnt.

4e – Zahlreiche Fälle im Kerngebiet, in denen Großvieh ertrinkt.

5. Schadensgruppe „Person“:

5a – Wird nicht mehr extra erwähnt.

5b – Im Kernbereich häufige Evakuierungen, ganze Straßen- und Ortsteile müssen geräumt werden.

5c, 5d – Mehrfache Todesfälle können auftreten.

6. Schadensgruppe „Auswirkungen“:

6a – Wird nicht mehr extra erwähnt.

6b – Im Kernbereich allgemein auftretend, dabei auch ungewöhnliche Fälle.

6c – Flutwellen können z.T. mehrere Meter hoch auftreten.

6d – Beschreibungen völlig ungewöhnlicher Erscheinungen, verbale Umschreibungen häufig mit Superlativen versetzt.

6e, 6f – Im Kernbereich häufig auftretend, dabei durchaus Beschreibungen ungewöhnlicher Fälle.

Extreme Starkregengewitter sind im UG sehr selten (s. Kap. 6). Im 20. Jahrhundert kann vor allem das Ereignis vom 29.05.1911 im Gelnhäuser Raum als Beispiel für die Einordnung in die Schadenskategorie 3 dienen (s.a. HAHN 1992, S. 34). So heißt es im Büdinger Allgemeiner Anzeiger (64, 01.06.1911): „*Mittel-Gründau. Trostlos sieht es in unserem Ort und dessen Umgebung aus. Die Verwüstungen durch das Element spotten jeder Beschreibung, machtlos stand der Mensch den Verheerungen gegenüber. Als die Wassermassen gegen 4 Uhr ankamen, hieß es retten, was zu retten ist. Das Vieh wurde nach Möglichkeit geborgen, Schweine, Kühe, Rinder, Schafe usw. ja selbst ein Pferd mit Fohlen wurde in hoch gelegene Räume geschafft, mit ungeahnter Schnelligkeit strömten die Wassermengen von den umliegenden Höhen in den Ort ein und stauten sich zur Höhe von 1,85 Meter. Das nicht gerettete Kleinvieh mußte ertrinken oder in den mitkommenden Erd- und Schlammassen umkommen. Nur mit*

Mühe konnten beherzte Männer, voran der Lehrer eine fortgetriebene Kuh dem Wasser entreißen. Soviel festgestellt werden konnte sind etwa 50 Stück Vieh (Rinder, Schafe und Ziegen) umgekommen, weit größer ist die Zahl des Hausgeflügels. Keine Brücken noch Uebergänge sind an ihrem Platze geblieben. Die zementierten Brunnentürmchen sind weggespült. Die Wände der Brücke vor dem Hofgut wurden umgedrückt. Nachdem sich in dem Brückenbogen der mitkommende Kasten eines Rollwagens, ein Hinterwagen, verschiedene Wagenräder und Steingeröll festgesetzt hatten, schossen die Wassermengen in die Hofreite des W. Meininger, drangen in die Scheuer ein, warfen alles durcheinander, um wieder den Weg nach Niederlegung der Rückwand des Schafstalles ins Freie zu nehmen. Selbst eine dicke Gartenmauer konnte den Strömen nicht trotzen; sie brach in sich selbst zusammen. Der ganze Wiesengrund glich einem aufgeregten See. Die Einwohner hatten am gestrigen Tag unter Leitung der Gendarmerie mit den Aufräumungsarbeiten des Bachbettes u. der Straßen zu tun. Die unteren Räume der Häuser sind verschlammt u. unbewohnbar. Ein Haus des Posthalters Meininger mußte geräumt u. wie verschiedene andere gestützt werden. An dem Weg, den die Wassermengen genommen, stehen Wagenteile, Vorder- oder Hinterwagen, Pflugteile, Baumstämme usw. Bei der Brücke nach der Bergkirche blieben Holzklötzer, Wagen Holz, Züber, Hundehütten sogar eine Fegemühle hängen, während eine große Menge Holz, darunter Stämme und anderes bis Nieder-Gründau, ja sogar bis Langenselbold getrieben wurde. (...)."

Für jedes verifizierte Ereignis mit gewitterbedingten Starkregenschäden war somit die Einordnung in eine der Intensitätskategorien durchführbar. Für das Gesamtereignis war die maximale Schadensintensität ausschlaggebend. Dabei konnte für annähernd jede Beschreibung eines Schadensortes aus den verifizierten Schadensberichten die jeweilige Schadensausprägung der Klassen 0 bis 3 bestimmt werden, nur wenige Fälle wurden als nicht bestimmbar in die Schadenskategorie 9 eingeordnet. Diese so kontinuierlich durchgeführte Zuordnung in die Intensitätsklassen ist im Anhang aus der Darstellung aller verifizierten Schadensereignisse im UG während der Periode 1881-1980 (ohne 1941-50) ersichtlich.

5.6.2. Kategorisierung gewitterbedingter Hagelschäden

Für die Erfassung von Hagelschadensgewittern innerhalb des UG wurde ebenfalls zunächst die oben beschriebene Verifizierung der in den Aufzeichnungen erwähnten Gewitter- und Schadensereignisse durchgeführt. Dabei galt für die Einstufung als Hagelschadensgewitter folgendes Kriterium: **Ein Gewitterereignis wird als Hagelschadensgewitterereignis erfasst, wenn es durch mindestens einen dabei dokumentierten und verifizierten Hagelschaden innerhalb des UG gekennzeichnet ist.**

Je nach Entwicklung des verantwortlichen Gewittersystems und je nach Ausprägung der dabei auftretenden atmosphärischen Prozesse können unterschiedlich große Hagelkörner den Erdboden erreichen und für Schäden sorgen. Im Gegensatz zu den Umschreibungen von Starkregenschäden, die, wie in Kap. 5.6.1. beschrieben, die am Erdboden entstehenden Schadensintensitäten betreffen, eignen sich Berichte über am Erdboden aufgetretene Hagelschäden nicht zu einer derartigen Klassifizierung. Während Starkregenschäden einem Chronisten augenfällig entgegentreten können, ist dies bei einem Hagelschaden nicht der Fall. Feinabstufungen von Hagelschadensintensitäten am Erdboden (meist an Pflanzen) sind in der Regel nur durch Untersuchungen vor Ort zu erhalten. Der Grad der am Erdboden angerichteten Hagelschäden ist aufgrund zahlreicher äußerer Einwirkungen (z.B. Entwicklungszustand der Nutzpflanzen) darüber hinaus außerordentlich variabel, wie bereits in Kap. 4.4.2., S. 50, erläutert wurde. Damit besitzen die in den schriftlichen Quellen dargestellten Beschreibungen angerichteter Hagelschäden einen zu großen nicht klassifizierbaren Anteil (Fehldaten bzw. zu allgemein gehaltene Angaben).

Eine Hagelklassifizierung kann daher in der Regel nur nach den Angaben der während des Ereignisses beobachteten Hagelkorngröße erfolgen. In den Berichten ergibt sich daraus häufig die Nennung der Maximalgröße der Hagelkörner, was bei der häufig persönlich gefärbten Berichterstattung eines Hagelschlags nicht weiter verwundert. Eine derartige Klassifizierung wird auch in vielen meteorologischen Diensten zur Charakterisierung von Hagelschlägen angewandt, wobei auch hier die Nennung der Maximalgröße der Hagelkörner ausschlaggebend ist. Die Maximalgröße auftretender Hagelkörner gibt Rückschlüsse über den Entwicklungsgrad des dafür verantwortlichen Gewittersystems.

Angaben über die Hagelgröße werden mitunter grob in nur drei Größenordnungen vorgenommen (leicht – mäßig – stark; s. z.B. DEUTSCHER WETTERDIENST [8]1980), eine Einteilung in Hagelgrößen kann jedoch durchaus mehr Abstufungen enthalten, die die unterschiedlichen Größenordnungen der Hagelkörner abdecken. Da Messvorgänge im Alltag bei Hagelschlägen aus naheliegenden Gründen in der Regel nicht vorgenommen werden, hat sich der Vergleich mit in etwa gleichgroßen Gegenständen des Alltags durchgesetzt. Da der Hagel sowohl früher als auch heute eine Vielzahl oft verheerende Schäden vor allem auf Acker und Feld anrichten kann, hat es sich durchgesetzt, Hagelkörner größenordnungsmäßig mit Dingen aus dem landwirtschaftlichen Bereich zu vergleichen. Erst in den letzten Jahren werden auch andere Gegenstände aus dem alltäglichen Bereich hierzu verwandt.

Es ist klar, dass in vielen schriftlichen Quellen, aus denen Beschreibungen von Hagelschlägen hervorgehen, die Maximalgröße der vom Himmel fallenden Eisstücke nicht genannt wird, sondern dass sich aufgrund der Örtlichkeit und Heftigkeit der Ereignisse oft nur allgemeine Angaben zum Hagelfall finden. So existiert auch hier ein erheblicher Anteil an Fehldaten. Doch ist die Einordnung in Größenklassen von Hagelkörnern das einzig sinnvolle Instrumentarium für eine Kategorisierung gewitterbedingter Hagelschäden aus schriftliche Quellen.

So wird für die vorliegende Arbeit folgende allgemein gebräuchliche Abstufung der Hagelkorngrößen als Kategorisierung gewitterbedingter Hagelschäden aus schriftlichen Quellen verwendet. Die Kategorien stellen die in den Berichten genannten Maximalgrößen dar.

> Schadenskategorie 1: Hagelkörner erbsen-, kirschkerngroß. In der Regel nur schwache Schäden. In den Beschreibungen der Quellen werden hierunter Hagelkörner bis ca. 1 cm Durchmesser verstanden.

Folgendes Beispiel vom 24.06.1931 verdeutlicht die Einordnung in diese Schadenskategorie (Beobachtungen der Regenstation Schlitz, Juni 1931[44]: „(...) *Die von 2.19-35 p niedergehenden Wassermassen und Hagelkörner (Erbsengröße) verschlammten die Gärten, verstopften die Kanalisation und drangen in Keller. Salat, Bohnen u. Gurken hatten durch den Hagel etwas gelitten.*“

> Schadenskategorie 2: Hagelkörner haselnuss-, murmel-, traubengroß. In der Regel schwache bis mäßige Schäden. In diese Kategorie kann die untere Grenze der *SLS*-gemäßen Einstufung gelegt werden (kritische Grenze 1,9 cm; s. Kap. 1, S. 1). In den Beschreibungen werden hierunter Hagelkörner bis ca. 2 cm Durchmesser verstanden.

Als Beispiel für diese Kategorie sei jenes Ereignis vom 25.04.1962 genannt, über das im Kreis-Anzeiger für Wetterau und Vogelsberg (98, 27.04.1962) berichtet wird: „*Büdingen. Am Mittwochabend ging nach 18 Uhr über dem Büdinger Land ein heftiges Gewitter nieder, das aus Osten gekommen war. Zwischen dem starken Regen fielen für einige Minuten Hagelkörner von doppelter Erbsengröße. Es ist anzunehmen, daß der Hagel bei dem bis jetzt wenig fortgeschrittenen Wachstum der Nutzpflanzen keine nennenswerten Schäden verursachte. Zu vermuten ist aber, dass die Blüten der Pfirsich- und Birnbäume, die seit drei Tagen offen sind, erheblich beschädigt wurden.*“

[44] Vorhanden im Archiv DWD, Offenbach am Main.

Schadenskategorie 3: Hagelkörner nuss-(walnuss-)groß. In der Regel mäßige bis starke Schäden. In den Beschreibungen werden hierunter Hagelkörner bis ca. 3 cm Durchmesser verstanden.

Am 15.08.1907 kommt es im westlichen und nordwestlichen Bereich des UG zu Hagelschäden. Hierüber heißt es im Giessener Anzeiger (191, 16.08.1907): „*Schwere Gewitter zogen gestern über unsere Gegend hin, deren eines mit starkem Hagelschlag verbunden war. Da die Hagelkörner nahezu so groß wie Nüsse waren, ist in Gärten und Feldern mancherlei Schaden entstanden.* (...)." (Auch aus Marburg wird für diesen Tag „walnussgroßer" Hagel gemeldet.)

Schadenskategorie 4: Hagel taubenei-, tischtennisball-, golfballgroß. In der Regel starke Schäden. In den Beschreibungen werden hierunter Hagelkörner bis ca. 4,5 cm Durchmesser verstanden (größere Abstufung erfolgt aufgrund des selteneren Auftretens der Fälle). Viele heftig ausgeprägte *SLS* fallen im UG in diese Schadenskategorie.

Als eines der zahlreichen Beispiele heftiger *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden sei der 04.09.1886 genannt, von dem es aus dem Grünberger Anzeiger (70, 07.09.1886) heißt: „*Grünberg, 4. September. Heute Nachmittag gegen 4 Uhr entlud sich hier ein furchtbares Hagelwetter. Die Eisstücke fielen bis zur Größe eines Taubeneis und so massenhaft hernieder, daß in wenigen Minuten die Erde mit einer weißen Decke überzogen war. Ein Glück war es, daß das Unwetter nicht vierzehn Tage früher ausbrach – in seinem Bereich wäre es um die nun glücklich zum größten Theil eingeheimste Erndte geschehen gewesen. So zog es, ohne größeren Schaden anrichten zu können, vorüber. Nur das Kern- und Steinobst hat an einigen Stellen, indessen auch nicht in erheblichem Maße, gelitten. In der Stadt wurden an verschiedenen Häusern die Fensterscheiben zertrümmert.*"

Schadenskategorie 5: Hagel hühnereigroß. In der Regel sehr starke Schäden. In den Beschreibungen werden hierunter Hagelkörner bis ca. 6 cm Durchmesser verstanden.

Am 08.07.1938 kommt es im Hohen Vogelsberg zu einem außerordentlich heftigen Hagelschaden. In der Regel treten taubeneigroße Körner auf, in Breungeshain werden lokal noch größere Hagelkorndurchmesser beobachtet. So heißt es im Lauterbacher Anzeiger (158, 09.07.1938): „(...) *Die Hagelkörner bedeckten in den meist betroffenen Orten über zehn Zentimeter den Boden und waren so schwer, daß in einigen Häusern die Fensterscheiben zu Bruch gingen. Auch die Ziegel auf den Dächern wurden zerschlagen. Vier Stunden nach dem Unwetter konnte man noch größere Mengen Hagelkörner auf den Dorfsstraßen liegen sehen.*

Viele Bauersleute, die auf dem Felde waren, wurden von den Hagelkörnern verletzt. Die ältesten Leute können sich eines ähnlichen Unwetters nicht entsinnen. (...)." – Der Lauterbacher Anzeiger (159, 11.07.1938) berichtet noch: „(...) *Vereinzelt hatten die Schlossen die Stärke groben Straßenschotters.*"

> Kategorie 6: Hagel mit mehr als Hühnereigröße (bisweilen Nennung als Tennisball, Apfelsinen-, Orangengröße usw.). In der Regel extrem starke Schäden. Hierunter fallen alle Hagelkörner mit einem Durchmesser von mehr als 6 cm.

Nur sehr selten tritt ein solches Ereignis im Bereich des UG auf. Bei dem außerordentlich starken Hagelschlag vom 30.05.1882 werden vor allem im Schlüchterner Land extrem große Hagelkörner registriert. So informiert ein Zeitungsartikel aus den Frankfurter Wetterbeobachtungen von A. Engeroff[45]: „(...) *Ein Eisenbahn-Conducteur, von Elm kommend, theilt uns heute Früh mit, daß in dem dortigen Bahnhof ein Hagelkorn aufgelesen und gewogen wurde, welches das Gewicht von 100 Gramm erreichte.*"

> Kategorie 999: Hagelkorngröße kann aus den verifizierten Schadensberichten nicht eindeutig festgestellt werden.

In zahlreichen Quellen sind Hagelschadensereignisse häufig nur allgemein dargestellt, so dass sich eine Einordnung in die Schadenskategorien 1 bis 6 nicht durchführen lässt. Das folgende Beispiel vom 07.06.1959 soll dies verdeutlichen. Hierüber heisst es im Hanauer Anzeiger (129, 08.06.1959): „(...) *In Wachenbuchen wechselten Regen und Hagelschläge miteinander ab und verursachten auf den Feldern beträchtlichen Schaden. Dagegen wurden Niederrodenbach und Rüdigheim von dem Gewitter nur gestreift und auch aus Großauheim wurde nur ein normaler Gewitterguß gemeldet.*"

In Fällen, in denen keine weitere Kategorisierung der Fälle möglich war (auch nicht durch andere gewitterbedingte Erscheinungsformen wie Starkregen und Sturm) wurde die Einteilung nach *SLS* bzw. Non-*SLS* nur dann durchgeführt, wenn sich in den Berichten über die Hagelschadensereignisse Umschreibungen wie „stark", „schwer", „beträchtlich", „bedeutend" usw. fanden.

[45] Quelle: A. Engeroff: Wetterberichte und Lokalnotizen 1842 bis 1895. Handschriftliche Eintragungen (gebunden), vorhanden in der Sammlung Frankfurt. Titel und Datum des hier zitierten Zeitungsberichtes gehen in der Quelle nicht hervor, durch Erwähnung des Ereignisses insgesamt ist aber der Bezug zum 30.05.1882 eindeutig."

5.6.3. Kategorisierung gewitterbedingter Sturmschäden

Entsprechend der in 5.4. dargestellten Bedingungen galt für die Erfassung von Sturmschadensgewittern innerhalb des UG nach der Verifizierung des Ereignisses folgendes Kriterium zur Einstufung als Sturmschadensgewitter: **Ein Gewitterereignis wird als Sturmschadensgewitterereignis erfasst, wenn es durch mindestens einen dabei dokumentierten und verifizierten (gewitterbedingten) Sturmschaden innerhalb des UG gekennzeichnet ist.**

Im Gegensatz zu den Hagelschäden, die bei gleicher gegebener Hagelkorngröße zeitlich und räumlich äußerst variabel ausfallen können, ist bei den gewitterbedingten Sturmschäden die Korrelation zwischen Windgeschwindigkeit und Sturmschadensausmaß sehr viel stärker. Daher eignen sich wie die gewitterbedingten Starkregenschäden auch die gewitterbedingten Sturmschäden für eine Kategorisierung nach Ausprägungsgrad der angerichteten Schäden.

Intensitätsskalen der angerichteten Sturmschäden wurden in den USA für die Einteilung der durch Tornado- bzw. *Downburst*ereignisse angerichteten Schäden entwickelt, wobei hier die sechsteilige Fujitaskala der Tornadointensität (F0 bis F5) zu nennen ist (FUJITA 1981; FUJITA und SMITH 1993), ebenso wie in Großbritannien durch die dort beheimatete Tornado and Storm Research Organisation (TORRO) eine feinere, elfteilige Schadensskala für die Einteilung von Tornadoereignissen geschaffen wurde (s. z.B. MAEDEN 1994). Beide Skalen wurden für eine Bewertung der Trombenereignisse von Deutschland von Dotzek (DOTZEK et al 2000; DOTZEK 2002) zusammengefasst, die Einteilung der TORRO-Intensitätsskala für mitteleuropäische Verhältnisse angepasst und die dabei entstehenden typischen Schäden angegeben. HUBRIG (2002) hat die Schadensbeschreibung in dieser angepassten Skalierung durch eine (auf Analogieschlüssen basierende) Sturmschadensskala für Holzgewächse erweitert.

Die durch die genannten Untersuchungen für die Tornado- und *Downburst*ereignisse vorliegende Schadensbeschreibungen werden in der hier vorliegenden Arbeit prinzipiell übernommen. Dabei ist die Datenlage in den hier berücksichtigten und verifizierten schriftlichen Quellen naturgemäß nicht mit den Aussagen vergleichbar, die durch Analysen vor Ort erhalten werden können. Daher wird die Einteilung der Kategorisierung weniger feinstufig vorgenommen, um auch die in den Quellen häufig zu findenden allgemeinen Aussagen über gewitterbedingte Sturmschäden hinsichtlich der Intensität einordnen zu können. Ausschlaggebend für die Kategorisierung der einzelnen Ereignisse ist auch hier der auftretende Maximalschaden, über den Beschreibungen vorliegen.
Die hier angewandte Einteilung gewitterbedingter Sturmschäden umfasst folgende Schadenskategorien:

Schadenskategorie 0: Geringe Schäden, Beschreibung kann in den Quellen durchaus fehlen. Vereinzelt treten Schäden an leichten Gegenständen (Gerüste, Markisen u.dgl.) auf. Vereinzelt brechen starke Äste von Bäumen, kommt es zu Schäden in Getreidefeldern.

Als Beispiel sei ein Bericht über die Gewitter vom 21./22.05.1908 in der Wetterau dargestellt. Hierüber heißt es im Büdinger Allgemeiner Anzeiger (61, 23.05.1908): „(...) *Gestern gegen abend und in der Nacht tobten heftige Gewitter von schwerem Regen begleitet in unserer Gegend. Arger Sturm prüfte die Schiefer und Ziegel der Dächer. Die nicht genügend befestigten Fensterläden klappten und störten die Schläfer. Telephon- und Telegraphenleitungen zum Teil gestört, waren unterbrochen.*"

Schadenskategorie 0-1: Geringe bis mäßige Schäden. In den Quellen wird typischerweise das erste vereinzelte Vorkommen entwurzelter, umgerissener Bäume genannt. An Gebäudedächern kommt es örtlich zu ersten Schäden an den Ziegeln. Auch Flachdächer können beschädigt werden.

Ein Beispiel für ein Sturmschadensereignis dieser Schadensklasse findet sich in den Beobachtungen der Niederschlagsstation Bad Salzhausen[46]: „*Am Vormittag des 25.5.1979 gegen 1015 war die Windboe so stark, daß im Kurpark mehrere starke Lindenbäume entwurzelt wurden.*"

Schadenskategorie 1: Mäßig starke Schäden. Sie sind typisch für durchschnittliche *SLS*-Ereignisse, über die in den schriftlichen Quellen mit zahlreichen umgestürzten Bäumen sowie abgedeckten Dächern berichtet wird. Entwurzelte, umgestürzte und abgebrochene Bäume treten auf in Wäldern, Parks, Anlagen und Gärten. Dächer werden zum Teil vollständig abgedeckt, Flachdächer vollständig abgehoben.

Das nächtliche Schwergewitter vom 04.09.1936 fällt unter diese Sturmschadenskategorie. So heißt es in den Beobachtungen der Niederschlagsstation Bischofsheim/Maintal[47]: „*Äußerst schweres Gewitter, mit unzähligen Entladungen, Einschlägen. Der Sturm riß Dächer ab und fällte starke Bäume.*"

Am späten Abend des 22.07.1910 kommt es in verschiedenen Bereichen des UG zu gewitterbedingten Sturmschäden, über die in der Schlüchterner Zeitung (60, 27.07.1910) wie folgt

[46] In: Beobachtungen der Niederschlagsstation Bad Salzhausen, Mai 1979 (Archiv DWD, Offenbach am Main).

[47] In: Beobachtungen der Niederschlagsstation Bischofsheim/Maintal, September 1936 (Archiv DWD, Offenbach am Main).

berichtet wird: „*Freitag auf Sonnabend nacht hielten drei schwere Gewitter über unsere Stadt, welche mit einem orkanartigen Sturm begleitet waren. Der Sturm war so wild, daß er in Feld und Wald strichweise ganze Parzellen von Bäumen umriß oder knickte und so nicht unerheblicher Schaden anrichtete. An der Breitenbacher Straße legte der Sturm fast sämtliche Pappelbäume quer über die Straße, sodaß der Fahrweg auf einige Zeit gesperrt war.*"

> Klasse 4 – Kategorie 1-2: Mäßig starke bis starke Schäden. Erstmals treten Schäden an Gebäuden selbst auf, so kann es z.B. zum Einsturz von Giebelwänden kommen. Dächer werden in der Regel vollständig abgedeckt. Bäume werden im Kernbereich des Ereignisses vollständig entwurzelt und gebrochen, in den Berichten ist mitunter von „Schneisenbildung“ die Rede.

Der Gewittersturm vom 29.04.1928 in der Wetterau gehört in diese Schadenskategorie. Über ihn wird im Oberhessischen Anzeiger und Friedberger Zeitung (102, 01.05.1928) folgendermaßen berichtet: „*Heldenbergen, 30. April. Gestern nachmittag gegen fünf Uhr zog ein furchtbares Unwetter mit Sturm und heftigen elektrischen Entladungen über unser Dorf. Der Sturm, der in wenigen Augenblicken zu dem furchtbarsten Orkan erwuchs, richtete in kurzer Zeit bedeutenden Schaden an. Tore wurden ausgehoben und fortgeschleudert, Dächer abgedeckt, mächtige Baumriesen umgeworfen oder auseinandergerissen, die Telephonleitung nach der Bahn auf die Seite gelegt usw.* (...)“ – In Rendel stürzte der Giebel einer Brandmauer ein.

> Schadenskategorie 2: Starke Schäden. Vereinzelt werden Gebäude durch den Sturm zusammengerissen, hauptsächlich Scheunen, Stallungen und Hallen. Wände von festen Gebäuden können einstürzen. Dächer werden komplett abgedeckt, mitunter auch die Dachkonstruktionen beschädigt (abgehoben). Im Kernbereich des Ereignisses treten an Bäumen nahezu 100% Schäden auf. Wälder, Baumgruppen u.dgl. werden fast vollständig umgebrochen bzw. entwurzelt. In den Berichten wird mitunter deutliche Schneisenbildung erwähnt. (Entsprechend Sturmschadensskala T5 sowie unterer Bereich von T6.)

Das Ereignis vom 04.07.1966 im Vogelsberg (s. Kap. 5.6., S. 84) kann unter diese Schadenskategorie eingeordnet werden. Es wird auf den dort abgedruckten Originaltext verwiesen.

> Schadenskategorie 2-3: Starke bis sehr starke Schäden. Im Kernbereich des Ereignisses stürzen häufig Scheunen, Stallungen, Hallen u.dgl. ein. Auch feste Gebäude werden teilweise in Mitleidenschaft gezogen. Wälder werden häufig vollständig und flächendeckend umgelegt, auch stärkste Bäume abgebrochen. Schadensgassen bzw. –schneisen sind über den gesamten Weg gut verfolgbar.

Bislang konnten aus dem Hauptuntersuchungszeitraum 1881-1980 (ohne 1941-50) nur die beiden Ereignisse vom 11.05.1910 sowie vom 01.08.1958 in diese Schadenskategorie eingeordnet werden[48]. Bei beiden Fällen handelt es sich um Gewitterstürme (s. Kap. 7). In Abb. 22, S. 64, wird durch den abgedruckten Zeitungsartikel (Fuldaer Zeitung 175, 01.08.1958) ein Eindruck der Schäden dieses Ereignisses vermittelt.

> Schadenskategorie 3: Sehr starke und katastrophale Schäden. Viele Gebäude stürzen ein, es kommt zu Totalschäden. Durch Trombeneinwirkung können auch feste Gebäude dem Erdboden gleichgemacht werden. Nur wenige Bäume halten einem solchen Ereignis stand.

Während des Untersuchungszeitraumes 1881-1980 (ohne 1941-50) konnte im UG in keinem Fall eine Schadenskategorie 3 zugeordnet werden. Diese Ereignisse treten extrem selten auf. Möglicherweise können hierunter die maximal aufgetretenen Schäden des Tromben- und *Downburst*ereignisses vom 06.07.1862 gerechnet werden (s. Kap. 8), wo in einem Bericht[49] folgendes zu lesen ist: „(...) *die Gewalt des Sturmes war so groß, daß man an einigen Häusern Ziegelstücke tief in eichenen Pfosten eingedrungen fand, wo sie noch stecken.* (...)."

> Schadenskategorie 999: Die gewitterbedingten Sturmschäden sind aus den Quellen hinsichtlich der Intensität nicht kategorisierbar.

Im allgemeinen handelt es sich dabei um nur sehr allgemein gehaltene Angaben, wie es beispielsweise in den Beobachtungen der Regenstation Homberg/Ohm[50] unter dem 18.07.1903 lautet: „*Windhose um 1 1/2 p bei Gontershausen aus NW.*"

5.6.4. Kategorisierung von Blitzschadensereignissen

Für die verifizierten Schadensberichte über Blitzschäden galt für eine Einstufung als Blitzschadensgewitter folgendes Kriterium: **Ein Gewitter wird als Blitzschadensgewitter erfasst, wenn es durch mindestens einen dokumentierten und verifizierten Blitzschadensschlag innerhalb des UG gekennzeichnet ist.**

---

[48] Möglicherweise gehört in diese Kategorie auch noch der berühmte Gewittersturm aus dem Rhein-Main-Gebiet vom 13.07.1941.

[49] Quelle: Bericht über die „Hagelkatastrophe" vom 06.07.1862, in: Chronik der Gemeinde Düdelsheim, S. 90-91, vorhanden in ZEKHN Da, C 107.

[50] In: Beobachtungen der Regenstation Homberg/Ohm vom Juli 1903 (Archiv DWD, Offenbach am Main).

Berücksichtigt wurden in den Quellentexten alle Angaben über Sach- bzw. Personenschäden durch direkte Einwirkung eines Blitzes. Indirekte Folgen wurden als Kommentar im Textmodul abgespeichert. Die Angaben über die **Art der Blitzschäden** wurden nach folgenden Gesichtspunkten untergliedert:

Vegetationsschäden - in der Regel an Bäumen; auch Zündungen von auf Feldern befindlichem Heu werden hierzu gezählt.

Folgendes Beispiel verdeutlicht die Erfassung eines Ereignisses in die Datenbank als Blitzschadensereignis mit Vegetationsschäden: „*Bei dem Gewitter 1 am 3.8.* [1938] *1655 schlug der Blitz in eine starke Eiche, welche fünf Meter von meinen Wirtschafts-Gebäuden (Scheune) standt, und spaltete diese.*“[51]

Gebäudeschäden an Gebäuden aller Art und *Schäden an anderen Bauten* wie z.B. an Masten, Stromleitungen u. dgl., unterteilt in *zündende* bzw. *nichtzündende* („kalte“) Blitzschläge.

Folgendes Beispiel zeigt die Erfassung als Blitzschadensereignis mit Gebäudeschäden und Schäden an anderen Bauten: „*Gewitter eingeschlagen, Kirche 4 Wohnhäuser nebst Stallung und Scheunen auf den Grund abgebrannt den 25.* [Mai 1909]*, 11 n, in Obermoos.*"[52]

Tierschäden - in der Regel Schäden an Nutztieren.

Das folgende Beispiel (Oberhessischer Anzeiger und Friedberger Zeitung 198, 25.08.1914) zeigt die Erfassung als Blitzschadensereignis mit Tierschäden (und gleichzeitig als Ereignis mit Vegetationsschäden): „*Allendorf a.d.Ld., 22. Aug. Gewitter. Heute Nachmittag zog ein schweres Gewitter über unseren Ort.* (...) *Auf dem Felde entzündete ein Blitzstrahl einen Weizenhaufen, und am Ziegenberg fuhr ein anderer in eine Schafherde und tötete vier Schafe.*“

Personenschäden, unterteilt in *tödliche* bzw. *nicht tödlich* verlaufende Blitzschläge.[53]
Das angegebene Beispiel zeigt die Erfassung als Blitzschadensereignis mit Personenschäden: „(...) *Am 5.* [Juli 1960] *wurde in der nordwestlich gelegenen Nachbargemeinde* [Gelnhaar] *ein Mann vom Blitz erschlagen.*“[54]

---

[51] In: Beobachtungen der Niederschlagsstation Grebenhain, August 1938 (Archiv DWD, Offenbach am Main).

[52] In: Beobachtungen der Regenstation Salz, Mai 1909 (Archiv DWD, Offenbach am Main).

[53] Nach COATES et al (1993) wird durch eine solche Unterteilung möglicherweise jener Anteil der tödlich verlaufenden Ereignisse nicht erfasst, bei denen eine vom Blitz getroffene und verletzte Person erst in einem größeren Zeitraum nach dem Blitzschlag stirbt, ohne dass dies nochmals in den Quellen dokumentiert wird. Nach Ansicht der Autoren ist der Anteil dieser Fälle an allen tödlich verlaufenden Blitzunfällen jedoch gering. Dies wird im Rahmen dieser Arbeit daher nicht weiter berücksichtigt.

Für die Auswertung ist es wichtig zu klären, ob einzelne Gewitterarten ermittelt werden können, die sich durch einen hohen Anteil am Zustandekommen der Blitzschäden und sich mithin durch hohe Blitzschlags- bzw. Blitzschadensaktivitäten auszeichnen. Zu diesem Zweck wird die Blitzschadensaktivität der im Archiv dokumentierten Gewitterereignisse untersucht. Hierbei muss betont werden, dass eine Klassifizierung der **Blitzschadensaktivität** von Gewittern bislang nicht existiert. Alle Einteilungen hinsichtlich der Blitzaktivität von Gewittern beziehen sich in der Literatur bzw. im operationellen Betrieb auf deren reine Entladungsfrequenz (DEUTSCHER WETTERDIENST [8]1980; MORTIMORE 1992), wobei nicht zwischen Wolke-Wolke- und Wolke-Erde-Blitze unterschieden wird. Eine solche Einteilung kann zur Rekonstruktion der Blitzschadensaktivität eines Gewitterereignisses nur bedingt herangezogen werden. Aus diesem Grund wird in der hier vorliegenden Arbeit ein davon abweichendes Verfahren benutzt, wobei eine Klassifikation der Blitzschadensaktivität unter Zuhilfenahme der Anzahl der dokumentierten und verifizierten Blitzschäden pro Gewitterereignis erstellt wird.

Da sich eine solche Klassifikation an den Inhalten schriftlicher Quellen orientiert, darf eine allzu detaillierte Kategorisierung nicht erfolgen. Die Klassenbreite muss so gewählt werden, dass Informationsgehalt bzw. subjektive Fehler bei der Interpretation der Daten möglichst groß sind bzw. möglichst klein gehalten werden. Zum Erreichen dieses Ziels wird daher folgende Einteilung als zweckmäßig erachtet:

> Unternormale Blitzschadensaktivität: Hierzu werden alle Ereignisse gezählt, bei denen den Quellen zufolge lediglich ein einzelner Blitzschaden auftritt. Gleichzeitig sind keine weiteren Wetterschäden im UG dokumentiert. Diese Ereignisse werden im folgenden als sogenannte **Einzelschläge** bezeichnet.

Folgendes Beispiel (MÜLLER und MÜLLER 1975, S. 136) verdeutlicht die Einstufung eines Ereignisses als solches mit unternormaler Blitzschadensaktivität (das Ereignis datiert aus dem Jahre 1948 und wird dementsprechend in der Auswertung nicht weiter berücksichtigt, es steht hier lediglich zur Verdeutlichung): „*Am 18. April 1948 wurde der Bauer Karl Müller aus Weid-Moos, (Schäffes-Haus) vom Blitz erschlagen. Er war an diesem Tag mit seinem Knecht und einem Pferdegespann auf dem Feld, um Gerste zu säen. (Am Kohlhaag). Es war das erste Frühjahrsgewitter, in dem genannten Jahr, das sich etwa über dem Kohlhaag mit nur einem Blitz entlud. Dieser Blitz traf den Karl Müller an der Stirn, zerriß ihm teilweise die Kleider*

[54] In: Beobachtungen der Niederschlagsstation Bindsachsen, Juli 1960 (Archiv DWD, Offenbach am Main).

und trat über die Schuhe in die Erde ein. Der Knecht mit seinem Pferdegespann kam mit dem Schrecken davon. Karl Müller war auf der Stelle tot. (...)."

Übernormale Blitzschadensaktivität: Als solche werden alle Gewitterereignisse klassifiziert, bei denen aus den Quellentexten a) zwei oder mehrere Brandschäden durch Blitzschläge belegt werden können; b) laut Quellenangabe ein einzelner Brandschaden auftritt, und zusätzlich eine bemerkenswerte Häufung weiterer Schäden durch nichtzündende Blitzschläge verzeichnet wird bzw. eine intensive Entladungsaktivität bezüglich Wolke-Erde-Blitze in den Quellen ausdrücklich erwähnt wird. Diese Ereignisse werden im folgenden als **blitzschadensintensiv** bezeichnet.

Das folgende Beispiel verdeutlicht die Einstufung eines Gewitterereignisses in die Kategorie „blitzschadensintensiv". So berichtet die Fuldaer Zeitung (147, 01.7.1907) über das Gewitter vom 28.06.1907 von einem blitzbedingten Brandschaden in Magdlos. Gleichzeitig kommt es dabei laut Schottener Kreisblatt (53, 05.07.1907) im Vogelsberg zu folgenden Schäden: "*Am Freitag, 28. Juni, abends 6-7 Uhr, war hier ein fürchterliches Gewitter, in Bezug auf elektrische Entladung das großartigste, was ich erlebt habe. Es kam von Süden und hatte sich in unserm Tal - gerade überm Ort* [Gedern] - *so eingesackt, daß es nicht weiter konnte, und hing ganz tief. Die furchtbarsten Schläge folgten Schlag auf Schlag fast eine halbe Stunde lang nebst tüchtigem Gewitterregen (21 mm). Es schlug 6mal ein.* (...)." Die Oberhessische Zeitung (76, 01.07.1907) beschreibt dieses Ereignis wie folgt: "*Gegen 1/2 7 Uhr abends zog von Süden kommend ein fürchterliches Gewitter über den Oberwald* [Beobachtungsort: Ilbeshausen]. *Laut brüllend flüchtete das Vieh in gestrecktem Lauf von der Weide, die Hütebuben außer Atem hinterher. Das Gewitter ging sehr tief, man spürte jedesmal den Luftdruck der niedergehenden Strahlen. Es wurde förmlich Nacht. Mehrfach schlug der Blitz ein.*"

Der verbliebene Rest der erfassten Blitzschadensgewitter wird folgerichtig als Ereignis mit normaler, durchschnittlicher Blitzschadensaktivität gewertet.

Da die sehr lokal wirkenden Blitzschläge in mannigfaltiger Form auftreten, müssen an dieser Stelle noch einige Anmerkungen über Erfassung und Ausschluss von Blitzschadensdaten eingefügt werden. So blieben Fälle, die nicht sicher als Schadensschläge zu identifizieren waren, bei der Datenerfassung unberücksichtigt. Dies betraf in der Hauptsache die Quellentexte, in denen das jeweilige Ereignis mit den das Gewitter zwar beschreibenden, jedoch bezüglich der Schadensart wenig aussagekräftigen Bezeichnungen wie z.B. „einschlagen", „Einschläge"

oder „Blitzschläge“ und dergleichen erfasst war, ohne dass im Text auf die Art der angerichteten Blitzschäden näher eingegangen wurde.

Zur Verdeutlichung auch hierfür ein Beispieltext. Ihm konnten keine konkreten Angaben über Blitzschäden entnommen werden. Die dabei evtl. vorgekommenen Blitzschläge mussten daher unberücksichtigt bleiben bei der Auswertung der Schäden. So ist einem Fuldaer Chronisten (HARTMANN 1895, S. 209) folgendes zu entnehmen: „*Am 16.* [Juli 1890] *leicht Gewitter mit Einschlag in Niesig ohne besonderen Regen, dagegen 16. auf 17. schweres Wetter mit häufigen Blitzschlägen in Zirkenbach, Pilgerzell, Kohlhaus und in verschiedene Bäume in nächster Umgebung;* (...).“

Diese Vorgehensweise wurde konsequent beibehalten und so alle fehlenden bzw. unklaren Blitzschadensangaben in den Quellen ausgesondert. Zwar gingen einerseits hierdurch in der Schadensauswertung Gewitterereignisse mit tatsächlichen Blitzschäden verloren, doch wurde damit vermieden, dass auch vollkommen folgenlose Blitzschläge – gegenüber den Schadensschlägen oft unterschiedslos ebenfalls als Schläge, Blitzschläge, Einschläge o.ä. bezeichnet – in die Auswertung über die Blitzschäden miteinbezogen wurden. Vor allem in den ersten Jahrzehnten des Untersuchungszeitraumes, in denen Blitzschutzanlagen an Gebäuden noch nicht häufig installiert worden waren, fanden sich Blitzeinschläge - als solche für jene, die sie miterlebten, erschreckend genug – nicht selten in den Nachrichtenblättern verzeichnet, auch wenn überhaupt kein Schaden angerichtet wurde. Dies zeigt das folgende Beispiel: „*Frankfurt, 4. August 1884. Das Gewitter, welches gestern Nachmittag über das Main- und Niddathal zog, hat vielfachen Schaden angerichtet.* (...) *Am Bockenheimer Thor schlug der Blitz in den Blitzableiter und fuhr an ihm in die Erde hinab.*“[55]

Es kann davon ausgegangen werden, dass die für das UG gefundene Gesamtanzahl der Gewitterereignisse mit Blitzschäden (n = 710) für den Zeitraum 1881 bis 1980 (ohne 1941-50) nur einen absoluten Mindestwert darstellt. Es verbleibt eine hohe „Dunkelziffer“ nicht dokumentierter Fälle, da es aus naheliegenden Gründen nicht möglich ist, alle auftretenden Blitzschäden schriftlich zu fixieren. Fehldaten entstehen durch die Tatsache, dass das Blitzschlagereignis nicht in den Quellen dokumentiert wird, und dass das Ereignis in den Quellen zwar dokumentiert wird, jedoch nicht aussagekräftig genug ist, um in die Auswertung miteinbezogen werden zu können. Man kann annehmen, dass Blitzschadensereignisse in Quellen umso detaillierter dokumentiert werden, je signifikanter die jeweiligen Ereignisse ausfallen. Leider ist

[55] Quelle: A. Engeroff: Wetterberichte und Lokalnotizen 1842 bis 1895. Handschriftliche Eintragungen (gebunden), vorhanden in der Sammlung Frankfurt.

es unmöglich, auch nur einigermaßen genaue Abschätzungen über die Güte der in der Schadensdatenbank dokumentierten Blitzschadensereignisse durchzuführen. In dieser Hinsicht existieren für das UG oder für ausgewählte Teile des UG keine aussagefähigen Statistiken.

Dieser Nachteil wird andererseits dadurch relativiert, dass sich die hier durchgeführte Auswertung nicht auf die einzelnen Schadensschläge, sondern auf die dafür verantwortlichen Gewitter**ereignisse** bezieht. Gewitter bestehen aus einer ganzen Anzahl von Entladungen bzw. Schadensschlägen, so dass für die Identifizierung von Blitzschadensgewittern einzelne Fehldaten vergleichsweise wenig ins Gewicht fallen. So wurde in dieser Arbeit ein Gewitterereignis mit mindestens einem dokumentierten und verifizierten Schadensschlag als Blitzschadensgewitter in der Auswertung berücksichtigt, auch dann, wenn möglicherweise gleichzeitig eine Vielzahl anderer Schadensschläge desselben Gewitters aus welchen Gründen auch immer undokumentiert blieb. Es ging somit in die Zählung ein. Außerdem ist kaum anzunehmen, dass sich schwere, entladungsintensive Gewitter (z.B. *SLS* oder *Squall Lines*) im UG lediglich derart durch vereinzelte nicht-signifikante Schläge auszeichnen, dass sie vollkommen undokumentiert bleiben. Dies betrifft hauptsächlich die an sich schwachen Gewitter mit nur örtlicher und kurzzeitiger Ausdehnung (Non-*SLS*).

Der durch Fehldaten verursachte Nachteil in der Schadensdatenerfassung wirkt sich vielmehr auf die Analyse der unterschiedlichen Blitz**schadensarten** aus. Die Unvollständigkeit des Datenmaterials fällt je nach Schadensart unterschiedlich groß aus, wie dies einige Untersuchungen in der Literatur zeigen. So kann bei blitzbedingten Personenschäden davon ausgegangen werden, dass sie im UG im Zeitraum 1881-1980 (ohne 1941-50) durch die Quellen zu einem recht hohen Prozentsatz erfasst wurden. Diese Annahme wird durch einen Vergleich mit HARMS (1961) gestützt. So gibt der Autor im Rahmen einer statistischen Auswertung über Personenschäden durch Blitzschlag in Deutschland für das Gebiet des mittleren und südlichen Hessens (Zeitraum 1952 bis 1959) insgesamt 9 Blitzunfälle an, bezogen auf den eigentlichen Bereich des UG 4, davon 2 tödlich verlaufend. Im Vergleich dazu ergeben sich aus der Auszählung aller Quellen des genannten Zeitraums für das mittlere und südliche Hessen sogar 14 Blitzunfälle, für den eigentlichen Bereich des UG immer noch 6, davon 4 tödlich verlaufend.

Weitere Arbeiten weisen in eine ähnliche Richtung. So zeigt ELSOM (1993), dass die aus Zeitungsnachrichten entnommenen Blitzschläge mit Todesfällen in England und Wales im Zeitraum 1975-1990 zu etwa 90% erfasst wurden (im Vergleich zu den offiziellen Angaben der Sterbestatistiken des „Office of Population Censuses and Surveys“). LOPEZ et al (1993)

untersuchen die Angaben in Colorado über Blitzunfälle in den sich aus Meldungen von Beobachtern und Zeitungsartikeln zusammengesetzten „Storm Data“. Hiernach werden durch „Storm Data“ die Angaben über Blitztote zu ca. 70%, die Angaben über Blitzverletzte zu ca. 60% erfasst, wenn sie mit den offiziellen Zahlen der Gesundheitsbehörden verglichen werden.

Bei den blitzbedingten Sachschäden sieht die Datenlage bedeutend ungünstiger aus, insbesondere bei den nicht-signifikanten, nichtzündenden („kalten“) Blitzschlägen. Diese Ereignisse finden naturgemäß kaum einmal den Weg in die in dieser Arbeit analysierten Quellen. Aufgrund der Schwierigkeiten der Datenbeschaffung und des Datenvergleichs finden sich diesbezüglich in der Literatur auch nur sehr wenige Angaben. Einzig BRUCKMANN (1955) erwähnt in seiner Untersuchung über die Blitzgefährdung in Österreich, dass während des Zeitraums 1945-1954 die österreichischen Tageszeitungen nur ca. 20-25% aller durch Blitzschläge angerichteten Sachschäden mitteilten im Vergleich zu den Angaben der Tätigkeitsberichte der damaligen Brandverhütungsstellen der österreichischen Bundesländer.

Dem Nachteil der Fehldaten wird insofern Rechnung gezollt, dass in der folgenden Auswertung nicht so sehr die Absolutwerte der Daten relevant sind, sondern vielmehr ihre Verhältnisse untereinander und ihre räumlichen und zeitlichen Eigenschaften, die – bei systematischer Natur – auch bereits durch einen Teil der erfassten Gewitter angezeigt werden dürften. Einzeln ausgewertet im Hinblick auf die Schadensarten werden darüber hinaus nur die signifikanten Blitzschadensgruppen Brand- und Personenschäden, von denen eine einigermaßen befriedigende Datenlage erwartet werden kann.

Die für alle verifizierten Berichte vorgenommene Kategorisierung der gewitterbedingten Starkregen-, Hagel-, Sturm- und Blitzschadensereignisse ist im Anhang aus der Auflistung der verifizierten Schadensfälle 1881-1980 (ohne 1941-50) ersichtlich, wo auch alle in 5.5. aufgeführten Variablen enthalten sind. Je nach Quellenlage gehören zu jedem Schadensereignis ein einzelner bzw. mehrere oder zahlreiche Schadensorte, die aus Platzgründen im Anhang nicht mit aufgeführt sind. Die Datenbank ist damit komplettiert und dient als Grundlage für alle Auswertungen der Schadensereignisse im UG (Kapitel 6) sowie für alle Rekonstruktionen und Darstellungen in Kartenform (Kapitel 7).

6. Die Gewitterschäden im Untersuchungsgebiet 1881 bis 1980

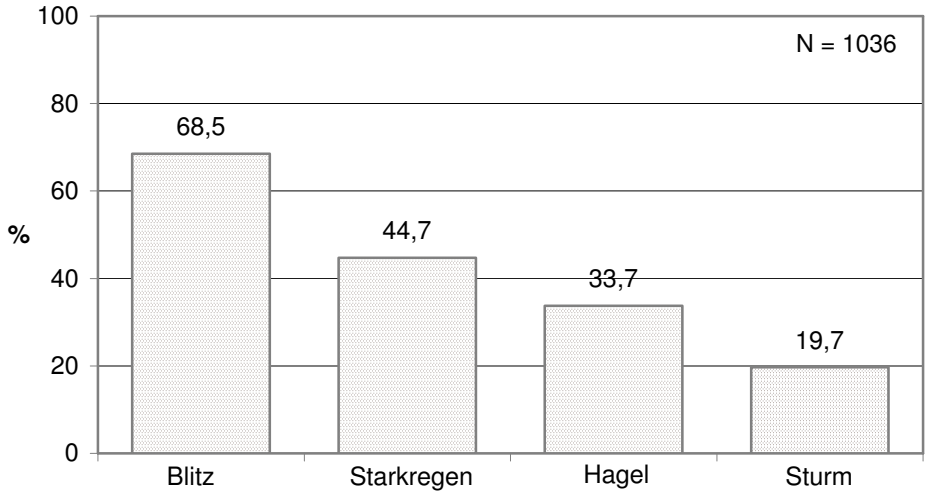
Für den Untersuchungszeitraum 1881-1980 (ohne 1941-50) konnten insgesamt 1036 Schadensereignisse verifiziert werden. Bei diesen Ereignissen traten im UG alle gewitterbedingten Schadensformen wie Blitzschlag, Starkniederschlag und Sturm auf. Nachfolgend sind zunächst die allgemeinen Eigenschaften dieser Ereignisse dargestellt, bevor die einzelnen Schadensformen und Schadensfälle näher untersucht werden.

6.1. Schadensgewitter im UG – Gesamtauswertung

6.1.1. Anteile der einzelnen gewitterbedingten Schadensarten an den Gesamtereignissen

Wie Abb. 31 zeigt, verursachen Schadensgewitter im UG am häufigsten Blitzschäden. Sie treten in mehr als zwei Drittel aller Fälle auf. Bei Schäden durch Starkniederschläge sind Fälle mit Starkregen stärker anzutreffen als Fälle mit Hagelschäden. Sturmschadensereignisse kommen in knapp einem Fünftel aller Schadensgewitter vor. Dabei sind Gewitterböen (*Downbursts*) ungleich häufiger als Trombenerscheinungen.

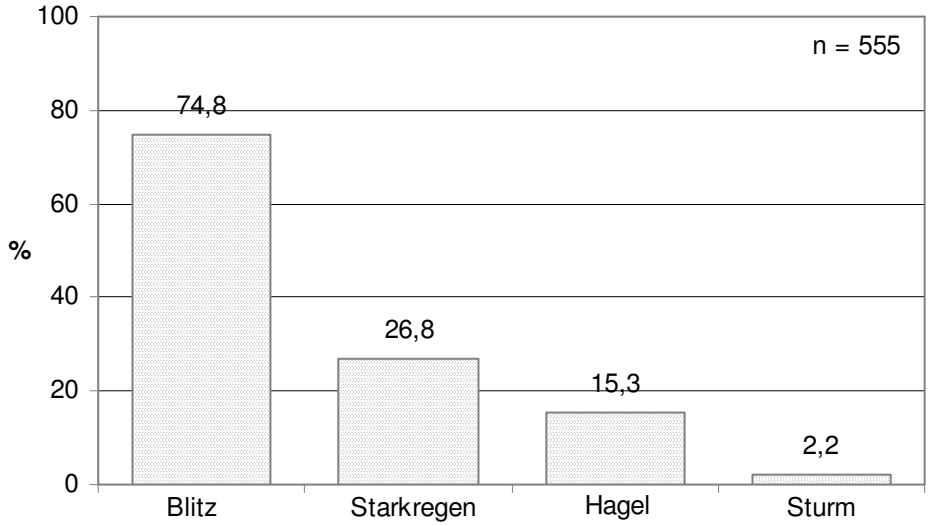
Abb. 31: Relative Anteile der gewitterbedingten Schadensformen an den Gesamtereignissen im UG (1881-1980, ohne 1941-50)



Die Gesamtschadensereignisse verteilen sich zu 53,6% (n=555) auf Non-*SLS* und zu 46,4% (n=481) auf *SLS*. Dabei werden Non-*SLS* in überwiegender Form von Blitzschadensereignissen dominiert (Abb. 32). Das zeigt, dass es im UG keiner Schwergewitter bedarf, um Blitzschäden anzurichten. Demgegenüber fällt bei dieser Schadensgewitterform erwartungsgemäß

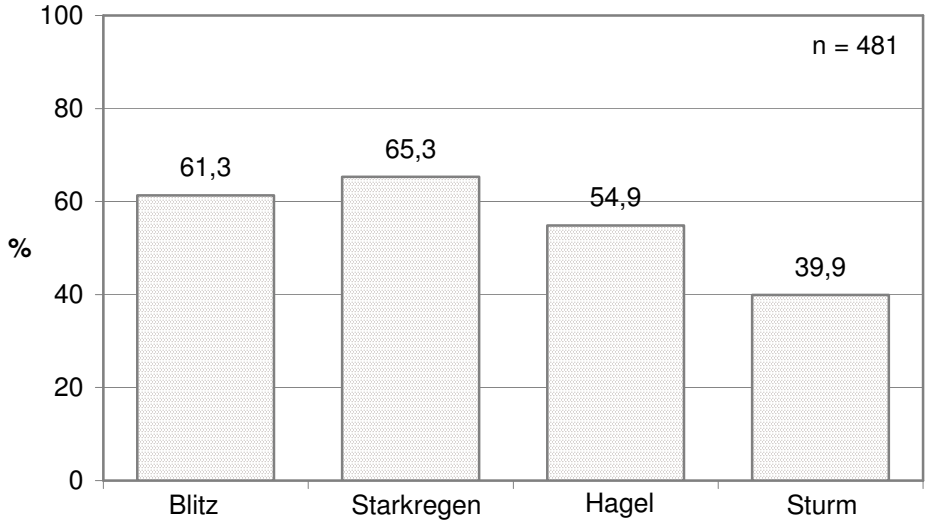
der Anteil der Starkniederschlagsereignisse deutlich ab, und nur wenige schwach ausgeprägte Sturmschadensereignisse sind den Non-*SLS* zuzuordnen.

Abb. 32: Relative Anteile der gewitterbedingten Schadensformen an Non-*SLS* im UG (1881-1980, ohne 1941-50)



Wesentlich einheitlicher erscheint diese Verteilung bei den *SLS* (Abb. 33).

Abb. 33: Relative Anteile der gewitterbedingten Schadensformen an *SLS* im UG (1881-1980, ohne 1941-50)

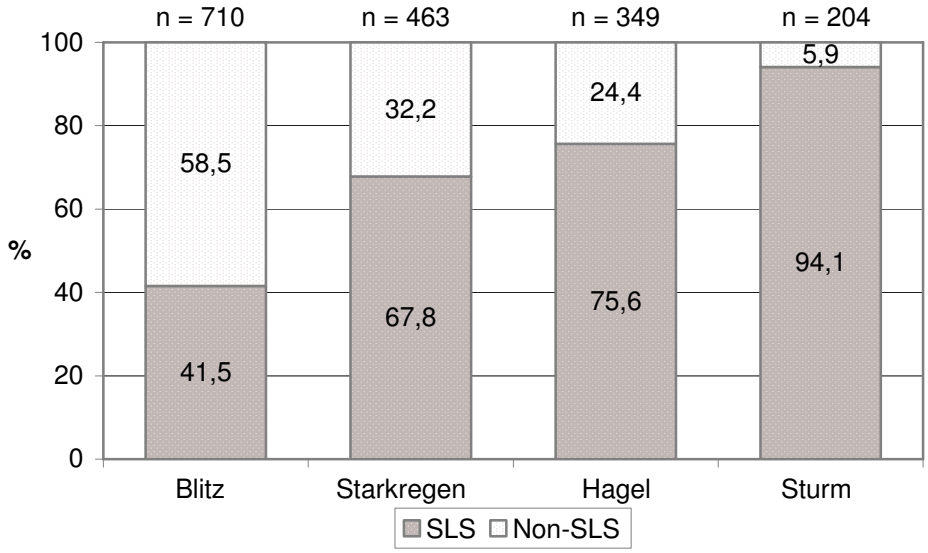


Während *SLS* auch hier durch Blitzschadensereignisse in großem Umfang gekennzeichnet sind, erhöht sich gegenüber den Non-*SLS* jedoch vor allem der Anteil der daran beteiligten

Starkniederschlags- und Sturmschadensereignisse. Bei jeweils über der Hälfte aller verifizierten Fälle werden im UG signifikante Starkregen- bzw. Hagelschäden verzeichnet, und bei ca. 40% der *SLS* kommen bedeutende Sturmschäden vor.

Abb. 34 stellt dar, welcher Anteil der einzelnen gewitterbedingten Schadensformen (Blitz-, Starkregen-, Hagel- und Sturmschadensereignisse) während des Untersuchungszeitraumes jeweils den *SLS* bzw. den Non-*SLS* zugeordnet werden konnten.

Abb. 34: Verteilung der einzelnen gewitterbedingten Schadensformen (in %) auf *SLS* bzw. Non-*SLS* im UG (1881-1980, ohne 1941-50)



Erwartungsgemäß sind die Sturmschäden im UG die am häufigsten dokumentierten Schadensarten in Verbindung mit *SLS*. Über 90% von ihnen gehören zu dieser Kategorie. Auch die Starkniederschlagsereignisse besitzen einen hohen Anteil an den *SLS*, wobei hier der Anteil der Hagel- den der Starkregenschadensfälle übertrifft. Dagegen sind nur noch etwas über 40% aller Blitzschadensereignisse mit *SLS* verknüpft. Wie zuvor schon erwähnt (s. Abb. 32), ist auch dies ein klares Zeichen dafür, dass es keines schweren Gewitters bedarf, um im UG Blitzschäden zu verursachen.

Die Schadensgewitter kommen im UG in nur relativ geringem Umfang als reine Starkregen-, reine Hagel- bzw. reine Sturmschadensgewitter vor. Die Mehrzahl der 1036 Ereignisse tritt in dieser Hinsicht als Mehrfachschadensereignis auf, d.h. mit gleichzeitigem Verursachen von Starkniederschlags- oder Sturmschäden (s. Tabelle 6). Beträchtlichen Anteil zeigen lediglich reine Blitzschadensereignisse. Auch dies ist natürlich wieder ein deutlicher Hinweis dafür,

dass das bloße Vorkommen von Blitzschäden im UG nicht prinzipiell von der Stärke eines Gewitters abhängt.

Die nähere Betrachtung dieses Sachverhalts zeigt in Tabelle 6, dass die reinen Blitzschadensereignisse in der Kategorie der Non-*SLS* überwiegen. Schwache bis mäßig stark ausgeprägte Sommergewitter, die sich nur durch Einzelschläge bzw. reine Mehrfachblitzschäden auszeichnen, gehören hierzu. Auch reine Starkregen-, Hagel- bzw. Sturmschadensereignisse treten im UG vor allem als Non-*SLS* auf, allerdings mit deutlich geringeren Anteilen als die Blitzschadensereignisse. Im Vergleich dazu überwiegen bei den *SLS* naturgemäß die Mehrfachschadensereignisse. Hierzu gehören die meisten der signifikanten Gewitterereignisse während des Untersuchungszeitraumes. Besonders heftige Fälle, bei denen alle Schadensformen (Blitzschlag, Starkregen, Hagel, Sturm) gleichzeitig beobachtet und dokumentiert werden konnten, traten in der Kategorie der *SLS* ebenfalls auf, und zwar in 54 Fällen, was einem Gesamtanteil von 5,2% entspricht.

Tab. 6: Relative Anteile der Gewitterschäden (reine Schadensereignisse bzw. Mehrfachschadensereignisse) an den Gesamt-, Non-*SLS*- und *SLS*-Ereignissen (1881-1980, ohne 1941-50)[56]

	Starkregen		**Hagel**		**Sturm**		**Blitzschlag**	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Gesamtereignisse (N = 1036)								
Rein	127	12,3	84	8,1	42	4,1	341	32,9
Mehrfach	336	32,4	265	25,6	162	15,6	369	35,6
Gesamt	**463**	44,7	**349**	33,7	**204**	19,7	**710**	68,5
Non-*SLS* (n = 555)								
Rein	78	14,1	48	8,6	5	0,9	333	60,0
Mehrfach	71	12,8	37	6,7	7	1,3	82	14,8
Gesamt	**149**	26,8	**85**	15,3	**12**	2,2	**415**	74,8

[56] N bzw. n = Anzahl der Fälle. Definitionsgemäß kann kein reines Blitzschadensereignis zu den *SLS* gezählt werden. Die acht dennoch in dieser Kategorie berücksichtigten Fälle (16.07.1881 b, 20.07.1881 c, 29.07.1896, 24.06.1913, 26.05.1922, 03.07.1928 b, 22.08.1932, 14.07.1955) verursachen im UG selbst zwar nur reine Blitzschäden, zum Teil sogar nur Einzelschläge. Unmittelbar jenseits der Grenze des UG treten jedoch *SLS*-gemäße Schadensformen auf.

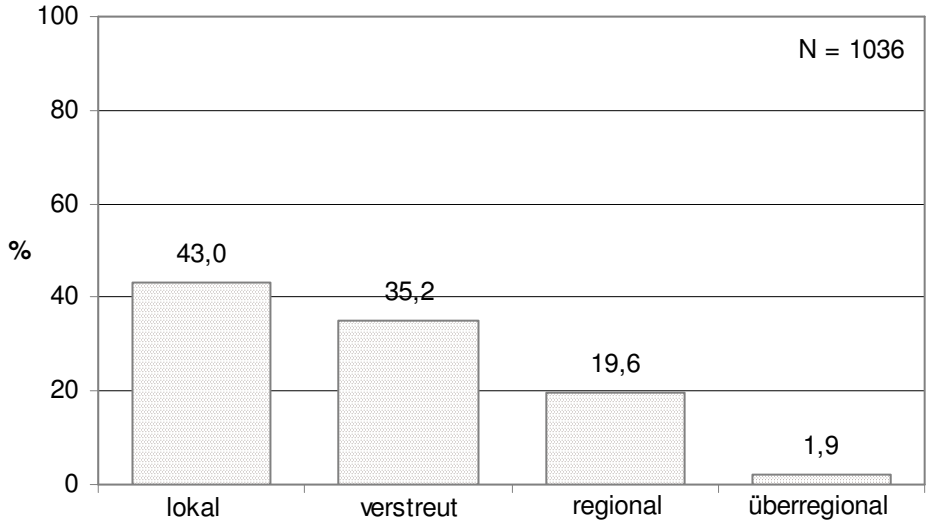
(Fortsetzung Tab. 6)

	Starkregen		Hagel		Sturm		Blitzschlag	
	n	%	n	%	n	%	n	%
***SLS* (n = 481)**								
Rein	49	10,2	36	7,5	37	7,7	0 *(8)*	0 *(1,7)*
Kombi	265	55,1	228	47,4	155	32,2	295 *(287)*	61,3 *(59,7)*
Gesamt	**314**	65,3	**264**	54,9	**192**	39,9	**295**	61,3

6.1.2. Die Verbreitungsformen der Schadensereignisse und Schadensarten

Die Untersuchung der vorgekommenen Verbreitungsformen zeigt, dass bei den Gesamtereignissen die Schäden am häufigsten in lokaler bzw. verstreut lokaler Form dokumentiert wurden. Den größten Anteil an der lokalen Verbreitungsgruppe besitzen die Blitzschadensereignisse. Die Dokumentierung der Schäden gibt die wahre räumliche Verbreitung eines Schadensereignisses in vielen Fällen natürlich nur unzureichend wieder. So dürfte ein wesentlicher Teil der in die Kategorie „verstreut“ (d.h. regionale Verbreitung, Schäden nicht zusammenhängend) eingeordneten Ereignisse in Wirklichkeit der Kategorie „regional“ (d.h. regionale Verbreitung, Schäden zusammenhängend) angehören. Nichtsdestotrotz gibt die Auszählung der Verbreitungsformen der Gewitterereignisse im UG den klaren Hinweis darauf, dass gewitterbedingte Schäden in der Regel räumlich stark begrenzt auftreten (Abb. 35).

Abb. 35: Verbreitungsformen der dokumentierten Schäden im UG
(in Prozent; Gesamtereignisse 1881-1980, ohne 1941-50; Differenz zu 100% = k.A.)



Werden die Anteile der aufgrund der Schadensdokumentationen ermittelten Verbreitungsformen jeweils auf die Non-*SLS*- bzw. *SLS*-Ereignisse aufgetragen, so ergibt sich das in Abb. 36 und Abb. 37 ersichtliche Bild.

Abb. 36: Verbreitungsformen der dokumentierten Schäden im UG
(in Prozent; Non-*SLS* 1881-1980, ohne 1941-50; Differenz zu 100% = k.A.)

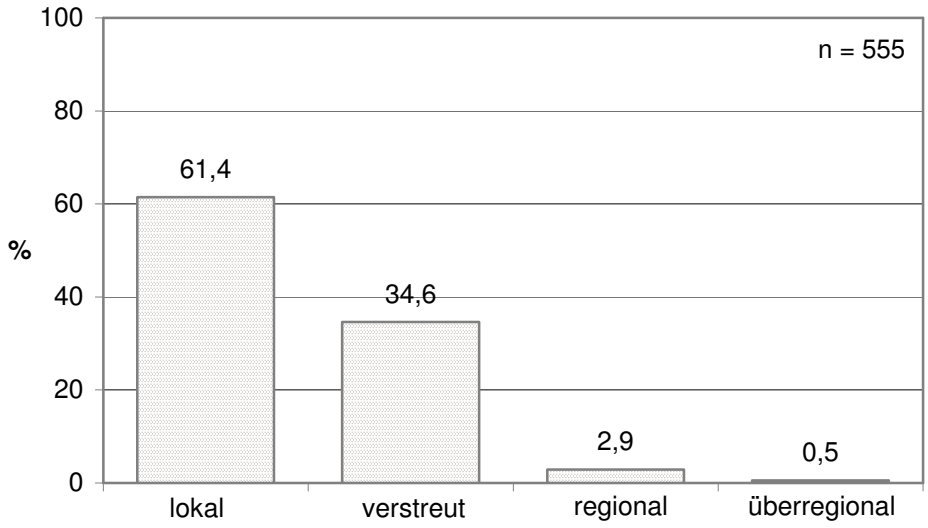
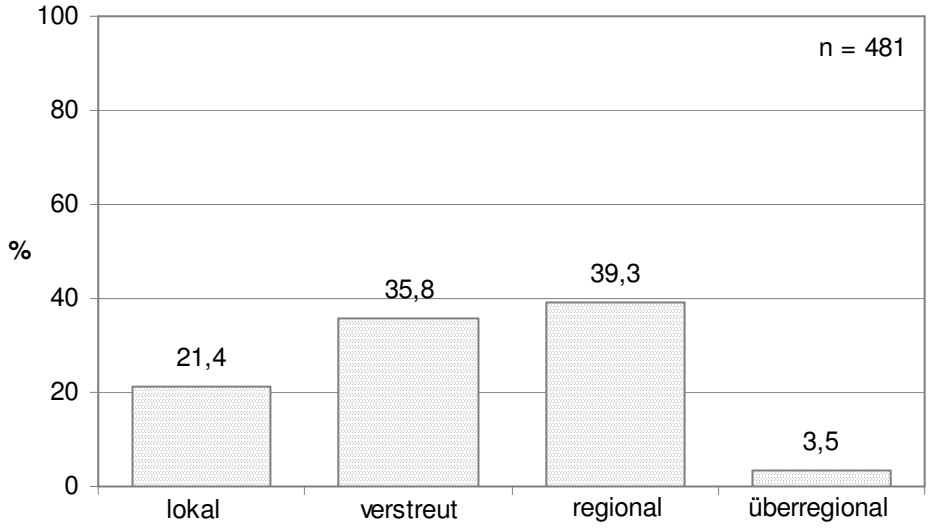


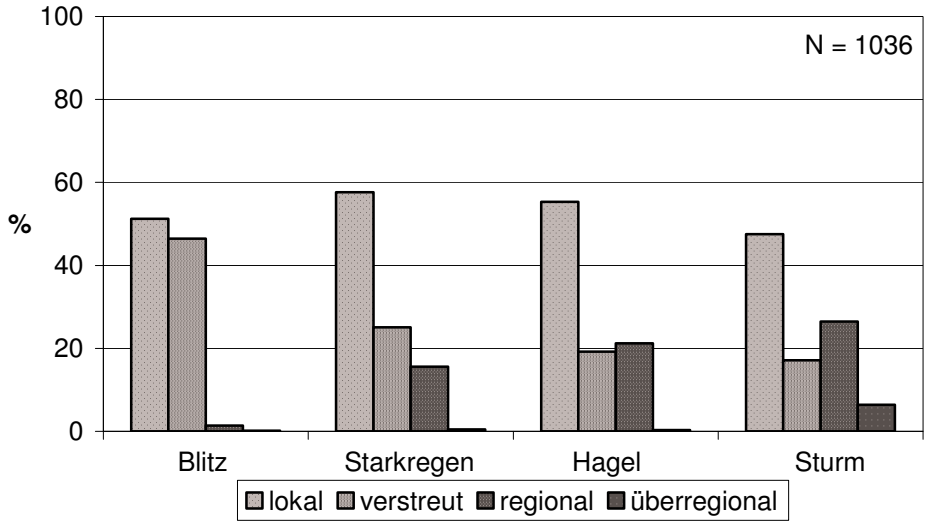
Abb. 37: Verbreitungsformen der dokumentierten Schäden im UG
(in Prozent, *SLS* 1881-1980, ohne 1941-50; Differenz zu 100% = k.A.)



Aufgrund des Überwiegens von Blitzschadensereignissen (s. Abb. 32) treten Non-*SLS* im UG während des Untersuchungszeitraumes in der Regel in lokaler bzw. verstreut lokaler Form auf (Abb. 36). Aus den Quellen sich ergebende regional zusammenhängende oder gar überregionale Schadensverbreitungsformen bilden hier entsprechend die Ausnahme. Anders sieht das Bild bei den *SLS* aus (Abb. 37) aufgrund des von vornherein erhöhten Anteils an Mehrfachschadensereignissen. Diese treten erwartungsgemäß in überwiegender Form in regional zusammenhängender bzw. zumindest in verstreut lokaler Form auf. Lokale Verbreitungsformen treten hingegen zurück. Der Grund ist klar: Schwere Gewitter wirken sich im UG räumlich oft sehr viel stärker aus als nicht-signifikant ausgeprägte Gewitter.

Wird die für jedes Gewitterereignis dokumentierte Verbreitungsform der einzelnen Schadensarten berücksichtigt, so ergibt sich die aus Abb. 38 ersichtliche Verteilung. Es überwiegt insgesamt bei allen Schadensarten das lokale Auftreten, auch dies natürlich bedingt durch die Tatsache, dass gewitterbedingte Schäden in der Regel räumlich sehr begrenzt vorkommen. Allerdings gibt es dabei von Schadensform zu Schadensform zum Teil erhebliche Unterschiede.

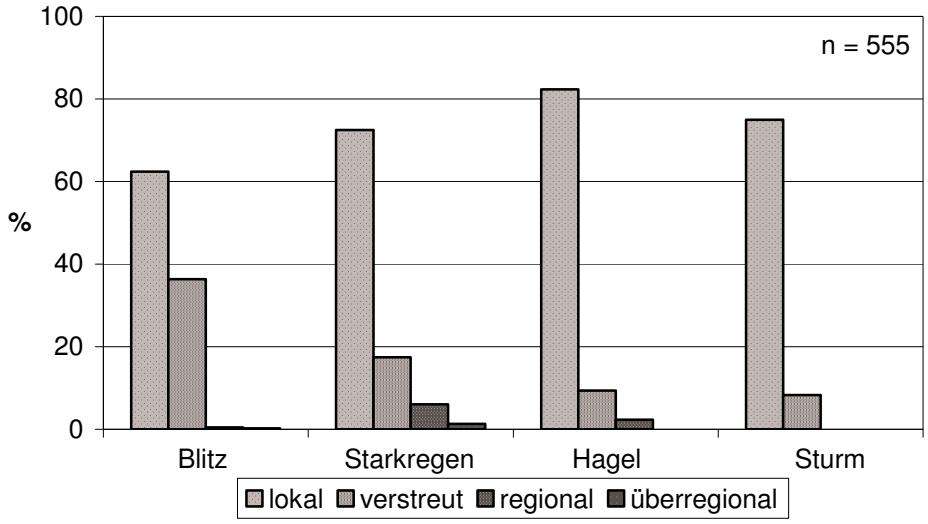
Abb. 38: Verbreitungsformen der gewitterbedingten Schadensarten im UG
(in Prozent; Gesamtereignisse 1881-1980, ohne 1941-50)



Während Blitzschadensereignisse im UG kaum jemals in regional zusammenhängender bzw. überregionaler Verbreitung dokumentiert werden, steigt bei den Starkniederschlags- und insbesondere bei den Sturmschadensereignissen der Anteil der regional in zusammenhängender Form auftretenden und entsprechend dokumentierten Schadensfälle.

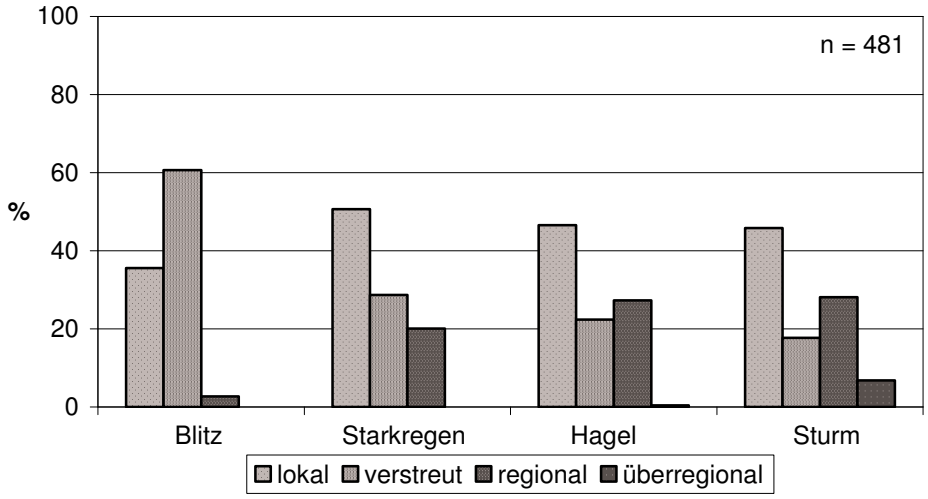
Ganz überwiegend lokale Verbreitungsformen zeigen die einzelnen Gewitterschäden bei den Non-*SLS* (Abb. 39). Nur in wenigen Fällen treten hier regional zusammenhängende bzw. gar überregionale Verbreitungsformen auf. Bei diesen Fällen handelt es sich insbesondere um Starkregen, bei denen die Gewittererscheinungen selbst nur sekundär ausfallen. Sie gehören damit zwar definitionsgemäß nicht zu den *SLS* (z.B. 15.08.1922, 07.05.1931, 22.07.1966), sind aber trotzdem im UG durch teilweise katastrophale Schadensausmaße gekennzeichnet.

Abb. 39: Verbreitungsformen der gewitterbedingten Schadensarten im UG
(in Prozent; Non-*SLS* 1881-1980, ohne 1941-50)



Bei den *SLS* sinkt in Abb. 40 erwartungsgemäß der Anteil der lokalen Verbreitungsformen bei den Gewitterschäden.

Abb. 40: Verbreitungsformen der gewitterbedingten Schadensarten im UG
(in Prozent; *SLS* 1881-1980, ohne 1941-50)



Blitzschäden treten hauptsächlich in verstreuter lokaler Verbreitungsform auf. Bei den Starkniederschlags- und insbesondere bei den Sturmschäden steigt der Anteil der regional zusammenhängenden Verbreitungsformen deutlich an, und bei den Sturmschadensereignissen kommt am häufigsten auch die überregional zusammenhängende Verbreitungsform vor.

Auch wenn durch die Dokumentation der Gewitterschäden die wirkliche räumliche Verbreitung der einzelnen dafür verantwortlichen Gewitterereignisse nur unzureichend erfasst wird, zeigen die Verteilungen in den Abb. 35 bis 40 trotz alledem eindeutige, zu erwartende Ergebnisse: Neben dem räumlich stark begrenzten Schadenspotential insbesondere bei den Blitzschadensereignissen ist dies vor allem die Tatsache, dass Starkniederschlags- und vor allem Sturmschadensereignisse ein im Vergleich dazu flächenmäßig deutlich größeres Schadenspotential besitzen. Im Umkehrschluss bedeutet dies natürlich auch, dass die Zusammensetzung von Schadensdaten umso einfacher ein räumlich zusammenhängendes Bild eines Gewitterereignisses ergibt, je intensiver das Gewitterereignis verläuft.

6.1.3. Die Jahresverteilung der Gewitterschäden im UG

Entsprechend der im Sommer am stärksten ausgeprägten Gewitteraktivität werden im UG in den Monaten Juni und Juli auch die häufigsten Schadensereignisse verzeichnet. Der Unterschied zwischen diesen beiden Monaten ist bei den Gesamt-, Non-*SLS*- und *SLS*-Ereignissen jeweils außerordentlich gering und zeigt nur bei einzelnen Schadensformen etwas ausgeprägtere Unterschiede, die aus Tabelle 7 ersichtlich sind. Darüber hinaus sind auch die Mai- und Augustwerte sowie die April- bzw. Septemberwerte häufig bemerkenswert übereinstimmend. Prinzipiell die gleiche Übereinstimmung bei den einzelnen Monaten zeigen die Monatszahlen der allgemeinen Gewittertätigkeit, wie aus früheren Untersuchungen bekannt ist (ARENDT 1915; ARENDT 1922; DEUTSCHER WETTERDIENST IN DER US-ZONE 1949/50; ANIOL 1951; DEUTSCHER WETTERDIENST 1955; DEUTSCHER WETTERDIENST 1959; RUTH 1979).

Das Sommermaximum der Gewitterschadensereignisse unterliegt in den Einzeljahren zwischen 1881 und 1980 zeitlich natürlich starken Schwankungen, da es von der allgemeinen Gewittertätigkeit des jeweiligen Jahres abhängig ist. Doch sind während des Untersuchungszeitraumes in der Regel Juni oder Juli die Hauptereignismonate.

Je nach betrachteter Gewitter- und Schadensart ergeben sich im Jahresverlauf in Tabelle 7 einige markante Unterschiede. So weisen Non-*SLS* gegenüber den *SLS* erhöhte Anteile an den Schadensereignissen erwartungsgemäß im Frühling (April) bzw. im Spätsommer und Herbst

(August bis Oktober) auf. Zu dieser Zeit sind die Schadensereignisse noch nicht bzw. nicht mehr so kräftig entwickelt, um *SLS*-gemäße Schäden zu verursachen.

Tab. 7: Jahresverteilung der Gewitterschadensereignisse im UG
(in Prozent; 1881-1980, ohne 1941-50)

	April	**Mai**	**Juni**	**Juli**	**August**	**September**	**Oktober**
Schadensereignisse							
insgesamt (N = 1036)	3,1	18,7	27,8	27,6	19,0	3,3	0,5
Non-SLS (n = 555)	4,5	19,3	26,1	25,8	19,3	4,5	0,5
SLS (n = 481)	1,5	18,1	29,7	29,7	18,7	1,9	0,4
Mit Blitzschäden							
insgesamt (n = 710)	**3,5**	18,0	28,3	29,2	17,7	2,8	0,4
Non-SLS (n = 415)	**5,3**	18,3	**27,5**	**27,0**	17,3	3,9	0,7
SLS (n = 295)	1,0	17,6	29,5	32,2	18,3	1,4	0
Mit Starkregenschäden							
insgesamt (n = 463)	1,9	18,1	**29,8**	25,7	20,5	**3,5**	0,4
Non-SLS (n = 149)	2,7	**19,5**	21,5	21,5	**26,2**	**8,1**	0,7
SLS (n = 314)	**1,6**	17,5	**33,8**	27,7	17,8	1,3	0,3
Mit Hagelschäden							
insgesamt (n = 349)	2,0	**20,9**	28,1	28,9	18,1	2,0	0
Non-SLS (n = 85)	4,7	16,5	27,1	24,7	22,4	4,7	0
SLS (n = 264)	1,1	**22,3**	28,4	30,3	17,0	0,8	0
Mit Sturmschäden							
insgesamt (n = 204)	1,0	8,3	23,0	**36,8**	**26,5**	3,4	**1,0**
Non-SLS (n = 12)	*(0)*	*(16,7)*	*(16,7)*	*(33,3)*	*(25,0)*	*(8,3)*	*(0)*
SLS (n = 192)	1,0	7,8	24,0	**37,0**	**26,6**	2,6	**1,0**

(N bzw. n = Anzahl der Ereignisse; Fettdruck = Höchstwerte pro Kategorie und Monat)

Non-*SLS* verursachen im April relativ häufig Blitzschäden, mitunter auch nicht-signifikante Starkniederschlagsschäden. Sturmschäden spielen keine Rolle. Im Mai ist der Unterschied im Auftreten von Non-*SLS* und *SLS* nur noch gering, in den Monaten Juni und Juli sind die rela-

tiven Anteile von Non-*SLS* gegenüber den *SLS*- und Gesamtereignissen deutlich verringert. Auch zu dieser Zeit sind es in erster Linie Blitzschäden, die zu den Non-*SLS* gehören. Im Spätsommer und im Herbst treten Non-*SLS* wieder relativ häufiger auf. Während Blitzschäden nur noch eine geringe Rolle spielen, sind es jetzt in erster Linie Starkregenschäden, die mit Non-*SLS* auftreten.

SLS kommen im UG relativ häufiger in den eigentlichen Sommermonaten vor. Dabei ergeben sich in der Abfolge der einzelnen Gewitterschäden bemerkenswerte Unterschiede: Die ab Mai verstärkt auftretenden *SLS* sind zunächst in erster Linie durch das Vorkommen von Starkniederschlagsschäden charakterisiert, insbesondere Hagelschäden. Sturmschäden spielen eine nur geringe Rolle. Starkregenschäden wiederum treten in Verbindung mit *SLS* auffallend häufig im Frühsommer (Juni) auf, zusammen mit Blitzschäden. Auch Hagelschadensereignisse weisen bis Juli relativ erhöhte Werte auf (Hagelschäden vor der Erntezeit). Sturmschadensereignisse zeigen schließlich erst im Juli und im August zum Teil stark erhöhte Werte.

Diese kurze Übersicht weist schon jetzt deutlich darauf hin, dass die Gewitterschadensereignisse im Jahresverlauf unterschiedliche Eigenschaften besitzen. Daher soll der Jahresverlauf der einzelnen Ereignisse im folgenden eingehender erläutert werden.

Schon früh zeigten Untersuchungen, dass im Jahresverlauf der allgemeinen Gewittertätigkeit in Deutschland ein Doppelmaximum existiert, worauf u.a. bereits von Bezold und Assmann hinweisen (ASSMANN 1885; GOCKEL ^{2}1905; ALT und WEICKMANN 1909; HANN ^{3}1915). In jüngerer Zeit hat dies PELZ (1977, S. 18 und Abb. 8, S. 50) eindrucksvoll in seiner Arbeit über die Gewitter in Berlin dargestellt. Auch durch Blitzzähldaten (FRÜHAUF und AMBERG 1967) für die Teilregionen Franken, Oberpfalz und Schleswig-Holstein; FINKE und HAUF (1996) mittels des seit 1992 in Süddeutschland installierten Blitzortungssystems LPATS [Lightning Position and Tracking System]) kann das jährliche Doppelmaximum in der Gewitter- bzw. Blitzschlagtätigkeit klar nachgewiesen werden.

So kann ohne weiteres auch für die Gewitter**schadens**tätigkeit angenommen werden, dass sie im UG im Jahresverlauf ebenfalls ein solches Doppelmaximum aufweist, zumal sich aus den Werten in Tabelle 7 bereits deutliche Unterschiede im Jahresverlauf der einzelnen Gewitterschadensformen ergeben. Zum Nachweis des doppelten Gewitterschadensmaximums wurden daher die Daten der verifizierten Gewitterereignisse den jeweiligen Kalendertagen zugeordnet. Der auf diese Weise gewonnene und mit Hilfe des übergreifenden Mittels über neun Tage verdeutlichte Jahresverlauf der Gesamtschadensereignisse (Abb. 41) zeigt für das UG für die Jahre 1881-1980 (ohne 1941-50) eindeutig kein eingipfliges sommerliches Gewitterscha-

densmaximum. Vielmehr weist sein Verlauf ein erstes Maximum in der ersten Junidekade auf, dem ein sekundäres Maximum in der zweiten Julihälfte gegenübersteht. In der letzten Junidekade sowie abgeschwächt in der ersten Augusthälfte finden sich darüber hinaus sekundäre Maxima. Dazwischen sind deutliche Abschnitte mit geringerer Gewitterschadenstätigkeit erkennbar, von denen insbesondere das relative Minimum in der ersten Julidekade in allen Jahresverläufen der einzelnen gewitterbedingten Schäden stets sehr markant ausgeprägt ist. Es soll im folgenden als „mittsommerliches Gewitterschadensminimum“ bezeichnet werden. Auch im Jahresverlauf der *SLS*- bzw. Non-*SLS*-Ereignisse ist die Mehrgipfligkeit eindeutig erkennbar. Dabei zeigt sich insbesondere im Jahresverlauf der *SLS* (Abb. 42) das doppelte Schadensmaximum – das erste in der ersten Junidekade, das zweite in der zweiten Julihälfte. Das relative Maximum Ende Juni ist hier kaum ausgeprägt, so dass sich damit ein langgestrecktes relatives Minimum ergibt. Auffallend ist hier außerdem noch die Einkerbung der Schadenstätigkeit um die Wende 2./3. Maidekade. Bei den Non-*SLS*-Ereignissen (Abb. 43) zeigen sich außer den Hauptmaxima zwei weitere relative Maxima, und zwar Ende Juni und Mitte August. Das heißt, dass am Zustandekommen der beiden Jahreshauptmaxima der Schäden vor allem signifikante Gewitter beteiligt sind, am Zustandekommen der beiden relativen Maxima jedoch hauptsächlich weniger signifikante Gewittererscheinungen.

Die Abbildungen 44 bis 47 zeigen den jeweiligen Jahresverlauf der einzelnen Gewitterschadensereignisse Blitzschlag, Starkregen, Hagel und Sturm. In den Abbildungen 48 und 49 sind darüber hinaus die neuntägigen gleitenden Mittel der einzelnen Gewitterschadensereignisse noch einmal zum besseren Vergleich einzeln aufgetragen. Der Jahresverlauf des Verhältnisses der einzelnen Schadensformen zu den Gesamtschadensereignissen zeigt in Form eines neuntägigen gleitenden Mittels in Abb. 50 schließlich, wie sich die Anteile der einzelnen gewitterbedingten Schadensformen während des Sommerhalbjahres im UG verändern.

Der Jahresverlauf der Gesamtschadenstätigkeit im UG zeigt folgende Einzelheiten:
April: Nach Einzelereignissen bis weit in den Monat hinein beginnt das eigentliche Geschehen der Gewitterschadenstätigkeit ziemlich abrupt in der letzten Aprilpentade. Auffallend ist vor allem der 29. April, der im UG allein neun Ereignisse aufweist, davon sieben Blitzschadensereignisse. Starkniederschläge und Sturmereignisse spielen (mit Ausnahme der Starkregen) eine nur geringe Rolle. *SLS* treten gegenüber Non-*SLS* somit noch zurück. Der Grund hierfür ist, dass die sich zu dieser Zeit entwickelnden Gewitter in der Regel noch keinen ausgesprochen kräftigen Verlauf zeigen. Blitzschäden überwiegen daher auch anteilmäßig stark an den Gesamtschadensfällen (Abb. 50).

Abbildung 41: Jahresverlauf der Gewitterschadensereignisse im UG –

Gesamtereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

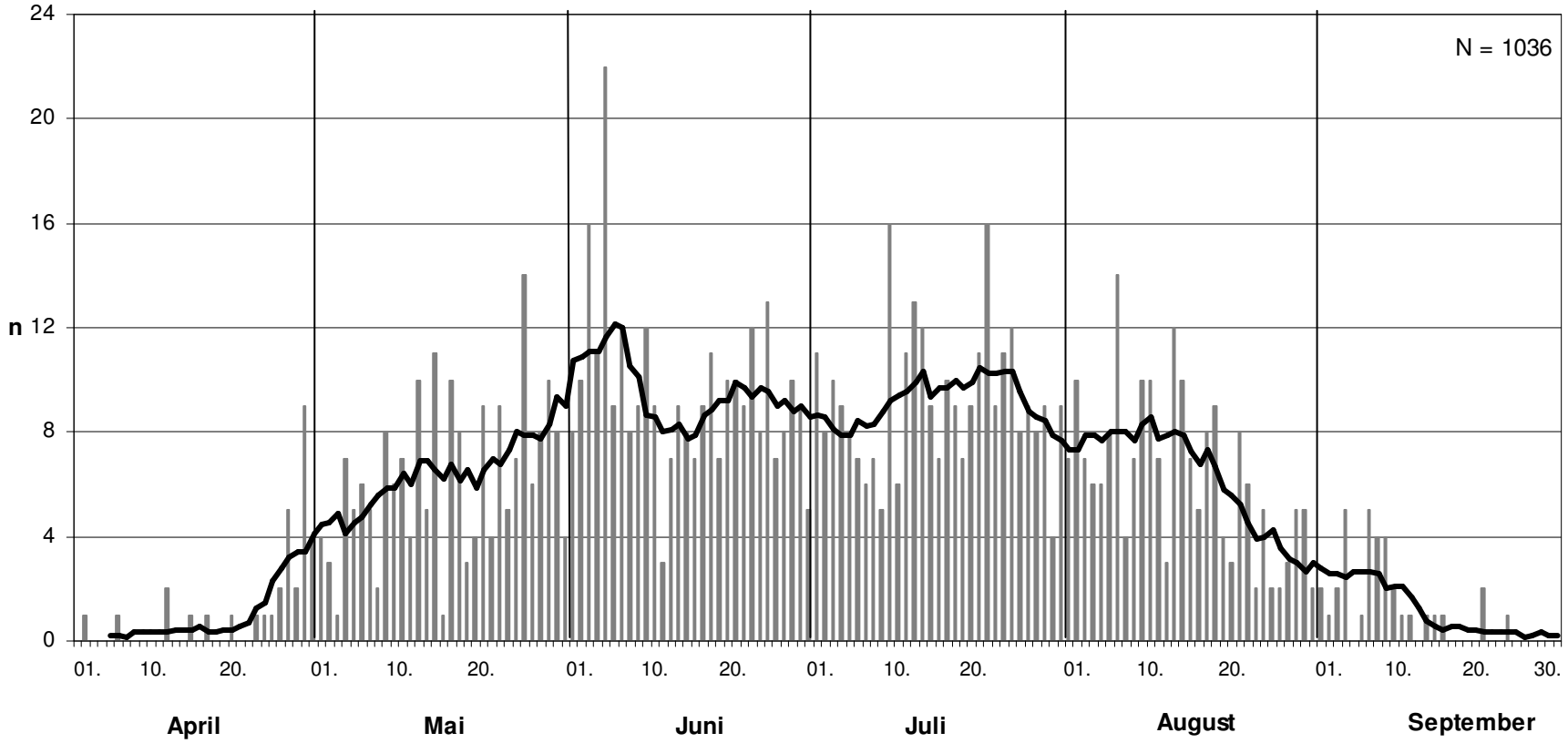


Abbildung 42: Jahresverlauf der Gewitterschadensereignisse im UG –

***SLS*-Ereignisse** (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

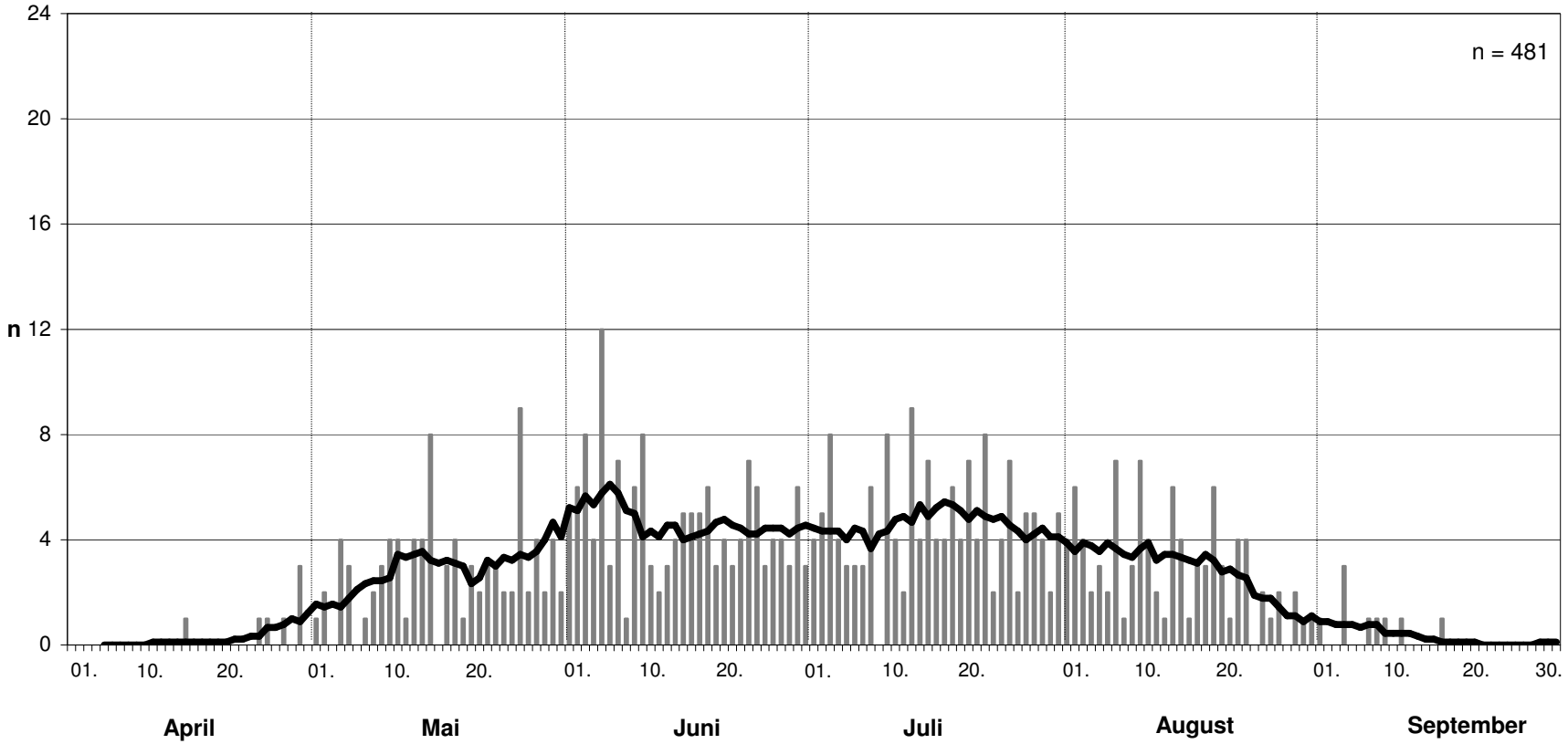


Abbildung 43: Jahresverlauf der Gewitterschadensereignisse im UG –

Non-*SLS*-Ereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

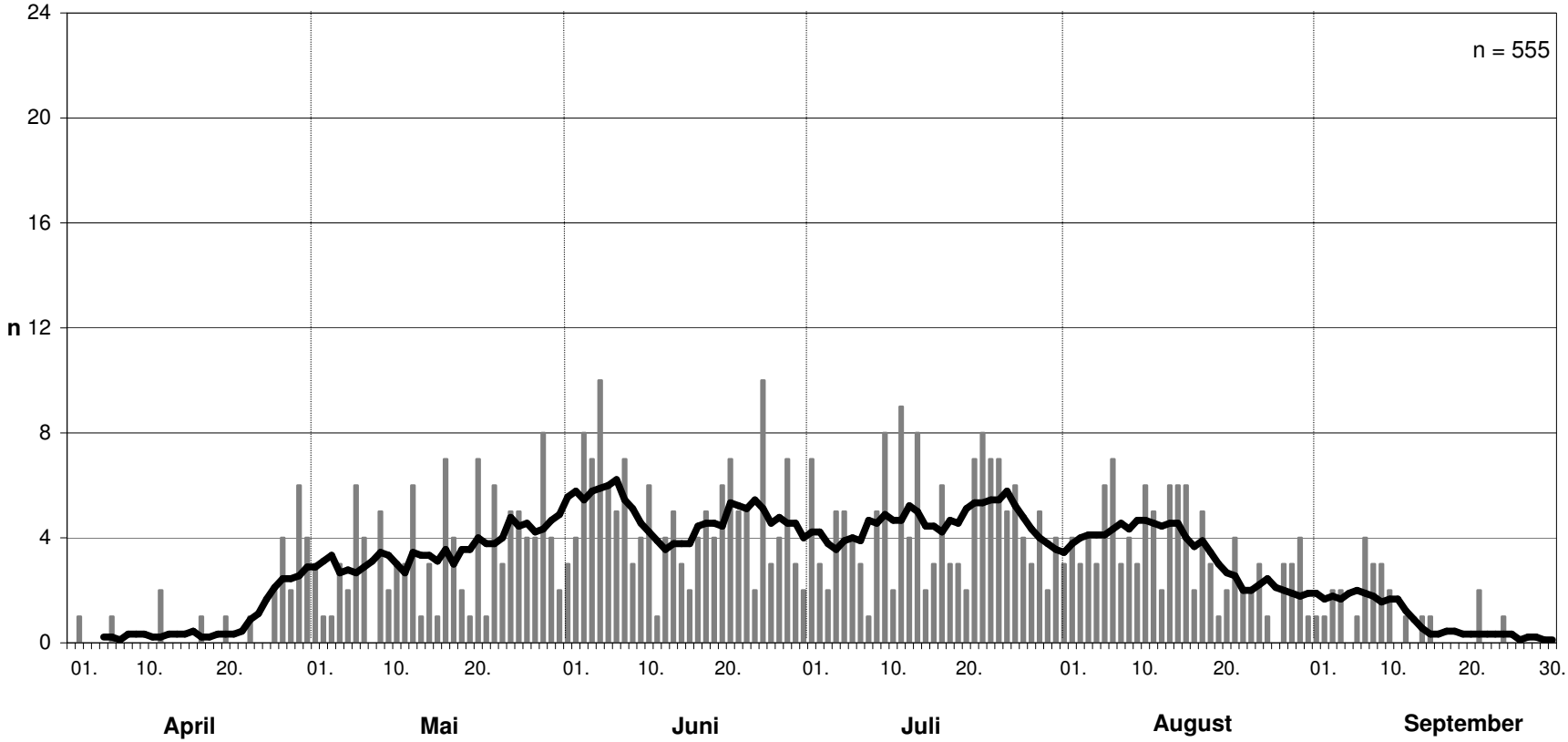


Abbildung 44: Jahresverlauf der Gewitterschadensereignisse im UG –

Blitzschadensereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

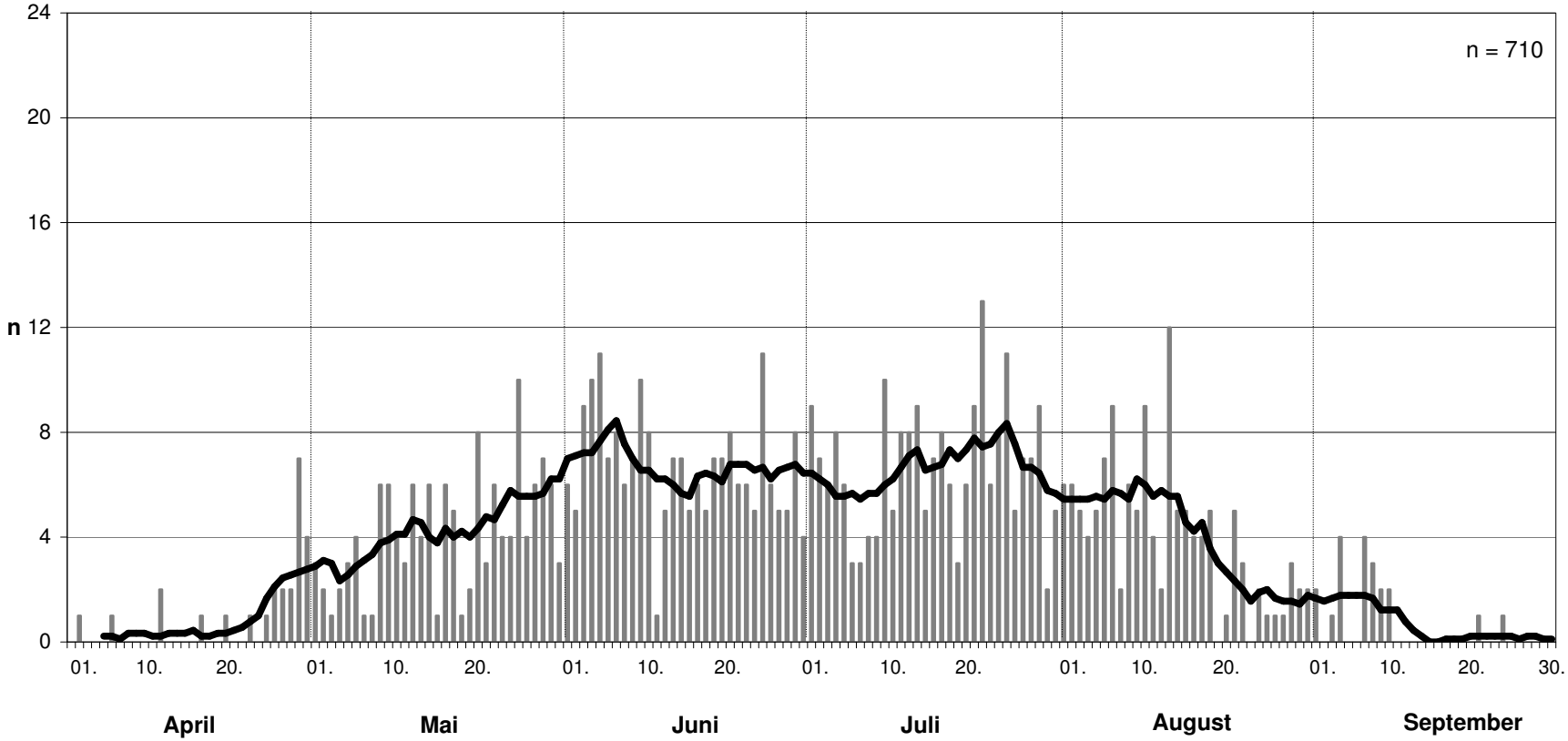


Abbildung 45: Jahresverlauf der Gewitterschadensereignisse im UG –

Starkregenschadensereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

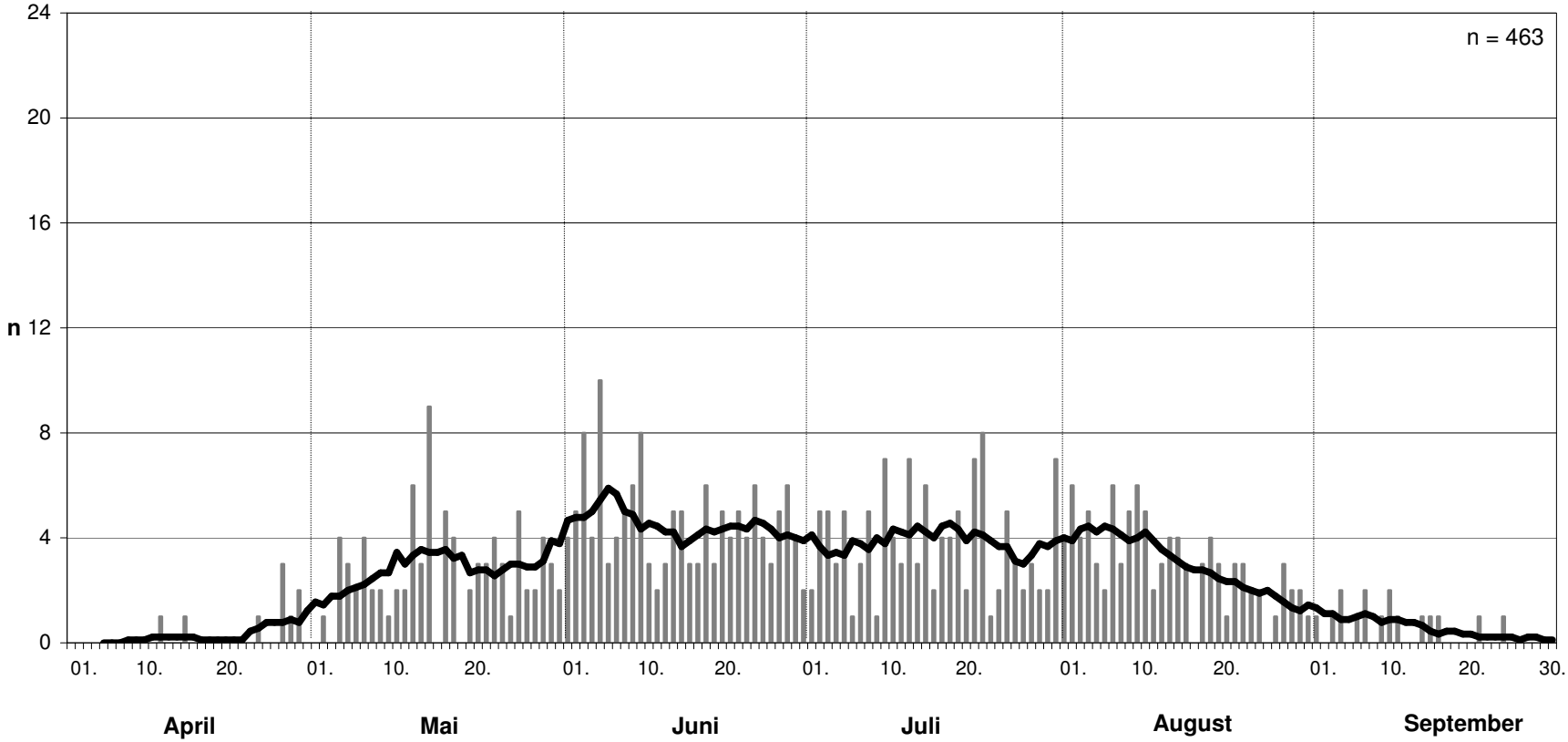


Abbildung 46: Jahresverlauf der Gewitterschadensereignisse im UG –

Hagelschadensereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

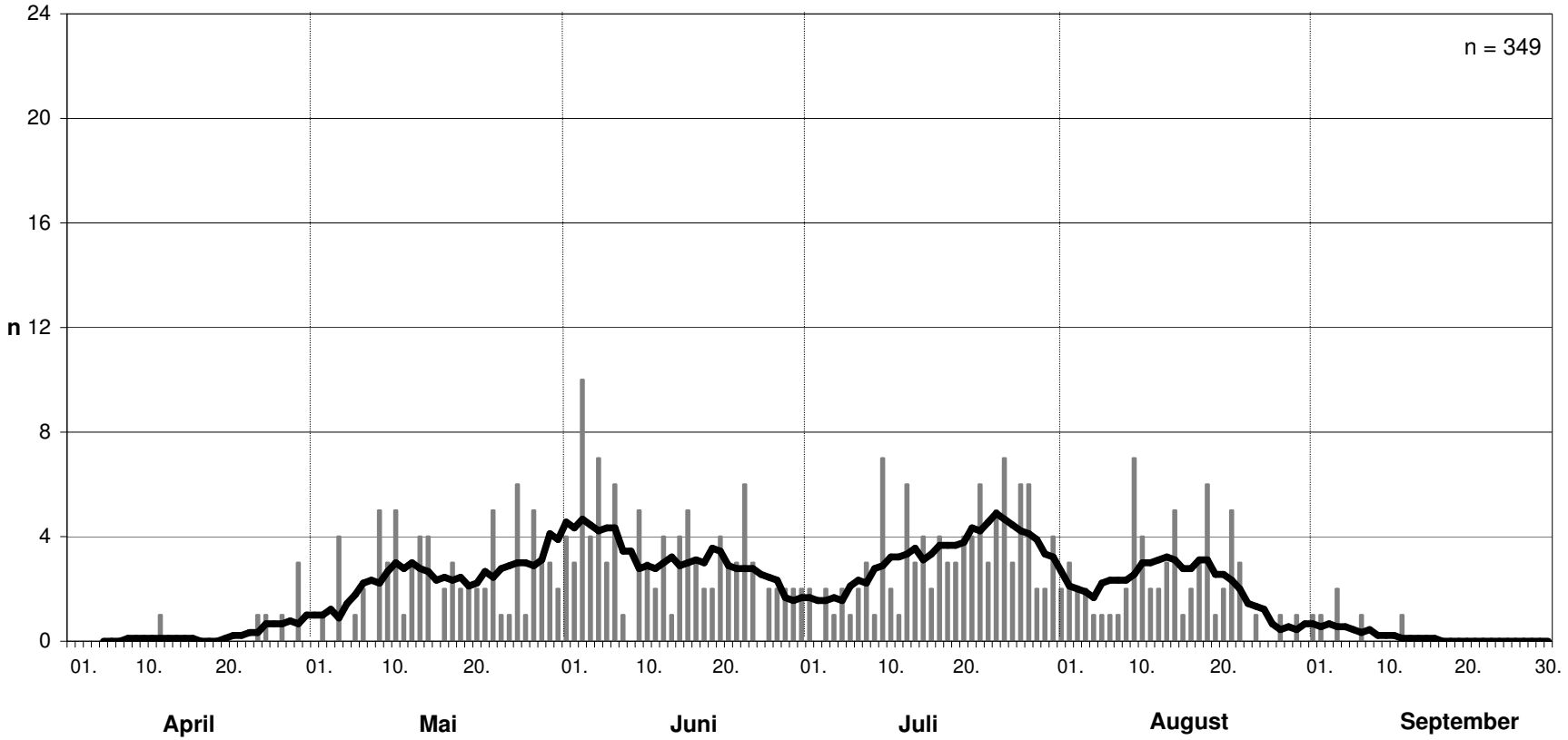


Abbildung 47: Jahresverlauf der Gewitterschadensereignisse im UG –

Sturmschadensereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

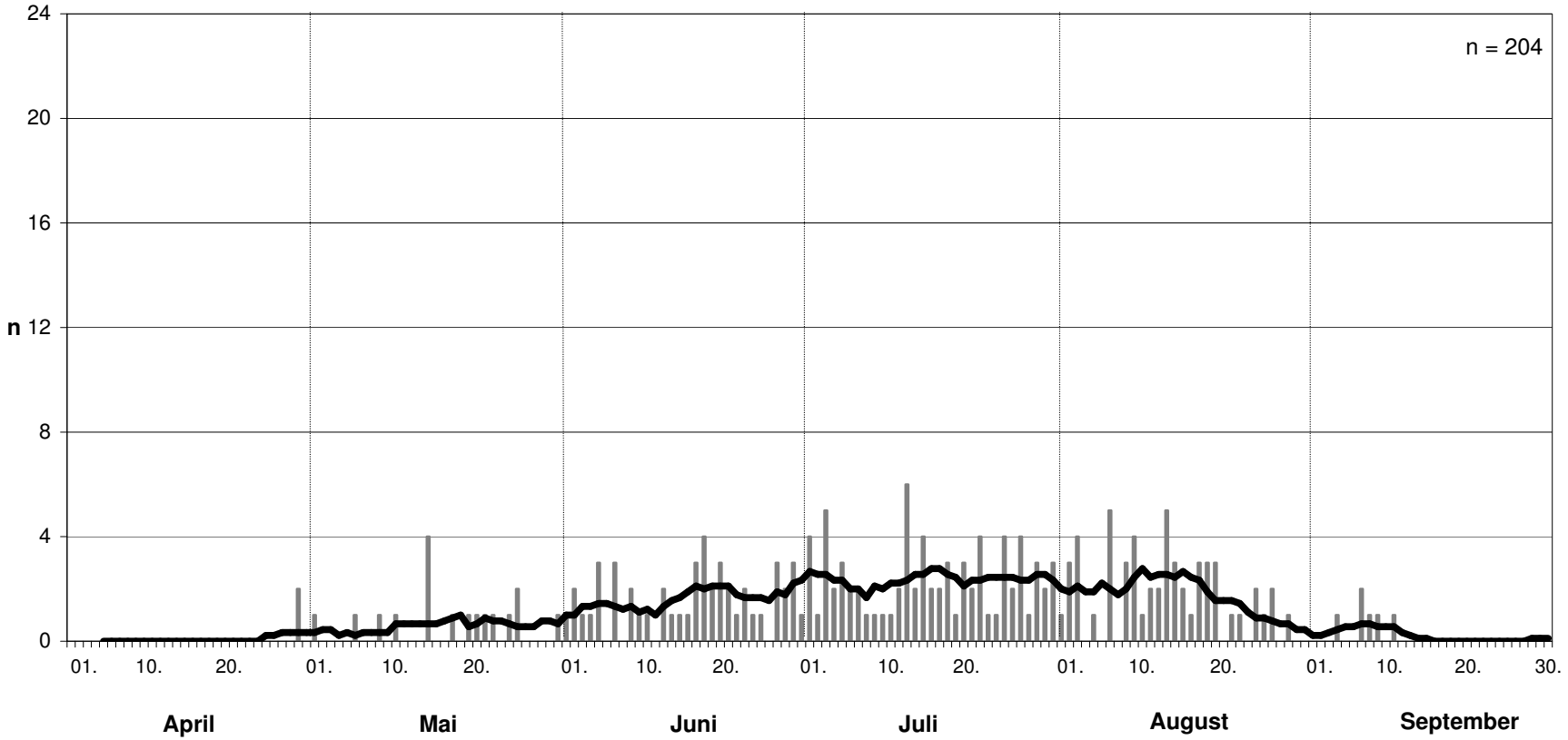


Abbildung 48: Jahresverlauf der Gewitterschadensereignisse im UG –

Gesamt-, Non-SLS-, SLS-Ereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

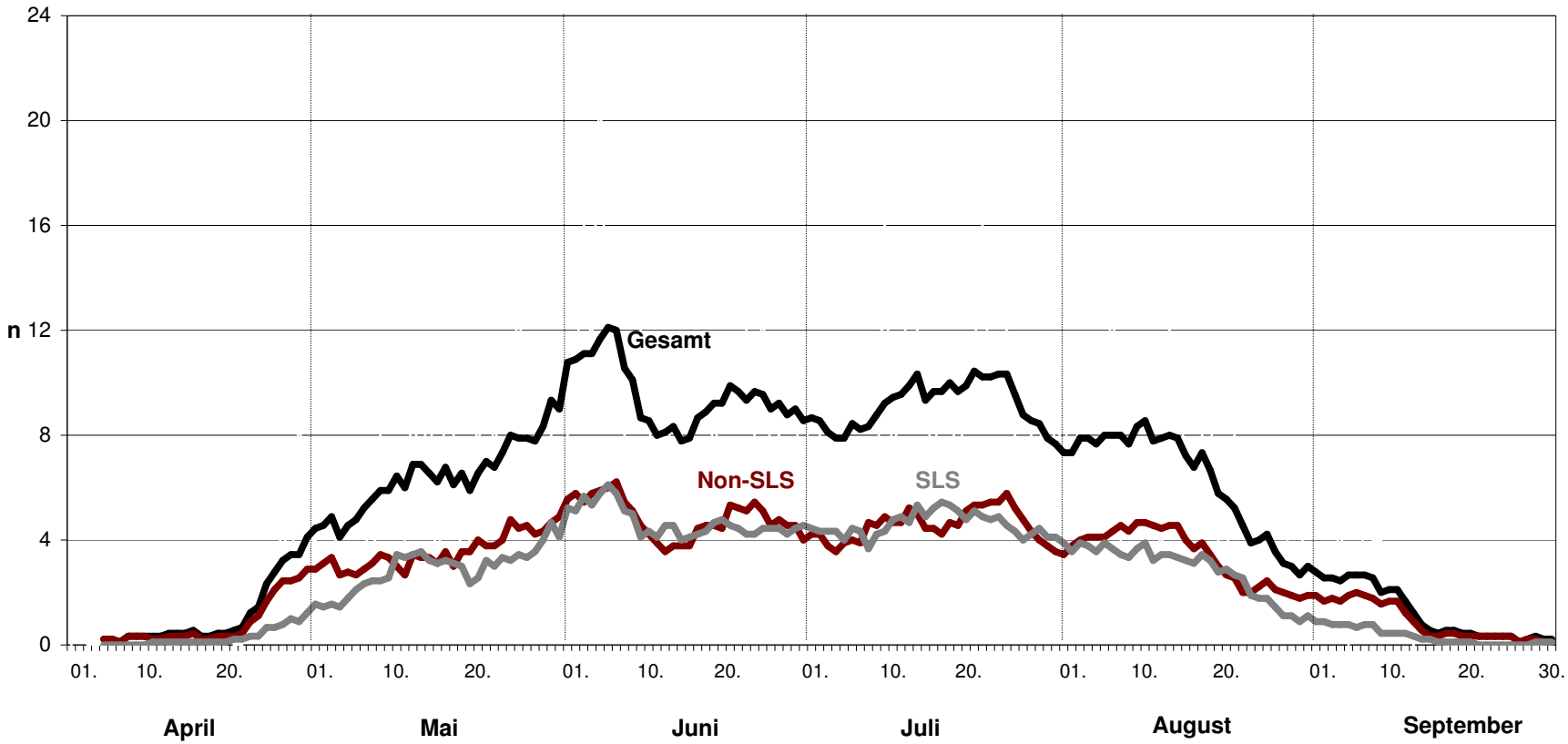


Abbildung 49: Jahresverlauf der Gewitterschadensereignisse im UG –

Gesamt-, Blitz-, Starkregen-, Hagel-, Sturmereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

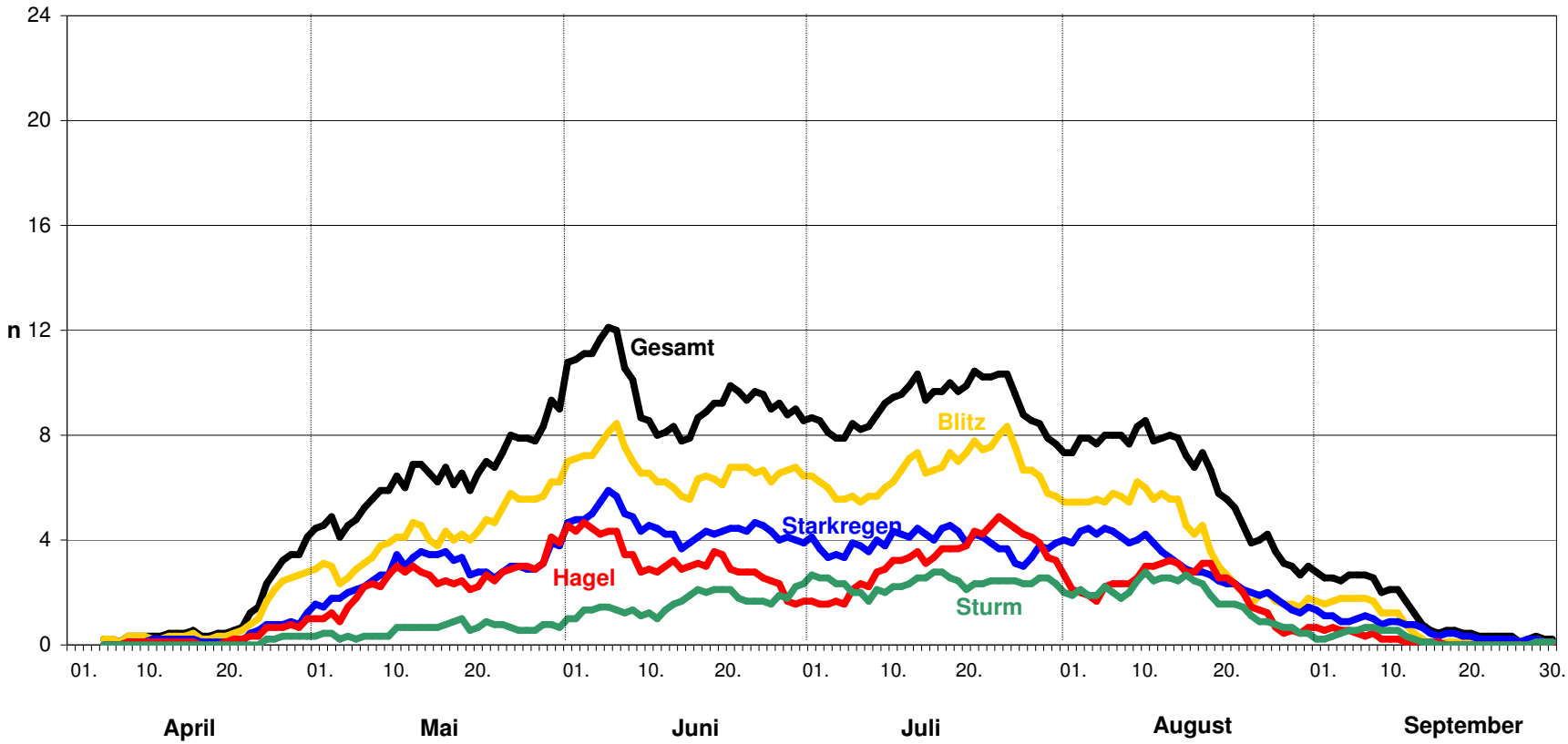
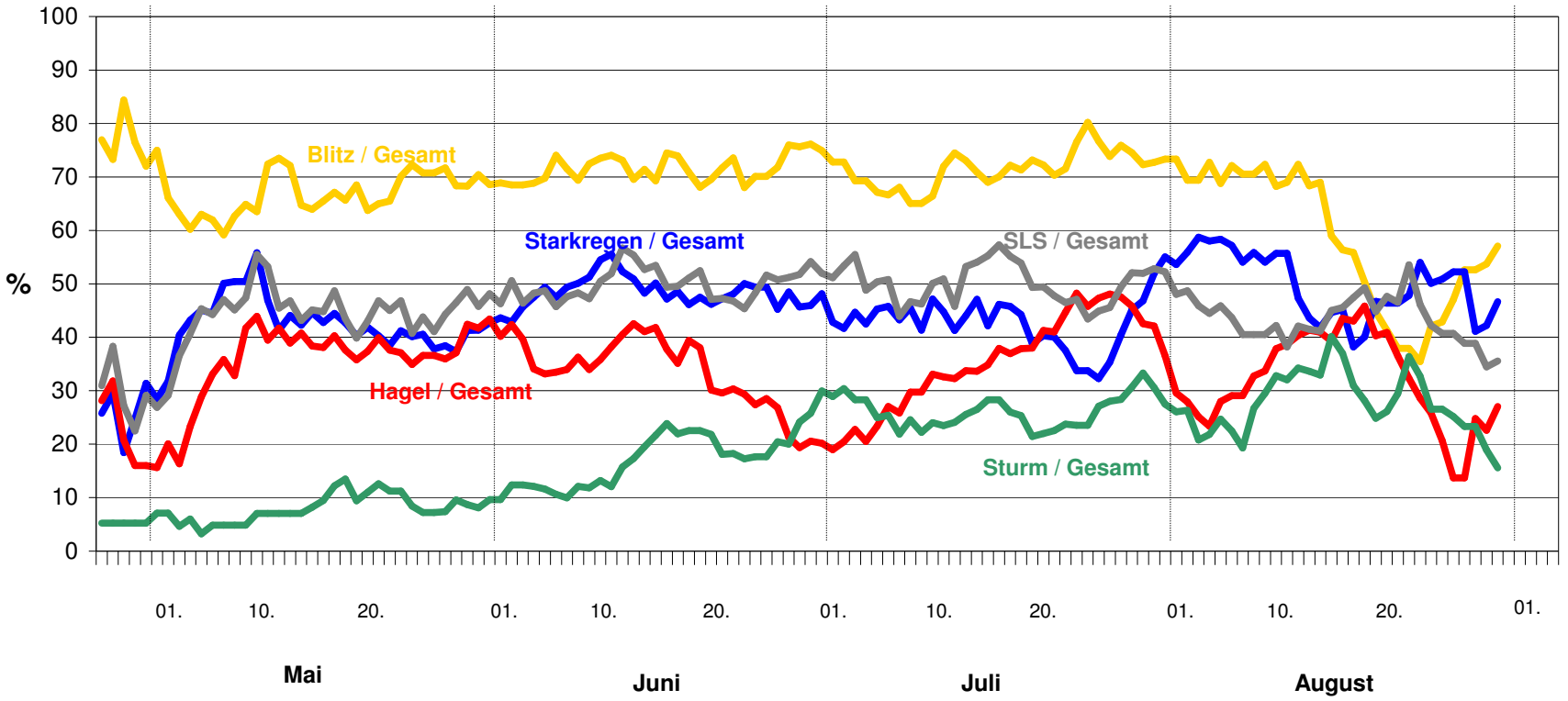


Abbildung 50: Verhältnis Einzel- / Gesamtschäden - Jahresverlauf –

Blitz-, Starkregen-, Hagel-, Sturm-, *SLS*-Ereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)



Mai: In diesem Monat steigert sich die Gewitterschadenstätigkeit weiter, insbesondere kurz vor Ende der ersten Dekade (Abb. 49). Dabei sind es neben Blitz- vor allem Starkniederschlagsereignisse, die diesen Anstieg ausmachen. Somit steigt auch der Anteil an *SLS*-Ereignissen ganz enorm an (Abb. 50). Demgegenüber verbleibt der Anteil an Sturmschadensereignissen auf nur geringem Niveau, er steigt über den gesamten Monat hinweg nur sehr langsam an. Von den Starkniederschlägen wiederum setzen insbesondere die Starkregenereignisse früher und auf höherem Niveau ein als die Hagelereignisse. So wurden auch massive Hagelschadensereignisse (Intensitätskriterium >2) im UG nur selten vor Mitte Mai dokumentiert. In der zweiten Monatshälfte kommt es um die Wende von der zweiten zur dritten Maidekade zu einem vorübergehenden Rückgang in der Gesamtschadensaktivität. Er ist auf die etwas verringerte Gewittertätigkeit der zu dieser Zeit sehr häufig von Norden her erfolgenden Kaltlufteinbrüche mit anschließender Wetterberuhigung unter Hochdruckeinfluss zurückzuführen. Dabei erscheint die Phase der sogenannten Kleinen Eisheiligen deutlicher ausgeprägt als die Phase der eigentlichen „Eisheiligen" wenige Tage zuvor – ein Zeichen dafür, dass die Kalendergebundenheit dieser einst so pünktlich aufgetretenen Singularität (FLOHN 1942, S. 123) während des Untersuchungszeitraumes auch im UG nicht mehr festzustellen ist. In der letzten Maidekade steigt die allgemeine Schadenstätigkeit mit der weiter fortschreitenden Erwärmung wieder deutlich an.

Juni: Mit Ausnahme der Sturmschäden erreicht die Aktivität aller anderen gewitterbedingten Schäden in der ersten Junidekade ihr erstes, über mehrere Tage andauerndes Maximum. Der 05. Juni weist dabei in der Gesamtschadensaktivität die häufigsten Ereignisse (n = 22) des gesamten Zeitraumes zwischen 01. April und 30. September auf (Abb. 41). Die große Schadenstätigkeit ist auf die zu dieser Zeit stark fortgeschrittene Erwärmung der Landmasse und die aufgrund dessen relativ häufiger labile troposphärische Schichtung zurückzuführen, was letztlich eine deutlich erhöhte Gewittertätigkeit ergibt. Der Anteil zonaler Großwetterlagen ist zu dieser Jahreszeit unterdurchschnittlich (GERSTENGARBE und WERNER [4]1993). Relativ häufiger sind meridionale Lagen, nicht selten kommen auch retrograde Lagen vor. Gewitter entstehen dabei zunächst primär nicht an von Westen heranziehenden Fronten, sondern bilden sich relativ häufiger in einheitlichen Luftmassen. Erst im weiteren Verlauf beenden (meist von Westen hereinschwenkende) Kaltfronten diese warmen, schwülen und gewittrigen Tage. Auch dabei entwickeln sich wieder Gewitterprozesse, und zwar verstärkt fronthafte Gewittervorgänge. Über diese gesamte Periode schreibt schon FLOHN (1942, S. 100): „*Zu Anfang Juni kommt der erste allgemeine und verbreitete Einbruch kühler Meeresluftmassen in den überhitzten Kontinent, der von dem ersten großen Gewittermaximum begleitet ist, (...).*" Au-

ßerdem lassen die aufgrund der erhöhten Meridionalität während dieser Phase insgesamt geringeren Windgeschwindigkeiten in der mittleren und oberen Troposphäre die einmal entstandenen Gewitter nur langsam weiterziehen. Mitunter kommt es auch vor, dass sich die Gewitter über gleicher Stelle durch Zellenanbau zu quasistationären konvektiven Ereignissen entwickeln. So ist daher die Blitz- und Starkniederschlagsgefahr bei solchen langsamziehenden bzw. stationär erscheinenden Gewittern an einem Ort größer als bei den raschziehenden Gewittern. Dabei kommen besonders die sich in einheitlicher Luftmasse bildenden Gewitter, entsprechend des geringen Anteils zonaler Großwetterlagen, im UG häufig aus dem östlichen bis südlichen Sektor.
Das erste Gewittermaximum wird im UG durch Ereignisse hervorgerufen, die hauptsächlich durch Starkniederschläge und Blitzschläge gekennzeichnet sind – was typisch ist für Gewitter in einheitlichen Luftmassen (z.B. Wärmegewitter).

Die Schafkälte als markante Singularität ist zu Beginn der zweiten Junidekade sehr deutlich ausgeprägt. Der 12. Juni weist im gesamten Untersuchungszeitraum im UG nur drei Ereignisse auf (Abb. 41). Die Schafkälte beendet somit die erste Maximalphase der Gewitterschadenstätigkeit. Gleichzeitig ist auch der seit Ende April zu verzeichnende allgemeine Aufwärtstrend der Schadensaktivität beendet.
Nach den Tagen der Schafkälte, wie sie im UG oft durch eine ausgeprägte gewitterarme Nordwestströmung ausgezeichnet sind, steigt die Gewitterschadenstätigkeit in der zweiten Junihälfte auf ein Zwischenmaximum an. Der 25. Juni weist dabei 13 Schadensfälle auf. Gegenüber dem ersten Maximum in der ersten Junipentade werden allerdings im Schnitt deutlich weniger Blitz- und Starkniederschlags- und, wie bereits angedeutet, etwas weniger *SLS*-Ereignisse zugunsten der Non-*SLS*-Ereignisse verzeichnet. Lediglich der Anteil der Sturmschadensereignisse steigt an (Abb. 47 und Abb. 49), was sich aus der Tatsache ergibt, dass sich nach den Tagen der Schafkälte der Anteil der zonalen Wetterlagen und damit der Anteil sich rascher verlagernder Gewitterereignisse wesentlich vergrößert (europäischer Sommermonsun).

Juli: Anfang des Monats kommt es zu einer erneuten Abnahme der Gesamt- und Einzelschadenstätigkeit, deren Auffälligkeit sogar jene der Schafkälte überragt. In der zweiten Julipentade wird das mittsommerliche Gewitterschadensminimum erreicht mit tiefsten Werten vom 06. bis 09. Juli (Abb. 41). Dies entspricht exakt auch dem allgemein beobachteten Absinken der Gewitter- bzw. Entladungstätigkeit zu dieser Zeit (ALT und WEICKMANN 1909; FRÜHAUF und AMBERG 1967; PELZ 1977; FINKE und HAUF 1996). Dieses Minimum ist zurückzuführen auf die zu dieser Zeit gegenüber der zweiten Junihälfte nochmals erheblich ver-

stärkte zonale Strömung, mit der häufig von Westen her feuchte und kühle Meeresluft auf Mitteleuropa übergreift und hier für Abkühlung sorgt. Dabei gleichen sich die Temperaturgegensätze zwischen Ozean und Kontinent nach FLOHN (1942) allmählich mehr und mehr aus, so dass die Wahrscheinlichkeit für über längere Zeit andauernde, eigenständige meridionale Großwetterlagen in Mitteleuropa abnimmt. Die Gewittertätigkeit nimmt allgemein ab. Wärmegewitter, insbesondere solche, die aus dem östlichen Sektor heranziehen, treten relativ weniger häufig auf, stattdessen gibt es an den von Westen her stattfindenden monsunalen Kaltluftvorstößen verstärkt regelrechte Frontgewitter. Durch die in der Regel weniger stark ausgeprägten großräumigen Temperaturunterschiede fallen aber auch die Gewitterintensitäten im Schnitt oft weniger stark aus. Mitunter setzt auf der Rückseite der einzelnen Fronten (Kaltfronten bzw. Kaltfrontokklusionen) derart ausgeprägtes Absinken in der kühlen Luftmasse ein, dass die nachfolgende Witterungsperiode bei steigendem Luftdruck auf der Ostseite eines nordatlantischen Azorenhochkeils durch zwar starke Bewölkung, aber fast vollständig fehlende Gewittertätigkeit gekennzeichnet ist (s.a. SCHERHAG 1948, S. 264), und nur ganz vereinzelt kommt es einmal zum Durchzug einer Gewitterlinie im Mittelgebirgsraum. Typisch hierfür war der feuchte und sehr gewitterarme Hochsommer 1998. Das übernormal häufige Fehlen von Tropikluft als Vorbedingung der Entstehung starker Gewitter zeigt sich auch daran, dass zu diesem Zeitpunkt der Anteil an Hagelschäden ein ausgeprägtes Minimum annimmt, während andererseits der Anteil der Sturmschäden zunimmt (Abb. 50). Es handelt sich offensichtlich zu dieser Zeit um einen Gewittertyp, der häufig an Fronten auftritt, dabei in der Regel nicht sonderlich heftig entwickelt ist und neben einzelnen Blitzschlägen bisweilen von Sturmböen und von Starkregen begleitet wird.

Die beschriebenen Absinkvorgänge auf der Rückseite durchziehender Kaltfronten werden in der zweiten Julihälfte und dann vor allem nochmals mit Beginn der sogenannten Hundstage wieder verstärkt durch Vorstöße tropischer Luftmassen unterbrochen. Daher erfolgt nach dem mittsommerlichen Gewitterschadensminimum erneut ein Anstieg, der in der letzten Julidekade zum sekundären Jahresmaximum der Gewitterschadenstätigkeit führt (Abb. 41). Es handelt sich dabei insbesondere um einen verstärkten Anteil an Hagel- und Sturmschadensereignissen (Abb. 46, Abb. 47, Abb. 50). Folgerichtig steigt erneut die Anzahl der *SLS*, die nun wieder vermehrt in Form intensiver Frontgewitter bzw. Böenfronten (*Squall Lines*) auftreten, bevorzugt aus dem französischen und südwestdeutschen Raum heranziehend (Abb. 42 und Abb. 49). Die rasche Verlagerung dieser Gewitter über das UG hinweg ist typisch, bedingt durch den hohen Anteil an zonalen Wetterlagen. Aufgrund dessen geht auch der Anteil an Starkregenschäden an den Gesamtschäden während der letzten Julidekade zurück, da sich bei

schnellziehenden Gewittern die Regensummen bisweilen nicht zu schadensrelevanten Mengen akkumulieren können.
Das sekundäre Gewittermaximum im UG wird somit von Gewitterereignissen verursacht, die in erster Linie durch Blitzschlag, Starkniederschlag und Starkwind gekennzeichnet sind – typisch für fronthaft auftretende und sich rasch verlagernde Gewitter.
Das Ende dieser sekundären Maximalphase tritt noch vor Monatsende mit dem 30. Juli ein. Ein deutlicher Rückgang der Schadenstätigkeit leitet in den August über (Abb. 41).

August: In diesem Monat besitzt nur die erste Hälfte noch recht hohe Werte der Schadenstätigkeit. Auffallend ist dabei ein vorübergehender deutlicher Rückgang von Blitz-, Hagel- und Sturmereignissen (Abb. 49), während der Anteil starkregenintensiver Gewitter im 9-Tages-Mittel Werte bis fast 60% annimmt (Abb. 50). Offenbar nimmt der Anteil intensiver Böenfronten (*Squall Lines*) aus westlichen Richtungen ab, während normal bzw. gering ausgeprägte Frontgewitter nach wie vor auftreten, was sich auch aus dem vorübergehenden Anstieg des Anteils an Non-*SLS*-Ereignissen ergibt (Abb. 48). Damit ähnelt diese Phase in der Schadenstätigkeit dem Zwischenminimum Ende Juni.

Der allgemeine Rückgang der Schadenstätigkeit wird nur zur Monatsmitte noch einmal für einige Tage von einem Anstieg unterbrochen, der bemerkenswerterweise vor allem bei den Hagel- und Sturmereignissen sehr auffallend ausgeprägt ist (Abb. 46 und Abb. 47). Insbesondere bei den Sturmereignissen wird jetzt das verspätete Jahresmaximum erreicht. Grund ist, dass zu dieser Zeit der Anteil an zonalen Wetterlagen außerordentlich hoch ist. Regelrechte Frontgewitter, die von Westen heranziehen, sind daher zu dieser Zeit verstärkt zu erwarten – verbunden mit den Vorstößen feuchtwarmer Meeresluft ergibt sich dabei nicht selten nochmals für einige Tage das Potential für Schwergewitterlagen.

Nach der Monatsmitte erfolgt ein weiterer rascher Abfall in der Schadenstätigkeit (Abb. 41). Das wird besonders deutlich in der Zeit nach dem 19./20. August. Dabei fällt in der letzten Augustdekade insbesondere der Anteil der Blitzschadensfälle an den Gesamtschadensfällen abrupt auf ein markantes Minimum ab (Abb. 50). Die Gewitter verursachen im UG relativ häufiger Starkniederschlags- oder Starkwindschäden, weniger Blitzschäden. Auch dies ist ein Ausdruck verstärkter Zonalität, in der regelrechte Frontgewitter von Westen her in unregelmäßiger Folge über das UG hinwegziehen.[57]

[57] Passend hierzu spiegelt sich der abrupte Abfall in der Gewitterschadenstätigkeit auch im deutschen Volksmund wider. So heißt es für den Bartholomäustag (24. August): „An St. Barthelmein gehen die Gewitter heim."

September: Die letzten sommerlich anmutenden Blitzschadensfälle finden mit Abschluss der ersten Septemberdekade ebenfalls ihr Ende. Die noch verbleibenden Ereignisse verzeichnen seit den letzten Augusttagen wieder einen leicht erhöhten Anteil an reinen Blitzschäden (Abb. 50) und damit an Non-*SLS*-Ereignissen (Abb. 48). Aber auch Starkniederschlags- und Starkwindschäden treten noch auf – Zeichen dafür, dass ausgeprägte Kaltfrontgewitter auch jetzt noch in unregelmäßiger Folge über das UG hinwegziehen können.

Nach den oben dargestellten Fakten kann festgehalten werden, dass im Jahresverlauf der Gewitterschadenstätigkeit im UG mehrere Phasen mit unterschiedlichen Eigenschaften auftreten:

a) **1. Phase bis Ende April (Frühjahr):** Einzelne Gewitterereignisse mit überwiegend Blitzschäden, mitunter auch Starkniederschlagsschäden, vorwiegend als Non-*SLS*.

b) **2. Phase Ende April bis Anfang Juni (Spätfrühling und Frühsommer):** Gewitterereignisse mit überwiegend Blitzschäden und Starkniederschlagsschäden. Typisch dafür sind Gewitter in einheitlichen Luftmassen, die nicht selten in meridionaler bzw. gar retrograder Richtung über das UG hinwegziehen bzw. sich an Ort und Stelle entwickeln. Das Maximum fällt in die erste Junidekade. Überwiegend *SLS*-Ereignisse.

c) **3. Phase Mitte Juni bis Mitte Juli (Früh- und Hochsommer):** Gewitterereignisse mit überwiegend Blitzschäden und Starkregenschäden, zum Teil Sturmschäden. Typisch dafür sind fronthaft sich verlagernde Gewitter, die meist in zonaler Richtung über das UG hinwegziehen. Aufgrund fehlender großer Temperaturunterschiede fällt die Intensität der Ereignisse häufig weniger stark aus. Non-*SLS* und *SLS* im Wechsel.

d) **4. Phase Mitte Juli bis Ende Juli (Hochsommer):** Gewitterereignisse mit überwiegend Blitzschäden, Starkniederschlags- (Hagel-) und Sturmschäden. Typisch dafür sind fronthaft sich verlagernde Gewitter, die großräumig meist in zonaler Richtung über das UG hinwegziehen. Aufgrund verstärkter Temperaturunterschiede fällt die Intensität der Ereignisse oft sehr groß aus. Überwiegend daher *SLS*.

e) **5. Phase Anfang August bis zweite Monatshälfte August (Spätsommer):** Gewitterereignisse mit überwiegend Blitzschäden, Starkregen- und Sturmschäden. Typisch dafür sind fronthaft sich verlagernde Gewitter, die meist in zonaler Richtung über das UG hinwegziehen. Die aufgrund zunächst fehlender großer Temperaturunterschiede meist weniger starke Intensitätsphase wird Mitte August von einer wenige Tage andauernden Schwergewitterlage mit häufigen Hagel- und Sturmschäden (s. Phase 3) beendet. Non-*SLS* und *SLS* im Wechsel.

f) **6. Phase ab zweite Monatshälfte August (Spätsommer und Herbst):** Gewitterereignisse mit zunächst überwiegend Starkniederschlags- und Sturmschäden. Typisch dafür sind fronthaft sich verlagernde Gewitter, die meist in zonaler Richtung über das UG hinwegziehen, aufgrund fehlender großer Temperaturunterschiede meist weniger hohe Intensität aufweisend. Ab Anfang September Gewitterereignisse mit überwiegend noch Blitzschäden und mitunter Starkregenschäden (s. Phase 1), geht in herbstliche Einzelereignisse über. Überwiegend Non-*SLS*-Ereignisse.

6.1.4. Die Tagesverteilung der Gewitterschäden im UG

Die Tagesverteilung der Schadensgewitterereignisse in Tabelle 8 zeigt ein ausgeprägtes nachmittägliches Maximum, entsprechend der Tagesverteilung der allgemeinen Gewittertätigkeit. Die häufigsten Ereignisse fallen in das 3-Stunden-Intervall am späten Nachmittag zwischen 15 und 18 Uhr. In den Morgen- und Vormittagsstunden werden aufgrund des Gewitterminimums nur selten Schäden verzeichnet. Non-*SLS* treten zu dieser Zeit im Vergleich etwas häufiger auf (dafür verantwortlich: Einzelschläge und nicht-signifikante Starkregenschäden). Ein deutlicher Anstieg der Schadenstätigkeit erfolgt mit dem 3-Stunden-Intervall zwischen 12 und 15 Uhr. Hier sind es insbesondere Starkregen- und Hagelschadensereignisse, die zu diesem Zeitpunkt übernormal häufig auftreten. Der Hauptanteil der Sturmschadensereignisse fällt auf das Spätnachmittagsintervall 15-18 Uhr. Erhöhte Werte bei den Sturmschäden werden darüber hinaus auch noch im Abendintervall 18-21 Uhr verzeichnet. Damit zeigt sich, ähnlich wie in Tabelle 7, auch bei der Tagesverteilung der Gewitterschäden im UG eine deutliche Verzögerung im zeitlichen Verlauf zwischen dem Auftreten der Starkniederschlags- und Sturmschadensereignisse.

Damit wird auch bereits bei der Unterteilung in 3-Stunden-Intervalle jene Tendenz erkennbar, die durch Untersuchungen der allgemeinen Gewitter- bzw. Blitzschlagstätigkeit als „doppeltes tägliches Gewittermaximum“ Eingang in die Literatur gefunden hat. So beschreiben schon FRÜHAUF und AMBERG (1967) bzw. ALT und WEICKMANN (1909) jeweils für einige der von ihnen untersuchten Regionen bzw. Stationen ein doppeltes tägliches Blitzschlags- bzw. Gewittermaximum. Ein erstes Maximum tritt am frühen Nachmittag auf, ein zweites Maximum am späten Nachmittag. Auch PELZ (1977) zeigt ein entsprechendes tageszeitliches Verhalten bei den Gewittern im Berliner Raum auf, und FINKE und HAUF (1997) können aus der gemessenen Blitzaktivität für die Jahre 1993 bzw. 1996 ebenfalls auf ein doppeltes tägliches Maximum verweisen.

Tab. 8: Tagesverteilung der Gewitterereignisse im UG

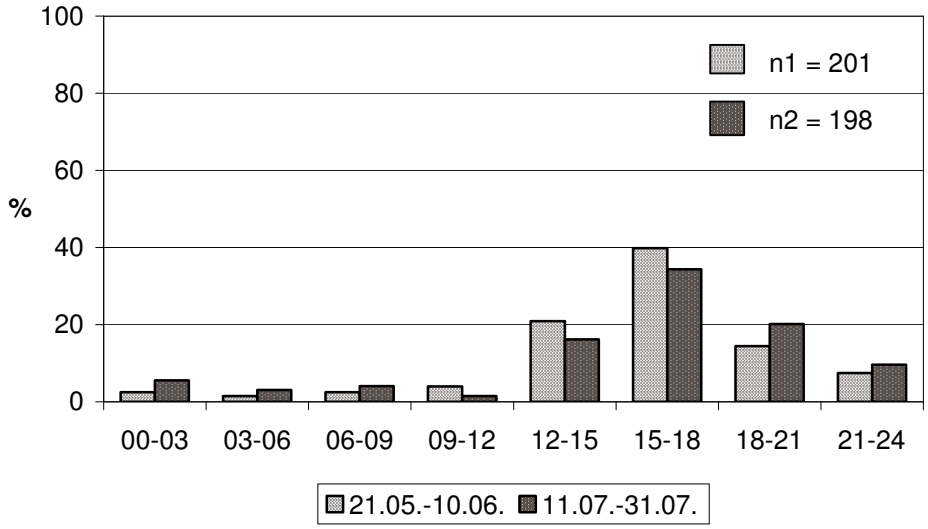
	00-03	03-06	06-09	09-12	12-15	15-18	18-21	21-24	k.A.
Schadensereignisse									
insgesamt (N = 1036)	5,1	2,7	2,0	2,4	19,0	38,4	16,8	8,2	5,3
Non-*SLS* (n = 555)	5,2	**3,4**	**3,4**	3,4	18,9	34,1	14,4	7,9	9,2
***SLS* (n = 481)**	**5,1**	1,9	0,4	1,3	19,7	44,7	20,1	8,8	0,9
Mit Blitzschäden									
insgesamt (n = 710)	4,5	**3,1**	**2,1**	**3,0**	17,5	39,7	16,8	9,0	4,4
Non-*SLS* (n = 424)	5,0	3,3	3,1	**3,8**	17,5	35,6	**15,8**	**9,2**	6,8
***SLS* (n = 286)**	3,8	**2,8**	**0,7**	**1,7**	17,5	45,8	18,2	8,7	0,7
Mit Starkregenschäden									
insgesamt (n = 463)	4,5	2,2	1,5	1,3	21,4	40,8	17,9	7,3	3,0
Non-*SLS* (n = 149)	**6,7**	**3,4**	**3,4**	0,7	23,5	31,5	16,1	6,7	8,1
***SLS* (n = 314)**	3,5	1,6	0,6	1,6	20,4	45,2	18,8	7,6	0,6
Mit Hagelschäden									
insgesamt (n = 349)	2,9	2,0	0,6	1,4	**22,1**	**44,7**	14,6	6,0	**5,7**
Non-*SLS* (n = 85)	2,4	1,2	1,2	2,4	**25,9**	**38,8**	4,7	3,5	**20,0**
***SLS* (n = 264)**	3,0	2,3	0,4	1,1	**20,8**	**46,6**	17,8	6,8	**1,1**
Mit Sturmschäden									
insgesamt (n = 204)	**5,4**	2,0	0,5	1,5	14,7	39,7	**22,5**	**11,3**	2,5
Non-*SLS* (n = 15)	*(13,3)*	*(0)*	*(0)*	*(6,7)*	*(20,0)*	*(20,0)*	*(13,3)*	*(6,7)*	*(20,0)*
***SLS* (n = 189)**	4,8	2,1	0,5	1,1	14,3	41,3	**23,3**	**11,6**	1,1

(N bzw. n = Anzahl der Ereignisse; Fettdruck = Höchstwerte pro Kategorie und Monat)

Zum ersten Tagesmaximum am frühen Nachmittag können demnach die meist lokal entstandenen Luftmassen-(Wärme-)Gewitter gerechnet werden, die oft an Ort und Stelle auch wieder verschwinden. Diese Gewitter sind häufig mit starken Regenfällen und auch mit Hagel verbunden und treten – entsprechend Tabelle 7 – übernormal häufig im Frühsommer („Schadensphase“ 2) auf. Das zweite Maximum am späten Nachmittag bzw. in den Abendstunden wird dagegen durch die großräumigen, oft fronthaften Ereignisse verursacht, wobei die dazugehörigen Gewitter am frühen Nachmittag über einer Region entstehen und anschließend mit

dem herrschenden Höhenwind weiterziehen. Diese Gewitter sind – nicht selten als *SLS* in der Form von Böenfronten (*Squall Lines*) – häufig von Starkregen, Hagel und Sturm begleitet und zeichnen sich mitunter auch durch eine hohe Blitzschadensintensität aus. Entsprechend Tabelle 7 gehören hierzu vor allem die Gewitter im Hoch- und Spätsommer („Schadensphase 4“).

Abb. 51: Vergleich des Tagesgangs von Gewittern verschiedener Jahreszeiten: a) Intervall 21.05. – 10.06., b) Intervall 11.07. – 31.07.; Gesamtereignisse 1881-1980 (ohne 1941-50)



Das Beispiel in Abb. 51 verdeutlicht diesen Sachverhalt. Die zur Frühsommerperiode (21.05.-10.06.) gehörenden Gewitterereignisse besitzen die größten Anteile im Tagesgang schwerpunktmäßig in den Nachmittagsstunden. Demgegenüber zeigen die zur Hoch- und Spätsommerperiode (11.07.-31.07.) gehörenden Ereignisse einen verzögerten Tagesgang mit erhöhter Aktivität in den Spätnachmittags- und Abendstunden.

6.1.5. Gewitterschadensereignisse und Großwetterlagen im UG

Sehr aufschlussreich ist der Vergleich der verifizierten Gewitterschadensereignisse mit den Großwetterlagen. Tabelle 9 zeigt in Spalte 2 für die Monate April bis Oktober die mittlere Eintrittshäufigkeit der einzelnen Großwetterlagen während des Zeitraumes 1881 bis 1980 (ohne 1941-50) in Deutschland (in %). Diese Werte wurden aus den Angaben des neu bearbeiteten Großwetterlagenkatalogs von GERSTENGARBE, WERNER und RÜGE ([5]1999) berechnet. In den Spalten 3 bis 9 sind daran anschließend zum Vergleich die prozentualen Abweichungen der auf die jeweilige Großwetterlage entfallenden Gesamt-, Blitz-, Starkniederschlags-, Sturm- sowie *SLS*- und Non-*SLS*-Schadensereignisse im UG für den gleichen Zeitraum aufgetragen. Positive Werte bedeuten dabei: Bei der jeweiligen Großwetterlage

kommen die entsprechenden Schadensereignisse häufiger vor, als ihnen nach dem langjährigen Mittel zukommt. Negative Werte bedeuten, dass bei der Großwetterlage im Vergleich zu ihrem Auftreten die jeweiligen Schadensereignisse in verringertem Maße vorkommen. Fett hervorgehoben sind zudem alle Werte, die sich außerhalb des 80%-Intervalls befinden.[58]

Bei den zonalen Wetterlagen besitzen die prozentualen Abweichungen je nach Schadensereignis verschiedenartige Vorzeichen. Die Unterschiede fallen bei den Gesamt- und bei den Blitzschäden insgesamt nur gering aus, in erster Linie negativ. Dagegen stehen bei den anderen Schadensarten in der Großwetterlage Wz (West, zyklonal) einzelnen großen negativen Abweichungen (Starkregenschäden) hohe positive Abweichungen (Sturmschäden) gegenüber. Der Grund hierfür ist klar: Die in der Strömung eingebetteten Störungen verlagern sich bei den zonalen Wetterlagen mit einer relativ höheren Geschwindigkeit über das UG hinweg. Damit ist die Einwirkungszeit eines Gewitters auf einen bestimmten Ort verringert. Blitzschäden und Starkregenschäden kommen insgesamt seltener vor. Dagegen kommen Hagelschäden teilweise, insbesondere jedoch Starkwindschäden durchgehend häufiger vor.

Bei den gemischten Wetterlagen sind die Schadensaktivitäten zum Teil deutlich unternormal. Nur in Ausnahmefällen treten übernormale Häufigkeiten auf, die aber nicht signifikant sind. Die deutlichsten negativen Abweichungen treten bei den Nordwestlagen (NWa bzw. NWz) auf. Hier strömt aus dem Nordseebereich feuchtkühle Meeresluft nach Mitteleuropa. Die Gewittertätigkeit ist stark herabgesetzt, in der Regel treten lediglich isolierte Schauer- bzw. Gewittergruppen auf, die in meist höhenkalter Luft südostwärts ziehen. Auch bei den Hochdrucklagen (HM bzw. BM) ist die Gewittertätigkeit naturgemäß stark unterdrückt – nur vereinzelt können sich heftige Gewitter durchsetzen. Die Werte der Schadensaktivität in der GWL TM (Tief Mitteleuropa) zeigen entsprechend der damit verbundenen zyklonalen und von vornherein verstärkt gewitterträchtigen Ausgangssituation überwiegend leicht erhöhte Werte, wobei aber auch hier keine signifikanten Abweichungen vorkommen. Grund hierfür ist, dass bei Auftreten von TM im UG in der Regel weniger intensive konvektive Umlagerungen als vielmehr fronthafte Prozesse wie beispielsweise Aufgleitvorgänge beobachtet werden. Regenfälle sind bei TM häufiger als heftige Gewitter.

Teils unternormale, teils jedoch deutlich übernormale Abweichungen kennzeichnen die Werte bei den meridionalen Wetterlagen. Negativ sind die Abweichungen insbesondere bei den reinen Nordlagen (Na bzw. Nz), die aufgrund ihrer Strömungskonstellation in Mitteleuropa stark

[58] Die Grenzen des jeweiligen 80%-Intervalls sind unterhalb jeder Spalte angegeben und entstammen den entsprechenden Tabellen aus BAHRENBERG, GIESE und NIPPER (^{2}1985).

Tab.9: Großwetterlagen und Gewitterschäden im UG - Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens (in %) (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50, N = 1036)

GWL	Mittelwert	Gesamt-Unterschied	Ges.-blitz Unterschied	Starkregen Unterschied	Hagel Unterschied	Sturm Unterschied	*SLS* Unterschied	Non-*SLS* Unterschied
WA	6,4	-1,0	-0,7	-1,8	-0,6	1,0	-0,7	-1,3
WZ	15,5	0,5	-0,5	**-4,0**	**3,7**	**6,6**	1,2	-0,1
WS	2,2	0,3	0,2	0,6	-1,1	1,2	-0,4	0,8
WW	2,0	-0,2	-0,4	0,4	-0,5	1,0	-0,3	-0,2
SWA	1,5	0,2	0,4	0,0	-0,1	0,4	-0,1	0,4
SWZ	1,4	-0,3	-0,9	-0,3	-1,1	1,1	-0,5	-0,1
NWA	4,8	-0,3	0,3	-0,4	**-1,9**	**-4,3**	-1,4	0,6
NWZ	4,8	**-1,7**	**-1,6**	**-2,6**	**-1,9**	-1,4	**-2,9**	-0,6
HM	9,4	**-2,2**	**-2,4**	**-2,7**	-0,5	0,9	-1,3	**-2,9**
BM	6,2	**-2,1**	**-1,9**	-1,5	**-2,5**	-0,8	-1,6	**-2,4**
TM	2,6	0,0	0,2	0,2	0,6	-0,1	-0,3	0,3
NA	1,4	-0,4	-0,2	-0,3	-1,1	-1,4	-0,7	-0,1
NZ	3,8	-0,8	-0,4	-2,3	**-2,4**	-2,3	**-2,6**	0,7
HNA	4,2	0,5	1,2	1,2	1,0	-1,7	0,4	0,7
HNZ	1,6	0,4	0,4	0,8	-0,1	-1,1	0,7	0,0
HB	3,2	**-2,2**	**-2,1**	-1,9	-1,2	-1,8	-1,2	**-3,1**
TRM	3,6	0,1	0,0	-1,4	1,3	-0,1	-0,4	0,6
NEA	3,5	0,6	1,0	-0,9	1,1	-1,0	-0,2	1,2
NEZ	2,9	1,1	0,7	**3,2**	-0,3	-0,9	**2,3**	0,0
HFA	3,6	**1,4**	**2,1**	**2,5**	**3,0**	**2,8**	**1,8**	0,9
HFZ	0,9	**1,4**	**1,5**	2,3	1,1	0,1	1,2	**1,6**
HNFA	1,6	1,2	1,2	**2,5**	1,2	-1,6	1,3	1,1
HNFZ	1,7	**2,0**	**1,7**	**4,4**	**2,4**	-0,2	**3,5**	0,7
SEA	1,8	-0,6	-0,4	-0,8	-1,0	-1,8	-1,0	-0,2
SEZ	0,8	-0,3	-0,5	-0,2	0,0	-0,3	0,2	-0,8
SA	1,3	-0,2	-0,2	0,0	-0,2	-1,3	-0,3	-0,1
SZ	0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
TB	2,7	0,9	0,3	0,5	0,5	1,7	1,3	0,6
TRW	3,3	1,1	0,3	1,6	0,4	**3,5**	1,0	1,2
U	1,1	1,1	1,3	1,2	0,6	2,3	1,4	0,8
Mittelwert		-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010
Standardabw.		1,08371	1,09149	1,88450	1,46986	2,06147	1,40184	1,15100
D(z)-Wert 80%		1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
80%-Grenzen		**+/-1,4**	**+/-1,4**	**+/-2,4**	**+/-1,9**	**+/-2,6**	**+/-1,8**	**+/-1,5**

gewitterarm verlaufen. Auch die damit verwandte Großwetterlage HB (Hoch Britische Inseln) verzeichnet eine ausgeprägt geringe Schadenstätigkeit.

Leicht erhöhte Werte zeigen die Nordlagen HNa und HNz, die im Frühjahr bzw. Frühsommer ihr Jahresmaximum aufweisen. Auch wenn die positiven Abweichungen zumindest bei den Gesamt- und Einzelschadensereignissen nicht signifikant sind (Ausnahmen! Siehe Kap. 6.2.), so zeigt sich doch die Tatsache eines insgesamt erhöhten Vorkommens von Gewitterschäden, vor allem bei den Blitz- und Starkniederschlagsschäden. Grund hierfür ist, dass innerhalb des von einem blockierenden Hoch über dem Nordmeer nach Mitteleuropa gerichteten Keil (GERSTENGARBE und WERNER [4]1993) die Gewitteraktivität bei allgemein warmer Witterung generell erhöht ist. Es sind oft über einen längeren Zeitraum anhaltende Gewitterfolgen, bei denen einzelne, mitunter heftige Ereignisse aus unterschiedlichen Richtungen (nicht selten aus östlichen Richtungen) in den über Mitteleuropa liegenden Hochkeil hineinlaufen.

Der Trend zur gesteigerten Gewitterschadensaktivität setzt sich bei den Nordost- und Ostlagen fort. Dabei ergeben sich je nach Schadensart noch weitere Unterschiede. So ist NEz (Nordostlage, zyklonal) häufig durch Starkregenereignisse gekennzeichnet, die mit zu stärksten Fällen gehören, die im UG auftreten (s. Kap. 7.3.). HFa (Hoch Fennoskandien, antizyklonal) besitzt einen hohen Anteil an schweren Gewittern (*SLS*), ein häufiges Vorkommen von Starkniederschlägen (größte Abweichung bei den Hagelereignissen) und Starkwind und damit die von allen GWL höchste Blitzschadensaktivität. Auch HFz (Hoch Fennoskandien, zyklonal), HNFa (Hoch Nordmeer-Fennoskandien, antizyklonal) und HNFz (Hoch Nordmeer-Fennoskandien, zyklonal) weisen zum Teil sehr ausgeprägte positive Abweichungen auf, HNFz besitzt die größte Abweichung bei den Gesamtschadensfällen und bei den *SLS*-Ereignissen überhaupt. Es wird deutlich, dass bei all den Ostwetterlagen im UG vermehrt schwere, schadensrelevante Gewitter auftreten. Dazu passt auch der im Volksmund im UG bekannte Spruch, nach dem die aus Osten heranziehenden Gewitter am heftigsten sind. Offensichtlich gehören hierzu vor allem solche Ereignisse, die sich von Osten her langsam über dem UG ausbreiten und nachhaltig zu häufigen Blitzschäden und zu Unglücksfällen durch Starkniederschläge führen (s. Kap. 7.3.). Es sind weniger schnellziehende Unwetter, die von Osten her aufziehen, da mit Ausnahme von HFa unternormal häufig Starkwindereignisse auftreten.

Bei den Südost- (SEa – Südost, antizyklonal bzw. SEz – Südost, zyklonal) und Südlagen (Sa – Süd, antizyklonal bzw. Sz – Süd, zyklonal) sind die Abweichungen insgesamt gering, wobei hier das völlige Fehlen von Sturmereignissen auffällt. Es gibt zwar einige sehr heftige Ereig-

nisse im Zeitraum 1881 bis 1980, die aus südöstlichen Richtungen quer über das UG hinwegziehen und sehr schwere Sturmschäden anrichten. Doch gehören diese Fälle anderen GWL an. Bei der Südlage TB (Tief Britische Inseln) ist die Gewitterneigung insgesamt erhöht, was aus den (nicht-)signifikanten positiven Abweichungen in der Schadensaktivität hervorgeht.
Die Troglagen TRM (Trog Mitteleuropa) und TRW (Trog Westeuropa) weisen zwei unterschiedliche Eigenschaften auf. Liegt der Trog über Mitteleuropa (TRM), so ist die Gewitterschadensaktivität unterdrückt. Grund: Das UG liegt im Bereich des Höhentroges bereits in der kalten Luft. Die eigentliche Gewitteraktivität findet in der warmen Luft bzw. an der Frontlinie weiter ostwärts statt.

Teilweise deutlich erhöhte Abweichungen kennzeichnen dagegen die Situation bei der GWL TRW, bei der sich der Höhentrog über Westeuropa befindet. Dabei entwickeln sich tagsüber im vorderen Trogbereich Gewitter, die sich mit der Strömung nach Nordosten bewegen. Bevorzugt geschieht dies von Frankreich her. Diese Art von Gewittern erreicht das UG erst ziemlich spät am Tage (oft in den Abend- und Nachtstunden), und zwar in Form ausgeprägter fronthafter Ereignisse (Böenfronten – *Squall Lines*). Mit diesen zum Teil sehr heftigen Gewitterzügen sind häufige Starkwindschäden verbunden – der entsprechende Anteil weist in Tab. 9 eine deutliche positive Abweichung auf.

Auch bei den Übergangslagen (U) ist die Gesamtschadenstätigkeit insgesamt erhöht. Da sich im Sommer gerade im Übergangsbereich verschiedenartiger Luftmassen die konvektiven Umlagerungsvorgänge häufen, sind auch die Abweichungen bei den Einzelereignissen fast durchgehend erhöht, wenngleich in keinem Falle signifikant.

6.1.6. Gewitterschadensereignisse und ihre Zugrichtungen im UG

Da in Kapitel 7 detailliert auf die einzelnen Zugrichtungen der Gewitterereignisse Bezug genommen wird, sind diese – soweit aus den Schadensdaten rekonstruierbar – in die Datenbank mit aufgenommen worden. Für die Gesamt- und die Einzelereignisse ergibt sich die aus Tabelle 10 ersichtliche Verteilung.

Es bedeuten:
Zugrichtung N-E: N, NNE, NE, ENE, N-E;
Zugrichtung E-S: E, ESE, SE, SSE, E-S;
Zugrichtung S-W: S, SSW, SW, WSW, S-W;
Zugrichtung: W-N: W, WNW, NW, NNW, W-N;
Zugrichtung nicht bekannt, nicht rekonstruierbar: na.

Tab. 10: Relative Häufigkeit der Gewitterzugrichtungen im UG (Gesamt-, Blitz-, Starkniederschlags-, Sturmereignisse – Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

Zug	Gesamt	%	Blitz	%	Starkregen	%	Hagel	%	Sturm	%
N-E	55	5,3	41	5,8	31	6,7	27	7,7	4	1,9
E-S	170	16,4	122	17,2	121	26,1	71	20,3	20	9,8
S-W	528	51,0	357	50,3	227	49,0	180	51,6	146	71,6
W-N	117	11,3	67	9,4	49	10,6	43	12,3	29	14,2
na	166	16,0	123	17,3	35	7,6	28	8,0	5	2,5
Summe	1036	100,0	710	100,0	463	100,0	349	100,0	204	100,0

Trotz der Fehldaten, die im wesentlichen auf nicht bestimmbare Blitzschadensereignisse zurückgehen, sind einige grundlegende Eigenschaften der Schadensgewitter im UG zu erkennen. So kommt die Mehrzahl – entsprechend der überwiegend zonalen Zirkulationsform in Mitteleuropa – aus dem südlichen bis westlichen Himmelssektor (meist WSW bzw. SW). Dies gilt insbesondere für die in der Regel intensiven Ereignisse mit Sturmschadensfällen, die zu mehr als zwei Drittel aus dieser Himmelsrichtung über das UG hinwegziehen. Auch der nordwestliche Sektor ist bei diesen Ereignissen etwas verstärkt dokumentiert. Starkniederschlagsschäden zeigen ebenfalls das Überwiegen der Ereignisse aus dem südlichen bis westlichen Sektor. Bei den Starkregenschadensfällen zeigt sich allerdings auch ein relativ häufigeres Vorkommen von Ereignissen aus dem Sektor Ost bis Süd, damit die bekannten Ostgewitterlagen mit ihren heftigen Niederschlagsereignissen andeutend.

6.2. Gewitter und Blitzschäden im UG

6.2.1. Der Stellenwert des Blitzschlags innerhalb der im UG durch Gewitter bedingten Schadensphänomene

Bevor der Blitz Mitte des 18. Jahrhunderts als eine elektrische Entladung erkannt wurde, waren die Anschauungen über dieses Naturphänomen mythologisch-religiöser Natur (PRINZ 1965; BAATZ ^{2}1985), wie dies überhaupt für die Himmelserscheinungen im allgemeinen galt (GLASER, VINCELLI und MILITZER 1993; OLSON und PASACHOFF 1998). So prägten sich elementare Furcht und Ehrfurcht vor dem Blitz aus; gegenüber den schädlichen Folgen dieser Naturgewalt fühlten sich die Menschen hilflos und ausgeliefert (FREUDENTHAL 1931; RIETH 1953). Blitz und Donner wurden, je nach Kulturkreis, häufig als Ausdruck zürnender Gottheiten oder als Zorn Gottes angesehen. In der Frühzeit wurde der Blitz versinn-

bildlicht im Kult der Blitzgötter (PRINZ 1965; WINTER-FRITZSCHE 1990) und gleichzeitig als Symbol der Kraft hochgestellten Gottheiten wie Baal, Zeus oder Thor zugeordnet.

In den für die vorliegende Arbeit untersuchten Quellen begegnet man ebenfalls immer wieder dem Glauben an den Zorn oder an die Strafe Gottes, beispielsweise in der „Chronik der Evangelisch Lutherischen Pfarrei Eschenrod“[59]. Ihr ist zu entnehmen, dass anlässlich eines heftigen Unwetters am 22.05.1673 im damaligen Kirchspiel Wingershausen zum Gedenken ein eigenes Kirchenlied komponiert wurde (Titel: „Herr, straf mich nicht in deine pp.“). Es wurde lange Zeit hindurch stets bei der jährlichen gottesdienstlichen Feier am zur Erinnerung eingeführten lokalen Hageltag (22. Mai) gesungen. In der vierten Strophe des Liedes heißt es:

„Herr! Straf uns nicht in diesem Zorn;
Gedenk an deine Güte,
Den Weinstock und das liebe Korn
Uns gnädiglich behüte.
Für Hagel, Frost, Sturmwind und Schlag,
F. Mehlthau und was schaden mag
Den Früchten insgemeine.“

Auch nach der Entdeckung des Blitzes als eine elektrische Entladung und trotz den seit dem 18. Jahrhundert gesteigerten naturwissenschaftlichen Erkenntnissen über den Entladungsvorgang existierten nicht selten im Kern die mythologisch-religiös geprägten Anschauungen über den Blitz weiter. Dabei taucht das Motiv „Zorn Gottes“ oder „Strafe Gottes“ wiederholt auf. Um den Zorn Gottes nicht herauszufordern und damit nach allgemeiner Ansicht einen Blitzschlag nicht zu riskieren, entwickelten sich in Deutschland zahlreiche volkstümliche Bräuche zur „prophylaktischen Abwehr“ (FREUDENTHAL 1931). So bewahrte man im Vogelsberg nach WEBER (1911) hierzu einen sogenannten Donnerkeil im Innern von Gebäuden auf.[60] Außerdem werden für den Vogelsberg zudem die Bräuche beschrieben, dass während des Gewitters das gemeinsame Essen unterbrochen oder aber gebetet wurde. Nach FREUDENTHAL (1931) wurden diese Handlungen in vielen Gebieten Deutschlands bei drohenden Gewittern praktiziert. Fenster hatten geschlossen zu bleiben und schnelle Bewegungen wurden unterlassen, um den Blitz nicht „anzuziehen“. Unter der Überschrift *„Mittel sich gegen den Blitz möglichst zu schützen*“ konnte man Ende des 18. Jahrhunderts in der „Hessen-

[59] Quelle: Archiv ZEKHN Darmstadt, C 102.

[60] Nach BLINKENBERG (1987) findet sich der Gebrauch des sogenannten Donnerkeils als Mittel gegen Blitzschläge in weltweiter Verbreitung.

Darmstädtischen privilegirten Land-Zeitung“ (Nr. 65, 14.08.1790) u.a. lesen: „*Ist man zu Wagen, so lasse man langsam fahren, damit die Ausdünstungen der Pferde nicht den Blitz anlocken.*“ Teile und Überbleibsel einiger dieser Bräuche finden sich auch noch in unseren Tagen[61]. Ergänzend sei hinzugefügt, dass auch die in zahllosen Formen vorhandenen bildlichen und skulpturellen Darstellungen des Blitzes oft in religiösem Kontext zu sehen sind (RIETH 1953; PRINZ 1965; KALLENBACH 1971; WINTER-FRITZSCHE 1990; BUSCH 1997).

Das Voranstehende zeigt, dass der Blitz in Glauben und Brauchtum der Menschen seit altersher eine überaus große Bedeutung innehat. Zur Gefahrenabwehr anderer gewitterbedingter Erscheinungen (Starkregen, Hagel und Starkwind) sind, zumindest in der christlichen abendländischen Gesellschaft, keine vergleichbar vielfältigen Brauchtümer und Handlungsweisen überliefert.[62]

Dies führt wiederum im Rahmen der hier vorliegenden Arbeit zu der Frage, inwieweit sich die große Bedeutung des Blitzschlages innerhalb der menschlichen Gesellschaft auch in einer herausragenden Stellung des Blitzschlages innerhalb der signifikanten gewitterbedingten Wettererscheinungen widerspiegelt. Zur Klärung dieser Frage werden im folgenden die Unterschiede zwischen dem Blitzschlag und den anderen schadensrelevanten Gewitterphänomenen herausgestellt:

(1) Blitzschläge treten zwar punktuell auf, in einem Gewitter jedoch ungleich häufiger als andere schadensrelevante Phänomene. Jedes einzelne Gewitter wird von elektrischen Entladungen begleitet, während nur ein Teil aller Gewitter Starkregen, Hagel und Starkwind produziert. Ohnehin gilt in der Wetterbeobachtung ein „Gewitter“ nur als solches, wenn es durch Blitz und Donner charakterisiert wird (DEUTSCHER WETTERDIENST [8]1980).

(2) Ein Blitzschlag wird von einem oft lauten Donner begleitet, womit das Erlebte für einen Menschen noch bedeutend an Schrecken gewinnen kann[63].

---

[61] So das Beten während eines schweren Gewitters, wie dies vom Verfasser bei dem heftigen Nachtgewitter vom 14.08.1972 in Gedern miterlebt wurde.

[62] Erst in der industrialisierten Gesellschaft finden sich durch technische Vorkehrungen Gefahrenabwehr und prophylaktische Maßnahmen für alle gewitterbedingten Erscheinungsformen gleichermaßen realisiert: Direkte Abwehrmaßnahmen wie Blitzableiter, Wasserabläufe und Rückhaltebecken oder Pflanzungen zur Windabschwächung sind hier ebenso zu nennen wie indirekte Maßnahmen wie z.B. Elementarversicherungen.

[63] Es soll hier in diesem Zusammenhang nur randlich erwähnt werden, dass im englischen Sprachgebrauch ein Gewitter als „*Thunderstorm*“ und Teile des Cb als „*Thundercloud*“ bzw. „*Thunderhead*“ bezeichnet werden.

(3) Ein direkter Blitzeinschlag führt bei einem lebenden Organismus häufig zu Verletzungen, mitunter zum Tode (KESSLER ^{2}1983; BAATZ ^{2}1985; ANDREWS et al 1992). Außerdem können Sachwerte zerstört oder schwer beschädigt werden. Die Blitzentladung ist die einzige atmosphärische Erscheinungsform bei einem Gewitter, die im Augenblick ihres Auftretens in der Lage ist, der Behausung des Menschen Schaden zuzufügen. Bei gewitterbedingten Starkregen, Hagelfällen oder Windböen sind Sach- und Personenschäden nicht die Regel und nur bei den intensiven Ereignissen die Folge. Bemerkenswert ist dabei jedoch das Verhältnis zwischen Schadenpotential und Schadensausmaß. Der Blitz verursacht überwiegend nur lokale Schäden. Die durch Starkregen, Hagel oder Starkwind entstehenden Schadenssummen können im Vergleich dazu jedoch viel größer ausfallen.

(4) Die anderen Gewitterphänomene kündigen sich in der Regel kurz vor ihrem Auftreten an, wenngleich es mitunter nur Sekunden sind, wie z.B. beim Hagel, dessen Niedergehen vor dem stärksten Fall immer mit nur vereinzelten Körnern beginnt (GOKHALE 1975). Ein Blitz schlägt jedoch im Gegensatz dazu stets ohne Vorankündigung ein, so dass für einen den Einschlag miterlebenden Augenzeugen keine Zeit verbleibt, sich auf das Ereignis einzustellen.

Diese Zusammenstellung zeigt, dass das Phänomen des Blitzschlages auch innerhalb der gewitterbedingten Phänomene zu Recht eine herausragende Stellung einnimmt. Sie entspricht seiner überaus großen Bedeutung im Rahmen von Glauben und Handlungen des Menschen: Der Blitzschlag stellt sich als Inbegriff des unmittelbar auftretenden und Furcht und Schrecken verbreitenden Wetterschadens dar. Auch die Blitzforschung teilt diese Ansicht. So werden die Blitzentladungen z.B. von ISRAËL (1950) als die markanteste und typischste Erscheinung der Gewitterwolken bezeichnet, und auch WIESINGER (1972, S. 5) nennt die Blitzentladungen die „*bedeutendste Erscheinungsform des Gewitters*“.

Der subjektiv empfundenen Blitzgefahr – wobei der Ausprägungsgrad der Furcht vor dem Blitzschlag natürlich auch durch die im persönlichen Umfeld eingebetteten unterschiedlichen Erlebnisse und Erfahrungen eines jeden Menschen weiter beeinflusst wird - steht die reelle Blitzgefahr an einem bestimmten Ort gegenüber, die eng mit der Anzahl der jeweils dort vorkommenden Gewitter sowie der mit ihnen verbundenen Entladungstätigkeit zusammenhängt. So treten in Norddeutschland weniger Gewitter auf als in Süddeutschland (GROPE 1954). Darüber hinaus sind im Schnitt mehr als die Hälfte aller Entladungen bei einem Gewitter Wolke-Wolke-Blitze (KESSLER ^{2}1983; UMAN 1992), die als Schadensschläge nicht in Frage kommen. Aber auch nach Abzug dieses Anteils ergibt sich z.B. aus den für Süddeutschland

durchgeführten Blitzzählungen von FINKE und HAUF (1997) immer noch, dass pro Jahr mit einer Wahrscheinlichkeit von 98% ein Blitz in einem Umkreis mit einem Radius von einem Kilometer um einen Beobachtungsort zur Erde niedergeht. Für den Zeitraum 1992-1996 (ohne 1995) wurden an Einschlägen im Schnitt 2,6 km^{-2} yr^{-1} gezählt. Für den dabei berücksichtigten Teil des UG schwanken die gefundenen Werte zwischen 1 km^{-2} yr^{-1} und 6 km^{-2} yr^{-1} mit einer allgemeinen Zunahme von Nord- nach Südhessen.
Einerseits verursacht zwar nur ein kleiner Teil aller Wolke-Erde-Blitze Schäden (KALLENBACH 1971), denn viele Blitze hinterlassen bei ihrem Einschlag in die Erdoberfläche keine Spuren[64]. Andererseits weisen die oben angegebenen Zahlen darauf hin, dass die subjektiv empfundene Furcht vor dem Blitz und die reelle Gefährdung durch Blitzschlag in gleichsinniger Weise miteinander korrelieren.

Auch wenn die Wahrscheinlichkeit eines Schadensschlages in ein einzelnes, punktförmiges Objekt außerordentlich klein ist (WIESINGER 1972; KESSLER ^{2}1983), addieren sich aufgrund ihres häufigen Vorkommens die jährlichen Blitzschäden zu einem enormen Schadensumfang. Schäden gibt es vor allem im ländlichen Bereich, wo auch heute noch nicht überall entsprechende Blitzschutzvorrichtungen installiert sind (HÖSL 1958; WIESINGER 1972). FREUDENTHAL (1931) schreibt, dass noch bis weit in die jüngste Zeit hinein der Blitz „*der schlimmste Feind des ländlichen Besitzes*“ war. In der Tat zeigen die ausgewerteten Berichte über Blitzschäden für die Untersuchungsperiode 1881-1980 (ohne 1941-50), dass es kaum ein Jahr gab, in dem nicht auch innerhalb des UG landwirtschaftliche Gebäude oder Teile von Gebäuden durch Blitzschlag schwer beschädigt bzw. ein Raub der Flammen wurden.

6.2.2.: Auszählung der Blitzschadensereignisse

Blitzschäden sind die am häufigsten verzeichneten Schadensformen, die im UG bei Gewittern auftreten (Abb. 31). Tabelle 11 gibt einen näheren Überblick über die Anzahl der verschiedenen Blitzschadensereignisse im Untersuchungszeitraum.

[64] Auch Erde-Wolke-Blitze müssen zu den potentiellen Schadensblitzen gezählt werden. Sie werden hier aber im folgenden nicht mehr gesondert erwähnt, da sie im UG nur selten vorkommen. Sie treten nach WIESINGER (1972) bei Türmen auf Bergkuppen und bei sehr hohen Gebäuden auf. Der Autor schreibt (S. 27), es seien „*für die Blitzeinschläge im üblichen bewohnten Gebiet nur die Wolke-Erde-Blitze zu berücksichtigen.*“ (Verfasser hat im Umkreis des UG bislang erst ein einziges Mal einen Erde-Wolke-Blitz beobachten können bei einem Nachtgewitter über der Rhön.)

Tabelle 11: Verifizierte Blitzschadensereignisse im UG - Auszählung

	Blitzschadensereignisse				Aktivität der Ereignisse			Signifikante Blitzschadensereignisse	
	insgesamt	nur Blitzschäden	mit weiteren Schäden	in Verbindung mit *SLS*	Einzelschläge	durchschnittlich	blitzschadensintensiv	mit Brandschäden	mit Todesfällen
Anzahl	710	341	369	295	215	414	81	251	105
Anteil (%) an Blitzschadensereignissen	100	48,0	52,0	41,5	30,3	58,3	11,4	35,4	14,8
Anteil (%) an Gesamtereignissen	68,5	32,9	35,6	28,5	20,8	40,0	7,8	24,2	10,1

(Gesamtereignisse: N = 1036; Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

(I) Die Gründe für die Dominanz der Blitzschäden im UG sind:

(1) Die Anzahl der bei einem Gewitter möglichen Schadensschläge. Die Spanne ihres Auftretens reicht vom einzelnen und örtlichen Niedergehen bis hin zum zahllosen und flächenhaft verteilten Vorkommen. Da die Blitzentladungsrate mit dem Umfang eines Gewitters enorm ansteigt (WILLIAMS 2001), sind hohe Blitzschadensraten demzufolge insbesondere mit den *SLS* verbunden, die eine Lebensdauer bis zu mehreren Stunden aufweisen können. So erstreckte sich nach den Angaben von FINKE und HAUF (1997) die Gesamtheit der mit dem Messnetz des süddeutschen Blitzlokalisierungssystems erfassten Blitzentladungen von einzelnen, langlebigen Gewitterzügen bei einer Breite von etwa 20–60 km auf Entfernungen bis über 500 km. Hierzu passt auch das Ergebnis der Auszählung, nach dem knapp 80% aller blitzintensiven Gewitter im UG zur Kategorie der *SLS* gerechnet werden konnten.[65]

(2) Das signifikante Auftreten des Blitzschlages und die Berichterstattung darüber. Wenn man sich die in Kap. 6.2.1. herausgestellte Rolle des Blitzschlages als ein im Bewusstsein des Menschen fest verankertes, signifikantes und furchteinflößendes Naturereignis vor Augen führt, so ist es nicht von der Hand zu weisen, dass bei der Beschreibung von Folgewirkungen des Wetters den blitzbedingten Schäden ein besonderer Platz eingeräumt worden sein könnte. Im während des untersuchten Zeitraums vor allem landwirtschaftlich gepräg-

[65] Auch das blitzschadensintensivste Ereignis während des Untersuchungszeitraumes (02.06.1886) wurde durch einen *SLS* verursacht, der sich über weite Teile Deutschlands hinweg erstreckte und mehrere Stunden lang andauerte. Allein im Bereich des UG wurden aus 16 Orten zum Teil erhebliche Blitzschäden gemeldet. – Das vermutlich blitzschadensintensivste Ereignis überhaupt trat im UG im Juni 1867 auf. BECKER (1867) listet eine Unzahl damit verbundener Blitzschäden auf, deren Vorkommen sich von Bayern bis zum heutigen Rheinland-Pfalz erstreckten.

ten UG könnte der Dokumentation von Blitzschäden im Vergleich zu den anderen gewitterbedingten Schäden in der täglichen Nachrichtenübermittlung durchaus ein relativ größerer Raum zugestanden worden sein. Dieser Verdacht ergibt sich nicht zuletzt bei der Auswertung von Zeitungsartikeln über Gewitterereignisse insbesondere aus den ersten Jahren des Untersuchungszeitraumes, wo in der Berichterstattung über das jeweilige Ereignis sehr häufig die Blitzschäden oder die allgemeine Blitztätigkeit des Ereignisses an erster Stelle standen. Es ist jedoch unmöglich, aus dem vorliegenden Datenmaterial eine solch vergrößerte chronikalische „Bedeutung" von Blitzschäden in der Wetterdokumentation empirisch nachzuweisen.

(II) Wie schon in Kap. 6.1.1. kurz erläutert (Tab. 6), werden reine Blitzschadensereignisse im UG weniger häufig dokumentiert als Ereignisse, die außer Blitz- auch weitere Schäden (durch Starkregen, Hagel oder Starkwind) verursachen. Dieses Resultat steht im Einklang mit den Ergebnissen US-amerikanischer Feldforschungen, in denen nachgewiesen wurde, dass im Vergleich zu unorganisierten Gewitterzellen die mesoskalig besser organisierten *SLS* höhere Blitzschlagraten aufweisen (COTTON und ANTHES 1989; WILLIAMS 2001). So besitzen die *SLS* an den Blitzschadensereignissen im UG einen Anteil von etwas über 40%. Umgekehrt bedeutet das natürlich auch hier wieder, dass für das Zustandekommen von Blitzschadensfällen nicht notwendigerweise die Existenz von *SLS* vorausgesetzt werden muss, da die restlichen knapp 60% all dieser Fälle in Verbindung mit Non-*SLS* auftraten. Wie schon in Abb. 34 dargestellt, ist der Anteil der Blitzschäden an den *SLS* von allen gewitterbedingten Erscheinungsformen am geringsten.

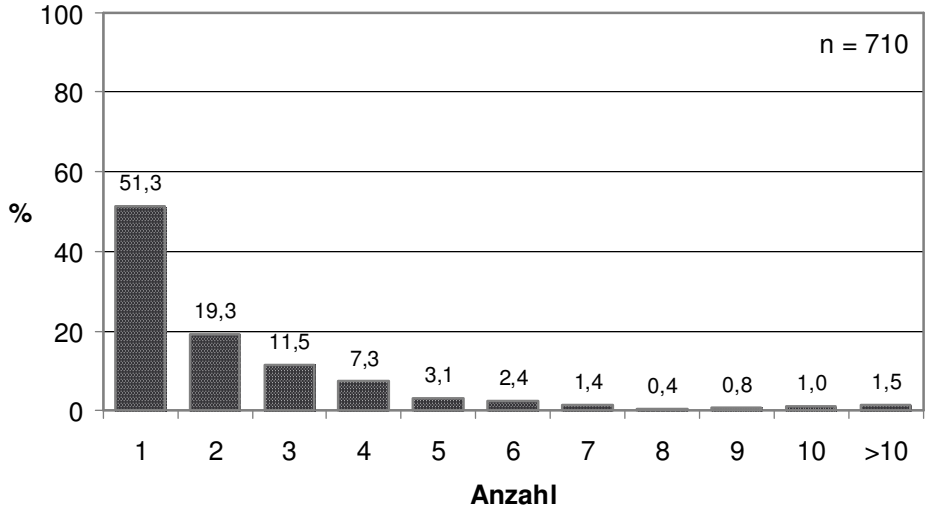
(III) Ereignisse mit Blitzschäden sind überwiegend von einer durchschnittlichen Blitzschadensaktivität gekennzeichnet. Ereignisse mit unter- bzw. übernormaler Blitzschadensaktivität besitzen in der Schadensberichterstattung einen Anteil von etwas über 40%, wobei allein auf den Anteil der Einzelschläge 30% entfallen. Etwas über 10% der Ereignisse können als blitzschadensintensiv gewertet werden.

(IV) Berichte über signifikante Blitzschadensereignisse (Brandschäden und Todesfälle) weisen einen vergleichsweise großen Anteil an den dokumentierten Gesamtschadensfällen auf. Bei knapp einem Viertel aller Gewitterereignisse wird über Brandschäden berichtet, und bei immerhin einem Zehntel aller Fälle werden den Quellen zufolge Personen durch Blitz erschlagen. Diese Tatsache bedeutet wiederum, dass während des Untersuchungszeitraumes über signifikante Blitzschäden im UG häufiger berichtet wird als über andere signifikante Schäden, wie beispielsweise Sturmschäden. Gleichwohl: Der Hauptanteil der vorgekomme-

nen Blitzschadensarten fällt auf die in Kap. 5.6.4. erwähnten nicht-signifikanten Schäden, über die im folgenden als Blitzschadensart nicht weiter gesondert berichtet werden soll.

Die Anzahl der dokumentierten Blitzschadensfälle pro Ereignis weist eine große Spannbreite auf. Sie reicht von einem einzelnen Schadensfall bei den Einzelschlägen bis hin zu massiven Blitzschadensgewittern mit weit mehr als zehn dokumentierten einzelnen Schadensfällen (Abb. 52).

Abb. 52: Relative Verteilung der Blitzschadensfälle pro Schadensereignis (Zeitraum 1881-1980, ohne 1941-50)



In der Regel wurden während des Untersuchungszeitraumes im UG pro Ereignis ein bis vier Blitzschadensfälle dokumentiert. Nur etwa 10% aller Blitzschadensereignisse traten derart massiv auf, dass fünf oder mehr Blitzschäden dokumentiert werden konnten.

Die blitzschadensintensivsten Ereignisse mit jeweils mehr als zehn Blitzschäden im UG sind nachfolgend aufgeführt:

10 Blitzschadensfälle:
12.05.1901, 13.05.1906, 28.06.1907, 10.06.1910, 28.07.1911, 15.07.1914, 26.05.1951.

11 Blitzschadensfälle:
22.07.1886, 26.05.1895, 16.07.1905.

12 Blitzschadensfälle:
17.07.1890, 15.08.1910.

13 Blitzschadensfälle:
31.07.1892, 30.07.1911.

14 Blitzschadensfälle:
21.07.1882, 10.06.1895.

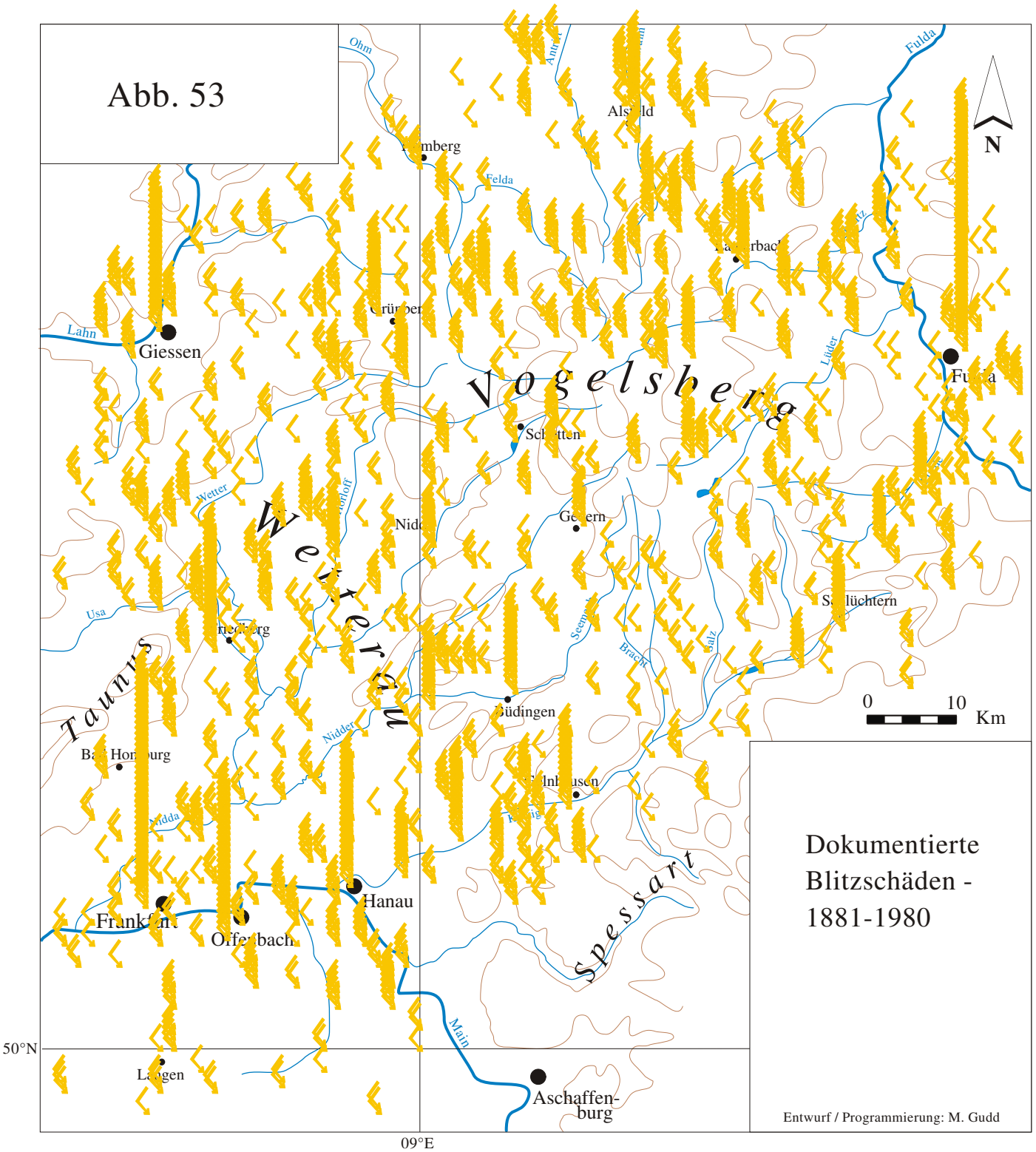
15 Blitzschadensfälle:
01.06.1913.

16 Blitzschadensfälle:
02.06.1886.

Diese außerordentlich blitzschadensintensiven Gewitter konzentrieren sich fast durchweg auf den ersten 30-Jahres-Zeitraum der Untersuchungsperiode. Nähere Ausführungen erfolgen hierzu jeweils zu den Trends über den Untersuchungszeitraum.

Bei insgesamt 710 verifizierten Blitzschadensereignissen konnten in den benutzten Quellen mindestens 1600 einzelne Blitzschadensfälle nachgewiesen werden. Wie schon in Kap. 5.6.4. erläutert, dürfte eine Vielzahl nicht-signifikanter Blitzschäden unbekannt geblieben sein. Aus der räumlichen Verteilung aller verifizierten Blitzschadensereignisse (Abb. 53) ergibt sich aber auch so, dass praktisch in allen Teilen des UG während des Untersuchungszeitraumes Blitzschäden vorkamen. Nur aus einzelnen waldreichen Regionen, wie z.B. dem Hohen Vogelsberg, dem Gieseler Forst oder dem Büdinger Wald, konnten den in dieser Arbeit verwendeten Quellen keine Blitzschadensdaten entnommen werden. Es kann jedoch ohne weiteres davon ausgegangen werden, dass auch dort zumindest nicht-signifikante Blitzschäden (Vegetationsschäden) in weiter Verbreitung vorgekommen sind.

Abb. 53 zeigt darüber hinaus, dass in den Städten und Dörfern des UG gehäuft über Blitzschadensfälle berichtet wird, und zwar umso mehr, je größer der Ort ist. Aus den größten und bevölkerungsreichsten Städten Frankfurt, Offenbach, Hanau, Gießen und Fulda werden dementsprechend die häufigsten Ereignisse gemeldet. Diese Tatsache ist natürlich nicht meteorologisch begründet, sondern allein schadensdatenbedingt, was sich aus der Personen-, Gebäude- und Wertekonzentration in den Orten und einer damit einhergehenden vermehrten Berichterstattung ergibt. So steigt insbesondere der Anteil dokumentierter nicht-signifikanter Gebäudeschäden gegenüber dem Umland enorm an. Dieses Phänomen ist bei der Anlage von meteorologischen Schadensdatenbanken seit langem bekannt (BRUCKMANN 1955; HOLLE et al 1996) und sagt nichts über eine mögliche erhöhte Blitzgefährdung einer Region oder eines Ortes aus.


Abb. 53
Ohm
Felda
Lahn
Giessen
Vogelsberg
Wetterau
Taunus
Spessart
Wetter
Usa
Nidder
Seemenbach
Bracht
Salz
Lüder
Fulda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Aschaffenburg
Main
Büdingen
Schlüchtern
Gelnhausen
Gießen
Alsfeld
Schotten
Nidda
0
10
Km
N
50°N
09°E
Dokumentierte Blitzschäden - 1881-1980
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

6.2.3.: Die Jahresverteilung der Blitzschadensereignisse

Wie schon in Kap. 6.1.3. dargestellt, werden im UG in den Monaten Juni und Juli die größten Anteile an Blitzschadensereignissen verzeichnet, wobei der Juniwert im Vergleich zum Juli nur geringfügig niedriger ist. Ein knappes Fünftel der Ereignisse entfällt jeweils auf die Monate Mai und August; auch hier ist der Unterschied zwischen den beiden Monaten bemerkenswert gering. Für die Monate April und September bzw. Oktober ist schließlich nur eine kleine Anzahl an Blitzschadensereignissen dokumentiert (Tab. 12).

Tabelle 12: Verifizierte Blitzschadensereignisse im UG – Jahresverteilungen (in %)
(Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

	April	**Mai**	**Juni**	**Juli**	**August**	**September**	**Oktober**
Blitzschadensereignisse							
Insgesamt (n = 710)	3,5	18,0	28,3	29,2	17,7	2,8	0,4
in Verbindung mit Non-*SLS* (n = 415)	5,3	18,3	27,5	27,0	17,3	**3,9**	0,7
in Verbindung mit *SLS* (n = 295)	1,0	17,6	29,5	32,2	18,3	1,4	0
Nur mit Blitzschäden (n = 341)	**5,3**	**19,4**	27,6	28,2	16,1	2,9	0,6
Mit weiteren Schäden (n = 369)	1,9	16,8	29,0	30,1	19,2	2,7	0,3
Mit Blitz- und Starkregenschäden (n = 275)	1,1	16,4	**32,0**	28,7	18,9	2,5	0,4
Mit Blitz- und Hagelschäden (n = 209)	2,4	19,1	27,8	32,1	17,2	1,4	0
Mit Blitz- und Starkwindschäden (n = 120)	1,7	9,2	20,0	38,3	**28,3**	2,5	0
Blitzschadensaktivität							
Einzelschläge (n = 215)	5,1	17,7	30,7	27,4	14,9	3,3	**0,9**
durchschnittlich (n = 414)	3,4	19,8	27,3	26,6	20,3	2,4	0,2
blitzschadensintensiv (n = 81)	0	9,9	27,2	**46,9**	12,3	3,7	0

(Fortsetzung Tabelle 12)

	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober
Signifikante Blitzschadensereignisse							
mit Todesfällen (n = 105)	4,8	15,2	28,6	23,8	23,8	3,8	0
mit Brand-schäden (n = 251)	3,6	15,9	25,9	32,3	19,5	2,8	0
zum Vergleich							
Gesamtschäden (N = 1036)	3,1	18,7	27,8	27,6	19,0	3,3	0,5

(N bzw. n = Anzahl der Ereignisse; Fettdruck = Höchstwert pro Kategorie und Monat)

Auch bei den Blitzschadensereignissen unterliegt der Jahresverlauf in Einzeljahren starken Schwankungen, Hauptereignismonate sind aber auch hier Juni oder Juli (s. auch Tab. 7). So fanden z.B. in der bereits in Kapitel 6.1.3. genannten Arbeit von FRÜHAUF und AMBERG (1967), die sich auf Blitzzählungen aus den Jahren 1963 bis 1966 durch Messgeräte in Bayern bzw. Schleswig-Holstein stützte, die Autoren hinsichtlich der Blitzentladungstätigkeit ein Junimaximum, und zwar in allen untersuchten Teilregionen. Andererseits ergab sich aus den Daten von FINKE und HAUF (1997) für Süddeutschland, im wesentlichen für die Gebiete südlich des Mains, anhand der Blitzzähldaten der Reihe 1992-1996 ein ausgeprägtes Julimaximum, das alle anderen Monate deutlich überragt.[66]

Die in Tab. 7 bereits festgestellte erhöhte relative Häufigkeit der Blitzschadensereignisse im April wird in erster Linie durch die reinen Blitzschadensereignisse in Verbindung mit Non-*SLS*-Ereignissen verursacht, die zu dieser Zeit (April und Mai) eine erhöhte Häufigkeit besitzen (Einzelschläge darüber hinaus auch noch im Juni sowie dann wieder im Herbst [September, Oktober]). Unternormal ist der Anteil der reinen Blitzschadensereignisse im Hoch- und Spätsommer (Juli, August).

Ereignisse mit Blitz- und weiteren Schäden sowie Ereignisse in Verbindung mit *SLS* zeigen, entsprechend den Ausführungen in Kap. 6.1.3., einen verzögerten Jahresgang. Deutlich erhöhte Anteile werden im meteorologischen Sommer (Juni bis August) verzeichnet und teilweise auch noch im September. Unternormale Anteile sind meist kennzeichnend im Frühjahr (April, Mai). Dabei gibt es je nach betrachteter Blitzschadensart im Jahresverlauf weitere bemerkenswerte Unterschiede: Blitz- und Starkregenschäden werden übernormal häufig im Juni

[66] Dieses Maximum ist zum größten Teil auf die außergewöhnlich hohe Gewitteraktivität in Süddeutschland in den Julimonaten 1994 und 1995 zurückzuführen. So wurde im Juli 1994 am oberen Neckar die mittlere durchschnittliche Anzahl der Tage mit Gewitter im Zeitraum 1951-80 um bis zu 15 Tage überschritten (in: Monatlicher Witterungsbericht des DWD 42,7, S. 3).

dokumentiert. Blitz- und Hagelschäden treten im Vergleich dazu mit erhöhter Häufigkeit schon im Mai hervor und auch im Hochsommer (Juli), sonst sind die Unterschiede zu den Gesamtblitzschäden gering. Blitz- und Starkwindschäden weisen von allen Schadensarten auch hier den am meisten verzögerten Jahresverlauf auf. Auffallend ist ihr geringes Vorkommen von April bis Juni. Von Juli bis September aber zeigt ihr Anteil deutlich erhöhte Werte.

Bei den Schadensaktivitäten weisen die blitzschadensintensive Ereignisse ein außerordentlich hohes Julimaximum auf. Unternormale Häufigkeiten werden bis Mai und ab August verzeichnet. Hohe Juliwerte werden dementsprechend auch bei den Ereignissen mit Brandschäden im UG verzeichnet. Ereignisse mit Todesfällen im UG zeigen schließlich erhöhte Werte im Frühjahr (April) sowie auch im Spätsommer (August, September), daneben aber auch einen erstaunlich niedrigen Wert im Monat Juli. Auf diesen Sachverhalt wird in Kap. 6.3.1. (Todesfälle durch Blitzschlag) näher eingegangen.

Der Jahresverlauf der Blitzschadenstätigkeit (Abb. 44, Abb. 54) zeigt ebenfalls das bereits in Kap. 6.1.3. beschriebene Doppelmaximum (erste Junidekade bzw. zweite Julihälfte). Ende Juni zeigt sich auch hier ein Zwischenmaximum, getrennt von Abschnitten mit geringerer Blitzschadensaktivität, von denen das mittsommerliche Schadensminimum in der ersten Julidekade sehr markant ausgeprägt ist.

April: Das eigentliche Geschehen der Blitzschadenstätigkeit beginnt (nach Einzelfällen) auch hier ziemlich abrupt wie bei den meisten anderen Gewitterschäden in der letzten Aprilpentade (29.04.: sieben Ereignisse(!)). Es treten überwiegend Non-*SLS*-Ereignisse auf. Den größten Anteil an diesen ersten Blitzschadensereignissen besitzen die reinen Blitzschadensformen, insbesondere die Einzelschläge (Abb. 67).

Mai: Eine weitere deutliche Belebung der Blitzschadensaktivität erfolgt kurz vor Beginn der zweiten Dekade (ab 09. Mai). Daran beteiligt sind hauptsächlich die Ereignisse mit Blitz- und Starkregen- sowie Blitz- und Hagelschäden (damit i.a. *SLS*-Ereignisse). Währenddem fällt der Anteil der reinen Blitzschadensereignisse stark ab (Abb. 67). Wie schon in Kap. 6.1.3. kurz erläutert, verzeichnet die zweite Maidekade somit Gewitter heftigerer Ausprägung als zuvor, worauf auch das erste Auftreten blitzintensiver Ereignisse um die Mitte des Monats hinweist (Abb. 61 und Abb. 67). Der durch die Kleinen Eisheiligen verursachte geringfügige Rückgang in der Blitzschadensaktivität um den 19./20. Mai herum ist auch hier vorhanden, bevor in der letzten Maidekade die Blitzschadensaktivität wieder fast durchgehend ansteigt. Einen hohen Anteil daran besitzen insbesondere wieder die reinen Mehrfachblitz-

Abbildung 54: Jahresverlauf der Blitzschadensereignisse im UG –
Alle Ereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

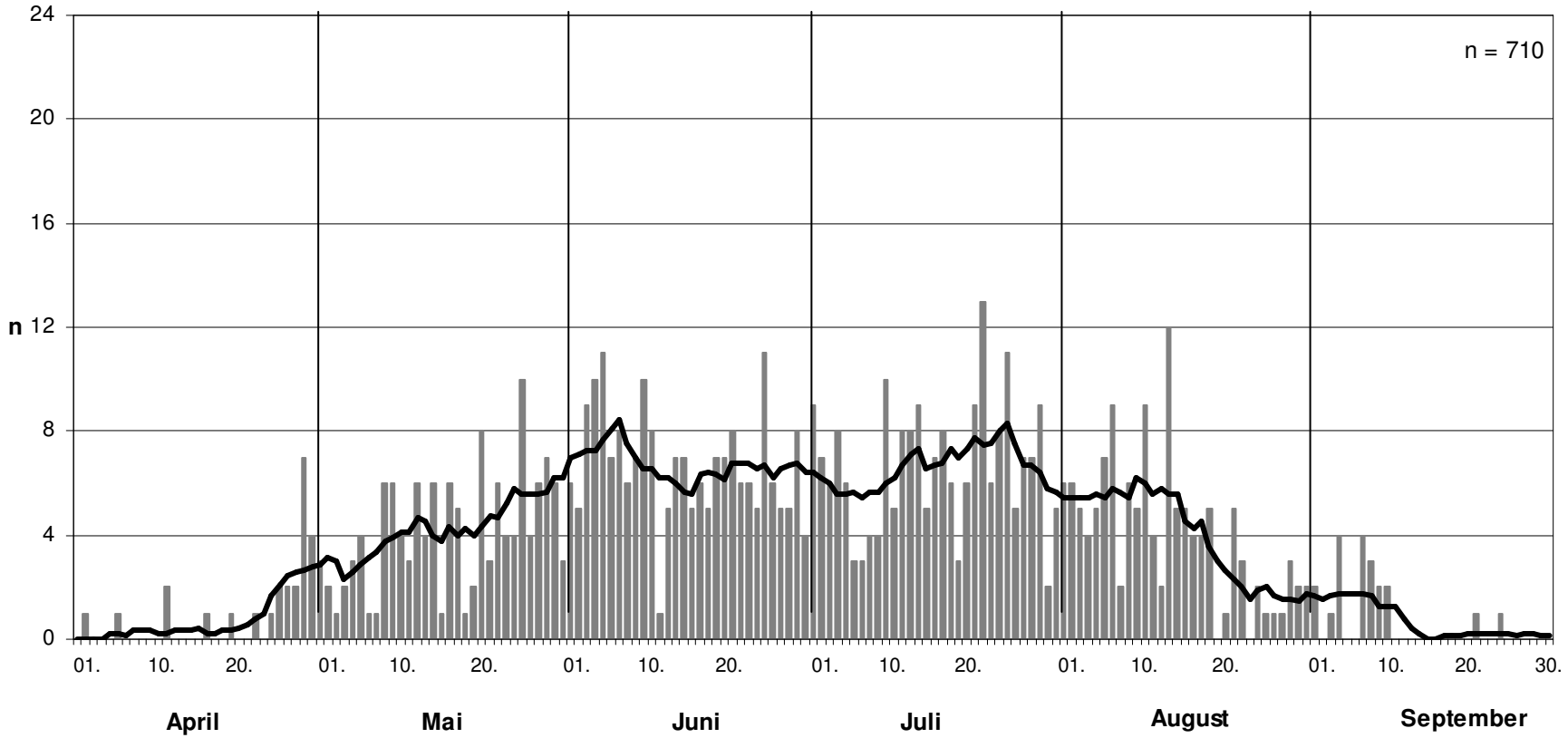


Abbildung 55.: Jahresverlauf der Blitzschadensereignisse im UG –
Blitz- und *SLS*-Ereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

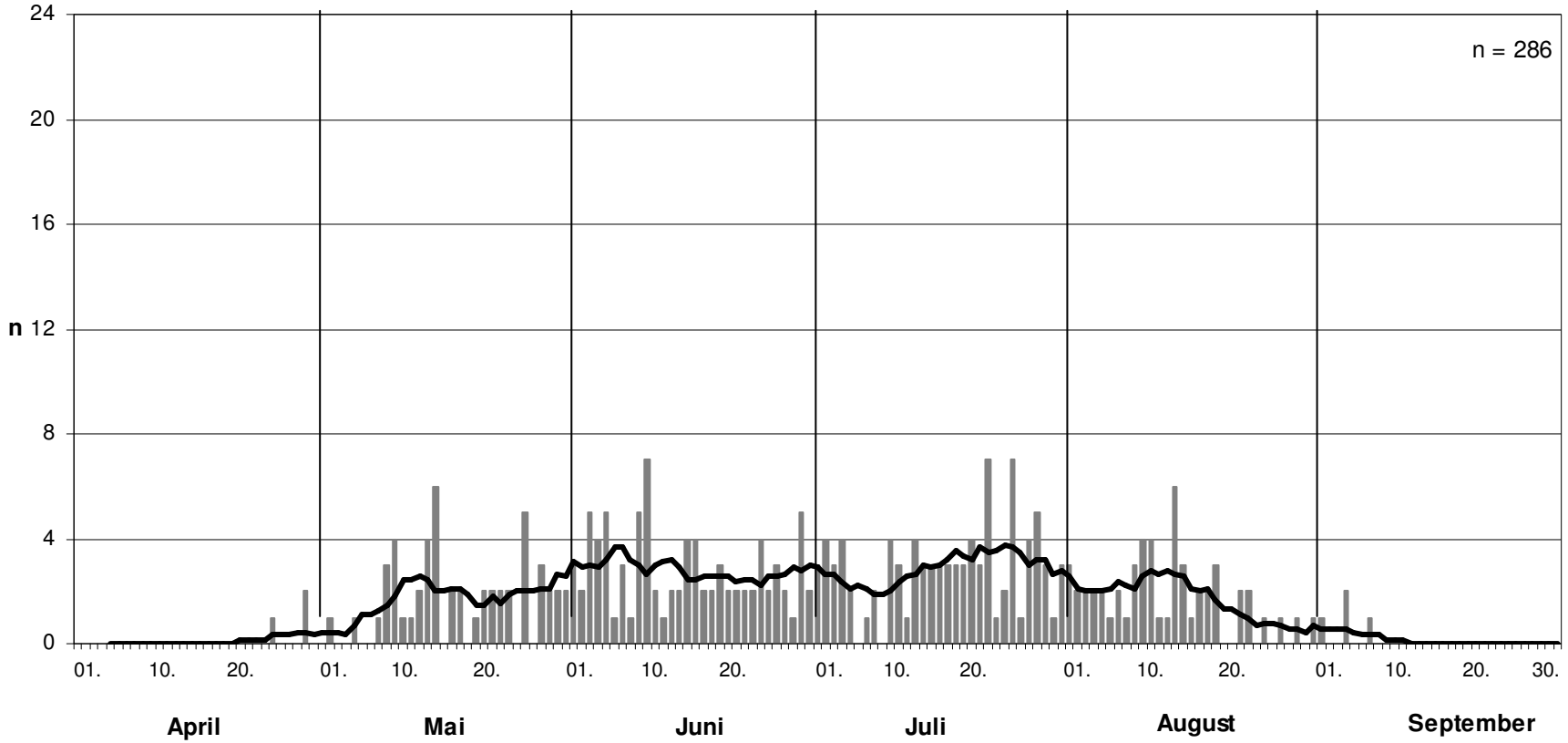


Abbildung 56: Jahresverlauf der Blitzschadensereignisse im UG –
Reine Blitzschadensereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

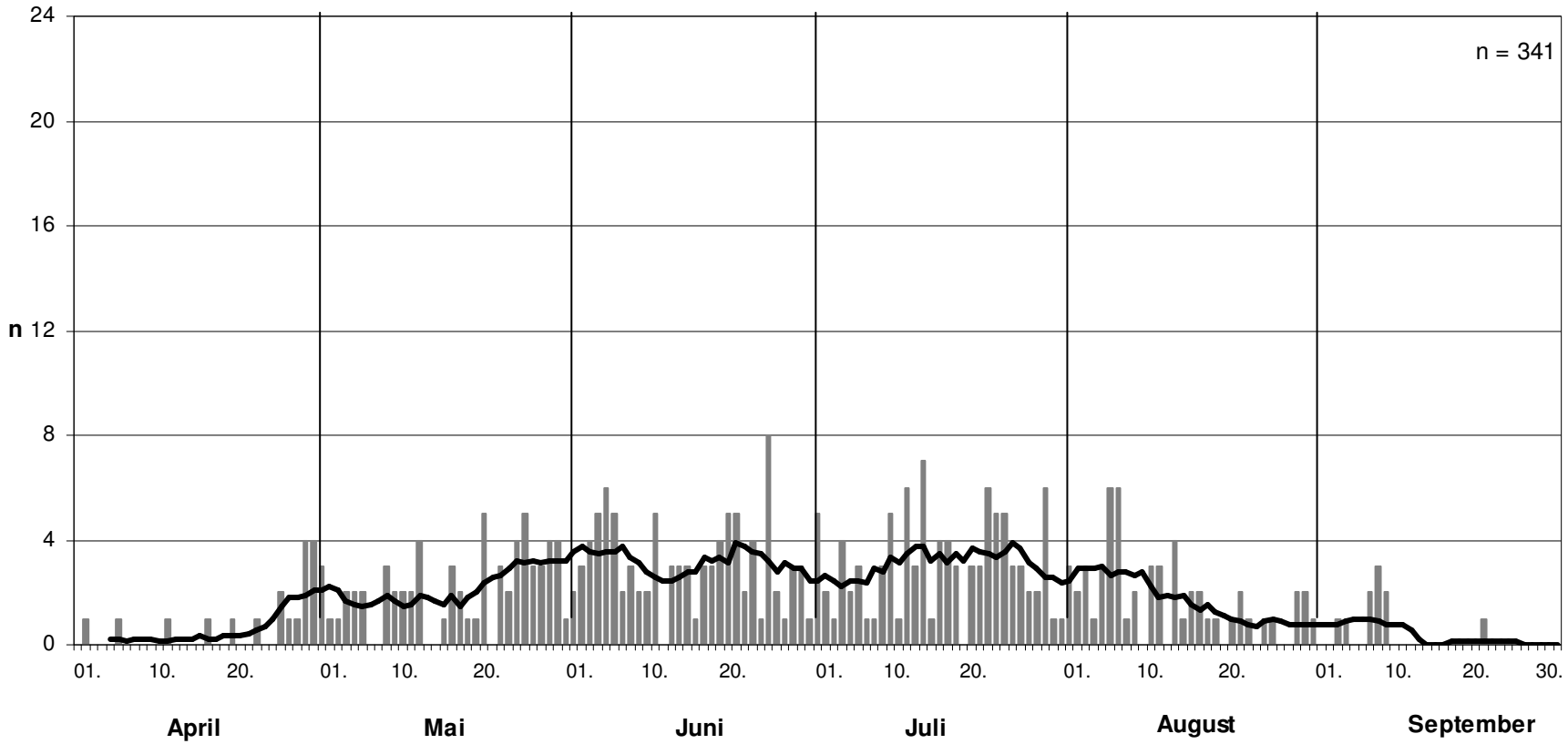


Abbildung 57: Jahresverlauf der Blitzschadensereignisse im UG –
Einzelschläge (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

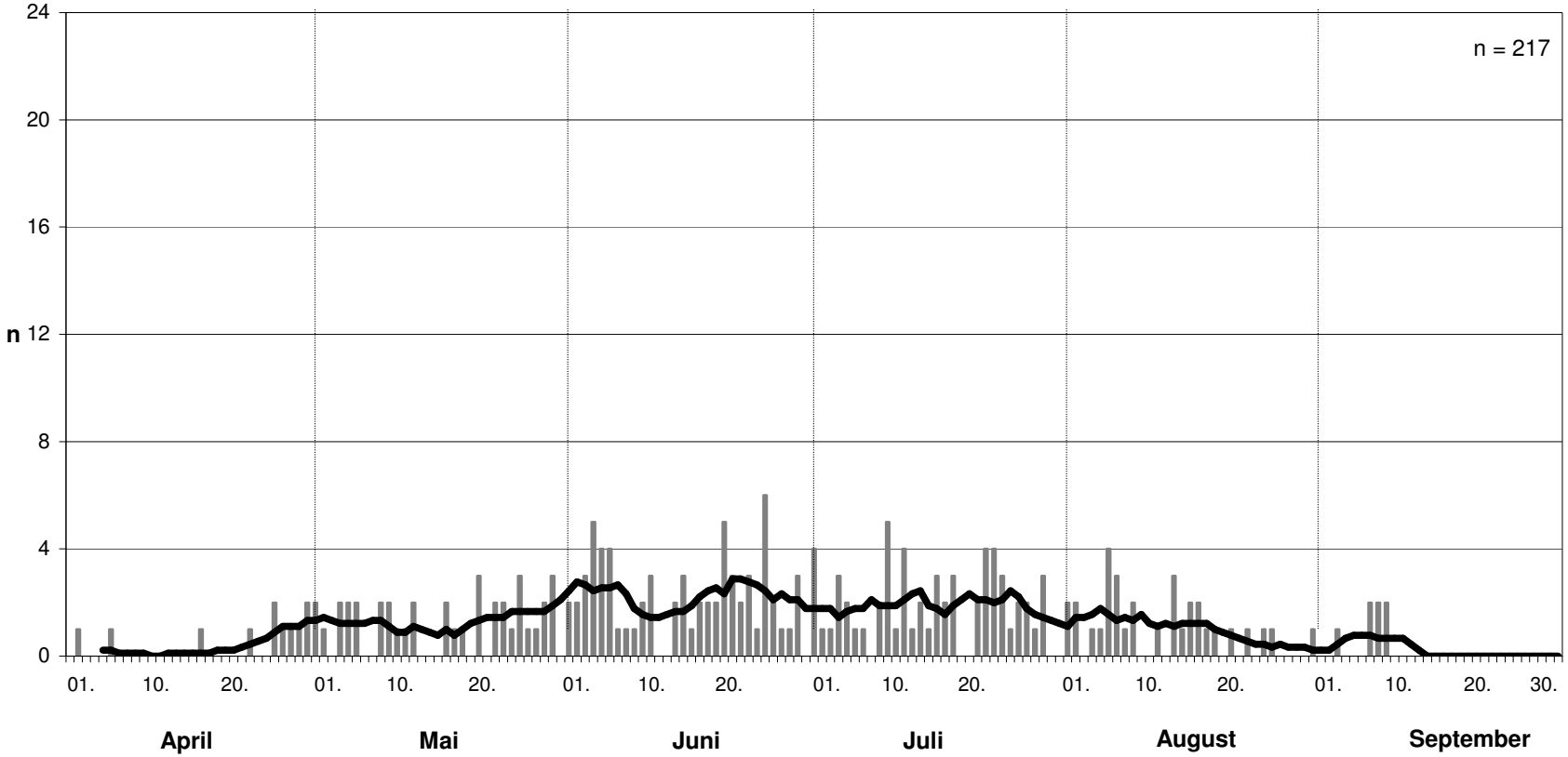


Abbildung 58: Jahresverlauf der Blitzschadensereignisse im UG –
Blitzschäden und Starkregen (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

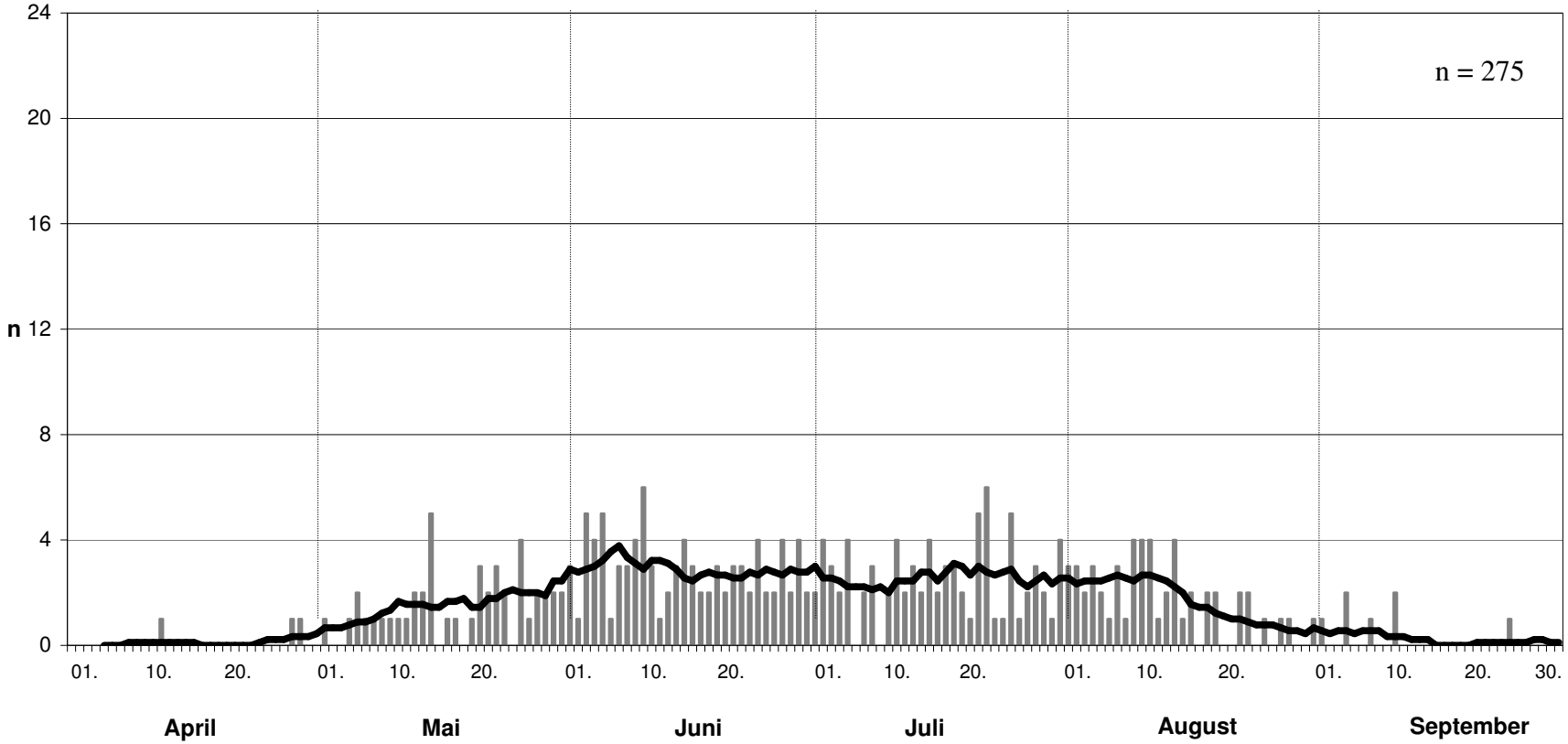


Abbildung 59: Jahresverlauf der Blitzschadensereignisse im UG –
Blitzschäden und Hagel (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

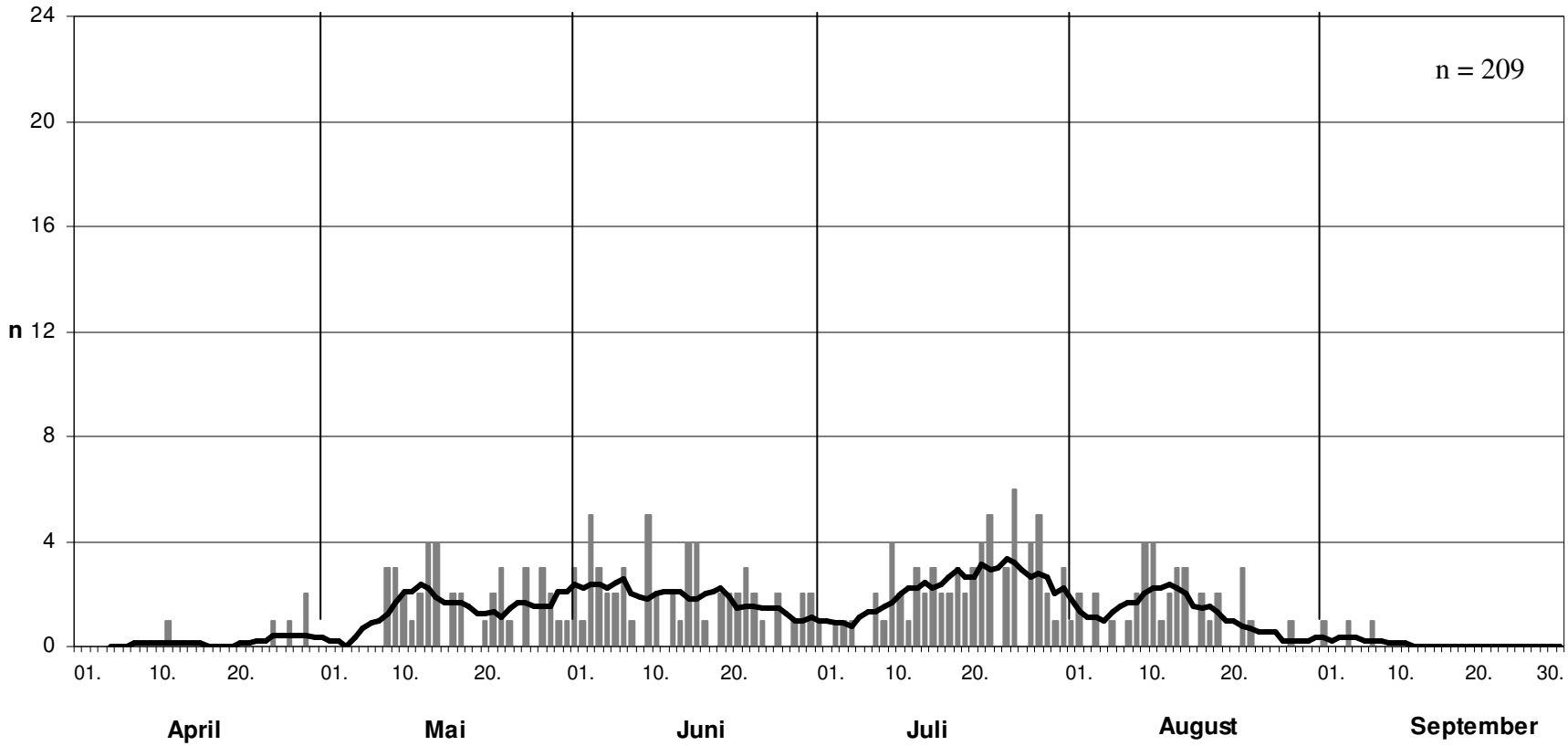


Abbildung 60: Jahresverlauf der Blitzschadensereignisse im UG –
Blitzschäden und Sturm (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

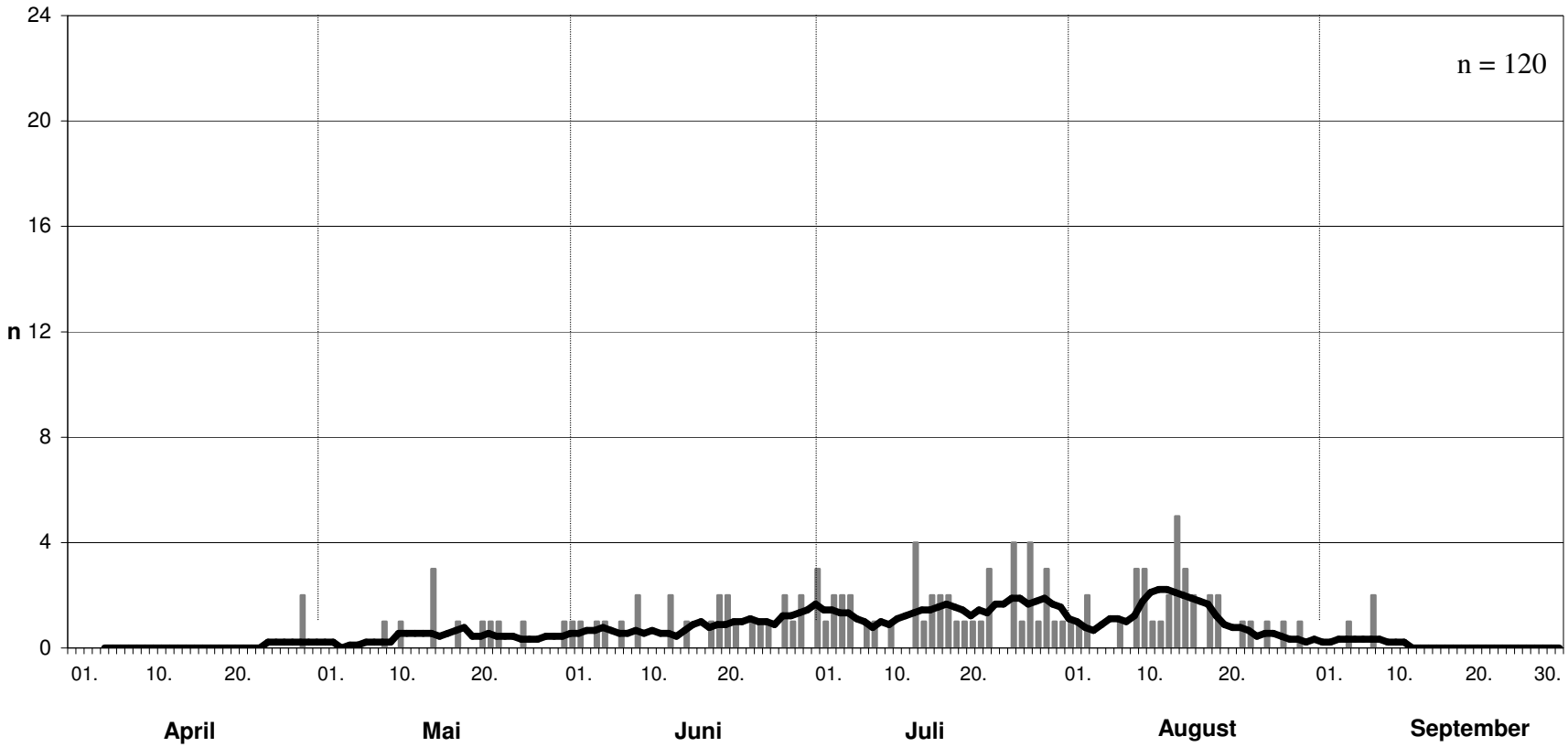


Abbildung 61: Jahresverlauf der Blitzschadensereignisse im UG –
blitzintensive Ereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

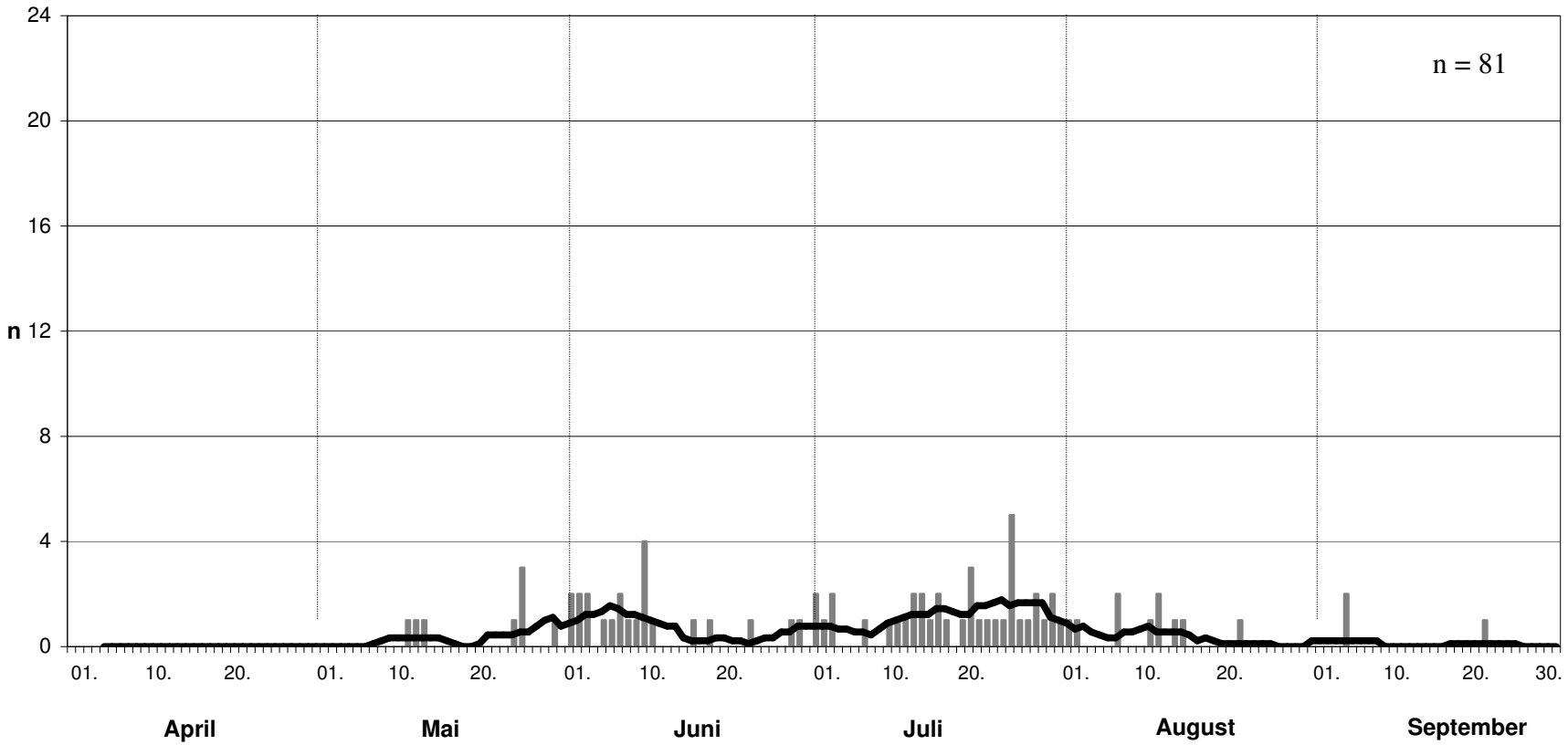


Abbildung 62: Jahresverlauf der Blitzschadensereignisse im UG –
Blitzschadensereignisse mit Bränden (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

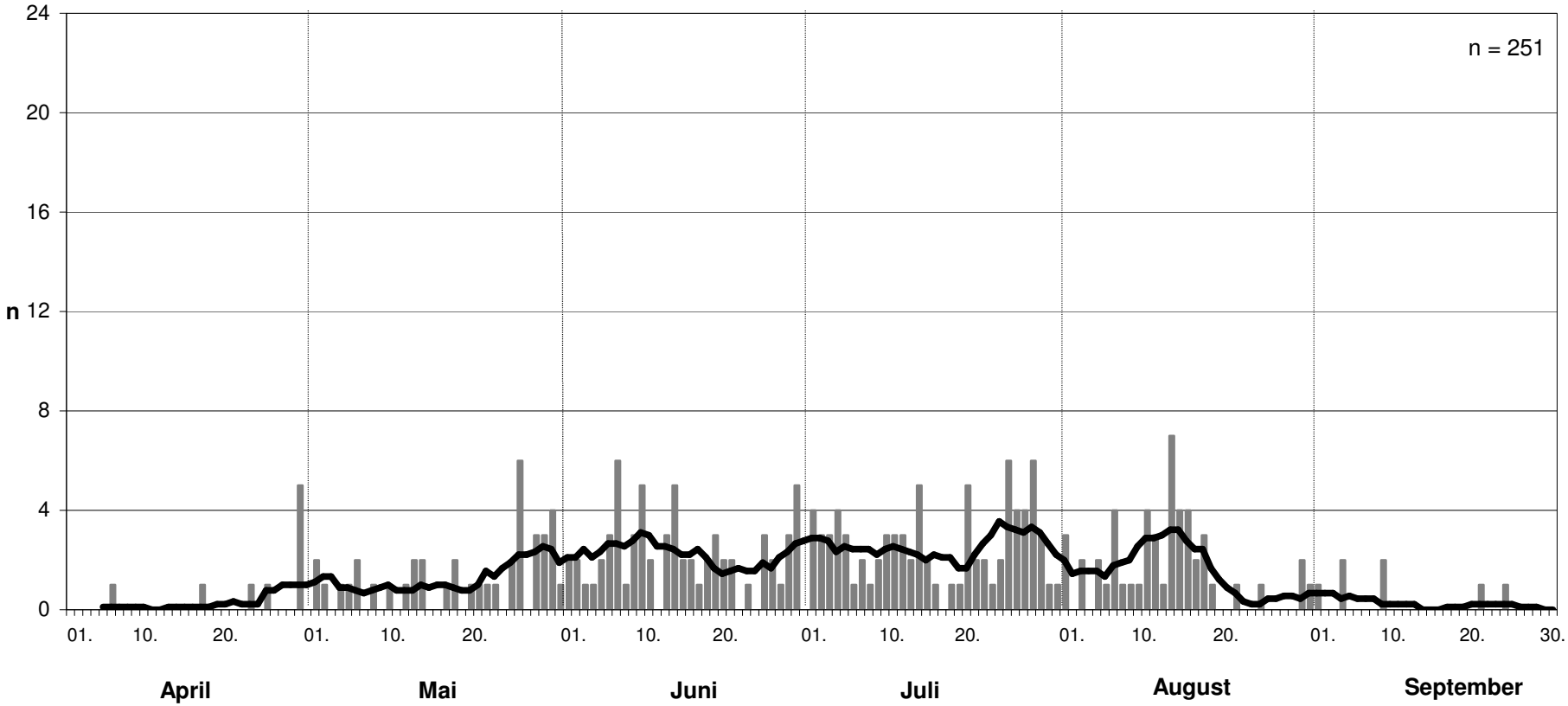


Abbildung 63: Jahresverlauf der Blitzschadensereignisse im UG –
Blitzschadensereignisse mit Todesfällen (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

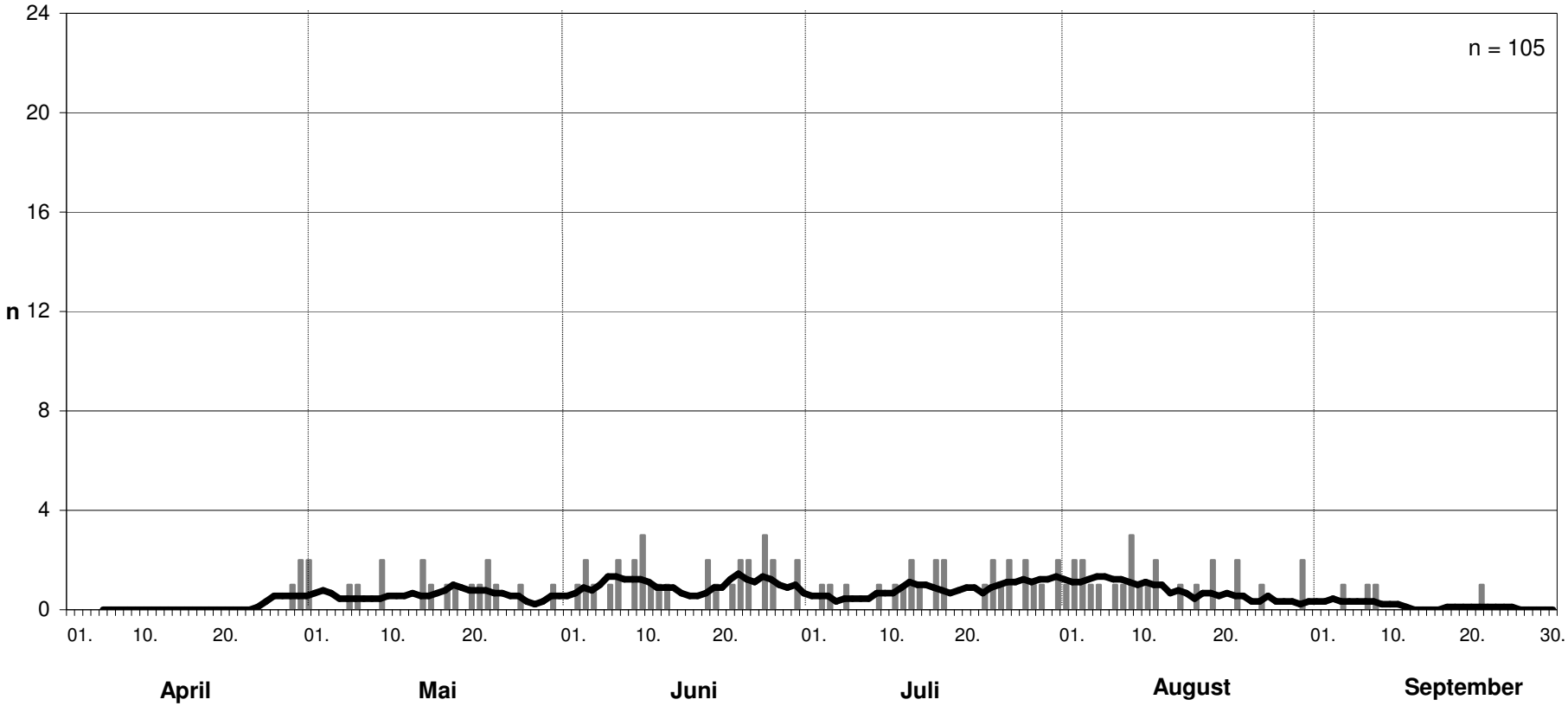


Abbildung 64: Jahresverlauf der Blitzschadensereignisse im UG –
gl. Mittel Blitzschadensaktivitäten (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

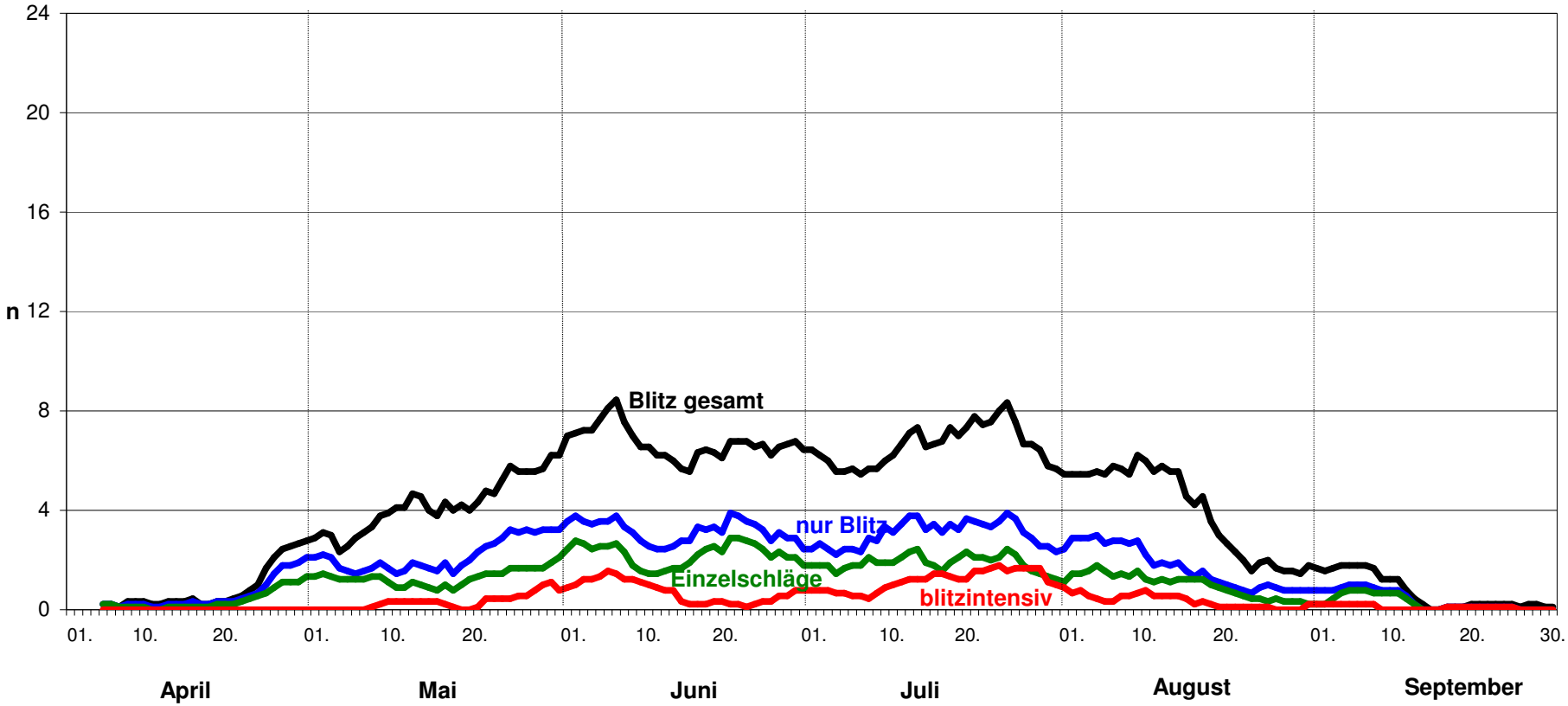


Abbildung 65: Jahresverlauf der Blitzschadensereignisse im UG –
gl. Mittel Blitzschadensformen (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

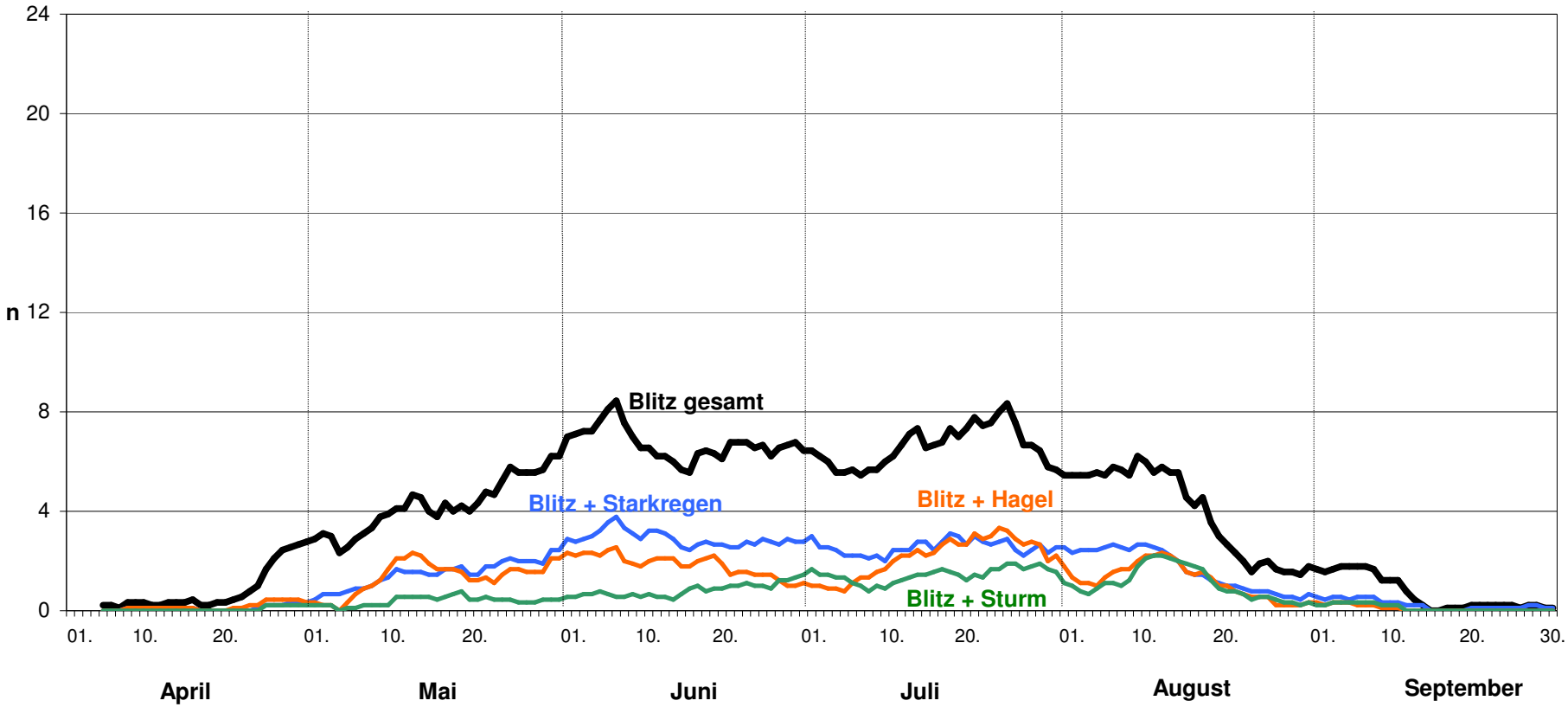


Abbildung 66: Jahresverlauf der Blitzschadensereignisse im UG –
gl. Mittel Blitzschadensarten (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

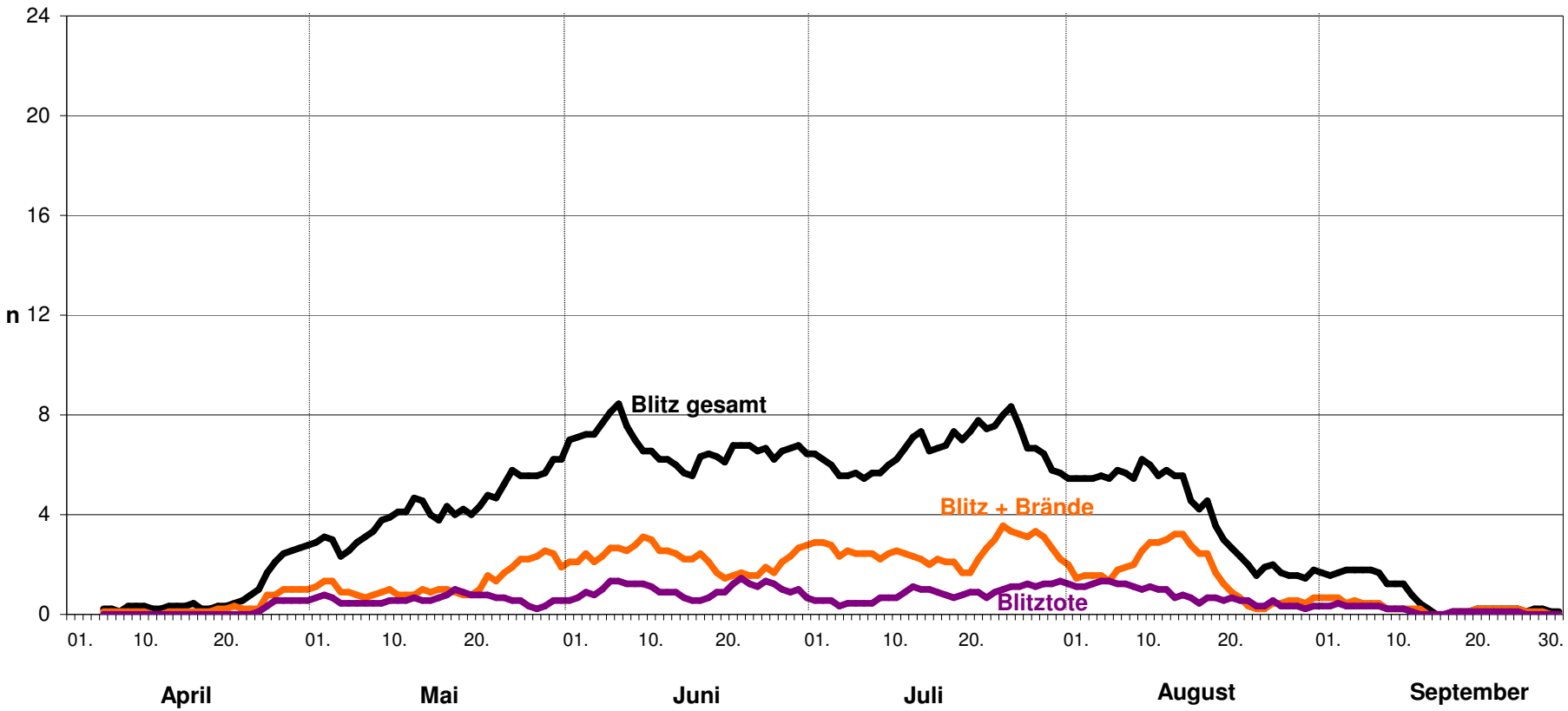


Abbildung 67: Jahresverlauf der Blitzschadensereignisse im UG –

Verhältnisse 1 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

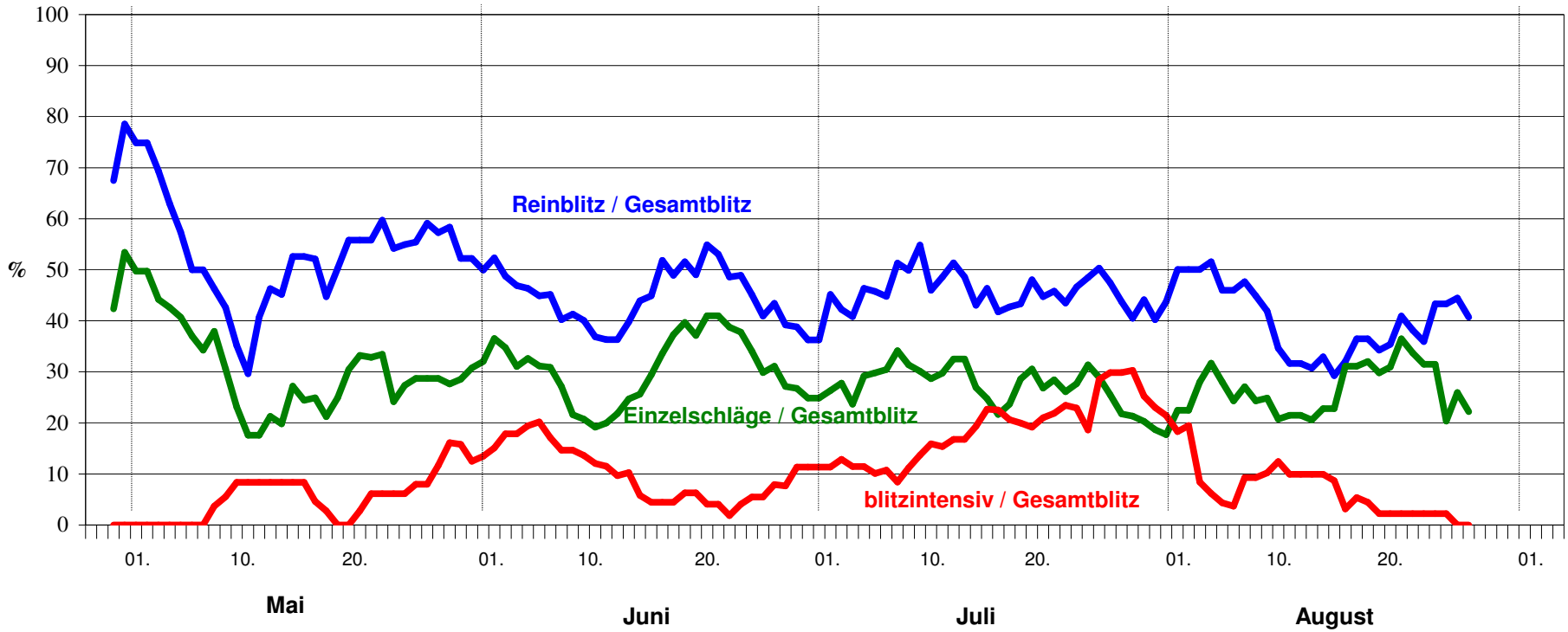


Abbildung 68: Jahresverlauf der Blitzschadensereignisse im UG –

Verhältnisse 2 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

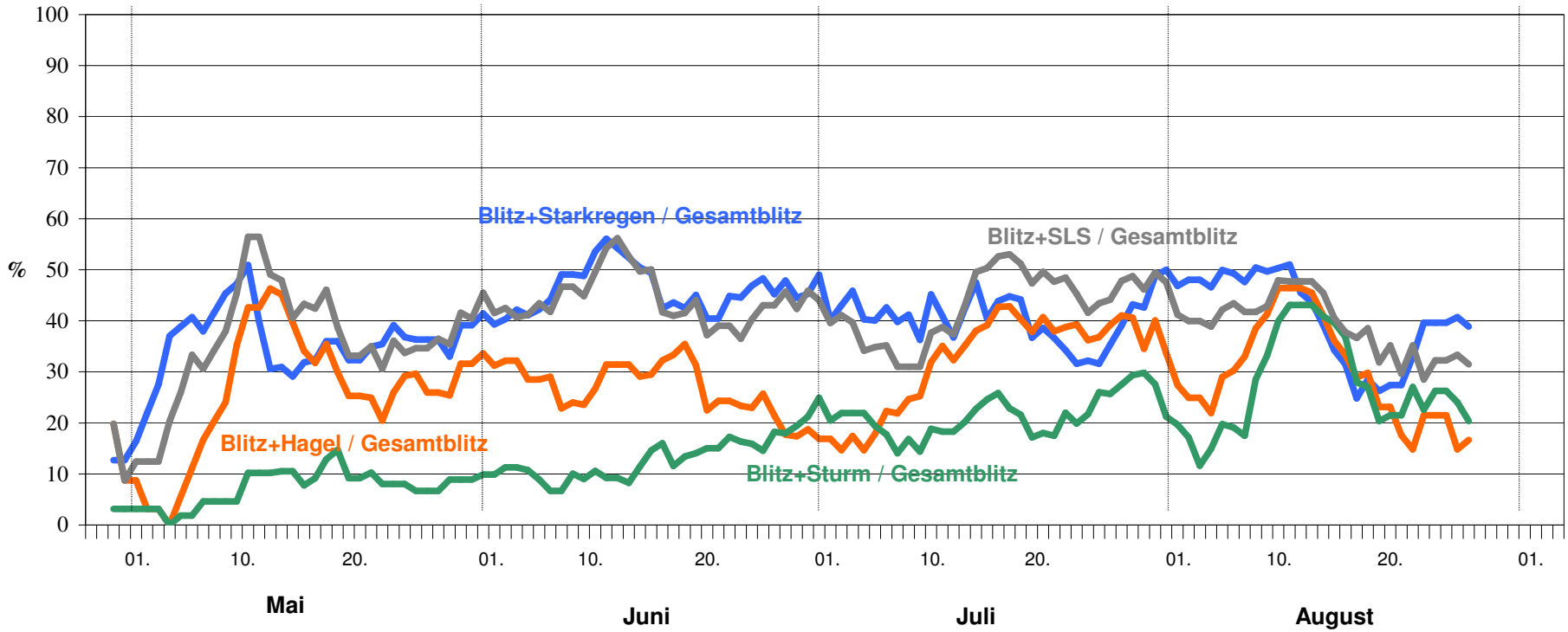
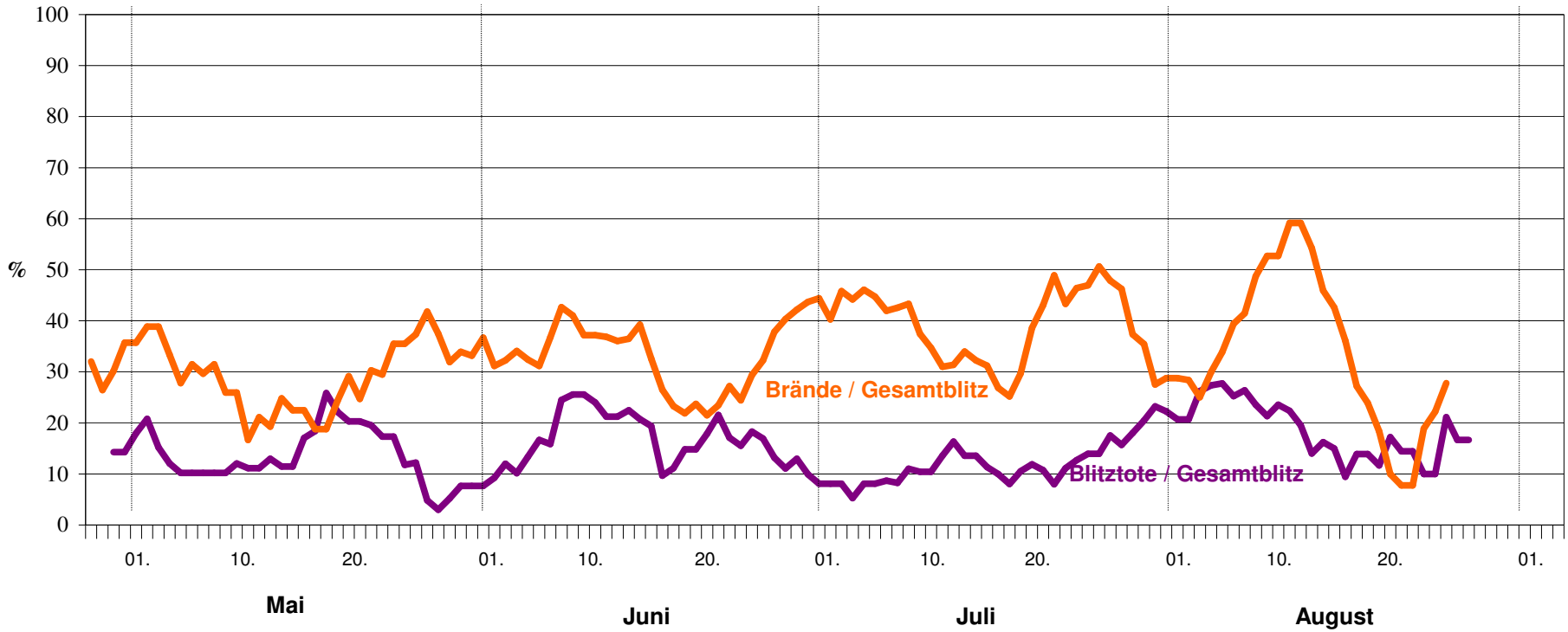


Abbildung 69: Jahresverlauf der Blitzschadensereignisse im UG –

Verhältnisse 3 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)



schäden, zum Monatsende hin außerdem gefolgt von einem allmählich stärkeren Auftreten blitzintensiver Ereignisse (Abb. 67).

Juni: Das erste Jahresmaximum der Blitzschadensaktivität wird in der ersten Junidekade erreicht. Es fällt zusammen mit dem Jahresmaximum der Gesamtgewitterschäden (Abb. 41). Im Durchschnitt werden zwischen dem 21. Mai und dem 10. Juni 6,7 Ereignisse pro Kalendertag verzeichnet (Standardabweichung s=2.39). Die hierfür verantwortliche Gewittersituation wurde bereits in Kapitel 6.3.1. erläutert. Die erhöhte Blitzgefahr zeigt sich im übrigen daran, dass auch der Anteil blitzschadensintensiver Gewitter jetzt ein erstes Jahresmaximum erreicht (Abb. 61 und Abb. 67).[67] Darüber hinaus sind diese Gewitter aufgrund ihrer verringerten Zuggeschwindigkeit relativ häufig von Starkniederschlagsschäden begleitet. Starkwindschäden spielen dabei eine nur geringe Rolle (Abb. 65 und Abb. 68). Schließlich steigt bis zu diesem Zeitpunkt auch die Anzahl der signifikanten Blitzschadensformen (Brandschäden, Todesfälle) deutlich an (Abb. 69).

Die Blitzschadensaktivität lässt mit Auftreten der Schafkälte ebenfalls auffallend nach (Abb. 61 und Abb. 65) (12.06.: nur ein(!) Ereignis). Überhaupt sind die nachfolgend in der zweiten Junidekade auftretenden Blitzschadensgewitter nicht nur weniger häufig, sondern auch weniger blitzschadensintensiv, und sie sind vorübergehend von relativ weniger reinen Blitzschadensfällen gekennzeichnet (Abb. 67). Wenn zu dieser Zeit Gewitterereignisse mit Blitzschäden auftreten, sind sie übernormal häufig von Starkniederschlägen (insbesondere Starkregen) begleitet. Insbesondere der Anteil von Starkregenschäden steigt nach wie vor an. Dagegen spielt der Anteil an Starkwindschäden noch immer eine nur geringe Rolle (Abb. 68).

Die Zeitspanne 15. Juni bis 05. Juli verzeichnet im Durchschnitt 6,5 Ereignisse pro Kalendertag (mit s=1.63), ein geringer Anstieg auf das leicht ausgeprägte Zwischenmaximum ist auch hier erkennbar (25.06.: 11 Ereignisse). In der zweiten Junihälfte sind die Gewitterereignisse relativ selten blitzschadensintensiv. Sie sind wieder vermehrt von reinen Blitzschäden gekennzeichnet (Abb. 67), (= relativ häufigere Non-*SLS*-Ereignisse), dabei relativ häufig auch von Starkniederschlägen begleitet (in erster Linie Starkregen, während der Anteil an gleichzeitig auftretenden Hagelschäden zurückgeht). Der Anteil an Starkwindschäden beginnt anzusteigen (Abb. 68). Bemerkenswert ist das während der letzten Junidekade auftretende erhöhte Vorkommen an Todesfällen durch Blitzschlag (Abb. 63), das ganz offensichtlich durch das

[67] Die im UG im Volksmund überaus weit verbreitete Meinung, dass Gewitter, die, wie oft zu dieser Zeit, aus dem östlichen Sektor heranziehen, besonders (blitz-)gefährlich sind, findet hierdurch ihre deutliche Berechtigung.

Unterschätzen der während dieses Zeitraumes im UG eher nur schwach bis mäßig ausgeprägten und eher kleinräumig aufgetretenen Gewitter bei der Feldarbeit erklärt werden kann.

Juli: Das mittsommerliche Schadensminimum zeigt auch bei den Blitzschäden tiefste Werte in der zweiten Julipentade (06. bis 09. Juli). Die Einbuchtung im Jahresverlauf übertrifft deutlich jene der Schafkälte im Juni. Danach erfolgt erneut ein Anstieg, der zu Beginn der letzten Juli-dekade zum zweiten Jahresmaximum der Blitzschadensereignisse führt, das die Werte des ersten Maximums von Anfang Juni sogar noch etwas übertrifft. Die Variabilität der Ereignisse ist dabei in dieser Phase erhöht. Im Durchschnitt werden in der Zeitspanne vom 10. Juli bis 30 Juli im langjährigen Mittel 7,2 Ereignisse pro Kalendertag verzeichnet (mit s=2,57). Der 22. Juli ist während dieser Zeitspanne der Tag mit den am häufigsten verifizierten Blitzschadens-fällen (n=13) (Abb. 54). Der relativ hohe Anteil an blitzintensiven Ereignissen (Abb. 67) sowie an begleitenden Starkniederschlags- und Sturmschäden (Abb. 68) zeigt auch hier das vermehrte Auftreten von intensiveren (*SLS*) und sich oft rasch verlagernden (fronthaften) Gewittern (häufig in Form von Böenfronten [*Squall Lines*]) an (Abb. 55). Dabei können die Blitze eines Gewitters zwar nur eine beschränkte Zeit auf einen Ort einwirken. Die hohe Zuggeschwindigkeit der Systeme wird jedoch durch die relativ größere Entladungstätigkeit und damit durch die größere absolute Anzahl an Blitzschlägen wieder wettgemacht. Typisches und wohlbekanntes Beispiel sind die im Hochsommer häufig aus Südwesten heranziehenden, nächtlichen Kaltfrontgewitter bzw. *Squall Lines*, die sich vor ihrer Ankunft bisweilen durch ungeheuer starkes Wetterleuchten bemerkbar machen und gerade zu dieser Zeit oft auftreten (z.B. 29.07.1979, 31.07.1992 - über die Eigenschaften dieser Gewitter informiert Kap. 7.1.) Auch hier tritt das Ende dieser Maximalphase noch vor dem Monatswechsel ein. Ein überaus deutlicher Rückgang der Blitzschadenstätigkeit leitet in den August über.

August: Hohe Werte zeigt auch hier nur noch die erste Monatshälfte (Durchschnitt 31. Juli bis 20. August: 5,2 Ereignisse pro Kalendertag). Der vorübergehende deutliche Rückgang von Hagel- und Sturmschadensereignissen sowie von blitzschadensintensiven Gewittern bei gleichzeitig übernormal häufigem Vorkommen von Starkregenschäden ist auch hier erkennbar (Abb. 59, 60 und Abb. 65). Auffallend ist das erhöhte Vorkommen von Blitztoten im UG während der ersten Augusttage (Abb. 66 und Abb. 69).

Der 14.08. weist noch einmal einen sekundären Spitzenwert an blitzbedingten Schadensfällen auf (n=12). Zu dieser Zeit erreicht sowohl der Anteil an gleichzeitigen Hagel- als auch Starkwindschäden das verspätete jährliche Maximum mit höheren Werten im Vergleich zu Juni oder Juli, was besonders für den Anteil an Starkwindschäden gilt (Abb. 68). Demgegenüber

erfolgt ein kräftiger Rückgang an reinen Blitzschäden (Abb. 67). Schwere Gewitter (*SLS*) treten jetzt nochmals für ein paar Tage im UG besonders gehäuft auf. Auffallend ist dabei vor allem die Tatsache, dass der Anteil der Brandschäden im UG erst jetzt sein sehr verspätetes Jahresmaximum erreicht (Abb. 69).

Wie schon in Kap. 6.1. dargestellt, sinken die Werte nach der Monatsmitte rasch ab. In die letzte Augustdekade fällt das markante Minimum des Anteils der Blitzschadensereignisse an den Gesamtschadensfällen (Abb. 50). Ein derart niedriger Anteil von Blitz- an den Gesamtschäden ist für den gesamten vorhergehenden Zeitraum unbekannt, so dass für diesen Zeitraum durchaus von einem verstärkten Vorkommen „blitzschadensarmer" Gewitterereignisse im UG gesprochen werden kann.

September: Der deutliche Rückgang der Blitzschadenstätigkeit wird nur in den ersten Septembertagen von den letzten sommerlich anmutenden Schadensereignissen kurzzeitig unterbrochen (Abb. 54). An diesen Ereignissen sind insbesondere wieder reine Blitzschadensfälle sowie Einzelschläge (damit Non-*SLS*-Ereignisse) beteiligt (Abb. 56, Abb. 57). Auch Starkniederschlags- und Sturmschäden können noch in Verbindung damit vorkommen (Abb. 58, Abb. 60), ein Zeichen dafür, dass ausgeprägte Frontgewitter nach wie vor das UG überqueren. Insgesamt ist der Abfall der Blitzschadenstätigkeit zum Herbst hin markanter im Vergleich zum Frühjahrsanstieg, was auch FINKE und HAUF (1996) der Blitzstatistik Süddeutschlands der Jahre 1992 bis 1994 entnehmen konnten. Mit Beginn der zweiten Septemberdekade kommt es im UG nur noch zu Einzelereignissen. Immerhin können auch diese noch in Ausnahmefällen sehr blitzintensiv ausfallen, wie dies z.B. am 21. September 1957 oder in jüngster Zeit am 16. September 2000 der Fall war.

6.2.4.: Die Tagesverteilung der Blitzschadensereignisse

Entsprechend des Tagesganges der Gewitteraktivität liegt auch das Tagesmaximum der Blitzschadensaktivität im 3-Stunden-Intervall zwischen 15 und 18 Uhr. Alle anderen Intervalle fallen demgegenüber deutlich ab. Tabelle 13 zeigt die 3-Stunden-Anteile der einzelnen Blitzschadensereignisse.

Tabelle 13: Verifizierte Blitzschadensereignisse im UG – Tagesverteilungen (in %)
(Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

	00-03	03-06	06-09	09-12	12-15	15-18	18-21	21-24	k.A.
Schadensereignisse									
Insgesamt (n = 710)	4,5	3,1	2,1	3,0	17,5	39,7	16,8	9,0	4,4
in Verbindung mit Non-*SLS* (n = 415)	4,6	3,4	3,1	3,9	17,8	35,2	15,9	9,2	7,0
in Verbindung mit *SLS* (n = 295)	4,4	2,7	0,7	1,7	16,9	46,1	18,0	8,8	0,7
nur mit Blitzschäden (n = 341)	5,3	**3,8**	**3,8**	4,7	15,5	34,6	15,8	9,7	6,7
mit weiteren Schäden (n = 369)	3,8	2,4	0,5	1,4	19,2	44,4	17,6	8,4	2,2
mit Blitz- und Starkregenschäden (n = 275)	3,3	1,8	0,7	1,8	18,2	45,8	18,2	8,4	1,8
mit Blitz- und Hagelschäden (n = 209)	2,4	2,9	0,5	1,4	**21,5**	47,4	15,3	5,7	2,9
mit Blitz- und Sturmschäden (n = 120)	5,0	3,3	0,8	0,8	10,0	44,2	23,3	10,0	2,5
Blitzschadensaktivität									
Einzelschläge (n = 215)	5,1	3,3	1,9	**7,0**	15,8	31,2	15,3	10,2	**10,2**
durchschnittlich (n = 414)	3,4	2,9	2,7	1,4	18,8	44,9	16,2	7,5	2,2
blitzschadensintensiv (n = 81)	**8,6**	3,7	0	0	14,8	35,8	**23,5**	**13,6**	0
Signifikante Blitzschadensereignisse									
mit Todesfällen (n = 105)	0	1,9	1,0	2,9	19,0	**52,4**	19,0	1,0	2,9
mit Brandschäden (n = 251)	4,8	3,2	1,6	2,8	17,1	37,8	18,3	11,2	3,2
zum Vergleich									
Gesamtschäden (N = 1036)	5,1	2,7	2,0	2,4	19,0	38,4	16,8	8,2	5,3

(N bzw. n = Anzahl der Ereignisse; Fettdruck: Höchstwert pro Kategorie und Monat)

Auffallend sind folgende Tatsachen:

- Non-*SLS*-Ereignisse, insbesondere reine Blitzschlagereignisse (Einzel- und Mehrfachschäden) weisen in den Vormittagsstunden in den Intervallen 06-09 Uhr bzw. 09-12

Uhr erhöhte Werte auf. In den Nachmittags- und Abendstunden wird bei diesen Ereignissen jedoch eine unternormale Häufigkeit verzeichnet.

- *SLS*-Ereignisse und Ereignisse mit Blitz- und weiteren Schäden werden hauptsächlich in den Nachmittags- und Abendstunden in den Intervallen zwischen 12 und 21 Uhr übernormal häufig verzeichnet. Je nach Schadensart ergeben sich dabei – wie bei der Jahresverteilung - noch einmal deutliche Unterschiede: Blitz- und Hagelschäden weisen bereits im 3-Stunden-Intervall 12-15 Uhr einen übernormal hohen Wert auf, zeigen dagegen abends und nachts deutlich unternormale Werte. Blitz- und Starkwindschäden sind dagegen unternormal häufig über die 3-Stunden-Intervalle 06-09 Uhr bis einschließlich 12-15 Uhr(!). Danach allerdings werden sie übernormal häufig verzeichnet, abends und nachts (bis zum Intervall 21-24 Uhr) treten sie ebenfalls übernormal häufig auf.
- Blitzschadensintensive Ereignisse sind vormittags bis hin zum Intervall 12-15 Uhr unternormal häufig. Nachmittags, abends und nachts werden sie dagegen übernormal häufig verzeichnet, was besonders auffällt, wenn diese Zahlen mit den jeweils deutlich niedrigeren Anteilen der Einzelschläge und durchschnittlichen Blitzschadenereignissen verglichen werden. Einher geht damit ein ebenfalls erhöhtes Auftreten von Brandschadensereignissen in den Abend- und Nachtstunden.
- Ereignisse mit Todesfällen zeigen ein ausgesprochen spitzes nachmittägliches Maximum.

Verantwortlich für das übernormal hohe Vorkommen reiner Blitzschadensereignisse während der Vormittagsstunden sind schwache und nur selten stärker ausgeprägte Gewitter. Zu dieser Zeit sind die Cb in ihrer dynamischen Entwicklung am wenigsten aktiv. Starkregen-, Hagel- und Sturmschäden treten – zusätzlich zu den Blitzschäden - von vornherein seltener auf. Schwere Gewitter (insbesondere *SLS*) besitzen dagegen das typische Nachmittagsmaximum, wobei sich je nach betrachteter Schadensart weitere Charakteristika ergeben: Während Starkregen- und Hagelschäden typischerweise nachmittags in den Intervallen 12-15 bzw. 15-18 Uhr am häufigsten auftreten, zeigen die Starkwindschäden ein übernormal häufiges abendliches Auftreten im Intervall 18-21 Uhr.

6.2.5. Blitzschäden und Großwetterlagen

Der Vergleich mit den Großwetterlagen in Tabelle 14 (vgl. auch Tab. 9 in Kap. 6.1.5.) ergibt folgende Resultate:

1. Zonale Wetterlagen:

Bei den Gesamtblitzereignissen überwiegen leicht negative Abweichungen. Auch bei den Einzelereignissen fallen die negativen Abweichungen auf, die meist gering, zum Teil aber (bei den GWL Wa bzw. Wz) sehr deutlich ausfallen (beispielsweise die verringerte Blitzintensität bei Wa bzw. das verringerte Vorkommen von Blitz- und Starkregenschäden bei Wz). Nur in Ausnahmefällen treten übernormal häufige Blitzschadensereignisse auf: So zum Beispiel die vermehrten blitzbedingten Todesfälle bei Wz, vor allem aber die gehäuft vorkommenden Blitz- und Starkwindereignisse bei Wa und Wz. Die Abweichungen bei den GWL Ws bzw. Ww bleiben durchgehend gering.

Offensichtlich spielt der Zeit- und damit der Einwirkungsfaktor bei der insgesamt verringerten Blitzschadenstätigkeit eine ausschlaggebende Rolle – ansonsten würden sich die vor allem unter Wz im UG immer wieder vorkommenden außerordentlich entladungsintensiven Gewitter (z.B. 04.09.1936, 29.07.1979) in den Zahlen in ganz anderer Weise widerspiegeln. Über die erhöhten Werte der Todesfälle bei der GWL Wz folgen nähere Erläuterungen in Kap. 6.3..

2. Gemischte Wetterlagen:

Wie zuvor schon in Tabelle 9, so weist auch die Blitzschadenstätigkeit bei den gemischten Großwetterlagen zum überwiegenden Teil verringerte Werte auf. Die Werte sind sogar oft deutlich unternormal, so bei den GWL NWz, HM und BM. Nur in vereinzelten Fällen treten übernormale Häufigkeiten auf.
Nur geringe Abweichungen vom Mittelwert der GWL kennzeichnen das Vorkommen der Blitzschadensereignisse bei den Südwestlagen (SWa und SWz), wobei die Aktivität bei SWa gegenüber SWz leicht erhöht ist. Weitergehende Aussagen können aufgrund der geringen Datengrundlage (SWa und SWz besitzen in den Sommermonaten ihr Jahresminimum (GERSTENGARBE und WERNER [4]1993)) nicht getroffen werden.
Eine zum Teil deutlich unternormale Blitzschadensaktivität wird erwartungsgemäß bei den Nordwestlagen (NWa bzw. NWz) verzeichnet. Schwere Gewitter treten eher selten auf. Die bisweilen leicht positiven Abweichungen bei NWa sind auf Non-*SLS*-Ereignisse zurückzuführen. Innerhalb der einheitlichen Luftmasse nach Frontdurchgang, vor allem im Bereich von NWz, kommt es meist nur noch zu isolierter und in der Regel nicht sehr intensiver Gewitter-

bildung im Bereich nachfolgender Tröge, was sich in Tabelle 14 in fast allen Einzelereignissen durch signifikante negative Abweichungen äußert. Nur die Werte der Einzelschläge – Ausdruck meist isolierter, selten starker Gewittervorgänge – zeigen bei NWz folgerichtig eine leicht positive Abweichung.

Auch die Hochdrucklagen verzeichnen weitere zum Teil deutlich negative Abweichungen. Dabei weist die GWL HM von allen Großwetterlagen die im Schnitt größte negative Abweichung bei den Blitzschadensereignissen auf. Der Grund ist klar: Bei den Hochdrucklagen (HM und BM) dominiert freundliches und in der Regel stabiles Schönwetter. Die Gewittertätigkeit ist allgemein verringert, bei HM stärker als bei BM. Allerdings gibt es hier eine bemerkenswerte Ausnahme: So deuten die hohen positiven Abweichungen bei der Blitzschadensintensität darauf hin, dass bei HM mitunter doch heftige Gewitter vorkommen können - entweder als isolierter Gewitterkomplex in einheitlicher Luftmasse oder gebunden an Fronten, die in das über dem UG befindlichen Hochdruckgebiet hineinlaufen. Letzteres scheint auch bei BM der Fall zu sein, da hier die (meist aus Süd bis West) heranziehenden und in die Hochdruckbrücke eindringenden Gewitter auch etwas vermehrt von Starkwindereignissen begleitet sind.
Die Werte der Blitzschadensaktivität in der GWL TM zeigen überwiegend leicht erhöhte, jedoch keine signifikanten Abweichungen.

3. Meridionale Wetterlagen:

Je nach Strömungsrichtung unterschiedliche Werte – bei den Ostlagen bisweilen jedoch deutlich übernormale Blitzschadensaktivität.
Eine deutlich unternormale Blitzschadensaktivität wird erwartungsgemäß wieder bei den reinen Nordlagen (Nz bzw. Na) verzeichnet. Insbesondere das gleichzeitige Auftreten von Starkniederschlägen und Sturmschäden ist deutlich verringert (Nz), der Anteil der *SLS*-Ereignisse ist der geringste von allen Großwetterlagen. Übernormal erscheinen lediglich die Non-*SLS*-Ereignisse, hier die reinen Blitzschlagereignisse, ebenfalls wieder bei Nz. Da der Wetterablauf bei beiden GWL dem der Nordwestlagen stark ähnelt, sind auch die Gewitterverhältnisse miteinander vergleichbar. Die damit verwandte GWL HB verzeichnet neben HM die am stärksten verringerte Blitzschadensaktivität. Fast sämtliche Blitzschadensereignisse besitzen negative Abweichungen.

Tab.14: Großwetterlagen und Blitzschäden im UG - Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens (in %) (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50, n = 710)

GWL	Mittel-wert	zu Gesamt-blitzschäden	zu Todes-fällen	zu Brand-schäden	zu blitz-intensiv	zu Einzel-schlägen	zu Reinblitz	zu Blitz + Starkregen	zu Blitz + Hagel	zu Blitz + Sturm	zu Blitz + *SLS*	zu Blitz + Non-*SLS*
WA	6,4	-0,7	1,3	**-2,8**	**-3,9**	-1,2	-0,8	-0,5	-1,1	**4,5**	0,8	**-1,8**
WZ	15,5	-0,5	**3,6**	1,7	0,6	-1,0	**-1,7**	**-3,8**	-0,1	**4,5**	-0,2	-0,8
WS	2,2	0,2	-1,3	0,2	-1,0	-0,8	0,1	0,3	-0,8	1,9	-0,2	0,4
WW	2,0	-0,4	-1,0	-1,2	0,5	0,4	-0,2	-0,2	-0,5	1,4	-0,6	-0,3
SWA	1,5	0,4	1,3	0,9	2,2	1,3	1,1	-0,4	-0,1	0,1	0,2	0,6
SWZ	1,4	-0,9	-1,4	-0,2	-1,4	-0,4	-0,8	-1,0	-1,4	-1,4	-1,4	-0,6
NWA	4,8	0,3	0,0	-0,8	0,2	-0,1	0,8	0,7	**-2,4**	**-4,8**	-1,0	1,3
NWZ	4,8	**-1,6**	-1,0	**-2,4**	**-3,6**	1,3	-0,4	**-2,6**	-1,9	-1,5	**-2,8**	-0,7
HM	9,4	**-2,4**	**-3,7**	**-3,0**	**4,2**	**-2,9**	**-1,5**	**-2,8**	-2,2	0,6	**-2,6**	**-2,2**
BM	6,2	**-1,9**	-1,5	0,6	1,2	**-3,4**	**-2,4**	-1,9	**-2,4**	2,1	-0,5	**-2,8**
TM	2,6	0,2	1,2	-1,4	-1,4	0,2	0,0	0,7	0,8	1,6	0,5	0,1
NA	1,4	-0,2	-0,4	-0,2	-1,4	1,0	0,1	-0,3	-1,4	-1,4	-1,0	0,3
NZ	3,8	-0,4	1,0	-1,0	**-3,8**	**2,7**	**2,1**	**-2,7**	**-2,4**	**-3,8**	**-3,1**	**1,5**
HNA	4,2	1,2	**3,4**	1,4	2,0	0,0	0,5	2,0	**2,5**	-0,9	**1,9**	0,6
HNZ	1,6	0,4	-0,6	0,8	-0,3	0,7	0,5	0,6	-0,1	-0,7	0,8	0,1
HB	3,2	**-2,1**	**-3,2**	-1,6	0,5	**-3,2**	**-2,9**	-1,8	-0,8	-1,6	-0,9	**-3,0**
TRM	3,6	0,0	0,3	-0,8	-1,1	-0,3	0,0	-1,0	1,2	-0,2	-0,5	0,3
NEA	3,5	1,0	-0,6	0,9	-1,0	**2,5**	**1,8**	-0,2	1,8	-1,0	-0,1	**1,8**
NEZ	2,9	0,7	-1,9	0,7	0,8	0,4	-0,2	2,2	1,0	-2,0	**1,9**	-0,2
HFA	3,6	**2,1**	-0,7	1,2	2,6	-0,8	0,8	**3,7**	**5,1**	**3,9**	**3,6**	1,0
HFZ	0,9	**1,5**	1,0	**2,3**	-0,9	**1,9**	1,2	**2,4**	0,5	-0,1	0,8	**2,0**
HNFA	1,6	1,2	2,2	0,7	2,1	0,7	0,7	**2,4**	**2,7**	-1,6	**2,1**	0,5
HNFZ	1,7	**1,7**	**4,1**	**2,3**	**5,8**	-0,3	0,1	**3,8**	**3,6**	-0,8	**3,4**	0,5
SEA	1,8	-0,4	2,0	-0,6	-0,6	-0,9	-0,1	-0,7	-1,4	-1,8	-1,2	0,1
SEZ	0,8	-0,5	-0,8	-0,4	0,4	-0,8	-0,8	-0,1	-0,4	0,0	-0,2	-0,8
SA	1,3	-0,2	-0,4	-0,5	-1,3	-0,8	-0,1	0,1	-0,4	-1,3	-0,6	0,1
SZ	0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
TB	2,7	0,3	1,1	0,1	-1,5	1,5	1,1	-0,1	-0,3	-0,2	-0,3	0,7
TRW	3,3	0,3	**-2,4**	0,3	0,4	1,3	-0,1	0,7	0,5	2,5	0,4	0,3
U	1,1	1,3	-1,1	**3,2**	0,1	1,7	**1,5**	1,0	0,8	2,2	1,2	1,3
Mittelwert		-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010
Standardabw.		1,09149	1,87954	1,47284	2,11647	1,51709	1,13890	1,84009	1,79705	2,20355	1,57166	1,22236
D(z)-Wert 80%		1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
80%-Grenzen		**+/-1,4**	**+/-2,4**	**+/-1,9**	**+/-2,7**	**+/-1,9**	**+/-1,5**	**+/-2,4**	**+/-2,3**	**+/-2,8**	**+/-2,0**	**+/-1,6**

Anders verhält sich dies bei den Nordlagen HNa und HNz. Während HNz nur leichte positive Abweichungen aufweist, besitzt HNa einige ausgeprägte übernormale Blitzschadensaktivitäten. Große Abweichungen finden sich bei HNa bei den blitzbedingten Todesfällen sowie bei den *SLS*-Ereignissen, zusammen mit schadensrelevanten Niederschlagsvorgängen.

Die weitere Steigerung der Blitzschadensaktivität setzt sich bei den Nordost- und Ostlagen fort. Dies bestärkt zunächst die bereits weiter oben erwähnte Volksweisheit im UG, dass von Osten heranziehende Gewitter blitzgefährlicher sind als jene aus anderen Richtungen. Bei der Betrachtung der einzelnen Blitzschadensarten ergeben sich dabei noch weitere Unterschiede. Während bei NEa noch die Non-*SLS*-Ereignisse dominieren, ist NEz bereits häufiger von Starkniederschlagsereignissen begleitet. HFa besitzt einen hohen Anteil an schweren Gewittern (*SLS*-Ereignissen), ein häufiges Vorkommen von Starkniederschlägen (größte Abweichung bei den Hagelereignissen) und Starkwind und damit die von allen GWL höchste Abweichung bei der Blitzschadenstätigkeit. Auch HFz, HNFa und HNFz weisen zum Teil sehr ausgeprägte positive Abweichungen auf, HNFz besitzt die größte Abweichung bei den blitzschadensintensiven Gewittern und bei den blitzbedingten Todesfällen. Bei all diesen GWL treten vermehrt schwere Gewitter auf (erhöhter Anteil der *SLS*-Ereignisse), auch ist der Anteil an Starkniederschlägen deutlich erhöht. Im Gegensatz zu HFa treten jedoch nur unternormal häufig Starkwindereignisse auf.

Die Südostlagen weisen nur geringe Abweichungen auf (die beiden der GWL SEz angehörenden Fälle zählen zu den intensivsten Ereignissen im Untersuchungszeitraum), was auch für die Südlagen Sa und Sz gilt. Auch bei der GWL TB sind die Abweichungen nur gering. Die von den im Freien befindlichen Personen etwas unterschätzte Gewittergefahr bei SEa und TB wird durch die mäßig erhöhten Werte bei den Ereignissen mit blitzbedingten Todesfällen dokumentiert.

Die Troglagen TRM und TRW weisen auch hinsichtlich der Blitzschadensaktivität zwei unterschiedliche Eigenschaften auf. Liegt der Trog über Mitteleuropa (TRM), so ist die Blitzschadensaktivität unterdrückt. Befindet sich der Trog über Westeuropa, so sind die Abweichungen teilweise deutlich erhöht. Der auffallende negative Wert bei den Ereignissen mit Todesfällen bei der GWL TRW ist darauf zurückzuführen, dass die Gewitter hierbei oft später am Tag (nach Ende der Feldarbeit) aufziehen bzw. sich nicht selten derart lange vorher ankündigen, dass ein Schutz vor dem Gewitter noch ohne weiteres möglich ist. Auch bei den Übergangslagen (U) ist die Blitzschadenstätigkeit insgesamt erhöht, was sich aus der währenddem allgemein erhöhten Gewitterneigung ergibt.

Tab. 15 zeigt in der Zusammenfassung noch einmal deutlich, dass insbesondere die meridionalen Großwetterlagen den größten Anteil an blitzbedingten Schadensereignissen aufweisen:

Tab. 15: Auftreten der GWL und Anteil der Blitzschadensereignisse an den jeweiligen GWL (in %) (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50, n = 710)

	Zonal	**Gemischt**	**Meridional (+ U)**
GWL, nach GERSTENGARBE, WERNER und RÜGE ([5]1999) (April – Oktober)	26,1	30,7	42,3 (+1,1)
Schadensereignisse im UG (April – Oktober)	24,5	24,8	48,2 (+2,4)

6.2.6.: Signifikante Blitzschadensarten im UG

Im folgenden werden die signifikanten Blitzschadensformen und Schadensereignisse näher untersucht. Ziel ist es, weitere typische Charakteristika der Blitzschadensgewitter im Bereich des UG herauszuarbeiten.

6.2.6.1.: Blitzschadensereignisse mit Todesfolge

Aus den analysierten Quellen konnten innerhalb des UG **105** Gewitterereignisse verifiziert werden, bei denen es durch **110** Blitzschläge zu insgesamt **119** Toten kam.[68]

6.2.6.1.1.: Die Anzahl blitzbedingter Todesfälle pro Schadensereignis

Untersucht wurde zunächst die durchschnittliche Anzahl der Todesfälle pro Blitzschlagereignis und pro gesamtem Gewitterereignis.

[68] Die angegebenen Zahlen sind Mindestwerte, wie bereits in Kapitel 5.5.1.2. näher erläutert. Auch aus den vorliegenden Quellen konnten Berichte über einige blitzbedingte Todesfälle nicht eindeutig verifiziert werden. Diese im folgenden aufgeführten Ereignisse gingen in die Auswertung dementsprechend nicht mit ein:

Spätsommer 1897: Landwirt in Inheiden? - 13.07.1899: Raum Giessen: ein bzw. mehrere Personen? - 02.06.1903: nahe Kirtorf: eine Person? - 06.06.1913: Schlierbach: zwölfjähriges Mädchen? - 19.06.1924: Mädchen bei Wallersdorf? – 20.06.1928: Mann auf Feld bei Sachsenhausen (Ffm)? - Anfang August 1939: Mann bei Ürzell?

Ergebnisse:

Die Anzahl der Todesfälle pro Blitzschlagereignis: Es besteht ein deutlicher Zusammenhang mit der in Kap. 4.2.2. erläuterten überaus lokalen Schadenswirkung eines Blitzschlages. Durch das jeweilige Blitzschlagereignis werden im UG in über neun von zehn Fällen Einzelpersonen und lediglich in knapp 7% zwei oder mehrere Personen getötet (Fälle mit zwei bzw. mehr Toten pro Ereignis im folgenden: Mehrfachtodesfälle). In Tab. 16 sind außerdem die aus anderen Studien für Australien von COATES et al (1993) bzw. für die USA von CURRAN et al (1997) gefundenen und in gleicher Größenordnung liegenden Prozentwerte zur besseren Veranschaulichung mit aufgelistet.

Tabelle 16: Anzahl getöteter Personen pro Blitzschlagereignis

Anzahl der Opfer	**1**	**2**	**3 und mehr**
Anzahl der Fälle im UG (n = 110)	103	5	2
UG in % (1881-1980, ohne 41-50)	93,6	4,5	1,8
COATES et al (1993) für Australien (1824-1991), in %	92	7	1
CURRAN et al (1997) für USA (1959-1994), in %	91	8	1

Von besonderem Interesse ist eine nähere Betrachtung der sieben im Untersuchungszeitraum im UG aufgetretenen Mehrfachtodesfälle. Diese gab es an folgenden Tagen:

- 03.06.1884: Gießen 3 Tote (Arbeiter in einem Steinbruch)
- 14.07.1884: Düdelsheim 2 Tote (Vater/Tochter am Fenster eines Hauses)
- 12.07.1889: Schwanheim (Ffm) 2 Tote (Kinder unter einem Baum)
- 22.05.1908: Hirzenhain 2 Tote (Bäcker in einer Backstube)
- 13.07.1914: Oberrad (Ffm) 2 Tote (Kinder in einer Gartenhütte)
- 17.05.1927: Rossdorf 2 Tote (Feldarbeiter auf dem Nachhauseweg)
- 29.07.1936: Seligenstadt 3 Tote (Feldarbeiter [s.a. NEES und KEHRER 2002, S. 241]).

Auffallend ist das ausschließliche Auftreten der vorstehend genannten Mehrfachtodesfälle in der Zeit vor dem 2. Weltkrieg. Dabei sind die Fälle vom 03.06.1884 in Gießen bzw. vom 29.07.1936 in Seligenstadt die unmittelbar folgenreichsten derartigen Ereignisse im UG wäh-

rend des Untersuchungszeitraumes.[69] Auch in den Quellen der weiter zurückreichenden Periode bis 1700 sind keine Berichte über mehr als zwei Todesfälle pro Blitzschlagereignis zu finden.[70]

Auffallend ist auch, dass sich drei der sieben genannten Mehrfachtodesfälle innerhalb von Gebäuden ereigneten - ein deutlicher Unterschied zum Gesamtanteil aller im UG innerhalb von Gebäuden vorgekommenen blitzbedingten Todesfälle. Dieser Wert liegt nach Tabelle Blitz-9 (s. unten) mit ca. 14% wesentlich niedriger. Zur Erklärung hierfür kommen folgende Gründe herangezogen werden: Erstens fehlten zur damaligen Zeit noch häufig ausreichende Blitzschutzanlagen auf den Gebäuden. Zweitens befindet sich in der Regel innerhalb von Gebäuden häufig mehr als eine Person gleichzeitig. So konnte also bei einem Blitzschlag in ein Gebäude unter ungünstigen Umständen gleichzeitig eine größere Anzahl an Personen in Mitleidenschaft gezogen werden. Eine dahingehende Tendenz ergibt sich auch aus den Ausführungen früher Untersuchungen, in denen immer wieder von Mehrfachtodesfällen innerhalb von Gebäuden berichtet wird (ARAGO 1854; SCHÜTTE 1875). Bei BRODERSEN (1909), der über Blitzunfälle in Schleswig-Holstein in den Jahren 1884 bis 1899 berichtet, tritt ebenfalls ein wesentlicher Anteil der Todesfälle in Gebäuden ein. Auch von HARMS (1961) und von WIESINGER (1972) wird das fast vollständige Fehlen von Blitzschutzanlagen in vergangener Zeit als Begründung für das Vorkommen von Todesfällen innerhalb von Gebäuden herangezogen. HARMS (1961) zitiert im übrigen aus einer Untersuchung von Müller-Hillebrand, nach der in Schweden in den Jahren 1950-59 immer noch 53% aller blitzschlagbedingten Todesfälle innerhalb von Gebäuden vorkamen. Auch dies führt er auf den Umstand fehlender Blitzschutzanlagen zurück, „*da es sich meistens um Holzhäuser handelt, in denen*

[69] Die mittelbaren Folgen von Blitzschlägen können durchaus wesentlich größere Auswirkungen besitzen. So wurden nach HASSE und WIESINGER (1993) im Jahre 1749 in Breslau bei einem Gewitter durch Blitzschlag Lagerhäuser für Schießpulver entzündet. Aufgrund der darauffolgenden Explosionen wurden mehr als 700 Menschen verletzt oder getötet. Im UG traten signifikante mittelbare Schadenswirkungen nur vereinzelt auf. Diese Ereignisse wurden in der Auswertung nicht mit berücksichtigt. So brannte z.B. am 11.07.1730 (lt. Hanauer Europäische Zeitung 56, 14.07.1730) nach einem Blitzschlag ein Haus in Frankfurt nieder. Mehrere Tage danach wurde eine Frau vor dem Haus durch einen herabfallenden Balken getötet. Am 25.07.1909 wurde bei einem Nachtgewitter ein Mann auf einem Fahrrad von einem Blitzschlag „geblendet“ (lt. Oberhess. Anz. u. Friedb. Ztg. 180, 04.08.1909), woraufhin er tödlich verunglückte.

[70] Am 16. Juni 1840 wurden laut met. Beobachtungen Reitz (Friedberg) zwei Männer nahe Frankfurt vom Blitz erschlagen. Am 31. Juli 1838 wurden in Langendiebach zwei Personen vom Blitz erschlagen (NEES und KEHRER 2002, S. 126).

sich Wasserleitungen, elektrische Installationen, meist Telephon und oft Heizungsanlagen befinden.“ (HARMS 1961, S. 286).[71]

Die Anzahl der Todesfälle pro Gewitterereignis: Da jeder Blitzschlag eines Gewitters aufs neue das Potential besitzt, Personenschäden zu verursachen, muss gegenüber einem einzelnen Blitzschlag hier der Anteil an Mehrfachtodesfällen ansteigen. In der Tat wird eine leichte Erhöhung um ca. 5% verzeichnet: Mehrfachtodesfälle treten bei etwas mehr als einem Zehntel aller Gewitterereignisse mit blitzbedingten Todesfällen auf. Zu den bereits oben genannten Mehrfachtodesfällen kommen bei der Betrachtung der Gesamtgewitterereignisse folgende Fälle hinzu:

- 10.06.1895: 2 Tote,
- 21.06.1899: 2 Tote,
- 13.07.1914: 3 Tote, davon 2 durch Einzelblitzschlag [s. oben]),
- 18.05.1959: 2 Tote,
- 07.06.1963: 2 Tote.[72]

Verantwortlich für diese Mehrfachtodesfälle sind hauptsächlich schwere, blitzintensive Gewitter, die durch unabhängig voneinander auftretende Blitzschlagereignisse ihre Opfer fordern. Diese Gewitterart wird weiter unten noch eingehender beschrieben.

Trotz der Erhöhung des Anteils der Mehrfachtodesfälle wird deutlich, dass auch bei der Betrachtung des gesamten Gewitterereignisses nach wie vor ganz überwiegend die einzelnen blitzbedingten Todesfälle auftreten (Tab. 17). Bedauerlicherweise existieren vergleichbare Auszählungen aus anderen Untersuchungen bislang nicht.

Tabelle 17: Anzahl getöteter Personen pro Gewitterereignis

Anzahl der Opfer	**1**	**2**	**3 und mehr**
Anzahl der Fälle im UG (n=105)	94	8	3
UG in % (1881-1980, ohne 41-50)	89,5	7,6	2,9

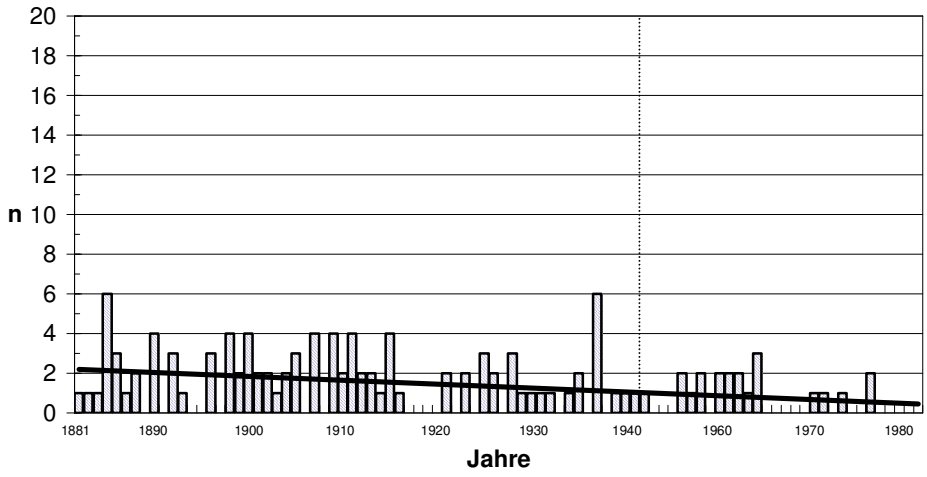
[71] Das Vorkommen von Mehrfachtodesfällen innerhalb von Gebäuden scheint in unserer heutigen Zeit nach wie vor dort ein Problem darzustellen, wo Gebäudeblitzschutzanlagen bei gleichzeitig häufigem Auftreten schwerer Gewitter fehlen. So konnte Presseberichten entnommen werden, dass im Jahre 2001 im Januar in Südafrika 14 und im April in Nigeria 8 Personen durch einen einzelnen Blitzschlag ums Leben kamen. Beide Fälle traten innerhalb von Gebäuden ohne ausreichenden Blitzschutz auf.

[72] In der älteren Datenreihe ab 1700 kommt hierzu noch das Ereignis vom 04. Juli 1875 mit drei Toten.

6.2.6.1.2.: Gesamtanzahl blitzbedingter Todesfälle und Trend über den Untersuchungszeitraum

Die für das UG verifizierten 119 Todesfälle verteilen sich wie folgt über den Zeitraum 1881-1980 (ohne 1941-50) (Abb. 70):

Abb. 70: Blitztote im UG (1881-1980, ohne 1941-50)



Die Anzahl blitzbedingter Todesfälle schwankt im gesamten Untersuchungszeitraum zwischen 0 und 6 pro Jahr. Die Jahre mit der größten Anzahl von Todesfällen (jeweils sechs) sind 1884 und 1936, die Jahre mit der größten Anzahl von Einzelereignissen sind 1897, 1906, 1910 und 1936 mit jeweils vier. Alle hier aufgeführten Jahre werden in der Literatur als sehr gewitterreich bezeichnet. Auffallend ist der zum großen Teil durch den 1. WK geprägte Zeitraum von 1916 bis 1919, in dem im UG keine Berichte über blitzbedingte Todesfälle verifiziert werden konnten. Da allerdings zeitlich sowohl vorher als auch nach diesem Zeitraum in jedem Einzeljahr blitzbedingte Todesfälle verifiziert werden konnten, scheint das Fehlen von Todesfällen während der Jahre 1916-19 offensichtlich zumindest zum Teil eine Folge nicht adäquater Berichterstattung in den für diese Arbeit verwendeten Quellen zu sein. 1919 dürfte auch die kühle, trockene und damit gewitterarme Sommerwitterung eine Rolle gespielt haben. Inwieweit kriegsbedingte Auswirkungen, insbesondere das kriegsbedingte Fehlen des männlichen Bevölkerungsanteils zwischen 1914 und 1918, zu dieser „Blitzlücke“ beitragen, kann nicht abgeschätzt werden. Immerhin ist bemerkenswert, dass durch den einzigen während des 1. WK im UG verifizierten Blitzschlag mit Todesfolge (11.08.1915, Nieder-Ohmen) eine weibliche Person erschlagen wurde.

Wie allgemein in der Literatur beschrieben (COATES et al 1993; CURRAN et al 1997; ELSOM 1993; LOPEZ und HOLLE 1998), geht die Anzahl blitzbedingter Todesfälle im Laufe der Jahre beständig zurück. Auch im UG ist dies der Fall, von im Schnitt zwei Blitztoten pro Jahr Anfang der 1880er Jahre bis hin zu einem Blitztoten alle 2,5 Jahre Ende der 1970er Jahre. Verantwortlich hierfür sind ausschließlich anthropogene Gründe: Die permanente Verringerung des in der Land- und Forstwirtschaft tätigen Bevölkerungsanteils in Hessen führt während des Untersuchungszeitraumes auch im UG zu einem sich ständig verringernden Anteil von sich zu Arbeitszwecken häufig und damit auch während Gewittern im Freien aufhaltenden Personen.[73] Hinzu kommt die Vergrößerung städtebaulicher Siedlungsflächen, die ihrerseits durch die Konzentration von (in der Regel mit Blitzschutzanlagen versehenen) Gebäuden in verschiedenen Größenordnungen blitzbedingte Todesfälle verringern helfen. ELSOM (1993) sowie COATES et al (1993) schreiben der verbesserten Wahrnehmung der Blitzgefahren in der Öffentlichkeit sowie auch der verbesserten medizinischen Sofortversorgung der Blitzopfer ebenfalls einen gewissen Effekt zu. Inwieweit dies im UG der Fall ist, lässt sich aus den vorliegenden Daten jedoch nicht beurteilen.

Es hat sich also ein grundlegender Wandel vollzogen: Waren blitzbedingte Todesfälle zu Beginn des Untersuchungszeitraumes im UG ein jährlich vorkommendes Ereignis, so wandelt sich dieser Sachverhalt nach dem 2. WK, insbesondere in den Jahren nach 1960, zu einer selten auftretenden Erscheinungsform um. Der Blitzschlag hat im UG somit im Laufe der Jahre viel von seinem Gefahrenpotential für den Menschen verloren. Dennoch bleibt er für zahlreiche Menschen auch heutzutage die Quelle von Furcht und Ehrfurcht bei einem Gewitter.

6.2.6.1.3.: Die räumliche Verteilung blitzbedingter Todesfälle im UG

Alle verifizierten Blitzschlagereignisse sind (ohne Angabe der Anzahl der Toten) in Abb. 71 aufgetragen. Auffallend ist zunächst, dass alle großen Städte unter Berücksichtigung der Innenstadtbereiche und der Vororte zumindest ein Ereignis während des Untersuchungszeitraumes verzeichnen. Die größte Anzahl an Ereignissen (9) weist das Frankfurter Stadtgebiet (mit seinen Vororten) auf. Während der Offenbacher und der Hanauer Innenstadtbereich je zwei Blitzereignisse aufführen, sind die Blitzschlagereignisse in Gießen und Fulda auf Fälle in den eingemeindeten Vororten zurückzuführen. Daneben gibt es aber auch ländlich geprägte Gemeindegebiete, in denen während des Untersuchungszeitraumes zwei Ereignisse auftraten

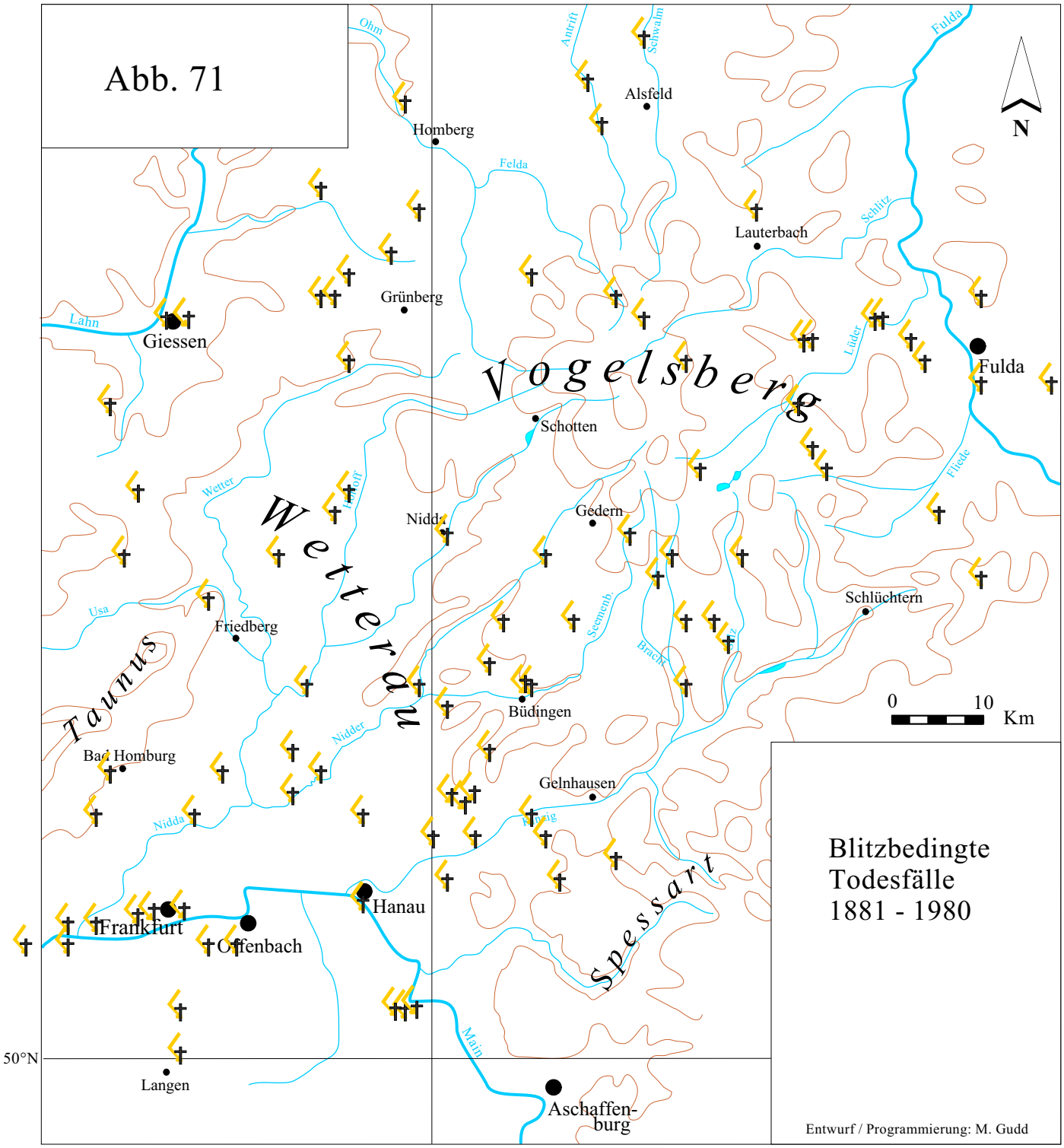
[73] Nach HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT (1960) betrug der in der Land- und Forstwirtschaft tätige Bevölkerungsanteil in Hessen im Jahre 1882 noch 52%. Bis 1958 ging er kontinuierlich auf ca. 15% zurück.

(Bommersheim, Büdesheim, Büdingen, Großenlüder, Stockhausen/Fulda), in den Gemeinden Hüttengesäß und Seligenstadt kam es sogar zu drei Blitzschlagereignissen mit Todesfolge.

In Abb. 71 liegen ereignisreiche und ereignisarme bzw. –lose Regionen dicht beieinander. Gebiete, die sich durch eine Häufung von Ereignissen auszeichnen, finden sich hauptsächlich in einem Streifen vom Vorderen Vogelsberg (etwa zwischen Reiskirchen und Grünberg) über die nördliche Vogelsbergabdachung bis hin zum westlichen Landkreis Fulda, im südwestlichen und südlichen Unteren Vogelsberg (etwa zwischen Bracht- und Salztal), im Büdingen-Meerholzer-Hügelland, im unteren Kinzigtal mit dem Freigericht sowie daran anschließend in der Wetterau vor allem im südlichen Bereich.

Ereignisarmut bzw. –losigkeit wird hauptsächlich verzeichnet im westlichen und südwestlichen Fulda-Haune-Tafelland mit dem Ottrauer Bergland zwischen der Nordgrenze des UG und der Mündung der Schlitz, im nördlichsten Vogelsbergvorland, etwa im Übergangsbereich zur südlichen Oberhessischen Schwelle (zwischen Homberg (Ohm) und Alsfeld), im östlichen Unteren Vogelsberg mit der Region südlich Lauterbach sowie dem Gieseler Forst, im südöstlichen Unteren Vogelsberg im Übergang zum Landrücken, im Hohen Vogelsberg (Oberwald) sowie daran anschließend im westlichen Unteren Vogelsberg mit den höherliegenden Regionen des Vorderen Vogelsberges (etwa Laubacher Hügelland), im Büdinger Wald, im oberen Kinzigtal mit dem zum UG gehörenden Teil des Schlüchterner Landes, im zum UG gehörenden Teil des hessischen Spessarts, in der südlichen Wetterau im Bereich des Bergener Rückens (zwischen Bad Vilbel und Frankfurt), schließlich im Übergang von der Wetterau in den Taunus (Taunusfuß SW Friedberg) sowie im südlichen Gießener Becken mit dem Gießener Landrücken.

Alle Regionen, die in Abb. 71 durch Ereignisarmut bzw. –losigkeit auffallen, verzeichnen nach KLAUSING (1988) und WAGNER (1961) einen hohen Waldanteil oder zumindest im Vergleich zum Umland einen geringeren landwirtschaftlichen Nutzungsgrad. Die Regionen, in denen eine Häufung von Ereignissen verzeichnet wird, sind demgegenüber durch offenes Gelände mit zugleich hohem Anteil landwirtschaftlich (z.B. Wetterau, Büdingen-Meerholzer-Hügelland) bzw. viehwirtschaftlich oder ackerbaulich (z.B. westlicher Landkreis Fulda) genutzter Flächen gekennzeichnet. Auch wenn in Abb. 71 jener Anteil blitzbedingter Todesfälle aufgeführt ist, der innerhalb von Gebäuden stattfand, lässt sich aus der geschilderten räumlichen Verteilung der Ereignisse im UG der offensichtliche Zusammenhang mit dem überwiegenden Auftreten blitzbedingter Todesfälle in freiem Gelände herstellen.


Abb. 71
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
Homberg
Felda
N
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Giessen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Friedberg
Taunus
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
0
10
Km
Blitzbedingte
Todesfälle
1881 - 1980
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

6.2.6.1.4.: Die regionale Blitzgefährdung im UG und ihr Trend über den Untersuchungszeitraum

Wird die Anzahl der blitzbedingten Todesfälle auf die Bevölkerung bezogen, ergibt sich die Blitzgefährdung der betreffenden Region (BRUCKMANN 1955; MACKERRAS 1992). Für das UG wurde zu diesem Zweck der Bevölkerungsanteil der wichtigsten dem UG zugehörigen Altlandkreise (vor 1972) verwendet. Die entsprechenden Zahlen sind in Tab. 18 in 30-Jahres-Intervallen aufgetragen. Zum Vergleich: Für die Bundesrepublik Deutschland gibt HARMS (1961) für die Jahre 1952-59 eine allgemeine Blitzgefährdung von 0,7 Toten auf eine Million Einwohner an.

Es ergeben sich aus Tab. 18 folgende Ergebnisse:

1. Die Blitzgefährdung ist während des Untersuchungszeitraumes in den Städten des UG geringer als in den ländlich geprägten Regionen. Der Wert liegt in den Städten im Jahresintervall 1881-1910 bei 0,9 Todesfällen pro Million Einwohner und geht nach dem 2. WK auf den geringen Wert von 0,1 zurück. Einige Stadtbereiche, wie Offenbach, Gießen und Fulda, verzeichnen mitunter sogar den Wert 0. Der hohe Gießener Wert des ersten 30-Jahres-Intervalls resultiert allein aus einem Einzelereignis mit drei Toten (03.06.1884). Die hohen Absolutwerte städtischer Blitzschlagereignisse (s. Abb. 71) sind im UG somit nicht Ausdruck einer dort in welcher Weise auch immer erhöhten Blitzgefährdung, sondern lediglich der Ausdruck der dort erhöhten Bevölkerungsdichte.

2. Die Blitzgefährdung ist während des Untersuchungszeitraumes in den landwirtschaftlich bzw. viehwirtschaftlich und ackerbaulich geprägten Altlandkreisen des UG am höchsten. Hohe Werte in allen 30-Jahres-Intervallen weist insbesondere der westliche Teil des Landkreises Fulda auf, außerdem die Altlandkreise Büdingen, Gelnhausen und Lauterbach. Alsfeld und Büdingen besitzen im Intervall 1881-1910 mit 6,4 Toten pro Million Einwohner den höchsten 30-Jahres-Wert überhaupt. Bemerkenswert ist andererseits das Fehlen verifizierter Ereignisse im zum UG gehörigen Teil des Altlandkreises Schlüchtern; dem Nullwert dort sollte aufgrund möglicher fehlender Daten allerdings mit Skepsis begegnet werden.

Tab. 18: Blitzbedingte Todesfälle - bezogen auf Bevölkerung im UG

Altlandkreise	**1881-1910 (1)**	**T**	**Tote/Mio. Bev.**	**1911-1940 (2)**	**T**	**Tote/Mio Bev.**	**1951-1980 (3)**	**T**	**Tote/Mio Bev.**	**Gesamtwert**
Frankfurt (Stadt)	299200	**6**	0,67	540100	3	0,19	670300	2	0,10	0,32
Hanau (Stadt)	29300	**1**	1,14	38900	0	0,00	52600	1	0,63	0,59
Offenbach (Stadt)	47000	**1**	0,71	86200	0	0,00	116900	1	0,29	0,33
Gießen (Stadt)	26700	**3**	3,75	39200	1	0,85	73100	0	0,00	1,53
Fulda (Stadt)	16000	**0**	0,00	28450	0	0,00	44900	0	0,00	0,00
Zw-summe (Stadt)	**418200**	**11**	**0,88**	**732850**	**4**	**0,18**	**957800**	**4**	**0,14**	**0,40**
Alsfeld	41600	**8**	6,41	42600	2	1,56	55900	1	0,60	2,86
Büdingen	52100	**10**	6,40	58700	3	1,70	88100	4	1,51	3,20
Friedberg	64550	**5**	2,58	90100	4	1,48	175400	1	0,19	1,42
Fulda (westl. Teil)	27700	**3**	3,61	34150	4	3,90	65600	4	2,03	3,18
Gelnhausen	35150	**2**	1,90	45200	5	3,69	78300	3	1,28	2,29
Gießen	55950	**5**	2,98	65900	3	1,52	112000	1	0,30	1,60
Hanau	36700	**6**	5,45	53500	4	2,49	125900	1	0,26	2,74
Lauterbach	31500	**4**	4,23	33100	5	5,04	44800	2	1,49	3,59
Obertaunus	21500	**1**	1,55	33300	1	1,00	76600	0	0,00	0,85
Offenbach	53800	**4**	2,48	88200	3	1,13	234900	0	0,00	1,20
Schlüchtern	16750	**0**	0,00	19000	0	0,00	28600	0	0,00	0,00
Wetzlar	10800	**1**	3,09	14200	0	0,00	25600	0	0,00	1,03
Summe										
Zw-summe (Land)	**448100**	**49**	**3,65**	**577950**	**34**	**1,96**	**1111700**	**17**	**0,51**	**2,04**
Summe	**866300**	**60**	**2,31**	**1310800**	**38**	**0,97**	**2069500**	**21**	**0,34**	**1,20**

Anmerkungen:
(1) - Ortsanwesende Bevölkerung am 02.12.1895.
(2) - Wohnbevölkerung am 16.06.1925.
(3) - Wohnbevölkerung am 30.06.1967.

Quellen: HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT (1960), Tab. 4 (S. 505); HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT (Hg.) (1968): Historisches Gemeindeverzeichnis für Hessen, H. 1: Die Bevölkerung der Gemeinden 1834 bis 1967.

LK Lauterbach + Weidenau, LK Fulda + Oberkalbach

3. Die Werte der auf die Bevölkerung bezogenen Blitzgefährdung sinken über den gesamten Untersuchungszeitraum ab. Kamen im ersten 30-Jahres-Intervall noch Werte von über 5 Todesfällen pro Million Einwohner vor[74] (Altlandkreise Alsfeld, Büdingen, Hanau), so sind im 30-Jahres-Intervall 1951-80 die Werte zum Teil deutlich unter 1 gefallen. Auffallend ist allerdings auch dabei wieder, dass gerade in den stark land- und viehwirtschaftlich geprägten Altlandkreisen Büdingen, Lauterbach, Fulda (westlicher Teil) und Gelnhausen auch nach dem 2. WK die Kennziffern für die Blitzgefährdung weiterhin deutlich über dem von HARMS (1961) angegebenen Wert von 0,7 Blitztoten auf 1 Million Einwohner liegen.

Alle hier genannten Ergebnisse stimmen mit den Resultaten anderer Ergebnisse (ELSOM 1993; CURRAN, HOLLE und LOPEZ 1997) vollkommen überein. Bemerkenswert ist übrigens, dass dabei die für verschiedene Länder von MACKERRAS (1992, S. 41) dargelegten jährlichen Verlaufszahlen der auf die Bevölkerung bezogenen Blitzgefährdung sämtlich mit dem 2. WK einen abrupten Abfall nach unten verzeichnen. Die im UG zu beobachtende Verringerung der Blitzschlagereignisse mit Todesfolge sowie die damit einhergehende Verringerung der allgemeinen Blitzgefährdung sind somit weltweit zu beobachtende Phänomene.

6.2.6.1.5.: Die Jahresverteilung der Blitzschadensereignisse mit Todesfällen

Drei Viertel aller Fälle treten in den Monaten Juni, Juli und August auf. Ein nicht unerheblicher Anteil wird noch im Mai verzeichnet, während auf die Monate April bzw. September lediglich ein knappes Zehntel entfallen. Im Oktober gab es im UG bislang keine blitzbedingten Todesfälle. Der im Jahresverlauf im UG am frühesten vorgekommene verifizierte Fall ist der 28. April (aufgetreten im Jahre 1913). Der am spätesten vorgekommene verifizierte Fall im Jahresverlauf ist der 21. September (aufgetreten im Jahre 1957) (Abb. 63).[75]

Von Form und Anteil her vergleichbare Jahresverläufe blitzbedingter Todesfälle werden von MACKERRAS (1992) für die USA angegeben sowie von COATES et al (1993) für Austra-

[74] Diese Werte liegen in übereinstimmender Größenordnung mit den frühesten derartigen Angaben aus dem deutschsprachigen Raum, die seiner Zeit von HELLMANN (1886) für den Zeitraum 1869 bis 1883 für Preußen und Baden berechnet wurden. Die Blitzgefährdung lag demnach in beiden Staaten bei etwa 4 Todesfällen pro Million Einwohner.

[75] In der längeren und durchgehenden Datenreihe ab 1700 erscheint die Jahresspanne geringfügig größer. Als frühester Fall ist hier der 18. April (Jahr: 1948) zu nennen, als spätester im Jahr der 22. September (1810). Knapp außerhalb des UG gab es am 01. April des Jahres 1908 in Alzenau einen tödlichen Blitzschlag (NEES und KEHRER 2002, S. 184).

lien (zeitlich um sechs Monate verschoben). Auch hier treten ca. 80% aller Todesfälle in den Sommermonaten auf.

Das ausgeprägte sommerliche Maximum bei den blitzbedingten Todesfällen wird durch die beiden folgenden Tatsachen bewirkt:

1.) In meteorologischer Hinsicht durch die allgemeine Gewittertätigkeit im UG mit ihrem ausgeprägten Maximum in den Sommermonaten.
2.) Während der warmen Jahreszeit halten sich die Menschen am häufigsten in der freien Natur auf, sei es zu Arbeits-, sei es zu Erholungszwecken.

Beide Sachverhalte führen zu dem in den Abb. 63, 66 und Abb. 69 dargestellten Jahresverläufen der blitzbedingten Todesfälle. Zwar kommt es während des Untersuchungszeitraumes dabei mitunter bei besonders heftigen und blitzintensiven Gewitterereignissen zu Todesfällen. In 20% aller Fälle ist dies im UG der Fall. Doch bei einem Drittel aller Fälle geschieht der Todesfall bei Gewitterereignissen, die im UG keine weiteren (besonderen) Schäden verursachten. Daher entspricht der Jahresverlauf der blitzbedingten Todesfälle auch nicht dem der *SLS*-Ereignisse im UG.

Relativ häufige Todesfälle werden im UG vor allem Mitte Mai, Anfang Juni, Ende Juni, Mitte Juli sowie Ende Juli bis Mitte August verzeichnet. Bemerkenswert ist auch hier das relativ seltene Vorkommen von Blitztoten während des mittsommerlichen Blitzschadensminimums. Auch das langgestreckte Maximum in den ersten Augusttagen ist sehr ausgeprägt. Hierbei steigt der Anteil der Blitztoten an den Gesamtblitzschäden kurzzeitig sogar bis auf etwa 30%, zumindest teilweise bedingt durch die Tatsache, dass sich bis weit nach dem 2. WK gerade während dieser Zeitspanne viele Menschen auf dem Felde zu landwirtschaftlichen Erntearbeiten aufhielten.

6.2.6.1.6.: Die Tagesverteilung der Blitzschadensereignisse mit Todesfällen

Die Tagesverteilung blitzbedingter Todesfälle ist aus Tabelle 13 ersichtlich. Das nachmittägliche Gewittermaximum und die Arbeits- und Freizeitgewohnheiten der Bevölkerung während des Untersuchungszeitraumes greifen auch hier ineinander und führen zu dem außerordentlich hohen Wert für das Zeitintervall 15 bis 18 Uhr. Die geringen Vormittagswerte sind bedingt durch das vormittägliche Gewitterminimum. Die niedrigen Werte nächtlicher blitzbedingter Todesfälle resultieren aus dem normalen Tagesablauf der im UG lebenden Bevölkerung. Die während der Zeit zwischen 21 und 06 Uhr vorgekommenen Ereignisse betrafen zwei Fälle innerhalb bzw. an Gebäuden (27.07.1895, 04.09.1903) sowie einen Schäfer, der sich während eines Nachtgewitters bei seiner Herde auf freiem Feld befand (11.06.1961).

6.2.6.1.7.: Die näheren Umstände der blitzbedingten Todesfälle im UG

Der detaillierte Blick auf die näheren Umstände der einzelnen Blitzschlagereignisse zeigt als erstes, dass Blitzopfer in der Regel männlich sind. Diese Tatsache ergibt sich aus dem geschlechterspezifischen Verhalten, nach dem Männer weit mehr an Außenaktivitäten beteiligt sind als Frauen (MACKERRAS 1992; COATES et al 1993; CURRAN, HOLLE und LOPEZ 1997; ELSOM 1993).[76] Die entsprechenden Werte sind in Tab. 19 dargestellt.

Tabelle 19: Blitzbedingte Todesfälle im UG – Geschlechterunterschiede (1881-1980, ohne 1941-50)

Geschlecht	Männlich	Weiblich	keine Angabe
Anzahl der Toten (n=119)	87	29	3
UG in % (1881-1980, ohne 41-50)	73,1	24,4	2,5
CURRAN, HOLLE und LOPEZ (1997) für USA (1959-1994), in %	83	17	
ELSOM (1993) für England, Wales (1852-1990), in %	85	15	
HARMS (1961) für Deutschland (1952-1959), Todesfälle und Verletzungen, in %	64,8	35,2	

Die in Tab. 19 für das UG berechneten Werte des männlichen Bevölkerungsanteils unterscheiden sich gegenüber den für Australien, USA sowie England und Wales analysierten Daten durch den erhöhten Anteil weiblicher Blitzopfer. Ein solch erhöhter Anteil weiblicher Blitzopfer wird auch in den von HARMS (1961) mitgeteilten Zahlen deutlich. Ein möglicher Grund für diesen Unterschied wird weiter unten erläutert.

Weitere interessante Rückschlüsse liefert die Untersuchung von Tätigkeiten und Aufenthaltsort der Blitzopfer im Moment des tödlichen Blitzschlages. Diese Angaben sind, sofern in den Quellen angegeben, in der folgenden Tabelle 20 aufgetragen, wobei die Einteilung in „Personenkreis“ der Arbeit von HARMS (1961) entnommen und modifiziert wurde:

[76] Auch hier war es wieder HELLMANN (1886), der in seiner Blitzstatistik für Preußen und Baden für die Jahre 1869 bis 1883 als erster auf diesen Sachverhalt hinwies.

Tab. 20: Personenkreis der tödlich vom Blitz Getroffenen
(1881-1980, ohne 1941-50)

Personenkreis/Geschlecht	männlich	Weiblich	k.A.	Gesamt	Gesamt in %
Im Freien: Landwirtschaftlich Beschäftigte	40	17	0	57	47,9 (männl.: *46,0)* *(weibl.: 58,6*)
Im Freien: Anderweitig Beschäftigte	9	1	0	10	8,4
Im Freien: Tätigkeit nicht angegeben	24	3	3	30	25,2
Im Freien: Freizeittätigkeiten (Wandern, Zelten, Baden usw.)	2	1	0	3	2,5
Keine näheren Angaben (vermutlich aber im Freien)	0	2	0	2	1,7
In / An Gebäuden befindliche Personen	12	5	0	17	14,3
	87	29	3	119	
Alle Fälle im Freien (in %)	***86,2***	***82,8***	***100***	***85,7***	
Alle Fälle in/an Gebäuden (in %)	***13,8***	***17,2***	***0***	***14,3***	

Wie zuvor schon in 6.3.1.3. erwähnt, zeigt auch Tabelle 20, dass tödliche Blitzschläge im UG in der Regel im Freien auftreten. Dies geht mit den in vielen Untersuchungen herausgestellten Ergebnissen konform (MACKERRAS 1992; COATES et al 1993; CURRAN, HOLLE und LOPEZ 1997). Auch WIESINGER (1972, S. 46) erwähnt, dass während des Zeitraumes 1952 bis 1966 in der Bundesrepublik Deutschland mehr als 75% aller Blitzunfälle im Freien registriert wurden. HARMS (1961) hat eine Aufstellung der Blitzunfälle in der Bundesrepublik Deutschland von 1952 bis 1959 veröffentlicht, wobei von 312 tödlichen Unfällen 195 (63%) im Freien stattfanden, nur 33 (11%) in Gebäuden. 84 (27%) wurden als "verschiedene" Standorte nicht näher gekennzeichnet. COATES et al (1993) geben für Australien für im Freien vorgekommene tödliche Blitzschläge einen Wert von 86% an. Auch LOPEZ et al (1995) betonen für den US-Bundesstaat Colorado das absolute Überwiegen von tödlichen Blitzschlägen im Freien ohne weitere Angabe berechneter Werte.

Damit treten auch im UG die blitzbedingten tödlichen Unfälle in bzw. an Gebäuden deutlich in den Hintergrund. Ihr Anteil beträgt über den gesamten Untersuchungszeitraum nur 14%. Dieser Wert ist etwas höher als der von HARMS (1961) mitgeteilte Wert von 11%, was sich aus der unterschiedlichen Länge der Untersuchungszeiträume ergibt. Es sei daran erinnert, dass es im UG ausschließlich vor dem 1. WK zu blitzbedingten Todesfällen in Gebäuden kam. Der relative Anteil an blitzbedingten Todesfällen innerhalb von Gebäuden betrug im ersten 30-Jahres-Intervall immerhin noch 27%. Danach jedoch trat der letzte dokumentierte Todesfall in dieser Hinsicht bereits am 13. Juli 1914 auf.

Das allgemeine Verschwinden blitzbedingter Todesfälle in Gebäuden ist auf den während des Untersuchungszeitraumes zunehmenden Gebrauch von Gebäudeblitzschutzanlagen sowie durch den verstärkten Einbau stromableitender Metalle zurückzuführen (s. hierzu auch WIESINGER 1972), wie dies bereits bei der Betrachtung von Mehrfachtodesfällen innerhalb von Gebäuden in Kap. 6.3.1.1. erläutert wurde. Dieser Trend ist nicht nur deutschlandweit, sondern weltweit zu verzeichnen. So wird z.B. von ELSOM (1993) ein Rückgang blitzbedingter Todesfälle in Gebäuden auch von England und Wales berichtet. Solche Todesfälle treten heutzutage in der Regel nur noch in ungeschützten Gebäuden bzw. Gebäudeteilen auf, wie dies z.B. bei Geräteschuppen, Gartenhäusern oder Schutzhütten der Fall ist.[77] Als ein recht neuer Risikofaktor bezüglich Blitzschlag in Gebäuden ist das Telefonieren während Gewitter anzusehen (ANDREWS et al 1992). Allerdings trat im UG dieser Fall während der gesamten Untersuchungsperiode bis heute (2003) nicht auf.
Interessant ist übrigens die Tatsache, dass die bis 1914 vorgekommenen Blitzschlagopfer in Gebäuden im UG relativ häufiger weiblich waren als männlich (Tab. 20). Auch dies ist eine Bestätigung des groben geschlechtsspezifischen Verhaltens, nach dem Frauen während des Untersuchungszeitraumes im Prinzip häufiger Tätigkeiten im Hause durchführten.

Tödliche Blitzschläge im Freien betreffen im Untersuchungszeitraum im UG zunächst in ganz überwiegender Form die im Freien landwirtschaftlich arbeitende Bevölkerung. Fast die Hälfte aller Blitzopfer führte landwirtschaftliche Arbeiten durch, nur weitere 9% waren im Freien anderweitig beschäftigt. Diese Zahlen sind Mindestwerte, da bei einigen der anderen im Freien vorgekommenen Ereignisse, bei denen aus den Quellen die Tätigkeit nicht angegeben wurde bzw. keine näheren Angaben herauszufinden waren, ebenfalls von landwirtschaftlicher Tätigkeit ausgegangen werden konnte. HARMS (1961) gibt für den entsprechenden Personenkreis 51% bzw. 11% an.

Auffallend ist in Tabelle 20 der erhöhte relative Anteil weiblicher Blitztoter bei landwirtschaftlichen Arbeiten auf dem Feld (59% gegenüber 46% beim männlichen Bevölkerungsanteil). Dieses Ergebnis steht zunächst in einem gewissen Widerspruch zu der Tatsache, dass überwiegend Personen männlichen Geschlechts im Freien vom Blitz erschlagen werden. Doch wird dieser Unterschied klar, wenn man sich die bäuerliche Arbeitssituation im UG während des Untersuchungszeitraumes vor Augen führt. So waren nach HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT (1960) zwischen 1860 und 1960 in der Tat relativ mehr Frauen in der

[77] Einen solchen Todesfall durch Blitzschlag gab es beispielsweise im Juni 1990 in einem rheinhessischen Weinberg.

hessischen Land- und Forstwirtschaft beschäftigt als Männer. Dieser hohe Frauenanteil (1882: 69% aller weiblichen Erwerbspersonen) ergab sich aus der Tatsache, dass weibliche Personen in der Familie neben ihrer Haushaltstätigkeiten oft zusätzlich auf dem Felde mithalfen und in Haus und Hof unterstützend mitwirkten. Damit könnten auch die in Tab. 19 aufgezeigten Unterschiede zu den US-amerikanischen und australischen Angaben des weiblichen Anteils an Blitzopfern erklärt werden.

Interessant ist in dieser Hinsicht eine Auszählung aller tödlichen Blitzunfälle auf die Wochentage (Tab. 21).

Tabelle 21: Prozentualer Anteil der Wochentage an den Blitzunfällen mit Todesfolge

Wochentag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
Anzahl	26	21	16	9	18	9	6
Anteil (%)	24,76	20	15,24	8,57	17,14	8,57	5,71

Die häufigsten Blitzunfälle traten während des Untersuchungszeitraumes werktags auf, vor allem montags, wenn nach dem Wochenende die Feldarbeit wieder begann. An Samstagen und Sonntagen ruhte dagegen die Feldarbeit, die entsprechenden Werte sind hier deutlich geringer.
Kennzeichnend ist auch, dass die während der Nachtstunden (21-06 Uhr) im UG aufgetretenen blitzbedingten Todesfälle (s. Kap. 6.3.1.7.) nicht bei landwirtschaftlichen oder anderen Arbeitstätigkeiten vorkamen.

Blitzbedingte Todesfälle, bei denen sich die betroffenen Personen laut Quellenangaben eindeutig zu Erholungszwecken (z.B. Wandern, Spazierengehen, Baden, Zelten usw.) im Freien aufhielten, gab es im Zeitraum 1881-1980 im UG erst nach 1960(!). Hierzu gehörten die Ereignisse: 19.06.1962: Spaziergänger bei Fulda; 27.07.1969: Soziusfahrerin bei Wölfersheim; 22.06.1975: Zuschauer bei einer Veranstaltung im Freigericht. Im Gegensatz zu den oben genannten früheren, in der Regel werktags aufgetretenen Ereignissen zeigen diese Fälle jüngeren Datums eine durchaus ganz andere zeitliche Charakteristik: Sie treten verstärkt am Wochenende auf. So fanden zwei von den drei Ereignissen an einem Samstag bzw. Sonntag statt.

Damit wird jener Trend angezeigt, der auch in den anderen oben genannten Untersuchungen in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts immer stärker zur Entfaltung kommt. Die fortschreitende Abnahme des Anteils an landwirtschaftlich tätigen Personen sowie das sich (vor allem seit dem 2. WK) ändernde Arbeits- und Freizeitverhalten der Gesamtbevölkerung führen dazu, dass sich die Umstände der blitzbedingter Todesfälle mehr und mehr ändern. Die Anzahl der auf dem Felde Arbeitenden sinkt beständig, während die Anzahl derer, die sich

zum Zwecke der Freizeitgestaltung (z.B. Naherholung, Sport usw.) im Freien aufhalten, rapide ansteigt. So zeigen CURRAN, HOLLE und LOPEZ (1997), dass heutzutage in den USA an den Wochenenden die häufigsten Blitzunfälle auftreten. Opfer sind in der Regel Erholungssuchende und Sportler. Nach HOLLE et al (2001) verringerte sich auch in den USA der Anteil der vom Blitz getroffenen landwirtschaftlich Tätigen ganz bedeutend in der Zeitspanne zwischen 1890 und 1990; ebenso stieg der Anteil jener Blitzopfer stark an, die sich zu Erholungszwecken und bei sportlicher Betätigung im Freien aufhielten.

6.2.6.1.8.: Der Zusammenhang von blitzbedingten Todesfällen und Gewitterart

Aus dem Jahresverlauf der Ereignisse mit blitzbedingten Todesfällen ergibt sich schon in Kap. 6.2.2.1., dass, unabhängig vom Arbeits- und Freizeitverhalten der Bevölkerung im UG, unterschiedliche Gewitterarten am Zustandekommen von blitzbedingten Todesfällen beteiligt sind. Zur Überprüfung, welcher Art die Gewitter angehören, wurden die wichtigsten Abschnitte im Jahresverlauf in drei gleichlange Teile gegliedert und die in diesen Teilen aufgetretenen Ereignisse näher untersucht.

Folgende Ergebnisse können festgehalten werden:

Erste Phase 21.05. bis 10.06. (n = 18)

Haupteigenschaften: Die Mehrzahl der betrachteten Fälle zieht aus dem östlichen Sektor heran und ist von Starkniederschlag begleitet. Einige Fälle sind sehr blitzintensiv, nur wenige Fälle treten als Einzelschlag auf.

Zweite Phase 20.06. bis 10.07. (n = 16)

Haupteigenschaften: Die Mehrzahl der betrachteten Fälle zieht aus dem westlichen Sektor heran und ist zum Teil von Starkniederschlag und Starkwind begleitet. Nur wenige Fälle sind blitzintensiv, relativ häufig treten Einzelschläge auf.

Dritte Phase 21.07. bis 10.08. (n = 25)

Haupteigenschaften: Die Mehrzahl der betrachteten Fälle zieht aus dem westlichen Sektor heran und ist zum Teil von Starkniederschlag und nur in geringen Fällen von Starkwind begleitet. Einige Fälle sind blitzintensiv, etwas häufiger treten Einzelschläge auf.

Die aus dem östlichen Sektor hauptsächlich während der ersten Phase auftretenden Ereignisse spiegeln sich auch in Tabelle 14 (Kap. 6.2.4.) in den erhöhten Werten bei den meridionalen Lagen (insbesondere bei HNFz, HNa, HNFa und SEa) wider. Als Erklärung hierfür können die Tatsachen herangezogen werden, dass einmal das Jahresmaximum der häufig aus dem

östlichen Sektor heranziehenden Gewitter in die Zeit fällt, in der sich landwirtschaftlich Beschäftigte im UG während des Untersuchungszeitraumes häufig auf den Feldern aufhielten. Zweitens wirken lokale Cumulonimben, wie sie im Anfangsstadium der Ostgewittertätigkeit in den Mittags- und Nachmittagsstunden entstehen, für einen Betrachter in der Regel nicht so bedrohlich wie eine beispielsweise von Westen heranrückende Böenfront. Drittens zeigen Ostgewitter gegenüber von Westen heranziehenden Gewittern in vielen Fällen eine nur geringe Verlagerungstendenz. All dies konnte dazu beitragen, dass trotz des Aufziehens von Gewittern die Feldarbeit bzw. die Außenaktivitäten nicht unterbrochen wurden und sich die Personen weiterhin im Freien aufhielten.

Umgekehrt bedeutet dies auch, dass das Ende der in der zweiten und dritten Phase aufgetretenen Gewitter von den Personen im Freien häufig abgewartet wurde. Die oftmals schnelle Verlagerung solcher Gewitterzellen führt oft dazu, dass sich im Freien befindliche Personen nicht mehr rechtzeitig um einen Schutz bemühen konnten. Das relativ häufige Auftreten von Einzelschlägen nährt darüber hinaus auch die Vermutung, dass diese Art der tagsüber aus dem südlichen bis westlichen Sektor heranziehenden Gewitter in gewisser Weise unterschätzt wurde, wie dies bereits in Kap. 6.2.2.1. bei der Beschreibung des Jahresverlaufs erwähnt wurde. Lokal ausgeprägt erscheinen Gewitter in der Regel weniger bedrohlich als auf breiter Front heranziehend.

Das Fehlen von Starkwindschäden und das unternormale Auftreten von blitzbedingten Todesfällen bei TRW deutet darauf hin, dass die sich rasch verlagernden, aus südwestlicher Richtung heranziehenden Schwergewitter (*SLS*) eine geringere Gefährdung für im Freien befindliche Personen darstellt, als zunächst angenommen werden könnte. Doch spielen hier die Tatsachen eine Rolle, dass diese großräumig sich verlagernden Gewitter häufig erst später am Tage stattfinden, wenn sich deutlich weniger Personen im Freien aufhalten. Darüber hinaus erscheinen diese Gewitter häufig derart bedrohlich, dass frühzeitig Schutz gesucht werden kann, und außerdem sind die intensivsten Sturmgewitter, die als markante Böenfronten (*Squall Lines*) quer durchs UG ziehen, nicht selten von einer nur geringen Blitztätigkeit begleitet.
Die im Frühsommer nicht selten aus östlicher Richtung heranziehenden Gewitter sowie die im Hoch- und Spätsommer in der Regel aus südwestlicher Richtung heranziehenden Gewitter können als markante unterschiedliche Formen für zahlreiche blitzbedingte Todesfälle herangezogen werden.

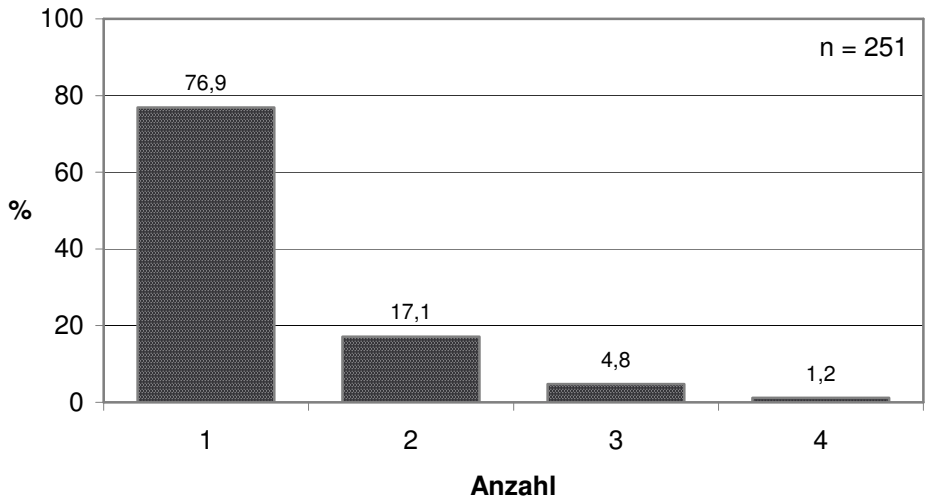
6.2.6.2.: Blitzschadensereignisse mit Brandschäden

Für den Untersuchungszeitraum 1881-1980 (ohne 1941-50) konnten mit Hilfe der verifizierten Quellen 251 Gewitterereignisse erfasst werden, bei denen es im UG zu einem oder auch zu mehreren Brandschadensfällen durch Blitzschlag kam. Dies entspricht einem Anteil von 35% an den gesamten Blitzschadensereignissen.

6.2.6.2.1.: Die Anzahl der Brandschadensfälle pro Schadensereignis

Bei den ermittelten 251 Gewitterereignissen traten im UG insgesamt 327 einzelne Brandschadensfälle auf, d.h. auf ein Ereignis entfallen, gemittelt über den Untersuchungszeitraum, 1,3 Brandschadensfälle. Der relative Anteil der Brandanzahl pro Ereignis ist aus Abb. 72 ersichtlich.

Abb. 72: Relative Verteilung der Brandschadensfälle pro Schadensereignis
(Zeitraum 1881-1980, ohne 1941-50)



Auch hier wird das lokale Schadenpotential eines Blitzschlages deutlich. In über drei Viertel aller Fälle kam es während des Untersuchungszeitraumes bei einem Brandschadensereignis lediglich zu einem einzelnen Brandfall. Nur zu einem geringen Anteil kam es zu zwei Brandfällen und mehr. Diese Ereignisse traten in der Regel bei weit verbreiteten und insbesondere bei sehr intensiven Gewittern auf.

Auffallend ist, dass nach dem 2. WK nur noch selten Blitzschadensereignisse verzeichnet wurden, bei denen es zu zwei oder mehr blitzbedingten Einzelbränden kam. Die drei Ereignisse mit den häufigsten Brandfällen traten vor dem 1. WK auf, und zwar am 02. Juni 1886, 12. Juli 1903 sowie am 28. Juli 1911.

In der Regel betreffen blitzbedingte Brandschäden während des Untersuchungszeitraumes nur einzelne Gebäude oder Teile von Gebäuden. Nur in wenigen Fällen wird durch einen Blitzschlag eine ganze Hofreite oder ein Gebäudekomplex von dem dadurch ausgelösten Brand zerstört. Selten kommen andere signifikante Wirkungen durch Blitzschlag vor. So wurde am 16.08.1969 in Pilgerzell nahe Fulda durch einen blitzbedingten Brand eine Gasexplosion ausgelöst, wodurch eine Tierkörperbeseitigungsanstalt vollständig zerstört wurde. Die Einhaltung von Brandschutzbestimmungen sowie das verbesserte Feuerlöschwesen führten dazu, dass gewitterbedingte, sich ausbreitende Großbrände zumindest in Fällen von landwirtschaftlich genutzten Gebäuden und Wohnhäusern heutzutage seltener auftreten. Im Zeitraum vor 1881 kann den Quellen jedoch noch mancher große blitzbedingte Brandschadensfall entnommen werden. So kam es am 24.06.1865 im Vogelsberg zu einem Gewitter aus östlichen Richtungen, bei dem in Hörgenau elf Gebäude durch einen blitzbedingten Brand zerstört wurden.[78]

6.2.6.2.2.: Gesamtanzahl blitzbedingter Brandschadensereignisse und Trend über den Untersuchungszeitraum

Die Spannbreite der jährlich auftretenden Brandschadensgewitter ist groß. Sie reicht von 0 Fällen, was in mehreren Jahren vorkam (1896, 1915, 1918, 1919, 1920, 1927, 1939, 1940, 1974, 1976), bis hin zu 8 Ereignissen, registriert im Jahre 1909. Auch hier dürften nicht alle Jahre, in denen keine Ereignisse verzeichnet wurden, meteorologisch bedingt sein. 1918 und 1940 könnte die aufgrund der Kriegszeiten stark verminderte lokale Berichterstattung eine Rolle gespielt haben. Daneben fällt aber auch auf, dass einige der hier aufgeführten Jahre ausgesprochene Dürrejahre waren, wie dies z.B. für 1976, 1920 und 1893 in besonderem Maße zutrifft. Wie schon ZIMMERMANN (1948) erwähnt, ist die Gewittertätigkeit in heißen, trockenen Sommern deutlich reduziert.

Die Entwicklung der Brandschadensgewitter und die Entwicklung der Brände pro Ereignis über den Untersuchungszeitraum hinweg sind aus den Abb. 73 und Abb. 74 ersichtlich.

[78] Siehe auch: Ortschronik der Evangelischen Pfarrei Engelrod, S. 302 (ZEKHN Da, C 102).

Abb. 73: Blitzbedingte Brände im UG (1881-1980, ohne 1941-50)

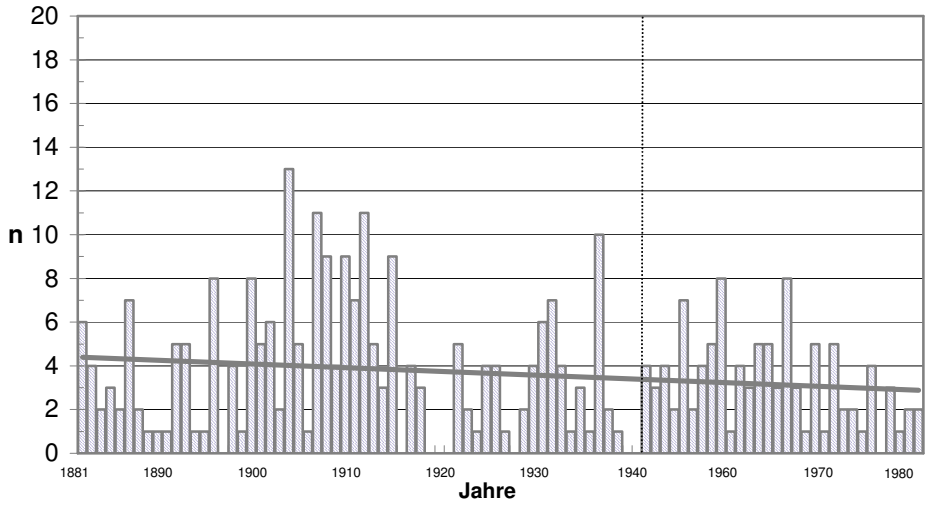
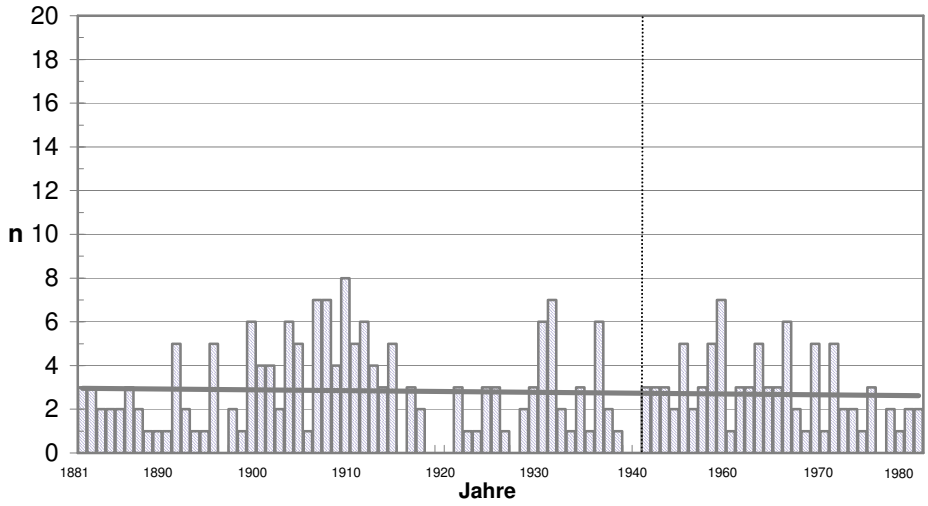


Abb. 74: Ereignisse mit Brandschäden im UG (1881-1980, ohne 1941-50)



Während die Anzahl der blitzbedingten Brände pro Schadensereignis deutlich zurückgeht, kommen Blitzschadensereignisse mit Bränden generell während des ganzen Untersuchungszeitraums in annähernd gleicher Häufigkeit vor. Der Grund hierfür ist klar: Die Anzahl der Brandschäden pro Ereignis sinkt aufgrund der mit der Zeit vermehrt installierten Blitzschutzanlagen. Gewitter mit gleicher Entladungstätigkeit führen daher im Laufe der Zeit zu weniger Brandschäden insgesamt. Dass dennoch die Anzahl der Brandschadensereignisse annähernd gleich bleibt, ist mit der steigenden Anzahl der Gebäude im UG zu erklären.

6.2.6.2.3.: Zeitlicher Verlauf der Brandschadensereignisse - Jahresverteilung

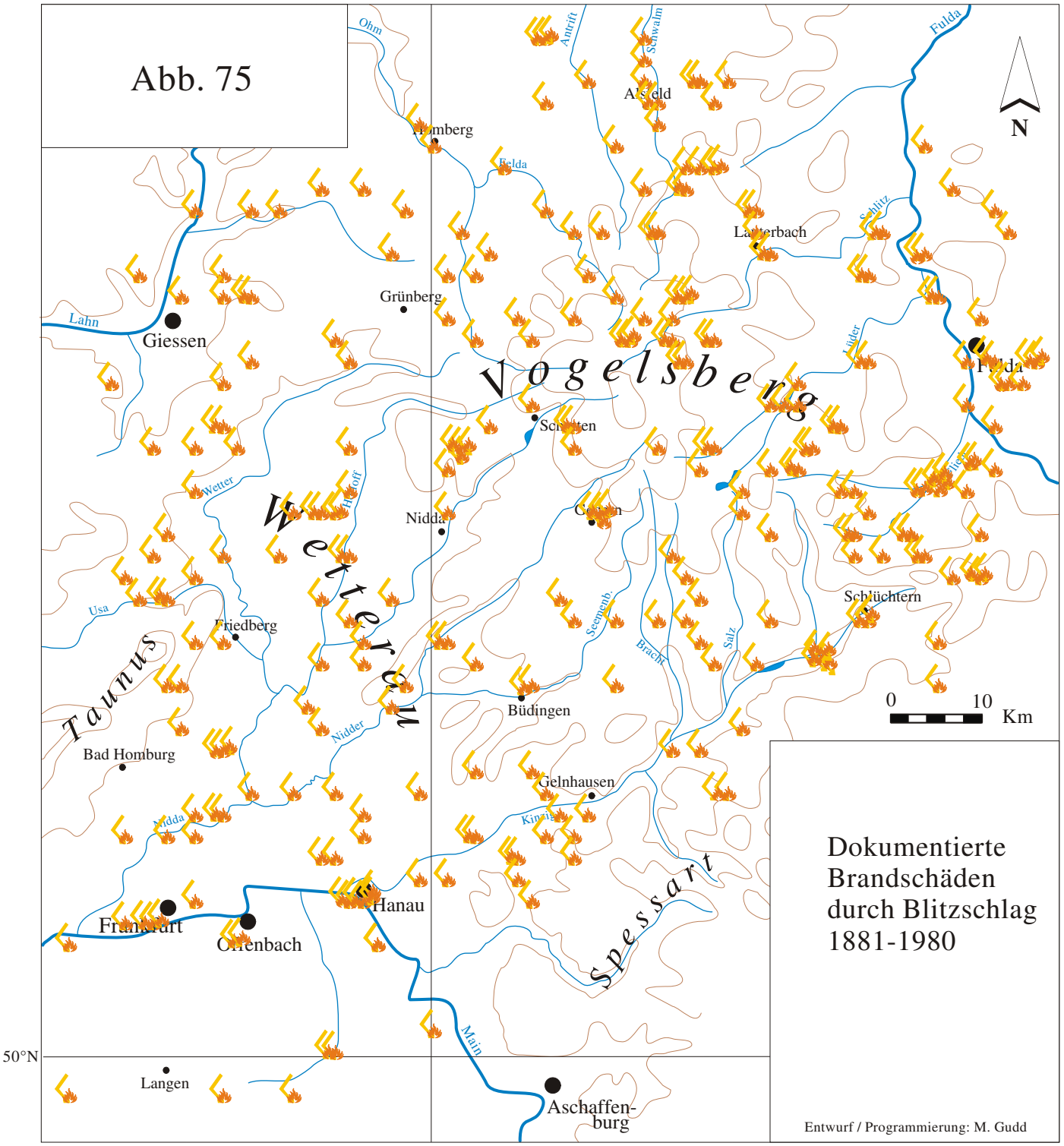
Der Jahresverlauf der Ereignisse mit Brandschäden zeigt ein ausgeprägtes Julimaximum (Tab. 12). Der Jahresverlauf (Abb. 62, Abb. 67) weist ebenfalls einen mehrgipfligen Verlauf auf. Vor allem im Juli steigt die Anzahl der Ereignisse nach Schafkälte und „mittsommerlichem Blitzschadensminimum“ wieder an. Die meisten Ereignisse treten in zwei Wellen Ende Juli und Mitte August auf. Sie decken einerseits sich mit dem sekundären Blitzschadensmaximum Ende Juli. Andererseits sind viele Brandereignisse darauf zurückzuführen, dass die landwirtschaftlichen Gebäude während dieser Zeit mit leicht brennbarem Material wie Heu und Stroh angefüllt sind, was wiederum die Brandgefahr erheblich erhöht. Nach der Augustmitte erfolgt ein sehr intensiver Rückgang. Nach dieser Zeit treten wie alle anderen Blitzschadensfälle nur noch Einzelereignisse auf.

6.2.6.2.4.: Zeitlicher Verlauf der Brandschadensereignisse - Tagesverteilung

Der Tagesgang folgt in Tab. 13 im wesentlichen dem Verlauf der Gesamtblitzschäden mit einem Maximum in den Nachmittagsstunden. Auffallend sind die relativ erhöhten Werte in den Abend- und auch Nachtstunden. Blitzschadensereignisse mit Bränden treten oft in Verbindung mit entladungsintensiven Gewittern auf, die im Hochsommer in Form ausgedehnter *SLS* von Südwesten her über das UG hinwegziehen.

6.2.6.2.5.: Die räumliche Verteilung blitzbedingter Brandschadensfälle im UG

In Abb. 75 sind alle gewitterbedingten Brandschadensfälle während des Zeitraums 1881-1980 (ohne 1941-50) aufgetragen. Generell verteilen sich die Schäden über das gesamte UG, in den Städten Frankfurt und Hanau wird mehrfach über Brandschäden berichtet. Auffallend ist das häufigere Vorkommen im Norden und Osten des UG. Gründe hierfür könnten räumliche Verteilung, Anordnung und Anzahl der dort generell vorhandenen Gebäude (meist landwirtschaftlicher Art) sein oder die Tatsache, dass während des Untersuchungszeitraumes in den dort landwirtschaftlich geprägten Räumen (Altlandkreise Lauterbach und Alsfeld sowie im westlichen und südlichen Landkreis Fulda) die vom Blitz getroffenen Gebäude wie Scheunen, Stallungen, Dreschhallen meist noch ohne ausreichende Blitzschutzanlage versehen waren. Inwieweit solche Begründung zutreffend sind, sollte eigenständiges Thema einer Untersuchung sein. Hier wird dieser Frage nicht weiter nachgegangen.


Abb. 75
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Alsfeld
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Giessen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schlüchtern
Wetter
Horloff
Nidda
Gelnhausen
Seemenb.
Bracht
Salz
Usa
Friedberg
Wetterau
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
Dokumentierte
Brandschäden
durch Blitzschlag
1881-1980
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

6.2.7. Einzelschläge im UG

In Kap. 5.6.4., S. 127, wird die Definition für die Aufnahme eines Schadensereignisses als sogenannter Einzelschlag in die Schadensdatenbank gegeben. Ereignisse mit unternormaler Blitzschadensaktivität können verschiedene Ursachen besitzen:

(a) Auftreten eines nicht-signifikanten Gewitters ohne begleitende Starkregen-, Hagel- und Sturmschäden,
(b) Ereignisse mit dem Schadensschwerpunkt außerhalb des UG,
(c) Ereignisse mit möglichen weiteren undokumentierten Schäden.

Von den insgesamt 710 verifizierten Blitzschadensereignissen zählen aufgrund oben genannten Kriteriums 215 zu den Einzelschlägen, das entspricht fast einem Drittel aller Blitzschäden und einem Fünftel der Gesamtschäden während des Untersuchungszeitraumes 1881-1980 (ohne 1941-50). Es kommt immer wieder vor, dass über das UG hinwegziehende Gewitter in den Quellen lediglich durch einen einzelnen Blitzschlag dokumentiert werden.

Tabelle 22: Auszählung signifikanter und nicht-signifikanter Einzelschläge im UG (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

	Einzelschläge			
	insgesamt	**davon nicht-signifikant**	**davon signifikant – mit Brandschäden**	**davon signifikant – mit Todesfällen**
Anzahl	215	127	57	31
Anteil (%) an allen Einzelschlägen	100	59,1	26,5	14,4

Tabelle 22 zeigt, dass die Einzelschläge erwartungsgemäß zu einem großen Anteil aus dokumentierten nicht-signifikanten Blitzschadensereignissen bestehen.

Über die Jahresverteilung der Einzelschläge (Abb. 57 und Tab. 12) wurde an anderer Stelle bereits das wesentliche aufgezeigt. Einzelschläge gehören überwiegend jenen Perioden im Frühjahr sowie Herbst an, während denen die Gewitter eine verhältnismäßig schwache Entwicklung aufweisen (April bzw. Oktober). Von den drei verifizierten Blitzschadensereignissen im Monat Oktober gehören zwei Fälle zu den Einzelschlägen.

Auch die Tagesverteilung der Einzelschläge (Tab. 13) wurde weiter oben bereits besprochen. Einzelschläge gehören ganz wesentlich zu den Morgen- und Vormittagsstunden (erhöhte Werte vor allem im 3-Stunden-Intervall 9-12 Uhr), was sehr gut den Intensitätsunterschied zwischen Vormittags- und Nachmittagsgewittern widerspiegelt. Nur selten gibt es in der Zeit zwischen 06 und 12 Uhr schwere Gewitter. Bislang sind im UG nur sehr wenige Schwergewitter in dieser Zeitspanne aufgetreten, die sich gleichzeitig auch durch eine große Anzahl an Wolke-Erde-Blitze auszeichneten.[79]

Hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen den Einzelschlägen und den Großwetterlagen (s. Tab. 14, S. 202) gilt generell, dass die gewitterarmen GWL (s. Kap. 6.2.5.) auch bei den Einzelschlägen für negative Abweichungen sorgen. Es gibt jedoch markante Ausnahmen: Bei der GWL „Nordlage, zyklonal“ (Nz) ergibt sich – gegenläufig zum allgemeinen Trend – eine signifikante positive Abweichung. Auch bei NEa (Nordostlage, antizyklonal) findet sich überdurchschnittlich häufiges Vorkommen, zusammen mit Non-*SLS*-Ereignissen, und auch bei der sonst sehr gewitterarmen antizyklonalen Nordwestlage (NWa) deutet sich ein erhöhtes Vorkommen von Einzelschlägen an. Das weist daraufhin, dass die bei diesen GWL entstehenden Gewitterzellen in der Regel nur schwach ausgeprägt sind ohne weitere Wetterschäden (z.B. Rückseiten-Cb in Schauerwetterlagen). Einzelschläge sind darüber hinaus vermehrt nur noch mit der Ostwetterlage HFa (Hoch Fennoskandien, antizyklonal) verbunden. Ansonsten zeigt sich, dass die GWL, die mit schweren Gewittern auftreten, im Verhältnis dazu weniger Einzelschläge aufweisen.

[79] Beispiele hierfür sind die Gewitterereignisse vom 28.05.1889, 31.07.1963 und 25.07.1989. Ebenfalls sehr blitzintensiv sind die Ereignisse vom 14.06.1977 und 10.06.1980, die allerdings im UG keine bzw. nur geringfügige Schäden verursachten.

6.3. Gewitter und Starkregenschäden im UG

6.3.1. Die Bedeutung der Starkregenschäden im Rahmen der innerhalb des UG durch Gewitter bedingten Schadensphänomene

Bei der Erfassung schwerer Gewitter sind in der Vergangenheit, wie bereits in Kapitel 1 (S. 1, Anmerkung 2) erwähnt, gewitterbedingte Starkregenschäden oftmals nicht berücksichtigt worden (DOSWELL 2001). Als einziges gewitterbedingtes Phänomen ist diese Erscheinungsform nicht in der Lage, unmittelbar Schäden anzurichten (Ausnahme: Erosionswirkung bei Aufprall der Regentropfen sowie in Gegenstände, Bauwerke oder Gebäude eindringendes Niederschlagswasser). Erst durch die Akkumulation der während des Gewitters gefallenen Regenmengen kommt es in der Regel zu jenen Schäden, über die im UG eine Vielzahl schriftlicher Belege dokumentiert sind. Zur Bewertung der durch Gewitter bedingten Phänomene gehört die Gruppe der Starkregenschäden jedoch zweifellos dazu. Denn der Einwirkungsgrad solcher Schäden kann mitunter beträchtlich sein. Mitunter können Tiere und Menschen durch gewitterbedingte Starkregenfälle in Mitleidenschaft gezogen werden. Wenn entsprechend der Ausführungen von FOSTER (1980), HEATHCOTE (1985) und SMITH (1992) im Rahmen der Bewertung von Schadensereignissen die Gefährdung von Leib und Leben als eines der höchstrangigen Kriterien für ein solches Ereignis angesehen wird, so können selbst für das UG Gewitterereignisse bestimmt werden, bei denen aufgrund der vorgekommenen Schäden die Begrifflichkeit einer Natur-„Katastrophe“ durchaus angebracht ist. Diese Fälle aus der Bewertung schwerer Gewitter zu nehmen, hieße, einen Großteil der in Mitteleuropa möglichen gewitterbedingten Ereignisse zu vernachlässigen. Diesem Sachverhalt folgend, werden bei der Erfassung schwerer Gewitter seit einigen Jahren auch starkregenrelevante Ereignisse berücksichtigt, die in vielen Teilen der Welt durch *Flash-Floods* großen Schaden anrichten können. Ihrer Charakteristik entsprechend besitzen diese starkregenrelevanten Ereignisse bei der Bewertung schwerer Gewitter nach wie vor eine Sonderrolle.

Bei den im UG aufgetretenen gewitterbedingten Starkregenereignissen, bei denen neben Sachschäden auch der Verlust von Menschenleben zu beklagen ist, handelt es sich überwiegend um historische Fälle. Hier soll nur an den in Kapitel 8 dargestellten Fall vom 03.6.1826 erinnert werden, wo durch eine von einem Wolkenbruch verursachte, mehrere Meter hohe Flutwelle im Eichelbachtal im westlichen Hohen und Unteren Vogelsberg insgesamt 27 Menschen zu Tode kamen. Weiter gehört hierzu der in der Ortschronik der Gemeinden Hutzdorf, Fraurombach und Sandlofs wiedergegebene Fall vom 06.5.1789 im Rombachtal mit insge-

samt 5 Toten[80]. Knapp außerhalb des UG führte das Ereignis vom 26.7.1834 in den nördlichen Teilen der Hochrhön zu schwersten Verwüstungen, wobei mindestens 14 Menschen getötet wurden (ROMMEL 1968; KRAMM 1994; TROST 1994; REHM 2002, S. 65). Übrigens gehörten sowohl der Sommer 1826 als auch jener von 1834 zu den sehr warmen in Mitteleuropa registrierten Sommern (BAUR 1975). Im 20. Jahrhundert sind Starkregenereignisse mit Personenschäden innerhalb des UG sowie in seinen Randbereichen selten, als bislang letztes solches Ereignis ist jenes vom 08.5.1990 im Bereich Eltville-Erbach im Rheingau zu nennen. Beim Durchbruch einer am Beginn eines verrohrten Bachlaufes zuvor aufgestauten Wassermasse ertrinken in einem nahegelegenen Gebäudekomplex zwei Personen.

Noch größere Schadensereignisse, die selbst den Vergleich mit den Wirkungen der stärksten *Flash-Floods* überhaupt nicht zu scheuen brauchen, sind für das UG sowie seine unmittelbare Nachbarschaft bislang zwar nicht nachzuweisen. Sie betreffen jedoch sämtlich in zum Teil vernichtendem Ausmaße andere Regionen der deutschen Mittelgebirge, wobei Tod und Verwüstung sowohl in den Hochlagen als auch in den zwischengeschalteten Tälern und Niederungen auftreten. Daher müssen diese Großereignisse bei der Bewertung von schweren Gewittern unbedingt mitberücksichtigt werden, denn es ist nicht ausgeschlossen, dass in Zukunft ein Fall dieser Größenordnung auch einmal innerhalb des UG auftreten kann. Als Beispiele hierfür seien genannt das Großereignis vom 29.9.1732 in der gesamten Region zwischen Fränkischer Alb und Odenwald mit mindestens 35 Toten (HEUSSON 1733), jenes vom 12./13.6.1910 im Ahrtal in der Eifel mit etwa 50 Toten (KASSNER 1910, POLIS 1910) und jenes vom 08.7.1927 im Gottleubatal im Erzgebirge mit 146 Toten (DIETZSCHOLD 1928, SCHERHAG 1948). Allen diesen außerordentlich intensiven Fällen ist im übrigen gemeinsam, dass sie sich in der Zeit zwischen frühem Abend und der Nacht ereigneten, und dass sich die zum Teil hohen Verluste an Menschen und Tieren durch die mitunter meterhohen Flutwellen erklären lassen, die sich durch die Täler weithin einen Weg bahnten und viele Personen nicht selten im Schlaf überraschten. Niederschlagsmengen bis über 200 mm/m^2 sind zumindest für die Gottleubakatastrophe verbürgt (ALT und FICKERT 1936). Die einzelnen Eigenschaften der reinen Starkregenereignisse im UG werden in Kap. 7.4. näher erläutert.

Die oben angeführten Beispiele sollen zeigen, dass in den Mittelgebirgen generell, und damit auch im UG, das Potential für das Auftreten des gesamten Spektrums an Starkregenschäden als vorhanden angenommen werden darf. Diese Annahme umfasst sowohl Hochwässer rein konvektiver Natur als auch solche, die zumindest teilweise durch Dauerniederschläge verursacht werden. Einzelne historische Events vor 1700 unterstützen ebenfalls diese Annahme. So

[80] In: Ortschronik der Gemeinden Hutzdorf, Fraurombach, Sandlofs, S. 22 (ZEKHN Da, C 87).

können in diesem Zusammenhang neben dem Katastrophenereignis vom September 1732 als konvektiv verursacht noch die sogenannte Thüringische Sintflut vom Mai 1613 mit möglicherweise über 500 Toten (MILITZER und GLASER 1994; HELLMANN 1913; WEIKINN 1961) bzw. als zumindest teilweise durch Dauerniederschläge herbeigeführt gar das Jahrtausendereignis vom Juli 1342 (BORK 1988) genannt werden.

6.3.2.: Auszählung der Starkregenschadensereignisse

Nach den Blitz- treten Starkregenschäden im UG am häufigsten auf. Insgesamt können 463 Ereignisse mit Starkregenschäden verifiziert werden. Die nach Kategorien während des Untersuchungszeitraumes 1881-1980 (ohne 1941-50) vorgekommenen Schadensfälle gehen aus Tabelle 23 hervor.

Tabelle 23: Verifizierte Starkregenschadensereignisse im UG – Auszählung
(Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

	Starkregenschadensereignisse						
Schadensgruppen	**Insgesamt**	**Gering bis mäßig**	**Mäßig**	**Mäßig bis stark**	**Stark**	**Stark bis sehr stark**	**Sehr stark bis katastrophal**
Anzahl	463	361	211	86	36	12	4
Anteil (%) an Ereignissen mit Starkregenschäden	100	78,0	45,6	18,6	7,8	2,6	0,9
Anteil (%) an Gesamtereignissen	44,7	34,8	20,4	8,3	3,5	1,6	0,4

Die Aufzählung macht deutlich, dass die überwiegende Mehrheit aller gewitterbedingten Starkregenschäden in geringer bis mäßig starker Ausprägung (Starkregenkriterien 0, 0-1, 1) vorkommt, wobei jedes Jahr mehrere Fälle mit *SLS*-gemäßen Starkregenschäden (Kriterium >= 1) dabei sind. Geringeren Anteil besitzen jene Schadensereignisse, die landläufig durch „Wolkenbrüche“ verursacht werden. Jährlich etwa einmal während der Untersuchungsperiode kommt es zu signifikanten Schäden (Starkregenkriterium >= 1-2), und nur etwa einmal pro Jahrzehnt sind Ereignisse zu vermelden, die die in Kap. 5 dargestellten sehr starken bis katastrophalen Starkregenschäden verursachen.

6.3.3.: Jahresverlauf der Starkregenschadensereignisse

Wie schon in Tabelle 7 (S. 143) dargestellt, besitzen die Schadensereignisse mit Starkregenschäden während der Untersuchungsperiode 1881-1980 (ohne 1941-50) ein deutliches Maximum im Juni. Demgegenüber weisen alle anderen Monatswerte deutlich geringere Anteile auf. In Tabelle 24 sind die Zahlenwerte für die einzelnen Starkregenschadensgruppen aufgeführt.

Tabelle 24: Verifizierte Starkregenschadensereignisse im UG – Jahresverteilungen (in %)
(Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

	April	**Mai**	**Juni**	**Juli**	**August**	**September**	**Oktober**
Starkregenschadensereignisse							
insgesamt (n = 463)	1,9	18,1	29,8	25,7	20,5	3,5	0,4
in Verbindung mit Non-*SLS* (n = 149)	**2,7**	19,5	21,5	21,5	**26,2**	**8,1**	**0,7**
in Verbindung mit *SLS* (n = 314)	1,6	17,5	33,8	**27,7**	17,8	1,3	0,3
Starkregenkategorien							
Ab Schwach bis mäßig (n = 361)	1,7	18,6	32,4	25,8	18,3	2,8	0,6
Ab Mäßig (n = 211)	1,4	**22,7**	37,0	24,6	11,8	2,4	0
Ab Mäßig bis stark (n = 86)	0	19,8	**45,3**	23,3	9,3	2,3	0
Ab Stark (n = 36)	*0*	*22,2*	*41,7*	***22,2***	*11,1*	*2,8*	
Ab Stark bis sehr stark (n = 12)	*0*	*41,7*	*33,3*	***16,7***	*0*	*0*	*0*
Ab Sehr stark bis katastrophal (n = 4)	*0*	*75,0*	*0*	***25,0***	*0*	*0*	*0*
zum Vergleich							
Gesamtschäden (N = 1036)	3,1	18,7	27,8	27,6	19,0	3,3	0,5

(N bzw. n = Anzahl der Ereignisse; Fettdruck: Höchstwert pro Kategorie und Monat)

Auch wenn die Anzahl an Starkregenereignissen mit den steigenden Kategorien kleiner und daher ungeeignet für eine weitere Auswertung wird, zeigt sich deutlich, dass die signifikanten Starkregenereignisse im UG hauptsächlich im Frühsommer (Monate Mai und Juni) auftreten.

Je höher die Schadenskategorie ausfällt, umso mehr dominieren die Ereignisse während der Untersuchungsperiode 1881-1980 (ohne 1941-50) im Juni.

Der Jahresverlauf der starkregenrelevanten Gewitterschäden (Abb. 76 bis Abb. 82) zeigt einen Anstieg meist in den letzten Apriltagen. Hier treten allgemein schwache bis mäßige Schadensereignisse auf, der Anteil *SLS*-gemäßer Starkregenereignisse bleibt gering (Abb. 80). Vereinzelt kommt es in manchen Jahren zeitlich noch früher örtlich zu heftigen Gewittern mit Starkregenschäden. Diese bleiben jedoch die Ausnahme.[81]

Im Mai nimmt die Anzahl der Starkregenschadensereignisse weiter zu, in der ersten Maidekade kommt es auch zu den ersten signifikanten Fällen, die in der Regel noch örtlich ablaufen (Abb. 81). Ganz vereinzelt erreichen die Schäden dabei starke Kategorien (Abb. 82). Das erste im Jahr aufgetretene starke Ereignis (mit der Schadenskategorie >=2) wird am 07.05.1931 beobachtet. An diesem Tag verursacht ein konvektiv durchsetztes Starkregengebiet im südlichen UG starke bis katastrophale Schäden, insbesondere im Taunus und im Spessart (s.a. NEES und KEHRER, S. 228). Während der zweiten Maidekade kommen Starkregenschadensereignisse allgemein vor, mit dem Übergang zur dritten Dekade ist allerdings ein leichter Rückgang in der Schadenstätigkeit zu beobachten (Abb. 76). Die Phase der sogenannten Kleinen Eisheiligen führt auch in der Starkregenschadenstätigkeit zu einem Rückgang. Trockene, kühle Luftmassen aus nordwestlichen bis nordöstlichen Richtungen besitzen in der Regel wenig Luftfeuchte, so dass gewitterbedingte Starkregen seltener auftreten. Erst mit Ende des Monats nimmt die Anzahl der Starkregenereignisse wieder deutlich zu.

Der Jahresgang der einzelnen Verhältnisse der Schadenskategorien mit den Gesamtstarkregenschäden (Mai und August weisen Lücken auf infolge von Nullwerten) zeigt sich in Abb. 83. Erwartungsgemäß überwiegt der Anteil der schwachen bis mäßigen Schadenskategorien an den Gesamtstarkregenschäden.

---

[81] Ganz vereinzelt treten Ereignisse auch bereits in den letzten Märztagen auf (z.B. 1974). Als sehr außergewöhnlich ist dabei der Fall vom 28.03.1862 zu nennen, der im Schlitzer Land als schweres Gewitter signifikante Starkregenschäden verursachte. „(...) *Das erste Unwetter mit drei über dem sog.* [...]*Berg zusammenstoßenden Gewittern entlud sich längs der Fulda von Hartershausen bis gen Unter Wegfurth namentlich über Üllershausen, Pfordt, Hutzdorf und die hiesige Gemarkung. In einer Stunde riß ein entsetzlicher Wolkenbruch allen losen Boden und Steine von großem Gewicht durch tiefe Furchen und Schluchten ins Thal auf Wiesen und Äcker und bildete eine augenblickliche Überschwemmung aller Gräben und Niederungen. Von einer Wiese in der Au mußte der Eigenthümer z.B. 50 Wagen voll Sand und Steine wegfahren lassen. Menschenleben kamen nicht um. Das geschah am 28. März.*“ (Quelle: Ortschronik der Evangelischen Pfarrei Schlitz, S. 60 (ZEKHN Da, C89)).

Im Juni kommt es gleich in den ersten Tagen hinsichtlich der absoluten Anzahl der Starkregenereignisse zum Jahresmaximum (Abb. 76). Der 05. Juni weist 10 Ereignisse auf, was zeigt, dass zu diesem Zeitpunkt die Gewittertätigkeit stark erhöht ist, und zwar in der Weise, wie sie in Kap. 6.1.3., S. 156, bereits detailliert beschrieben wurde. Daher wird hier im folgenden nur noch auf wesentliche Eigenschaften des Starkregenjahresganges eingegangen. Während der ersten Junidekade weisen fast alle Schadenskategorien der Starkregenereignisse das Jahresmaximum auf, nur die starken bis katastrophalen Ereignisse treten nach wie vor sehr vereinzelt auf (Abb. 82).

Mit der Schafkälte geht auch die Anzahl der insgesamt beobachteten Schadensfälle im UG zurück. Der Rückgang ist allerdings in den niedrigen Schadensklassen stärker als in den höheren Schadenskategorien. Das bedeutet, dass bei entsprechender Wetterlage während der Untersuchungsperiode nach wie vor einzelne sehr signifikante Ereignisse vorkommen. In der Tat steigt der relative Anteil der höheren Schadensgruppen an den Gesamtschadensfällen der Starkregen wesentlich an (Abb. 83), um Mitte Juni insbesondere in den Schadensgruppen mit der Kategorie >= 1-2 Werte bis annähernd 50% aufzuweisen. Die um den 10. Juni auftretenden Ereignisse können dabei dem Umschwung zwischen Hitzewelle (mit Luftmassengewittern) und Schafkälte zugeschrieben werden, bei denen einzelne sehr stark ausgeprägte Gewittersysteme (z.B. vor bzw. an Kaltfronten) langsam über das UG hinwegziehen bzw. sich im Vorfeld als Ostgewitter über dem Mittelgebirgsraum entwickeln. Die Ereignisse während der Monatsmitte treten dann auf, wenn in manchen Jahren die Schafkälte ausbleibt und stattdessen sich rasch eine neue meridionale Strömung einstellt. In der Tat ereignen sich sämtliche Fälle (n=16), die zwischen dem 10. und 20. Juni mit einer Schadenskategorie >=1-2 auftreten, bei meridionalen Großwetterlagen, überwiegend bei Ostlagen, sowie bei gemischten GWL (Frontendurchgänge bei Übergang in Nordwestlagen). Zonale Lagen spielen hierbei keine Rolle. Entsprechend kommt die südwestliche Richtung nur in vier Fällen vor, sonst handelt es sich durchgehend um Ostgewitter.

Der große Anteil schadensintensiver Ereignisse nimmt mit dem zunehmenden Einfluss der Zonalisierung in der letzten Junidekade wieder deutlich ab. Die Stärke der gewitterbedingten Starkregenfälle nimmt demnach insgesamt ab, wie Abb. 83 zeigt.

Abbildung 76: Jahresverlauf der Starkregenschadensereignisse im UG –

Gesamtereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

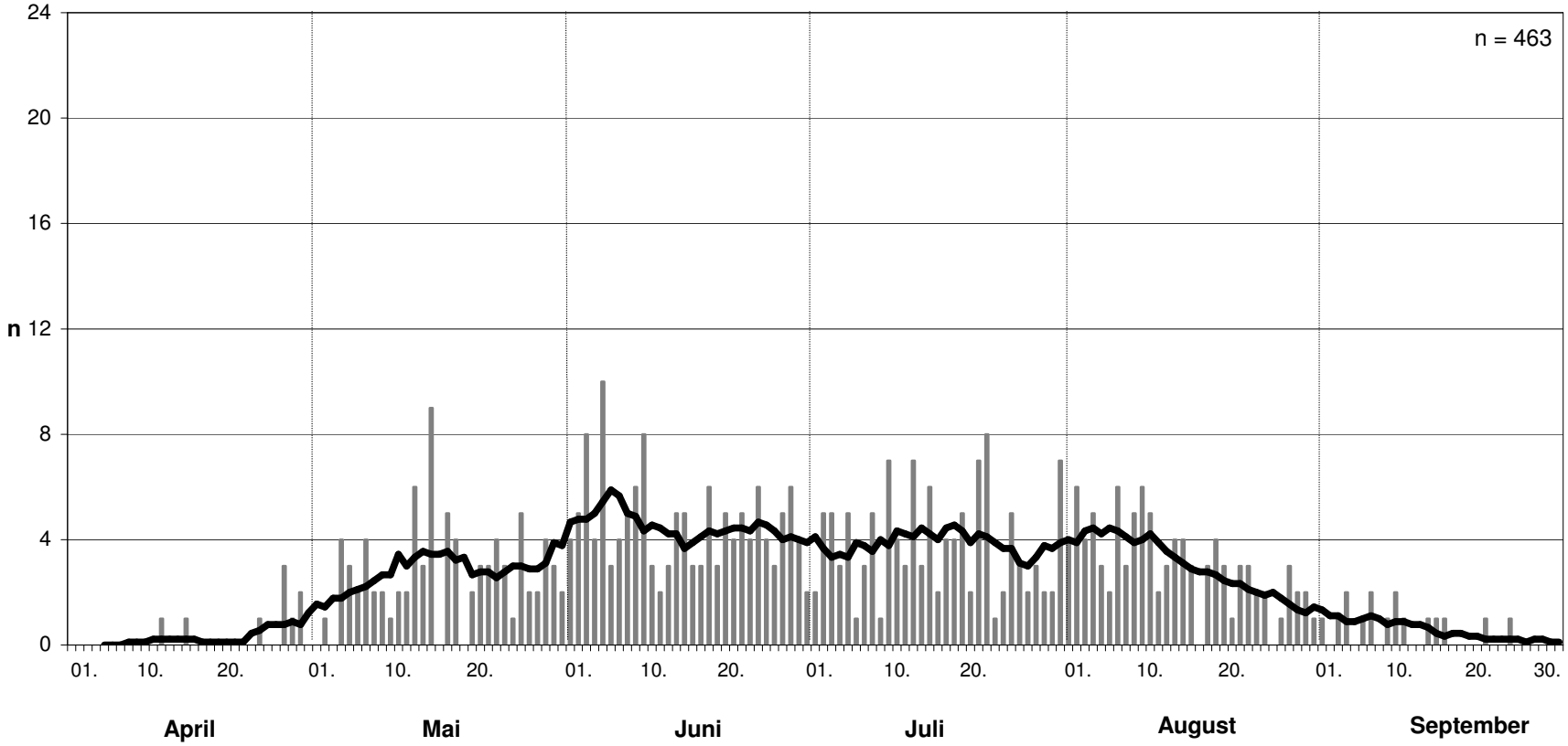


Abbildung 77: Jahresverlauf der Starkregenschadensereignisse im UG –
Starkregen- und *SLS*-Ereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

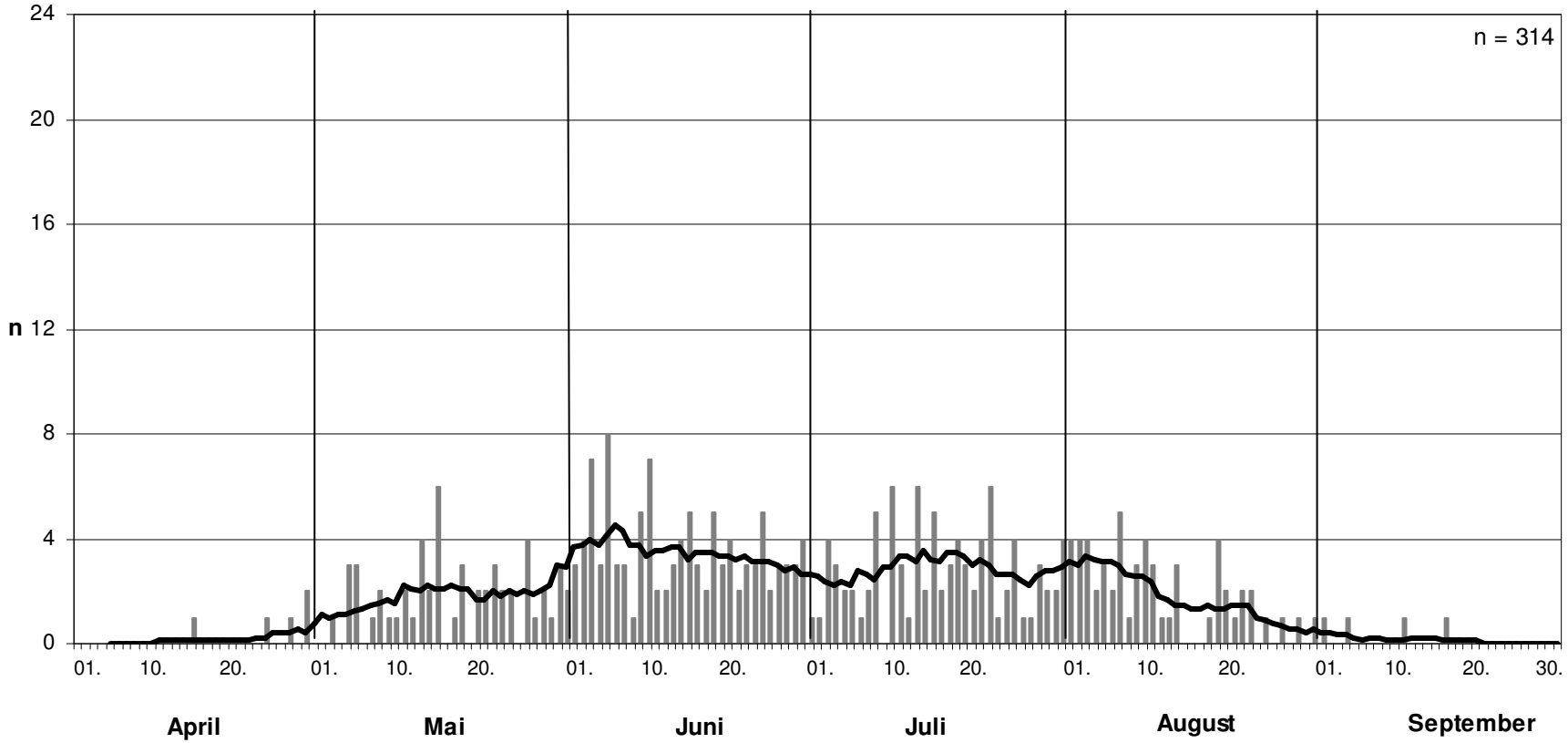


Abbildung 78: Jahresverlauf der Starkregenschadensereignisse im UG –

Ereignisse der Kategorie >= 0 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

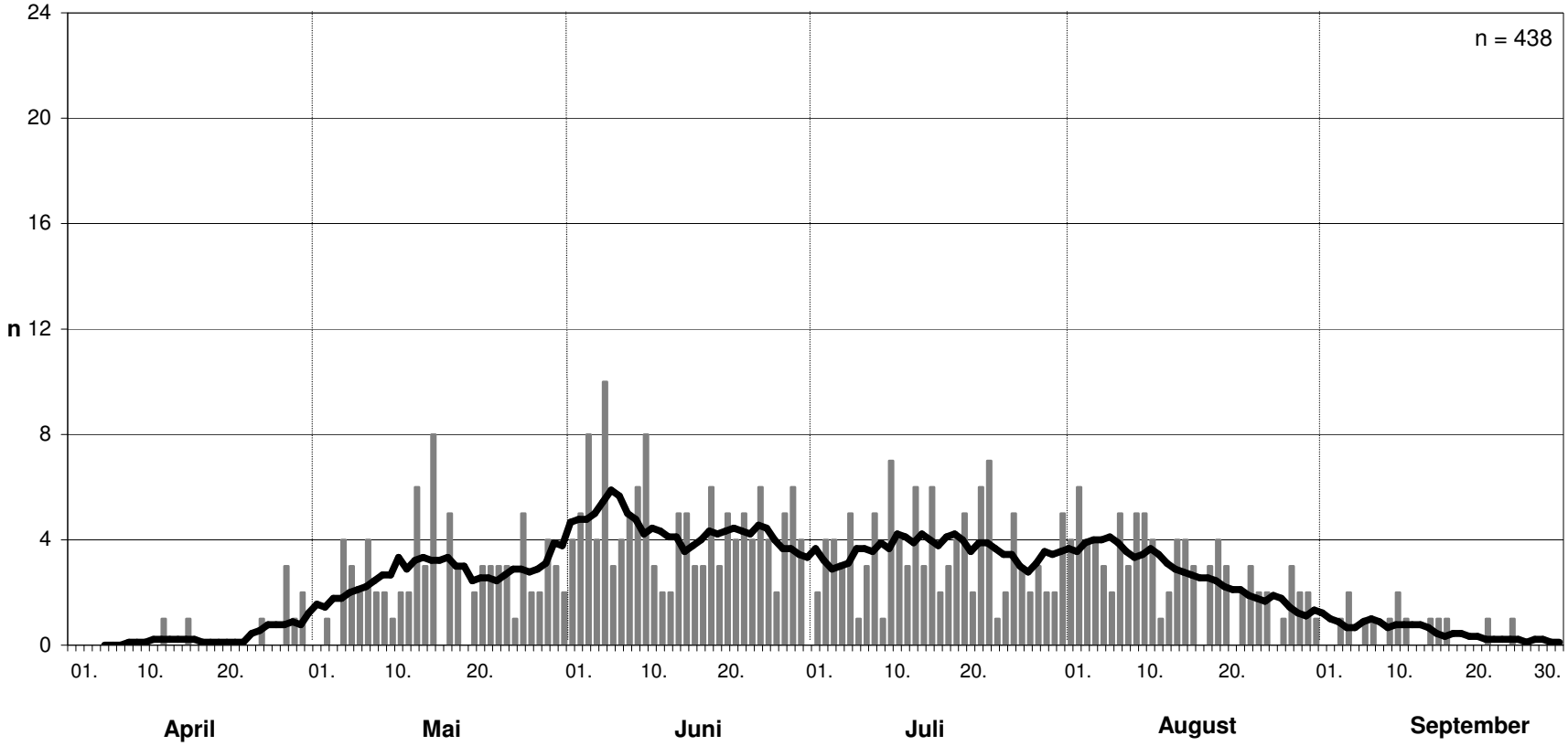


Abbildung 79: Jahresverlauf der Starkregenschadensereignisse im UG –

Ereignisse der Kategorie >= 0-1 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

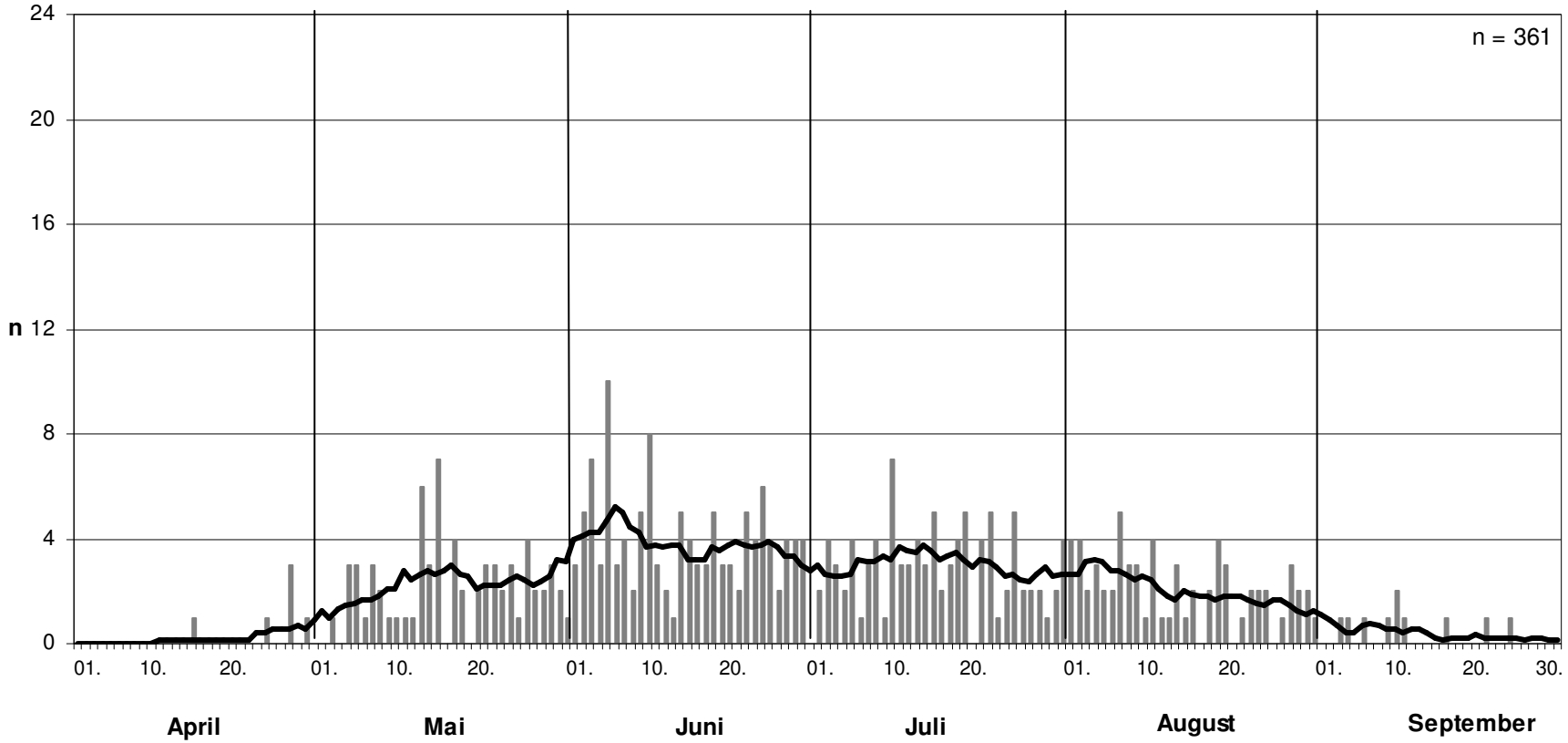


Abbildung 80: Jahresverlauf der Starkregenschadensereignisse im UG –

Ereignisse der Kategorie >= 1 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

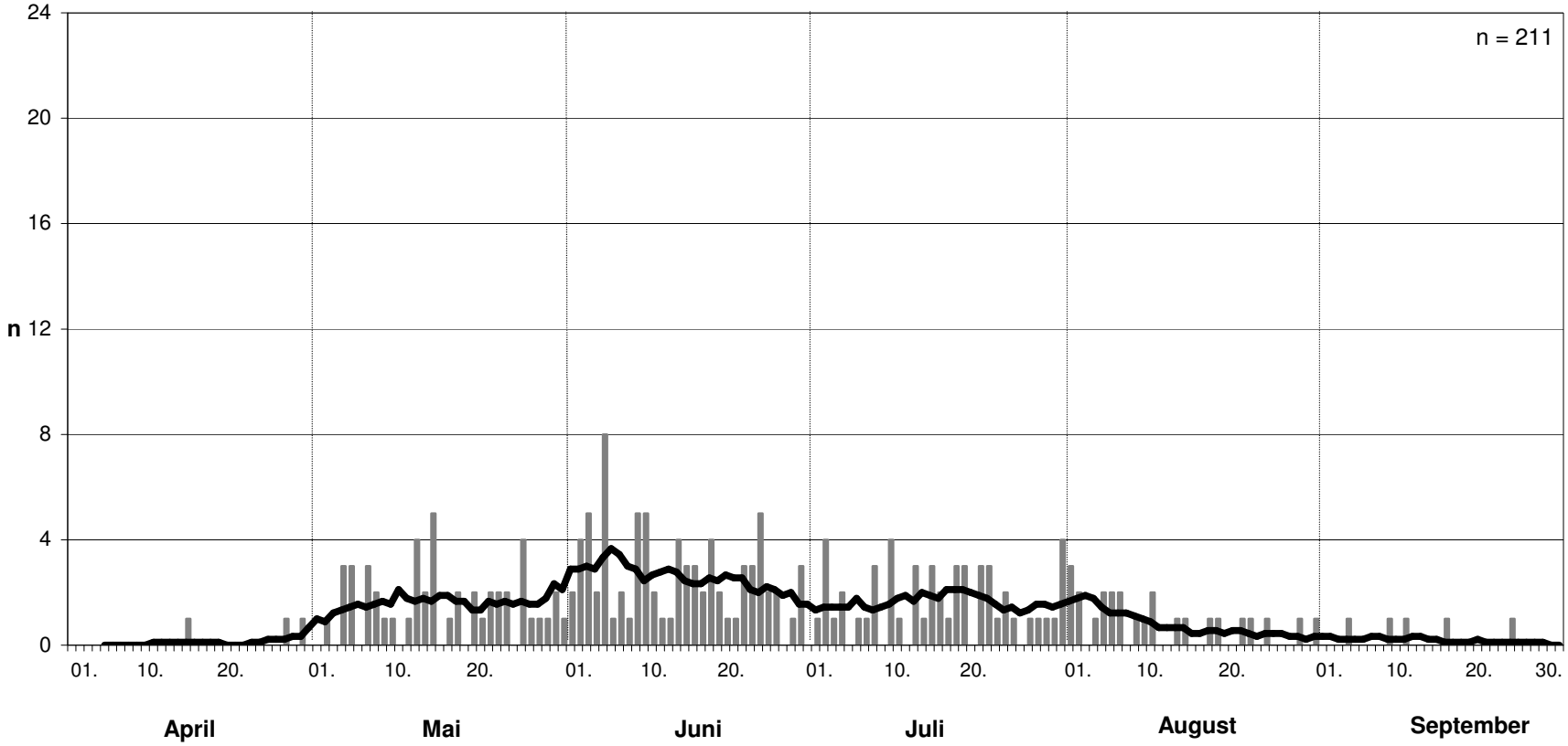


Abbildung 81: Jahresverlauf der Starkregenschadensereignisse im UG –

Ereignisse der Kategorie >= 1-2 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

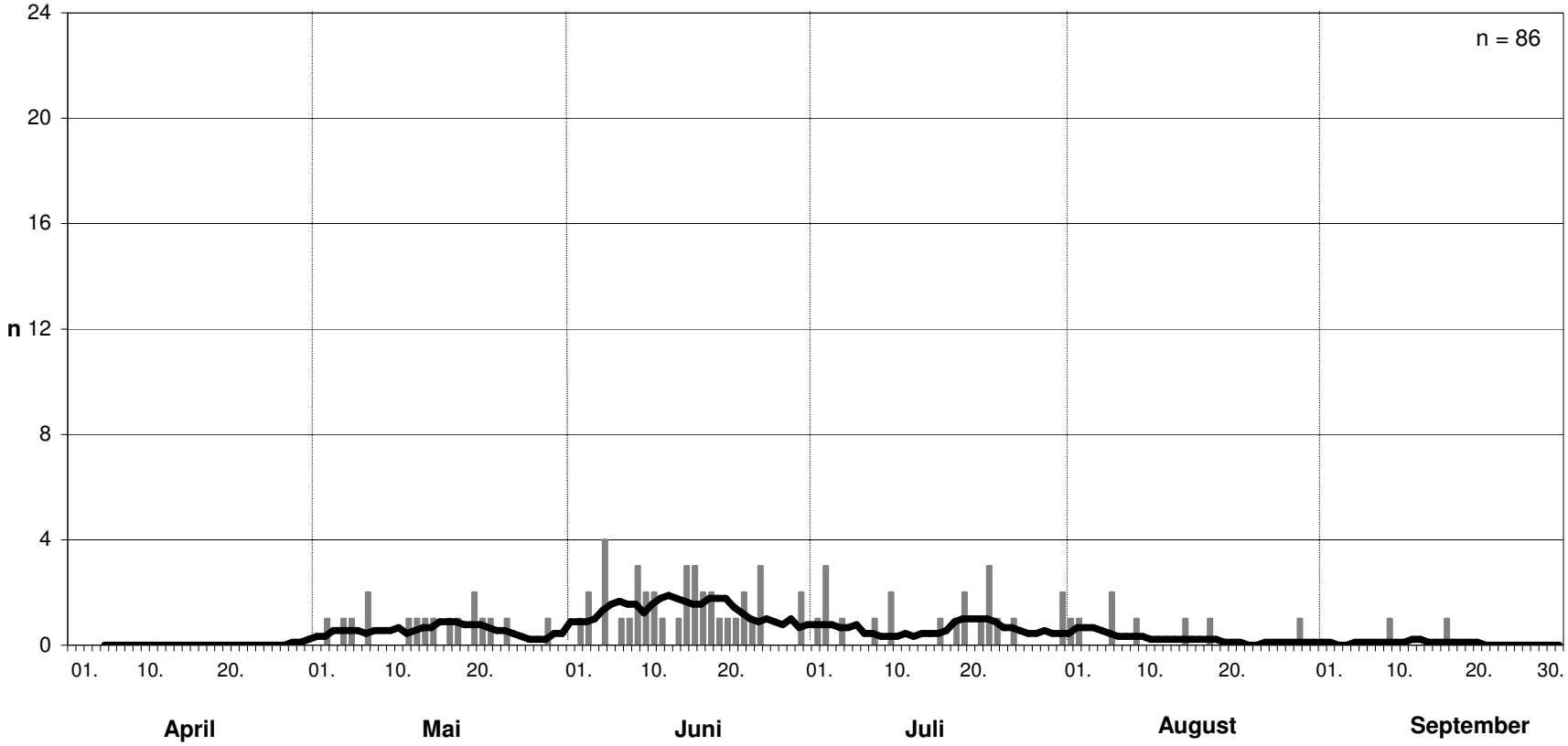


Abbildung 82: Jahresverlauf der Starkregenschadensereignisse im UG –

Ereignisse der Kategorie >= 2 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

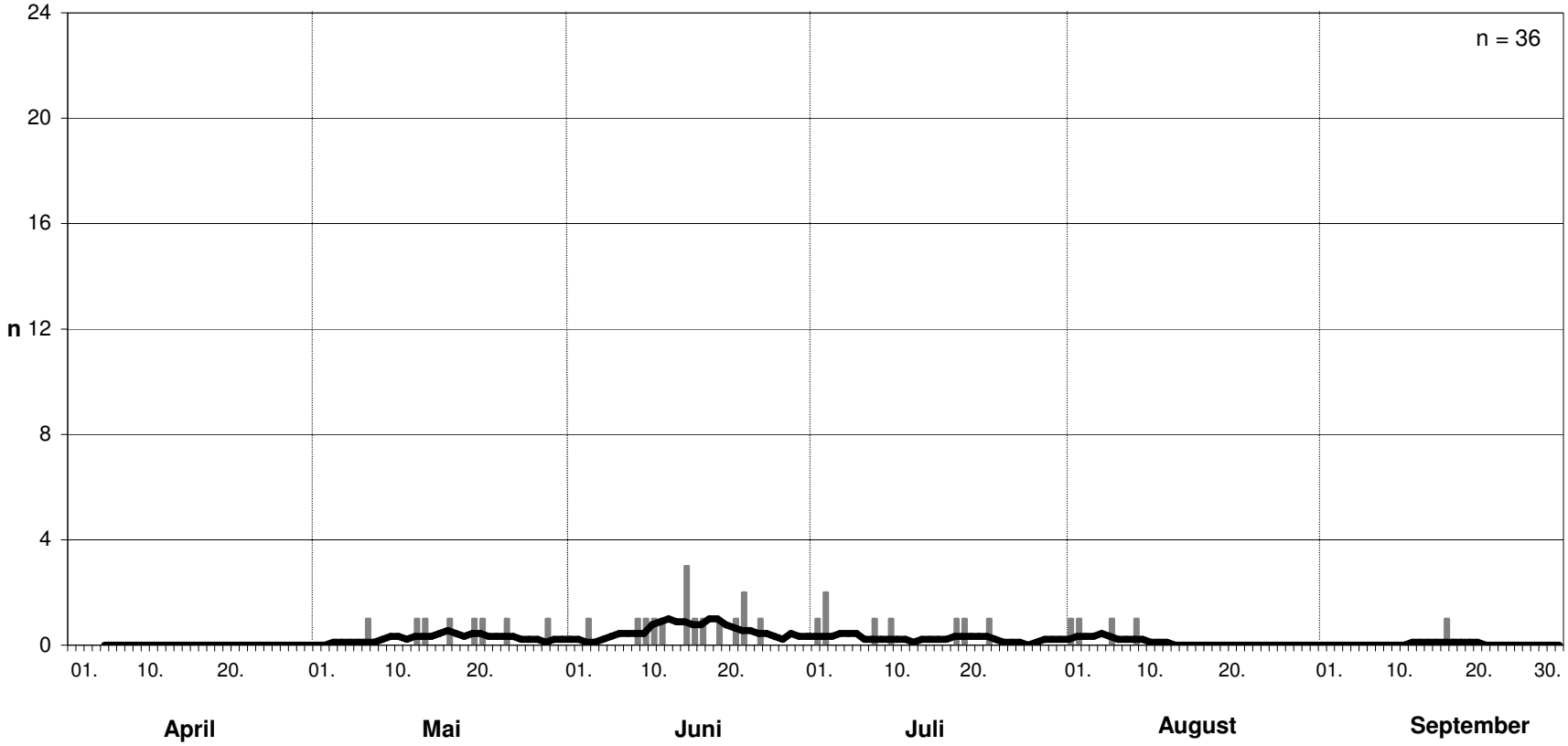
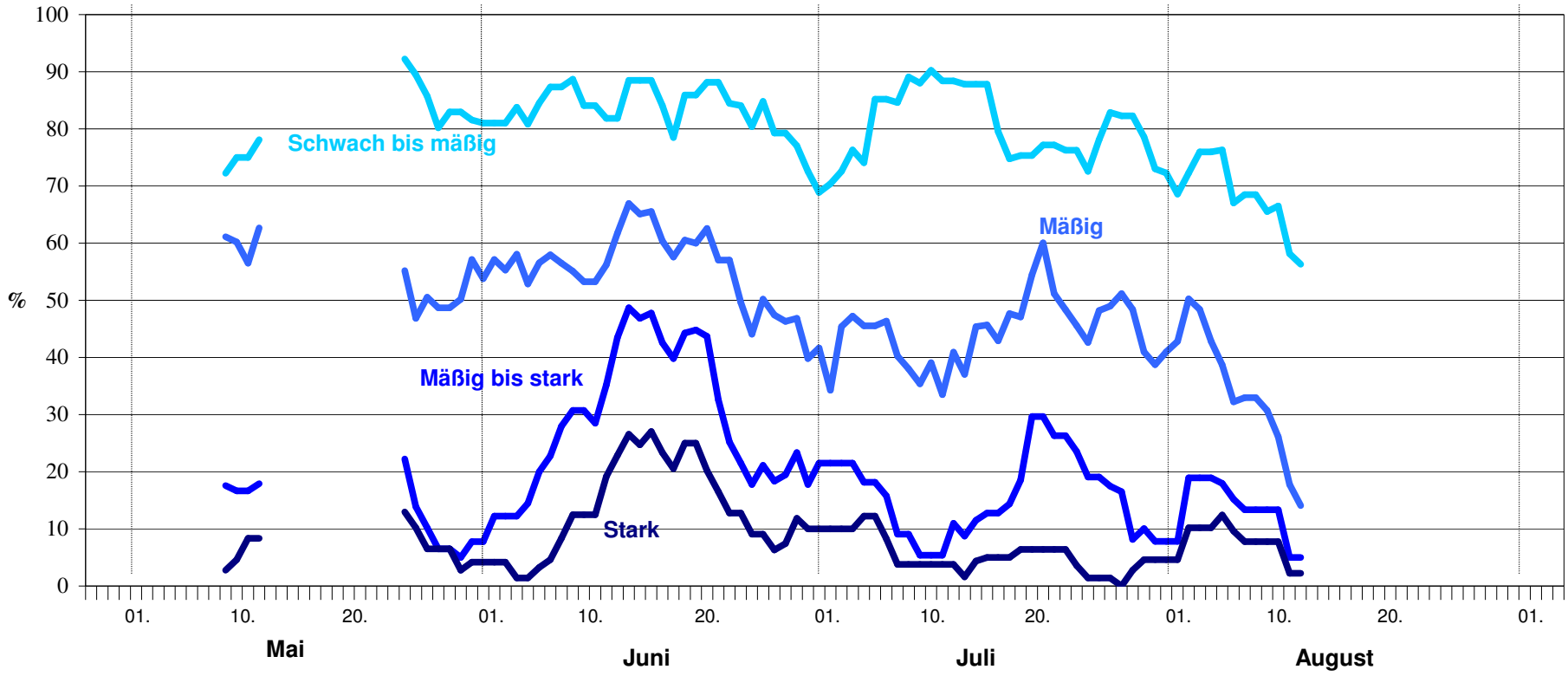


Abbildung 83: Jahresverlauf der Verhältnisse Teilstarkregen- / Gesamtstarkregenereignisse –

Kategorien „>= 0-1“, „>= 1“, „>= 1-2“, „>= 2“ (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)



Das mittsommerliche Schadensminimum ist in der ersten Julidekade in den Starkregenschadensklassen gut ausgeprägt und kann bis in den Jahresverlauf der mäßigen bis starken Kategorie verfolgt werden. Aus Abb. 83 geht darüber hinaus hervor, dass der Anteil der signifikanten Starkregenklassen weiter deutlich zurückgeht, vor dem 10. Juli besitzen die Schadenskategorien ab Stärke 1-2 und mehr lediglich noch einen Anteil von einem Zehntel, mäßige, *SLS*-gemäße Schadensereignisse einen solchen von 40%. Auch zu dieser Zeit überwiegen die schwachen sowie schwachen bis mäßigen Ereignisse. In der zweiten Julihälfte nimmt dann der Anteil signifikanter, *SLS*-gemäßer Starkregenereignisse wieder zu (Abb. 83), entsprechend dem in Kap. 6.1.3., S. 158, dargestellten langjährigen Witterungsverlauf. Kennzeichen ist, dass die in der Regel aus südwestlicher Richtung heranziehenden weit ausgedehnten und sehr intensiven Gewittersysteme häufig zwar von signifikanten Starkregenerscheinungen begleitet werden, doch fehlen die starken Ereignisse (Kategorie >=2) fast vollständig. Dies zeigt wieder, dass die stärksten Schadensereignisse bezüglich Starkregen in der Regel mit den langsamziehenden Ostgewittern verbunden sind.

Im August verfügen während des Untersuchungszeitraumes nur noch die ersten Tage über das Potential, signifikante Starkregenereignisse zu produzieren. Schon nach der ersten Augustdekade geht die Anzahl der gesamten Schadenstätigkeit deutlich zurück. Auch der Anteil der in Abb. 83 dargestellten Schadensklassen ab Kategorie 0-1 geht rapide zurück – Kennzeichen dafür, dass die nun auftretenden Schadensgewitter in der Hauptsache lediglich noch von schwachen Ereignissen (Kategorie 0) begleitet werden. *SLS*-gemäße Starkregenschäden treten ab Monatsmitte nur noch gelegentlich auf, und Kategorien ab 1-2 werden sehr selten. Im September kommt es kaum noch zu einer nennenswerten Starkregenschadenstätigkeit, sieht man einmal von den ersten Septembertagen ab. Insofern muss das starke Ereignis vom 16.09.1934 als Ausnahme gewertet werden. Letztmalig können gewitterbedingte, sommerlich anmutende Starkregenereignisse Ende September und in den ersten Oktobertagen auftreten (z.B. 30.09.1990, 01.10.1907).

6.3.4. Die Tagesverteilung der Starkregenereignisse im UG

Entsprechend der Gewittertätigkeit weist der Tagesgang der Starkregenereignisse im UG in Tabelle 25 während des Untersuchungszeitraumes 1881-1980 (ohne 1941-50) ein ausgeprägtes Maximum in den Nachmittagsstunden auf. Vor allem im 3-Stunden-Intervall 15-18 Uhr besitzen die intensiveren Ereignisse einen sehr hohen Anteil. Diese Fälle, die in der Regel mit langsamziehenden Luftmassengewittern verbunden sind, kommen dann zustande, wenn die sich in den frühen Nachmittagsstunden entwickelnden Cb unter Verstärkung und langsamer

Ausbreitung über der betreffenden Region entladen. Bis zum frühen Abend hat sich das dafür verantwortliche Gewittersystem häufig wieder aufgelöst. *SLS*-Ereignisse kommen häufig in den Abendstunden mit Starkregenschäden vor, doch nimmt hier die Signifikanz der Schäden deutlich ab. Das weist darauf hin, dass die in den Abend- (und Nacht-)Stunden aus südwestlicher Richtung heranziehenden kräftigen *SLS* in der Regel nur mit weniger signifikanten Starkregenfällen verbunden sind, was sich aus deren meist raschen Verlagerung ergibt (s. hierzu auch Kapitel 7). Entsprechend zeigen die nicht-signifikanten Schadensfälle in den Nacht- und Morgenstunden einen übernormal hohen Anteil, und im 3-Stunden-Intervall 09-12 Uhr überwiegen sogar nur die schwachen Schadensereignisse (Kategorie 0).

Tab. 25: Tagesverteilung der Schadensereignisse mit Starkregen im UG (in %)
(Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

	00-03	**03-06**	**06-09**	**09-12**	**12-15**	**15-18**	**18-21**	**21-24**	**k.A.**
Starkregenschadensereignisse									
insgesamt (n = 463)	5,1	2,7	2,0	**2,4**	19,0	38,4	16,8	8,2	5,3
in Verbindung mit Non-*SLS* (n = 149)	**6,7**	**3,4**	**3,4**	0,7	23,5	31,5	16,1	6,7	**8,1**
in Verbindung mit *SLS* (n = 314)	3,5	1,6	0,6	1,6	20,4	45,2	**18,8**	7,6	0,6
Starkregenkategorien									
Ab Schwach bis mäßig (n = 361)	4,7	2,5	1,4	1,4	22,2	41,0	16,9	**8,9**	1,1
Ab Mäßig (n = 211)	4,3	1,9	1,4	1,4	23,7	42,2	16,6	7,6	0,9
Ab Mäßig bis stark (n = 86)	2,3	2,3	2,3	0	23,3	51,2	14,0	3,5	1,2
Ab Stark (n = 36)	*2,8*	*2,8*	*2,8*	*0*	***27,8***	***52,8***	*8,3*	*2,8*	*0*

6.3.5. Starkregenschäden und Großwetterlagen

Tabelle 26 zeigt in der bekannten Einteilung die Durchschnittswerte (April bis Oktober 1881-1980, ohne 1941-50, in %) für die GWL (berechnet nach GERSTENGARBE, WERNER und RÜGE ([5]1999)) in Spalte 1 sowie die daraus sich ergebenden prozentualen Abweichungen der auf die jeweiligen Großwetterlage entfallenden Starkregenschadensereignisse (aufgegliedert in die jeweiligen Kategorien) in den Spalten 2 bis 8.

Allgemein besitzen die zonalen GWL bei den Starkregenereignissen im UG während der Untersuchungsperiode unterdurchschnittliche Häufigkeiten. Der Grund ist klar: In der Südwest- bis Westströmung eingelagerte Wettersysteme verlagern sich relativ rasch über das UG hin-

Tab.26: Großwetterlagen und Starkregenschäden im UG - Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens (in %) (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50, n = 463)

GWL	Mittelwert	Starkregen Unterschied	ab "0-1" Unterschied	ab "1" Unterschied	ab "1-2" Unterschied	ab "2" Unterschied	ab "2-3" Unterschied	ab "3" Unterschied
WA	6,4	-1,7	-2,7	-3,0	-2,9	-3,6	*-6,4*	*-6,4*
WZ	15,5	**-4,4**	**-4,5**	**-7,8**	**-8,5**	**-12,7**	*-7,1*	***-15,5***
WS	2,2	0,6	0,6	0,2	0,1	-2,2	*-2,2*	*-2,2*
WW	2,0	0,4	0,8	0,4	-0,8	0,8	*-2,0*	*-2,0*
SWA	1,5	0,0	0,4	-0,6	-1,5	-1,5	*-1,5*	*-1,5*
SWZ	1,4	-0,5	-0,8	-1,4	-1,4	-1,4	*-1,4*	*-1,4*
NWA	4,8	-0,4	-0,8	-1,4	2,2	0,8	*-4,8*	*-4,8*
NWZ	4,8	**-2,6**	**-3,1**	-2,9	-2,5	-2,0	*3,5*	*-4,8*
HM	9,4	**-2,6**	**-3,5**	**-4,1**	-4,7	**-9,4**	***-9,4***	*-9,4*
BM	6,2	-1,4	-0,9	-1,9	-2,7	-0,7	*2,1*	*-6,2*
TM	2,6	0,3	-0,4	-0,2	2,1	3,0	*5,7*	*-2,6*
NA	1,4	-0,5	-0,8	-0,9	-0,2	1,4	*-1,4*	*-1,4*
NZ	3,8	-2,3	-2,7	-2,8	-3,8	-3,8	*-3,8*	*-3,8*
HNA	4,2	1,1	2,0	1,6	1,6	-4,2	*-4,2*	*-4,2*
HNZ	1,6	0,8	1,5	3,2	-0,4	1,2	*-1,6*	*-1,6*
HB	3,2	-2,1	-2,1	-1,8	0,3	-0,5	*-3,2*	*-3,2*
TRM	3,6	-1,4	-1,6	-3,1	-3,6	-3,6	*-3,6*	*-3,6*
NEA	3,5	-0,9	-1,0	-0,6	1,2	2,1	*4,8*	***21,5***
NEZ	2,9	**3,3**	**4,1**	**6,8**	**8,8**	**8,3**	***13,8***	***22,1***
HFA	3,6	2,4	2,3	3,6	2,3	4,8	*-3,6*	*-3,6*
HFZ	0,9	2,4	2,7	2,9	0,3	-0,9	*-0,9*	*-0,9*
HNFA	1,6	2,3	2,8	3,2	3,0	1,1	*6,7*	*-1,6*
HNFZ	1,7	**4,5**	**5,6**	**8,4**	**12,3**	**17,8**	***23,3***	***23,3***
SEA	1,8	-0,7	-0,7	-0,4	-0,7	0,9	*6,5*	***23,2***
SEZ	0,8	-0,2	0,0	0,6	0,3	1,9	*-0,8*	*-0,8*
SA	1,3	0,0	0,1	0,1	-0,2	1,5	*-1,3*	*-1,3*
SZ	0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	*-0,4*	*-0,4*
TB	2,7	0,6	0,4	0,7	-0,4	0,1	*-2,7*	*-2,7*
TRW	3,3	1,7	1,2	0,0	-2,2	-3,3	*-3,3*	*-3,3*
U	1,1	1,3	1,4	1,3	2,4	4,4	*-1,1*	*-1,1*
Mittelwert		-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010	*-0,00010*	*-0,00010*
Standardabw.		1,92331	2,26837	3,15560	3,78255	5,20325	*6,44966*	*9,47542*
D(z)-Wert 80%		1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	*1,28*	*1,28*
80%-Grenzen		**+/-2,5**	**+/-2,9**	**+/-4,0**	**+/-4,9**	**+/-6,7**	***+/-8,3***	***+/-12,2***

weg. Dies führt dazu, dass Starkregenvorgänge sich häufig nicht zu schadensrelevanten Ereignissen entwickeln können. Dabei zeigt sich für Wz (zyklonale Westlage) eine besonders auffallende negative Abweichung. Dies weist darauf hin, dass die in typischer Weströmung eingelagerten mesoskaligen Systeme sich nicht nur relativ schnell verlagern, sondern dass auch die meist vom Atlantik heranwehenden Luftmassen einen im Vergleich zu subtropischen Luftmassen geringeren Feuchtegehalt aufweisen, was Bedingung ist für signifikante Starkregenereignisse. Dementsprechend sind die Differenzen zum Mittelwert des Auftretens der GWL bei den Westlagen mit südwestlicher Anströmung (Ws und Ww) nicht ausgeprägt.

Negative Abweichungen finden sich ebenfalls in der gemischten Zirkulationsform. Auch hier ist die Schadenstätigkeit der Starkregenereignisse zum Teil wesentlich verringert. Insbesondere einmal bei NWz (zyklonale Nordwestlage) sind die Differenzen markant, was auf die hierbei verringerte Gewittertätigkeit zurückzuführen ist, wobei gleichzeitig in den meist nur lokal entwickelten Cb (z.B. in typischem Rückseitenwetter) die schadensrelevante Starkregentätigkeit ohnehin nicht sonderlich ausgeprägt ist. Eine sehr deutliche Verringerung der Schadenstätigkeit weist erwartungsgemäß auch die Hochdrucklage HM (Hoch Mitteleuropa) auf infolge der damit verbundenen generell herabgesetzten Gewittertätigkeit, auch die damit verwandte GWL BM (Brücke Mitteleuropa) zeigt unternormale Schadenstätigkeit.

Einzig in den meridionalen GWL-Typen findet sich eine positive Abweichung in der starkregenrelevanten Schadenstätigkeit. Insbesondere die Nordost- und Ostlagen zeigen eine ausgeprägte Bereitschaft für Starkregengewitter. Größte Abweichungen kommen bei der typischen Ostgewitterlage HNFz (Hoch Nordmeer-Fennoskandien, zyklonal) vor. Aber auch bei der zyklonalen Nordostlage (NEz) ergeben sich bedeutende positive Abweichungen. Während die Ostlage in der Regel durch eine allgemeine Tätigkeit sich am frühen Nachmittag entwickelnder Cb geprägt ist, die sich anschließend langsam unter Starkniederschlag über Teilen des UG ausbreiten, kommt es bei der Nordostlage mitunter auch zu konvektiv verstärkten Aufgleitvorgängen an von Osten heranströmender Warmluft. Kaltlufttröge, die in diesen Fällen stationär zwischen den Druckgebilden über Mitteleuropa eingelagert sind, können die Starkregentätigkeit dabei noch erheblich vergrößern. Die äußerst signifikanten Ereignisse vom 10.07.1956, 19.07.1966 sowie der sogenannte Jahrhundertregen vom 08.-11.08.1981 entwickelten sich aus einer solchen Situation heraus.

Auch die übrigen Ostlagen zeigen eine deutlich übernormale Aktivität bei den Starkregenschadensereignissen, wenngleich dort die Abweichungen nicht mehr ganz so ausgeprägt sind. Alle anderen GWL in der meridionalen Gruppe weisen keine außergewöhnlichen Differenzen

auf. Bei den Nordlagen überwiegt die negative Differenz, und bei der Troglage Westeuropa (TRW) deutet sich an, dass die von Südwesten heranziehenden *MCS* meist von geringer bis mäßiger Schadensrelevanz sind, da sich bei zunehmender Stärke der Starkregenkategorien rasch negative Werte einstellen.

6.4. Gewitter und Hagelschäden im UG

6.4.1. Auszählung der Hagelschadensereignisse

Während des Untersuchungszeitraumes konnten insgesamt 349 Ereignisse verifiziert werden, bei denen im UG Hagelschäden auftreten. So zeigt die Auszählung in Tab. 27 zunächst das zu erwartende Verhalten der Hagelschadensereignisse im UG, nach dem die Anzahl der Hagelkorngrößen mit steigender Kategorie rapide abnimmt. Da allerdings in zahlreichen Quellen keine eindeutigen Angaben über die Maximalgröße der bei dem jeweiligen Hagelschlag vorgekommenen Hagelkorngrößen existieren, weist die Kategorisierung einen relativ großen Anteil an Fehldaten hinsichtlich der einzelnen Hagelschadensklassen auf.

Tabelle 27: Verifizierte Hagelschadensereignisse im UG – Auszählung
(Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

	Hagelschadensereignisse						
	insgesamt	**>= 1**	**>= 2**	**>= 3**	**>=4**	**>= 5**	**= 6**
Anzahl	349	149	136	97	83	17	2
Anteil (%) an Ereignissen mit Hagelschäden	100	42,7	39,0	27,8	23,8	4,9	0,6
Anteil (%) an Gesamtereignissen	33,7	14,4	13,1	9,4	8,0	1,6	0,2

Die Aufzählung macht die Grenzen der Kategorisierung von Hagelschadensereignissen mittels schriftlicher Quellen deutlich. So erscheinen die unteren Hagelschadensklassen, insbesondere Klasse „1“, unterrepräsentiert, was nicht verwundert, da bei vielen schadensverursachenden Hagelschlägen die exakte Korngröße in Dokumentationen oftmals nicht verzeichnet ist. Erst bei signifikanten und ungewöhnlich großen Hagelsteinen ist zu erwarten, dass die einen solchen Vorgang beobachtende und festhaltende Person spezielle Angaben über den Hagel vornimmt. Auch der nur geringe Unterschied in der Anzahl zwischen den Schadenskategorien „3“ und „4“ zeigt die Problematik der Kategorisierung mittels Hagelschadensgrößen.

Hier dürfte der Grund für die nur geringe Differenz in der Anzahl der beiden Schadensklassen darin zu suchen sein, dass einmal die zur Kategorie 3 gehörenden Bezeichnungen wie „Walnussgröße, Kieselsteingröße, Pflaumengröße“ (etc.) in den schriftlichen Quellen seltener gebraucht werden im Vergleich zum häufigeren Vorkommen von Klasse „2“ und der damit verbundenen häufigeren Nutzung des Begriffes „Haselnussgröße“ sowie der geläufigeren Begriffe für die nächsthöhere Kategorie 4, die charakterisiert werden durch „Taubeneigröße“ oder „Tischtennisballgröße“ (etc.). Somit kann erwartet werden, dass Schadenskategorie 3 von vornherein unterrepräsentiert erscheint.

Mit Zunahme der dokumentierten Hagelkorngrößen dürfte sich die Tatsache der Fehldaten durch Kategorisierung nur noch randlich bemerkbar machen, da ein solches Ereignis für den jeweils Beobachtenden derart einschneidend ist, so dass vermehrt spezielle zugunsten allgemein gehaltener Bemerkungen in den Dokumentationen vorgenommen werden.

6.4.2.: Der Jahresverlauf der Hagelschadensereignisse

Wie die anderen gewitterbedingten Erscheinungsformen besitzt auch Hagel ein sommerliches Häufigkeitsmaximum. Die Höchstwerte in der Hagelschadenstätigkeit im UG während des Untersuchungszeitraumes treten jeweils im Juni bzw. Juli auf, wobei ein derart deutlicher Unterschied zwischen beiden Monaten, wie er für die Starkregenschadensfälle kennzeichnend ist, bei den Hagelschäden nicht vorkommt. Diese werden, entsprechend der verifizierten Quellen, im UG allgemein zwischen April und September beobachtet. Auch im Oktober mögen Hagelschläge dann und wann vorkommen, dokumentierte Hagelschäden liegen für diese Zeit für den Untersuchungszeitraum (1881-1980, ohne 1941-50) jedoch nicht vor.[82]

Aus Tabelle 28 gehen die einzelnen Monatswerte der kategorisierten Hagelschadensereignisse hervor.

[82] Hagelschlag im März und Oktober ist daher für einen jeweiligen Beobachtungsort als Ausnahme anzusehen. Als vollkommen ungewöhnlich muss jener Hagelschlag gewertet werden, der am 28.03.1974 in einigen Teilen des UG zu signifikanten Hagelkorngrößen führt. So schreiben NEES und KEHRER (2002, S. 365) darüber: „(...) *Der Niederschlag begann in Alzenau mit ganz vereinzelten, aber hühnereigroßen Hagelkörnern. Man sah Leute ganz erstaunt an den Türen von Geschäften und Wirtschaften stehen und diese für den März völlig außergewöhnliche Wettererscheinung beobachten. In den Wohnungen hörte sich das Trommeln des Hagels gespenstisch an. Manche Haustiere, wie Hunde und Katzen, liefen aufgeregt herum und begannen zu knurren. Nur der matschigen Struktur der Hagelkörner war es zu verdanken, daß keine Schäden entstanden.*“

Tabelle 28: Verifizierte Hagelschadensereignisse im UG – Jahresverteilungen (in %)
(Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober
Hagelschadensereignisse							
insgesamt (n = 349)	2,0	20,9	28,1	28,9	18,1	2,0	0
in Verbindung mit Non-*SLS* (n = 85)	**4,7**	16,5	27,1	24,7	**22,4**	**4,7**	0
in Verbindung mit *SLS* (n = 264)	1,1	22,3	28,4	**30,3**	17,0	0,8	0
Hagelkategorien							
>= 1 (n = 149)	2,7	22,1	**29,5**	24,2	18,8	2,7	0
>= 2 (n = 136)	1,5	**24,3**	28,7	26,5	17,6	1,5	0
>= 3 (n = 97)	0	21,6	27,8	27,8	20,6	2,1	0
>= 4 (n = 83)	0	22,9	27,7	25,3	21,7	2,4	0
>= 5 (n = 17)	*0*	*23,5*	*11,8*	***35,3***	*23,5*	*5,9*	*0*
>= 6 (n = 2)	*0*	*50,0*	*0*	***0***	*50,0*	*0*	*0*
zum Vergleich							
Gesamtschäden (N = 1036)	3,1	18,7	27,8	27,6	19,0	3,3	0,5

(N bzw. n = Anzahl der Ereignisse; Fettdruck: Höchstwert pro Kategorie und Monat)

Die im Frühjahr (April) vorkommenden dokumentierten Hagelschadensereignisse sind häufig mit Non-*SLS*-Fällen verbunden, was ebenso für den Monat September gilt. Ab Mai sind die *SLS*-Schadensereignisse häufiger. Die dokumentierten Hagelschäden erreichen daher bei der fortgeschrittenen Vegetationsentwicklung sowie gleichzeitig verstärkter Entwicklung der Cb insgesamt höhere Schadensausmaße. Wie schon in Kap. 6.1.3. (S. 154) erwähnt, sind die im Mai auftretenden *SLS* in der Regel durch Starkniederschlag (Hagel) gekennzeichnet. In den Monaten Juni und Juli treten Hagelschäden im UG generell in *SLS*-gemäßer Schadensform auf, erst danach überwiegt wieder der Anteil an Non-*SLS*-Ereignissen. Einzelne Schwergewitter können dennoch bis weit in den August hinein signifikante Ereignisse verursachen, wobei in den Dokumentationen dabei nicht selten über große Hagelkörner berichtet wird.

Der Jahresgang der Hagelschadenstätigkeit weist, wie für die Gesamtschäden im UG bereits auf S. 142 erwähnt, kein eingipfliges Jahresmaximum auf (Abb. 84). Stattdessen ergeben sich Einzelmaxima Anfang Juni sowie Ende Juli, entsprechend der charakteristischen Schadensgewittertätigkeit im UG während des Untersuchungszeitraumes (s. Kapitel 6.1.3.). Mai und August weisen Nebenmaxima auf, der Monatswechsel Juni/Juli besitzt ein ausgeprägtes Minimum.

Im einzelnen beginnt die Hagelsaison wie bei allen anderen gewitterbedingten Erscheinungsformen gegen Ende des Monats April (Abb. 84). Vorherige Ereignisse bleiben vereinzelt. Dabei handelt es sich im wesentlichen um nicht-signifikante Hagelschadensereignisse. Dokumentationen über bedeutende Hagelkorngrößen liegen während des Untersuchungszeitraumes im UG für diesen Zeitraum nicht vor. Erst im Mai schnellt die Anzahl der Hagelschadensfälle wesentlich nach oben, vor allem mit Ende der ersten Dekade (und damit zeitlich verzögert zum Einsetzen der Starkregenschadenstätigkeit). In der zweiten Monatsdekade kommt es vermehrt auch zu *SLS*-gemäßen Schadensfällen (Abb. 85). Die Wende von der 2. zur 3. Maidekade macht sich in der Gesamthagelschadenstätigkeit durch einen deutlichen Rückgang bemerkbar. Hierfür sind die sog. Kleinen Eisheiligen verantwortlich, deren Wirken bereits bei den vorhergehenden Schadensfällen beschrieben wurde (s. Kap. 6.1.3, S. 154). Einzelne starke Gewitter in solchen Jahren, in denen dieser Witterungsregelfall ausbleibt, können jedoch auch zu dieser Zeit Schäden anrichten (s. Abb. 87, 88, 89). Im Laufe der letzten Maidekade steigt die Schadenstätigkeit allgemein deutlich an. Der Anteil signifikanter Hagelkorngrößen (Abb. 91[83]) beträgt gegen Ende Mai bis zu 50% an der gesamten Hagelschadenstätigkeit.

Wie bei den anderen gewitterbedingten Erscheinungsformen zeigt auch die dokumentierte Hagelschadenstätigkeit in den ersten Junitagen ihr erstes Maximum (Abb. 84). Das dabei allgemein beobachtete erhöhte Auftreten von Gewittern (s. hierzu Kap. 6.1.3., S. 154) sorgt für häufiges Entstehen von (Luftmassen-)Gewittern, die mit Starkniederschlägen das UG überziehen. Dieses erste Hagelschadensmaximum ist in fast allen Kategorien deutlich ausgeprägt (Abb. 84-89). Die Schafkälte mit ihrer charakteristischen gewitterarmen Witterung verursacht bei der Hagelschadenstätigkeit einen deutlichen Rückgang, wenngleich auch während der zweiten Junidekade weiterhin Hagelschäden dokumentiert werden. Der Anteil signifikanter Hagelkorngrößen liegt dabei im Vergleich zu den letzten Maitagen jedoch niedriger (Abb.

[83] Hierin Fehldaten aufgrund von Nullwerten. Die Darstellung des Jahresganges der Verhältnisse der einzelnen Hagelschadenskategorien zur Gesamthagelschadenstätigkeit beschränkt sich auf die Darstellung von Kategorie Hagel+*SLS*, Hagelklasse >= 2 sowie Hagelklasse >= 4.

Abbildung 84: Jahresverlauf der Hagelschadensereignisse im UG –

Gesamtereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

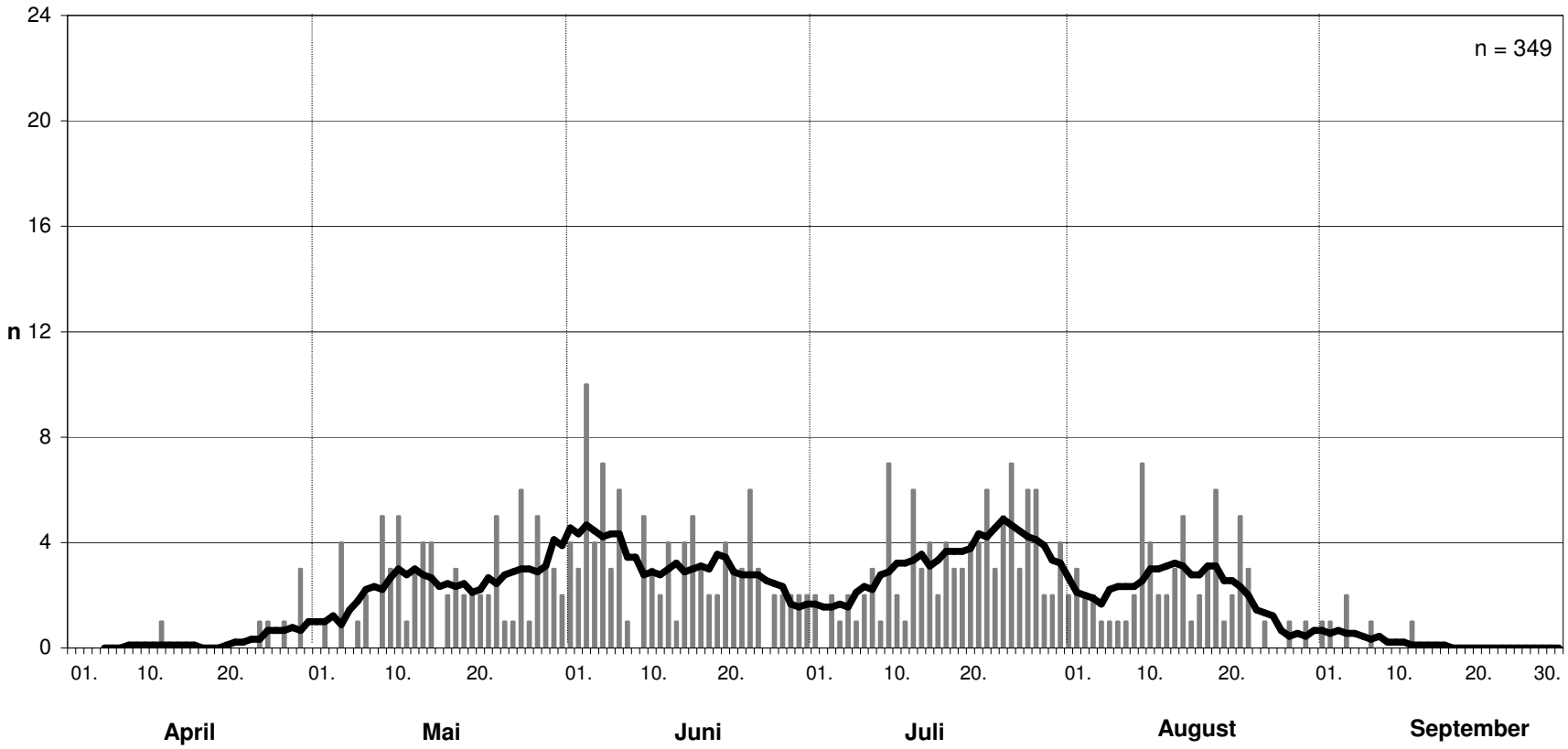


Abbildung 85: Jahresverlauf der Hagelschadensereignisse im UG –
Hagel- und *SLS*-Ereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

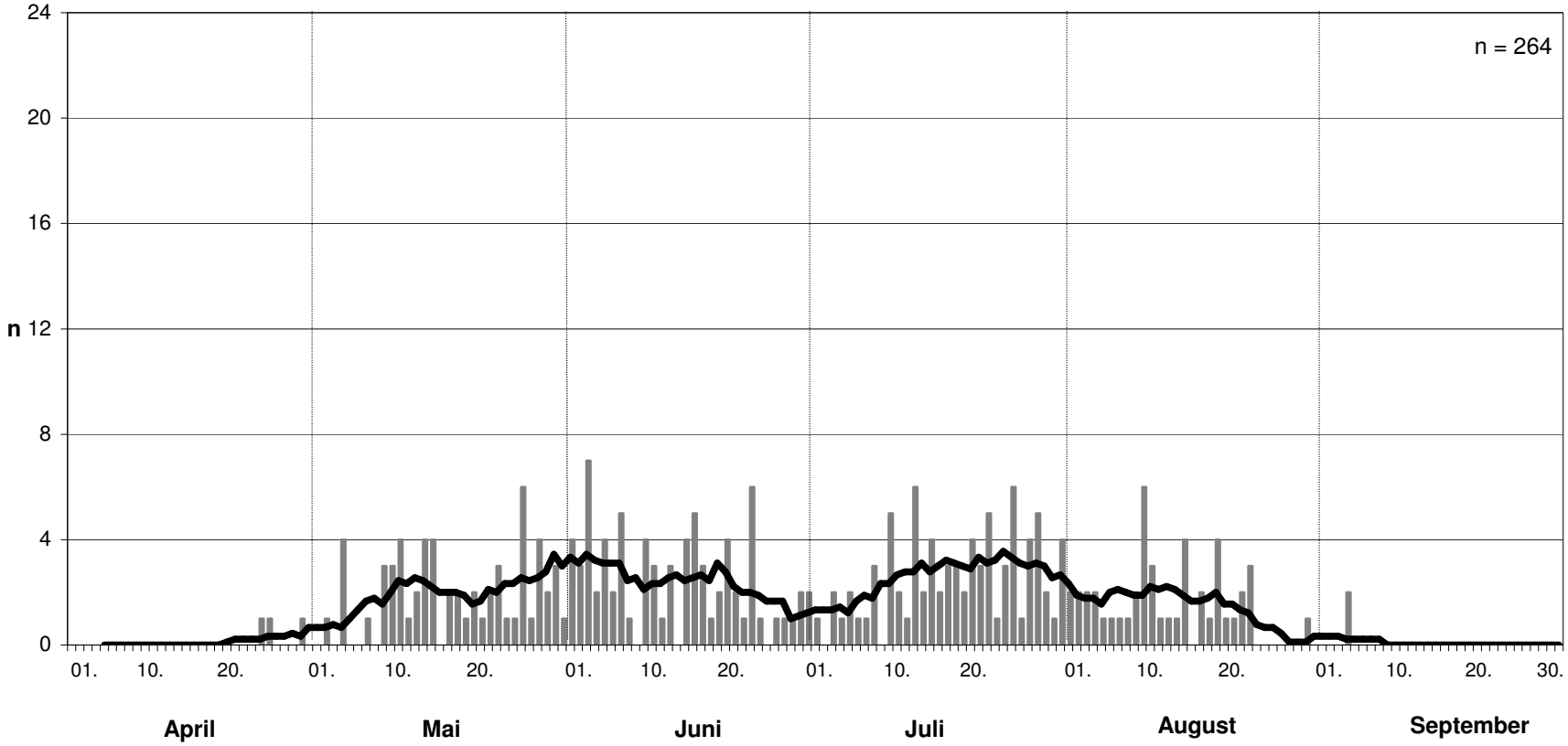


Abbildung 86: Jahresverlauf der Hagelschadensereignisse im UG –

Ereignisse der Kategorie >= 1 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

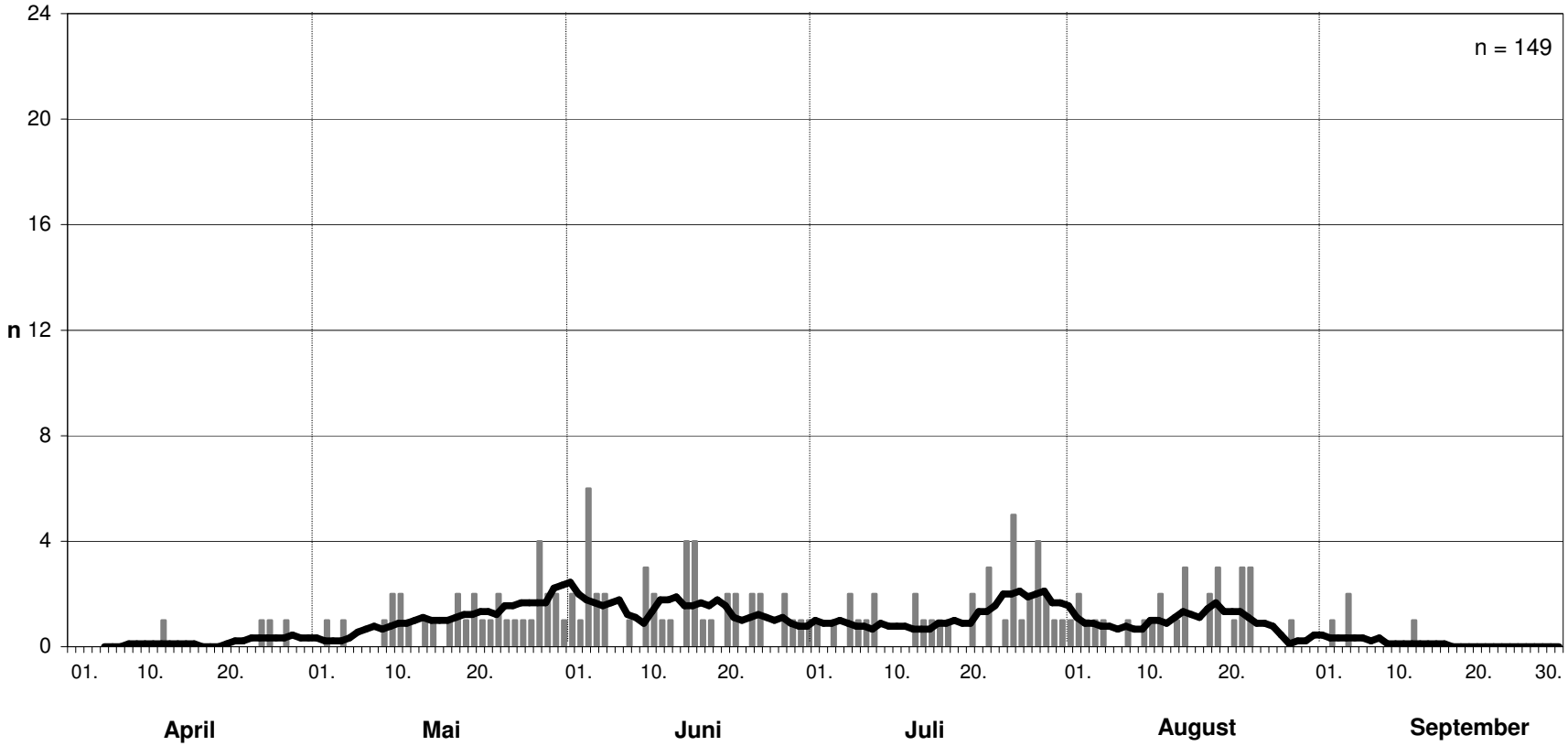


Abbildung 87: Jahresverlauf der Hagelschadensereignisse im UG –

Ereignisse der Kategorie >= 2 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

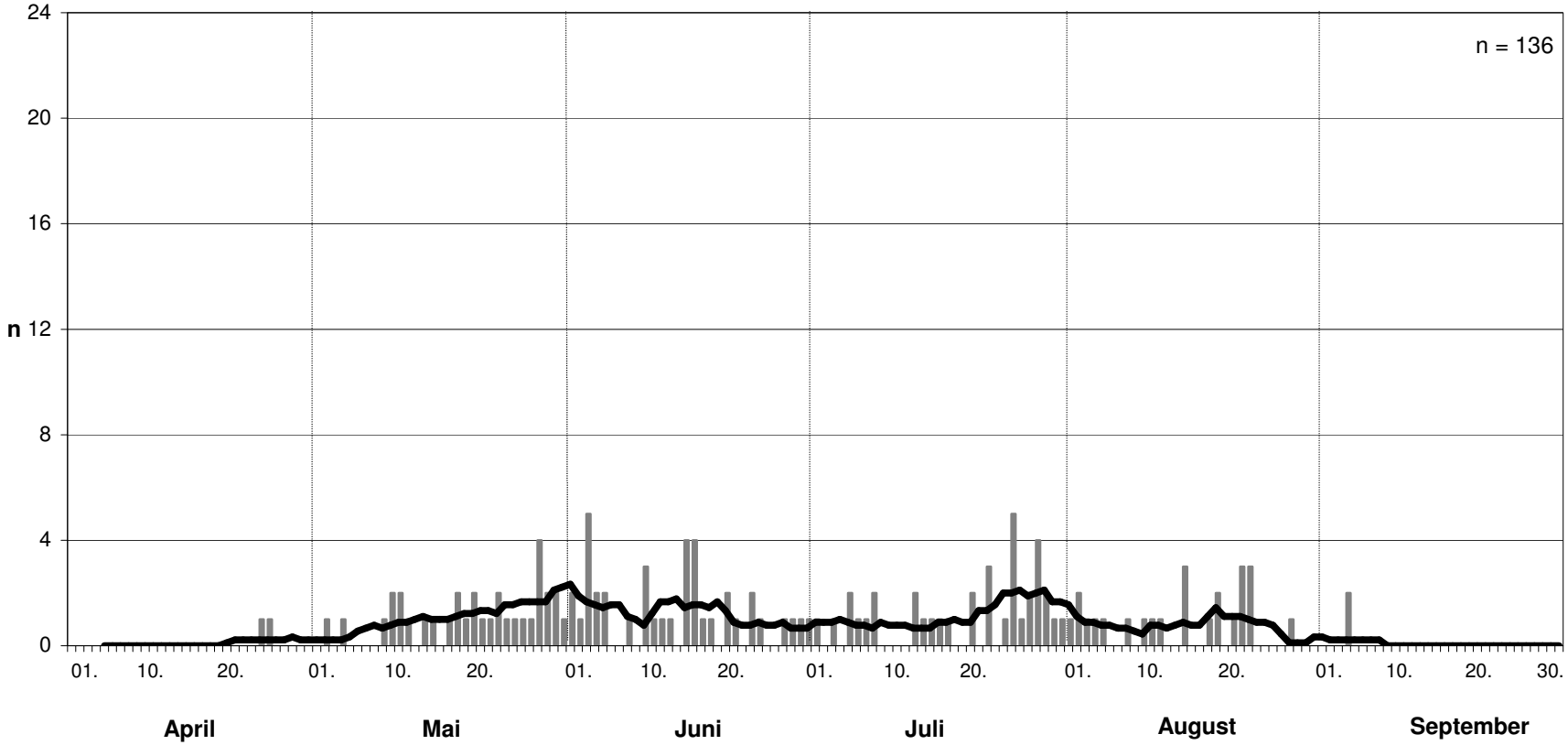


Abbildung 88: Jahresverlauf der Hagelschadensereignisse im UG –

Ereignisse der Kategorie >= 3 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

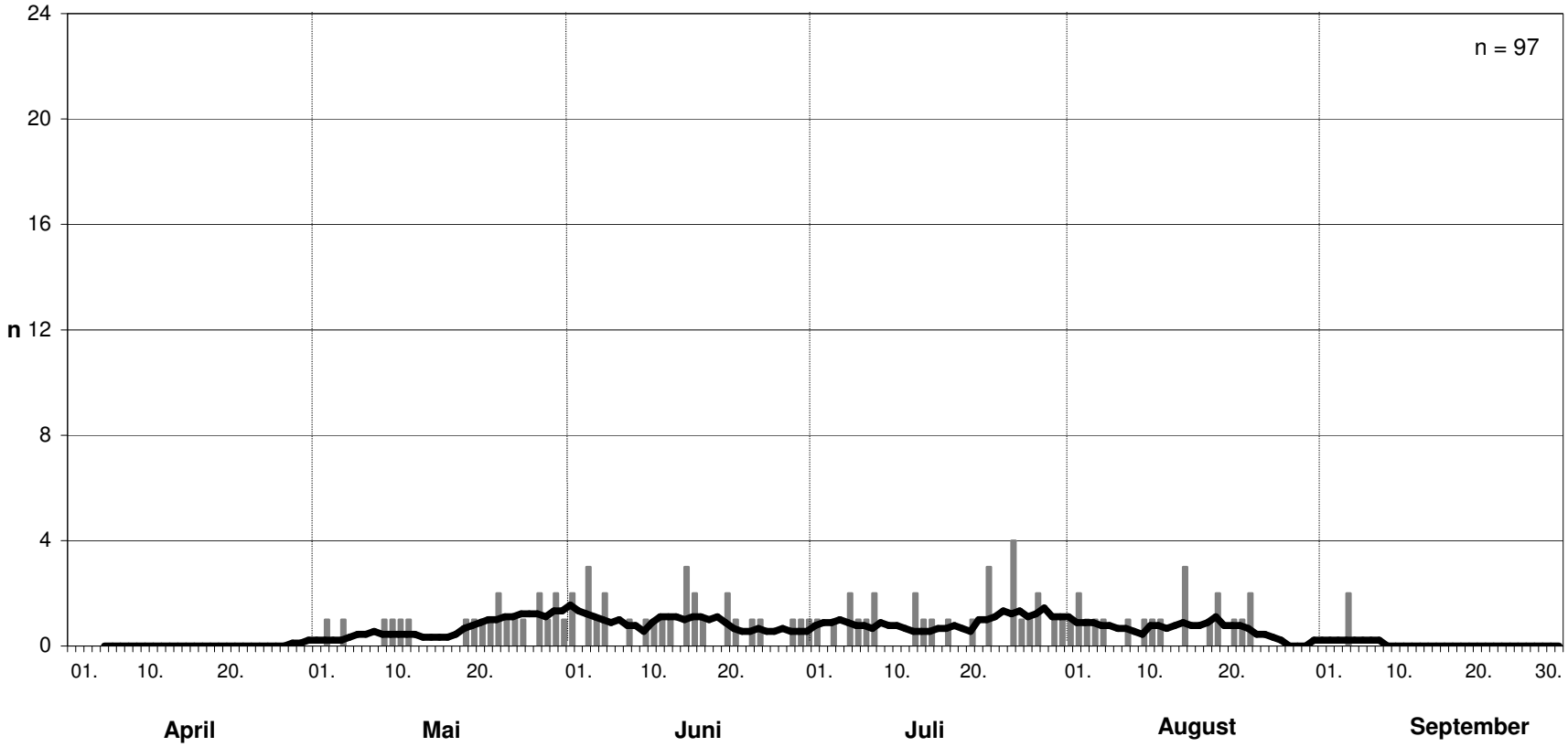


Abbildung 89: Jahresverlauf der Hagelschadensereignisse im UG –

Ereignisse der Kategorie >= 4 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

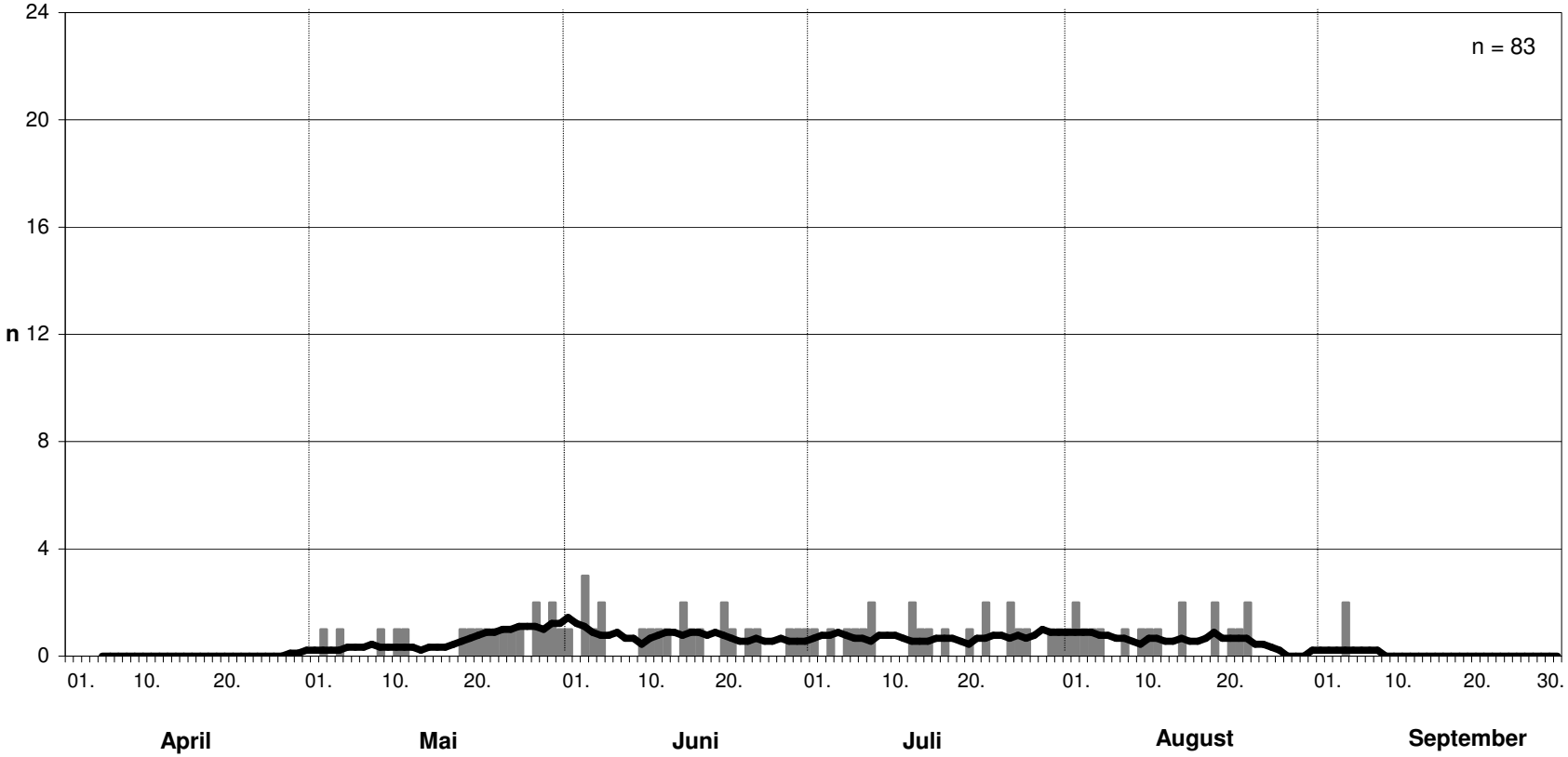


Abbildung 90: Jahresverlauf der Hagelschadensereignisse im UG –

Ereignisse der Kategorie >= 5 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

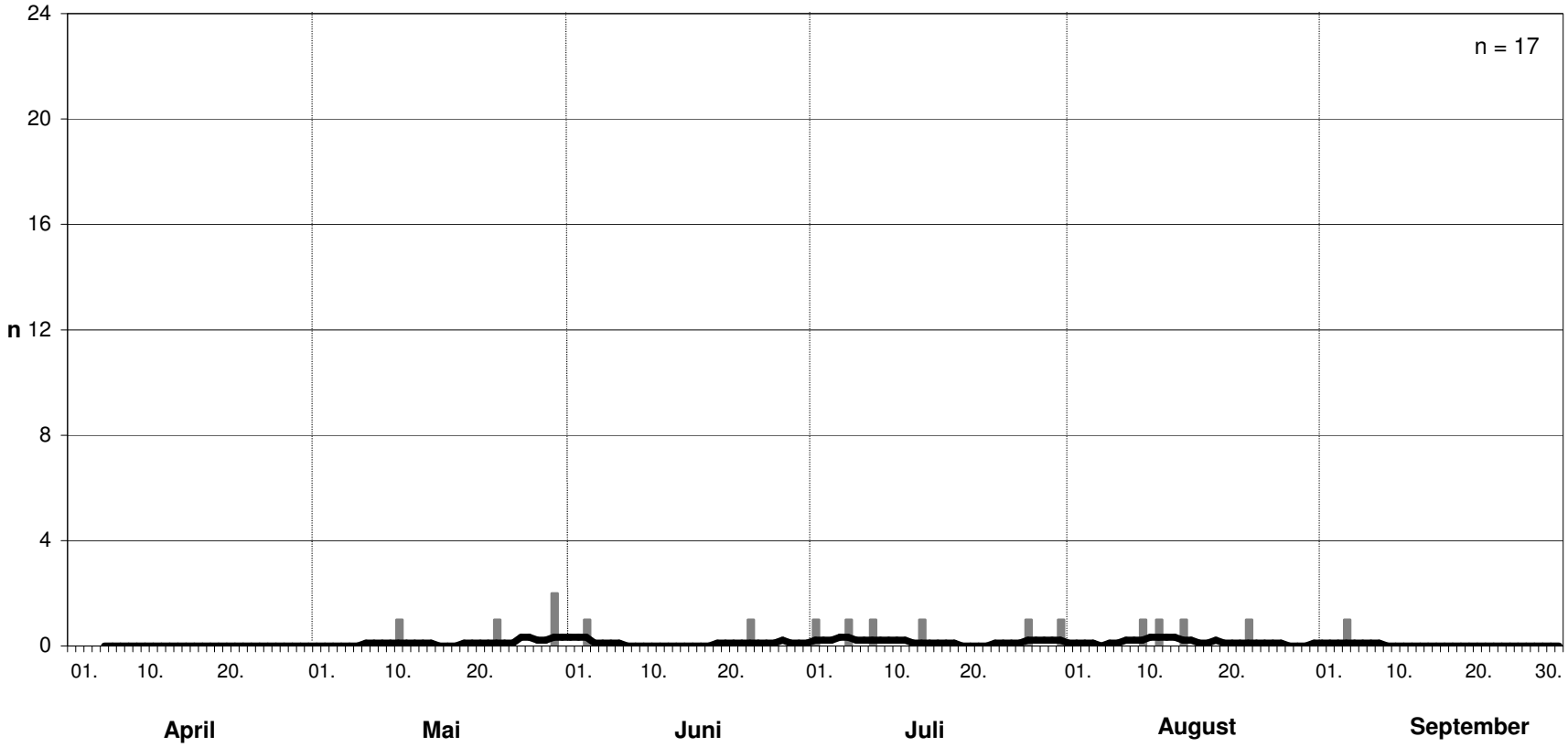
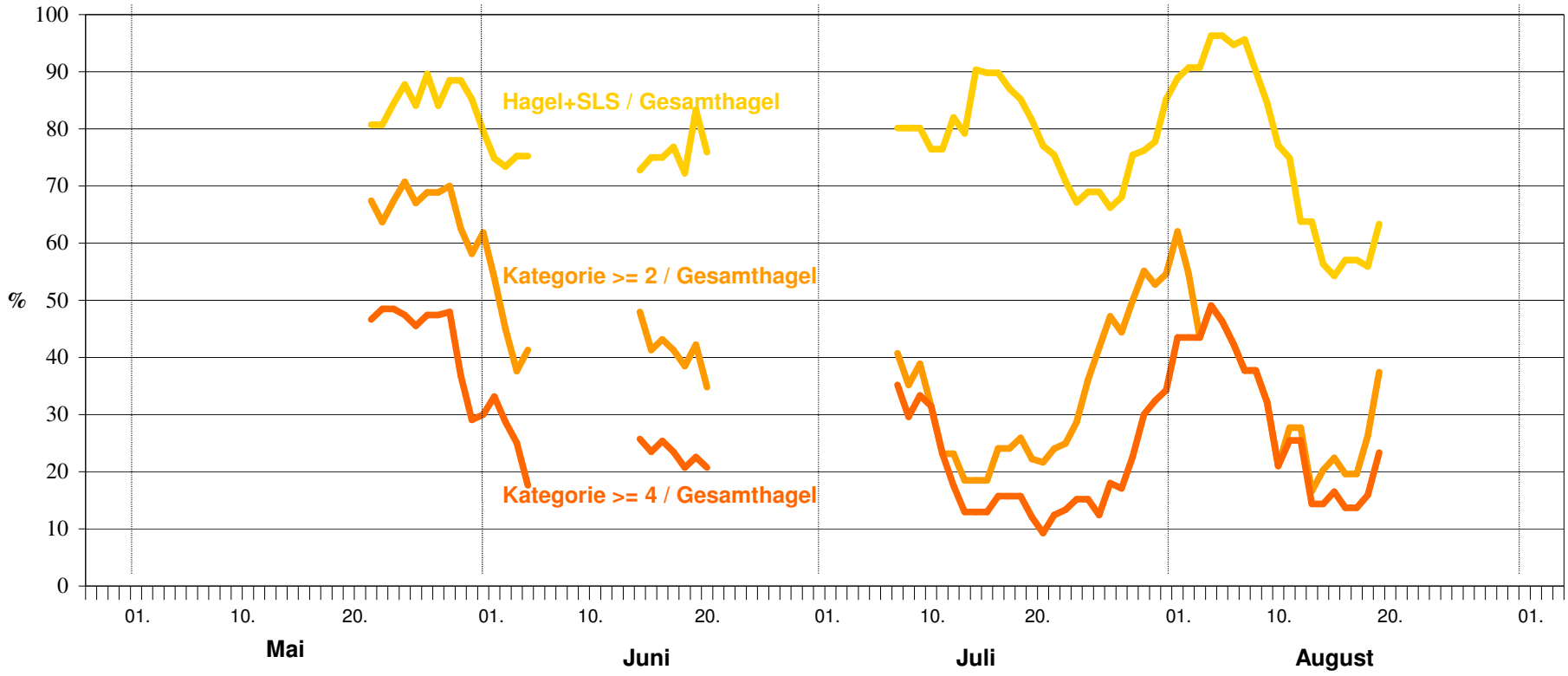


Abbildung 91: Jahresverlauf der Verhältnisse Teilhagel- / Gesamthagelereignisse –
Kategorien „Hagel + SLS“, „>= 2“, „>= 4“ (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)



91). Die Hagelschadenstätigkeit, ebenso wie die gesamte Starkniederschlagstätigkeit (s. Abb. 76, S. 235), nimmt in der letzten Junidekade weiter ab, was auf die in der Regel in Kapitel 6.1.3 (S. 155) erwähnte, vielfach durch Non-*SLS*-Ereignisse charakterisierte Gewittertätigkeit während dieses Zeitraums zurückzuführen ist.

Ein sehr ausgeprägtes Hagelschadensminimum findet sich im UG während des Untersuchungszeitraumes zum Monatswechsel Juni/Juli. Das Vorkommen dokumentierter Starkgewitterereignisse mit der Erwähnung signifikanter Hagelkorngrößen hat sich verringert. Grund: Das Überwiegen der während Schadensphase 3 und dem mittsommerlichen Schadensminimum (Kap. 6.1.3, S. 156) häufig vorkommenden Non-*SLS*-Ereignisse im Bereich der atlantisch geprägten Luftmassen im Wechsel mit monsunalen Kaltluftvorstößen, bei denen ausgeprägte *MCS*, wie sie in subtropischen, hochlabilen Luftmassen häufig zu finden sind, oft fehlen.
Natürlich kann auch in Jahren ohne solch monsunal ausgeprägte Witterung zu dieser Zeit signifikanter Hagelschlag vorkommen. Ein Beispiel hierfür ist das außergewöhnliche Hagelschadenereignis vom 05.07.1907 (S. 360), das als singuläres Einzelereignis in einer ansonsten kühlen Witterungsperiode auftrat. Bezeichnend ist daher auch, dass der Jahresgang der außergewöhnlichen Korngrößen (Abb. 90) keine ausgeprägten Maxima und Minima aufweist. Dies ist ein deutliches Zeichen dafür, dass starker Hagelschlag den ganzen Sommer hindurch bei geeigneten atmosphärischen Bedingungen im UG stets vorkommen kann.

Nach dem mittsommerlichen Schadensminimum geht die Anzahl der dokumentierten Hagelschäden wieder nach oben, signifikante Hagelkorngrößen werden allerdings erst im weiteren Verlauf von Schadensphase 4 verstärkt beobachtet (s.a. Abb. 91). Hier zeigt sich anschließend in der Gesamtschadenstätigkeit der Hagelschadensereignisse (Abb. 84) das zweite Jahresmaximum. Charakteristisch ist das Auftreten dieser Ereignisse in Form intensiver *SLS*, die linienartig (als *Squall Lines*) oder als isolierte bzw. gruppierte *MCS* (Multi-, Superzellen) aus (meist) südwestlichen Richtungen über das UG hinwegziehen.

Der zu Anfang August folgende geringe Rückgang in der Gesamtschadenstätigkeit (Abb. 41, S. 144) ist bei den Hagelschäden (Abb. 84) gut ausgeprägt. Zwangsläufig steigt der relative Anteil der signifikanten dokumentierten Hagelkorngrößen deutlich an (Abb. 91). Umso auffallender findet sich dann in der Gesamtschadenstätigkeit jene Phase, in der während der zweiten Augustdekade noch einmal eine durch zahlreiche Hagelberichte gekennzeichnete Periode von mehreren Tagen (Teil der Schadensphase 5) einsetzt. Die Hagelschadenstätigkeit ist mit dem Beginn der dritten Augustdekade so gut wie beendet, danach kommt es nur noch

zu gelegentlichen Hagelschäden im UG. Immerhin weist auch noch der September einige vereinzelte Fälle auf, wenngleich die in Abb. 12, Abb. 17 und Abb. 18 dargestellten Hagelkörner und Schäden des Ereignisses vom 18.09.1988 mit Hagelkorngrößen bis 9 cm als vollkommen außergewöhnlich für diese fortgeschrittene Jahreszeit gewertet werden muss.

6.4.3. Die Tagesverteilung der Hagelschadensereignisse im UG

Wie bei den Starkregenfällen ist in Tabelle 29 auch bei den Hagelschadensereignissen das nachmittägliche Schadensmaximum sehr ausgeprägt. Alle anderen Werte der 3-Stunden-Intervalle fallen demgegenüber deutlich ab.

Tab. 29: Tagesverteilung der Schadensereignisse mit Hagel im UG (in %)
(Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

	00-03	**03-06**	**06-09**	**09-12**	**12-15**	**15-18**	**18-21**	**21-24**	**k.A.**
Hagelschadensereignisse									
Insgesamt (n = 349)	2,9	2,0	0,6	1,4	22,1	44,7	14,6	6,0	5,7
Non-*SLS* (n = 85)	2,4	1,2	**1,2**	2,4	**25,9**	38,8	4,7	3,5	**20,0**
***SLS* (n = 264)**	3,0	**2,3**	0,4	1,1	20,8	46,6	17,8	**6,8**	1,1
Hagelschadenskategorien									
Ab 1 (n = 149)	**4,0**	1,3	0	**2,7**	20,1	46,3	18,8	5,4	1,3
Ab 2 (n = 136)	3,7	1,5	0	1,5	18,4	48,5	19,9	5,9	0,7
Ab 3 (n = 97)	3,1	1,0	0	1,0	16,5	48,5	23,7	5,2	1,0
Ab 4 (n = 83)	3,6	1,2	0	1,2	14,5	**49,4**	**24,1**	4,8	1,2
Ab 5 (n = 17)	*5,9*	*5,9*	*0*	*0*	***17,6***	***41,2***	*29,4*	*0*	*0*

Hagel tritt selten in den Morgen- und Vormittagsstunden auf und ist zu dieser Zeit in der Regel nicht signifikant, damit hauptsächlich mit Non-*SLS*-Ereignissen verbunden. In den frühen Nachmittagsstunden erfolgt ein rapider Anstieg in der Schadenstätigkeit, was auf die zu dieser Zeit sich entwickelnden örtlichen Wärme-(Luftmassen-)Gewitter zurückzuführen ist, die häufig Schäden durch Starkniederschlag anrichten. Dabei fällt auf, dass während des Untersuchungszeitraumes (1881-1980, ohne 1941-50) in den verifizierten Quellen Angaben über bedeutende Hagelkörner nicht im Zusammenhang mit der Beschreibung von Gewittern dieses Typus zu finden sind. Hagelkörner werden in den Dokumentationen dagegen vielmehr erst

mit zunehmender Tageslänge „größer“ und weisen ein verspätetes Maximum in den Nachmittags- und Abendstunden auf. Die dokumentierten Fälle mit den Angaben bedeutender Hagelkorngrößen (ab Kategorie 4) gehören daher zu den ausgedehnten, langlebigen und intensiven *MCS*, die hauptsächlich als isolierte bzw. gruppierte Gewittersysteme (weniger in Form ausgeprägter Böenlinien) die bedeutendsten Hagelschläge während des Untersuchungszeitraumes im UG liefern. Von den während 1881-1980 (ohne 1941-50) verifizierten 17 Fällen mit den Hagelkategorien „5“ bzw. „6“ (Hagelkörner mindestens hühnereigroß) tritt der ganz überwiegende Teil, nämlich 12 (=71%) im 6-Stunden-Intervall 15-21 Uhr auf. Zur Nacht hin geht die Häufigkeit der Hagelschadensereignisse deutlich zurück, die verbliebenen Fälle sind in der Regel mit *SLS*-Ereignissen verbunden.

6.4.4. Hagelschadensereignisse und Großwetterlagen

In Tab. 30 ist in Spalte 1 das mittlere Auftreten (in %) der Großwetterlagen für die Periode 1881-1980 (ohne 1941-50) aufgetragen (berechnet nach GERSTENGARBE, WERNER und RÜGE [5]1999). Die Spalten 2-6 zeigen die sich daraus errechneten positiven bzw. negativen prozentualen Abweichungen, je nach dem, ob die betrachtete Hagelschadenskategorie bei der jeweiligen GWL häufiger oder geringer als die GWL selbst auftritt. In den zonalen Wetterlagen finden sich hauptsächlich negative Abweichungen. Die zyklonale Westlage (Wz) besitzt in Form ihrer Frontdurchgänge bzw. Trogvorstöße eine übernormal hohe Gesamthagelschadenstätigkeit, jedoch keine bedeutende Abweichung bei den kategorisierten Hagelschadensklassen. Schnellziehende Kaltfronten mit Sturmböen und kurzzeitigem Starkniederschlag sind hier eher die Regel und lassen daher signifikante Hagelschläge seltener vorkommen.

Überwiegend negative Abweichungen kennzeichnen auch das Vorkommen der Hagelschadenstätigkeit bei den gemischten GWL. Besonders ausgeprägt ist das unternormale Auftreten bei den an sich gewitterarmen Nordwestlagen, die sowohl in antizyklonaler wie auch zyklonaler Form (NWa bzw. NWz) nur selten Hagelschäden im UG aufweisen. Bemerkenswert ist die Entwicklung hinsichtlich der GWL HM (Hoch Mitteleuropa). Die in der Regel stabile Hochdrucklage weist von vornherein eine verringerte Gewitteraktivität auf. Doch die positiven Abweichungen bei den signifikanten Hagelkorndurchmessern deutet, wie bereits in Kap. 6.1.5., S. 164, kurz erwähnt, darauf hin, dass einzelne sehr intensive *SLS* mit Starkniederschlag, Blitzschlag und Sturm von Südwesten her in das Hoch hineinlaufen und örtlich für unwetterartige Vorgänge sorgen können.

Bei den meridionalen Großwetterlagen sind die Hagelvorkommen insbesondere bei den Nordlagen erwartungsgemäß wieder sehr gering. Mit den Nordostlagen nimmt die Häufigkeit zu,

Tab.30: Großwetterlagen und Hagelschäden im UG - Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens (in %) (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50, n = 349)

GWL	Mittelwert	Hagel Unterschied	ab "1" Unterschied	ab "2" Unterschied	ab "3" Unterschied	ab "4" Unterschied	ab "5" Unterschied
WA	6,4	-0,6	0,4	0,3	0,9	2,1	*5,4*
WZ	15,5	**3,7**	0,0	-1,5	-1,0	-1,0	*-3,7*
WS	2,2	-1,1	-1,6	-1,5	-1,2	-1,0	*-2,2*
WW	2,0	-0,5	-0,6	-1,2	-0,9	-0,8	*3,9*
SWA	1,5	-0,1	-0,2	-0,1	0,5	0,9	*-1,5*
SWZ	1,4	-1,1	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	*-1,4*
NWA	4,8	**-1,9**	**-4,1**	**-4,0**	**-3,7**	**-3,6**	*-4,8*
NWZ	4,8	**-1,9**	**-2,8**	**-3,3**	**-3,8**	**-3,6**	*-4,8*
HM	9,4	-0,5	0,0	0,9	**3,0**	**3,9**	***8,3***
BM	6,2	**-2,5**	-0,2	-0,3	-1,1	**-2,6**	*-0,3*
TM	2,6	0,6	0,1	0,4	0,5	-0,2	*-2,6*
NA	1,4	-1,1	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	*-1,4*
NZ	3,8	**-2,4**	**-3,1**	**-3,1**	**-3,8**	**-3,8**	*-3,8*
HNA	4,2	1,0	-0,8	-0,5	-0,1	0,6	***7,6***
HNZ	1,6	-0,1	-0,9	-0,8	-0,5	-0,4	*-1,6*
HB	3,2	-1,2	0,1	0,4	0,9	1,6	***14,4***
TRM	3,6	1,3	0,5	0,9	-1,5	-1,1	*-3,6*
NEA	3,5	1,1	**3,9**	**3,1**	**3,7**	**2,5**	*-3,5*
NEZ	2,9	-0,3	-0,2	0,1	0,2	0,8	*-2,9*
HFA	3,6	**3,0**	**2,5**	**3,1**	**4,7**	2,5	*-3,6*
HFZ	0,9	1,1	0,4	0,6	-0,9	-0,9	*-0,9*
HNFA	1,6	1,2	1,0	1,3	0,4	-0,4	*-1,6*
HNFZ	1,7	**2,4**	**4,4**	**3,5**	2,5	2,0	*4,2*
SEA	1,8	-1,0	-1,2	-1,1	-1,8	-1,8	*-1,8*
SEZ	0,8	0,0	0,5	0,6	1,2	1,6	*-0,8*
SA	1,3	-0,2	0,0	0,2	0,7	-0,1	*-1,3*
SZ	0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	*-0,4*
TB	2,7	0,5	2,0	**2,5**	1,4	2,1	*-2,7*
TRW	3,3	0,4	2,1	1,8	1,8	**2,7**	***8,4***
U	1,1	0,6	0,9	1,1	0,9	1,3	*-1,1*
Mittelwert		-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010	*-0,00010*
Standardabw.		1,46986	1,81333	1,80995	2,02590	1,99022	*4,64169*
D(z)-Wert 80%		1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	*1,28*
80%-Grenzen		**+/-1,9**	**+/-2,3**	**+/-2,3**	**+/-2,6**	**+/-2,5**	***+/-5,9***

und bei den beiden GWL HFa (Hoch Fennoskandien, antizyklonal) bzw. HNFz (Hoch Nordmeer-Fennoskandien, zyklonal) finden sich bedeutende positive Abweichungen in der Hagelschadenstätigkeit, begründet im Auftreten zusammen mit den Ostgewittern. Bemerkenswert ist auch hier, dass die positiven Abweichungen bei den großen Hagelkorndurchmessern abnehmen, so dass sich wieder einmal andeutet, dass bei dieser Art der Gewitter nicht die bedeutendsten Hagelkorngrößen dokumentiert sind.

Die übrigen meridionalen GWL weisen in der Regel kaum bedeutende Abweichungen auf. Lediglich TB (Tief Britische Inseln) und TRW (Trog Westeuropa) zeigen an, dass in ihrem Bereich auftretende frontgewitterartige Vorgänge nicht selten von Hagelschaden begleitet wird, wobei hier insbesondere auch große Hagelkorndurchmesser vorkommen können.

6.5. Gewitter und Sturmschäden im UG

Gewitterbedingte Sturmschäden treten im UG während des Untersuchungszeitraumes 1881-1980 (ohne 1941-50) mit einer Häufigkeit von knapp 20% auf. Dabei sind Gewitterböen (*Downbursts*) bedeutend häufiger als Trombenerscheinungen.

Insgesamt können bei 204 verifizierten Sturmschadensereignissen 195 *Downburst*- und 9 Trombenfälle unterschieden werden. Die Spanne der Ereignisse reicht bei den Gewitterböen von sehr lokalen Sturmschäden durch sogenannte *Micro-Bursts* bis hin zu überregional auftretenden Ereignissen in Form von *Macro-Bursts* im Verbund mit großräumigen Böenfronten (*Squall Lines*). Bei den Tromben handelt es sich in der Regel um schwache Ereignisse. Lediglich die Fälle vom 23.05.1886, 23.08.1903 und 09.06.1931 sind in ihren Wirkungen erheblich. Die Auszählung der nach den in Kapitel 5.6.3. (S. 122f.) vorgestellten Schadenskategorien klassifizierten, während des Untersuchungszeitraumes vorgekommenen Schadensfälle ist in Tabelle 31 ersichtlich.

Die Auszählung macht klar, dass gewitterbedingte Sturmschäden in der Regel im UG als Ereignisse in leichter bis mäßig starker Form dokumentiert werden. Berichte über signifikante, *SLS*-gemäße Sturmschäden liegen nicht von jedem Jahr der Untersuchungsperiode vor. Sehr intensive Sturmschäden sind im Bereich des UG als selten auftretende Gewitterereignisse zu werten.

Tabelle 31: Verifizierte Sturmschadensereignisse im UG – Auszählung nach Schadenskategorien (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

	Sturmschadensereignisse						
	insgesamt	**>= 0**	**>= 0-1**	**>= 1**	**>= 1-2**	**>= 2**	**>= 2-3**
Anzahl	204	192	157	75	19	5	2
Anteil (%) an Ereignissen mit Sturmschäden	100	94,1	77,0	36,8	9,3	2,5	1,0
Anteil (%) an Gesamtereignissen	19,7	18,5	15,2	7,2	1,8	0,5	0,2

6.5.1.: Jahresverlauf der Sturmschadensereignisse

Im Vergleich zu den anderen gewitterbedingten Erscheinungsformen weisen die konvektiven Sturmschadensereignisse in Tab. 32 ihr Jahresmaximum zeitlich verzögert auf, worauf bereits in Kap. 6.1.3., S. 142, kurz eingegangen wurde. Maximalwerte der Schadenstätigkeit werden im Juli registriert, und auch der August ist in sturmschadensrelevanter Hinsicht ein aktiver Monat. Relativ hohe Werte verzeichnen noch Teile des Juni, während die Werte im Mai bemerkenswert niedrig liegen, das zu dieser Zeit seltene Auftreten schadensrelevanter Sturmereignisse im UG aufzeigend. Im April, im September und auch im Oktober treten schließlich die konvektiven Sturmereignisse nur in vereinzelter Form auf.

Tabelle 32: Verifizierte Sturmschadensereignisse im UG – Jahresverteilungen (in %) (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

	April	**Mai**	**Juni**	**Juli**	**August**	**September**	**Oktober**
Sturmschadensereignisse							
insgesamt (n = 204)	1,0	**8,3**	23,0	36,8	26,5	**3,4**	1,0
in Verbindung mit *SLS* (n = 192)	1,0	7,8	24,0	**37,0**	26,6	2,6	1,0
Sturmintensitätskategorien							
>= 0 (n = 192)	1,0	**8,3**	**24,5**	36,5	26,0	2,6	1,0
>= 0-1 (n = 157)	1,3	6,4	23,6	36,9	27,4	3,2	1,3

(Fortsetzung Tabelle 32)

	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober
>= 1 (n = 75)	**2,7**	6,7	20,0	36,0	**29,3**	2,7	**2,7**
>= 1-2 (n = 19)	*(10,5)*	*(15,8)*	*(10,5)*	***(36,8)***	*(21,1)*	*(0)*	*(0,5)*
zum Vergleich							
Gesamtschäden (N = 1036)	3,1	18,7	27,8	27,6	19,0	3,3	0,5

(N bzw. n = Anzahl der Ereignisse; Fettdruck: Höchstwert pro Kategorie und Monat)

Der Jahresverlauf zeigt im Detail den Beginn der schadensrelevanten Tätigkeit gegen Ende des Monats April (Abb. 92). Beide verifizierten Ereignisse (29.04.1928; 29.04.1929) bringen signifikante Sturmschäden der Schadenskategorie 1-2 und können als Ausnahmeerscheinungen gewertet werden. Weder vorher noch nachher zeigten sich während der Untersuchungsperiode im UG ähnlich bedeutende gewitterbedingte Sturmereignisse so früh im Jahr.

Im Mai bleibt die Sturmschadenstätigkeit bemerkenswert gering, in der Regel handelt es sich bei den gelegentlichen Fällen um nur schwache bis mäßige Schadensfälle. Der weitflächige *Macro-Burst* vom 11.05.1910 ist ebenfalls als außergewöhnlich anzusehen. Immerhin zeigen diese Ausnahmeerscheinungen, dass auch in einer ansonsten gering aktiven Phase signifikante Vorgänge ablaufen können. Die Schadenstätigkeit bleibt während des gesamten Monats gering und zeigt damit an, dass die während dieses Frühjahrsmonat ablaufenden Gewitterereignisse in erster Linie durch Starkniederschläge charakterisiert sind.

Mit Beginn des Juni steigt die Schadenstätigkeit ein wenig an (Abb. 92), doch bleiben die Werte insgesamt auf niedrigem Niveau. Während der sehr gewitterreichen frühsommerlichen Phase in der ersten Junidekade treten nicht in jedem ausgeprägten Gewittersystem Sturmschäden auf – Starkniederschlagsvorgänge (und Blitzschläge) sind nach wie vor dominierend.

Erst mit Abschluss dieser Phase nach Einsetzen der Schafkälte nimmt die Aktivität der Sturmschadensereignisse deutlich zu. Hier macht sich die stärkere Zonalität im Ablauf des mittleren Witterungsjahres bemerkbar, bei dem sich die Gewitterereignisse von nun an mit im Schnitt erhöhter Verlagerungsgeschwindigkeit über das UG hinwegbewegen. Erstmals sind in der zweiten Junihälfte auch signifikante Sturmschadensereignisse (Kategorie >= 1) vorhanden (Abb. 95), deren Anteil nimmt daher bedeutend zu (Abb. 97)[84].

[84] Abb. 97: Fehldaten im gleitenden Mittel durch Nullwerte bedingt.

Abbildung 92: Jahresverlauf der Sturmschadensereignisse im UG –

Gesamtereignisse (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

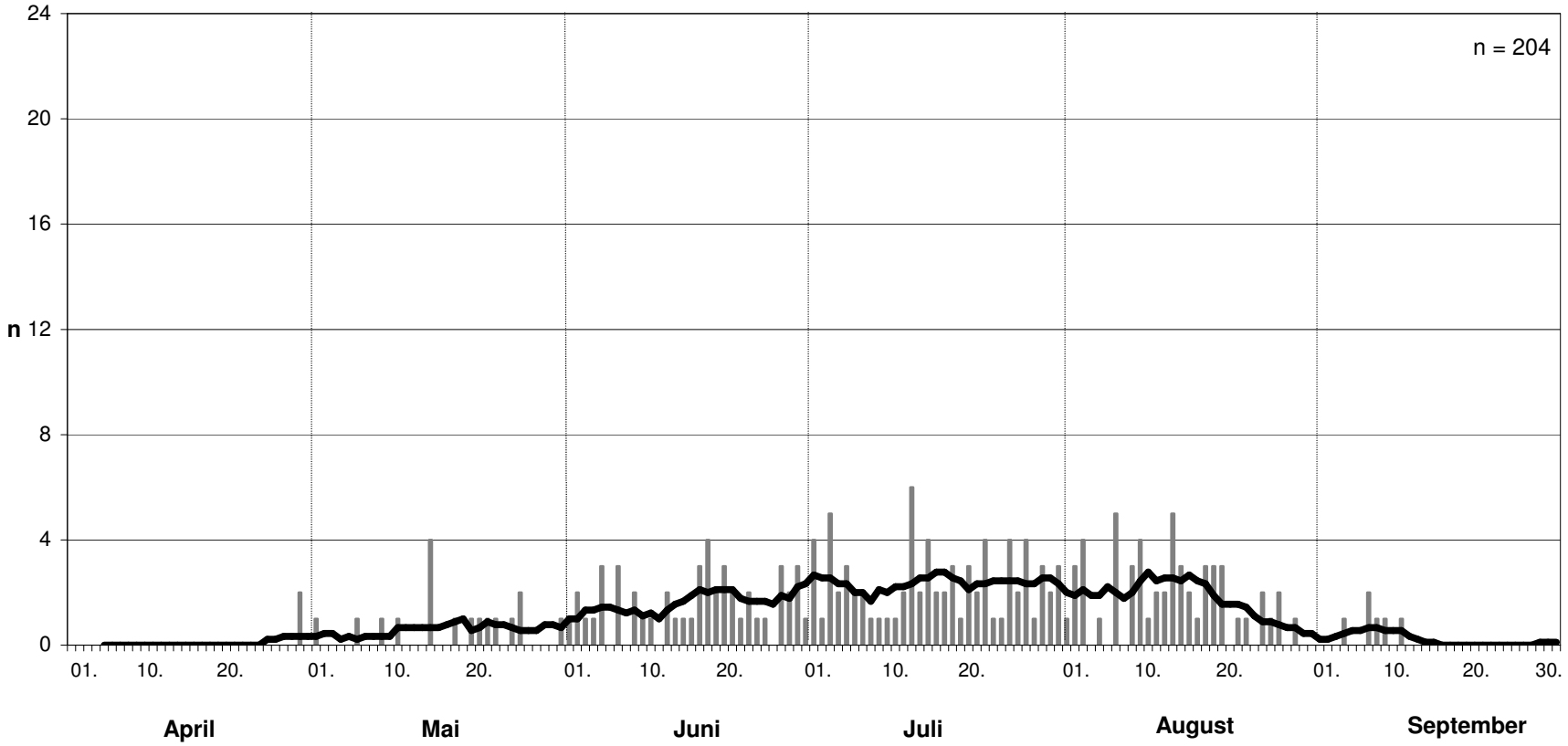


Abbildung 93: Jahresverlauf der Sturmschadensereignisse im UG –

Ereignisse der Kategorie >= 0 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

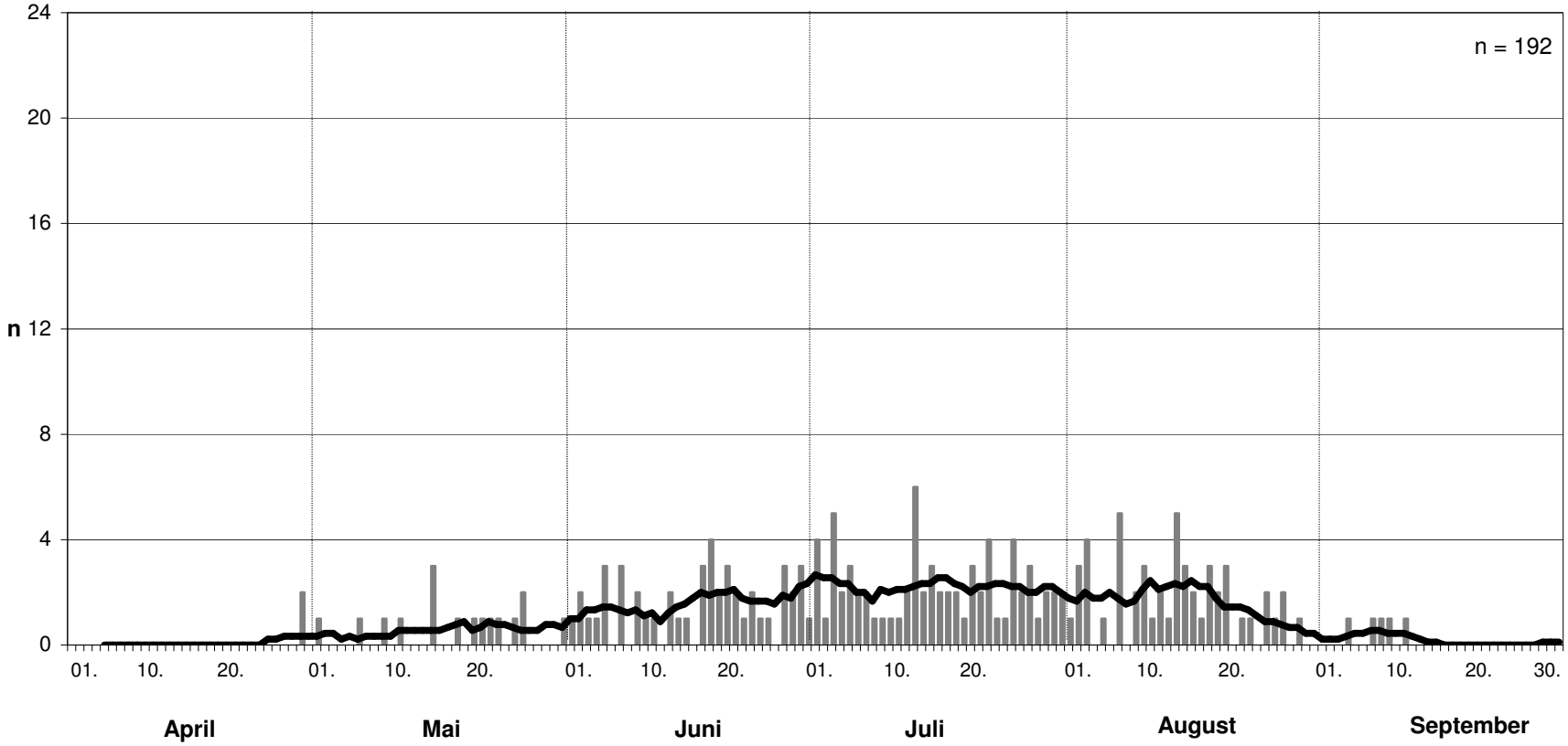


Abbildung 94: Jahresverlauf der Sturmschadensereignisse im UG –

Ereignisse der Kategorie >= 0-1 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

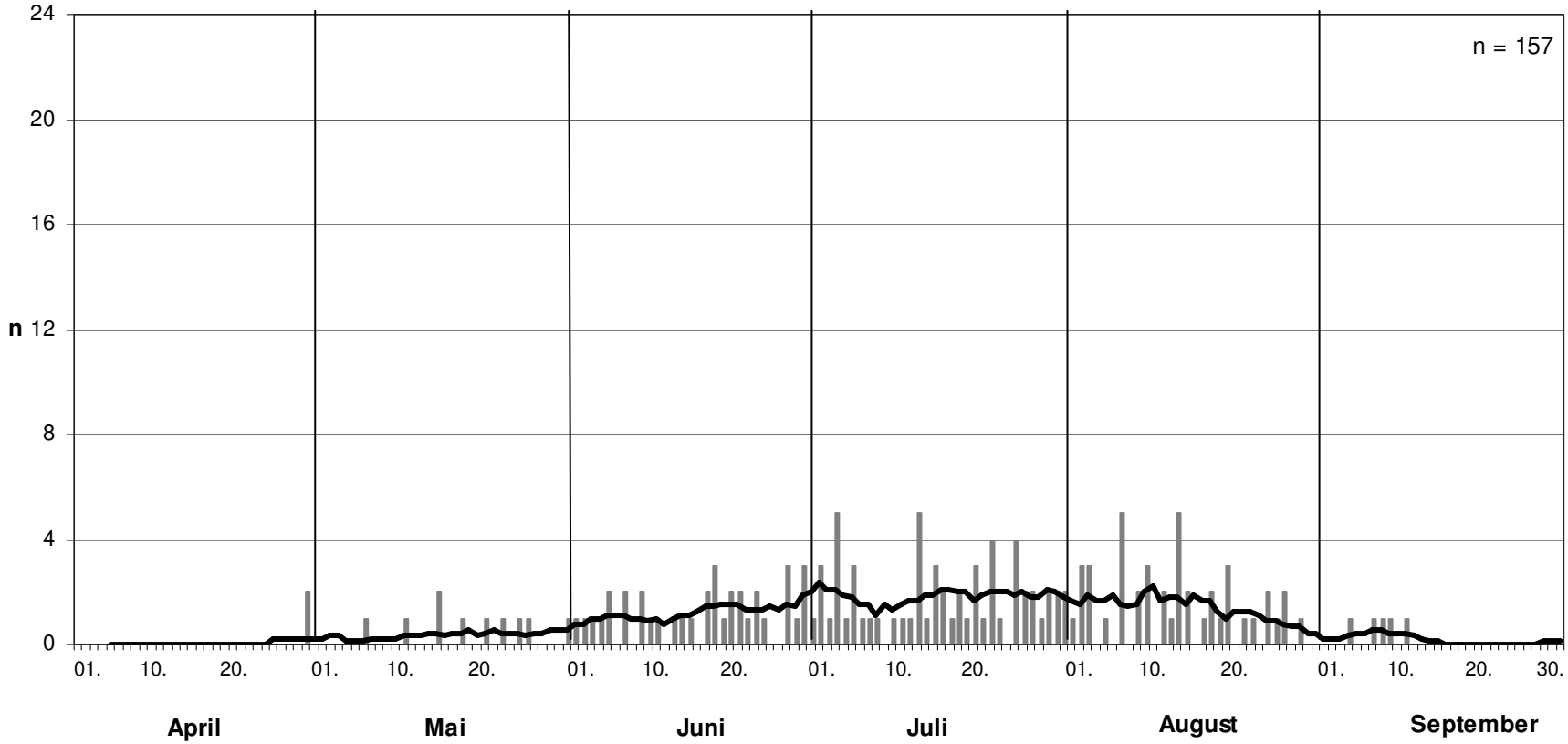


Abbildung 95: Jahresverlauf der Sturmschadensereignisse im UG –

Ereignisse der Kategorie >= 1 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

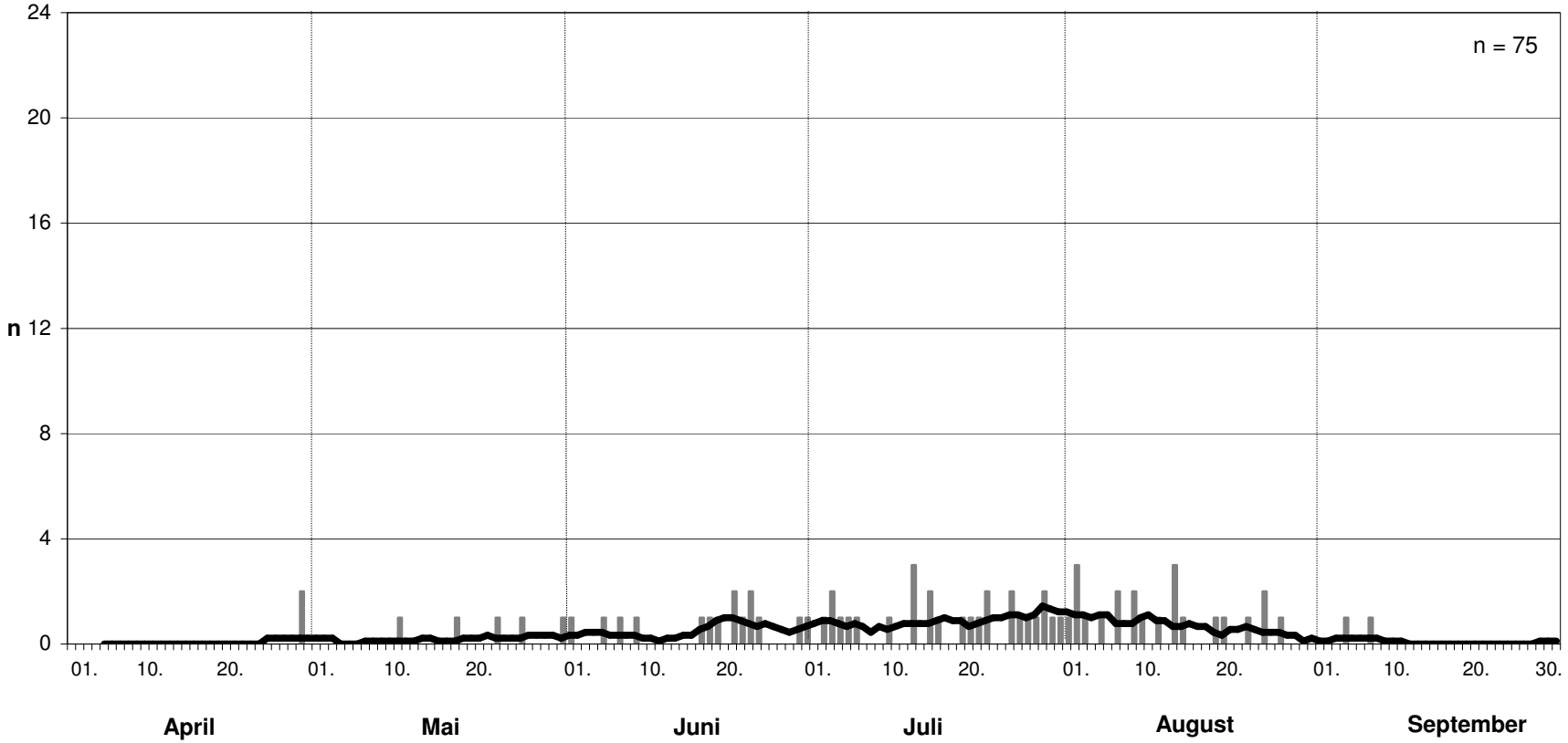


Abbildung 96: Jahresverlauf der Sturmschadensereignisse im UG –

Ereignisse der Kategorie >= 1-2 (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

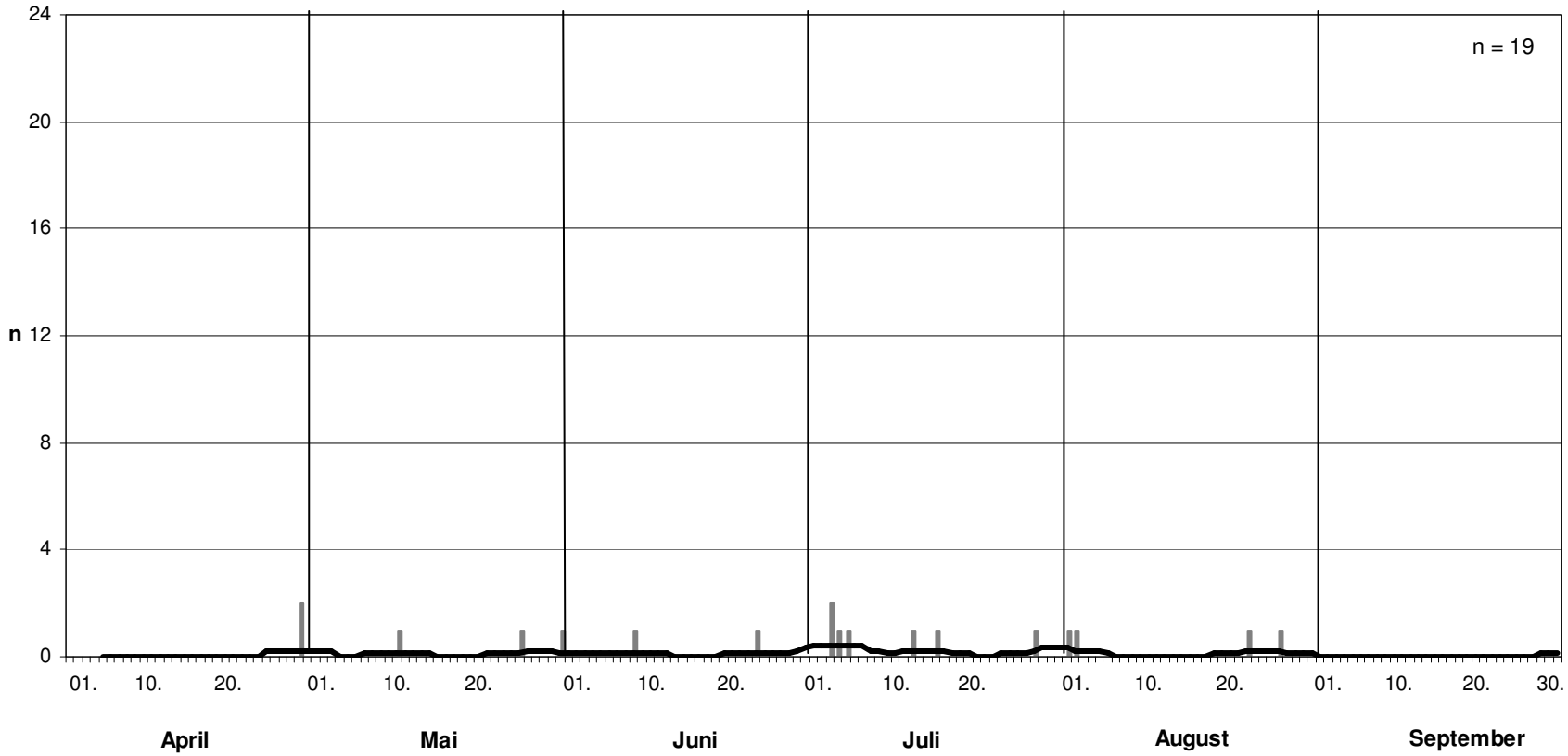
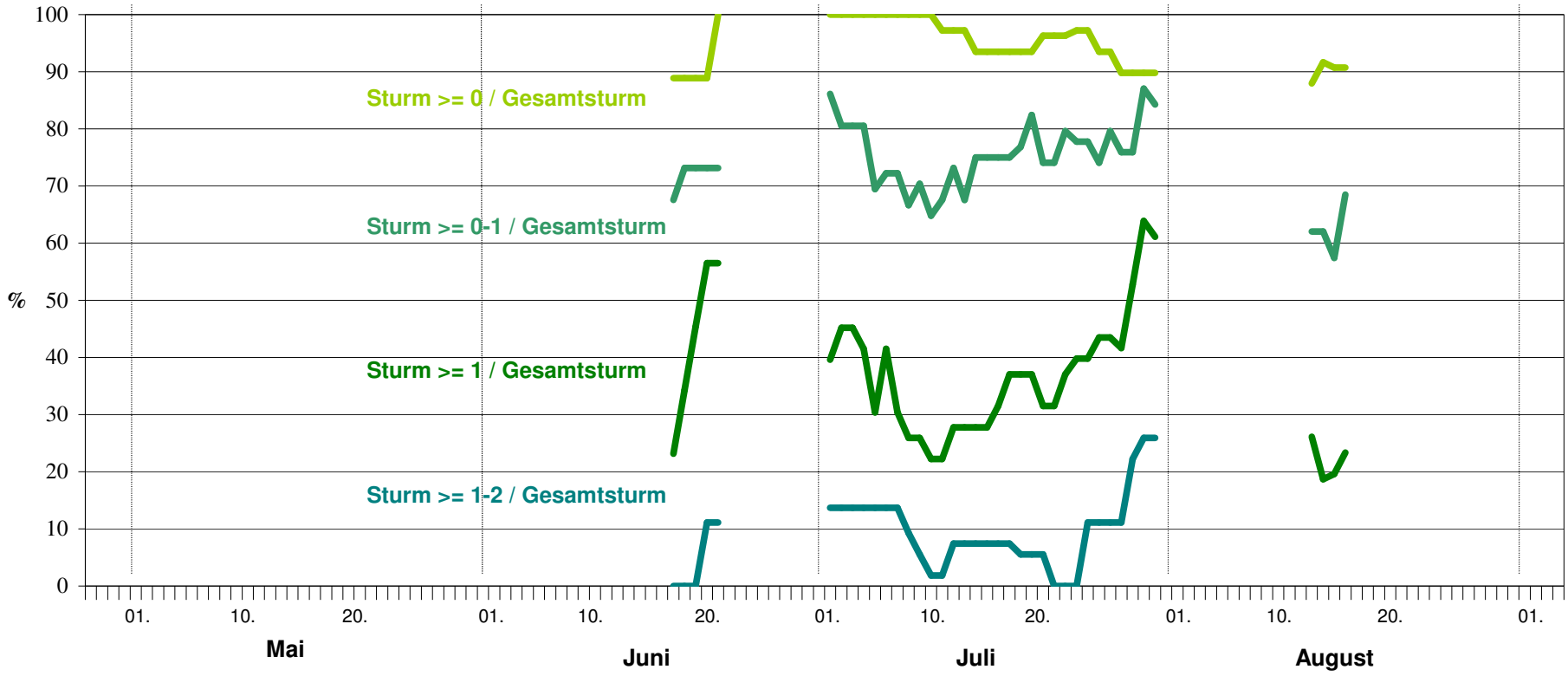


Abbildung 97: Jahresverlauf der Verhältnisse Teilsturm- / Gesamtsturmereignisse –

Kategorien „>= 0“, „>= 0-1“, „>= 1“, „>= 1-2“ (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)



Während bei den anderen gewitterbedingten Erscheinungsformen die Aktivität mit dem Beginn des Monats Juli etwas abnimmt, weisen die Werte der Sturmschadenstätigkeit zum Monatswechsel Juni/Juli höhere Werte auf als im gesamten vergangenen Monat. Grund hierfür sind die in Kap. 6.1.3., S. 155, bereits beschriebenen monsunalen Kaltluftvorstöße, mit denen meist der Durchzug sich rasch verlagernder Gewittersysteme verbunden ist.

Das mittsommerliche Schadensminimum ist jedoch auch in der Sturmschadensaktivität deutlich auszumachen (Abb. 92 bis Abb. 96). Tatsächlich gehen die Werte gegen Ende der ersten Julidekade deutlich zurück, und insbesondere der Anteil an signifikanten Sturmschadensereignissen nimmt ab (Abb. 97). Die zu dieser Zeit beobachteten Gewitter weisen in der Regel geringere Stärke auf, schwache bis mäßig ausgeprägte Gewittererscheinungen an von Westen heranziehenden Wettersystemen (Fronten, Tröge etc.) sind zwar häufig auch noch durch Sturmschäden charakterisiert, diese weisen jedoch in der Regel eine nur geringe Stärke auf.

Erst nach Erreichen der Monatsmitte des Juli steigt der Anteil der signifikanten Sturmschadensereignisse wieder an (Abb. 97), während die Anzahl der Sturmschadensfälle insgesamt in etwa gleich bleibt. Die nun wieder häufiger auftretenden Schwergewitter (Kap. 6.1.3., S. 156) bringen in ihrer ausgeprägten Form als von Südwesten heranziehende *MCS* häufig auch intensiv entwickelte Sturmvorgänge, mit denen es im UG durchaus zu ausgeprägten *Downbursts* kommen kann. Gegen Ende des Monats Juli weisen signifikante Sturmschadensklassen einen Anteil von über 50% auf, den Höhepunkt der fronthaften und häufig durch Sturmschäden gekennzeichneten Gewittertätigkeit im UG andeutend.

Im August besitzt die erste Monatshälfte aufgrund der oben angesprochenen Gewittertypen noch relativ hohe Werte der Sturmschadenstätigkeit. Nach einigen in der Regel sturmschadensarmen Tagen in der ersten Monatsdekade folgt gegen Monatsmitte noch einmal ein Anwachsen der gesamten Sturmschadensaktivität, die mit den zu dieser Zeit häufig beobachteten Frontgewittern einhergeht. Ein abrupter Rückgang in der Schadenstätigkeit zeigt auch hier zu Beginn der dritten Augustdekade das Ende der eigentlichen sommerlichen Sturmschadenstätigkeit (Abb. 92).

Im September treten in der ersten Dekade noch einmal (vor allem an Kaltfronten) Sturmschäden auf, während in der Zeit danach gewitterbedingte Sturmschäden nur noch selten vorkommen. Immerhin werden während des Untersuchungszeitraumes 1881-1980 (ohne 1941-50) auch aus den ersten Oktobertagen noch einige sehr intensive Ereignisse dokumentiert, die eindeutig konvektiven Ursprungs sind und sich während ausgeprägten Rückseitenwetters im Bereich starker Cb entwickeln (05.10.1909, 02.10.1970). Diese Ereignisse sind zeitlich von

den vorangegangenen sommerlichen Starkgewittern getrennt und können daher als herbstliche, gewitterbedingte Sturmschadensereignisse bezeichnet werden - Zeichen dafür, dass konvektive Umlagerungen mit Sturmfolgen im UG keineswegs auf sommerliche Cumulonimben beschränkt bleiben.

6.5.2. Die Tagesverteilung der Sturmschadensereignisse im UG

Die Zugehörigkeit zu den weit ausgedehnten, meist von Südwesten heranziehenden *MCS* zeigt sich auch in der Tagesverteilung der Sturmschadensereignisse im UG (Tab. 33). Vor allem in den späten Nachmittags- sowie in den frühen Abendstunden besitzen die dokumentierten Sturmschadensfälle ihren tageszeitlichen Höhepunkt. Die signifikanten Sturmschadensereignisse (Kategorie ab 1) zeigen sogar ein deutlich erhöhtes Auftreten in den Abendstunden (3-Stunden-Intervalle 18-21 bzw. 21-24 Uhr) im Vergleich mit den anderen Sturmschadenskategorien. Hierzu sind die massiven Böenfronten aus der Zeit des Hochsommers zu zählen, die in der Regel in den Abendstunden das UG überqueren und als ausgeprägte *Macro-Bursts* Schäden verursachen.
In der zweiten Nachthälfte geht die Schadensaktivität zurück, und vor allem in den Morgen- und Vormittagsstunden treten gewitterbedingte Sturmschäden im UG während des Untersuchungszeitraumes nur in wenigen Fällen auf. Die geringen Werte im 3-Stunden-Intervall 12-15 Uhr zeigen auch hier, dass die sich zu dieser Zeit entwickelnden lokalen Cb hauptsächlich durch Starkniederschlag gekennzeichnet sind.

Tab. 33: Tagesverteilung der Sturmschadensereignisse im UG (in %)
(Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

	00-03	**03-06**	**06-09**	**09-12**	**12-15**	**15-18**	**18-21**	**21-24**	**k.A.**
Sturmschadensereignisse									
insgesamt (N = 204)	5,4	2,0	0,5	1,5	14,7	39,7	22,5	11,3	**2,5**
***SLS* (n = 192)**	5,2	**2,1**	0,5	1,0	14,1	40,6	23,4	12,0	1,0
Sturmintensitätskategorien									
>= 0 (n = 192)	**5,7**	1,6	0,5	**1,6**	**15,1**	39,1	23,4	12,0	1,0
>= 0-1 (n = 157)	4,5	0,6	**0,6**	1,3	11,5	**42,0**	24,8	13,4	1,3
>= 1 (n = 75)	2,7	1,3	0	1,3	6,7	40,0	**30,1**	**17,3**	0
>= 1-2 (n = 19)	*(0)*	*(0)*	*(0)*	*(0)*	*(5,3)*	*(47,4)*	*(36,8)*	*(10,5)*	*(0)*

(N bzw. n = Anzahl der Ereignisse; Fettdruck = Höchstwerte pro Kategorie und Monat)

6.5.3. Sturmschadensereignisse und Großwetterlagen

Auch hier (Tab. 34) zeigt sich Gegensätzliches zu den anderen gewitterbedingten Schadensereignissen. So weisen die zonalen GWL insbesondere in Form der zyklonalen Westlage (Wz) eine ausgeprägte positive Abweichung auf. Auf den Grund wurde bereits mehrfach hingewiesen: In westlicher Strömung eingelagerte Wettersysteme verlagern sich rasch über das UG hinweg und bringen häufige Sturmschadensereignisse. Die Spanne ihres Vorkommens reicht dabei von den lokalen *Downbursts* im Bereich intensiver Cb innerhalb ausgeprägten Rückseitenwetters („Windhosen“) (z.B. 05.07.1980) bis hin zu massiven *Macro-Bursts* an bzw. vor starken Kaltfronten (z.B. 28.07.1900).

Gemischte GWL zeigen demgegenüber in den meisten Fällen eine verringerte Sturmschadenstätigkeit im UG während des Untersuchungszeitraumes. Nur die Hochdrucklage Mitteleuropa (HM) macht hier wieder eine Ausnahme und weist bei den intensiven Ereignissen durchaus beträchtliche positive Unterschiede auf. Die (meist aus Südwesten) in das Hoch hineinlaufenden *MCS* sind sehr intensiv und durch Starkniederschlag und Sturm gekennzeichnet.

Meridionale Lagen weisen bei den Sturmschadensfällen weniger positive Abweichungen auf wie die Blitz- bzw. Starkniederschlagsereignisse. Der Grund ist klar: Die aus Osten heraufziehenden Gewitter bzw. die Gewitter, die sich, in langsamer Ostströmung eingebettet, über das UG hinwegbewegen, zeigen kaum ausgeprägte konvektive Umlagerungen in Form von Gewitterböen. Einzig die GWL HFa (Hoch Fennoskandien, antizyklonal) zeigt an, dass es hier mitunter zu raschziehenden Ostgewitterereignissen kommt.

Beträchtliche positive Abweichungen gibt es hingegen bei der Troglage TRW (Trog Westeuropa). Die Sturmereignisse dieser GWL entwickeln sich auf der Vorderseite der von Südwesten hereinschwenkenden Tröge. Böenfronten (*Squall Lines*) bzw. raschziehende, in isolierter oder gruppierter Form auftretende *MCS*, die spät am Tage das UG erreichen, sind häufig von *Downburst*ereignissen begleitet.

Tab.34: Großwetterlagen und Sturmschäden im UG - Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens (in %) (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50, n = 204)

GWL	Mittelwert	Sturm Unterschied	ab "0" Unterschied	ab "0-1" Unterschied	ab "1" Unterschied	ab "1-2" Unterschied
WA	6,4	1,0	1,5	0,7	1,7	*4,2*
WZ	15,5	**6,6**	**6,9**	**6,8**	**11,2**	***10,9***
WS	2,2	1,2	1,4	1,6	3,1	*3,0*
WW	2,0	1,0	1,2	1,2	0,7	*-2,0*
SWA	1,5	0,4	0,6	1,0	1,1	*-1,5*
SWZ	1,4	1,1	0,7	0,5	-1,4	*-1,4*
NWA	4,8	**-4,3**	**-4,2**	**-4,1**	-3,4	*-4,8*
NWZ	4,8	-1,4	-1,1	-1,6	-2,1	***5,7***
HM	9,4	0,9	1,5	**2,7**	**3,9**	*-4,1*
BM	6,2	-0,8	-0,5	-0,5	-0,9	***-6,2***
TM	2,6	-0,1	-0,5	-0,7	0,1	*2,7*
NA	1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	*-1,4*
NZ	3,8	-2,3	-2,2	-2,5	-2,5	*-3,8*
HNA	4,2	-1,7	-1,6	-1,6	-1,5	*-4,2*
HNZ	1,6	-1,1	-1,1	-0,9	-0,2	*3,7*
HB	3,2	-1,8	-1,7	-2,6	-3,2	*-3,2*
TRM	3,6	-0,1	-1,0	-0,4	1,8	***7,0***
NEA	3,5	-1,0	-1,4	-1,6	-2,2	*-3,5*
NEZ	2,9	-0,9	-0,8	-0,3	-1,5	*-2,9*
HFA	3,6	**2,8**	**2,7**	**2,8**	1,8	*1,7*
HFZ	0,9	0,1	-0,4	-0,3	-0,9	*-0,9*
HNFA	1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	*-1,6*
HNFZ	1,7	-0,2	-0,1	0,3	-0,3	*3,6*
SEA	1,8	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8	*-1,8*
SEZ	0,8	-0,3	-0,3	-0,2	-0,8	*-0,8*
SA	1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	*-1,3*
SZ	0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	*-0,4*
TB	2,7	1,7	1,0	1,1	-1,4	*-2,7*
TRW	3,3	**3,5**	**3,5**	**3,1**	2,0	*1,9*
U	1,1	2,3	2,5	2,0	1,5	*4,1*
Mittelwert		-0,00010	-0,00010	-0,00010	-0,00010	*-0,00010*
Standardabw.		2,06147	2,10043	2,13515	2,79200	*3,94531*
D(z)-Wert 80%		1,28	1,28	1,28	1,28	*1,28*
80%-Grenzen		**+/-2,6**	**+/-2,7**	**+/-2,7**	**+/-3,6**	***+/-5,1***

7.: Raum-zeitliche Eigenschaften und Rekonstruktion von Schadensgewittern im Untersuchungsgebiet – dargestellt anhand von Schadensdaten

Bei der mittels Schadensdaten durchgeführten Rekonstruktion der für die jeweiligen Ereignisse verantwortlichen Gewitterformen kann zu Beginn von folgenden Annahmen ausgegangen werden:

(1) Intensität: Je intensiver ein Gewitter bezüglich Niederschlag, Sturm und Entladungstätigkeit verläuft, umso ausgeprägter können die dadurch angerichteten Schäden ausfallen. Intensive Gewitterereignisse verursachen im UG entsprechend in der Regel intensive, wenn auch nicht stets gleichartig ausgeprägte Schäden.

(2) Räumliche Verteilung: Die räumliche Verteilung der gewitterbedingten Schäden ist das am Erdboden entstandene Abbild der mesoskaligen Struktur des dafür verantwortlichen Gewittersystems. Bei Schadensverlauf und –ausmaß wirken die geographischen und anthropogenen Faktoren (s. Kap. 1) weiter beeinflussend. Gewitterschäden aufgrund von isoliert und unorganisiert auftretenden Gewitterzellen (z.B. Wärmegewitter) zeigen entsprechend ein unorganisiertes räumliches Verteilungsmuster. Hochorganisierte Systeme wie gruppiert auftretende mesoskalige konvektive Systeme (*MCS*) oder Gewitterfronten (*Squall Lines*) lassen eine entsprechend strukturierte (linien-, band- oder frontartig vorkommende) Verteilung bei regional oder gar überregional auftretender Verbreitung der Schäden erwarten.

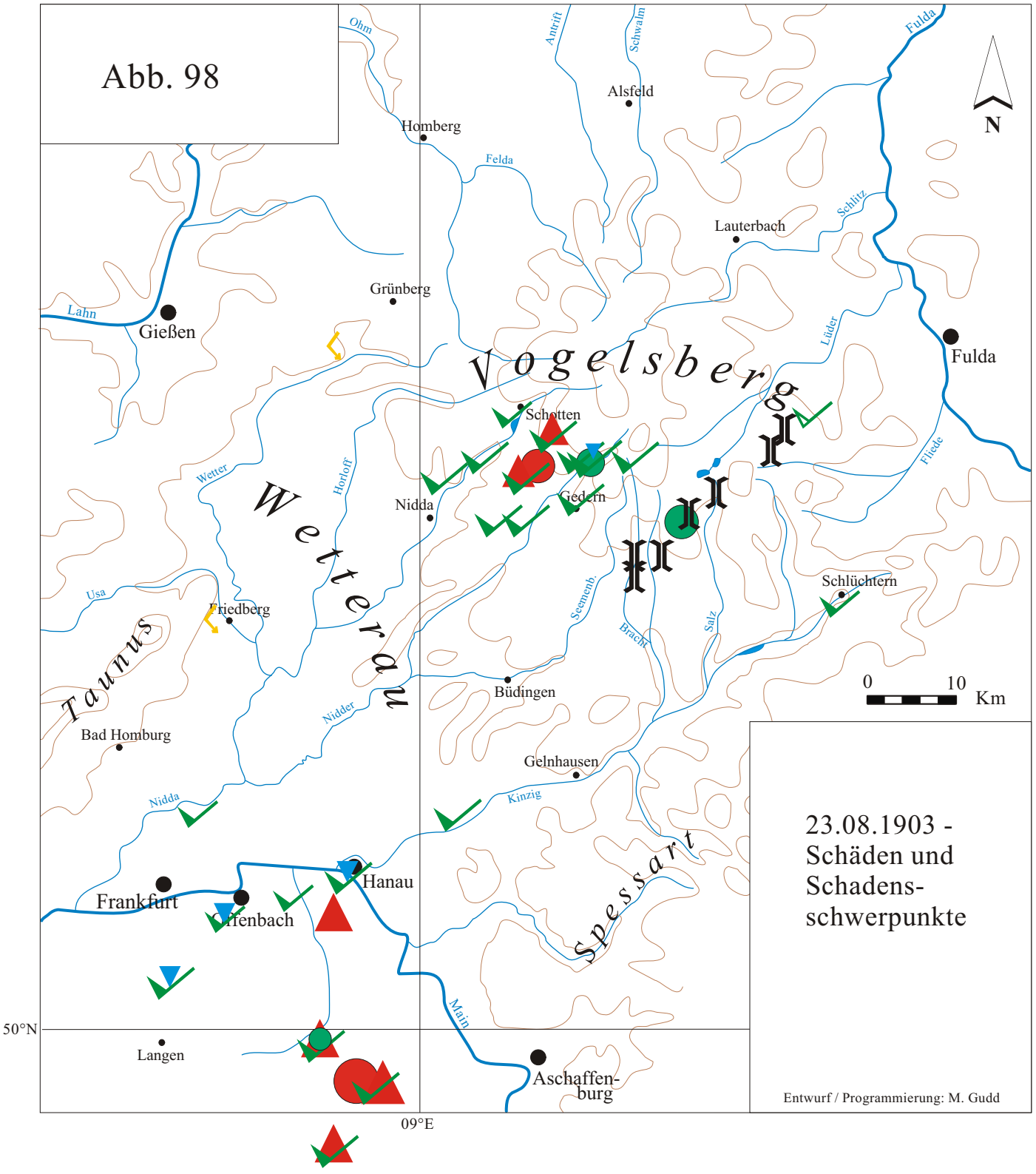
Im folgenden sollen zunächst mit Hilfe der räumlichen Verteilung der bei den verschiedenen Gewitterereignissen auftretenden Schäden Antworten auf die in Kapitel 1.1., S. 4, aufgeworfenen Fragestellung nach den Eigenschaften und Gesetzmäßigkeiten schwerer, schadensrelevanter Gewitter gefunden werden. Zusätzlich sollen unter Zugrundelegung der in (1) und (2) getätigten Annahmen fallweise die Schadensdaten zur Rekonstruktion der jeweils verantwortlichen Gewittersysteme herangezogen werden. Hieraus kann verdeutlicht werden, inwieweit Schadensdaten generell zur Auswertung von Gewitterereignissen Verwendung finden können (Fragestellung III, Kapitel 1.1., S. 4). Da die schweren Gewitter (*SLS*) die stärksten Schäden im UG verursachen, beschäftigt sich die Rekonstruktion auch in erster Linie mit den unterschiedlichen Schwergewitterschadensarten.

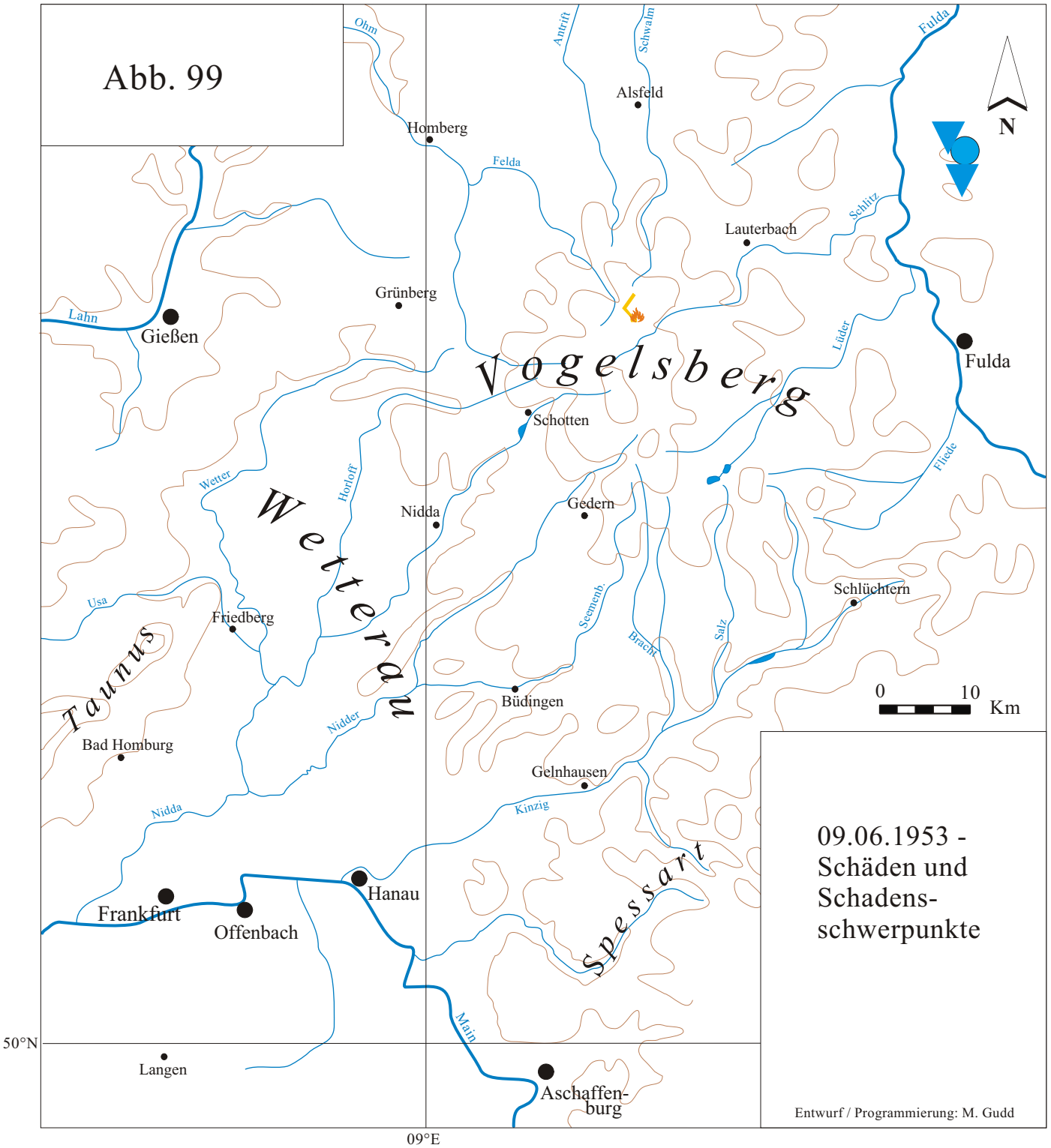
Der räumliche Zusammenhang zwischen Organisationsform der Gewittersysteme und dem am Erdboden ggf. entstehenden Schadensabbild durch Starkniederschlag, Sturm und Blitzschlag kann bei genügender Datendichte dazu genutzt werden, Aussagen über im UG auftretende Zugbahnen der aus verschiedenen Himmelsrichtungen heranziehenden Gewitterereignisse zu

treffen. Hierzu werden von den verifizierten Ereignissen die Schwerpunkte der Schadenstätigkeit bestimmt.

Bei der hier vorgestellten graphischen **Methode der Schadensschwerpunkte** wird jedes einzelne verifizierte Schadensereignis nach dem räumlichen Schwerpunkt der Schadenstätigkeit untersucht. Als Schadensschwerpunkt wird der Ort definiert, an dem in den schriftlichen Quellen die entsprechend der in Kap. 5 vorgenommenen Kategorisierung der Einzelereignisse stärkste Intensität an Starkregen, Hagel und Sturm zu finden ist. Jedes Einzelereignis kann dabei einen einzelnen Schwerpunkt an Starkregen, Hagel bzw. Sturm aufweisen. Da aufgrund der Gewitterentwicklung alle Erscheinungsformen räumlich sehr nahe zusammen auftreten, liegen auch die Schadensschwerpunkte der Ereignisse in der Regel nahe beisammen. Darüber hinaus können bei mehreren im UG gleichzeitig auftretenden Gewittersystemen auch mehrere Schadensschwerpunkte definiert werden. In der Regel ist die Informationsdichte über die angerichteten Schäden hauptsächlich nur bei den *SLS* erwartungsgemäß derart ausreichend, dass eine solche Bewertung vorgenommen werden kann. Non-*SLS* mit häufig nur in Einzelverweisen dokumentierten Fällen bleiben daher unberücksichtigt, ebenso wie Gewitterereignisse, die sich lediglich durch Blitzschäden ausweisen. Da Blitzschäden im gesamten Bereich eines Cb auftreten können, ist die Ermittlung von Blitzschadensschwerpunkten hier nicht nur deutlich schwieriger, ihre Aussagekraft ist auch aufgrund des geringeren Zusammenhangs mit dem eigentlichen Schwerpunkt des Systems deutlich verringert. Ausnahmen bilden nur die als blitzschadensintensiv kategorisierten Gewitter, die in fast allen Fällen einen Entladungsschwerpunkt des Gesamtsystems darzustellen erlaubten.

Abb. 98 und Abb. 99 zeigen beispielhaft die Feststellung von Schadensschwerpunkten von im UG aufgetretenen *SLS*. So ziehen am 23.08.1903 von SW her ausgeprägte Schwergewitter über weite Teile des südlichen und mittleren UG (Abb. 98). Gleichzeitiges Auftreten von Sturm- und Starkniederschlagsschäden deutet auf eine fronthafte Struktur (*Squall Line*), wobei einzelne darin integrierte besonders heftige Gewitterzellen für die intensivsten Schäden verantwortlich sind. Zwei räumlich voneinander getrennte Gewitterzüge bringen starke Schäden. So werden im südlichen Rhein-Main-Gebiet und im Rodgau verheerende Hagel- und Sturmschäden angerichtet. Von Babenhausen liegen Berichte über ungewöhnlich große Hagelsteine (Kategorie 6) vor, während aus dem Rodgau (Nieder-Roden) signifikante Sturmschäden (Kategorie 1) gemeldet werden. Die Schadensschwerpunkte (Sturm/Hagel) des südlichen Zugs


Abb. 98
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Taunus
Salz
Bracht
0
10
Km
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
23.08.1903 -
Schäden und
Schadens-
schwerpunkte
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 99
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
Homberg
Felda
N
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Fliede
Nidda
Gedern
Wetterau
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Salz
Bracht
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
09.06.1953 -
Schäden und
Schadens-
schwerpunkte
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

befinden sich dementsprechend an diesen beiden Orten. Im Vogelsberg kommt es im Bereich des Niddertals ebenfalls zu heftigen Hagel- und Sturmschäden, wobei Schwerpunkte der Hageltätigkeit in Eichelsachsen (Kategorie 4) und der Sturmtätigkeit in Kaulstoß (Kategorie 1-2) zu finden sind. Darüber hinaus entsteht im südöstlichen Vogelsberg im Bereich einer eigenständigen Zelle eine Trombe (s.a. REISS 1904), deren Schadensspur sich über viele Kilometer hinweg nordostwärts verfolgen lässt. Aus den Berichten über diese Schäden geht hervor, dass vor allem in Wettges starke Sturmschäden angerichtet werden, entsprechend findet sich dort ein weiterer Schwerpunkt der Sturmschadenstätigkeit.

Der 09.06.1953 stellt das Beispiel eines lokalen Ostgewitters dar. An diesem Tag kommt es nördlich von Fulda im Bereich Schlotzau, Langenschwarz, Großenmoor sowie in Teilen des Hünfelder Landes zu einem räumlich eng begrenzten, jedoch intensiven Gewitter mit Starkregenschäden. Die stärksten Schäden kommen dabei entsprechend der Dokumentationen im sog. Kiebitzgrund im Raume Schlotzau vor (mit der Schadenskategorie 1-2), entsprechend wird dort der Schadensschwerpunkt des Ereignisses festgesetzt.

Auf die genannte Weise wurden alle signifikanten Gewitterereignisse zwischen 1881 und 1980 (ohne 1941-50) bewertet, auch knapp außerhalb des UG vorkommende Schadensschwerpunkte wurden berücksichtigt. Die so erhaltenen Schwerpunktmuster dienen dazu, evtl. vorkommende Gewitterzüge, in denen sich Schäden häufen, im UG zu identifizieren.

7.1. Schwergewitter (*SLS*) mit Sturmschäden

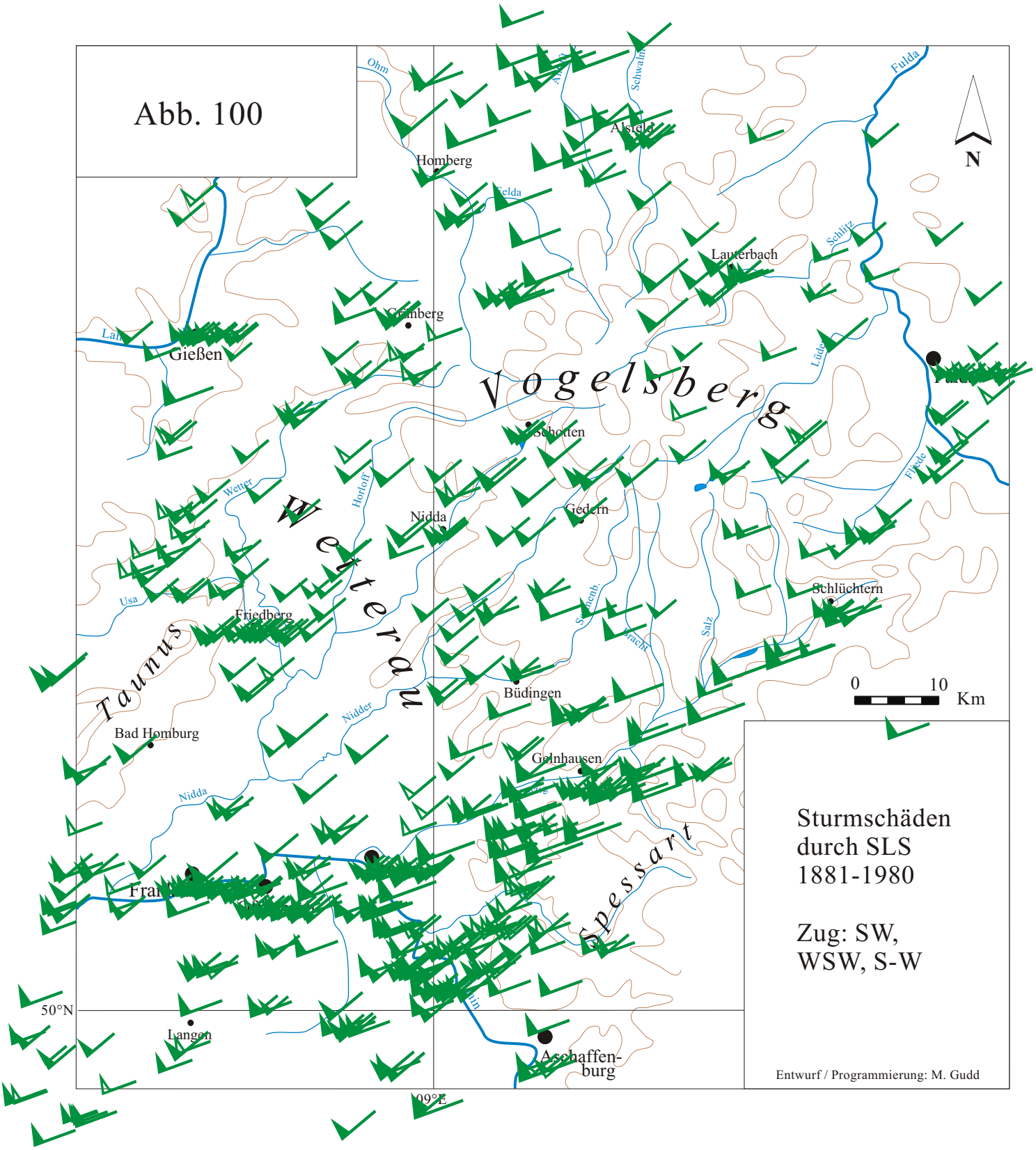
Mit Hilfe der sich aus den schriftlichen Quellen ergebenden Schadens“spuren“ von Sturm, Hagel sowie auch Starkregen werden im folgenden die Charakteristika der bedeutendsten Gewitterereignisse, die im UG auftreten, untersucht. Nach den in Kapitel 5 dargelegten Kriterien gehören hierunter *SLS* mit Sturm- und/oder mit Hagelschäden (Hagelkategorie >=2) sowie mit Starkregenschäden (Starkregenkategorie >=1).

Zu den intensivsten Gewitterereignissen im UG gehören Schwergewitter (*SLS*) mit Sturmschäden. Hierunter fallen sowohl die Schäden durch Gewitterböen (*Downbursts*) - in lokaler Form als *Micro-Bursts*, in räumlich ausgedehnter Form als *Macro-Bursts* - sowie Trombenerscheinungen. Von den Schwergewittern (*SLS*) im UG sind ca. 40% durch derartige Sturmschadensfälle gekennzeichnet (Abb. 33). Insgesamt machen diese Schadensfälle somit zwar nur ein knappes Fünftel sämtlicher Gewitterschadensereignisse aus (mit n = 192; s.a. Abb. 31 und Abb. 34), sie sind jedoch häufig durch sehr intensive Schadensverläufe und Schadensausmaße charakterisiert.

7.1.1. Schwergewitter (*SLS*) mit Sturmschäden aus dem südwestlichen bis westlichen Himmelssektor

Entsprechend der Hauptwindrichtung in Mitteleuropa sind gerade solche Fälle charakteristisch, die dem UG in den Sommermonaten Schwergewitter aus südwestlicher bis westlicher Richtung bringen. Nach SEPT (1998, S. 39) sind Gewitter im süddeutschen Raum (Bayern, Baden-Württemberg) ganz überwiegend mit Westwindwetterlagen (Windrichtungen zwischen 240° und 330°) verknüpft, davon entfällt der größte Teil auf den südwestlichen Himmelssektor. Auch im UG zieht ein beträchtlicher Teil der *SLS* mit Sturmschäden (67%, entsprechend 129 von 192 Fällen) aus südwestlicher bis westlicher Richtung über das UG hinweg (Zugrichtungskategorie: SW, WSW, S-W) (vgl. auch Tab. 10, S. 166). Eine grobe Auszählung dieser *SLS*-Ereignisse mit Sturmschäden aus Südwest bis West (126 *Downburst*-, 3 Trombenfälle; im folgenden SW-W) ergibt, dass fast die Hälfte aller Fälle in den Abend- und Nachtstunden auftritt (18-06 Uhr), 29 Fälle (= 22%) davon in der Zeitspanne zwischen 21 und 06 Uhr, so die große Zugehörigkeit zu den weit ausgedehnten, spät am Tage von SW-W heranziehenden *MCS* verdeutlichend. In die gleiche Richtung zeigt auch die Zugehörigkeit zu den Großwetterlagen (vgl. auch Tab. 9, S. 163), bei denen von den *Downburst*-Ereignissen in überdurchschnittlicher Häufigkeit 57 Fälle (= 45%) in zonaler GWL vorkommen, 29 (= 23%) in gemischten GWL und 48 (= 38%) bei meridionalen Wetterlagen (5 Fälle, entsprechend 4%, treten in Übergangslagen auf).

In Abb. 100 sind alle dokumentierten und verifizierten Sturmschadensfälle durch Gewitterböen (*Downbursts*) aufgetragen, die während des Untersuchungszeitraumes durch *SLS*-Ereignisse aus SW-W verursacht werden. Neben der Tatsache, dass quellenbedingt aus den größeren Orten (Fulda, Gießen, Hanau, Offenbach, Frankfurt) gehäuft über Schadensfälle berichtet wird, kommen *SLS*-Sturmschäden aus SW-W generell im gesamten UG vor. Allerdings wird deutlich, dass im südlichen Teil des UG insgesamt eine bedeutend größere Anzahl von Sturmschäden durch *SLS*-Ereignisse dokumentiert werden. So lässt sich eine wesentliche Häufung von Sturmschadensberichten im Rhein-Main-Gebiet (Untermainebene, Rodgau) mit den jeweiligen Übergängen zum unteren Kinzigtal und zum Spessart hin feststellen. Gleiches gilt teilweise auch für die Wetterau. Darüber hinaus ist auch der nördlichste Bereich des UG (etwa zwischen Homberg/Ohm und Alsfeld) insofern bemerkenswert, als aus ihm ebenso in gehäufter Form Berichte über mehrere zum Teil sehr intensive *SLS*-Sturmschadensfälle aus SW-W vorliegen.

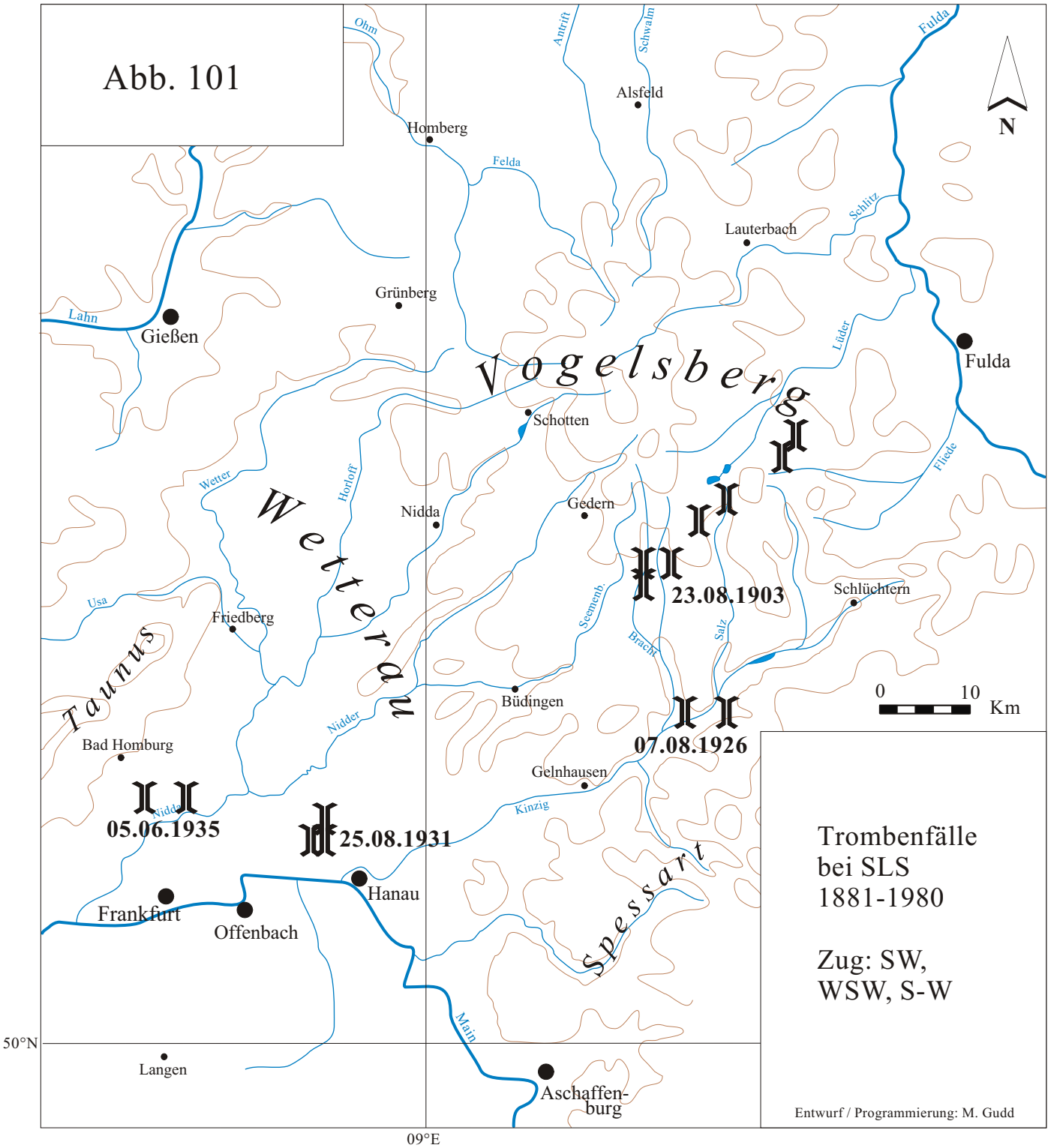

Abb. 100
Ohm
Schwalm
Fulda
Alsfeld
Homberg
Felda
N
Schlitz
Lauterbach
Gießen
Grünberg
Lahn
Vogelsberg
Lüde
Schotten
Wetter
Horloff
Nidda
Gedern
Fiede
Wetterau
Usa
Schlüchtern
Friedberg
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Spessart
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Sturmschäden
durch SLS
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

Im Gegensatz dazu geht nordöstlich und östlich des Hohen Vogelsberges die Häufigkeit von Berichten über Sturmschäden durch *SLS* aus SW-W deutlich zurück. Insbesondere gilt dies für dokumentierte signifikante *SLS*-Sturmschäden. Diese Fälle (Kategorie >= 1) werden dort im östlichen UG generell nur vereinzelt einmal dokumentiert (z.B. 05.07.1907, 07.06.1964). Den verifizierten Schadensberichten nach zu urteilen, kommen während des Untersuchungszeitraumes entlang der Fulda bei *SLS* aus SW-W überwiegend nur leichte bis mäßige Sturmschäden vor. In der Tat blieben signifikante Sturmschäden wie abgedeckte Dächer, beschädigte Gebäude oder flächenhafte Waldverwüstungen bei Gewitterfronten aus den Hauptzugrichtungen SW und WSW in und um Fulda bislang unbekannt.

Die bei dieser Zugrichtung verifizierten Tromben (Abb. 101) treten während des Untersuchungszeitraumes im südlichen und südöstlichen Teil des UG auf, so am Taunusfuß (05.06.1935), in der südlichen Wetterau (25.08.1931, auch 06.07.1862, s. Kap. 8), an der Kinzig (07.08.1926) und im südöstlichen Vogelsberg (23.08.1903; s.a. REISS 1904). Vor und nach der Untersuchungsperiode kommt es zu Tromben aus SW-W auch im Bereich von Gedern (speziell im Bereich des Gederner Sees am 28.06.1984, 04.09.1987 und 02.09.2000) und im Grünberger Raum (25.07.1871, 23.11.1984; s. hierzu Kap. 8). Nördlich und östlich des Vogelsberges kann bei südwestlicher Zugrichtung dagegen keine Trombe verifiziert werden. Bei den beobachteten Ereignissen am Taunusfuß (Nieder-Eschbach), in der südlichen Wetterau (Wachenbuchen) und im Kinzigtal (Bad Soden-Salmünster) handelt es sich außerdem den Beobachtungen nach um lediglich schwache Tromben mit nur geringen Schadensverläufen. Allein die Trombe vom 23.08.1903 im südöstlichen Vogelsberg als Teil eines sehr intensiven *MCS* mit westlich angrenzendem Gewittersturm zeigt eine langgestreckte Schadensspur und einen intensiven Schadensverlauf und gleichzeitig, wie dies bei den besonders heftigen Ereignissen der Fall ist, zunächst keine spürbare Beeinflussung durch das Terrain. Erst nach Überschreiten der Vogelsbergachse im Bereich von Freiensteinau (Naxburg) erfolgt auch hier bei Weiterzug in Richtung Fuldaer Land die Auflösung.[85]

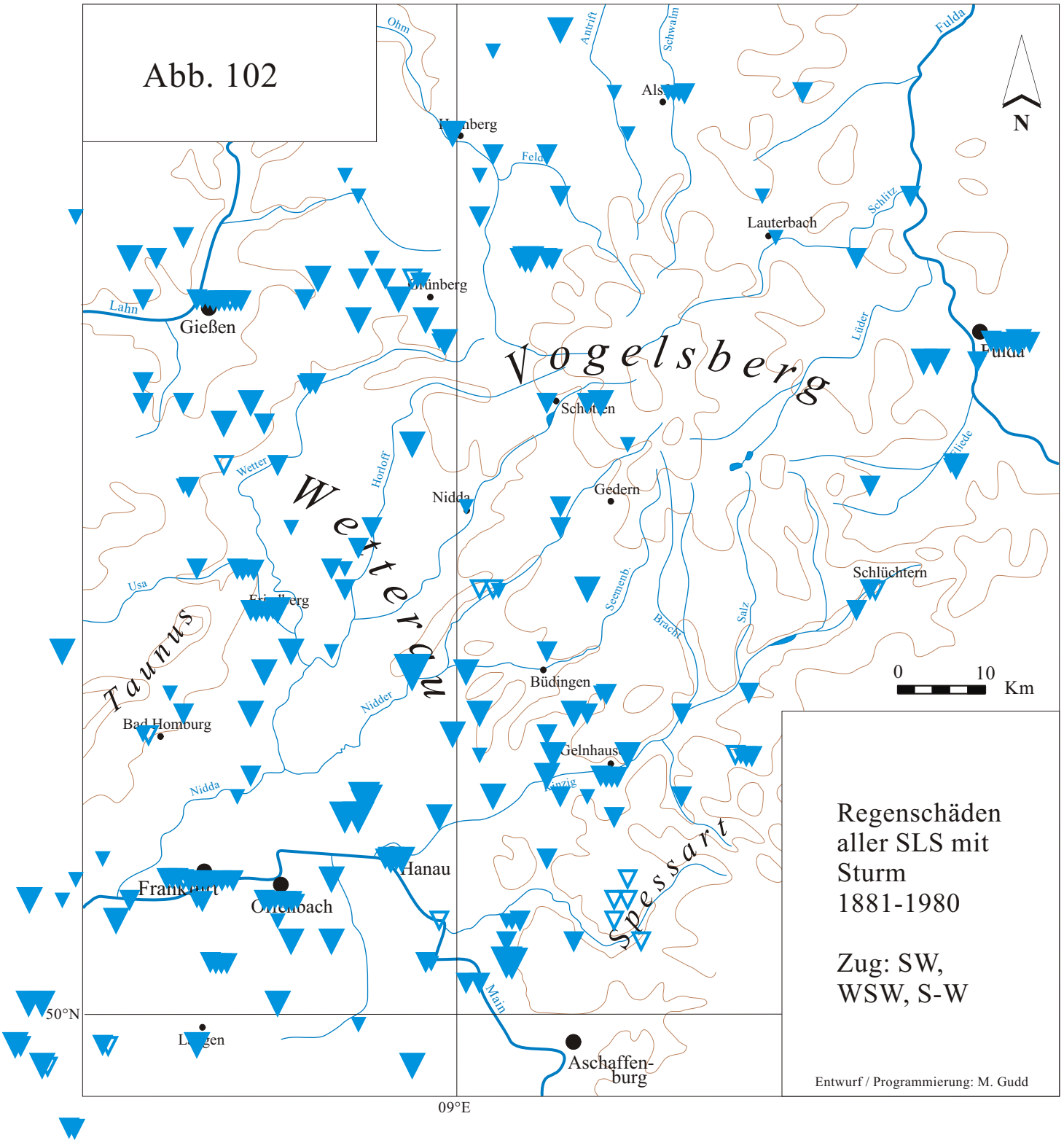
Eine bedeutende Eigenschaft der hier besprochenen *SLS* aus SW-W mit Sturmschäden ist, dass sie sich relativ schnell über das UG hinwegbewegen. Daher können aus den begleitenden Starkregenfällen auch bei intensiven Regenspenden in der Regel keine derartigen Starkregenschäden resultieren, wie sie von quasi-stationären bzw. langsamziehenden Gewittersystemen bekannt sind. So kommt es zwar während des Untersuchungszeitraumes in über der Hälfte der

[85] Die gleiche Charakteristik weist das extrem heftige Tromben-/Downburstereignis vom 06.07.1862 auf, das auf gleicher Zugbahn aus SW im südlichen UG sehr schwere Sturmschäden verursacht (s. Kap. 8).


Abb. 101
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
23.08.1903
Usa
Friedberg
Seemenb.
Bracht
Salz
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
07.08.1926
Gelnhausen
Nidda
05.06.1935
25.08.1931
Kinzig
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Trombenfälle
bei SLS
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

betrachteten *SLS*-Fälle aus SW-W neben Sturm- auch zu Starkregenschäden (mit n = 68). Doch erreichen diese Schäden in überwiegendem Maße nur geringe bis mäßige Stärke. Nur ein knappes Drittel all dieser Starkregenfälle (19 von 68 Fällen, entsprechend nur 15% aller *SLS*-Ereignisse mit Sturmschäden und damit eine deutliche Verringerung zeigend gegenüber dem Intensitätsverlauf aller gewitterbedingten Starkregenschäden im UG) weisen im Verbund mit *SLS* aus SW-W eine signifikante Intensität auf, und lediglich zwei Fälle (17.06.1885 in Wachenbuchen bzw. 09.08.1890 in Altenstadt, somit jeweils im südlichen Teil der Wetterau auftretend) führen während des Untersuchungszeitraumes zu mäßigen bis starken Regenschäden (Kategorie >= 1-2).

Abb. 102 zeigt die bei den *SLS* aus SW-W aufgetretenen Starkregenschäden in vergleichbarer räumlicher Verteilung wie die Sturmschäden (Abb. 100) Es ergibt sich auch hier eine erhöhte Häufung dieser Schadensart im südlichen, westlichen und nördlichen Bereich des UG. Östlich des Vogelsberges treten dagegen bei dieser Zugrichtung der *SLS* wiederum nur in verminderter Form Starkregenschäden auf. Darüber hinaus verlaufen die Starkregenschäden der aus SW-W heranziehenden *SLS* in der Regel überall im UG, auch dort, wo die Berichte darüber sich häufen, erwartungsgemäß leicht bis mäßig. Das zusammenfließende Niederschlagswasser kann sich aufgrund der relativ schnellen Verlagerung des dafür verantwortlichen Gewittersystems nicht in einem solchen Maße akkumulieren, dass beträchtliche Hochwassererscheinungen auftreten können. Auch auf eine mögliche verstärkte Hebung in einzelnen Teilen des UG durch Luveffekte an den Mittelgebirgen ist nicht ohne weiteres zu schließen. Tatsächlich weist z.B. der Vogelsberg bei den (schnellziehenden) *SLS* aus SW-W während der Untersuchungsperiode fast überhaupt keine gewitterbedingten Starkregenschäden und damit Hochwasserfälle auf. Hierzu passt auch folgendes Ergebnis: Von den für die Jahre 1936-80 (ohne 41-50) insgesamt 57 in GUDD (1991; Tabelle 57) dargestellten Tagen mit mindestens 40 mm/m^2 Niederschlag an mindestens einer Klima- bzw. Niederschlagsstation im Vogelsberg oberhalb 400 m NN werden lediglich drei Fälle durch die hier besprochenen *SLS* aus SW-W verursacht (29.06.1936; 08.07.1938; 14.07.1967). Die sich im südlichen bis westlichen und auch im nördlichen Bereich des UG häufenden Berichte über Starkregen- und Sturmschäden sind daher ein deutlicher Hinweis darauf, dass im UG bei *SLS* aus SW-W die Starkregenspenden in der Regel dort am größten sind, wo im Bereich des *Downdrafts* des *SLS*-Ereignisses auch die Sturmschäden am intensivsten ausfallen. Luv- und Lee-Effekte, wie sie bei größerflächigen Niederschlagssystemen (z.B. Warmfronten, Schleifzonen) im Vogelsberg oft auftreten und sich nach RUTH (1979, S. 84) auch noch in der Gesamtanzahl der jähr-

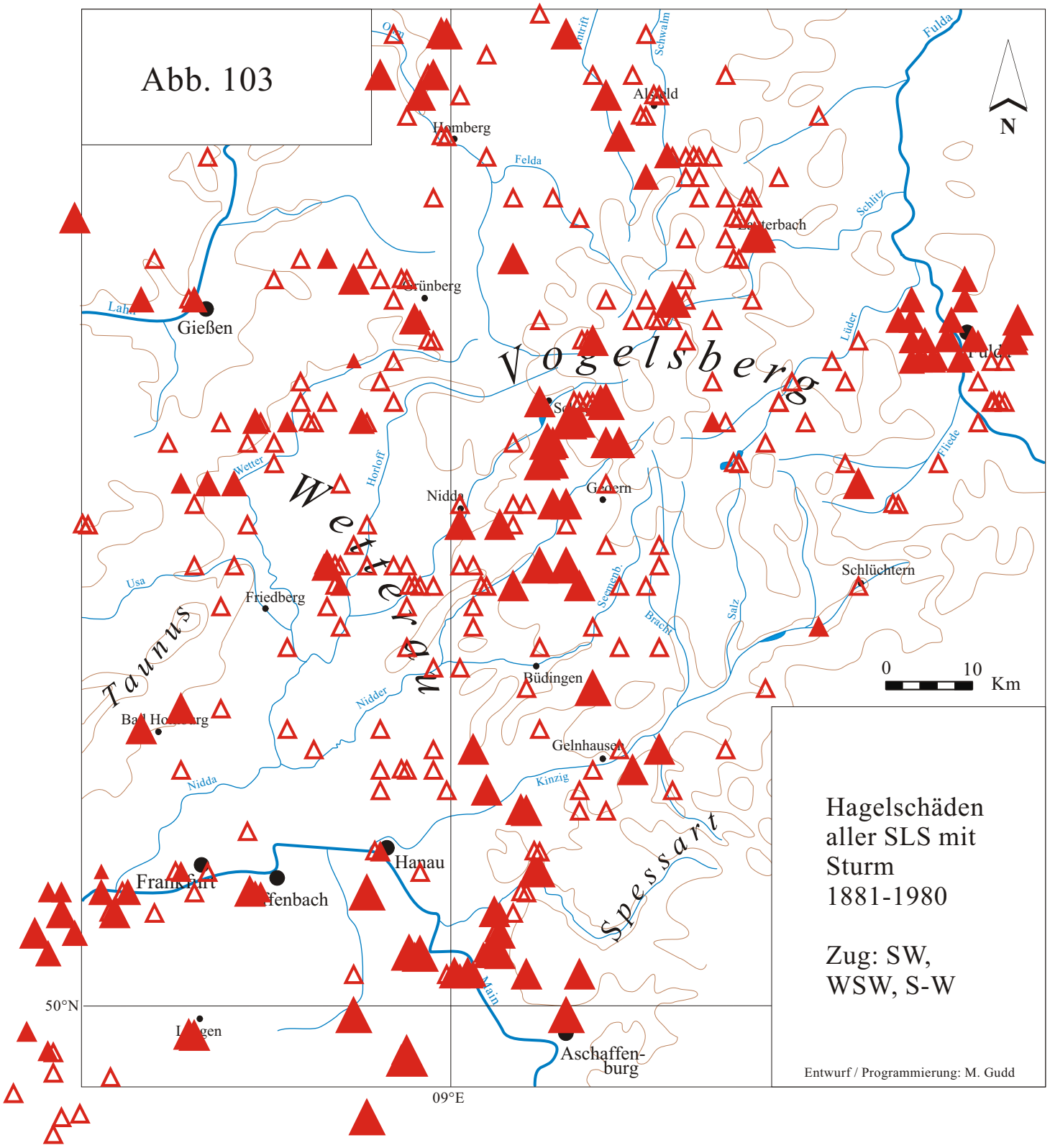

Abb. 102
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Als
N
Feld
Schlitz
Lauterbach
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Wetter
Horloff
Nidda
Gedern
Fliede
Wetterau
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhaus
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Aschaffen-
burg
09°E
Regenschäden
aller SLS mit
Sturm
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

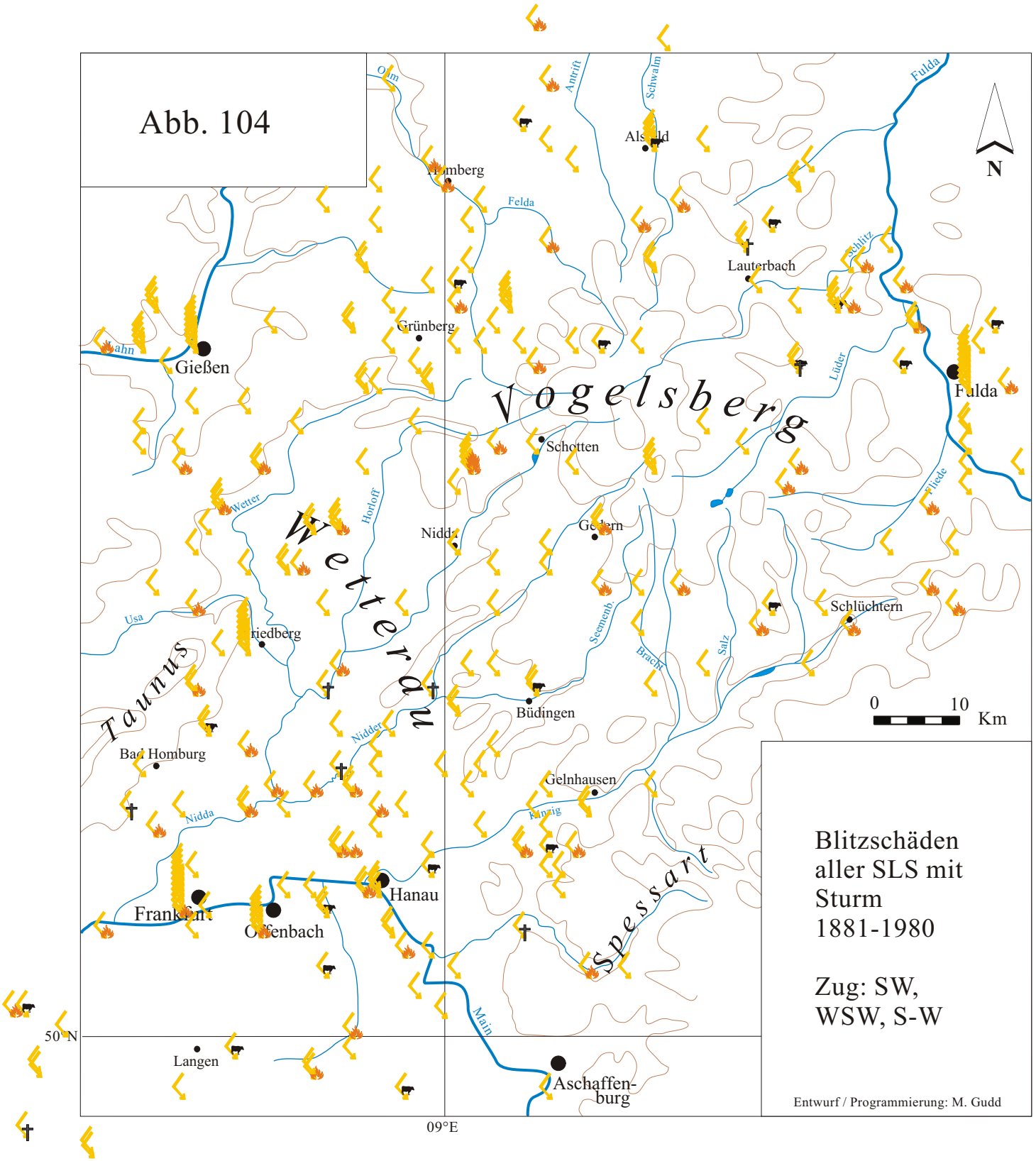
lichen Gewittertage in Hessen auswirken, dürften somit bei den Niederschlagsvorgängen dieses Gewittertyps kaum eine Rolle spielen.

Auch bei allen verifizierten Trombenerscheinungen aus SW-W beschränken sich die Schäden während des Ereignisses auf die Wirkungen des Windes. Weitere Folgen, z.B. durch Starkniederschlag, treten im unmittelbaren Bereich des Phänomens nicht auf. Das gilt ebenso für die signifikante Trombenerscheinung vom 23.08.1903, bei dem die Starkniederschlags-(Hagel-)Schäden nicht im Umkreis der Trombe selbst, sondern einige Kilometer westlich innerhalb einer parallel dazu verlaufenden, aktiven Gewitterzelle vorkommen.

Die *SLS*-Ereignisse mit Sturmschäden aus SW-W weisen im UG während der Untersuchungsperiode zu 42% (mit n = 54) auch Hagelschäden auf. Wenngleich nicht in sämtlichen Fällen die exakte Hagelkorngröße rekonstruiert werden kann, so wird in allen Ereignissen, entsprechend der Quellenlage, über beträchtlichen Hagelschlag berichtet. Allerdings werden andererseits nur in knapp einem Fünftel der *SLS*-Ereignisse mit Sturmschäden aus SW-W mindestens taubeneigroße Hagelsteine beobachtet (n = 22; Hagelkriterium >= 4). Dies weist auf den bereits in Kapitel 4.4.1. (S. 49) erwähnten Umstand hin, dass die stärksten Hagelfälle bei nicht zu intensiver Windscherung vorkommen, und damit in den häufig Sturmschäden verursachenden, großräumig von SW-W heranziehenden Gewitterfronten (*Squall Lines*) relativ weniger häufig auftreten im Vergleich zu isolierten bzw. gruppierten *MCS*.

Die während des Untersuchungszeitraumes im UG mit den *SLS*-Sturmereignissen aus SW-W verbundenen Berichte über Hagelschäden sind in Abbildung 103 ersichtlich. Hier zeigen sich Häufungen von dokumentierten signifikanten Hagelschäden in Teilen des südlichen, mittleren und nördlichen UG. Intensive Hagelschläge werden beobachtet im bereits erwähnten Sturmschadenshäufungsgebiet zwischen etwa Frankfurt/Main, Gelnhausen und Aschaffenburg. Berichte über starken Hagelschlag liegen ebenfalls vor aus dem südlichen und westlichen Vogelsberg, ebenso wie aus dem nördlichen UG im Bereich Homberg (Ohm)/Alsfeld. Im Gegensatz zu Abbildung 100 (*SLS*-Ereignisse mit Sturmschäden aus SW-W) weist diesmal auch die Region östlich des Hohen Vogelsberges einige Berichte über zum Teil signifikante Hagelfälle auf. Allerdings treten diese Hagelschäden im Fuldaer Raum räumlich fast durchweg mit nur leichten Sturmschäden auf (z.B. abgerissene Äste und vereinzelt umgestürzte Bäume), und nur in drei Fällen, die nicht in Verbindung mit klassischen Gewitterfronten auftreten (05.07.1907 = lokaler *Downburst* in einem langgestreckten Hagelzug; 13.08.1972 = sich entwickelnder *MCS*; 05.07.1980 = lokaler *Micro-Burst*) kommt es in dieser Region gleichzeitig zu signifikanten Hagel- sowie Sturmschäden. Nördlich von Fulda selbst werden auch diesmal


Abb. 103
N
Homberg
Felda
Schwalm
Fulda
Schlitz
Grünberg
Gießen
Lahn
Vogelsberg
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Usa
Friedberg
Seemenb.
Bracht
Salz
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
Nidder
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Hanau
Spessart
Main
Aschaffen-
burg
50°N
09°E
0
10
Km
Hagelschäden
aller SLS mit
Sturm
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

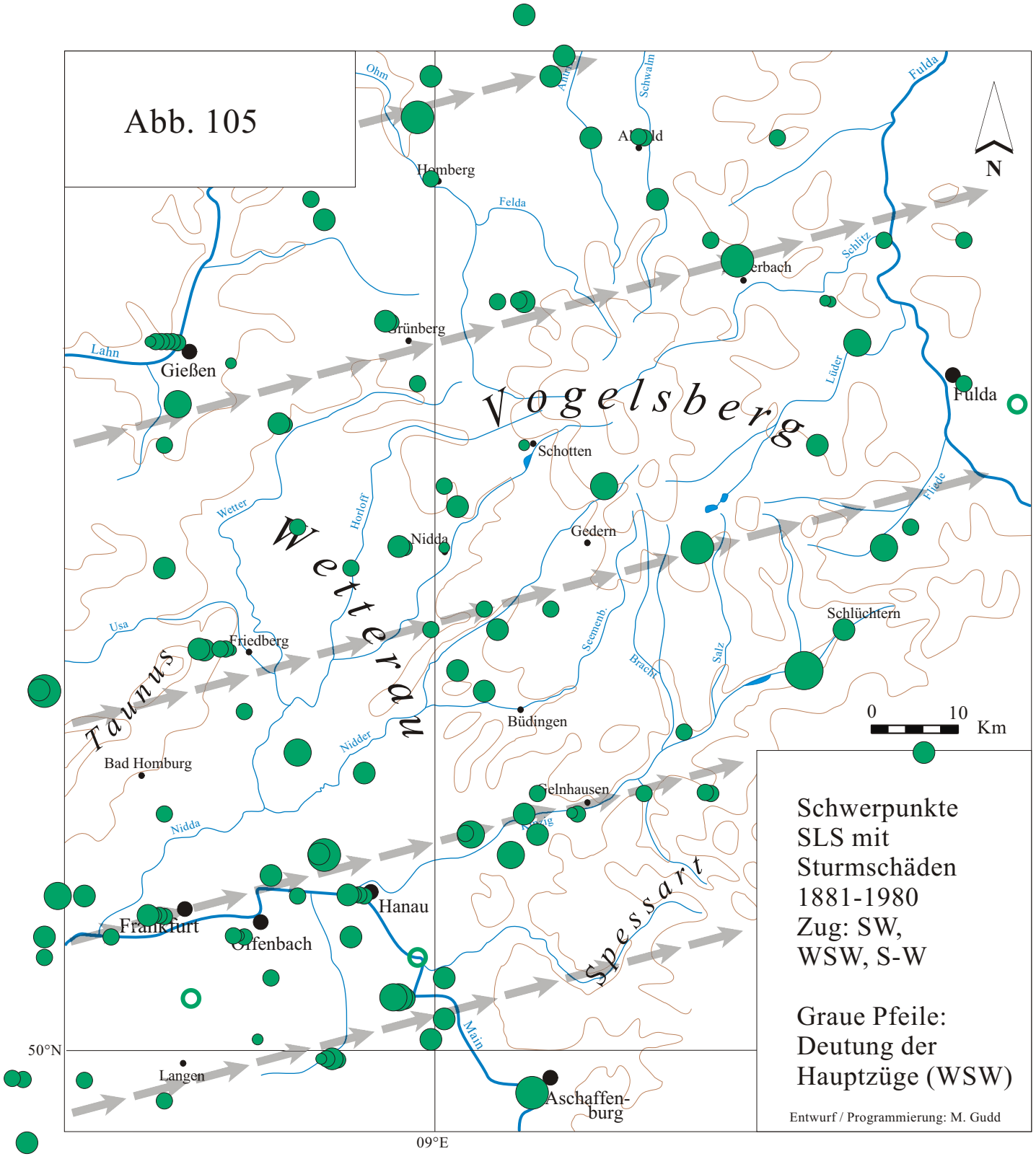

Abb. 104
Olm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Gießen
Lüder
Vogelsberg
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Salz
Bracht
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Blitzschäden
aller SLS mit
Sturm
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

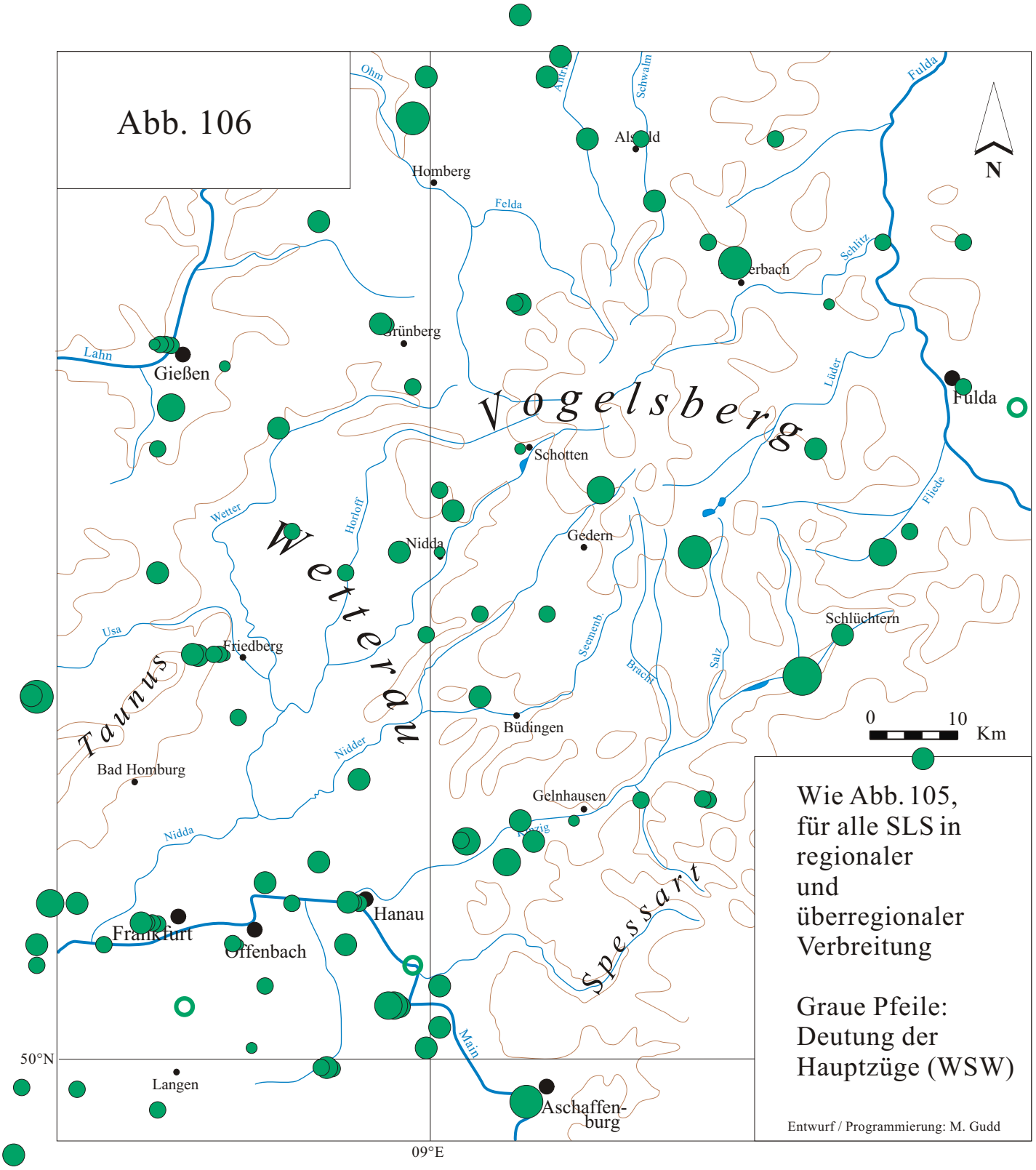
bei dieser Gewitterform nur wenige Berichte über Hagelschläge dokumentiert. Die Verteilung der mit den aus SW-W heranziehenden *SLS* verbundenen Hagelschäden gibt einen Hinweis darauf, dass sich die Charakteristik dieser Gewitterarten von SW nach NE im Bereich des UG ändert: Großräumig, oft in linien- oder bandförmiger Struktur auftretende Gewitterzüge (z.B. Gewitterfronten, *Squall Lines*) nehmen an Häufigkeit ab zugunsten einzelner bzw. in gruppierter Form auftretender Systeme.

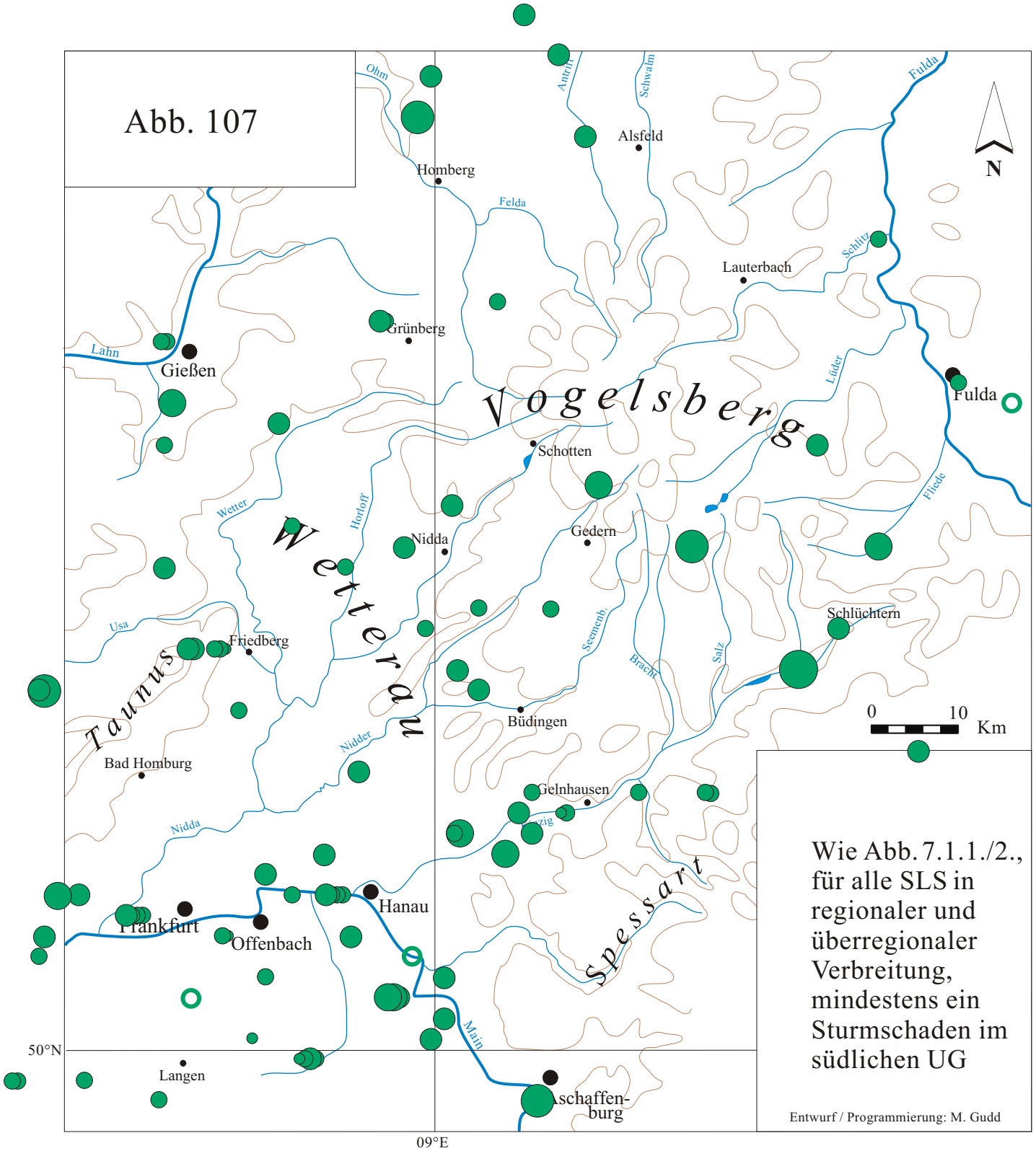
SLS-Ereignisse mit Sturmschäden aus SW-W verzeichnen während des Untersuchungszeitraumes im gesamten UG Blitzschäden. Dabei geht aus Abb. 104 hervor, dass – abgesehen von einer gewissen Häufung im südlichen UG zwischen Wetterau und Rhein-Main-Gebiet - in keiner Region Blitzschäden signifikant gehäuft vorkommen. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die blitzschlagintensiven und die niederschlags- bzw. sturmintensiven Bereiche der *SLS* in räumlicher Weise häufig sehr deutlich voneinander getrennt sind.

Allerdings: Ein Großteil der angerichteten Blitzschäden tritt bei den Sturm-*SLS* aus SW-W in Verbindung mit blitzschadensintensiven Ereignissen auf. Unter diese Kategorie fallen 20 von 128 Fällen (entsprechend 16%), während diese Fälle im Gesamtschnitt nur einen Anteil von 8% ausmachen. Das zeigt, dass die großräumig aus SW-W heranziehenden *MCS* nicht selten auch durch eine hohe Anzahl von Blitzentladungen gekennzeichnet sind, so dass hier in der Tat die auch immer wieder in den Wetterbeobachtungstabellen der untersuchten Klima- und Niederschlagsstationen gegebene Bezeichnung „schweres“ Gewitter, wobei deren Heftigkeit durch die Entladungsfolge definiert ist, in diesen Fällen gerechtfertigt ist.

Zur Verdeutlichung einer möglichen räumlichen Bevorzugung bestimmter Regionen im UG und damit zur Herausarbeitung möglicher Zugstraßen von Schadensgewittern wurden in Abb. 105 die zuvor einzeln dokumentierten und dargestellten Schadensorte durch die Sturmschadensschwerpunkte eines jeden *SLS* mit Sturmschäden aus SW-W (nach der Methode der Schadensschwerpunkte, s. oben) ersetzt. Dabei zeigt sich für diese Gewitterform einmal mehr die eindeutige Bevorzugung des südlichen Teils des UG. Entlang von Main und Kinzig häufen sich die Sturmschadensschwerpunkte der *SLS* mit Sturmschäden aus SW-W. Auch in der Wetterau können immer wieder Schadensschwerpunkte bei diesen *SLS*-Ereignissen festgestellt werden. Dabei ist auffallend, dass mit dem Übergang in die Mittelgebirge (Spessart, Vogelsberg) die Häufigkeit der Schadensschwerpunkte deutlich abnimmt. Zwar verzeichnet auch der Vogelsberg, das obere Kinzigtal sowie der Spessart bei von SW-W heranziehenden *SLS* mitunter signifikante Sturmschadensschwerpunkte (z.B. Steinau – Schadenszentrum am 01.08.1958; Spessart – Schadenszentrum am 14.08.1972), doch ist deren Häufigkeit insge-


Abb. 105
Ohm
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Schlitz
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Salz
Bracht
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Nidda
Gelnhausen
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Schwerpunkte
SLS mit
Sturmschäden
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Graue Pfeile:
Deutung der
Hauptzüge (WSW)
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 106
Ohm
Homberg
Felda
Schwalm
Fulda
N
Schlitz
Lahn
Gießen
Grünberg
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Friedberg
Seemenb.
Brach
Salz
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Wie Abb. 105,
für alle SLS in
regionaler
und
überregionaler
Verbreitung
Graue Pfeile:
Deutung der
Hauptzüge (WSW)
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 107
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
Homberg
Felda
N
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Vogelsberg
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Wie Abb. 7.1.1./2., für alle SLS in regionaler und überregionaler Verbreitung, mindestens ein Sturmschaden im südlichen UG
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

samt bedeutend herabgesetzt. Als Grund spielt einerseits möglicherweise die Tatsache eine Rolle, dass in den insgesamt dichter besiedelten Teilen von Wetterau und Untermainebene entsprechend häufiger Sturmschäden dokumentiert werden. Doch sollte andererseits dies auch ein deutlicher Verweis darauf sein, dass Schäden durch Gewitterböen in Form von *Downbursts* gewöhnlich in tief gelegenem, offenem und exponiertem Gelände stärkere Schäden anrichten im Vergleich zu höherliegendem, gegliedertem Terrain (FAUST 1949; FAUST 1951, S. 27). Dies kommt auf jeden Fall im äußersten Norden des UG zum Tragen. Dort hebt sich als drittes markantes Vorkommen von Schadensschwerpunkten die im Vergleich zum Rhein-Main-Gebiet deutlich dünner besiedelte Region nördlich von Homberg/Ohm und Alsfeld heraus. Östlich des Hohen Vogelsberges werden erwartungsgemäß nur in wenigen Fällen Schadensschwerpunkte bei den *SLS*-Ereignissen aus SW-W verzeichnet.

Werden lediglich die Sturmschadensschwerpunkte aller in regionaler bzw. überregionaler Verbreitung aufgetretenen *SLS* aus SW-W aufgetragen, wodurch die Schadensschwerpunkte der im UG vorgekommenen klassischen Gewitterfronten (*Squall Lines*) herausgestellt werden, so ergibt sich das aus Abb. 106 ersichtliche Bild. Auch hier ist die eindeutige Bevorzugung der südlichen Teile des UG (offen, exponiert, tief gelegen) auffallend.

Den verifizierten Quellen nach zu urteilen, besitzt somit insbesondere der Süden mit Untermainebene, Rodgau und Teilen des Büdingen-Meerholzer Hügellandes sowie der Wetterau bei den *SLS* aus SW-W die größte Sturmschadensanfälligkeit durch Gewitterböen (*Downbursts*) im UG. Die höher liegenden und stärker gegliederten Mittelgebirgsregionen weisen eine demgegenüber geringere Anzahl an Schäden durch Gewitterböen auf. *SLS* aus SW-W greifen darüber hinaus nur mit sich abschwächenden bzw. mit sich auflösenden Sturmphänomenen auf die Nordost- und Ostseite des Vogelsberges über, was aus den dort nur sehr vereinzelt vorkommenden Schadensschwerpunkten hervorgeht. Dass die Kraft der *Downbursts* im Mittelgebirgsraum des UG bedeutend nachlässt, wird aus Abb. 107 überaus deutlich. Darin sind die Schwerpunkte aller während des Untersuchungszeitraumes in regionaler bzw. überregionaler Form auftretenden *SLS*-Ereignisse aus SW-W aufgetragen, die an mindestens einer Stelle im südlichen UG südlich einer Linie Friedberg, Büdingen, Bad Soden-Salmünster einen dokumentierten Sturmschaden aufweisen. Die Verteilung der Schadensschwerpunkte zeigt auch hier die deutliche Bevorzugung des südlichen und westlichen UG; auch im nördlichen UG kommen Schadensschwerpunkte vor. Nur geringe Schadenstätigkeit dagegen findet sich östlich des Vogelsberges. Die entsprechende Auszählung der mit *Downburst*-Erscheinungen vorgekommenen *SLS*-Ereignisse ist aus Tabelle 35 ersichtlich.

Tab. 35: Anzahl der räumlichen Schwerpunkte von *SLS*-Ereignissen mit *Downbursts* aus SW, WSW bzw. S-W (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

	Region: südliches UG[86]	Region: östliches UG
Anzahl der Fälle	67	10

Der Vogelsberg bildet im UG mit seinen Höhen einen effektiven Wall gegenüber von SW-W hereinbrechenden *Downbursts*. Dabei ist aber nicht in jedem Falle östlich der Vogelsbergachse Schadenlosigkeit abzusehen. So finden sich beispielsweise im Fliede- und rhönnahen Fuldatal bisweilen Sturmschäden bei großräumigen von SW-W heranziehenden Gewitterfronten (nach Überquerung des Landrückens). Doch ist die Schadenstätigkeit durch Sturm hier insgesamt bedeutend herabgesetzt. Intensivere Sturmschäden bei von SW-W heranziehenden *SLS* können somit östlich des Vogelsberges demnach hauptsächlich nur erwartet werden durch eine (insgesamt selten beobachtete) Neubildung von Gewitterstürmen (z.B. 07.06.1964) bzw. durch lokale *Micro-Bursts* (z.B. 05.07.1980) – auch dies weist erneut darauf hin, dass sich die Eigenschaften der von SW-W heranziehenden *SLS* im Bereich des UG mit fortschreitender nordöstlicher Richtung grundsätzlich ändern.

Es spricht einiges dafür, dass die Anordnung der Gebirge auf das Sturmgeschehen bei von SW-W heranziehenden *SLS* stärkeren Einfluss hat als die Tatsache eines höher liegenden und stärker gegliederten Terrains als solches. Denn aus den westlichen Mittelgebirgen Deutschlands (Taunus, Westerwald, Hunsrück, Eifel) werden auch in den höheren Regionen bei vielen Gewitterstürmen z.T. heftige Schäden durch Gewitterböen (*Downbursts*, vor allem *Macro-Bursts*) bekannt. Ob es sich dabei hauptsächlich um die Tatsache handelt, dass die hier untersuchten *SLS* über diesem Teil Deutschlands sich insgesamt noch in einem intensiveren Stadium mit entsprechend höherem Schadenpotential befinden, oder ob sich die Gewittersysteme nicht doch in aller Regel der räumlichen Anordnung in den westlichen Mittelgebirgen unterwerfen, wo eine Sperriegelfunktion wie bei der NNW-SSE-orientierten Vogelsbergachse nicht zu finden ist, muss in jeweils eigenständigen regionalen Untersuchungen geklärt werden. Auf jeden Fall hat dies zur Folge, dass zum Beispiel der Raum Friedberg trotz des westlich vorgelagerten Taunus viel häufiger und auch deutlich intensivere *Downburst*schäden bei

[86] Südliches UG: südlich einer Linie Friedberg – Büdingen – Bad Soden Salmünster. Östliches UG: Östlich der Achse des Hohen Vogelsberges.

SLS von SW-W aufweist im Vergleich zum Fuldaer Raum, wo diese Art der Gewitterschäden, wie gezeigt, nur in seltenem und meist nur geringem Umfang auftritt.

Für die Himmelsrichtung WSW (250°) sind in Abb. 105 schematisch (als graue Pfeile) die interpretierten Zugbahnen der aus dieser Richtung heranziehenden Systeme unter die aufgetragenen Sturmschadensschwerpunkte gelegt. Bei einem wesentlichen Teil der *SLS* aus SW-W ordnen sich, in Übereinstimmung mit zahlreichen Gewitterbeobachtungen, die Schwerpunkte der Systeme, und damit die Bereiche mit maximalen Sturmschäden, auf folgenden Hauptzugbahnen an (Gliederung von Süd nach Nord):

a) WSW-Schwerpunkt-Zugbahn 1 (WSW 1): Die Schwerpunkte dieser Gewittersysteme ziehen aus dem nördlichen Pfälzer Bergland ins südliche Rheinhessen (Wöllstein, Wörrstadt, Alzey), um dann bei Nierstein/Oppenheim den Rhein zu erreichen. Anschließend erfolgt der Weiterzug ins UG über das Ried in den Rodgau hinein, um etwa bei Seligenstadt/Karlstein den Main zu erreichen. Die Weiterverlagerung erfolgt in den bayerischen Spessart hinein. (Möglicherweise existiert am südlichsten Rande des UG noch eine weitere Schwerpunkt-Zugbahn in der Erstreckung WSW-ENE in der Region Dieburg-Babenhausen-Aschaffenburg (WSW 1a). Darauf deutet eine immer wiederkehrende außerordentlich große Anzahl an Berichten über intensive Sturm- und Hagelschäden in dieser Region in den für diese Arbeit verwendeten Quellen.)

b) WSW-Schwerpunkt-Zugbahn 2 (WSW 2): Die Schwerpunkte dieser Systeme ziehen entlang der Soonwaldachse ENE-wärts und erreichen im Raum Bingen/Rüdesheim den Rhein. Anschließend erfolgt der Zug über den Rheingau und über Wiesbaden/Mainz hinweg in den Main-Taunus-Kreis. Von dort erfolgt der Weiterzug entlang des Mains zur Mündung der Kinzig, um diesem Fluss etwa bis in den Gelnhäuser Raum zu folgen. Die Weiterverlagerung erfolgt von dort über den Spessart Richtung Sinntal/Bad Brückenau und ggf. weiter ins Fränkische hinein. Zu dieser Schwerpunktzugbahn gehören Teile zahlreicher sehr intensiver Gewitterfronten.

c) WSW-Schwerpunkt-Zugbahn 3 (WSW 3): Die Schwerpunkte dieser Gewitter ziehen aus dem Hünsrück in den Taunus, um von dort aus meist knapp nördlich der Hochtaunusachse Richtung ENE zu ziehen (über Idstein, Neu-Anspach, Wehrheim hinweg). Etwa bei Friedberg erreichen sie die Wetterau und ziehen von dort Richtung Ortenberg, Hirzenhain, südlich von Gedern vorbei Richtung Freiensteinau. Sie erreichen den südlichen Landkreis Fulda (meist in abgeschwächter Form, s. oben) und ziehen von dort weiter in die (südliche) Hochrhön.

d) WSW-Schwerpunkt-Zugbahn 4 (WSW 4): Die Schwerpunkte dieser Gewitter ziehen aus dem Eifel-/Moselraum entlang der Lahn über den Hintertaunus und erreichen südlich von Gießen das UG. Die Weiterverlagerung erfolgt über die Region um Grünberg, Mücke, Feldatal und Schwalmtal. Sie erreichen das Fuldatal, um anschließend ins nördliche Hünfelder Land weiterzuziehen.

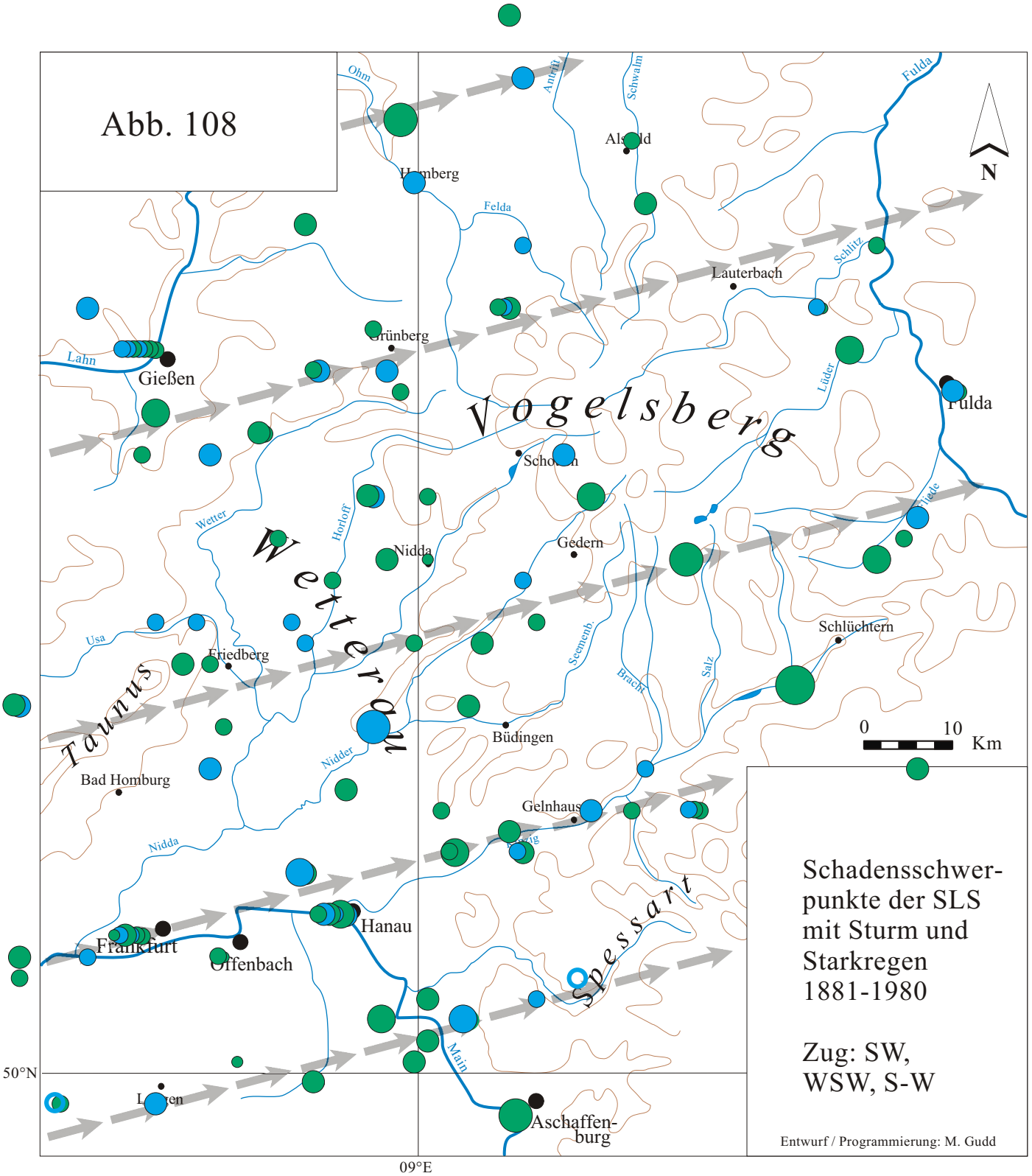
e) WSW-Schwerpunkt-Zugbahn 5 (WSW 5): Die Schwerpunkte dieser Gewitter erreichen, aus dem Westerwald und dem südlichen Gladenbacher Bergland kommend, etwa bei Fronhausen/Salzböden die Lahn. Sie ziehen von dort weiter in den Ebsdorfer Grund und ins Amöneburger Becken. Von dort erstreckt sich ihr Zug weiter über den Neustädter Sattel und das Schwalmtal in den Knüll hinein.

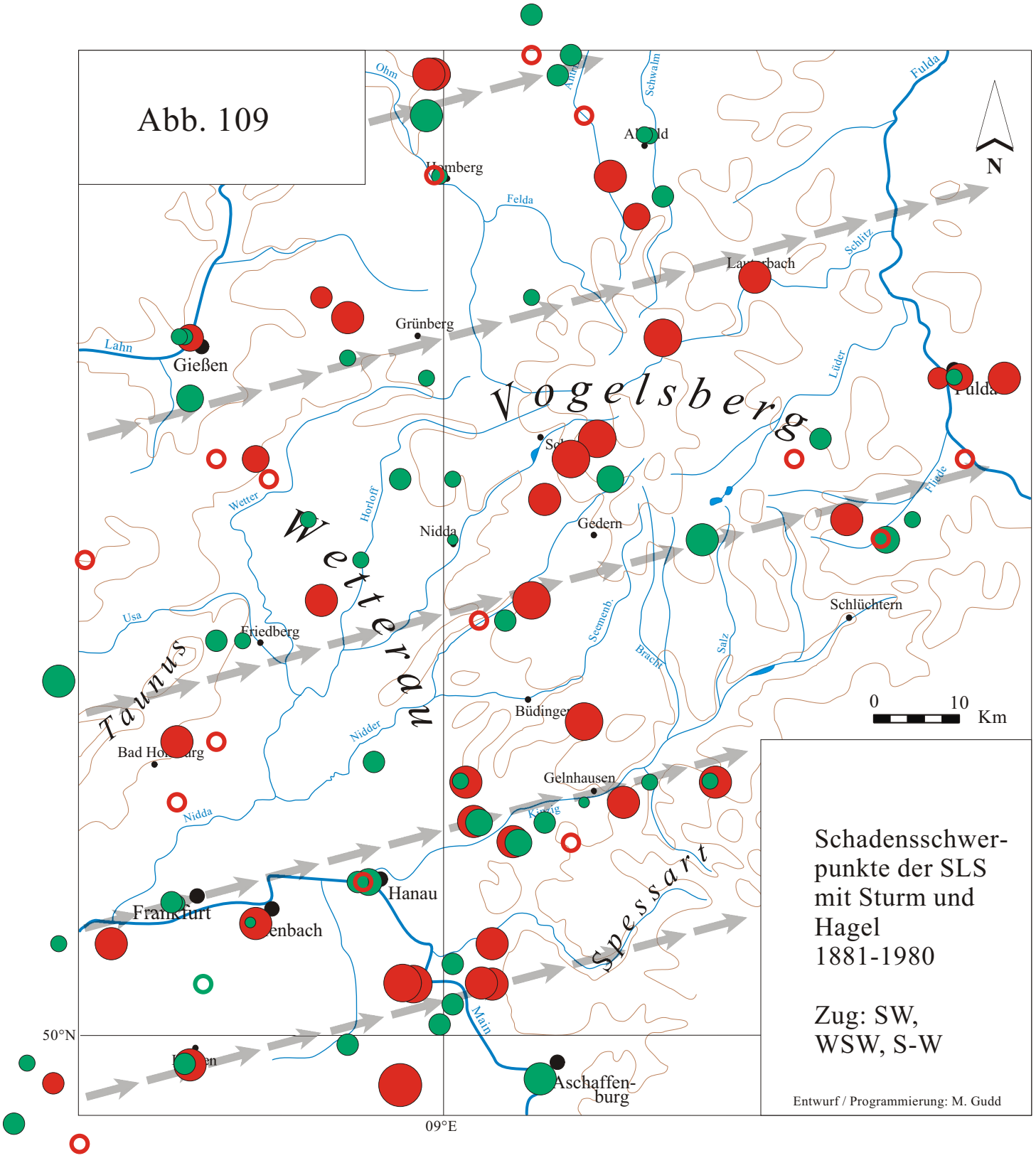
Die in Abb. 105 dargestellten Zugbahnen der Schwerpunkte der Gewitter (die im übrigen den langjährigen Gewitterbeobachtungen durch den Verfasser entsprechen)[87] spiegeln natürlich nicht in jedem Falle dem Hauptzug der von SW-W heranziehenden *SLS* wider. Denn erstens kommt es vor, dass insbesondere sehr heftige Gewittersysteme, zumindest auf Teilstrecken, keine Beeinflussung durch das Terrain zeigen, und zum anderen kommen bei geänderter Strömungsrichtung selbstverständlich zahlreiche Abweichungen von diesen Schwerpunktzugbahnen vor. So werden zum Beispiel bei der reinen SW-NE-Verlagerung nicht selten Nidda-, Nidder-, Seemenbach- oder Kinzigtal in einem Zug durchquert (hierzu gehören einige der stärksten *SLS*-Ereignisse mit Sturm überhaupt), ebenso wie dies für den entsprechenden SW-NE-Zug im nördlichen Vogelsberg zwischen Grünberg und Alsfeld gilt. Aber auch hier lässt sich feststellen, dass *SLS* nur mit abgeschwächten Sturmschadensformen auf die Nordost- bis Ostseite des Vogelsberges übergreifen. *SLS* aus der Wetterau ziehen mit ihrem Schwerpunkt knapp westlich bzw. östlich des Oberwaldes Richtung Nordosten, *SLS* aus dem Kinzigtal ziehen über den südlichen Landkreis Fulda hinweg zur Rhön. Auch in diesem Falle verbleiben der westliche Landkreis Fulda und der östliche Vogelsbergkreis im Prinzip in einem nur durch geringe bis mäßig intensive Ereignisse gekennzeichneten Gebiet eines „Sturmschadenschattens“, verursacht durch die Höhen des Oberen Vogelsberges.

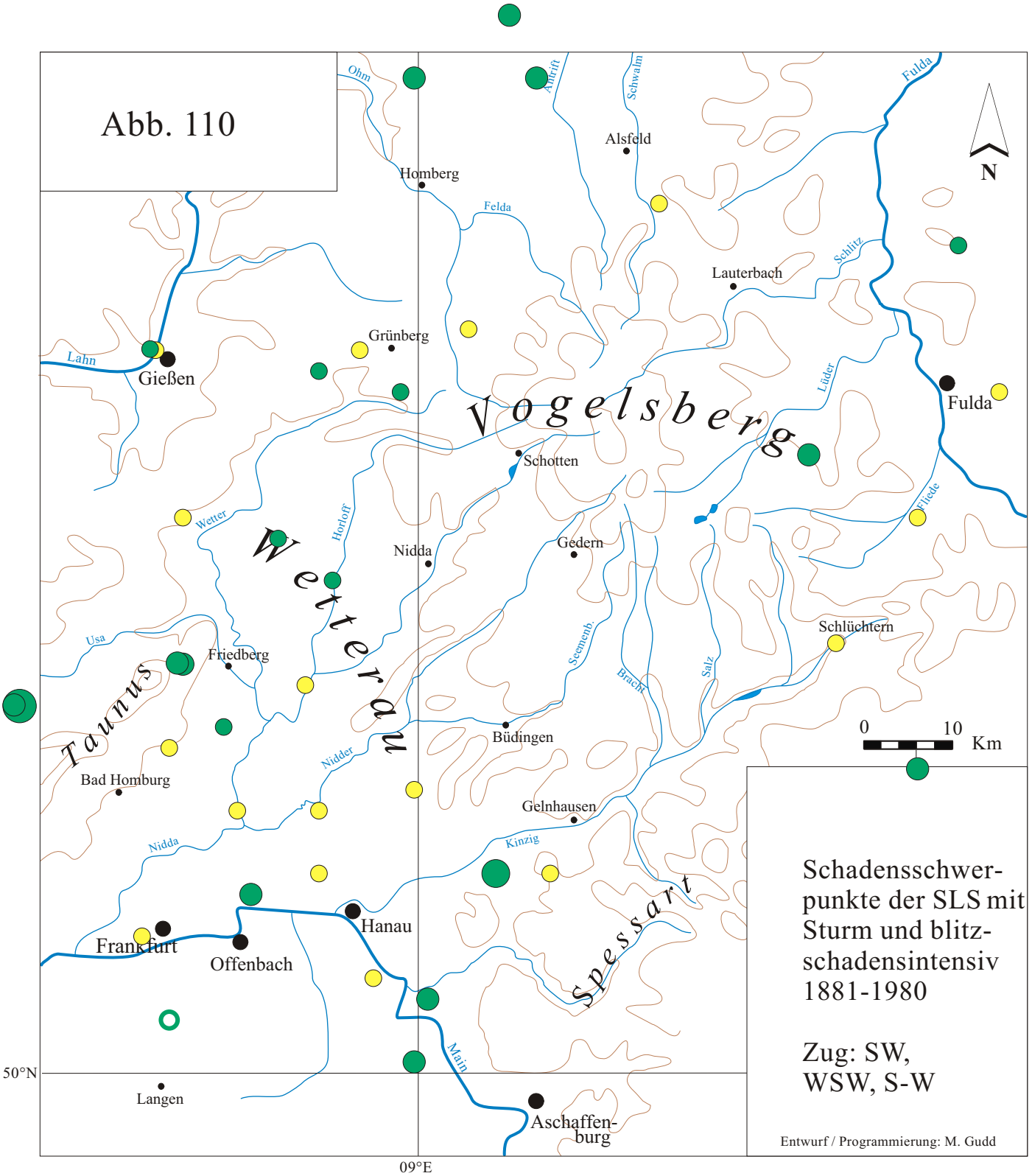
[87] Unterstützt wird die Deutung der hier vorgestellten Schwerpunktzugbahnen auch noch durch andere über viele Jahre vorgenommene Gewitterbeobachtungen. So bestätigt der seit den 60er Jahren im Kahlgrund tätige Gewitterbeobachter H. Kehrer die Zugbahnen WSW 1a, 1 und 2 (persönliche Mitteilung von Hermann Kehrer, Niedersteinbach im Kahlgrund). F. Steinmüller, der ebenfalls seit den 60er Jahren in Heuchelheim das Wetter registriert und Gewitter kontinuierlich dokumentiert, bestätigt die Existenz der Schwerpunktzugbahnen WSW 4 und WSW 5 (persönliche Mitteilung von Friedel Steinmüller, Heuchelheim bei Gießen).

Auch in Abb. 108 (Schwerpunkte der *SLS*-Sturm- und Starkregentätigkeit aus SW-W) und Abb. 109 (entsprechend für die Sturm- und Hageltätigkeit) sind die gleichen Pfeile der Schwerpunktzugbahnen WSW 1 bis WSW 5 als Interpretationen der häufig benutzten Zugbahnen von Schwergewittern aus SW-W eingetragen. Dabei finden sich im allgemeinen an den Stellen mit Sturmschadensschwerpunkten auch die entsprechenden Stellen mit Schwerpunkten der Starkniederschlagsschadenstätigkeit. Dies zeigt prinzipiell das Zusammenspiel von Starkregen, Hagel und Sturm in einem mesoskaligen konvektiven System. So finden sich Häufungsstellen im südlichen und westlichen UG, ebenso in der Wetterau sowie im nördlichen Teil des UG. Die Häufung der Starkregenschwerpunkte in Übereinstimmung mit den Sturmschadensschwerpunkten zeigt noch einmal, dass die Schadenstätigkeit durch Starkregen bei *SLS* aus SW-W durch Lage und Zug des Gewittersystems (*Downdraft*) stärker beeinflusst wird als dies durch Luv- bzw. Lee-Effekte in den Mittelgebirgen der Fall ist. In der Karte der Sturm- und Hagelschadensschwerpunkte (Abb. 109) zeigt sich zwischen den Zugbahnen WSW 3 und WSW 4 im westlichen Bereich des Oberen Vogelsberges eine Häufung von Schadensschwerpunkten. Verursacht wird diese durch SW-NE-ziehende *SLS*. Die Hagelschadensschwerpunkte im Fuldaer Land zeigen an, dass bisweilen bei der NE-/ENE-Verlagerung von *SLS* auch östlich des Vogelsberges eine Neubildung aktiver Gewitterzellen stattfinden kann.

Allerdings spricht die Verteilung der Schadensschwerpunkte in Abb. 110 (Schadensschwerpunkte der *SLS* mit Sturm- und intensiven Blitzschäden) auch dafür, dass mit der abnehmenden Stärke der *Downbursts* mit NE-/ENE-Verlagerung auch die Intensität der gesamten dafür verantwortlichen Systeme abnehmen kann – was wiederum auf eine Änderung der gesamten Charakteristik der Schwergewittersysteme hindeutet. Auf dieser Karte sind die Schwerpunkte aller Sturm-*SLS* aus SW-W aufgetragen, die gleichzeitig auch als blitzschadensintensiv verifiziert werden konnten. Die Verteilung der Blitzschadensschwerpunkte zeigt auch hier eine eindeutige Bevorzugung des südlichen UG (Rhein-Main-Gebiet und Wetterau), ansonsten werden nur noch einzelne entsprechende Schwerpunkte verzeichnet. Wie bereits in Kap. 4. erwähnt, tritt die höchste Blitzschlagrate in einem Gewitter zeitlich vor Einsetzen des Starkniederschlags bzw. Sturmes auf, außerdem in räumlicher Hinsicht weiter nördlich (WILLIAMS 2001). Davon ausgehend, kann festgestellt werden, dass im südlichen Teil des UG bei dieser Gewitterart (*SLS* mit Sturm aus SW-W) nicht nur die häufigsten und intensivsten Sturmschäden (durch *Downbursts*) auftreten, sondern dass sich dort auch nicht selten der Intensitätsschwerpunkt des gesamten Systems befindet. Dies stimmt im übrigen mit den Ergebnissen von FINKE und HAUF (1997) überein, nach denen in den Jahren 1992-96 in den oben


Abb. 108
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Lauterbach
Schlitz
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Nidda
Gedern
Wetterau
Fiede
Usa
Friedberg
Seemenb.
Bracht
Salz
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhaus
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Aschaffen-
burg
09°E
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Sturm und
Starkregen
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 109
Ohm
Schwalm
Fulda
N
Felda
Schlitz
Lahn
Grünberg
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Wetter
Horloff
Nidda
Gedern
Fliede
Wetterau
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Salz
Brach
Friedberg
Taunus
Büdinger
0
10
Km
Nidder
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Spessart
Main
50°N
Aschaffen-
burg
09°E
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Sturm und
Hagel
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 110
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Alsfeld
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Taunus
Friedberg
Bracht
Salz
0
10
Km
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Schadensschwer-
punkte der SLS mit
Sturm und blitz-
schadensintensiv
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

beschriebenen Regionen des südlichen Hessens auch während dieser Jahre eine relativ erhöhte Blitzschlagtätigkeit zu verzeichnen war, die nordostwärts über den Vogelsberg hinweg sich deutlich verringerte.

Einige Beispiele von *SLS* mit Sturmschäden aus WSW sollen im folgenden durch die Schadensdaten rekonstruiert werden und darüber hinaus die Übereinstimmung mit den Zugstraßen verdeutlichen. Weitere historische Fälle aus der Zeit vor 1881 werden in Kapitel 8 vorgestellt.

16. Juli 1884: Als Bestandteil einer deutschlandweit tagelang anhaltenden gewitterträchtigen Wetterlage (BÖRNSTEIN 1887) zieht an diesem Tag in den späten Nachmittagsstunden ein Gewitter mit Sturm- und Blitzschäden über den Süden des UG hinweg. Der Hauptschadenszug, durch Sturm und Blitzschläge gekennzeichnet, verläuft in Abb. 111, entsprechend den verifizierten Quellen, exakt entlang der hier vorgestellten Schadenszugbahn WSW 1 über das Ried und den Rodgau in den Spessart hinein. Auch entlang der weiter nördlich liegenden Zugbahn WSW 2 werden im Rheingau, im Raum Mainz/Wiesbaden sowie entlang des Mains bis hin nach Hanau Sturmschäden verzeichnet. –

Interpretation: Nördlich des Hauptschadenszuges kommt es nur noch vereinzelt zu Schadensfällen. Daher deutet die Verteilung der Schäden bei gleichzeitig sehr hoher Verlagerungstendenz („(...) *welches sich gegen 4 Uhr Nachmittags mit rasender Geschwindigkeit in der Richtung von Südwesten nach Nordosten über unsere Gegend verbreitete* (...).[88]) auf ein einzelnes, sehr aktives (linear geformtes) *MCS* (Superzelle/Multizelle), das rasch nach Ostnordosten schwenkt. Aufgrund des Vorkommens der Einzelschäden nördlich des Hauptschadenszuges ist denkbar, dass das Gewittersystem als Bestandteil einer (unterbrochenen) Gewitterlinie zu rechnen ist und nicht isoliert vorkommt.

31. Mai 1906: In den frühen Abendstunden dieses Tages überquert eine Gewitterfront von WSW her das UG, in dieser Form ein für Ende Mai nicht häufiges Vorkommnis (s. Kap. 6.1.3.). Verstreut treten zum Teil sehr schwere Sturmschäden durch Gewitterböen (*Downbursts*) auf. Die Schadensschwerpunkte des Ereignisses (Langenselbold, Leihgestern) in Abb. 112 ordnen sich exakt auf der Schadenszugbahn WSW 2 bzw. WSW 4 an. Entlang der nördlichsten Zugbahn WSW 5 (nördlich von Homberg/Ohm) fällt zudem im Bereich einer weiteren sehr aktiven Zelle starker Hagel. –

[88] Aus: Kreis-Blatt Gelnhausen 87, 19.07.1884.

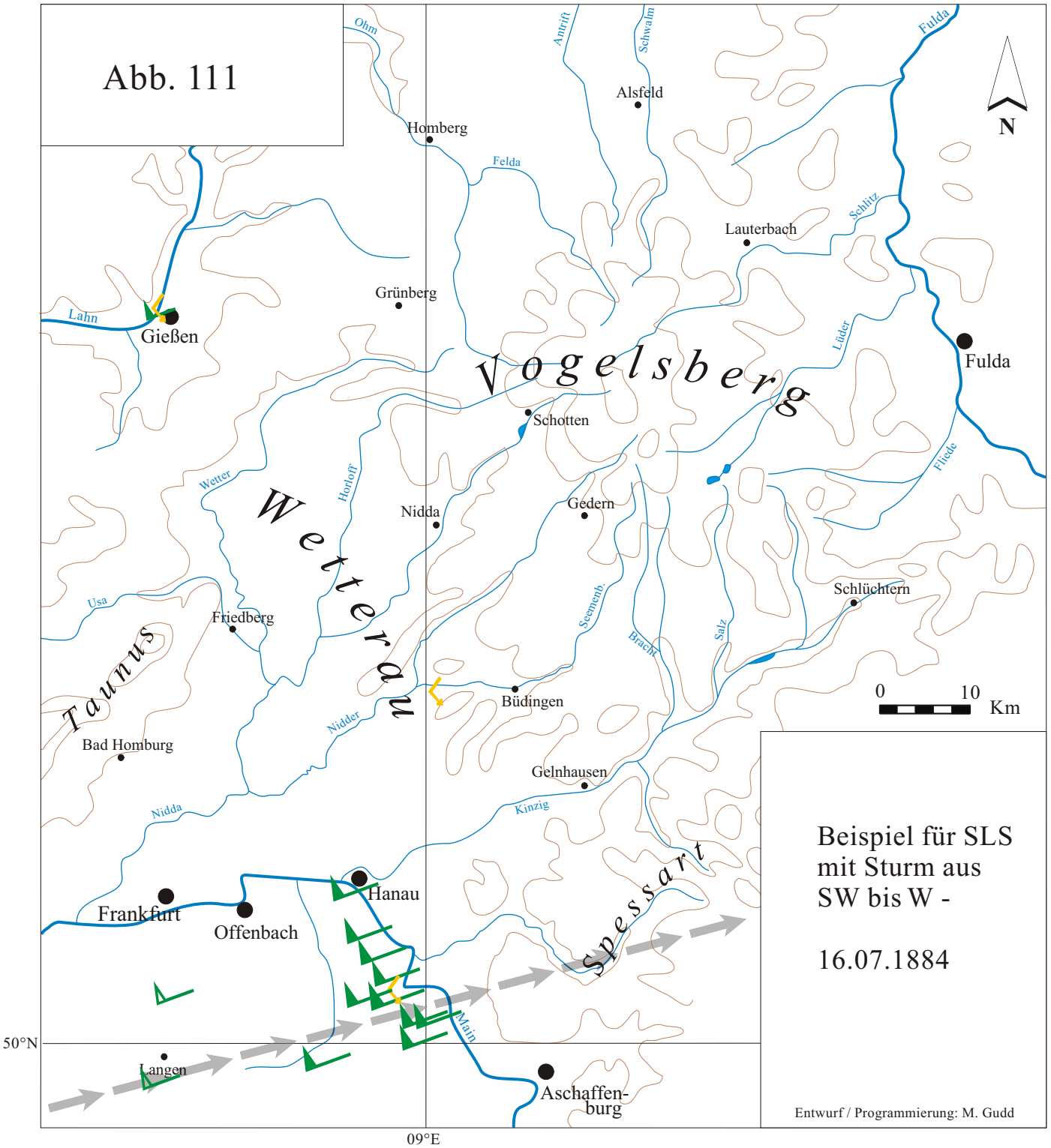
Interpretation: Die Verteilung der Schäden deutet in dieser Form eindeutig auf ein linear angeordnetes System hin in Form einer langgestreckten Gewitterfront (*Squall-Line*), in der sich mehrere aktive Zellen eingebettet befinden.

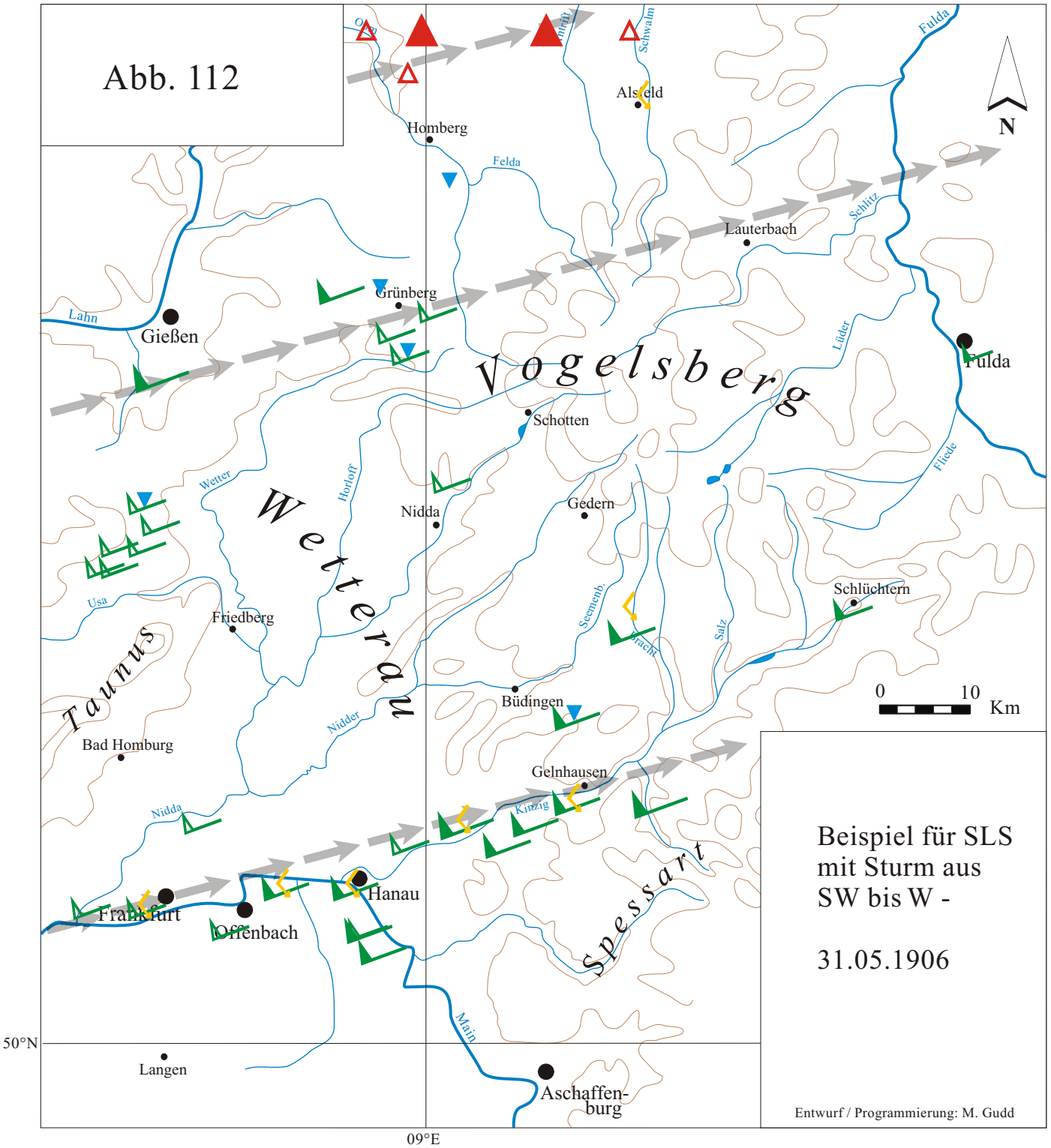
19.07.1931: Am späten Nachmittag dieses Tages wird der Gelnhäuser Raum von WSW her von einem intensiven Sturmereignis in Verbindung mit einem Gewitter heimgesucht. Es treten schadensgassenförmig zum Teil sehr starke Schäden auf (Gebäudeschäden), die sich über mehrere Kilometer Wegstrecke aus dem Kinzigtal in den Spessart hinein erstrecken. Dabei ordnen sich die Sturmschäden – wie aus Abb. 113 zu ersehen - exakt auf der Sturmschadenszugbahn WSW 2 an. –

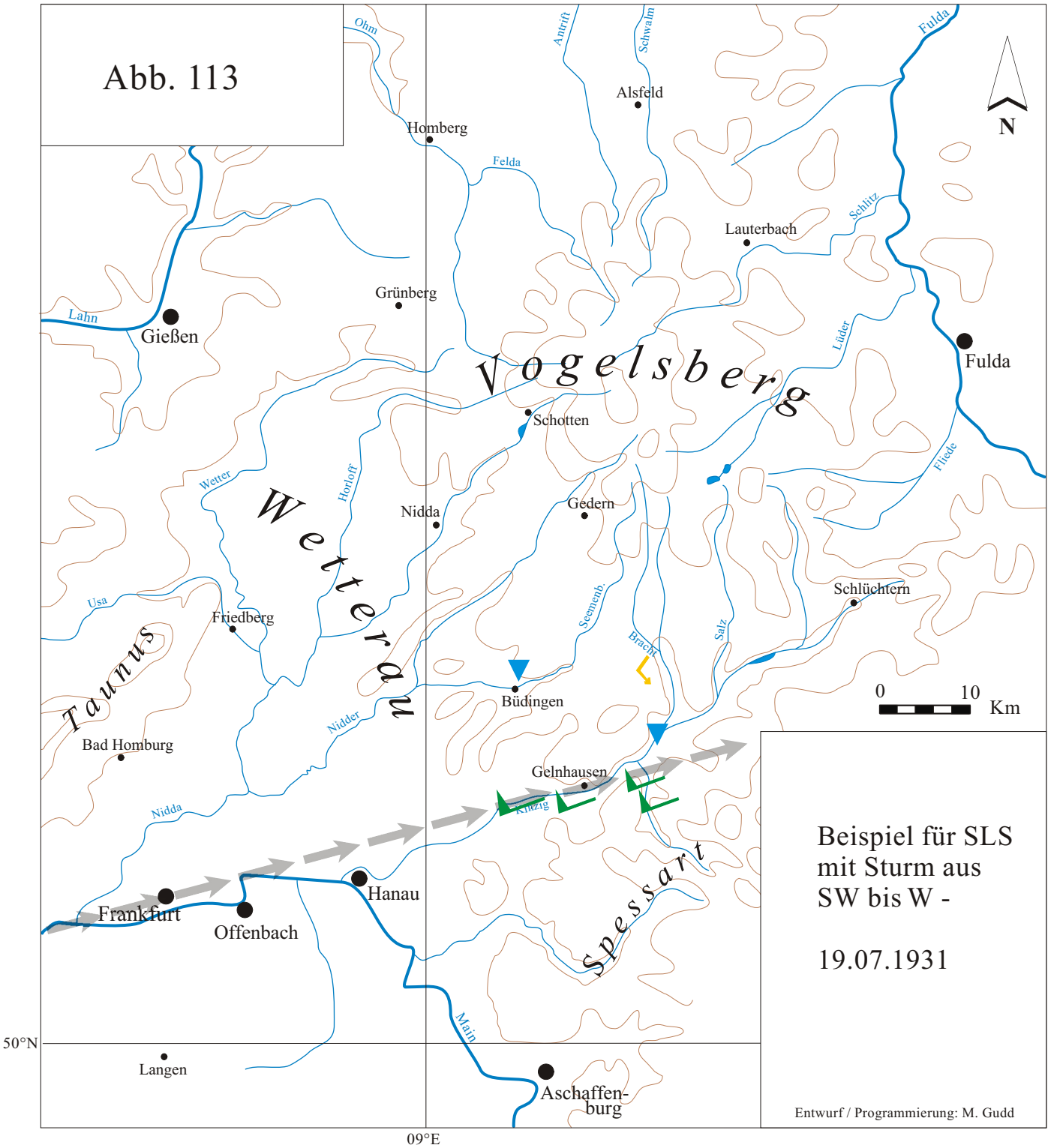
Interpretation: Nördlich des Sturmschadenareals kommt es vereinzelt zu Starkregen- und Blitzschäden. Sonst werden im UG jedoch keine Schäden bekannt. Da nicht eindeutig eine Trombenbeobachtung vorliegt, deutet die Verteilung der Schäden insgesamt auf einen typischen *Downburst* in einer einzelnen aktiven Zelle hin.

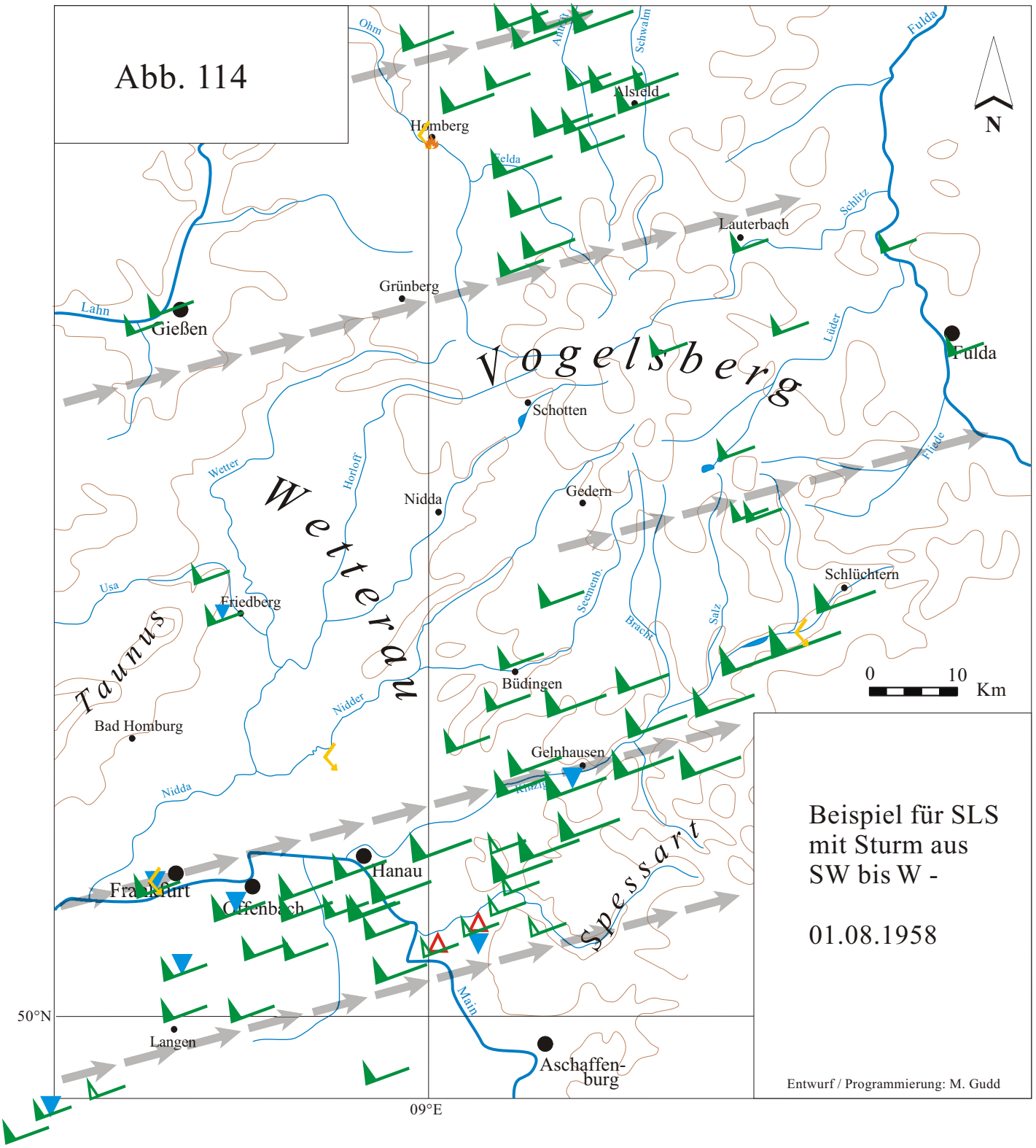
01.08.1958: Am frühen Abend dieses Tages wird das UG von einer Gewitterfront überquert, deren Sturmschäden zu den schlimmsten gehören, die während des Untersuchungszeitraumes auftreten. Nur vereinzelt fällt Hagel (entlang von Schwerpunktzugbahn WSW 1 im Kahlgrund), ansonsten wird das Geschehen durch Sturm, Starkregen und Blitzschlag dominiert, wie in Abb. 114 dargestellt ist. Mit der Ostverlagerung des Systems werden die Sturmschäden intensiver. Während im Hohen Vogelsberg selbst nur geringe Schäden verursacht werden, treten typischerweise nördlich und südlich davon zum Teil extrem starke Verwüstungen auf. In den Wäldern werden mitunter vollständig Schneisen geschlagen, in denen sämtliche Bäume dem Wind zum Opfer fallen. Vor allem im nördlichsten Bereich des UG ordnen sich die stärksten Schäden nahezu exakt entlang der Schwerpunktzugbahn WSW 5 an (Fronhausen – Niederklein – Bernsburg / Merzhausen)[89]. Südlich und südöstlich des Vogelsberges können aufgrund des flächendeckenden Vorkommens der Schäden einzelne besonders bevorzugte Zugbahnen nicht mehr eindeutig identifiziert werden. Aber auch hier zeigen sich die bei *Downbursts* typischen Erscheinungen, dass in den Tälern die Schäden stärker ausfallen als in den Höhenlagen (Steinau, Bad Soden-Salmünster im Kinzigtal!). Darüber hinaus wird auch hier wieder die Tatsache angetroffen, dass im Fuldaer Land selbst nur geringe Sturmschäden vorkommen, während im Bereich von Schwerpunktzugbahn WSW 3 in der Rhön im Raume Gersfeld bedeutend stärkere Schäden auftreten. –

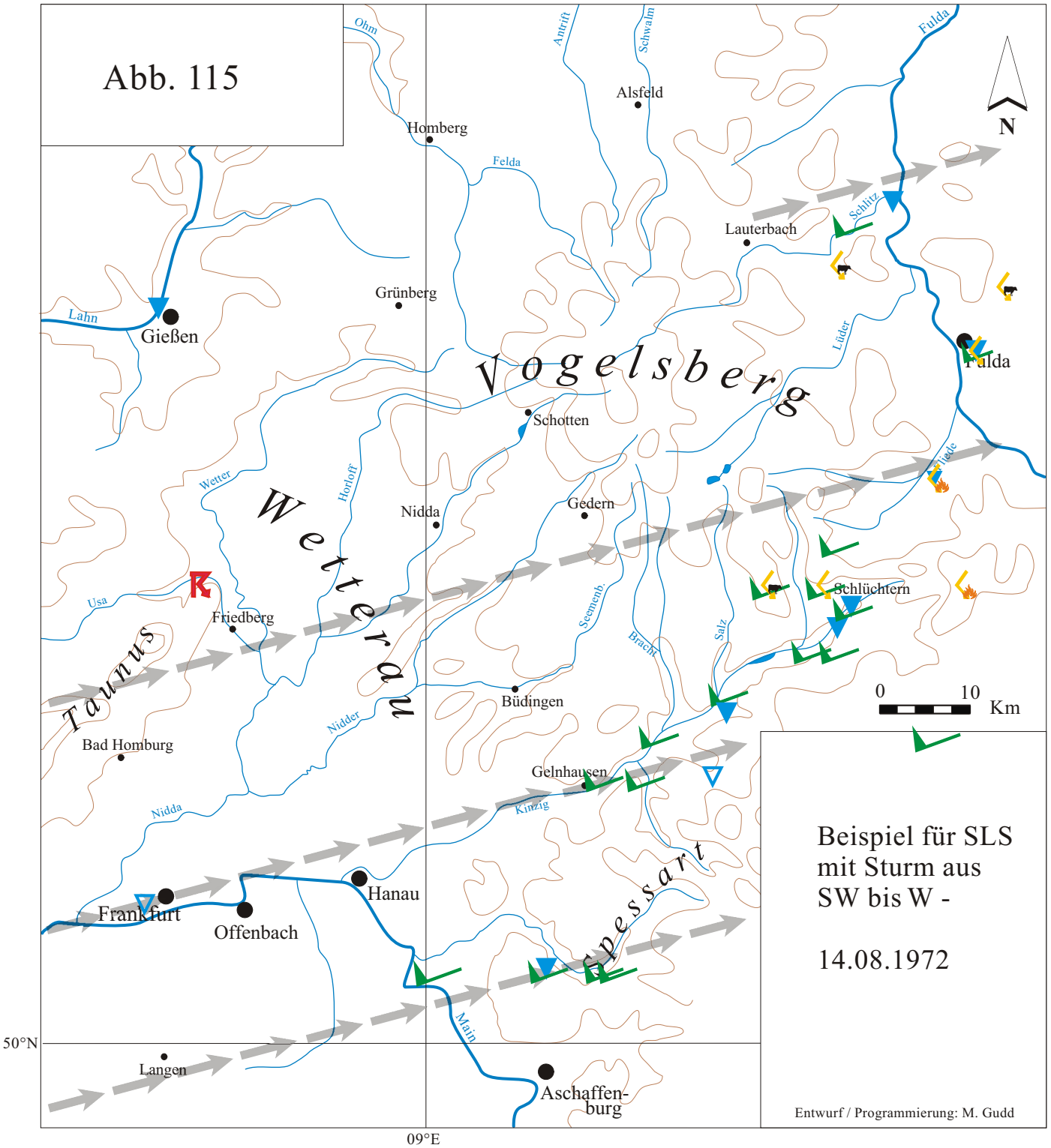
[89] Nach Angaben des Klima-Schnellmeldedienstes des Deutschen Wetterdienstes, Jahrgang 1958, S. 331-342.


Abb. 111
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Sturm aus
SW bis W -
16.07.1884
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 112
Homberg
Alsfeld
Schwalm
Fulda
N
Felda
Lauterbach
Schlitz
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Nidda
Gedern
Fliede
Wetterau
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Bracht
Salz
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Sturm aus
SW bis W -
31.05.1906
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 113
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Sturm aus
SW bis W -
19.07.1931
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 114
Ohm
Schwalm
Fulda
Alsfeld
Homberg
N
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Friedberg
Seemenb.
Bracht
Salz
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Sturm aus
SW bis W -
01.08.1958
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 115
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Friedberg
Seemenb.
Bracht
Salz
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Sturm aus
SW bis W -
14.08.1972
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

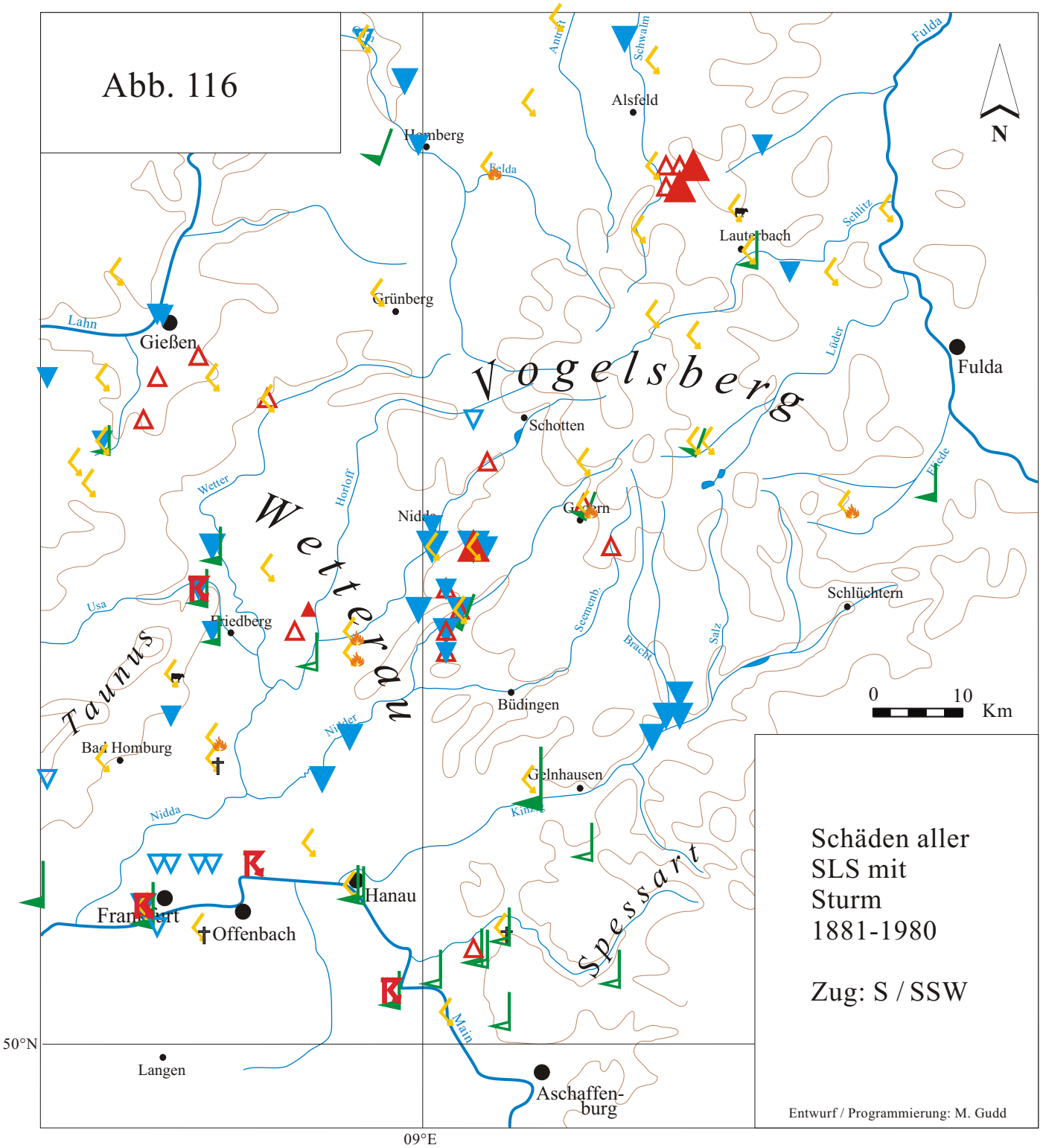
Interpretation: Das Vorkommen der Schäden deutet auch hier, ähnlich wie beim oben genannten Fall vom 31.05.1906, auf eine langgestreckte, weit ausgedehnte Gewitterfront (*Squall Line*) hin mit einzelnen eingebetteten, sehr aktiven Zellen.

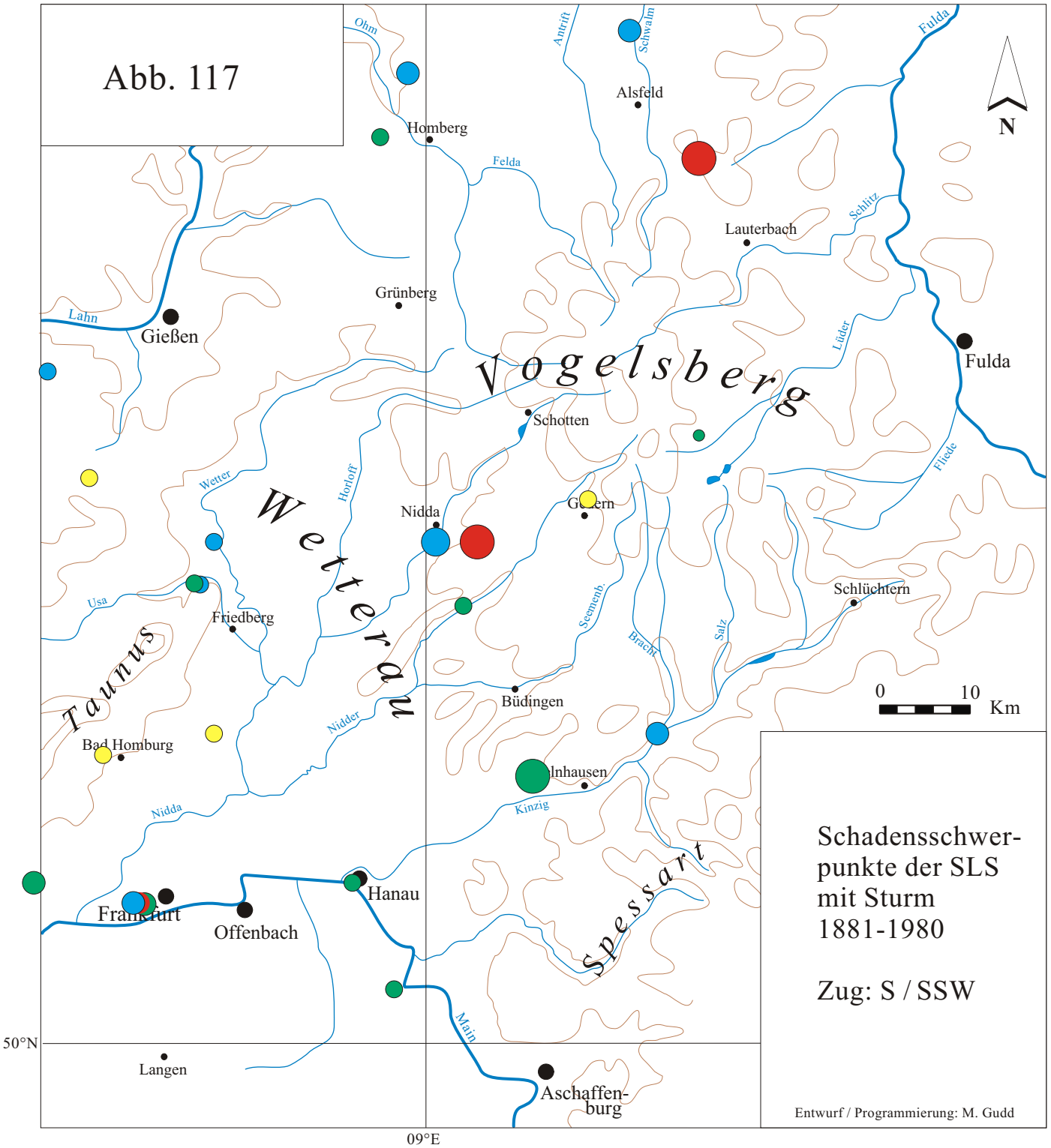
14.08.1972: In der Nacht zum 15.08.1972 überquert ein sehr intensives Gewittersystem mit Sturmböen, Starkregen und einer zum Teil extremen Blitzentladungstätigkeit hauptsächlich das südliche und östliche UG, durch stundenlang vorhergehendes permanentes Wetterleuchten bei fast wolkenlosem Himmel gekennzeichnet. Das Gewittersystem gehört zu einer die Vorderseite eines Höhentroges markierenden Kaltfront, an der durch Wellenbildung die Hebung zum Teil noch bedeutend verstärkt ist (CAPPEL und EMMRICH 1975, S. 78). Mit der Ostverlagerung des Systems verstärkt sich die Schadenstätigkeit. Neben signifikanten Blitzschäden tritt hauptsächlich Sturmschaden auf, wobei dieser, dargestellt in Abb. 115, verstreut im gesamten östlichen Bereich des UG vorkommt. Die dokumentierten Hauptschäden ordnen sich aber auch in diesem Falle nahezu exakt an den Sturmschadenszugbahnen an (Zugbahn WSW 3 ist durch starke Blitztätigkeit gekennzeichnet, Zugbahn WSW 2 führt zu einem ersten Sturmschadensmaximum im Bereich Sinntal/Altengronau, Zugbahn WSW 1 führt zu einem weiteren Schadensmaximum im Spessart im Bereich oberer Kahlgrund und die südlichste Zugbahn [WSW 1a, nicht eingezeichnet] führt in ihrer Verlängerung, etwa mit dem Aschaffttal beginnend, im bayerischen Spessart im Bereich Heigenbrücken/Neuhütten zu einer gigantischen Sturmkatastrophe, bei der in den Spessartwäldern verheerende Schäden angerichtet werden (s.a. NEES und KEHRER 2002, S. 360). –

Die Verteilung der Schäden mit den Schwerpunkten im südlichen und östlichen Bereich des UG deutet weniger auf eine geschlossene Gewitterfront hin als vielmehr auf ein ausgeprägtes *MCS* in Form eines (linear angeordneten) Clusters, in dem die aktiven Zellen in relativ geringem räumlichen Abstand angeordnet sind.

7.1.2.: Schwergewitter (*SLS*) mit Sturmschäden aus dem südlichen bis südwestlichen Himmelssektor

In einigen Fällen, gegenüber den aus SW-W heranziehenden *SLS* jedoch in ihrer Häufigkeit deutlich vermindert (s. hierzu auch z.B. SEPT 1998, S. 41), ziehen die Schwergewitter mit Sturmschäden auch aus südlichen bis südwestlichen Richtungen über das UG hinweg (Zugrichtungskriterium: S, SSW). Insgesamt ist deren Anzahl zu gering, als dass ihre Eigenschaften erschöpfend analysiert werden können. Doch stimmen die Ergebnisse mit den oben genannten Resultaten zunächst im wesentlichen überein. So ordnen sich die Schäden der aus S und SSW über das UG hinwegziehenden *SLS* in Abb. 116 im wesentlichen über dem südli-


Abb. 116
Alsfeld
Homberg
Grünberg
Lauterbach
Gießen
Fulda
Schotten
Nidda
Gedern
Schlüchtern
Friedberg
Büdingen
Gelnhausen
Bad Homburg
Hanau
Offenbach
Frankfurt
Langen
Aschaffen-
burg
Vogelsberg
Wetterau
Taunus
Spessart
Lahn
Wetter
Horloff
Usa
Nidda
Main
Fulda
Schlitz
Lüder
Fliede
Seemenb.
Bracht
Salz
N
0
10
Km
50°N
09°E
Schäden aller
SLS mit
Sturm
1881-1980
Zug: S / SSW
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 117
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Alsfeld
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Fliede
Usa
Friedberg
Seemenb.
Brach
Salz
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Inhausen
Kinzig
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Sturm
1881-1980
Zug: S / SSW
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

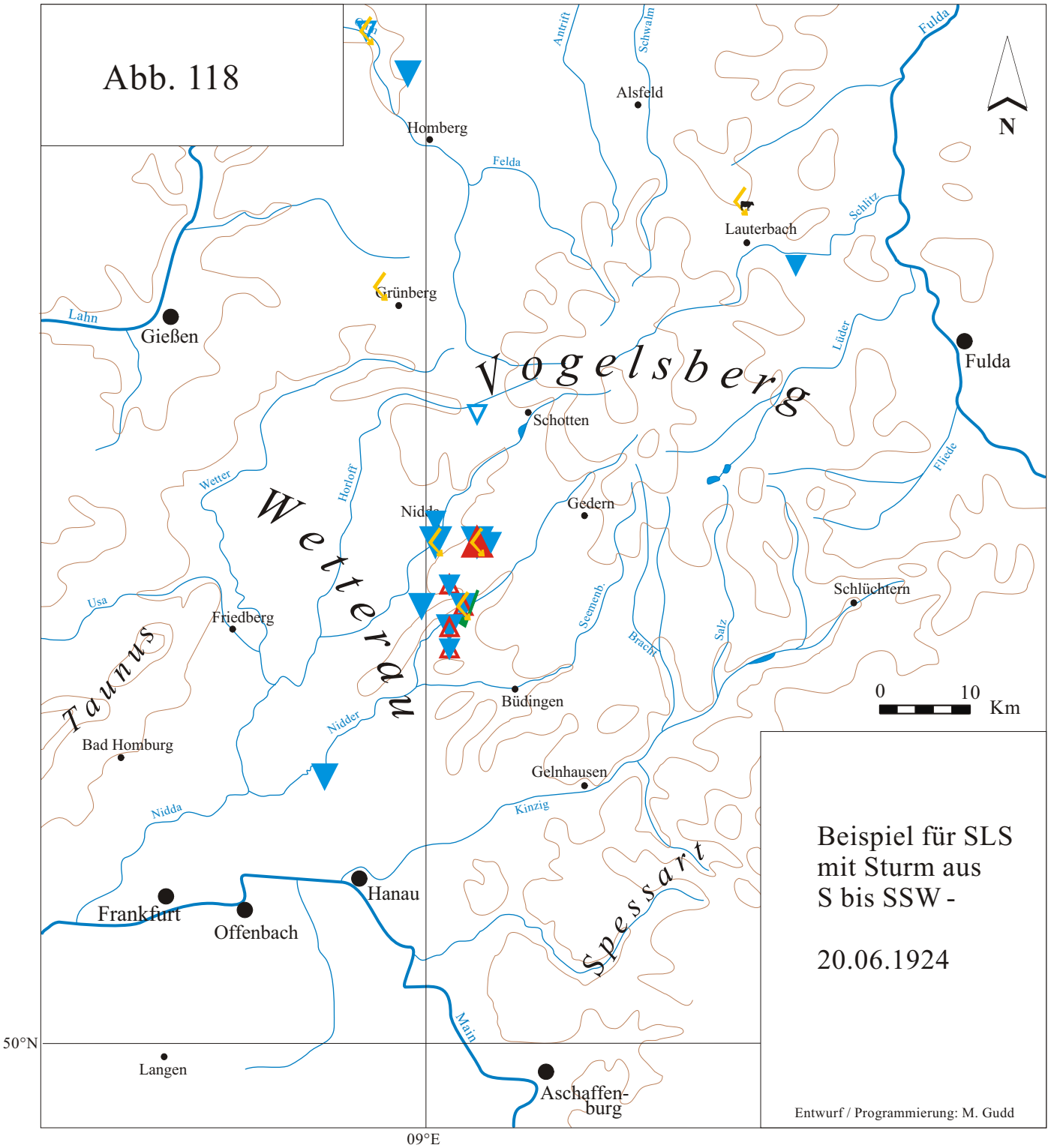
chen, westlichen und nördlichen UG an. Starkniederschlags-, Sturm- und Blitzschäden nehmen zum Teil bedeutende Ausmaße an. So gehören zu dieser Gewittergruppe die *SLS* vom 28.06.1907 (Blitz- und Starkniederschlagsschäden im südlichen Vogelsberg), vom 20.06.1924 (Starkniederschlags- und Sturmschäden im Niddertal), vom 02.08.1930 (Sturmschäden im Usinger Land und Blitzschäden im Raum Hüttenberg) und vom 26.05.1951 (mit einem ausgeprägten *Downburst* in Lieblos bei Gelnhausen). Auffallend ist bei diesen Fällen, dass auch diesmal die Ostseite des Vogelsberges von Gewitterschäden im wesentlichen verschont bleibt. Dies wird vor allem auf der Schwerpunktkarte der Sturm-*SLS* aus S und SSW deutlich (Abb. 117).

Anhand der räumlichen Anordnung der *SLS*-gemäßen Sturmschäden aus S und SSW sowie der Schwerpunkte der damit verbundenen Schäden kann angenommen werden, dass für sie prinzipiell die gleichen charakteristischen räumlichen Erscheinungsformen gilt wie für aus SW-W heranziehende *SLS* (Schadenshäufung in den südlichen / westlichen Bereichen des UG sowie nördlich des Vogelsberges, Schadensarmut im Fuldaer Land). Darüber hinaus dürfte es sich bei der Gewitterart aus S und SSW in erster Linie nicht um langgestreckte Gewitterfronten handeln (nur in Ausnahmefällen, s. 13.07.1941), sondern vielmehr um einzelne, zum Teil sehr intensive *MCS*.

20.06.1924: Am Abend dieses Tages geht im Grenzbereich von Wetterau und Vogelsberg ein sehr schweres Gewitter nieder, das im Raum Ortenberg / Wallernhausen starke Schäden durch Starkregen, Hagel und lokal auch Sturm anrichtet. Die aus Abb. 118 ersichtliche Verteilung der Schäden zeigt das konzentrierte Vorkommen intensiver Schäden auf relativ kleinem Raume. Einzelne Schäden werden auch im Norden des UG angerichtet. –

Interpretation: Das lokale Vorkommen der Starkniederschlagsschäden deutet auf ein stark räumlich begrenztes *MCS* hin. Dass es sich wahrscheinlich nur um ein isoliertes (bzw. gruppiert angeordnetes) System handelt, zeigt auch die Tatsache, dass sich die Starkniederschläge auf engem Raum entladen, zusammen mit dem im Bereich des *Downdrafts* auftretenden lokalen *Downburst*. Außerdem sind bei geschlossenen Gewitterfronten während des Untersuchungszeitraumes keine Meldungen über geschlossene Hageldecken bekannt geworden, wie sie in diesem Falle von Fauerbach bei Nidda berichtet werden („(...) *Zwischendurch ging ein schwerer Hagelschlag nieder, der die Felder verwüstete und den Boden handhoch mit taubeneigroßen Schloßen bedeckt, wo sie nicht gleich weggeschwemmt wurden.* (...).“[90]

[90] Aus: Niddaer Zeitung 50, 24.6.1924.


Abb. 118
Homberg
Alsfeld
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Friedberg
Seemenb.
Bracht
Salz
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Sturm aus
S bis SSW -
20.06.1924
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

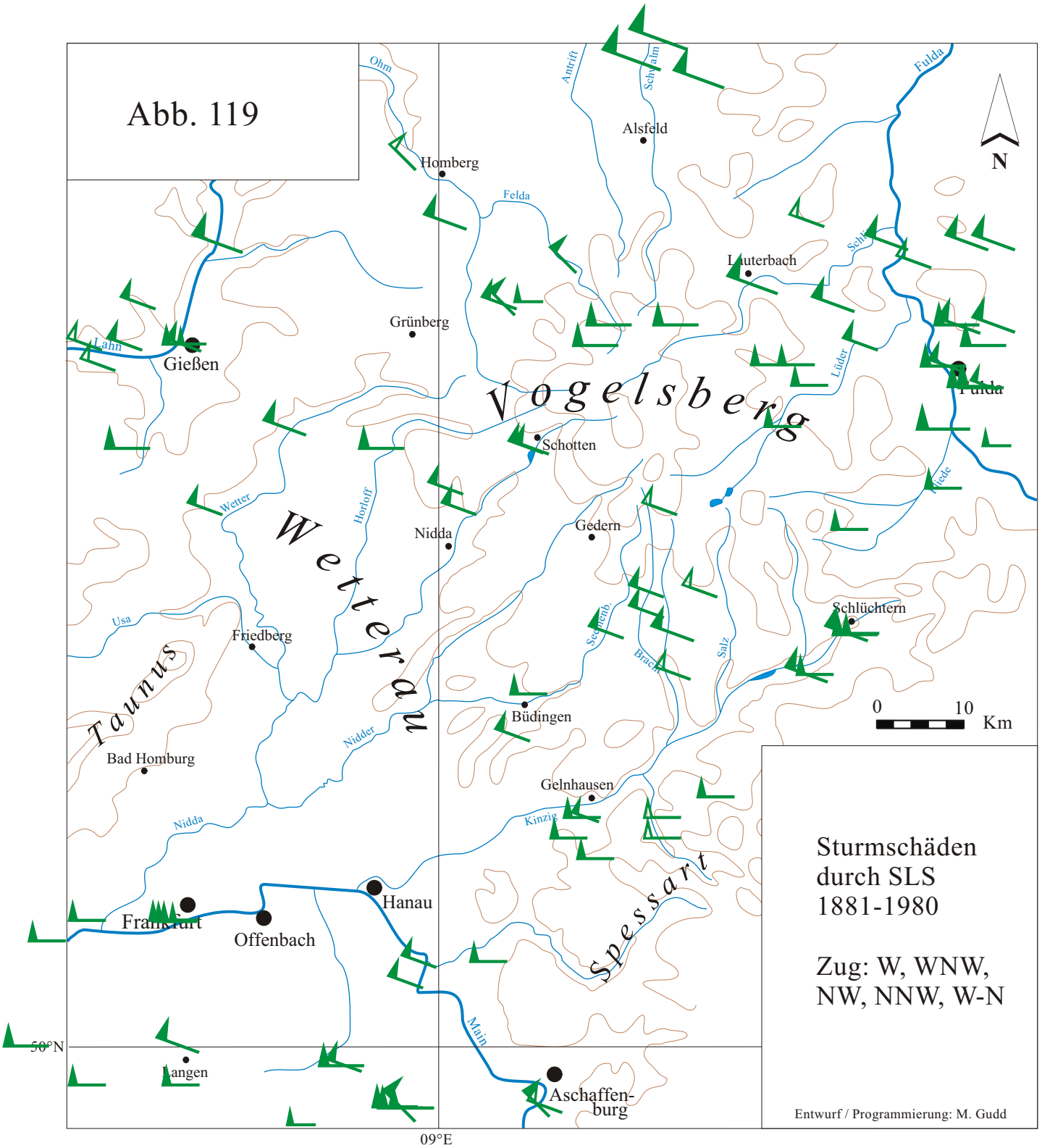
7.1.3. Schwergewitter (*SLS*) mit Sturmschäden aus dem westlichen bis nördlichen Himmelssektor

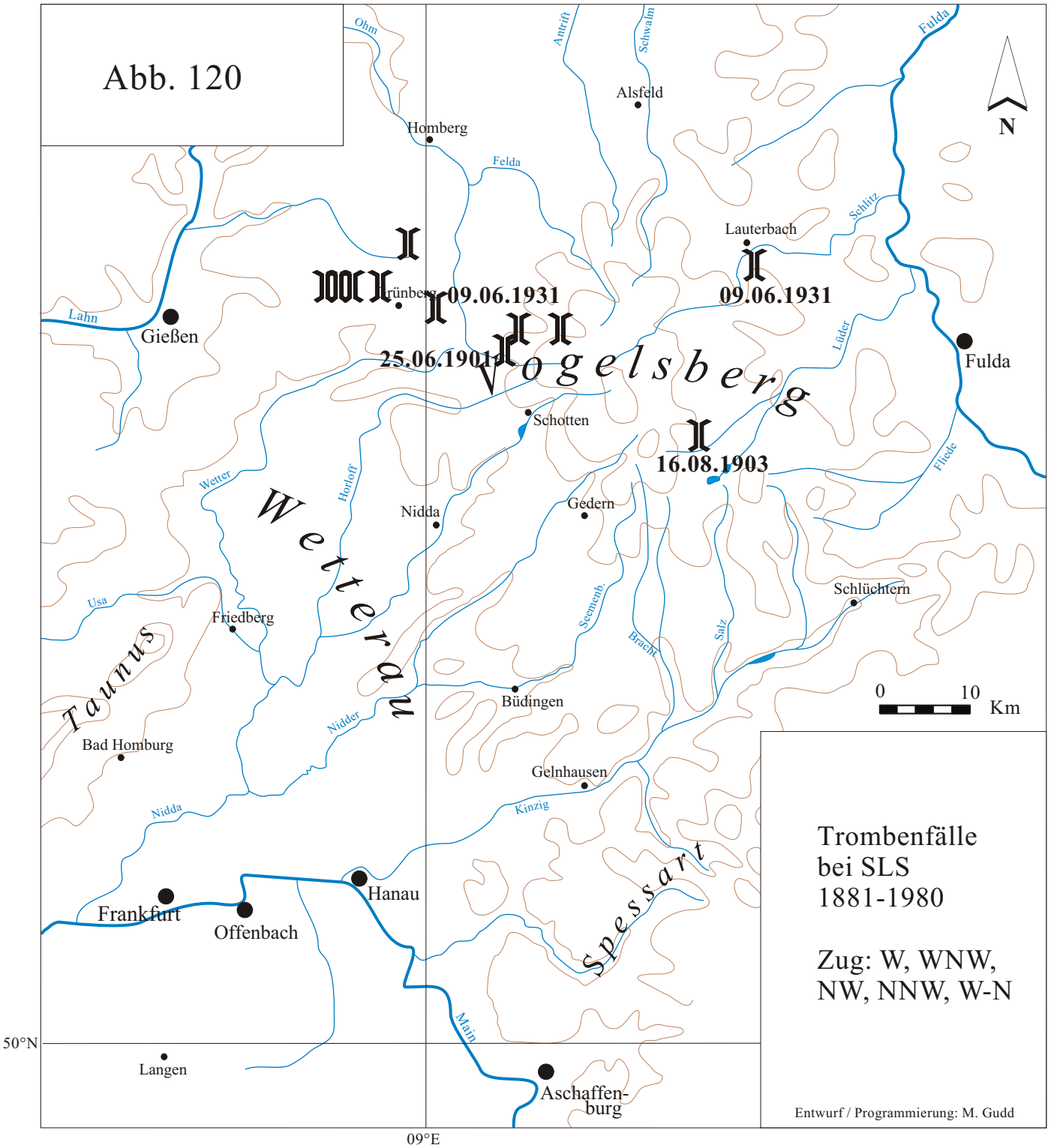
Im Verlaufe der Auswertung aller Gewitterschäden im UG wurde deutlich, dass Schadensgewitter aus dem westlichen bis nördlichen Sektor gegenüber den Gewittern aus dem südwestlichen Sektor zum Teil bedeutend unterschiedliche räumliche Charakteristiken aufweisen. Sie sollen daher im folgenden als eigenständige Art von Sturm-*SLS* im UG näher erläutert werden.

Auch die aus W-N (Zugrichtungskriterien: W, WNW, NW, NNW, W-N) über das UG hinwegziehenden *SLS*-Ereignisse weisen alle Sturmphänomene auf: sowohl Gewitterböen *(Downbursts - Micro-Bursts*, *Macro-Bursts*) als auch Tromben. Sie treten im Vergleich zu den vorhergehend in 7.1.1. besprochenen *SLS* mit Sturm in geringerem Maße in den Nachtstunden auf, überaus häufig ist dagegen das Vorkommen in den Tagesstunden. Ein Viertel der Ereignisse kommt bei zonalen Wetterlagen (n = 7) vor, sehr häufig dagegen sind gemischte Zirkulationsformen beteiligt, ein nur geringer Teil kommt bei meridionalen Großwetterlagen vor. Auch wenn die Ereignisse lediglich mit einer Häufigkeit von 15% (n = 28) aller *SLS*-Sturmgewitter auftreten, so zeigen sie doch im UG typische Eigenschaften. Auffallend ist in erster Linie das fast ausschließliche Auftreten im nördlichen und östlichen Bereich des UG (Abb. 119). Dokumentierte Sturmschäden liegen vor aus der Region zwischen dem Gießener Raum und dem Vogelsberg sowie auch aus dem Fuldaer Raum. Im Gegensatz zu den *SLS*-Sturmereignissen aus SW-W verbleibt diesmal das südliche UG, insbesondere der südliche Bereich der Wetterau, während des Untersuchungszeitraumes fast vollständig schadensfrei. Erst südlich der Mainlinie treten erneut *SLS*-gemäße Sturmschadensformen auf.

Die bei Anströmung aus W-N beobachteten Trombenerscheinungen treten sämtlich im nördlichen Bereich des UG auf (Abb. 120). Dabei ist auffallend, dass Beobachtungen sich auf den Vogelsberg konzentrieren, insbesondere auf seine West- und Nordseite. Altenhain hat dabei mit den Ereignissen vom 25.06.1901 und 09.06.1931 sogar zwei Trombenfälle zu verzeichnen. Das Ereignis vom 09.06.1931 ist neben jenem vom 23.08.1903 der Fall mit der längsten beobachteten Schadensspur, und darüber hinaus handelt es sich um eine durch Schadensberichte sehr gut dokumentierte Trombe (S. 326).[91]

[91] Auffallend ist der kurze zeitliche Abstand zwischen den beiden Trombenereignissen vom 16.08.1903 und 23.08.1903, die beide im östlichen bzw. südöstlichen Vogelsberg auftreten.


Abb. 119
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Nidda
Gedern
Wetterau
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Salz
Brach
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Sturmschäden
durch SLS
1881-1980
Zug: W, WNW,
NW, NNW, W-N
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 120
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
Homberg
Felda
N
Schlitz
Lauterbach
09.06.1931
09.06.1931
Lahn
Gießen
25.06.1901
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
16.08.1903
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Taunus
Bracht
Salz
0
10
Km
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Trombenfälle
bei SLS
1881-1980
Zug: W, WNW,
NW, NNW, W-N
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

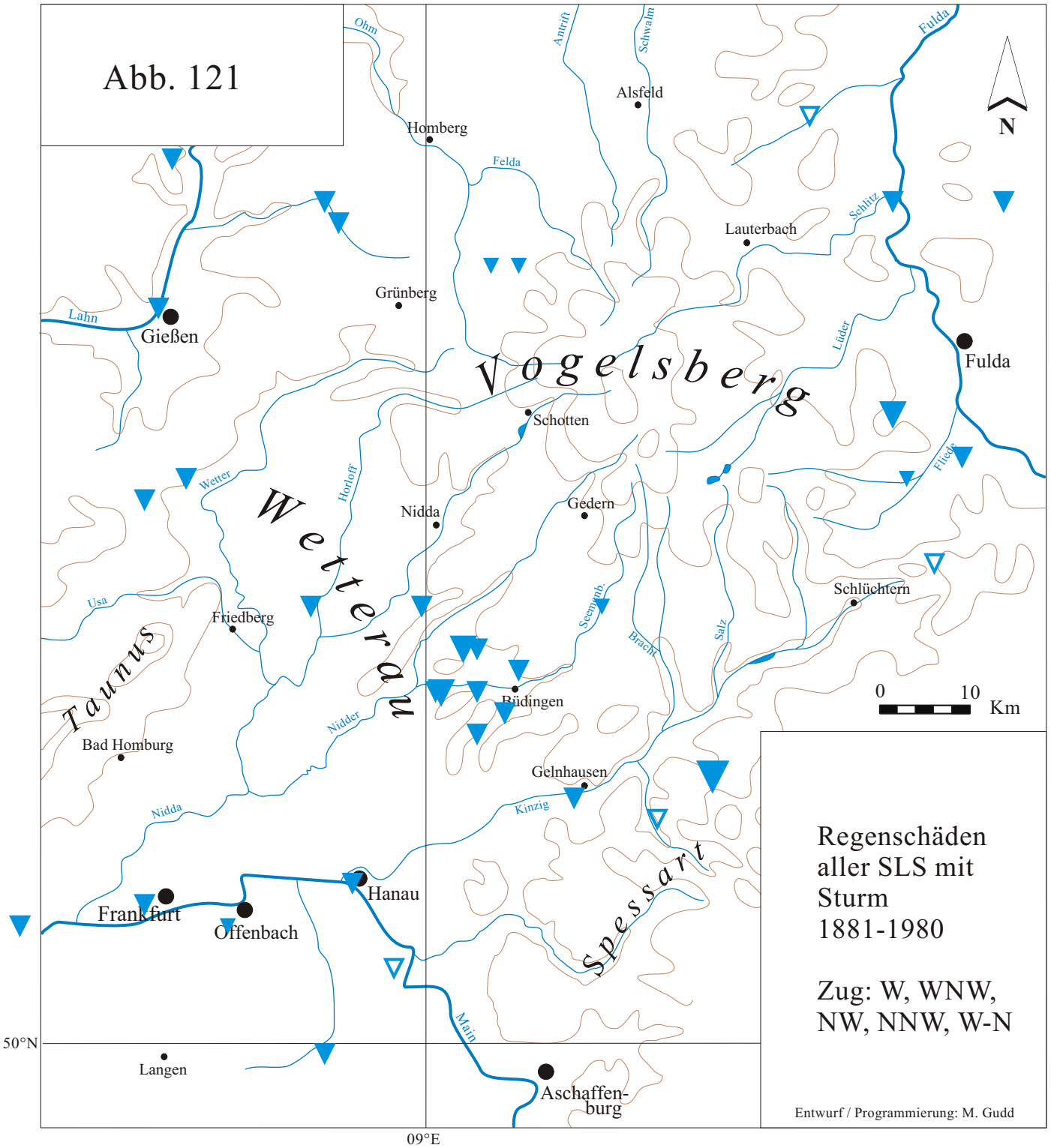
Wie auch schon bei den *SLS*-Sturmereignissen aus SW-W erwähnt, sind die bei diesen Gewitterformen begleitenden Starkregenfälle aufgrund der relativ hohen Verlagerungsgeschwindigkeit der Gewittersysteme in der Regel nicht in der Lage, signifikante Schäden anzurichten.

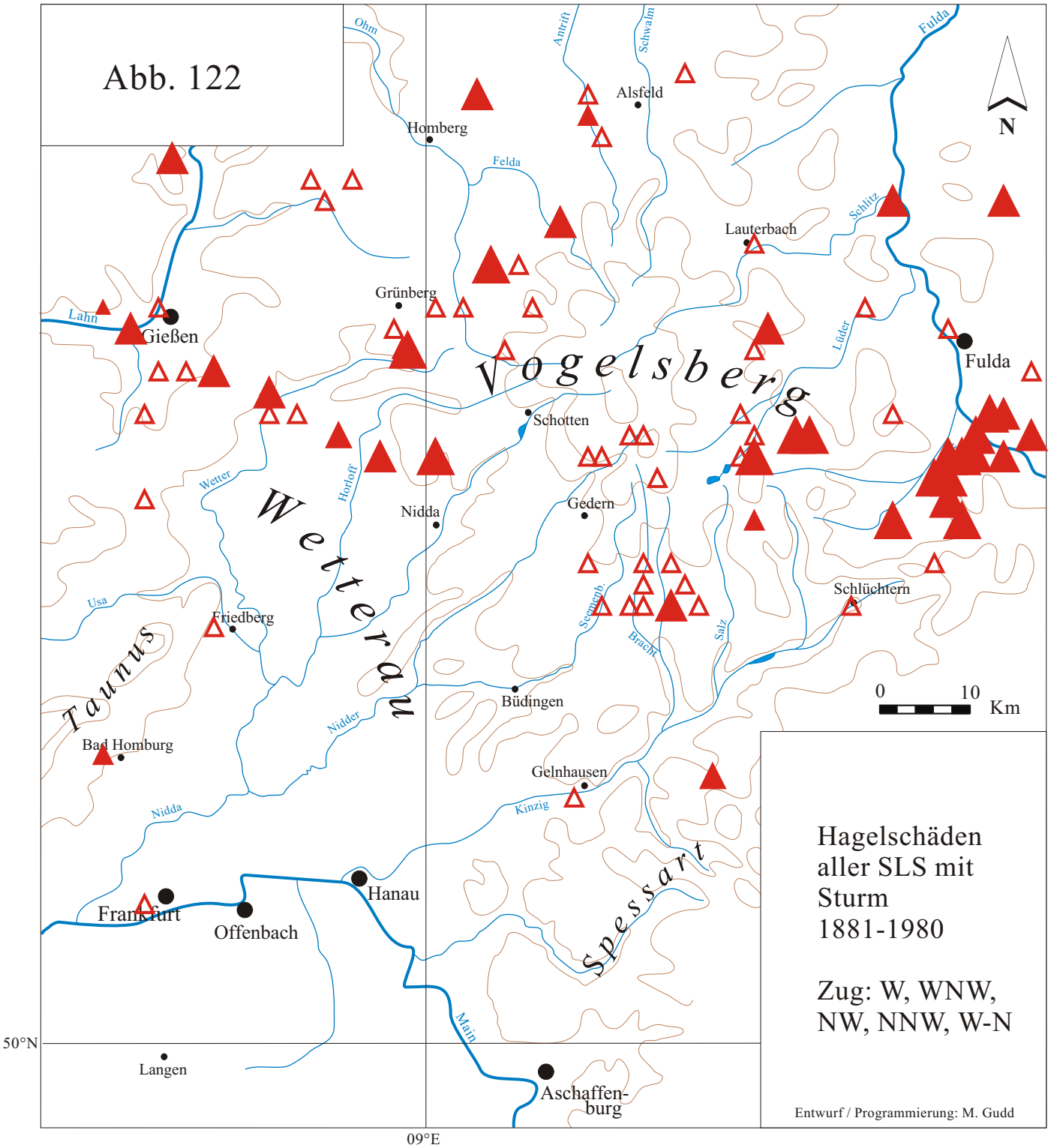
Dies gilt auch für die *SLS* mit Sturm- und Starkregenschäden aus W-N, wie aus Abb. 121 ersichtlich ist. Es handelt sich bei den Starkregenschäden während des Untersuchungszeitraumes hauptsächlich um geringe Schadensverläufe, und nur in wenigen Fällen kommen örtlich signifikante Wasserschäden vor. Der Vogelsberg ist auch bei von W-N heranziehenden *SLS* während des Untersuchungszeitraumes im wesentlichen schadensfrei von Starkniederschlagsschäden.

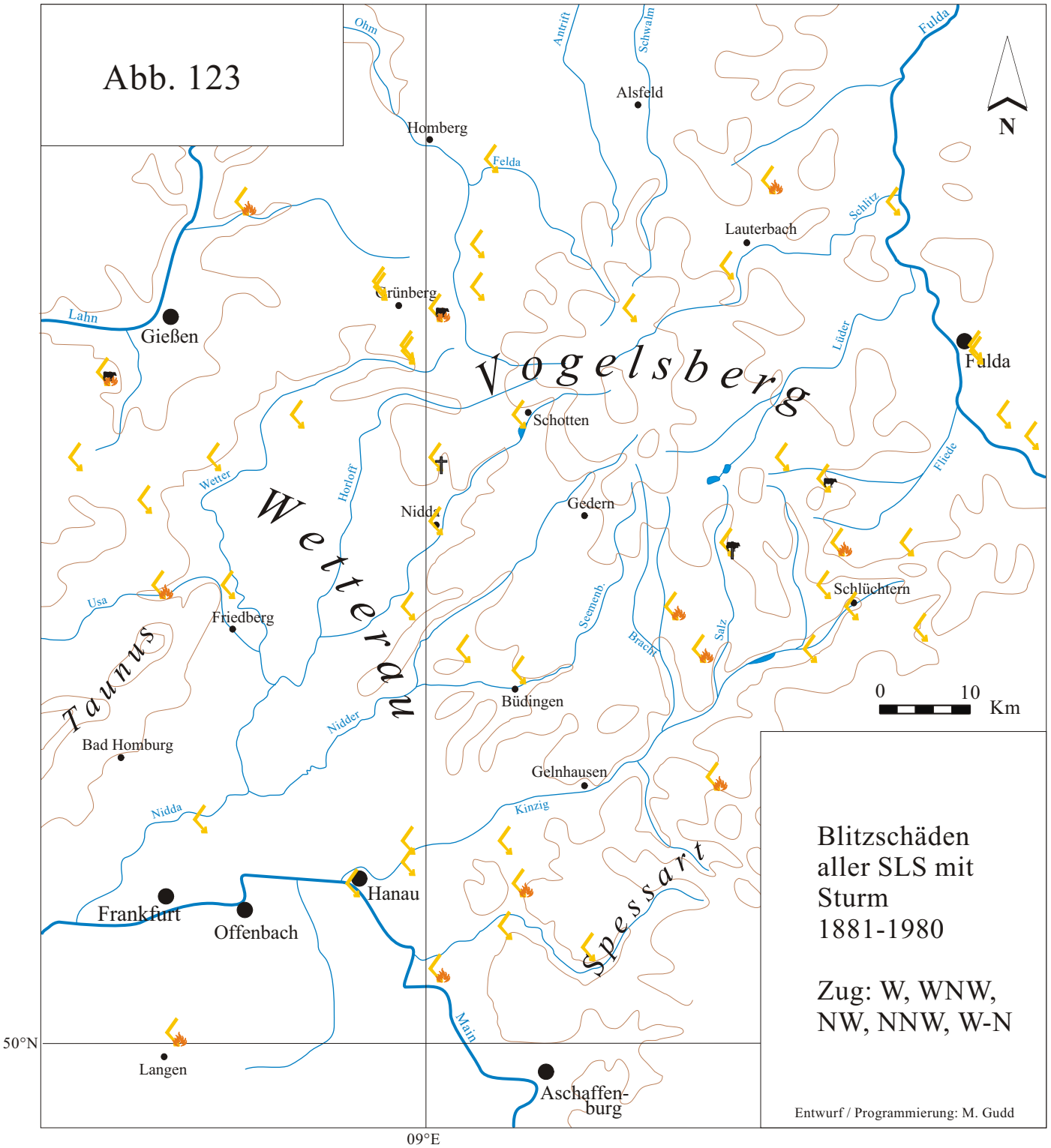
Die aus W-N heranziehenden *SLS*-Ereignisse führen mitunter auch zu Hagelschlag. Die verifizierten Berichte über Hagelfälle dieser *SLS* (n = 13, entsprechend 46%) konzentrieren sich, entsprechend der weiter oben bereits erwähnten engen Verzahnung mit der dynamischen Entwicklung innerhalb der Cb, und damit eine räumlich enge Verbundenheit mit den *Downbursts* aufweisend, ebenfalls in ganz deutlicher Weise auf den nördlichen und östlichen Teil des UG (Abb. 122). Dabei liegen von einigen Ereignissen Dokumentationen über große Hagelkorndurchmesser (Kategorie >= 4) vor.

Im Gegensatz dazu zeigt die Abb. 123 die Verteilung der Blitzschäden aller *SLS*-Sturmereignisse aus W-N mit einem uneinheitlichen Vorkommen im gesamten UG. Eindeutige Häufungsstellen sind hier nicht auszumachen.

Aufgrund der geringen Datenlage und der besseren Übersichtlichkeit wegen wurden in Abb. 124 alle Schwerpunkte der mit den *SLS*-Sturmereignissen aus dem westlichen bis nördlichen Sektor verbundenen Schadensphänomene (Starkregen, Hagel, Schwerpunkte der Blitzschadenstätigkeit) aufgetragen. Die Bevorzugung des nördlichen und östlichen Bereichs des UG ist unverkennbar. Im Gegensatz zu den *SLS*-Ereignissen mit Sturmschadensfällen aus dem Sektor SW-W finden sich diesmal Sturmschadensschwerpunkte im Fuldaer Land. Bei dieser Gewitterform wirkt der „Abschattungseffekt“ des Vogelsberges aufgrund der Lage seiner Achse in nur verminderter Form, und zwar in südöstliche Richtung über den Landrücken in die bayerische Rhön hinein. Gewittersysteme, die aus W-N kommend nördlich des Vogelsberges vorüberziehen, können sich daher mit ungehinderter Sturmgewalt nach Osthessen weiterverlagern. Im südlichen Bereich des UG macht sich dagegen insbesondere über der südlichen Wetterau ein schadensarmer Bereich bemerkbar, der ganz offensichtlich durch die bei dieser Zugrichtung vorhandenen Sperriegelfunktion durch den WSW-ENE-verlaufenden Hö-


Abb. 121
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Bracht
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Regenschäden
aller SLS mit
Sturm
1881-1980
Zug: W, WNW,
NW, NNW, W-N
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 122
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Usa
Seemenb.
Salz
Brach
Schlüchtern
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Hagelschäden
aller SLS mit
Sturm
1881-1980
Zug: W, WNW,
NW, NNW, W-N
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 123
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Bracht
Salz
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Blitzschäden
aller SLS mit
Sturm
1881-1980
Zug: W, WNW,
NW, NNW, W-N
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

henzug des Taunus verursacht wird. Erst an der südlichsten Grenze des UG finden sich weitere Sturmschadensschwerpunkte von aus W-N heranziehenden Systemen.

Aufgrund der geringen Datenlage ist die Deutung von möglichen Schwerpunkt-Zugbahnen aus W-N schwieriger als im Vergleich zu den SW-W-Ereignissen mit Sturmschäden. Doch können in etwa folgende Zugbahnen genannt werden (von Süd nach Nord):

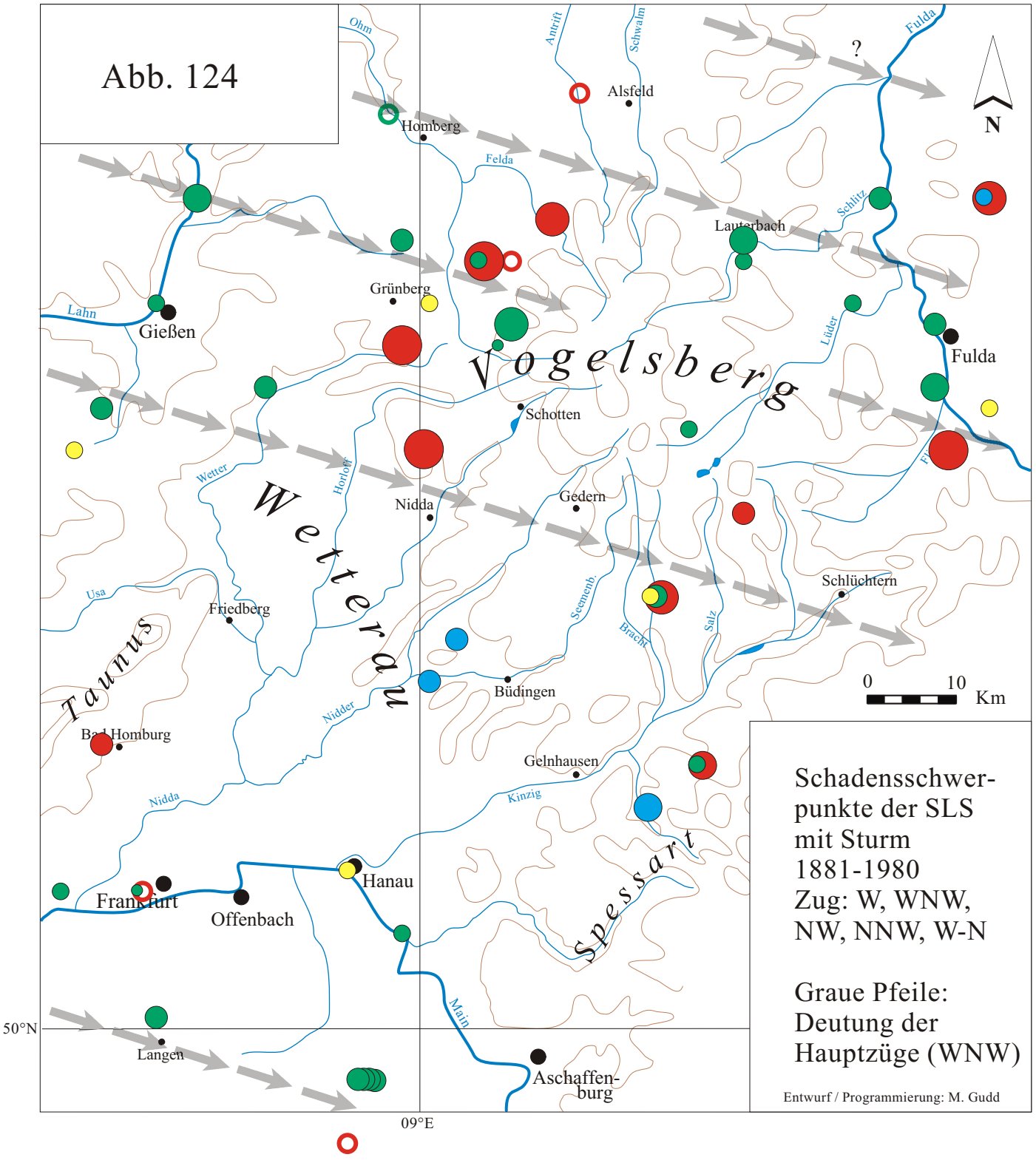
a) Schwerpunkt-Zugbahn 1 (WNW 1): Die Gewittersysteme ziehen aus dem Rheingau- und dem Taunusbereich Richtung ESE/SE über Wiesbaden/Mainz hinweg in die Region zwischen Rüsselsheim und Langen und von dort nördlich von Darmstadt hinweg in Richtung Maintal und südlicher Spessart. Zu dieser Zugbahn gehören einige sehr heftige *Downburst*ereignisse (z.B. 29.07.1947, s. HOMMEL (1948); 23.07.1989, WNW-*Downbursts* im Bereich zwischen Rheingau, Mainz und Darmstadt).

b) Schwerpunkt-Zugbahn 2 (WNW 2): Die Gewittersysteme dieser Zugbahn ziehen ursprünglich aus dem Westerwälder Raum heran, um nahe Wetzlar die Lahn zu überqueren. Sie erreichen südlich von Gießen das UG und ziehen von dort aus weiter am südlichen Rande des Oberen Vogelsberges entlang in das Schlüchterner Land. Von dort aus erfolgt die Weiterverlagerung ins Unterfränkische hinein.

c) Schwerpunkt-Zugbahn 3 (WNW 3): Die Systeme dieser Zugbahn gelangen aus dem Gladenbacher Bergland etwa bei Fronhausen/Salzböden an die Lahn. Von dort aus erfolgt der Zug über das Lumdatal Richtung Grünberg / Ohmtal, um weiter in den Hohen Vogelsberg zu ziehen. Die Weiterverfolgung der Schäden dieser Systeme ist aufgrund fehlender Daten im Bereich des Oberwaldes und östlich davon schwierig, doch dürfte es sich bei den Schadensschwerpunkten im südlichen Fuldaer Landkreis (Fliede-/Fuldatal) um eine Fortsetzung dieser Schadenszugbahn handeln.

d) Schwerpunkt-Zugbahn 4 (WNW 4): Die Systeme dieser Bahn ziehen über das obere Ohmtal und den nördlichen Vogelsberg hinweg ins Lauterbacher / Schlitzer Land, um von dort aus, die Fulda überquerend, über den nördlichen Fuldaer Landkreis weiter in die nördliche Vorderrhön zu gelangen. Hierzu gehören während des Untersuchungszeitraumes einige sehr intensive *Downburst*ereignisse.

e) Schwerpunkt-Zugbahn 5 (WNW 5): Sie ist möglicherweise vorhanden. Darauf deuten immer wiederkehrende Berichte hin über *SLS*-gemäße Sturmschäden im Bereich zwischen dem Eifatal und dem Knüll hin bei aus W-N heranziehenden *SLS*.


Abb. 124
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
?
N
Alsfeld
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Usa
Friedberg
Seemenb.
Bracht
Salz
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
0
10
Km
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Sturm
1881-1980
Zug: W, WNW,
NW, NNW, W-N
Graue Pfeile:
Deutung der
Hauptzüge (WNW)
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

Auch in Abb. 124 gilt wie schon bei der Deutung der Schwerpunktzugbahnen aus WSW (Abb. 105), dass selbstverständlich zahlreiche Abweichungen von diesen „mittleren“ Bahnen erwartet werden dürfen. Dass zumindest auf ihre Existenz geschlossen werden darf, ergibt sich auch hier wieder aus langjährigen Gewitterbeobachtungen.[92]

Zusammenfassend lässt sich bei den aus W-N heranziehenden *SLS* mit Sturmereignissen sagen, dass ihre Sturmverläufe gerade jene Regionen des UG betreffen, die bei den *SLS*-Fällen aus SW-W (und S-SW) von den stärksten Schäden verschont bleiben. Geradezu schadenlos nimmt sich dabei ein Großteil der Wetterau aus, insbesondere der südliche Teil, während im nördlichen Teil einige sehr heftige Hagelgewitter ihren Zug südlich des Vogelsberges hinweg nehmen.

Folgende Beispiele verdeutlichen die *SLS*-Ereignisse mit Sturmschäden aus dem W-N-Sektor:

13.07.1924: An diesem Tag zieht ein kräftiges Gewitter aus dem Westerwald über den Wetzlarer Raum südlich von Gießen in das UG hinein. Bereits im Hohen Westerwald werden erste Hagelschäden bekannt. Auf seiner in Abb. 125 gut zu verfolgenden weiteren ESE-Verlagerung intensiviert sich das System im südlichen Oberen Vogelsberg erheblich und bringt vor allem im Raum Birstein sowie im Schlüchterner Land starken Hagelschlag, verbunden mit intensiven Sturmböen. Das Gewittersystem ordnet sich dabei exakt an der Schwerpunkt-Zugbahn WNW 2 an.

Interpretation: Die Verteilung der Schäden und die weiteren Beobachtungen des Tages im Bereich des UG deuten auf einen isolierten *MCS* hin, der auf seiner Südseite die aktivsten Erscheinungsformen aufweist. Der *MCS* tritt aller Wahrscheinlichkeit nach in einer Schwarmgewitterlage auf, da sowohl im westlichen Taunus als auch in Nordhessen lokal weitere Schadensschwerpunkte von Gewittern registriert werden. Eine Gewitterfront kann ausgeschlossen werden.

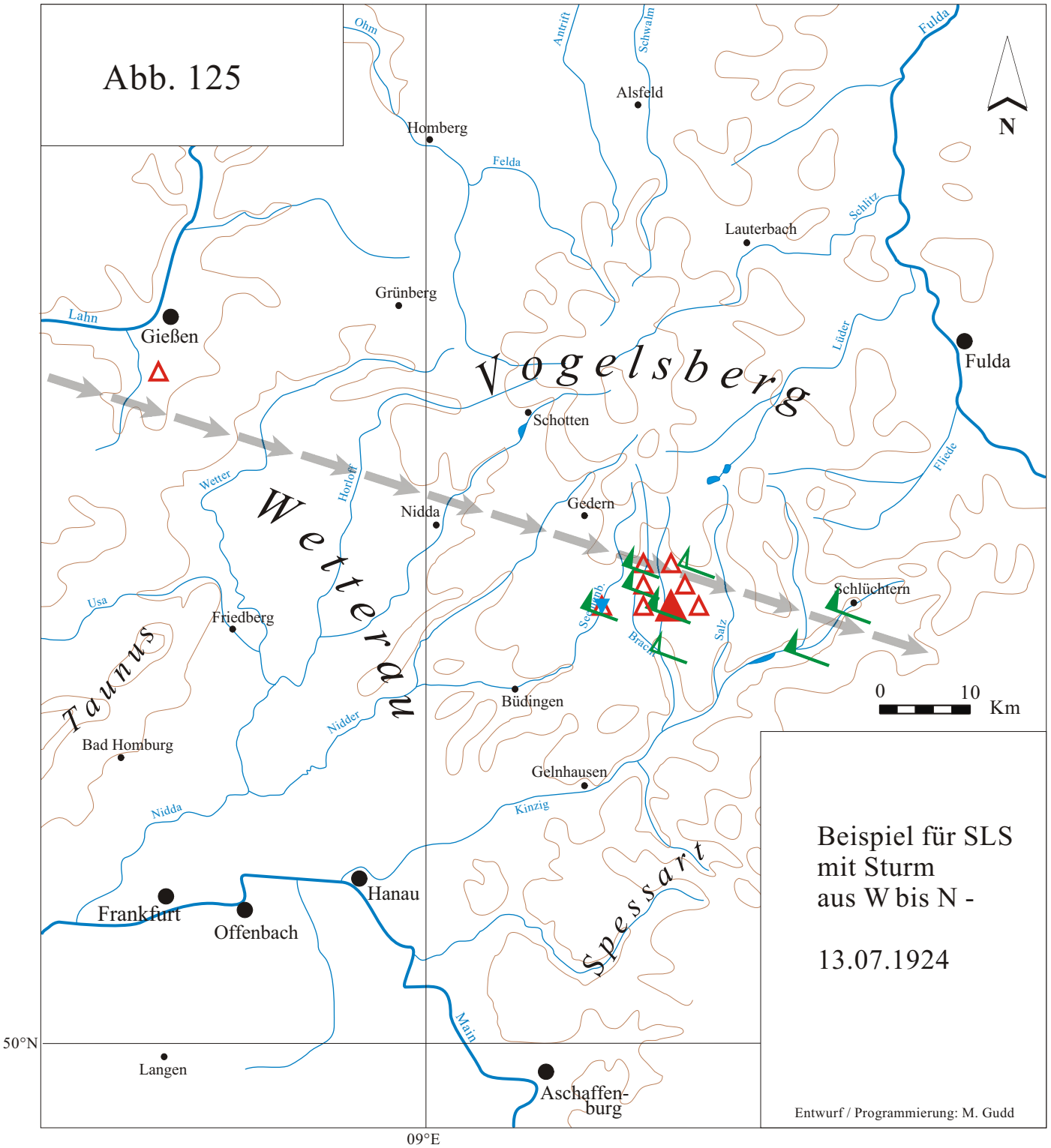
09.06.1931: An diesem Tag treten im UG die stärksten Trombenerscheinungen des gesamten Untersuchungszeitraumes auf. Insgesamt liegen zwei, möglicherweise auch drei unabhängige Trombenereignisse vor. Am bedeutendsten von diesen Fällen ist eine Trombe, die sich knapp südlich der Schwerpunkt-Zugbahn WNW 3 südlich des Lumdatals formiert, und der zwischen dem Salzbödetal und dem Lumdatal ein sehr heftiger *Downburst* vorangeht. Die Trombe (bzw. eine zweite parallel nördlich verlaufende) zieht WNW-ESE über Grünberg hinweg und

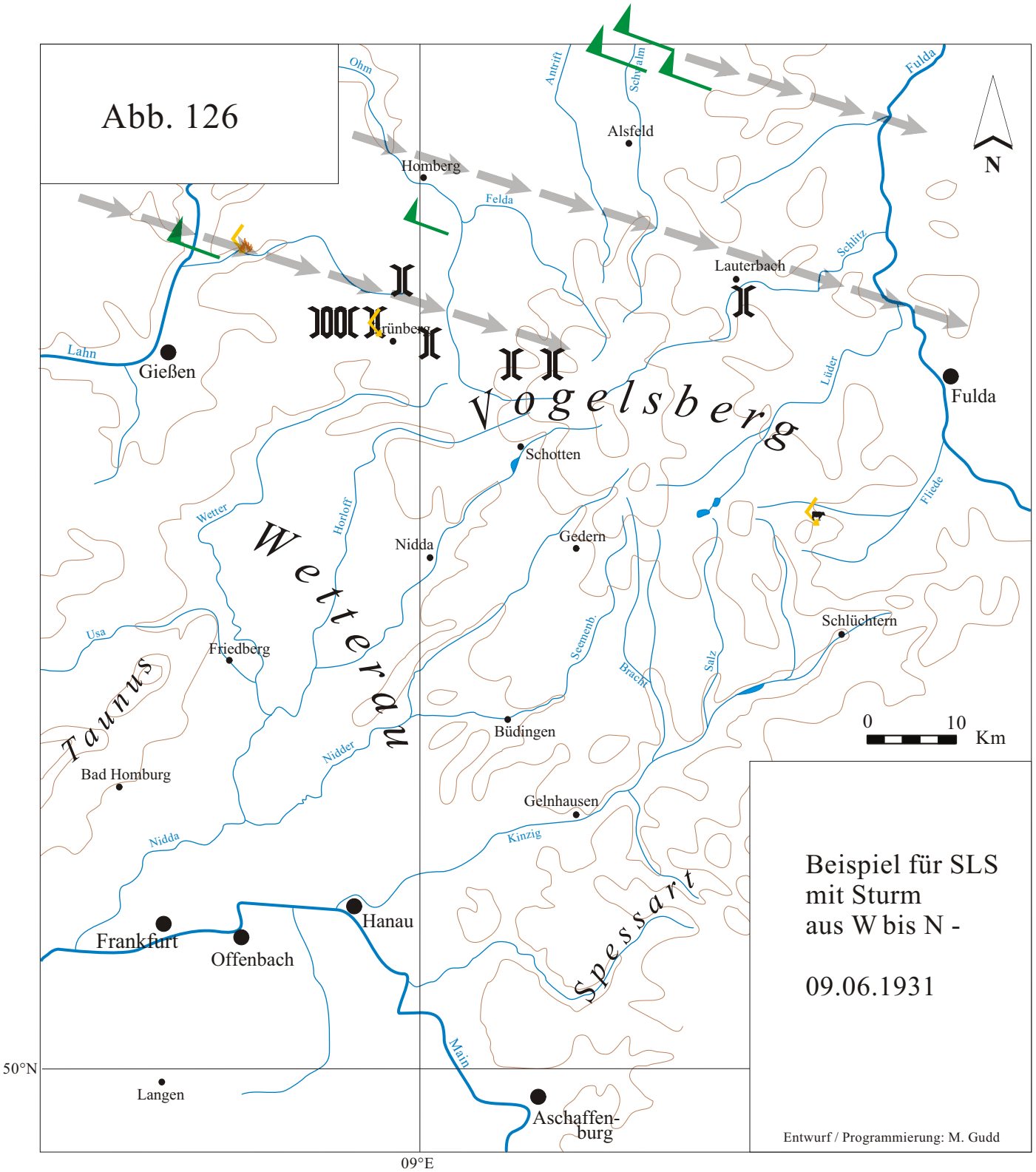
[92] Für den Raum Gießen wird die Existenz der Schwerpunktzugbahnen WNW 2 und WNW 3 bestätigt (persönliche Mitteilung Friedel Steinmüller, Heuchelheim bei Gießen). H. Kehrer (s. Anm. 87) weist darauf hin, dass Schwerpunktzugbahnen bei Gewittern aus W-N im Bereich des Kahlgrundes nicht vorkommen.

von dort über das Ohmtal hinweg in Richtung Altenhain (neben dem Bereich Gedern eine weitere signifikante Tromben"ecke" im UG), um sich in den Höhen des Vogelsberges aufzulösen: „*Wirbelsturm über dem Vogelsberg. Am Dienstag abend kurz nach 6 Uhr fegte eine Windhose aus der Richtung Grünberg kommend über Wohnfeld nach dem Kölzenhainer Kopf zu. Die Landwirte, die auf ihren Feldern und Weiden waren, schildern, das Herannahen habe sich wie starkes Autogeräusch angehört. Wie eine schwarzgraue Spirale bohrte sich die Windhose vom Himmel zur Erde und wirbelte im Wald losgerissene Tannenbäume vor sich her. Auf der Straße nach Altenhain riß sie mehrere starke Obstbäume von mindestens 1/2 m Durchmesser glatt aus der Erde. An der Mühle des Landwirts Breuning schlug sie eine Halle zusammen und vernichtete die Mähmaschine und Gefährte. Dann aber hauste sie in der Hofraite des Landwirts Groh furchtbar. Sämtliche Dächer von Wohnhaus, Stall, Scheuer wurden fast ganz abgedeckt. Die Dachziegel wirbelten wie Schneeflocken in der Luft herum und fielen bis zu 100 m weit durch die Luft. Ein auf dem Hof stehender Wagen wurde 10 m weit fortgefegt, stattliche Obstbäume liegen dutzendweise entwurzelt und ihrer Krone beraubt um das Haus. Dann brauste der Sturm quer über das Dorf und deckte eine Reihe Dächer ab (wenige Häuser wurden verschont), entwurzelte und zersplitterte eine Menge starker Obstbäume und drückte ein Stück Hausfront ein. An dem Häuschen des Polizeidieners Hofmann, vor welchem eine alte hohe Ulme steht, ist das Dach fast völlig zerstört durch die starken Aeste der Ulme, die von der Wucht des Sturmes abgedreht und auf das Dach geschleudert wurden. Weiterhin ist der Weg der Vernichtung im Feld nach Kölzenhain zu gezeichnet, wo die entwurzelten und geknickten Bäume haufenweise beieinander liegen. Am Kölzenhainer Kopf scheint die Wucht gebrochen zu sein. Der ganze Spuk dauerte einige Sekunden. Die Beschädigungen sind allenthalben groß. Zum Glück sind Menschen nicht zu Schaden gekommen.*"[93] Weitere Sturmschäden werden isoliert nördlich davon zwischen Homberg/Ohm und Lauterbach angerichtet, wobei von dort von einer weiteren Trombenerscheinung berichtet wird. Starke *Downburst*erscheinungen werden gleichzeitig im Schwalmtal an der Nordgrenze des UG verursacht. Siehe Abb. 126.–

Interpretation: Die Verteilung der Schäden sowie die Tatsache einer Trombenentwicklung deutet auf einen intensiven (langgestreckten) *MCS* hin, an dessen südlichem Ende sich der Wirbelsturm entwickelt. Die Abgrenzung nach Süden hin ist typischerweise scharf ausgeprägt, schon wenige Kilometer südlich der Trombenspur ist von konvektiven Erscheinungen nichts mehr zu bemerken.

[93] Aus: Lauterbacher Anzeiger 134, 11.06.1931.


Abb. 125
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Fliede
Nidda
Gedern
Wetterau
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Bracht
Salz
Friedberg
Taunus
0
10
Km
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Sturm
aus W bis N -
13.07.1924
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 126
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Taunus
Bracht
Salz
0
10
Km
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Sturm
aus W bis N -
09.06.1931
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

12.08.1933: Das UG wird von diesem Nachtgewitter in seiner ganzen Breite überquert (Abb. 127). Doch auch hier zeigt sich, dass die stärksten Schäden entlang der Schwerpunkt-Zugbahnen im nördlichen und östlichen UG auftreten. Starker Hagelschlag wird entlang der Zugbahn WNW 2 registriert, der sich auf der Ostseite des Hohen Vogelsberges fortsetzt und bis in den südlichen Fuldaer Landkreis hinein wahrnehmbar ist. Auf der weiter nördlich gelegenen Schwerpunkt-Zugbahn WNW 3 gibt es, entsprechend des fortgeschrittenen Entwicklungszustandes der Gewitterzellen, verstärkt Schäden durch *Downburst*erscheinungen, die sich über das Fuldatal bis ins Hünfelder Land hinein erstrecken. –

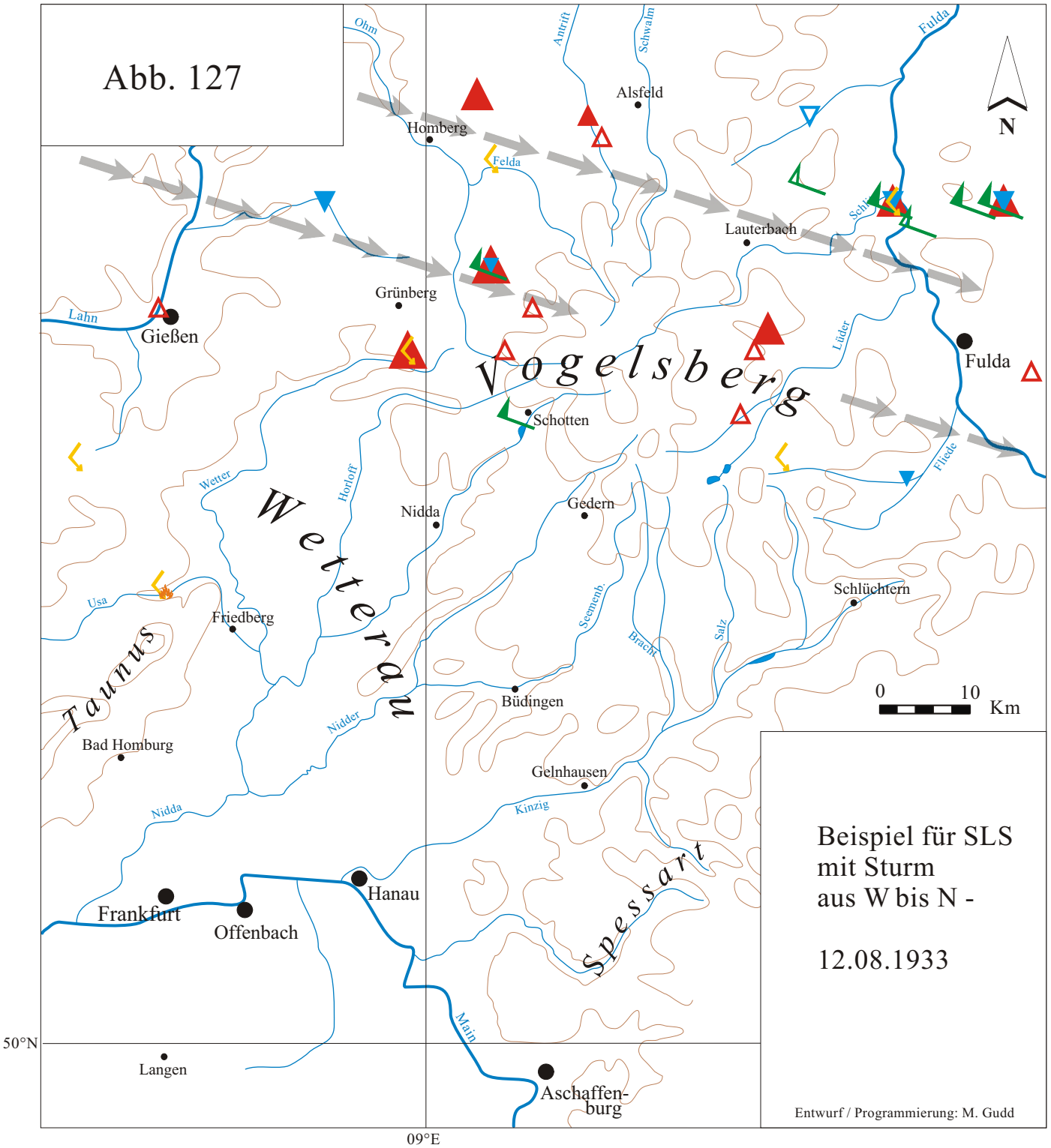
Interpretation: Die Verteilung der Gewitterschäden sowie die dazugehörigen Gewitterbeobachtungen deuten auf einen (bzw. mehrere aneinandergereihte) langgestreckten, weit ausgedehnten *MCS*, der im Bereich des Gewitters ähnlich einer *Squall Line* sich von WNW her nähert. Gegen eine geschlossene Gewitterfront spricht die nur regional ausgeprägte Sturmschadensspur im NE des UG. Durch einen für dieses Ereignis in dieser Detailliertheit sehr selten in Tageszeitungen zu findender Bericht (Fuldaer Zeitung 185, 13.08.1933) kann des weiteren nachvollzogen werden, dass das Ereignis sehr entladungsintensiv auftritt, jedoch hauptsächlich durch Wolkenblitze gekennzeichnet ist, und dass zwischen den Schadensspuren der aktivsten Zellen des *MCS* die Gewitter- und Schadenstätigkeit etwas vermindert auftritt.

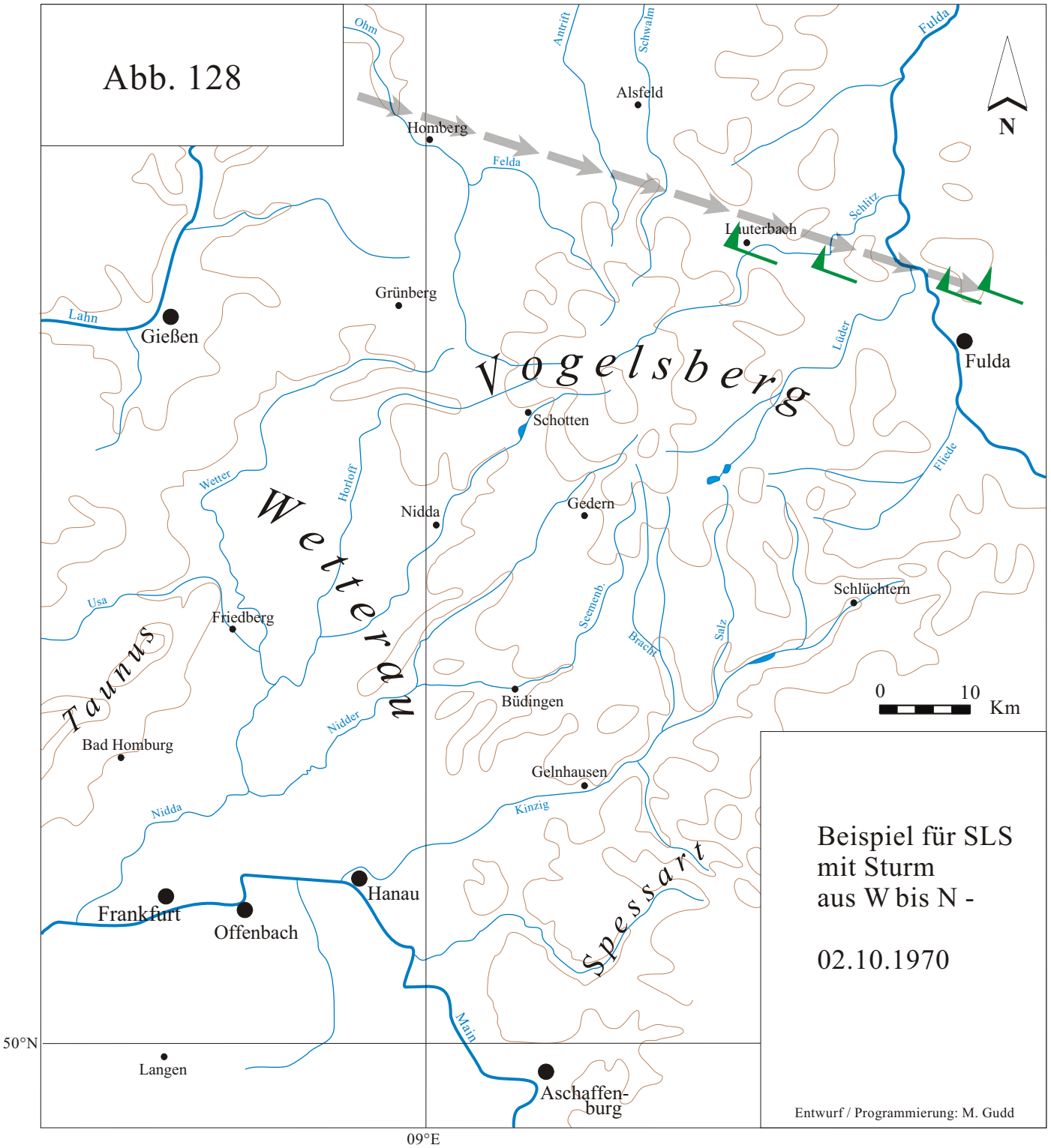
02.10.1970: An diesem Tag entwickelt sich in Verbindung mit einem herbstlichen Gewitter ein ausgeprägter *Downburst*, dessen Folgen vom Lauterbacher Land bis in die Vorderrhön hinein zu bemerken sind. Auffallenderweise erstreckt sich der Schadenszug des recht schmalen *Downburst* in Abb. 128 exakt entlang der Schwerpunkt-Zugbahn WNW 3. –

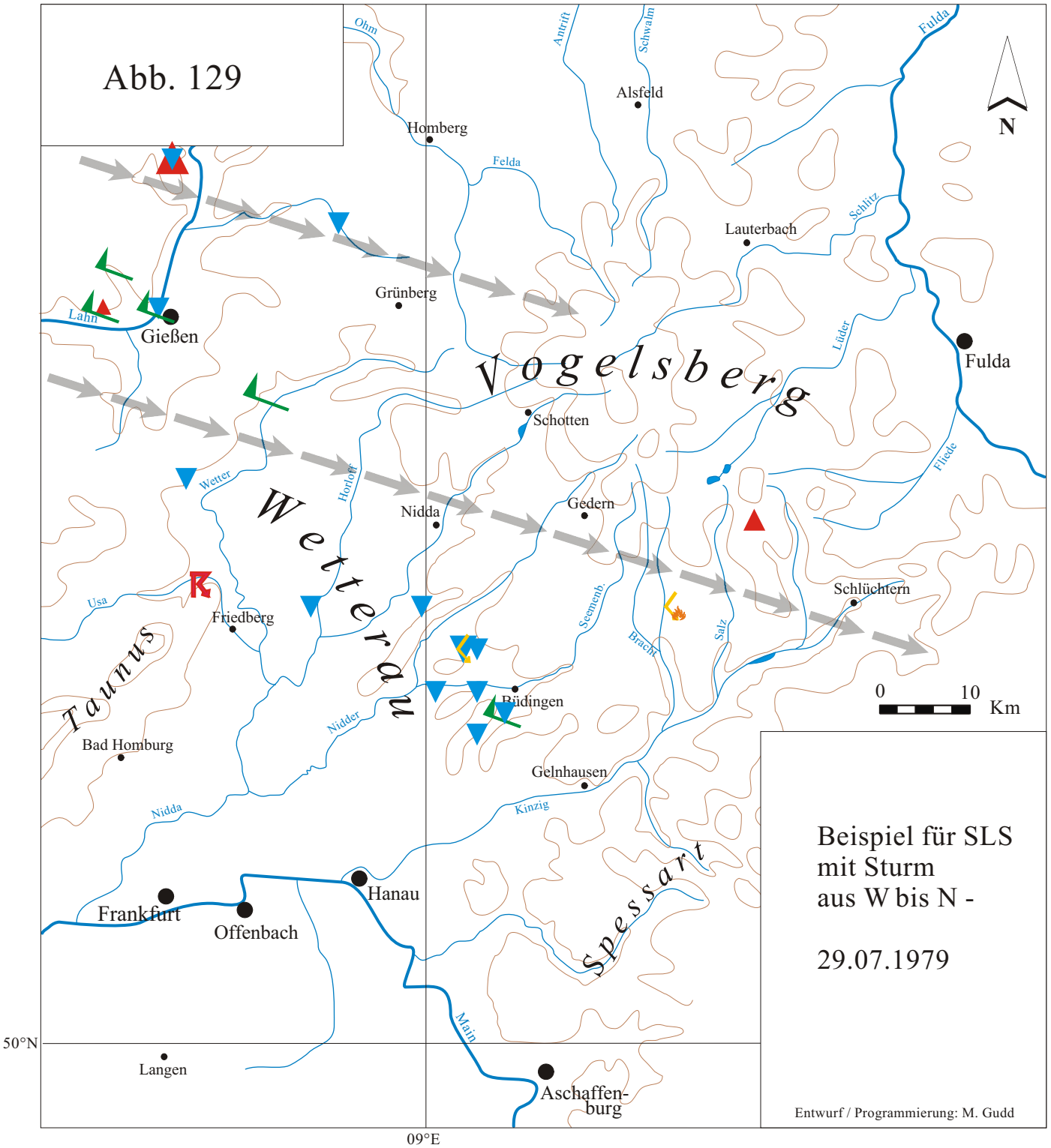
Interpretation: Die Verteilung der Schäden deutet auf eine einzelne Gewitterzelle mit kräftigem Abwindbereich hin.

29.07.1979: Eine Gewitterfront überquert an diesem Tag Hessen. Das sehr blitzintensive System verlagert sich dabei unter Abschwächung WNW-ESE. Zum Teil starker Hagelschlag mit Sturmböen und –schäden wird im Gießener Raum und vor allem im Raume Fronhausen/Lahn beobachtet: „(...) *Das Schwergewitter kündigte sich durch eine von Nordwesten heranziehende, blauschwarze Wolkenwand an, von der sich rasch eine markante Wolkenwalze abhob. Man konnte richtig beobachten, wie die Wand aus Regen und Hagel heranrückte.* (...).“[94] Von dort aus zieht ein Teil des Systems mit Starkregen und Hagel südlich des Hohen Vogelsberges vorbei, der nördliche Teil bleibt zunächst sehr blitzintensiv, um sich schließlich mit Überschreiten des Hohen Vogelsberges langsam („(...) *2025-2230 sehr schwere Gewitter mit hefti-*

[94] Aus: STEINMÜLLER (1987), S. 49, Ort: Heuchelheim bei Gießen.


Abb. 127
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Salz
Brach
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Sturm
aus W bis N -
12.08.1933
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 128
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Sturm
aus W bis N -
02.10.1970
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 129
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
Homberg
Felda
N
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Fliede
Nidda
Gedern
Wetterau
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Salz
Brach
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Sturm
aus W bis N -
29.07.1979
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

gen Regenschauern; kurzzeitig Hagel.“[95], nach der Passage des Fuldatals knapp südlich der Stadt Fulda dann rasch und bedeutend abzuschwächen. Schäden treten dort nicht auf. Gleichzeitig wird in Abb. 129 über der Wetterau ein weiterer Schadensschwerpunkt zwischen Friedberg und Büdingen sichtbar, der vor allem durch Starkregen charakterisiert ist. Intensive Schäden werden dort allerdings nicht festgestellt, so dass auch dieser Fall verdeutlicht, dass der südliche Bereich der Wetterau bei *SLS* aus W-N zwar nicht schadenlos verläuft, aber in der Regel ohne intensive Gewitterschäden. –

Interpretation: Die Verteilung der Schäden und die Gewitterbeobachtungen deuten ähnlich wie beim vorhergehenden Fall (12.08.1933) auf ein weit ausgedehntes *MCS* mit einzelnen verstärkten Zellen, das gewitterfrontartig das UG überquert.

7.1.4. Schwergewitter (*SLS*) mit Sturmschäden aus dem östlichen Himmelssektor

Im folgenden werden die *SLS* mit Sturmschäden aus dem östlichen Himmelssektor untersucht. Da nur sehr wenige Fälle aus dem nördlichen bis östlichen Himmelsquadranten vorkommen, werden sämtliche *SLS*-Sturmschadensfälle für den Bereich zwischen N – E – SSE analysiert.

Insgesamt treten nur wenige *SLS*-gemäße Sturmschadensfälle aus dem gesamten östlichen Himmelsbereich im UG auf (12% aller *SLS*-Sturmschadensfälle, entsprechend n = 23). Da hier in der Regel jene sich häufig auf Trogvorderseiten entwickelnden und anschließend in östliche Richtungen ziehenden *MCS* fehlen (BADER et al 1995), deren Charakteristik die oft weite räumliche Ausdehnung ist (s.a. FINKE und HAUF 1997), wie in den Kapiteln 7.1.1. bis 7.1.3. gezeigt werden konnte, handelt es sich bei den aus östlicher Richtung sich entwickelnden Schadensformen in erster Linie um lokale Sturmschäden (*Micro-Bursts* bzw. mitunter regional auftretende *Macro-Bursts*). So werden bei 16 der 23 Fälle lediglich lokale Sturmschäden angerichtet. Nur in Ausnahmefällen kommen großräumige Sturm- und Orkanschäden vor, bemerkenswerterweise gehören diese Ausnahmen mit zu den intensivsten Fällen, die während des Untersuchungszeitraumes im UG auftreten.

Entsprechend der Anströmung finden sämtliche *SLS*-Sturmereignisse aus dem östlichen Sektor in Verbindung mit meridionalen Wetterlagen statt, nur in einem Fall wird TRW als gemischte GWL identifiziert, zonale Wetterlagen fehlen erwartungsgemäß. In überwiegender Mehrheit treten die Ereignisse tagsüber auf (zwischen 12 und 18 Uhr) und verdeutlichen damit die große Zugehörigkeit zu den am Tage in lokaler Weise vorkommenden Luftmassen-(Wärme-)Gewittern. Nur in Ausnahmefällen kommen Nachtgewitter mit Sturmschäden aus

[95] Aus: Beobachtungen der Niederschlagsstation Herbstein für den Juli 1979 (Archiv DWD).

südöstlicher Richtung vor (25.07.1894, 27.06.1935), auch dabei bleiben die Sturmschäden lokal.

Die Verteilung der Sturmschäden zeigt die einzelnen Fälle über das gesamte UG verstreut (Abb. 130). In der Regel handelt es sich um lokale Schäden. Die einzigen weit verbreiteten dokumentierten Sturmschäden aus SSE (29.04.1928) bzw. ESE (11.05.1910) zeigen bereits in ihrem flächendeckenden Auftreten die Ungewöhnlichkeit dieser Fälle an.

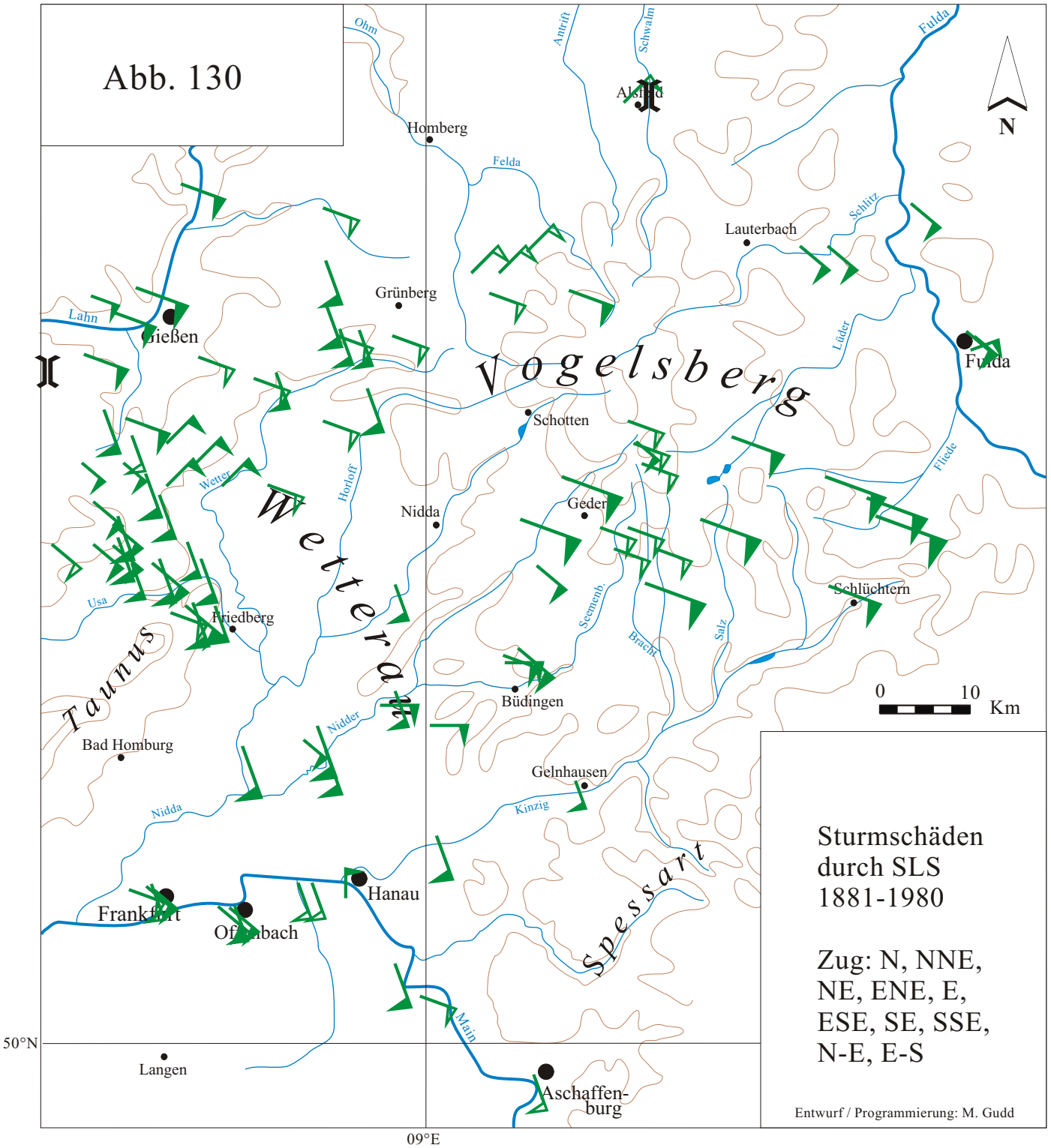
In zwei Fällen werden im UG Tromben beobachtet, die in Verbindung mit Gewittern aus östlichen Richtungen vorkommen. Es handelt sich hierbei um einen lokalen Fall in der Nähe von Alsfeld (19.06.1899 – Trombenerscheinung nicht zweifelsfrei erwiesen) sowie eine sehr gut ausgeprägte Trombenerscheinung vom 23.05.1886 aus SE(!). Dieser Fall war, ebenso wie jener vom 09.06.1931, Gegenstand mehrerer Untersuchungen (s. z.B. ASSMANN 1887).

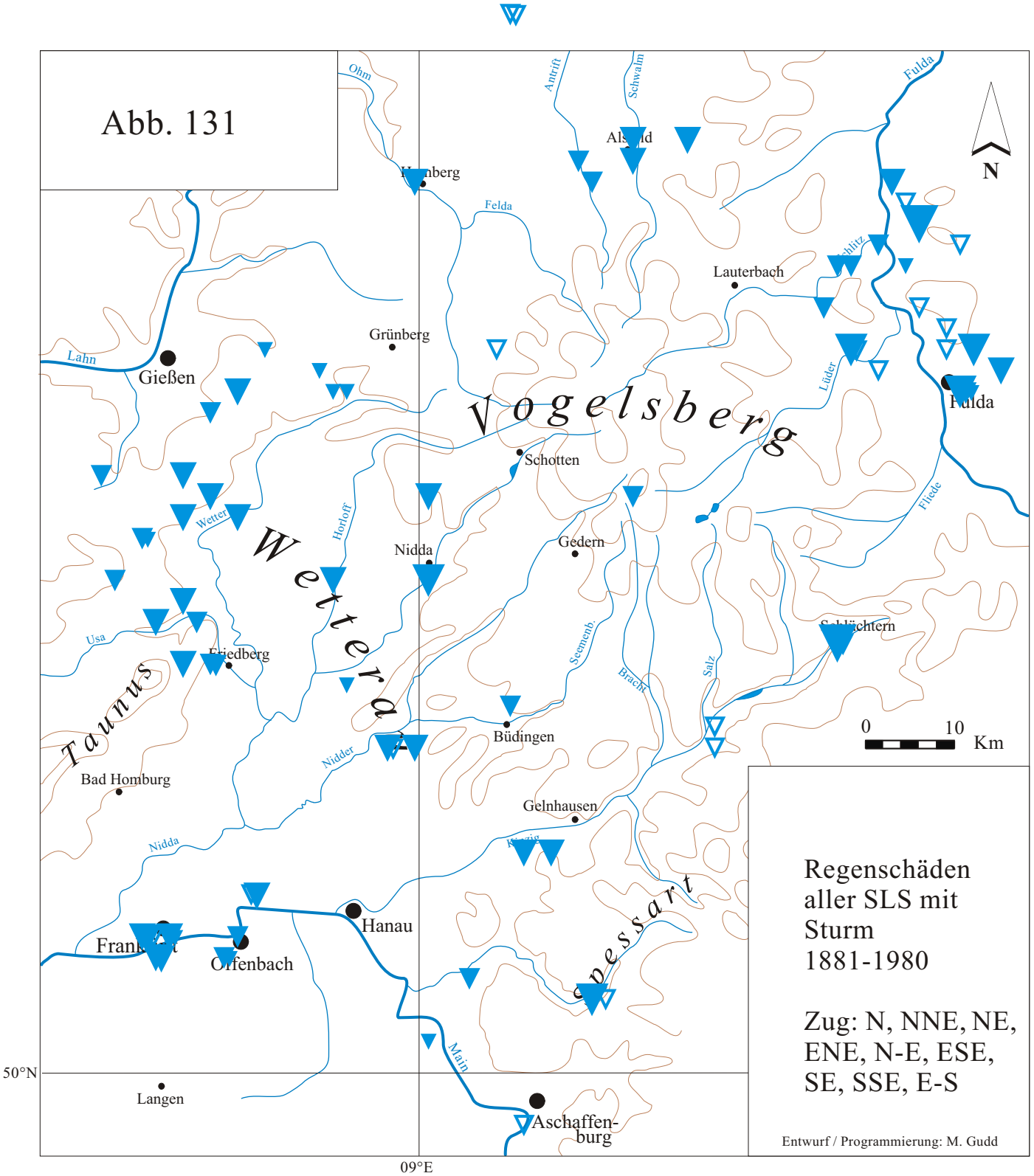
Damit zeigt sich auch für die Karte der Starkregen aller Sturm-*SLS* aus dem östlichen Sektor (Abb. 131) keine ausgeprägten Häufungsstellen. Die Schäden sind über das gesamte UG hinweg verteilt. Außerdem kommen auch mit diesen *SLS* in der Regel keine sehr intensiven Starkniederschlagsvorgänge vor, da die heftigsten Starkregenschäden, wie sie bei Wolkenbruchgewittern auftreten, hier fast vollständig fehlen. Dies kann wiederum als deutliches Zeichen dafür gewertet werden, dass der Gewittervorgang mit intensiven Starkregenschäden (der Wolkenbruch als solcher) im UG als eigenständige Schadensform zu betrachten ist. Nur in Ausnahmefällen treten neben Sturm- auch intensive Starkregenschäden auf (01.07.1953 – Schlüchtern; 15.06.1968 – Fraurombach), und diese Fälle liegen im Osten des UG. Auffallend ist auch, dass die bei den Ostgewittern so hochwassergefährdeten Mittelgebirgsflüsse bei dieser Form der Sturm-*SLS* aus dem östlichen Sektor (bis auf Ausnahmen – Rombachtal) in der Regel keine gewitterbedingten Hochwasserabflüsse aufweisen.

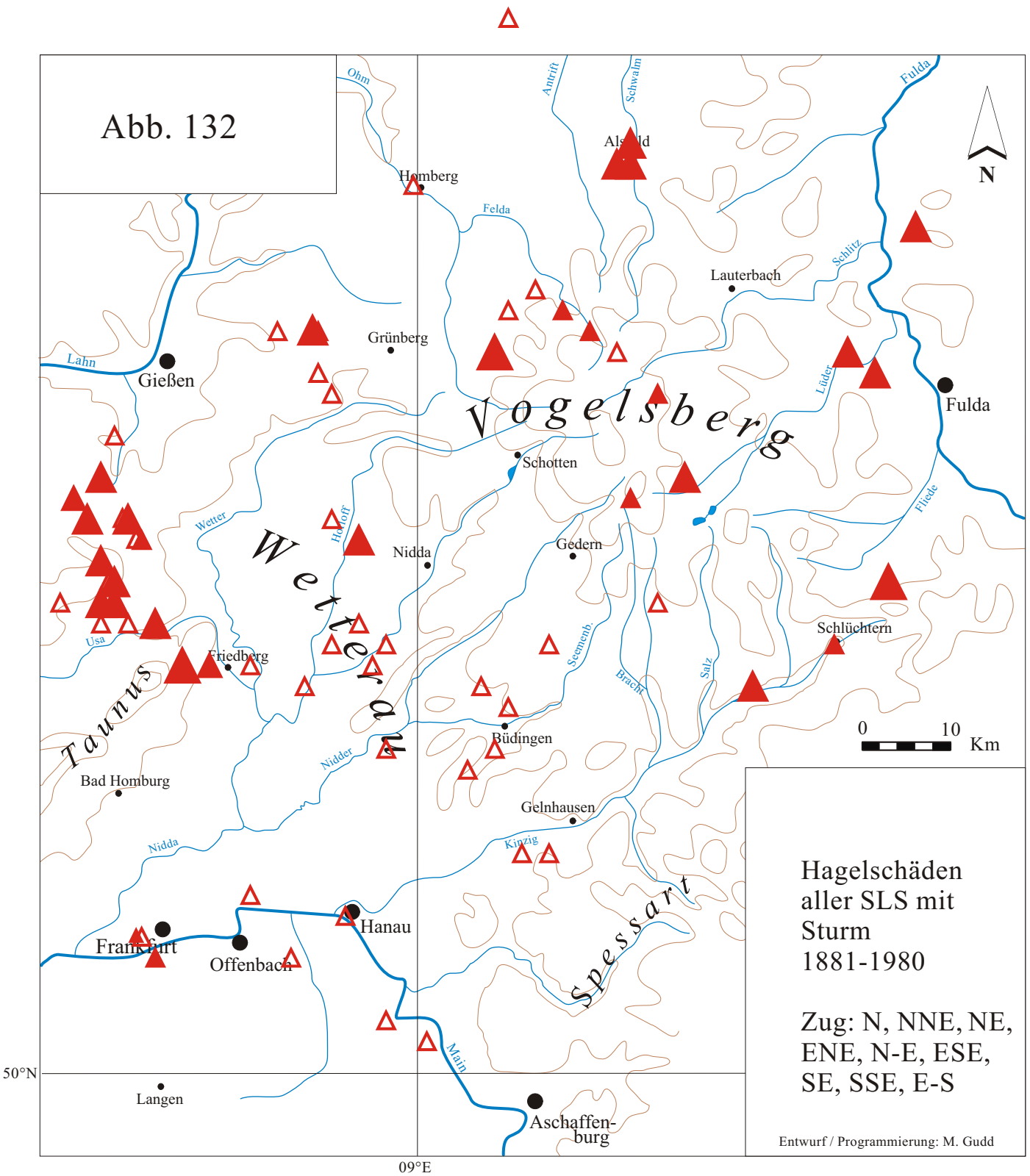
Auch die Verteilung aller in Verbindung mit Sturm-*SLS* aus dem östlichen Sektor vorgekommenen Hagelschäden zeigt das Auftreten von Hagelschäden im gesamten Bereich des UG (Abb. 132). Hier ist allerdings festzuhalten, dass die Berichte über die größten Hagelkörner in der Regel im Bereich der Mittelgebirge vorkommen, dort, wo verstärkte Hebung auftritt. Demgegenüber weist der südliche, tiefgelegene Bereich des UG während der Untersuchungsperiode keine gravierenden Hagelschäden auf.

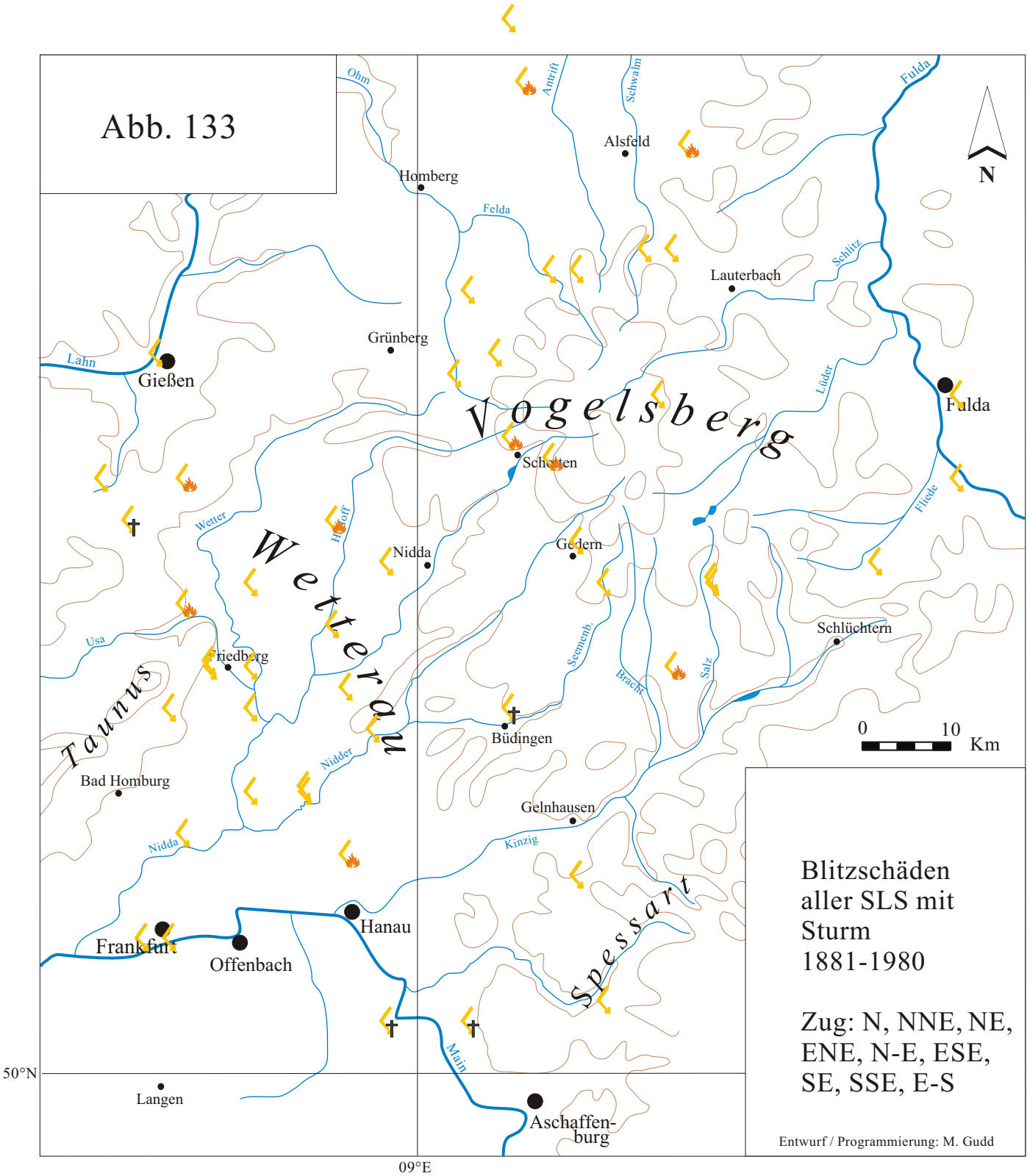
Gleiches gilt für die Verteilung der Blitzschäden im Verbund mit Sturm-*SLS* aus dem östlichen Sektor. Die Verteilung zeigt die Schäden im gesamten UG (Abb. 133).

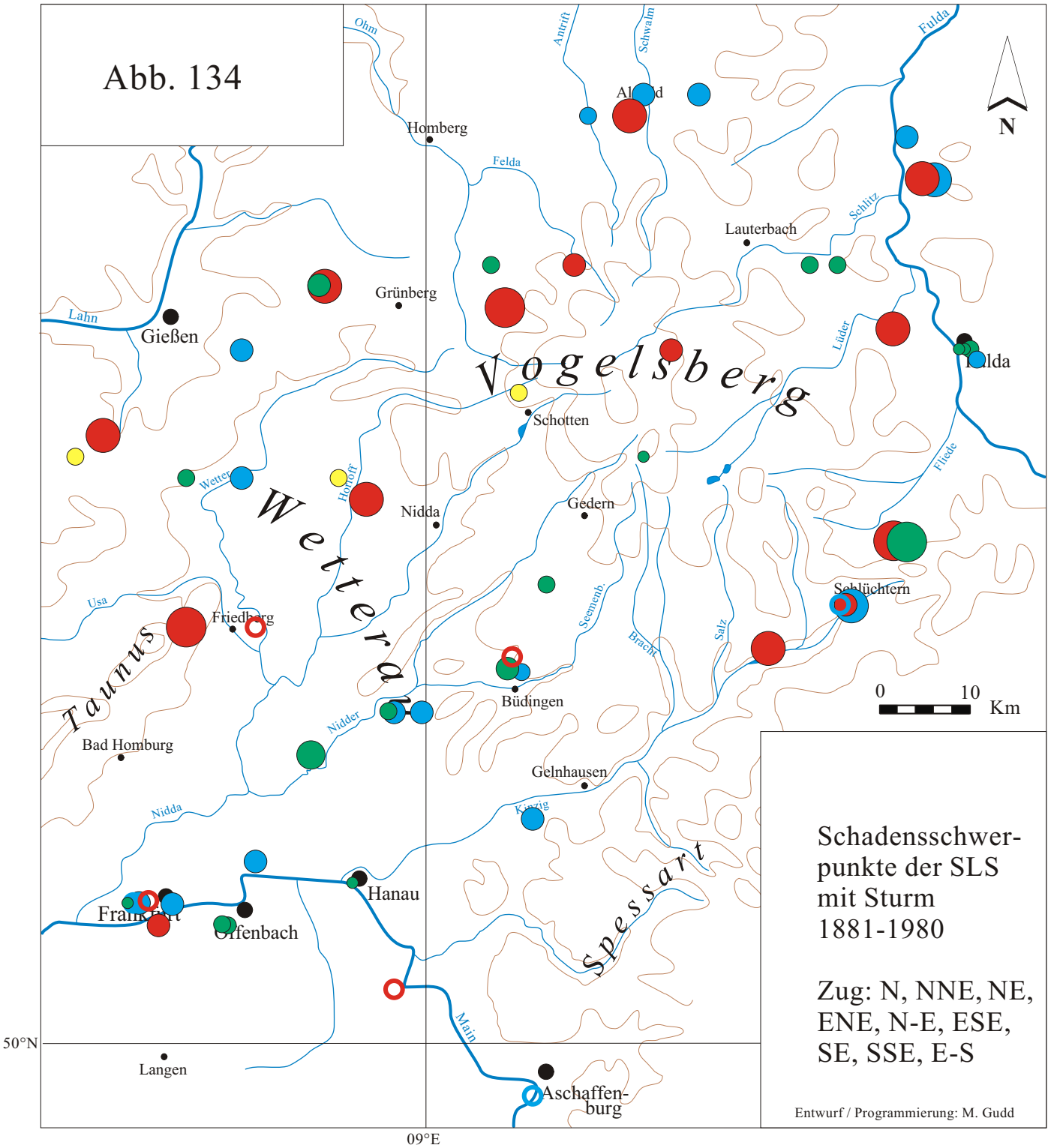
Die Karte mit den Schwerpunkten aller bei den Sturm-*SLS* aus dem östlichen Sektor aufgetretenen Schadensphänomene (Abb. 134) zeigt, dass sich die Schadensschwerpunkte prinzipiell


Abb. 130
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Nidda
Geder
Fliede
Wetterau
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Salz
Brach
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Sturmschäden
durch SLS
1881-1980
Zug: N, NNE,
NE, ENE, E,
ESE, SE, SSE,
N-E, E-S
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 131
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Felda
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Nidda
Gedern
Fliede
Wetterau
Usa
Seemenb.
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Hanau
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Regenschäden
aller SLS mit
Sturm
1881-1980
Zug: N, NNE, NE,
ENE, N-E, ESE,
SE, SSE, E-S
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 132
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Nidda
Gedern
Fliede
Wetterau
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Bracht
Salz
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Hagelschäden
aller SLS mit
Sturm
1881-1980
Zug: N, NNE, NE,
ENE, N-E, ESE,
SE, SSE, E-S
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 133
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schlitz
Wetter
Horloff
Nidda
Gedern
Fliede
Wetterau
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Salz
Bracht
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Blitzschäden
aller SLS mit
Sturm
1881-1980
Zug: N, NNE, NE,
ENE, N-E, ESE,
SE, SSE, E-S
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 134
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Taunus
Friedberg
Bracht
Salz
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Sturm
1881-1980
Zug: N, NNE, NE,
ENE, N-E, ESE,
SE, SSE, E-S
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

über dem gesamten UG hinweg verteilen. Da die Gewitter aus einem 180° umfassenden Bereich heranziehen, sind bevorzugte Zugbahnen nicht zu erkennen. Einzig ist jene Tatsache bemerkenswert, dass mit Sturm-*SLS* verbundener Hagelschlag seine intensivste Form im eigentlichen Mittelgebirgsraum bzw. in seinem Randbereich annimmt, wie die Hagelschwerpunkte zeigen. Insgesamt verlaufen daher die Schadensausmaße bei Sturm-*SLS* aus dem östlichen Sektor in den tiefgelegenen, südlichen UG-Bereichen weniger gravierend – offenbar spielt die zusätzliche Hebung über dem Bergland eine gewisse Rolle, worauf hier aber nicht weiter eingegangen werden soll.

Folgende Beispiele verdeutlichen das Vorkommen von Sturm-*SLS* aus dem östlichen Sektor:

23.05.1886: Als eines der ausgeprägtesten Beispiele eines *SLS* mit einer Kombination aus *Downburst*- und Trombenerscheinung ist dieses Gewittersystem zu sehen. Dabei wird vor allem der westliche Bereich des UG von aus dem südlichen Himmelsteil heranziehenden Schwergewittern überzogen. Die einzelnen Zellen dieser möglicherweise in Linie angeordneten Systeme ziehen dabei mit einer nordwestlichen Komponente über das UG hinweg. Das am weitesten östlich liegende, jüngste und damit aktivste System entwickelt sich direkt am Übergang zwischen Wetterau und Taunusgebirge (möglicherweise verstärkt durch Hebung) zu einem intensiven *SLS*, der mit einem ausgeprägten Hagelsturm über den östlichen Hintertaunus Richtung Lahntal zieht. In einem recht schmalen Schadensstreifen werden verheerende Sturm- und Hagelschäden angerichtet. Der *Downburst* geht in seiner Verlängerung am Westrand des UG in eine Trombe bzw. Trombenfamilie über, die östlich des Stoppelberges weiter Richtung Wetzlar zieht, dort schwere Schäden anrichtet (ASSMANN 1887) und sich jenseits der Lahn auflöst (Abb. 135). –

Interpretation: Verteilung der Schäden und Gewitterbeobachtungen deuten auf mehrere (linear) W-E angeordnete *MCS*, deren einzelne Hauptzellen SE-NW ziehen. An der rechten vorderen Seite der aktivsten Zelle finden die unwetterartigen Erscheinungen statt. Gleiche Schadensverteilung weist im übrigen das SSE-Gewitter vom 25.07.1894 statt (Hagel- und Sturmschäden im Weiltal).

29.07.1908: Als einer der seltenen Fälle, in denen ein lokaler *Downburst* (*Micro-Burst*) aus nordöstlicher Richtung Schäden verursacht, kann dieses Ereignis gewertet werden. Dabei werden die intensivsten Schäden im nördlichen Vogelsberg in lokaler Verbreitung angerichtet (Abb. 136) („(...) *Mit dem Gewitter tobte ein orkanartiger Sturm, der mehrere Bäume entwurzelte, Ziegel abdeckte, Aeste abriß und im Felde die Kornhaufen umstürzte. Die Aepfel lagen wie geschüttelt unter den Bäumen. Am Westende unseres Ortes zerbrach der Sturm eine ge-*

waltige Pappel und stürzte sie quer über die Landstraße; sie bildete stundenlang eine Barriere für den Verkehr. (...)."[96] Das Voranschreiten des Gewitters kann anhand weiterer Beobachtungen gut verfolgt werden (entsprechend der Beobachtungen der Regenstation Lich (Archiv DWD) südlich der Stadt vorbeiziehend). Signifikante Schäden (durch Hagel und Sturm) treten im weiteren Verlauf wieder im Taunus im oberen Weiltal auf.[97] –

Interpretation: Die Verteilung der Schäden deutet auf ein oder mehrere *MCS*, durchaus in Form einer Schwarmgewitterlage, wobei die jeweils aktivsten Gewitterzellen jeweils lokal Hagelschlag bzw. *Downbursts* verursachen.

11.05.1910: Als ein völlig ungewöhnlicher Fall ist dieses Ereignis anzusehen, bei dem das gesamte UG in ESE-WNW-Richtung von einem sehr intensiven *SLS* mit einem räumlich sehr ausgedehnten *Macro-Burst* überzogen wird. Dieses sehr berühmte Beispiel richtet in vielen Gegenden Süddeutschlands und auch in den benachbarten Ländern zum Teil außerordentlich schwere Schäden an (HAEUSER 1912; WEICKMANN 1912; WEGENER 1917), sein Zug ist durch die begleitenden Vorkommnisse sehr gut verfolgbar. Ein Hauptschadenszug zieht (in Form einer außergewöhnlich ausgeprägten *Gust Front*, s. WEICKMANN 1912, S. J11 f.) über das Rheintal und die Pfalz, ein östlich davon ansetzender nordwestwärts ziehender Teil erreicht über Franken und den Spessart schließlich das UG. Von dort aus zieht dieser Teil des Gewittersystems sehr schnell WNW-wärts über das UG hinweg Richtung Lahntal. Schwere Sturmschäden werden vor allem in den Waldgebieten des Landrückens und des südöstlichen Unteren und Oberen Vogelsberges angerichtet. Nach WEICKMANN (1912, S. J21) liefert dieser aus südöstlicher Richtung über Bayern (Südrhön) heranziehende Teil des Gewittersystems die schwersten Sturmböen. In der Tat wird aus dem südlichen Fuldaer Landkreis gemeldet: „(...) *Am schlimmsten war es in Rückers, hier wurden acht Gebäude, meist noch neue Scheuern, umgeweht. Vielen anderen Gebäuden wurden die Dächer abgedeckt, oder sonst beschädigt, daselbst ist fast kein Haus mehr unbeschädigt. Der Hagel lag dort fußhoch und in Hühnereiergröße. 100jährige Obstbäume wurde wie Grashalme umgeknickt. [...] Alle Straßen unseres Dorfes bilden ein Bild der Verwüstung, umgebrochene Bäume liegen quer darüber weg und alles ist bedeckt mit Ziegelsteinen und Trümmern von den Gebäuden. Das Dorf bietet ein Bild wie nach einem Erdbeben. Seit Menschengedenken hat hier ein solches*

[96] Aus: Giessener Anzeiger 176, 31.07.1908.

[97] Nach Oberhessischer Anzeiger 179, 01.08.1908. Dieses Vorkommnis stimmt im übrigen mit den in GEISEL (1937, S. 108) gemachten Angaben überein, nach denen im Usinger Land Gewitter aus Nord bis Nordost besonders heftig seien.

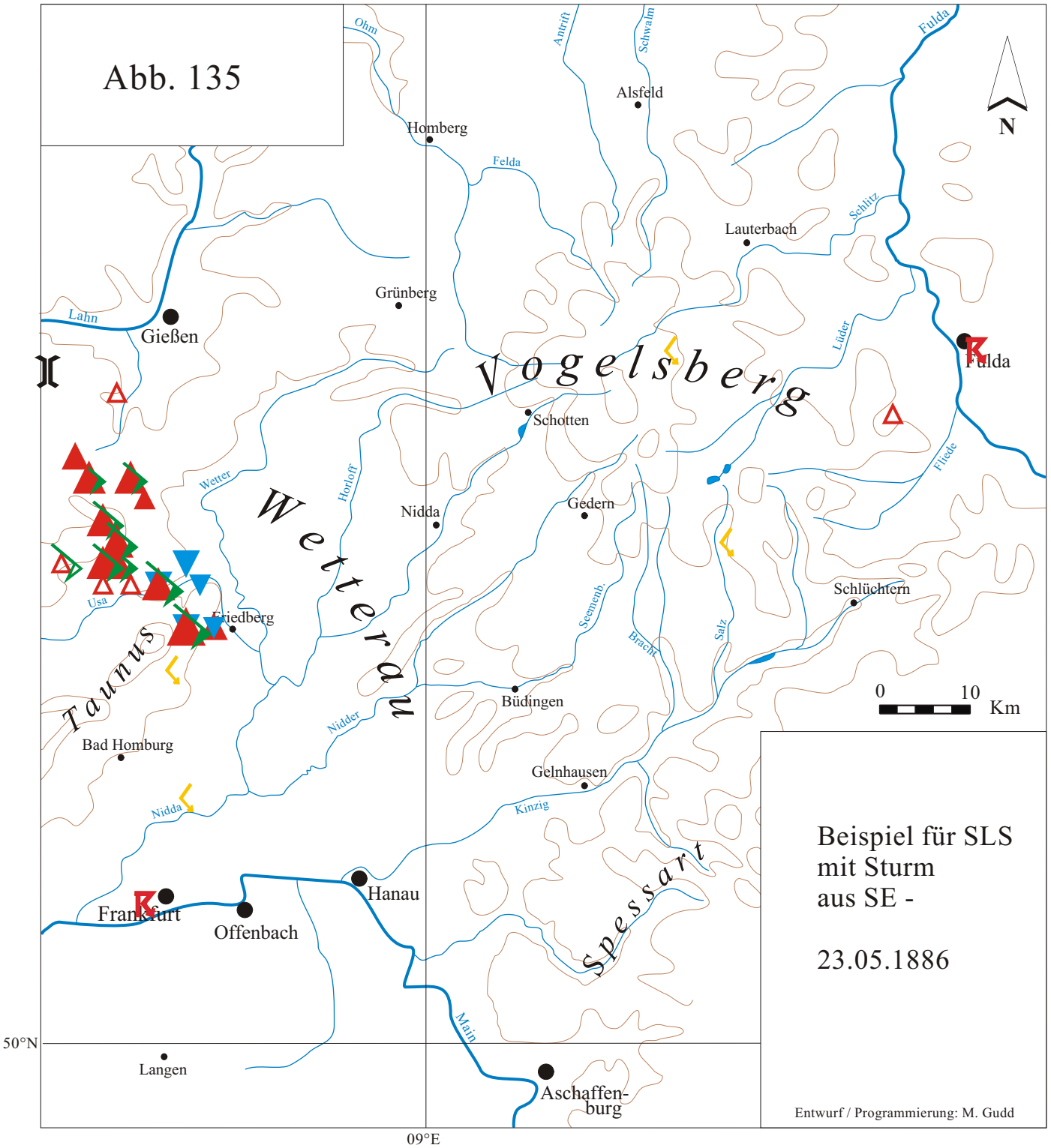
Unwetter nicht geherrscht. Menschen und Tiere sind zum Glück nicht verunglückt."[98] In zahlreichen Quellen wird explizit auf die Ungewöhnlichkeit einer solchen, aus östlicher Richtung heranziehenden Erscheinung eingegangen. Wie ungewöhnlich diese Richtung des ESE-WNW-ziehenden *SLS* in der Tat ist, zeigt sich daran, dass weder vorher noch seither jemals wieder ein derart ausgeprägter *Macro-Burst* aus östlichen Richtungen das UG überquert hat. –

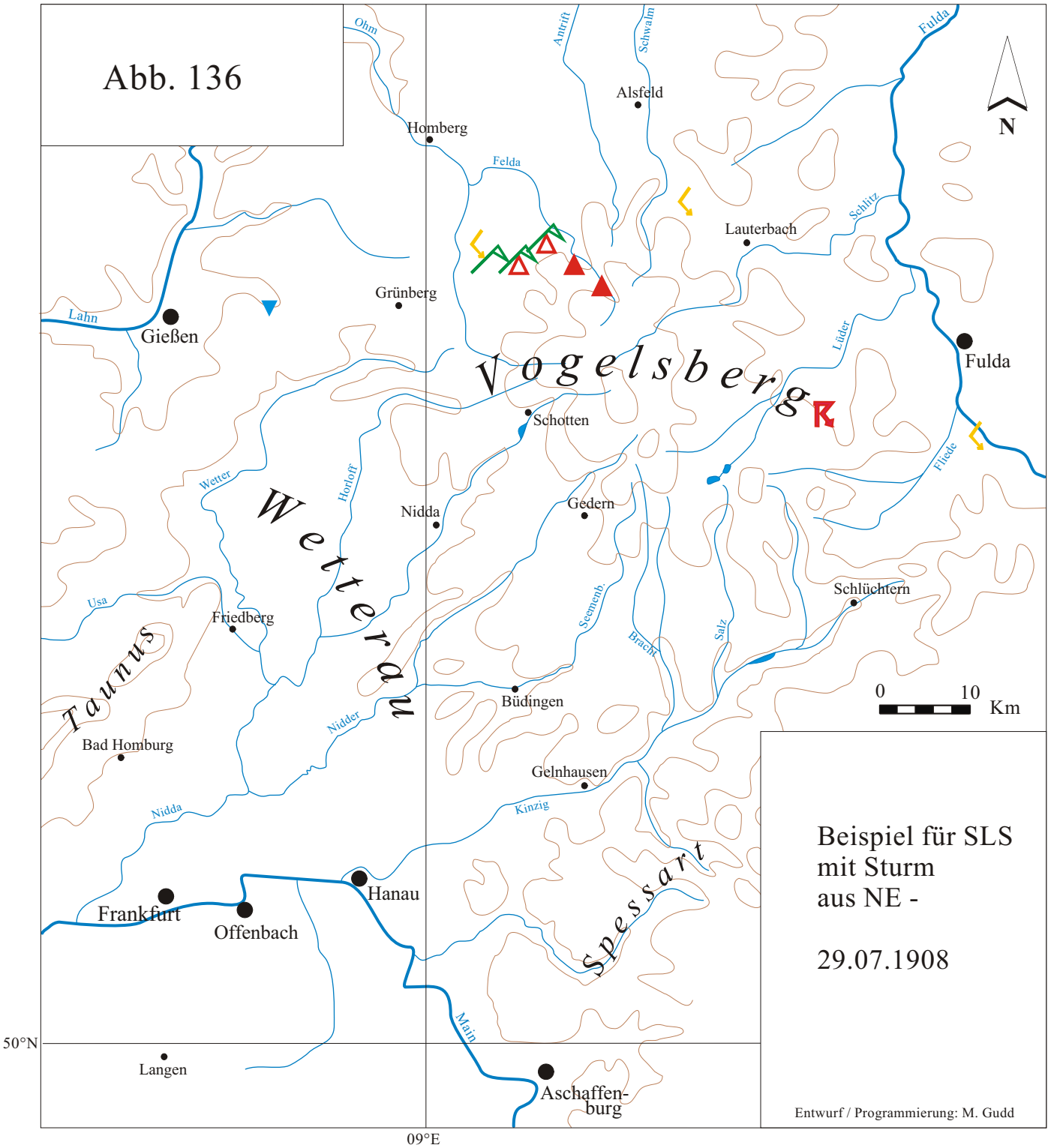
Interpretation: Das Ereignis ist durch die Arbeiten von HAEUSER (1912) und WEICKMANN (1912) gut durch Beobachtungen belegt. Auch durch die Schadensverteilung im UG (Abb. 137) ergibt sich eindeutig die Tatsache eines bzw. mehrerer sehr intensiver *MCS*, die, frontartig aneinandergereiht, das UG im äußersten Süden sowie im mittleren Bereich nordwestwärts überqueren. Zwischen den *MCS* ist die Gewitteraktivität nur gering ausgeprägt. Hagel- und Sturmschäden im Bereich des Landrückens lassen auf den Vorüberzug einer Superzelle schließen. Damit ist auch erklärbar, dass eine Beeinflussung durch das Terrain im Bereich des Gewitterzuges prinzipiell nicht erkennbar ist – eine Tatsache, die gerade bei den intensivsten *SLS* stets immer wieder zu beobachten ist.

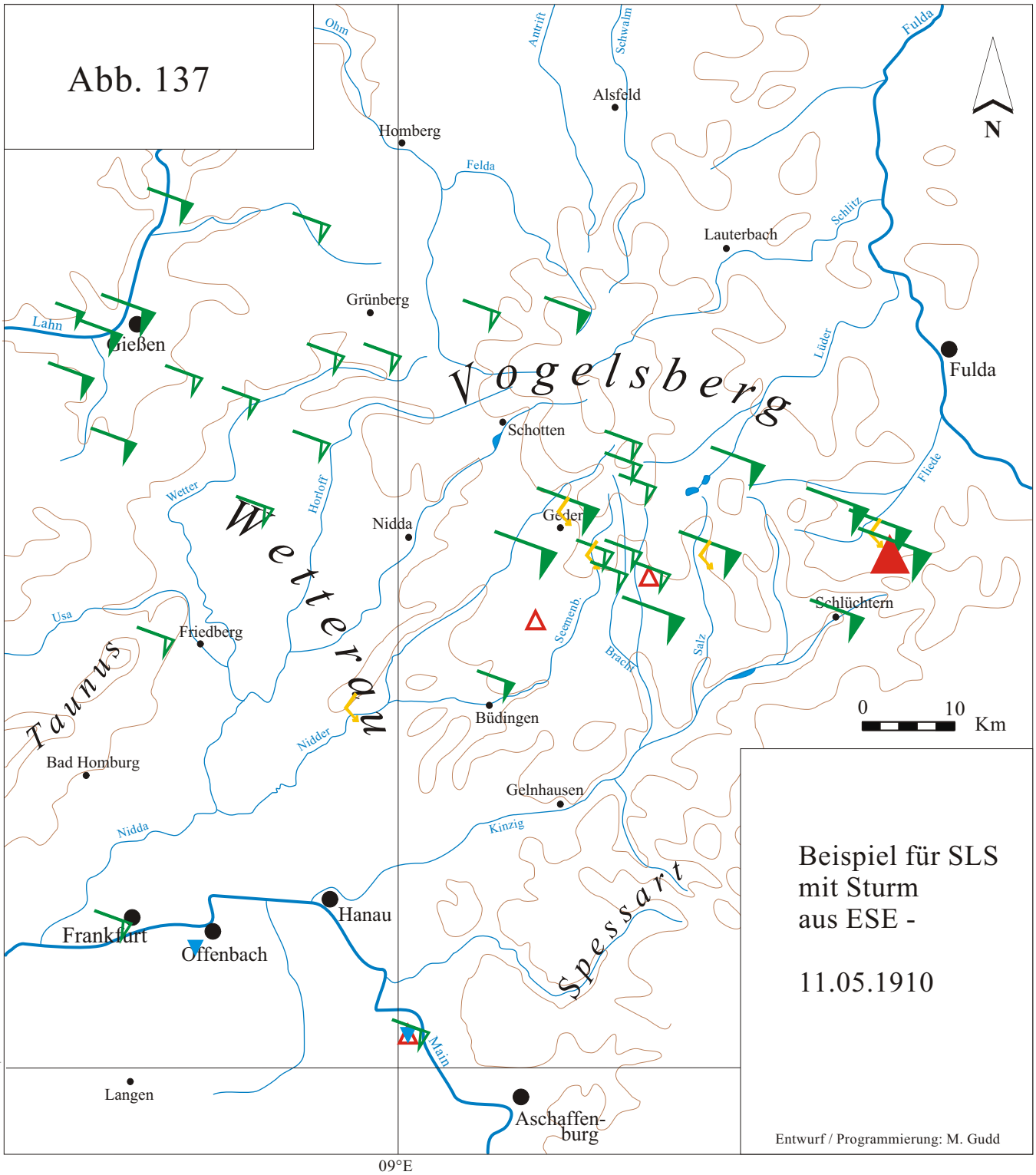
29.04.1928: Teilweise noch mit dem vorhergehenden Ereignis vergleichbar, bringt auch dieser Tag einen weiteren ungewöhnlich markanten Fall, wobei bereits BERO (1929) die dabei an der Bergstraße entstandenen Schäden beschrieben hat. Die Hauptschadensspur dieses Ereignisses zieht allerdings in der Richtung SSE-NNW über das UG hinweg, vor allem über die südlichen Bereiche des UG. Gegenüber dem *Macro-Burst* vom 11.05.1910 ist die überdeckte Fläche jedoch geringer, auch sind die angerichteten Sturmschäden im allgemeinen nicht derart stark ausgeprägt. Auch hier zeigt sich wieder die Haupteigenschaft der *Downbursts*, wie sie bereits weiter oben bei den *SLS* aus SW-W (Kapitel 7.1.1.) dargestellt wurden: Die Hauptschäden werden in den tiefgelegenen, offenen Regionen angerichtet – die stärksten dokumentierten Schäden liegen aus der Wetterau und aus dem Rhein-Main-Gebiet vor, weiter nordwestwärts lassen die Schäden bei Übergang in den Taunus und in den Gießener Landrücken rasch nach (Abb. 138). –

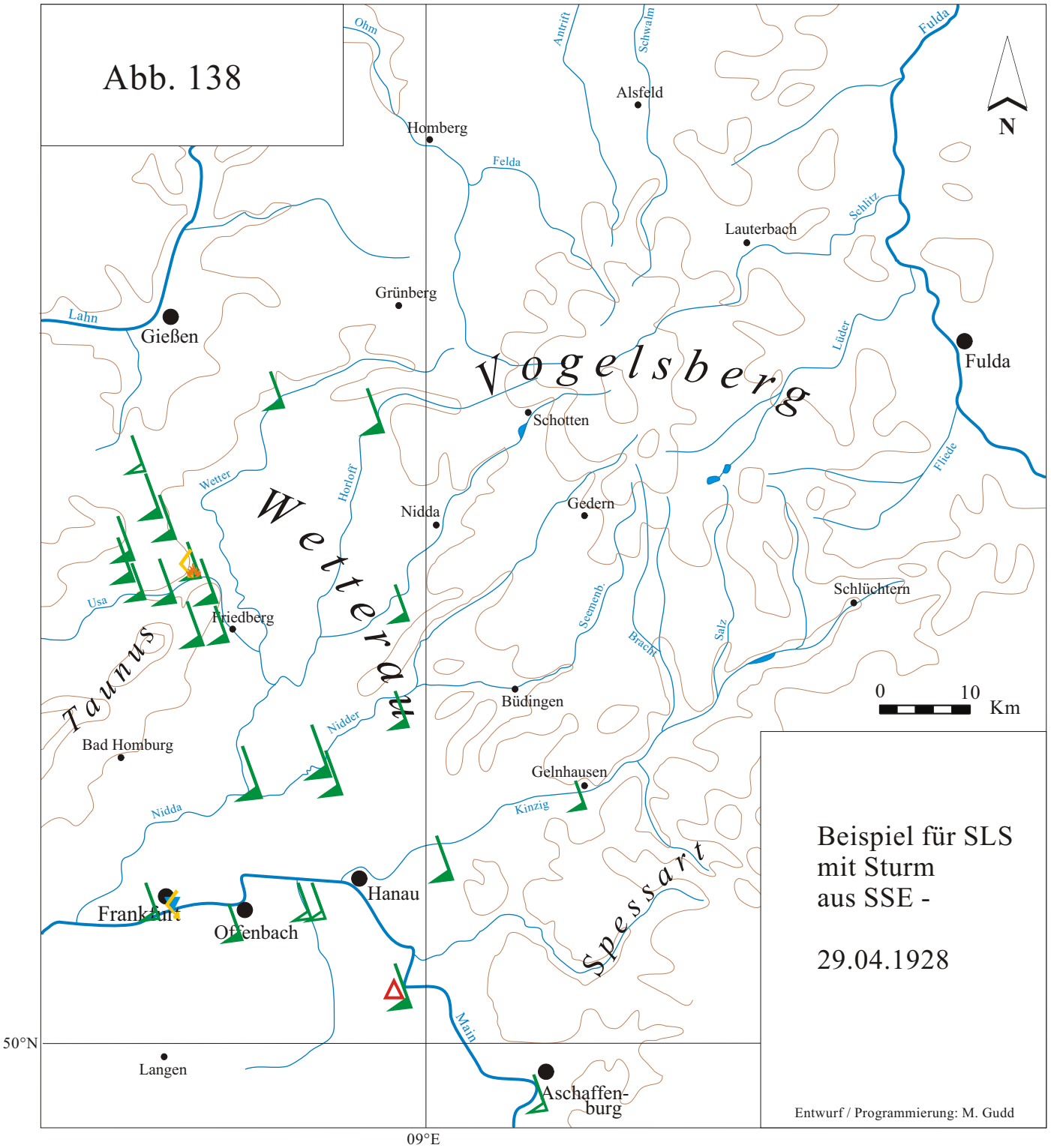
Interpretation: Die Deutung der Schadensverteilung und der zugehörigen Gewitterbeobachtungen, unter Berücksichtigung der weiter südlich (Bergstraße) und westlich (Taunus) angerichteten Schäden, lässt auf mehrere in etwa SE-NW-gerichtete (linear angeordnete) *MCS* schließen, wobei die östlichste, im Verlauf aktivste Zelle zeitlich nach den Schadensgewittern im Taunus und Odenwald als Abschluss des Geschehens über das südliche UG hinweg zieht.

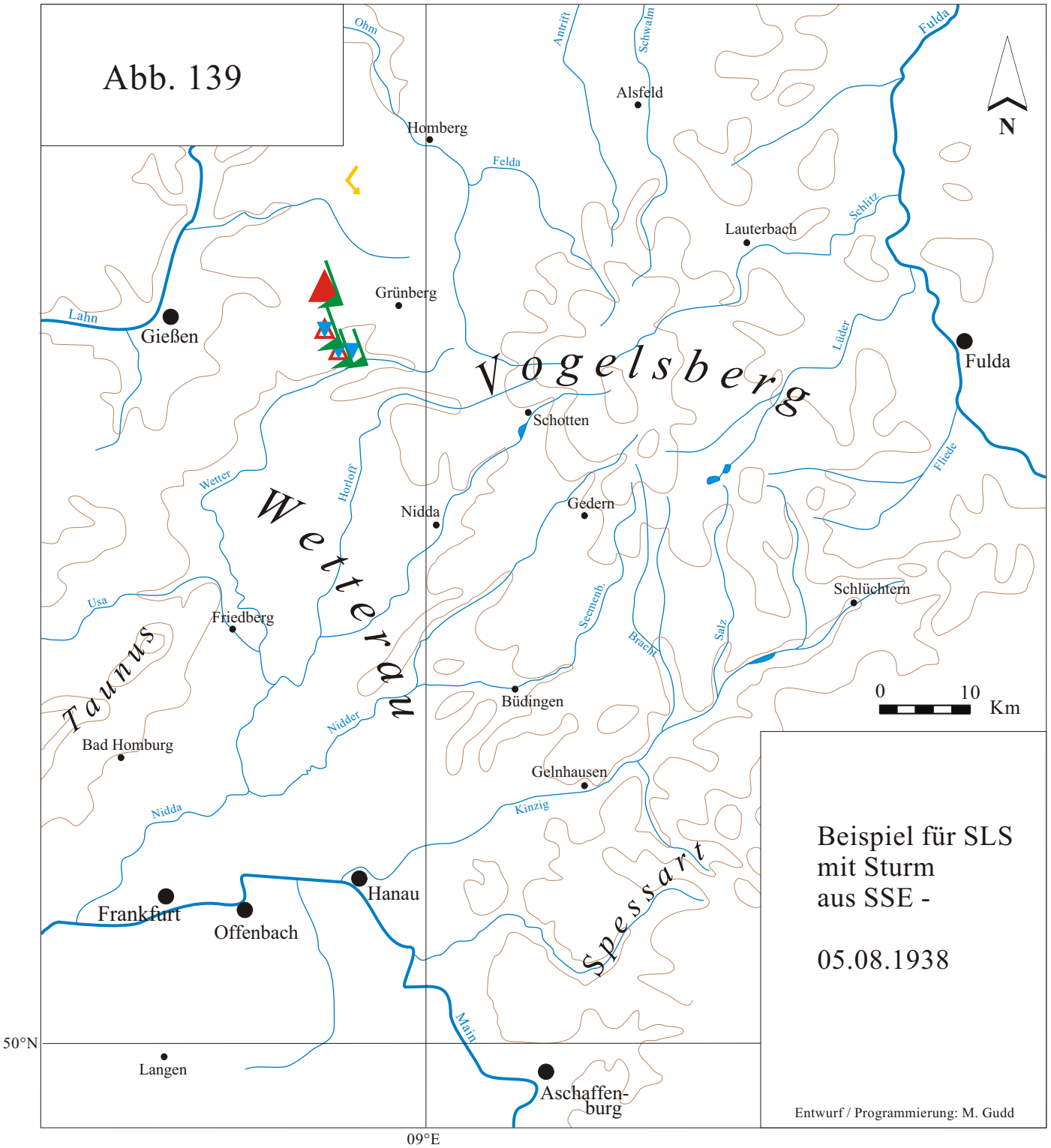
[98] Aus: Fuldaer Zeitung 108, 13.05.1910.


Abb. 135
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Friedberg
Seemenb.
Schlüchtern
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Sturm
aus SE -
23.05.1886
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 136
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Fliede
Nidda
Gedern
Wetterau
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Bracht
Salz
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Sturm
aus NE -
29.07.1908
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 137
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Fliede
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Geder
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Sturm
aus ESE -
11.05.1910
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 138
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Friedberg
Seemenb.
Schlüchtern
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Sturm
aus SSE -
29.04.1928
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 139
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Fliede
Nidda
Gedern
Wetterau
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Bracht
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Sturm
aus SSE -
05.08.1938
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

05.08.1938: Dieses Ereignis (Abb. 139) soll verdeutlichen, wie sehr Gewitterereignisse aus dem östlichen Himmelsraum bisweilen in ihrer räumlichen Ausdehnung begrenzt sind. Dieses Ereignis führt in sehr lokalem Rahmen im Vorderen Vogelsberg zu Starkniederschlags- und Sturmschäden. Die Einzelzelle eines *MCS* (Multizelle) führt auf lokaler Schadensbahn zu SSE-NNW-gerichteten Schäden. Zwar kommt es, den Beobachtungen der Regenstationen nach zu urteilen, auch im weiteren Umkreis zu Gewittern, doch treten nur im intensivsten Bereich der jeweiligen Gewitterzelle die Schäden auf. –

Interpretation: Beobachtungen von taubeneigroßem Hagel, zusammen mit Sturm[99], deuten auf den Abwindbereich des Cb hin, der auf seiner NNW-Verlagerung eine lokale Schadensspur hinterlässt. Im aktivsten Bereich des Systems werden die Schäden angerichtet, unabhängig vom großräumigen Terrain.

Die bisher im UG beobachteten Fälle der *SLS* mit Sturmschäden lassen folgenden Schluss auf ihre räumlichen Eigenschaften zu:

- Die stärksten Sturmschäden treten in der Regel bei von SW-W heranziehenden *SLS* auf. Dabei ist insbesondere der südliche Bereich des UG betroffen. Nordostwärts zu lässt die Intensität des *Downbursts* rasch nach, östlich des Vogelsberges treten nur wenige *SLS*-gemäße Sturmschäden aus SW-W auf.
- Diese Gewitter ordnen sich häufig auf bestimmten Zugbahnen an, wie sie für die Hauptrichtung WSW gut interpretierbar sind (WSW 1 bis WSW 5).
- Auch aus S – SW über das UG hinwegziehende *SLS* zeigen Sturmschäden hauptsächlich im südlichen, westlichen und nördlichen Bereich des UG, nicht jedoch im östlichen Teil.
- Sturmschäden durch *SLS* aus W-N treten bevorzugt hingegen im nördlichen und östlichen Bereich des UG auf. Der südliche Bereich des UG wird durch Sturmschäden dabei fast vollständig ausgespart.
- Auch diese Gewitter zeigen in der Zugrichtung WNW-ESE häufig wiederkehrende Zugbahnen (WNW 1 bis WNW 4).
- Ostgewitter in Form von *SLS* mit Sturmschäden zeigen eine wahllose Verteilung im UG, in der Regel dominieren hier lokale *Downbursts*.

[99] Nach: Oberhessische Zeitung 183, 08.08.1938.

- *Downbursts* zeigen im tiefgelegenen Gelände die stärksten Schäden und werden im gegliederten Terrain rasch schwächer. Ausnahme hiervon sind einzelne außerordentlich intensive *SLS*, die in ihrem Verlauf kaum oder nur gering durch das Terrain beeinflusst werden.

7.2. Schwergewitter (*SLS*) mit Hagelschäden

Bedeutende Schäden werden auch durch *SLS* mit Starkniederschlag angerichtet. Die Spanne dieser Ereignisse ist sehr groß. Hierzu gehören sowohl die Fälle mit Hagelschlag in Verbindung mit Sturmböen, die in ihrer Charakteristik bereits in 7.1. besprochen wurden und den klassischen Fall der schnellziehenden *SLS* darstellen. Daneben treten reine Hagelschadensereignisse auf, die sowohl durch isolierte als auch gruppierte *MCS* hervorgerufen werden, beginnend von lokalen Hagelschlägen bis hin zu überregional auftretenden Hagelzügen, wie sie im UG ebenfalls auftreten. 55% aller *SLS* (s. Abb. 33) sind mit Hagelereignissen verbunden (entsprechend n = 264). Hiervon tritt die Hälfte (n = 133) aus dem südwestlichen bis westlichen Sektor auf (mit den Zugrichtungskriterien: SW, WSW, S-W). Auch bei dieser Form der *SLS* überwiegt somit der Zug aus dem südwestlichen Himmelsbereich.

7.2.1. Hagelgewitter (*SLS*) aus dem südwestlichen bis westlichen Himmelssektor

Bei der Auszählung aller *SLS*-Ereignisse mit Hagelschaden aus SW-W wird deutlich, dass sowohl schnellziehende Gewittersysteme, wie sie in 7.1. beschrieben wurden, darin enthalten sind, als auch langsamziehende, isolierte Gewittersysteme, die in Form lokaler Luftmassen-(Wärme-)Gewitter im UG auftreten. Im Vergleich zur vorhergehenden Analyse der *Downbursts* ist die Hagelbildung stärker an die tageszeitliche Erwärmung gebunden. Dies wird durch die Tatsache verdeutlicht, dass etwas über die Hälfte (57%) der *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden während der Tagesstunden (06-18 Uhr) auftreten (entsprechend n = 76). Ein knappes Fünftel aller Hagelereignisse (19%, entsprechend n = 25) ist mit *SLS* in den Nachtstunden (21-06 Uhr) verbunden, ebenso wie ein Fünftel der Ereignisse in den Abendstunden auftritt. Die Fälle in den Abend- und Nachtstunden gehören dabei ganz überwiegend zu den großräumigen *SLS*, die im vorhergehenden Abschnitt dargestellt wurden.

Die Karte mit allen während der Untersuchungsperiode aus SW, WSW bzw. S-W aufgetretenen Hagelschäden durch *SLS* in Abb. 140 zeigt die gleiche Schadensverteilung wie Abb. 103 (Sturm-*SLS* und Hagel aus SW-W) und weist somit auf die starke Verbundenheit beider Gewitterformen aufgrund der engen dynamischen zusammenhängenden Entwicklung im Cb hin. Hagelschäden treten prinzipiell im gesamten UG auf. Auch große Hagelkorndurchmesser sind

durch Berichte aus dem gesamten UG dokumentiert. Fast keine Region ist von starken Hagelschlägen aus SW-W verschont geblieben, mit Ausnahme möglicherweise der Lahnregion um Gießen herum, wo entsprechend signifikante Hagelschadensberichte während der Untersuchungsperiode fehlen.[100] Daneben sind auch im nordöstlichen Teil des UG nördlich von Fulda starke Hagelschläge selten, ebenso wie einer langgestreckten, SW-NE-orientierten Zone, die sich über Teile von Wetterau und südlichem Vogelsberg hinweg bis zum oberen Kinzigtal erstreckt, und aus der nur Einzelfälle über Hagelschäden bekannt geworden sind.

Starke Hagelschläge werden immer wieder im südlichen Bereich des UG dokumentiert. Hierzu gehören die intensiven *SLS*, die bereits im vorigen Kapitel bei der Besprechung der *SLS*-Ereignisse mit Sturmschäden vorgestellt wurden und die großräumig von SW-W heranziehen. Ebenso wie in Abb. 100 (Sturmschäden *SLS* SW-W) zeigt sich auch hier entlang von Main und Kinzig häufig dokumentierter Hagelschaden. Auch im mittleren und nördlichen Bereich der Wetterau ebenso wie am Westhang des Hohen Vogelsberges sind starke Hagelschläge vorgekommen. Das stärkste Ereignis während der Untersuchungsperiode, bei denen die größten Hagelkorndurchmesser dokumentiert werden, findet am 30.05.1882 statt, als im südlichen Bereich des Vogelsbergs von folgenden Hagelkörnern berichtet wird: „(...) *Es dauerte nur kurze Zeit, aber so heftig mit runden (meist eirund) Hagelkörnern bis zur Dicke eines Apfels, daß die Körner durch unsere Scheiben bis an die andere Seite der Stube flogen.* (...).“[101] Dass dieses persönlich Erlebte nicht unbedingt übertrieben dargestellt wird, wie dies nicht selten in schriftlichen Quellen vorkommt, zeigen unabhängig davon weitere Berichte dieses Tages über z.T. extrem großen Hagel, der besonders im Bereich des Landrückens vorkommt und dort u.U. sogar Hagelkörner mit einem Gewicht bis zu 100 g produziert.[102] Dass starker Hagelschaden auch heutzutage vorkommt, zeigt das Beispiel der außerordentlich heftigen Superzelle vom 18.09.1988 (s. Abb. 12, Abb. 17, Abb. 18), als im Bereich der bayerischen Rhön ein NNW-SSE(!) ziehendes System ungewöhnlich große Hagelsteine produziert mit einem verifizierten Durchmesser von bis zu 9 cm – übrigens in der gleichen Region am Ostrand des UG

[100] Hierzu passt die Beobachtung von Heuchelheim bei Gießen, wo durch langjährige Wetterbeobachtungen die Tatsache festgehalten wurde, dass aus SW-W heranziehende *SLS* im Bereich des Lahntals in der Regel eine Schwächezone aufweisen. Der südliche Schwerpunkt zieht südlich von Gießen vorbei auf Zugbahn WSW 4, der nördliche auf Zugbahn WSW 5 (persönliche Mitteilung von Herrn Friedel Steinmüller, Heuchelheim bei Gießen).

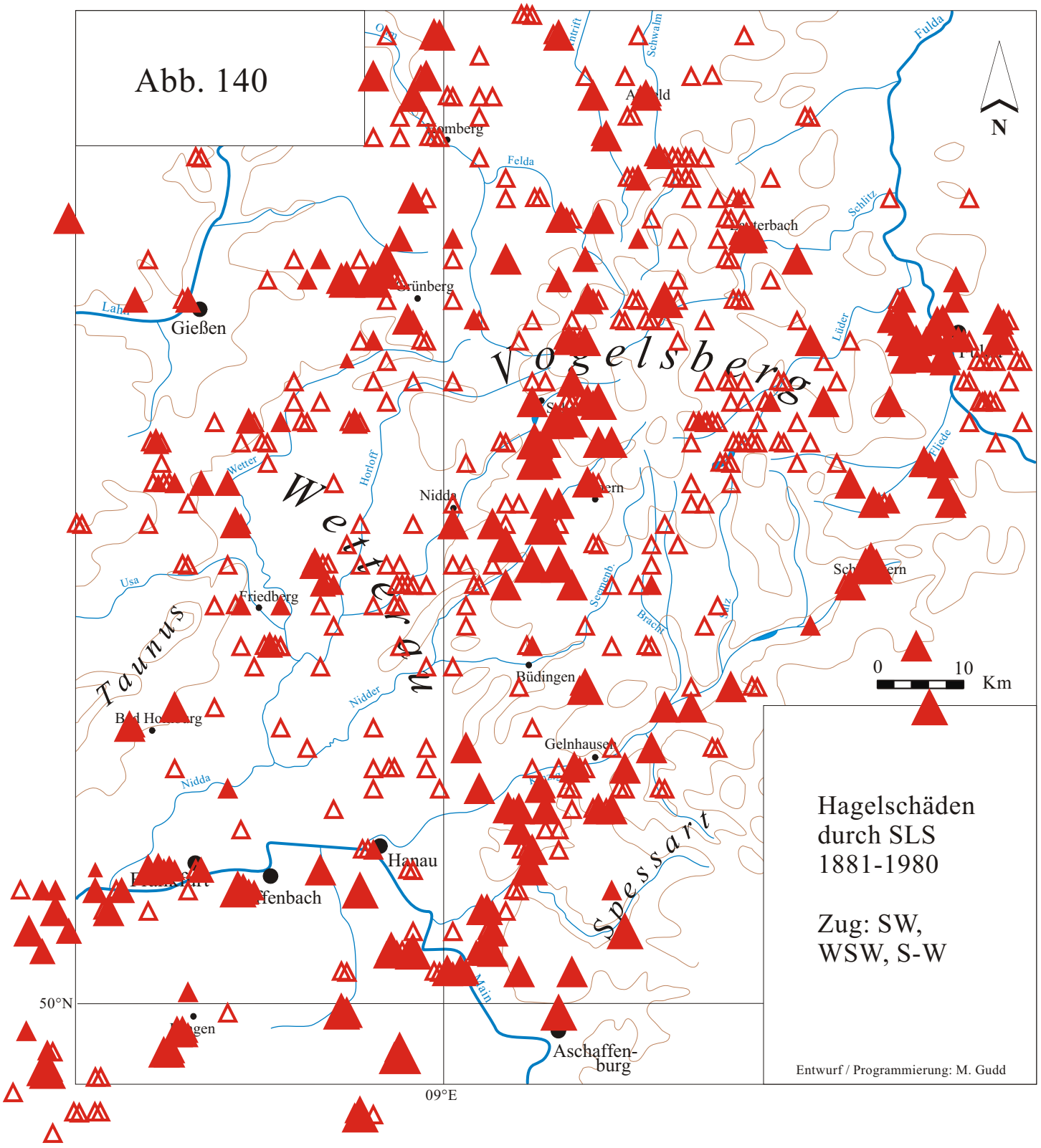
[101] Aus: Chronik der Pfarrei und Gemeinde Hirzenhain, S. 195. (ZEKHN Da.)

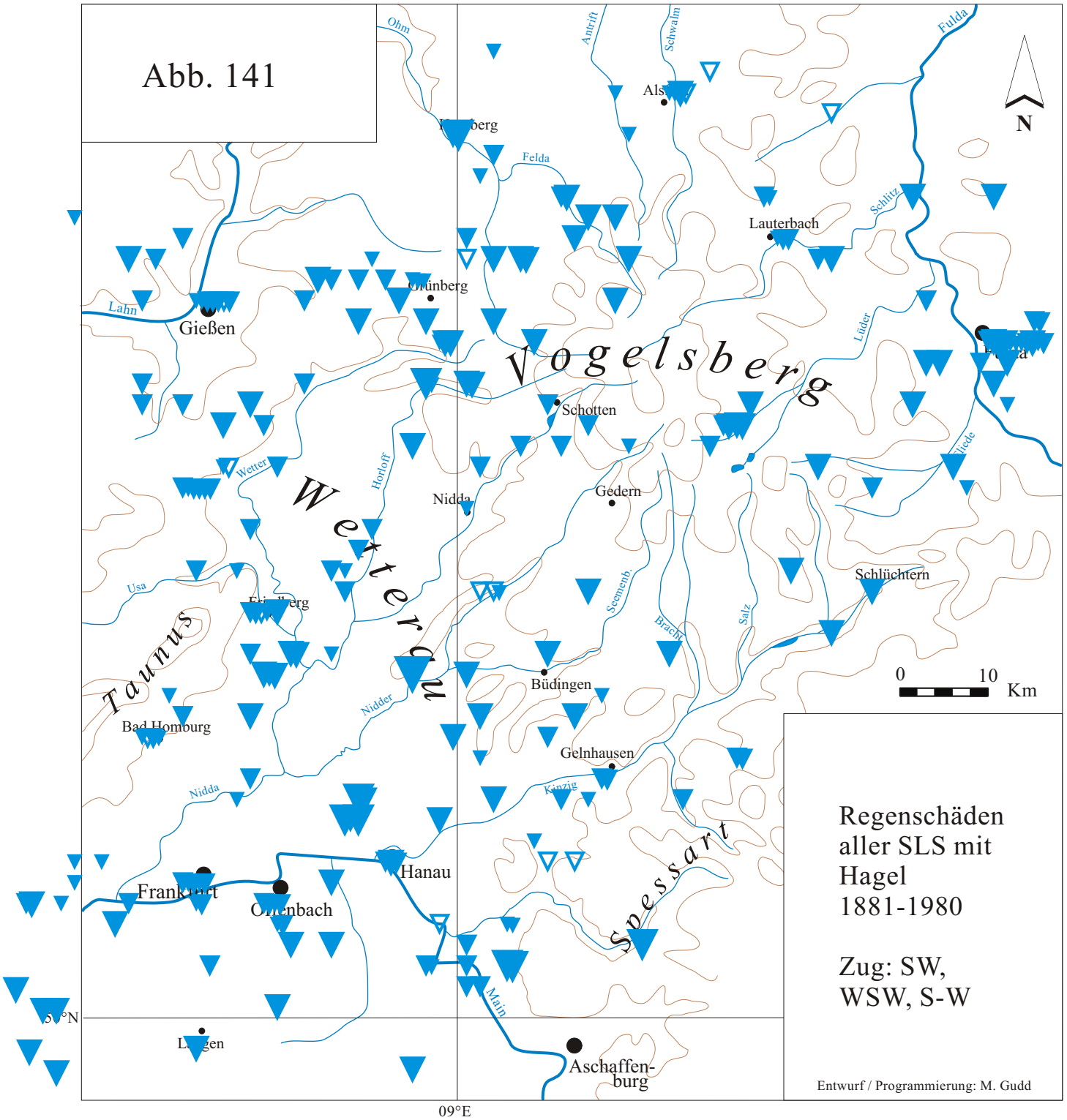
[102] Vgl. Fuldaer Zeitung 124, 01.06.1882 und A. Engeroff: Wetterberichte und Lokalnotizen 1882 (Sammlung Frankfurt).

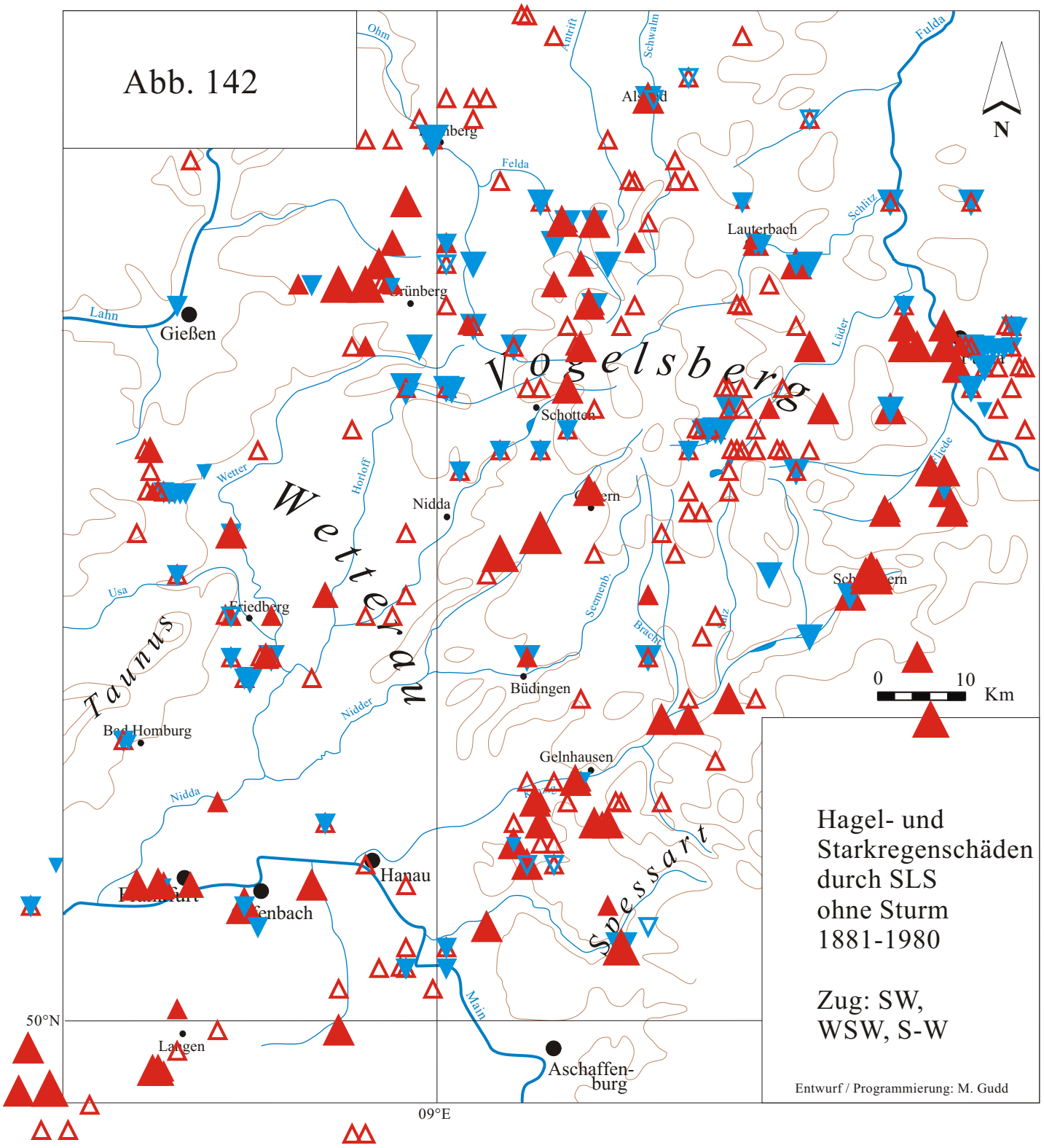
auftretend, in dem auch die riesigen Hagelkörner Ende Mai 1882 fallen (s. hierzu *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden aus W-N).

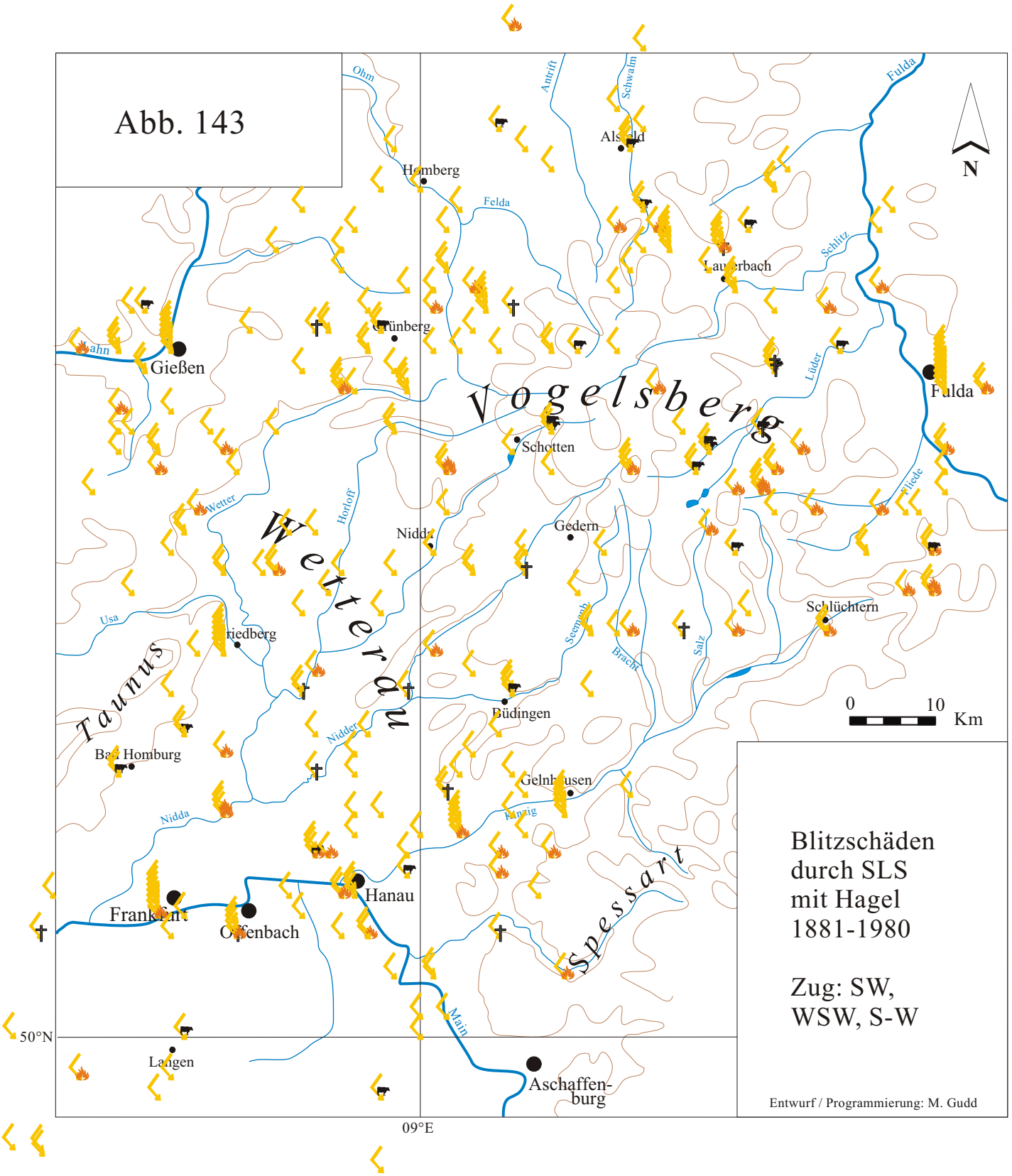
Deutlich über die Hälfte aller *SLS*-Hagelerscheinungen sind im UG auch mit Starkregenschäden verbunden (59%, entsprechend n = 79). Bei 41% all dieser Fälle verläuft der Starkregenschaden intensiv (entsprechend 24% aller *SLS* mit Hagelschäden). Damit ist der Anteil von intensiven Starkregenfällen deutlich erhöht gegenüber den *SLS* mit Sturm. Grund hierfür ist natürlich, dass zu den Hagel-*SLS* einerseits auch zahlreiche Ereignisse kommen, die unter langsamem Zug ohne Ausprägung von (nennenswerten) *Downburst*schäden über das UG hinwegziehen. Diese Gewitterformen bilden den Übergang zu den reinen Starkregen-*SLS*, die für die oft beträchtlichen Hochwasserereignisse im UG verantwortlich sind. Andererseits ist naturgemäß bei Auftreten von Gewittersystemen aus SW-W die Höhenwindkomponente in der Regel deutlich verstärkt im Gegensatz bei Gewittern aus dem nordöstlichen und östlichen bis südlichen Sektor, bei denen das Höhenwindregime oft nur gering oder mäßig ausgeprägt ist. Somit ist der Anteil von Starkregenschäden bei *SLS*-Ereignissen mit Hagelschäden aus SW-W immer noch bedeutend geringer als bei diesen genannten Ostgewittern. Abb. 141 zeigt eine unregelmäßige Schadensverteilung über das UG. Fast überall treten während des Untersuchungszeitraumes Starkregenschäden auf. Doch entsprechend des oben Erwähnten kommt es bei Hagel-*SLS* aus SW-W in der Regel nicht zu ausgeprägten Hochwassererscheinungen, von einzelnen lokalen Ausnahmen einmal abgesehen (17.06.1885, 09.08.1890, 16.07.1927, 21.07.1933). Auch hier ist wie bei den *SLS* mit Sturmschäden aus SW-W zu beobachten, dass die mitunter so hochwassergefährdeten Mittelgebirgsregionen kaum von ausgeprägten Hochwasserereignissen betroffen sind. *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden aus SW-W verlaufen hinsichtlich des Starkregens daher in weitaus den meisten Fällen in nur geringer bis mäßiger Schadensausprägung.

Um die (möglicherweise) unterschiedlichen Eigenschaften von *SLS*-Ereignissen mit Sturmschäden und solchen ohne Sturmschäden (worunter insbesondere langsamziehende mit Starkregen zu rechnen sind) aus SW-W herauszustellen, werden im folgenden noch die während der Untersuchungsperiode aufgetretenen Hagelschläge nach Sturm-*SLS* bzw. nach Starkregen-*SLS* geteilt. Die Verteilung aller Hagelschadensfälle, die gleichzeitig auch durch Sturmschäden gekennzeichnet sind, ist bereits in Abb. 103 dargestellt. Die Verteilung aller Hagelschadensfälle, die ohne Sturmschäden, aber dafür mit Starkregen verlaufen, zeigt Abb. 142. Hier treten auffallenderweise nur noch einige dieser Schadensfälle im südlichen UG auf, jenem Bereich, der so häufig von *SLS* mit Sturmschäden aus SW-W betroffen wird. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die von *Downburst*erscheinungen begleiteten hagelproduzieren-


Abb. 140
N
Fulda
Schwalm
Felda
Schlitz
Lüder
Fliede
Vogelsberg
Gießen
Grünberg
Nidda
Wetter
Horloff
Wetterau
Usa
Friedberg
Taunus
Seemenb.
Bracht
Jütz
Nidder
Büdingen
Gelnhausen
Nidda
Hanau
Spessart
Main
Aschaffen-
burg
0
10
Km
Hagelschäden
durch SLS
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd
50°N
09°E


Abb. 141
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Als
N
Felda
Lauterbach
Schlitz
Lahn
Gießen
Grünberg
Vogelsberg
Lüder
Schotten
Wetter
Horloff
Nidda
Gedern
Wetterau
Seemenb.
Schlüchtern
Usa
Salz
Bracht
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Aschaffen-
burg
09°E
Regenschäden
aller SLS mit
Hagel
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 142
N
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Felda
Schlitz
Lauterbach
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Usa
Seemenb.
Bracht
Jütz
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Spessart
Hanau
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Hagel- und
Starkregenschäden
durch SLS
ohne Sturm
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 143
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Schlitz
Grünberg
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Schlüchtern
Seemenbach
Bracht
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Blitzschäden
durch SLS
mit Hagel
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

den Gewittersysteme in erster Linie in den tiefgelegenen, südlichen Bereichen des UG am stärksten ausgeprägt sind. In Abb. 142 sind es demgegenüber jedoch die höherliegenden, landschaftlich stärker gegliederten Regionen im UG, in denen die *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden in reiner Form (d.h. mit Starkregenschäden, jedoch ohne Sturmschäden) am häufigsten auftreten. Der Rückgang von durch Sturmschäden gekennzeichneter Systeme (klassische *Downburst-SLS*, s. Kapitel 7.1.1.) bei gleichzeitiger Zunahme von Fällen, die durch reinen Hagel- bzw. Hagel- und Starkregenschaden gekennzeichnet sind, zeigt deutlich die bereits oben erwähnte sich verändernde Charakteristik der von SW-W heranziehenden schadensrelevanten Gewitter im UG. Abb. 142 zeigt weiterhin, dass Starkregen in der Regel in räumlich unmittelbarer Nachbarschaft zum Hagelschlag stattfindet. In keinem dokumentierten Fall treten signifikante gewitterbedingte Starkregenfälle bei *SLS*-Ereignissen mit Hagelschäden aus SW-W räumlich getrennt vom Hagelschlag auf. Dies ist ein deutlicher Hinweis auf die in räumlicher Hinsicht bei ihrer Entstehung stark miteinander verbundenen Niederschlagsformen im Cb, die letztlich durch den *Downdraft* als Starkniederschlag gemeinsam zur Erde niedergehen. Damit zeigt sich insgesamt wieder einmal, dass die vor allem im Süden des UG so häufigen großen, geschlossenen Gewitterzüge mit *Downbursts* im Norden und Osten des UG seltener werden und dort eher in Form einzelner, isolierter *SLS*-Ereignisse auftreten, wobei zwar weiterhin solche intern strömungsbedingten Phänomene wie die Böenwalze (*Gust-Front*) auftreten können, diese aber nur noch Begleit- und nicht mehr Haupterscheinungen andersgearteter *SLS* sind. Hierzu passt ebenso die immer wiederkehrende Beobachtung in den schriftlichen Quellen, nach denen Beschreibungen besonders ausgeprägter Böenwalzen stets nur aus dem südlichen (und auch westlichen) Bereich des UG vorliegen, jedoch nicht aus dem östlichen UG (s. hierzu auch Kapitel 8).

Die Karte mit den entsprechenden Blitzschäden (Abb. 143) zeigt das unregelmäßige Auftreten der Schäden im UG. Eine eindeutige Bevorzugung ist nicht erkennbar, wenngleich der Süden des UG im Vergleich zu den *SLS*-Ereignissen mit Sturm- und Blitzschäden aus SW-W (Abb. 104) weniger dokumentierte Fälle aufweist.

16% aller Hagel-*SLS*-Ereignisse aus SW-W (entsprechend n = 21) sind mit blitzschadensintensiven Fällen verknüpft, was anteilmäßig genau dem überdurchschnittlichen Vorkommen bei den *SLS*-Ereignissen mit Sturmschäden aus SW-W entspricht. Dies ist ein Hinweis darauf, dass intensive *SLS* im UG häufig auch von zahlreichen Blitzentladungen begleitet werden (WILLIAMS 2001). Es gibt aber auch hier Ausnahmen, wobei es insbesondere die allerstärksten *MCS* sind, die bei extremem Starkniederschlag in Form von Hagel eine oftmals

nur unbedeutende Blitzentladungstätigkeit aufweisen, wie dies im UG beispielsweise bei dem Extremereignis vom 18.09.1988 der Fall ist.

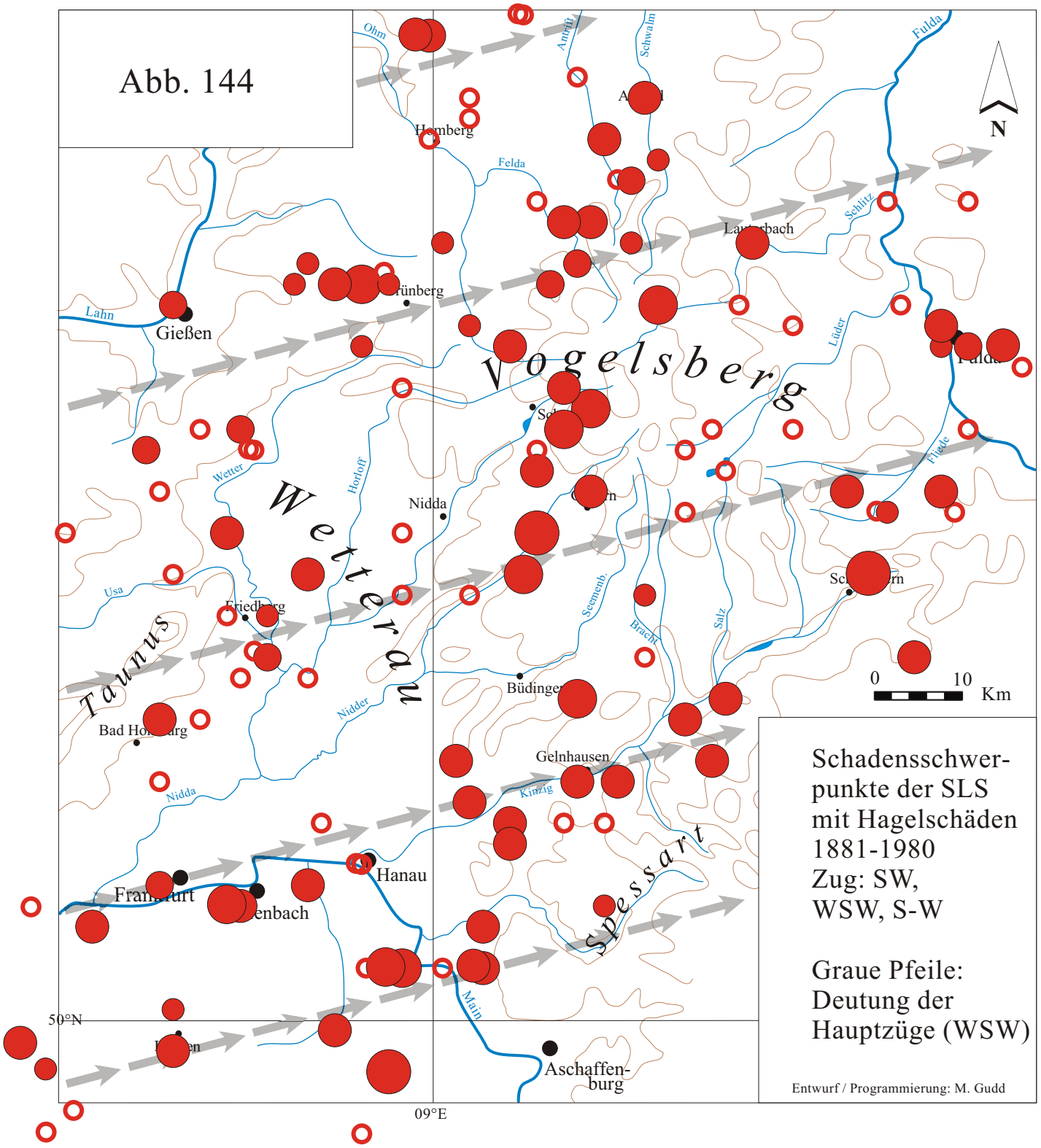
In Abb. 140 deuten sich ähnlich wie bei den *SLS*-Ereignissen mit Sturmschäden aus SW-W bereits grob SW-NE-orientierte Züge an. In Abb. 144 (Schwerpunkte aller *SLS* mit Hagelschäden 1881-1980 (ohne 1941-50)) sind daher die in Abb. 105 bereits interpretierten *SLS*-Schwerpunktzugbahnen WSW 1 bis WSW 5 aufgetragen. Zwar sind diese nur aufgrund des Vorkommens der mit Sturmschäden begleiteten Gewittersysteme gedeutet, doch ist auch hier zu erkennen, dass die Schwerpunkte der Hagel-*SLS* aus SW-W sich ebenfalls häufig entlang der genannten Zugbahnen gruppieren. Ausnahmen, z.B. im Hohen Vogelsberg sowie im Fuldaer Land, werden durch von der reinen WSW-ENE-Richtung abweichende Züge sowie durch Neubildung von *MCS* verursacht. Ausgeprägt sind dennoch die Anordnungen der Hagelschadensschwerpunkte entlang der Zugbahnen WSW 1 und WSW 2, die im Verbund mit den typischen *Downburst*-Ereignissen aus SW-W stehen. Die Hagelschläge dieser Gewittersysteme ziehen (wie oben erwähnt) südlich des Taunus über das Rheinhessische bzw. den Rheingau in den südlichen Bereich des UG hinein und wandern von dort aus Richtung Spessart bzw. Richtung Freigericht / Kinzigtal. Auch entlang der Zugbahnen WSW 3 und WSW 4 erstrecken sich zahlreiche Schwerpunkte von Hagelschlägen durch *SLS*, ebenso wie dies am Nordrande des UG im Bereich von WSW 5 der Fall ist.

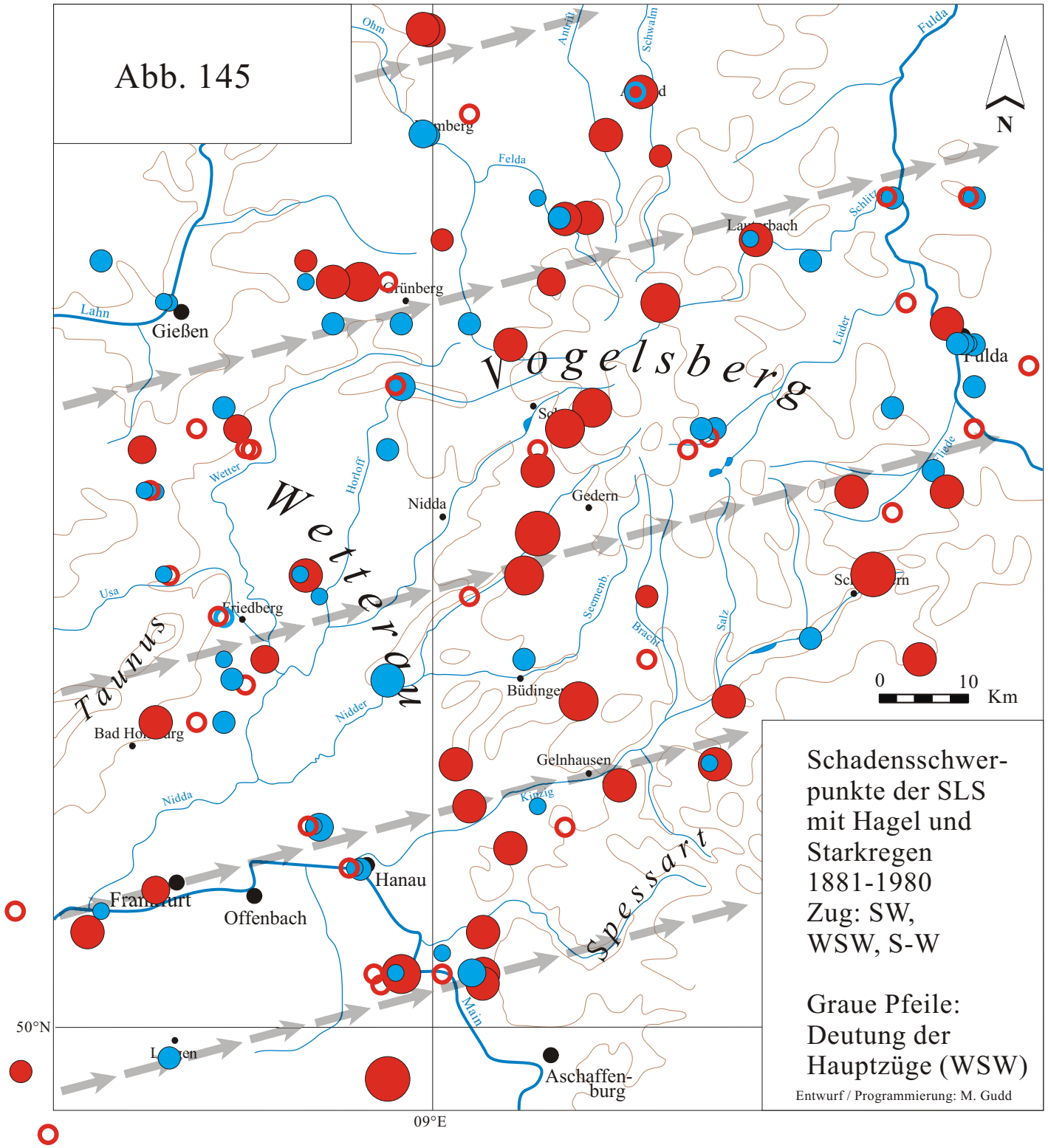
Schwerpunktarme Regionen sind ebenfalls in Abb. 144 vorhanden. So ist zwischen den Zugbahnen WSW 2 und WSW 3 ein langgestreckter Bereich erkennbar, in dem sich nur selten Hagelschadensschwerpunkte bei *SLS*-Ereignissen aus SW-W konzentrieren. Er reicht von der südlichen Wetterau bis hin zum Schlüchterner Land. Wenige Hagelschwerpunkte finden sich darüber hinaus auch an der Lahn sowie im nordöstlichen Teil des UG. Für manche dieser hier mittels Schadensdaten interpretierten Schwerpunktzugbahnen finden sich mitunter in der Literatur Stellen, in denen auf solche Gewitterzüge im UG hinweisen. Da bislang eine meteorologische Untersuchung solcher Phänomene im UG fehlt, sind dies hauptsächlich Beobachtungstatsachen, die in heimatkundlichen Publikationen festgehalten werden. So schreibt z.B. SCHMERBACH (o.J., S. 17) über die Gewitter im Raume Streitberg (zwischen WSW 2 und WSW 3 gelegen): „(...) *Die an sich nicht so seltenen Hagelwetter bevorzugen die Linie, die durch den bewaldeten Südrand des Gebirges bezeichnet ist. Wittgenborn bekommt dann meistens noch etwas ab, Weilers und Hesseldorf kann aber immer mit größeren Schäden rechnen. Die freie Hochebene wird auch weniger von schweren Gewittern heimgesucht. Diese ziehen meistens im Kinzig- oder Seemenbachtal her und schicken uns nur ihre Ausläufer.* (...)“ In der Tat liegen Weilers und Hesseldorf fast exakt innerhalb der Schwerpunktzugbahn WSW 2.

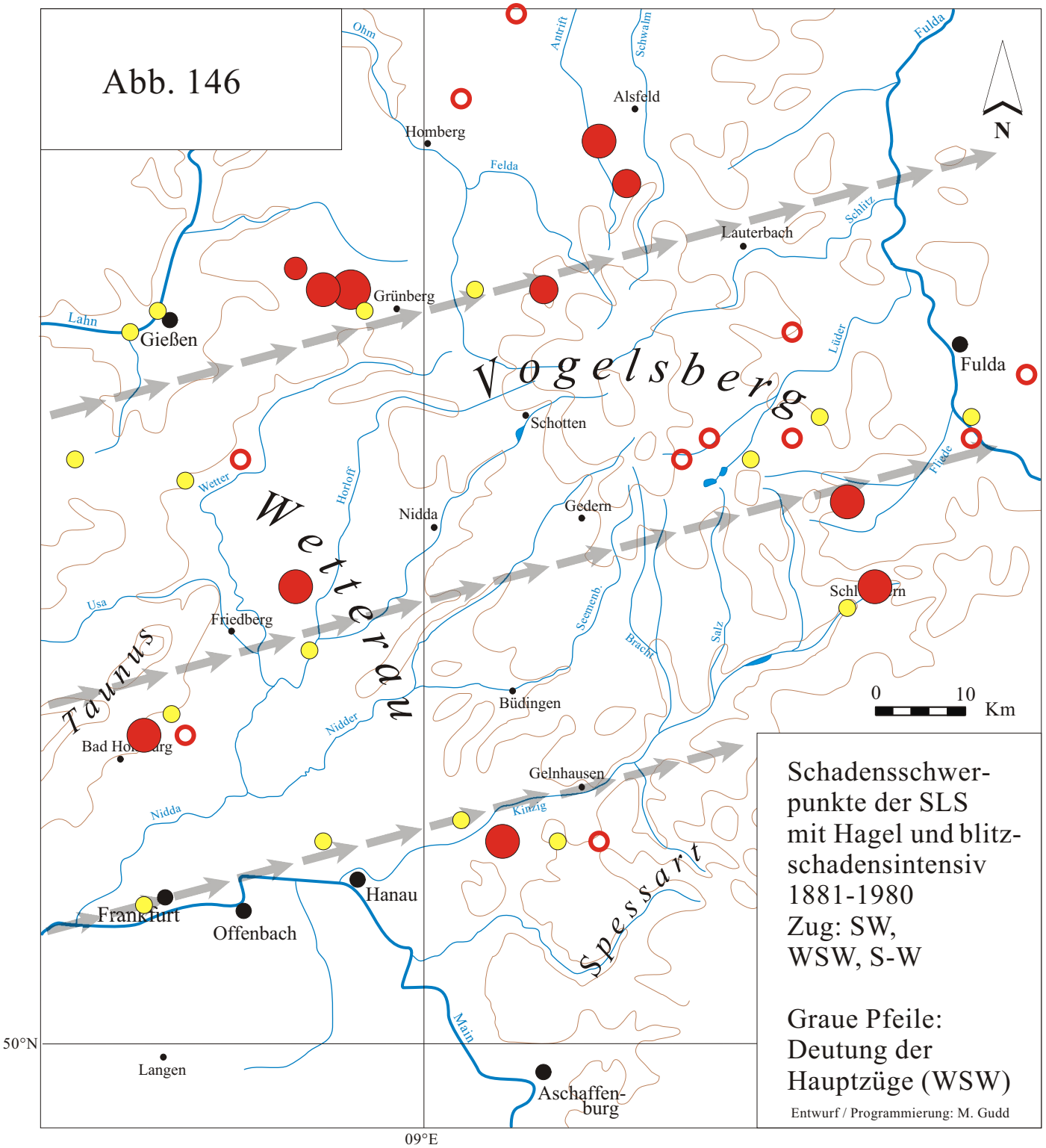
Eine kurze Notiz über diese Zugbahn (WSW 2) findet sich auch in NIESS (1956, S. 56): „(...) *Die Hagelwetter scheinen hiernach in der Hauptsache die Waldgebiete am Rande des Gebirges heimzusuchen.* (...)“ Diese hier interpretierten Schwerpunktzugbahnen bei Schwergewittern aus SW-W sind offensichtlich also auch in der lokalen Bevölkerung durchaus bekannt. Andere bisweilen anzutreffende Aussagen, wie z.B. ebenfalls von NIESS (1956, S. 56) über die Abnahme des Hagels mit der Höhe im Vogelsberg, werden allerdings durch die Schwerpunktzugbahn WSW 3 sowie auch durch das insgesamt nicht seltene Vorkommen von starkem Hagelschlag selbst in den höchsten Regionen dieses Gebirges widerlegt.

Wie zuvor schon in Abb. 108 (Sturm-/Starkregenschwerpunkte der *SLS* aus SW-W) dargestellt, so zeigt sich auch in Abb. 145 (Hagel und Starkregenschwerpunkte), dass die Schadensschwerpunkte der Hagel- und Starkregenschäden bei *SLS* aus SW-W in der Regel eng miteinander verbunden sind. Nur in Ausnahmefällen treten Starkregenschäden isoliert von Hagel- bzw. von den Sturmschäden auf. Außerdem zeigt sich auch hier wieder die zuvor bereits erwähnte Tatsache, dass die bei *SLS*-Ereignissen mit Hagelschäden aus SW-W auftretenden Starkregenfälle fast durchweg nur gering bis mäßig stark verlaufen. Gewitterbedingte Hochwasserlagen bei dieser Art der *SLS* (die isoliert bzw. gruppiert als Multizellen, Superzellen oder linear angeordnet als *Squall Lines* über das UG hinwegziehen) treten im UG insgesamt nur selten auf.

Während bislang der Schluss gezogen werden konnte, dass mit der Nordost- bis Ostverlagerung die typischen *Downburst-SLS* aus SW-W nicht nur hinsichtlich der Stärke des sie begleitenden Sturmes, sondern insgesamt an Heftigkeit abnehmen, so ist dies aus Abb. 146 (Schäden der hagel- und blitzschadensintensiven *SLS* aus SW-W, zusammen mit den drei Hauptzügen WSW 2, WSW 3, WSW 4) nicht möglich. Hier finden sich Schwerpunkte blitzschadensintensiver *SLS* mit Hagelschäden aus SW-W nicht nur im Süden des UG entlang von WSW 2, sondern auch in der Wetterau und an der Lahn, entsprechend der Anordnung entlang der Schwerpunktzugbahnen WSW 3 und WSW 4. Außerdem kommen mehrere Ereignisse schwerpunktmäßig im Osten des UG vor, und zwar in Verlängerung von WSW 3, was bei den *Downburst-SLS* nicht der Fall ist. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass Gewittersysteme aus SW-W auch noch östlich der Vogelsberg-/Landrückenachse als Schwergewitter (*SLS*) auftreten, allerdings gegenüber den im Süden des UG dominierenden *Downburst-SLS* eine anders geartete Charakteristik aufweisend. Die Tatsache, dass sich einige Schwerpunkte der Blitzschadensintensität bei *Hagel-SLS* aus SW-W im Gebiet zwischen Fulda und Schlüchtern konzentrieren, zeigt an, dass zumindest die Möglichkeit für Neubildungen junger und sehr


Abb. 144
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Fliede
Usa
Seemenb.
Salz
Brach
Taunus
Nidder
Büdinger
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Hanau
Spessart
Main
Aschaffen-
burg
0
10
Km
50°N
09°E
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Hagelschäden
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Graue Pfeile:
Deutung der
Hauptzüge (WSW)
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 145
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Felda
Schlitz
Lahn
Gießen
Grünberg
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Wetter
Horloff
Nidda
Gedern
Tiefe
Usa
Wetterau
Seemenb.
Salz
Brach
Friedberg
Taunus
Büdinger
Nidder
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Spessart
Hanau
Offenbach
Main
Aschaffen-
burg
50°N
09°E
0
10
Km
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Hagel und
Starkregen
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Graue Pfeile:
Deutung der
Hauptzüge (WSW)
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 146
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
Homberg
Felda
N
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Bracht
Salz
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Hom
burg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Hagel und blitz-
schadensintensiv
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Graue Pfeile:
Deutung der
Hauptzüge (WSW)
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

aktiver Zellen am Südrand des Vogelsberges besteht, die anschließend unter Vorkommen von Blitz- und Hagelschlag über den südlichen Landkreis Fulda Richtung NE-E (Rhön) ziehen. Diese Zellen zeigen aufgrund ihrer Neubildung natürlich noch keine voll entwickelte *Downburst*aktivität. Insgesamt lässt sich aber auch hier feststellen, dass die Schadensanfälligkeit gegenüber Hagelschäden südlich von Fulda bei *SLS* aus SW-W (wie schon bei den Sturmschäden der *SLS* aus SW-W) bedeutend größer ist als nördlich davon. Auch hierzu passen die langjährigen Beobachtungen des Verfassers, nach dem *SLS* aus SW-W, die sich durch langanhaltendes und intensives Wetterleuchten ankündigen, mit ihren entladungsintensivsten Zellen stets südlich von Fulda nordost- bis ostwärts ziehen.

Auch für die Hagel-*SLS* soll im folgenden an einigen Beispielen die räumliche Charakteristik im UG gezeigt werden, ebenso wie die Rekonstruktion mittels der Schadensdaten.

17.08.1890: Am Abend dieses Tages zieht ein ausgedehntes Gewitter über weite Teile des UG hinweg. Starkregen- bzw. Sturmschäden sind mit dem Gewittersystem nicht verbunden, doch kommt es lokal zu Hagelschlag. Auffallend ist, dass sich in Abb. 147 die Hagelschäden dieses allgemein in ostnordöstlicher Richtung sich bewegenden Gewitters exakt im Bereich der Schwerpunktzugstraße WSW 3 anordnen (südöstlicher Vogelsberg), ohne dass jedoch dabei die genaue Hagelkorngröße rekonstruiert werden kann: „(...) *Die Entladungen bestanden vielfach aus Hagel, wodurch erheblicher Schaden an den Feldfrüchten verursacht wurde. Hervorragend schwer wurde die Gemarkung Wüstwillenrod* (sic!) *betroffen, deren Sommerfrucht total verhagelt wurde.* (...).“[103] –

Interpretation: Die weite Ausdehnung dieses Gewitters deutet auf mehrere gruppierte *MCS* bzw. auf Zellen in einem linear angeordneten Gewittercluster, wobei die Fortbewegung frontartig (ohne Sturmschäden) Richtung NE/ENE übers UG hinweg verläuft. Gegen eine *Squall Line* spricht das Fehlen von Sturmschäden.

05.07.1907: Eines der intensivsten Hagelschadensereignisse während der gesamten Untersuchungsperiode zieht am Abend dieses Tages über einen großen Teil des UG hinweg. Von diesem Ereignis liegen zahlreiche Dokumentationen über Hagel-, Sturm- und Blitzschäden vor. Dadurch wird dieses *SLS*-Ereignis zu einem der am besten interpretierbaren seiner Art im UG; mehrfach wurden über Teile seiner Schadensvorgänge Untersuchungen angestellt (z.B. VOGTHERR 1908; s.a. die ausführliche Auswertung des Ereignisses im Hessischen Meteorologischen Jahrbuch für 1907). Es können im UG mindestens drei (vier) einzelne Schadenszüge festgestellt werden, die sämtlich jeweils signifikante Schäden verursachen. Entlang der

[103] Aus: Lauterbacher Anzeiger 70, 30.08.1890.

Schwerpunktzugbahnen WSW 1 (und WSW 1a) sind in Abb. 148 neben Hagel- vor allem Sturmschäden zu verzeichnen, wobei hauptsächlich am Südrande des UG verheerende Sturmschäden auftreten, die zwecks Diskussion über die Ursache dieses Phänomens ihren Weg in die Fachliteratur finden (vgl. VOGTHERR 1908).[104] Im Bereich der beiden nördlichen Schadenszüge dominieren Hagelschäden. Blitz- oder Sturmschäden kommen daneben nur vereinzelt vor. Trotz einer Abweichung von der reinen WSW-ENE-Orientierung zeigen die Hagelschadenszüge die oben genannten Charakteristiken: Ein Zug erreicht (etwa entlang WSW 4) südlich von Gießen das UG, um über den Grünberger Raum über den nördlichen Vogelsberg und zwischen Alsfeld und Lauterbach hindurch Richtung Fuldatal und nördliches Hünfelder Land (nach: Fuldaer Zeitung 154, 09.07.1907) weiterzuziehen. Der mittlere Schadenszug, der sich fast exakt entlang von WSW 3 gruppiert, zeigt erwartungsgemäß im südlichen Vogelsberg im Grenzbereich zur Wetterau den stärksten dokumentierten Hagelschlag mit Eisstücken bis Hühnereigröße („(...) *In Usenborn lagen am andern Tage noch die Schlossen auf der Strasse,* (...).“[105] –

Interpretation: Die Verteilung der Schäden und die Beobachtungsangaben in den verifizierten Quellen lassen auf mehrere sehr ausgeprägte *MCS* schließen, die sich linear (frontartig) anordnen und quer über das UG hinwegziehen, dabei regional durch ausgeprägte Böenfronten Sturmschäden verursachen. Gegen eine geschlossene Gewitterfront spricht die Tatsache der nicht weit verbreitet auftretenden Sturmschäden.

10.06.1922: Gewitter mit Hagelschäden treten in den Nachmittagsstunden dieses Tages auf. Aus Abb. 149 wird deutlich, dass auch in den anderen Gebieten des UG Gewitter beobachtet werden, doch beschränken sich die aufgetretenen Schäden in der Regel auf Blitzschlag. Einzig entlang der Schwerpunktzugbahn WSW 5 fällt schadensrelevanter Hagel: „*Der Hagel hat an dem Roggen hier und da einen Halm geknickt, so auch an dem Obst etwas herunter geschlagen welches aber nicht erwähnenswert ist, weil der Hagel ohne Wind war.*“[106] –

---

[104] Siehe hierzu auch die Ausführungen in Kapitel 5.5. (S. 80), nach denen konsequenterweise nur solche Sturmphänomene zu den Tromben gerechnet werden, bei denen eindeutig eine Beobachtung eines Wolkenschlauchs vorliegt. Alle anderen Versuche, auch allein mit Hilfe langgestreckter Schadensgassen eine derartige Erscheinung als den Tromben zugehörig zu deuten, sind mit zu großer Unsicherheit behaftet, da *Downbursts* nicht selten ebenfalls scharf abgegrenzt vorkommen können.

[105] Nach: Hessisches Meteorologisches Jahrbuch für 1907, S. 14.

[106] Aus: 2. Bericht über das Hagelwetter am 10. Juni 1922 (Bürgermeister Kalbfleisch vom 11.06.1922) (HSTAD Abt. G 13, Fasz. 400: Hagelstatistik 1907-1935).

Interpretation: Aus dem Schadensverlauf lässt sich schließen, dass dieses Ereignis auf mehrere vorhandene Gewittersysteme zurückzuführen ist, die sich in S-N-Richtung anordnen, wobei nur vereinzelt aktive Zellen Starkniederschlagsschäden verursachen.

27.07.1927: Selbstverständlich kommen neben den Schadensereignissen, deren Schwerpunkte sich fast exakt entlang der Zugbahnen WSW 1 bis WSW 5 anordnen, noch weitere Fälle vor, bei denen dies nicht der Fall ist, so dass von einer absoluten Aussage hinsichtlich Schadenarmut oder gar Schadenlosigkeit zwischen den einzelnen Schwerpunktzügen auf keinen Fall gesprochen werden darf. Ein solches Ereignis findet am Nachmittag des 27.07.1927 im mittleren, nördlichen und östlichen Bereich des UG statt. Dabei zieht ein sehr intensiver Hagelzug, in Abb. 150 fast genau in der Mitte zwischen WSW 3 und WSW 4 gelegen, quer über den Hohen Vogelsberg hinweg Richtung Fuldaer Land, ein weiterer Schadenszug zieht knapp nördlich davon über den nördlichen Vogelsberg ins Lauterbacher Land („(...) *Der Himmel verfinsterte sich so stark, daß man nichts mehr sehen konnte. Gleichzeitig hagelte es stark 1/4 Stunde lang. Die ganze Gegend zeigte ein winterliches Bild. Zahllose Ziegel und Fensterscheiben wurden eingeschlagen und großer Teil der Fruchternte vernichtet. (...).*“[107] – „(...) *Auch das Hillerstal wurde noch von den Schlossen erwischt. Leute, die dort Vieh hüteten, hatten Beulen an dem Kopf, denn die Hagelkörner waren so dick wie Hühnereier. Ich habe selbst von diesen Eisbrocken in meiner Hand gehabt. Burkhards war Gott sei dank verschont geblieben.*"[108] – „(...) *Heftige Detonationen erfolgten kurz aufeinander. Wolkenbruchartiger Regen vermischt mit eigroßen Hagelstücken setzte ein, die ein unheimliches Geräusch in der Luft verursachten. Letztere fielen hier in Hopfmannsfeld glücklicherweise nur etwa eine Minute lang und richteten nicht allzu großen Schaden an. An einigen Häusern wurden auch Fensterscheiben durch die Hagelkörner zerschlagen.* (...).“[109]. –

Interpretation: Der Schadensverlauf weist auf ein ausgeprägtes *MCS* hin, das nach den Beobachtungen mit einer Böenwalze, aber ohne nennenswerte Sturmschäden, verbunden ist. Das Gewittersystem bleibt in isolierter Form, da aus den anderen Bereichen des UG keinerlei Gewitterschäden bekannt werden.

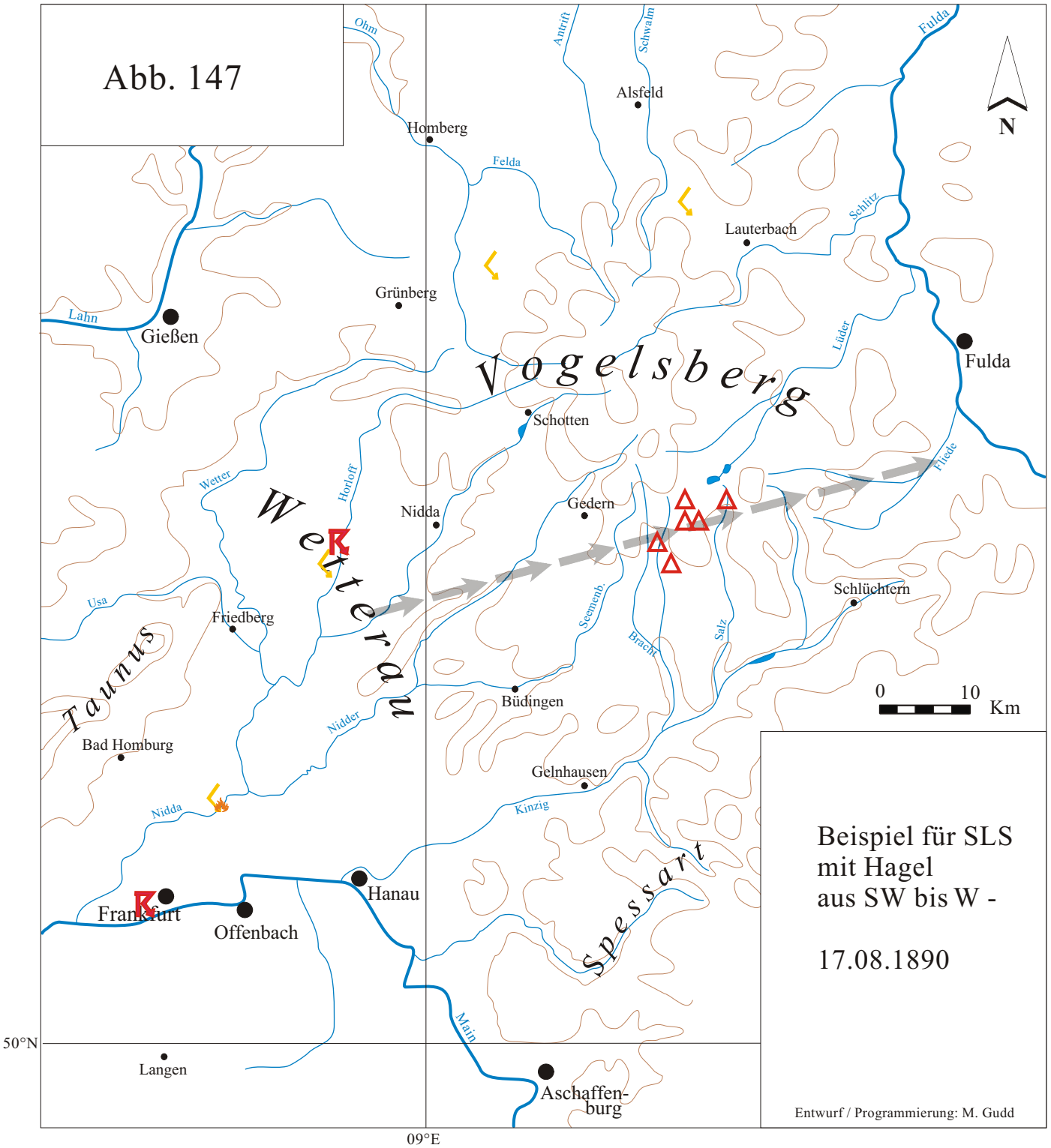
07.08.1970: Am frühen Abend dieses Tages wird der Grenzbereich des UG zwischen Hessen und Bayern von einem heftigen Gewitter erfasst, das vor allem im Kahlgrund schwere Schä-

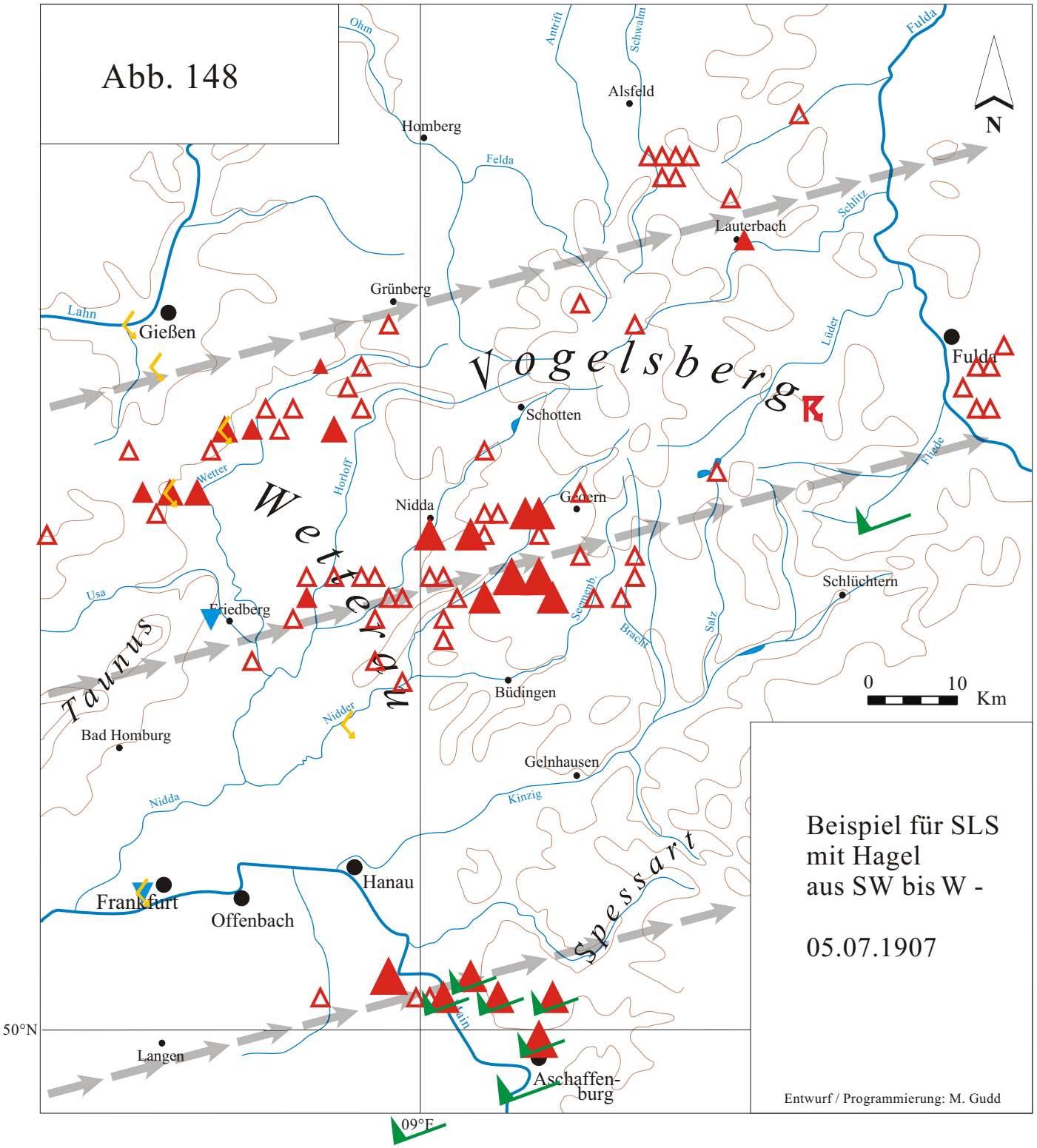
---

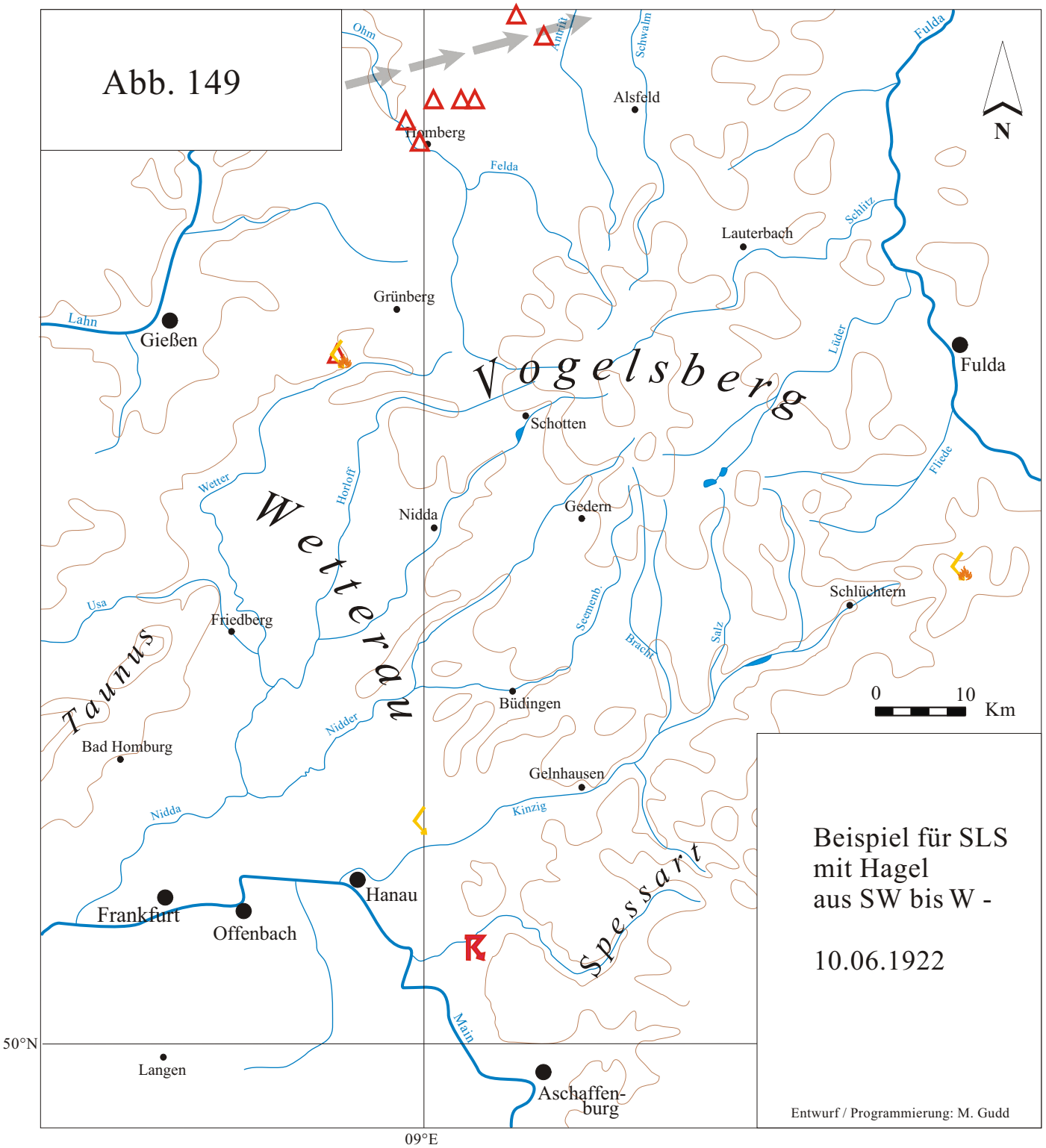
[107] Aus: Chronik der Evangelisch Lutherischen Pfarrei Breungeshain, S. 165, (ZEKHN Da, C 100).

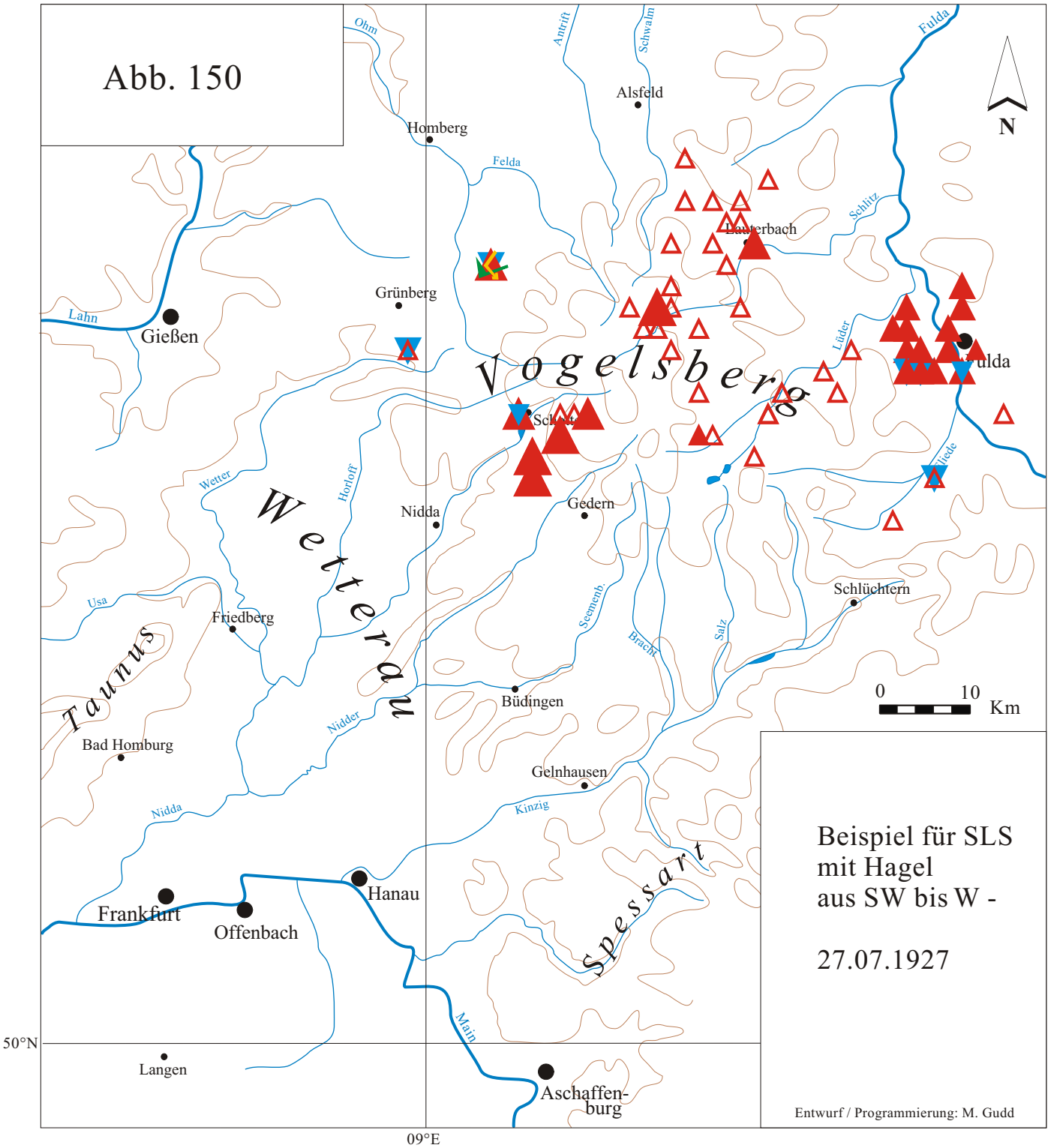
[108] Aus: Orts-Chronik der Evangelischen Pfarrei Burkhards im Dekanate Schotten, o.S., (ZEKHN Da, C 101).

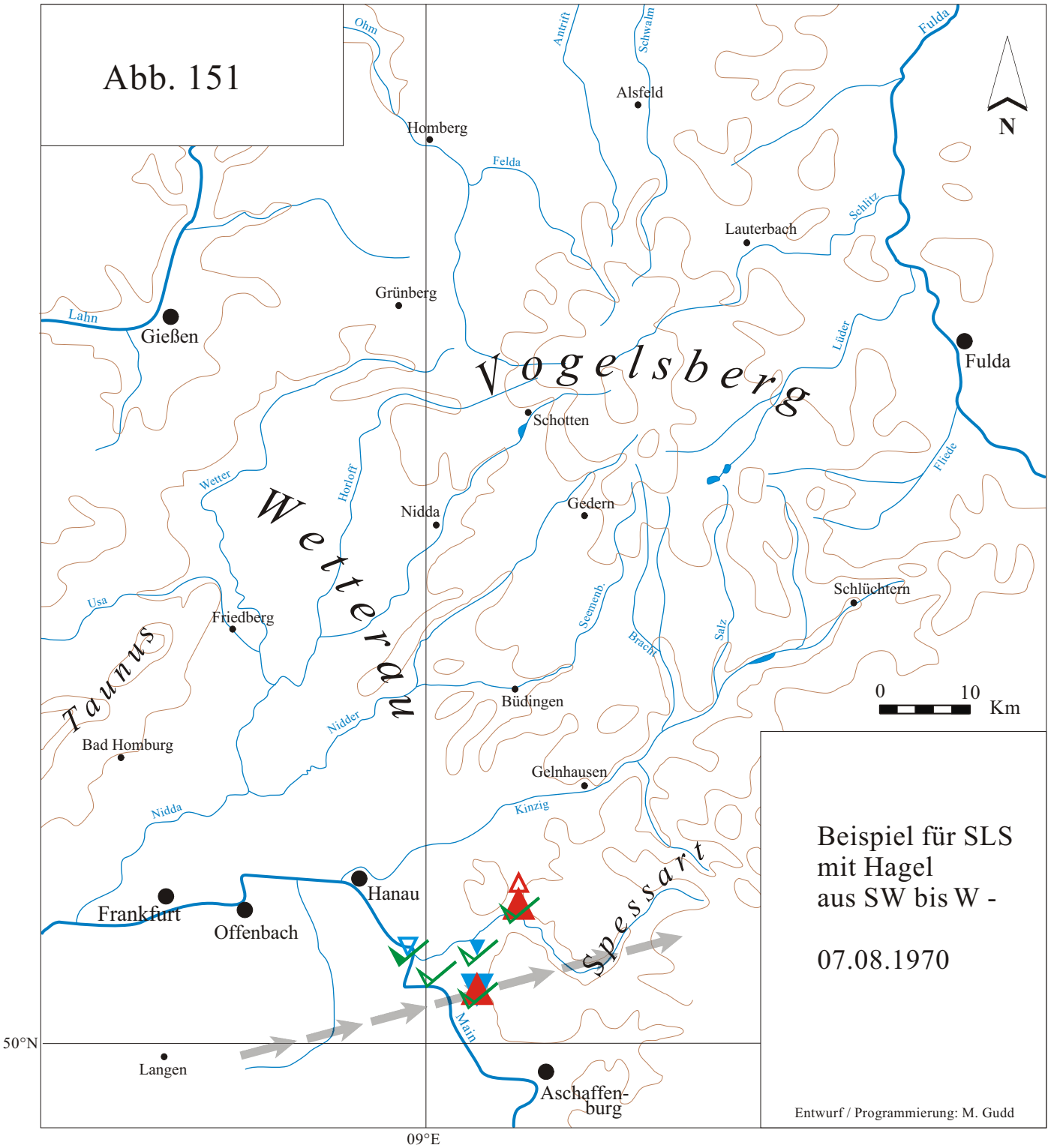
[109] Aus: Ortschronik der Evangelischen Pfarrei Hopfmannsfeld, S. 286, (ZEKHN Da).


Abb. 147
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Fliede
Nidda
Gedern
Wetterau
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Bracht
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Hagel
aus SW bis W -
17.08.1890
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 148
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Salz
Bracht
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Hagel
aus SW bis W -
05.07.1907
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 149
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
Homberg
Felda
N
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Bracht
Salz
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Hagel
aus SW bis W -
10.06.1922
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 150
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schlitz
Wetter
Horloff
Nidda
Gedern
Wetterau
Seemenb.
Schlüchtern
Usa
Friedberg
Salz
Brach
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Hagel
aus SW bis W -
27.07.1927
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 151
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Hagel
aus SW bis W -
07.08.1970
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

den anrichtet. Die Hauptschäden (Hörstein) ordnen sich in Abb. 151 recht genau entlang der Schwerpunktzugbahn WSW 1 an. Es kommt zu schweren Hagelschäden, wobei Hagelakkumulationen in den Hörsteiner Weinbergen zum Teil Meterhöhe erreichen und dort auch am nächsten Tag noch „*handhoch*“ lagen (NEES und KEHRER 2002, S. 352 mit Abb. 102). –

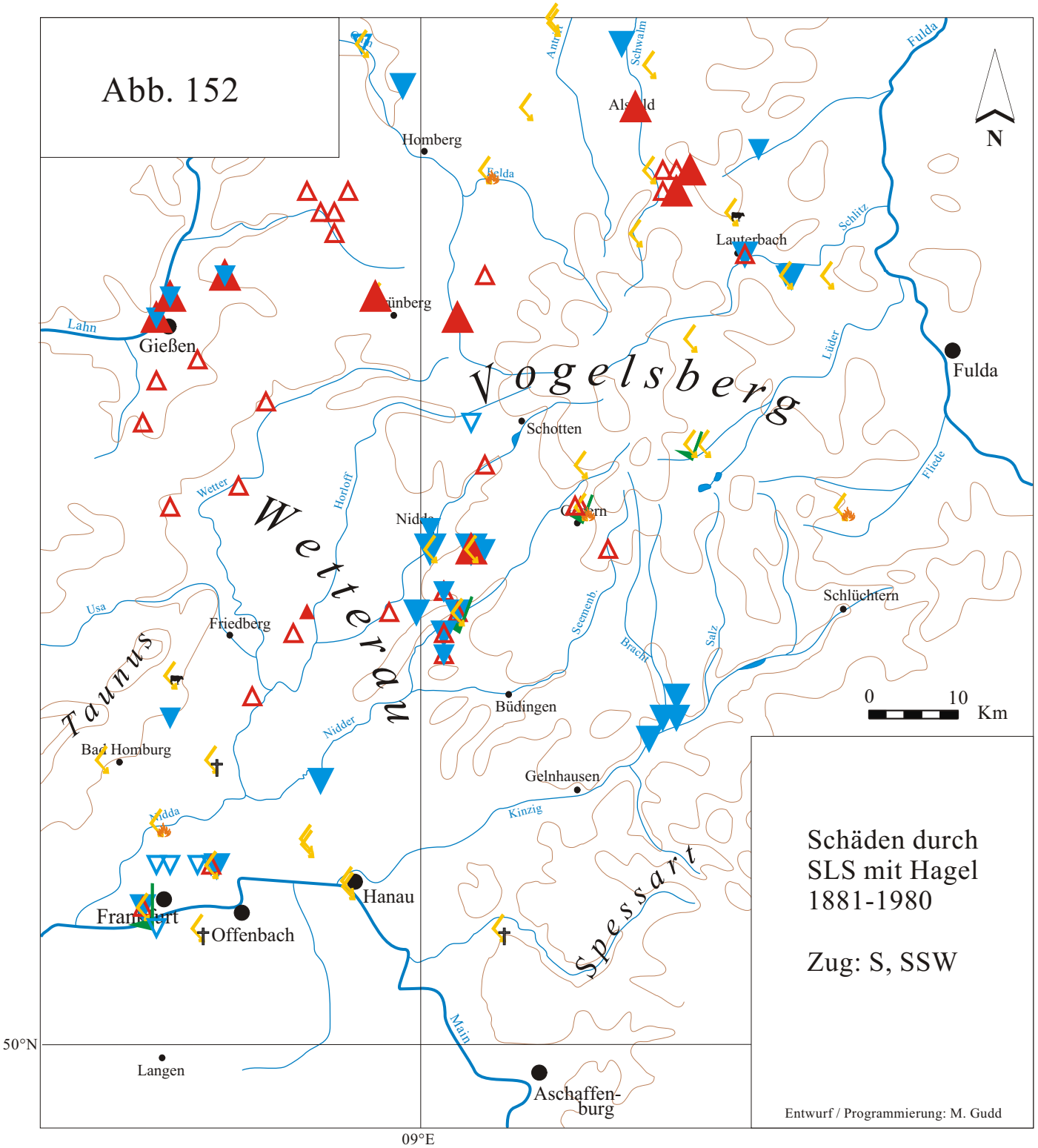
Interpretation: Dieses Beispiel verdeutlicht den typischen Vertreter eines *SLS* im südlichen Bereich des UG, der aus südwestlicher Richtung herangezogen kommt unter Bildung einer ausgeprägten Böenwalze (*Gust Front*) und sich lokal in einer Schadensgasse durch Starkniederschlag und Sturm bemerkbar macht. Bei dem Ereignis handelt es sich um ein isoliert bzw. höchstens gruppiert vorkommendes *MCS*.

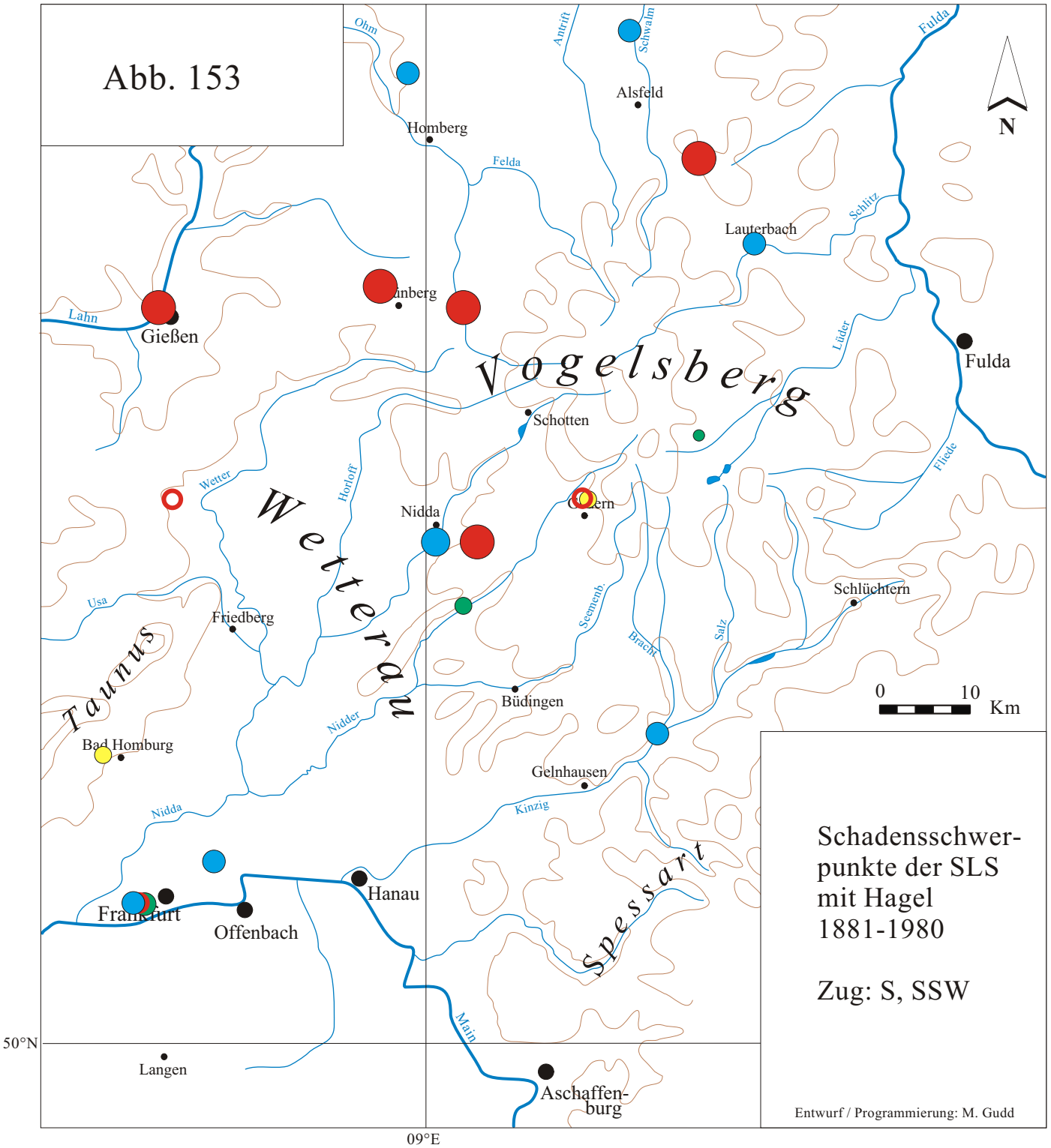
7.2.2. Hagelgewitter (*SLS*) aus dem südlichen bis südwestlichen Himmelssektor

Nur einige wenige *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden ziehen während des Untersuchungszeitraumes aus südlichen Richtungen (S und SSW) über das UG hinweg. Da diese Ereignisse nur zu 4% (entsprechend nur n = 10) aller Hagel-*SLS* auftreten, sollen sie hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt und nicht weiter ausgewertet werden. Die Verteilung der dabei aufgetretenen Gewitterschäden zeigt aber auch in Abb. 152, dass die grundsätzlichen Charakteristiken der auch sonst aus dem SW-W-Sektor heranziehenden *SLS* auch hier vorhanden sind: Das Überwiegen der Schadensvorkommen im südlichen, westlichen und nördlichen UG, dagegen nicht im östlichen UG. Ebenso wird dies aus der Schwerpunktverteilung der Schäden in Abb. 153 deutlich.

7.2.3. Hagelgewitter (*SLS*) aus dem westlichen bis nördlichen Himmelssektor

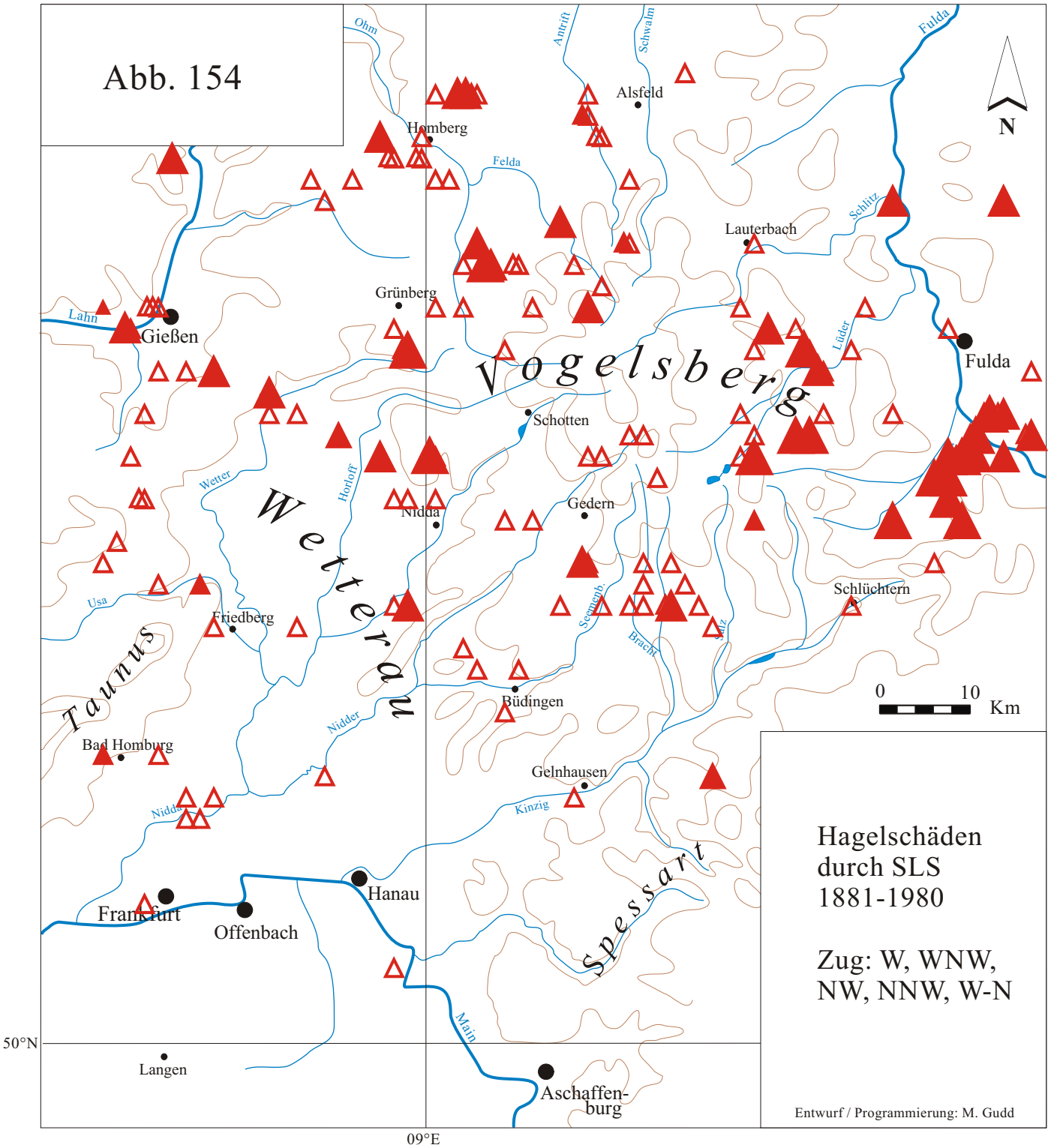
Ähnlich wie die *SLS*-Ereignisse mit Sturmschäden (Kap. 7.1.3.) zeigen auch *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden aus dem westlichen bis nördlichen Sektor im UG eine gegenüber den Fällen aus SW-W grundlegend unterschiedliche Charakteristik. Zwar kommen diese Ereignisse insgesamt nur in wenigen Fällen vor mit 13% aller Hagel-*SLS* (entsprechend n = 34), weisen jedoch typische Eigenschaften auf. Sie treten wie die *SLS*-Ereignisse mit Sturmschäden aus W-N in ganz überwiegendem Maße tagsüber in der Zeitspanne zwischen 12 und 18 Uhr auf. Nur ein knappes Zehntel dieser Fälle tritt in meridionalen GWL auf, der überwiegende Teil ist mit gemischten bzw. zonalen GWL verbunden. Räumlich gesehen ist ihr Vorkommen während der Untersuchungsperiode fast vollständig auf das mittlere, nördliche und östliche UG beschränkt (Abb. 154), übereinstimmend mit dem Auftreten der *SLS*-Ereignisse mit Sturmschäden aus dem Sektor W-N. Der Süden des UG ist zwar nicht vollständig schadensfrei, doch treten Hagelschäden nur selten und unregelmäßig auf, während der Untersuchungs-

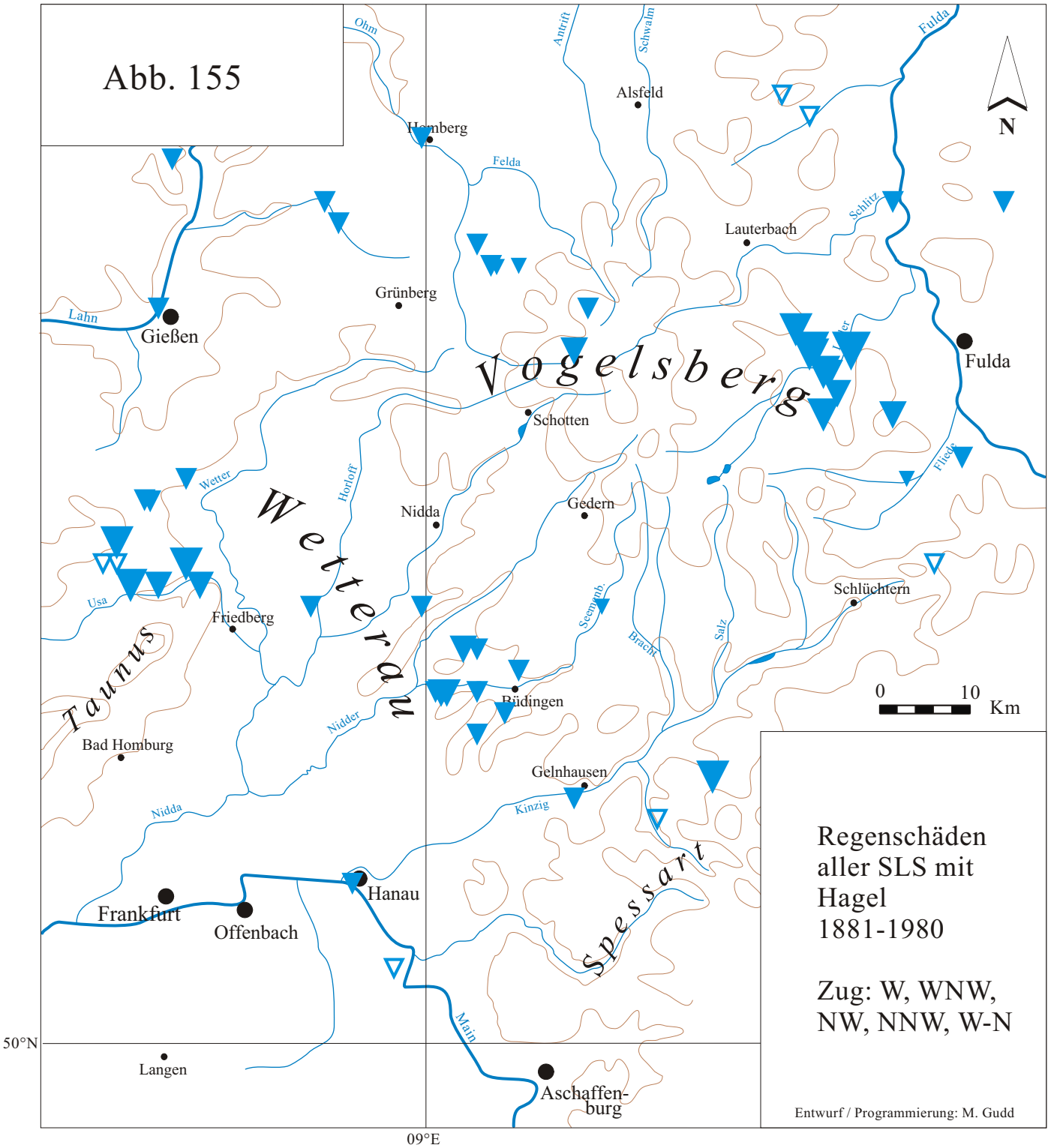

Abb. 152
Homberg
Alsfeld
Lauterbach
Gießen
Fulda
Schotten
Nidda
Friedberg
Büdingen
Schlüchtern
Bad Homburg
Gelnhausen
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Aschaffen-
burg
Langen
Vogelsberg
Wetterau
Taunus
Spessart
Lahn
Wetter
Horloff
Usa
Nidder
Kinzig
Main
Fulda
Schwalm
Antr
Felda
Schlitz
Lüder
Fliede
Seemenb.
Bracht
Salz
N
0
10
Km
50°N
09°E
Schäden durch
SLS mit Hagel
1881-1980
Zug: S, SSW
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 153
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Ortern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Hagel
1881-1980
Zug: S, SSW
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

periode kommt es dort zu keinen starken Hagelschlägen. Außerdem deutet sich aus Abb. 154 an, dass im östlichen Teil des UG zwischen Fulda und Schlüchtern Berichte über signifikante Hagelschäden aus W-N gar nicht so selten vorkommen. Einige Gemeinden im südlichen Landkreis Fulda verzeichnen während der Untersuchungsperiode mehrfach derartige Hagelschläge. Dies zeigt erneut den Gegensatz im räumlichen Vorkommen von Hagelschäden zwischen *SLS* aus SW-W und *SLS* aus W-N. Als jüngeres Beispiel ist auch hier wieder der 18.09.1988 zu nennen bei einer Zugrichtung von NNW nach SSE mit extremem Hagelschlag über dem Grenzbereich zwischen Vogelsberg und Rhön im südlichen Landkreis Fulda und im angrenzenden Unterfranken. Auch historisch sind aus dem Fuldaer Land bei dieser Situation ernste Hagelschläge überliefert. So zitiert SCHNEIDER (1806, S. 127) ein Vorkommnis von 1804 (06.06.1804, Zug: WNW-ESE): „*(...) Vor zwei Jahren hatten wir indessen einen solchen Hagelschlag, dass Schlossen von der Größe einer Faust unter den noch häufigern kleinen niederfielen, und in der Gegend, wo sie hergestrichen waren, unsere ganze hoffnungsvolle Erndte auf einmal und in einer halben Stunde vernichteten. Schlossen von solcher ungeheuren Größe, die dem westlichen Theile unserer Stadt, wo ihr Strich sonderlich hergekommen war, in unglaublich kurzer Zeit alle Fensterscheiben zerschlagen, hatten bei uns die ältesten Leute noch nicht fallen gesehen, und wussten sich auch aus der Tradition ihrer Voreltern deren nicht zu entsinnen. Menschen, welche im Felde gewesen waren, sind von ihnen verwundet, Thiere getödtet worden.*“

Die zu den wenigen *SLS*-Ereignissen mit Hagelschäden aus dem Sektor W-N gehörenden Starkregenereignisse zeigen ebenfalls eine Bevorzugung des mittleren, nördlichen und östlichen Teils des UG (Abb. 155). Die Hälfte der Hagel-*SLS* wird auch von Starkregenschäden begleitet, und 26% (entsprechend n = 9) besitzen intensiven Schadenscharakter. Hierbei ist festzuhalten, dass diese Form der *SLS* während der Untersuchungsperiode erstmals in der Lage ist, signifikante gewitterbedingte Hochwassererscheinungen zu verursachen, und zwar an den Randlagen von den Mittelgebirgen zu den benachbarten tiefer gelegenen Regionen. Ein Ereignis (31.07.1892) betrifft die Grenze Wetterau / Taunus mit schweren Wasserschäden im Usatal, ein weiteres Ereignis sucht die Randlagen des östlichen Vogelsberges heim (01.08.1955), hier im Lüdertal sehr schwere Wasserschäden verursachend. Dies zeigt, dass im Gegensatz zu den oft schnellziehenden *SLS*-Ereignissen aus SW-W bei den *SLS* aus westlichen bis nördlichen Richtungen durchaus auch langsamziehende Gewittersysteme vorkommen, die ihre Niederschlagsmassen an Ort und Stelle entladen können. Aber auch hierbei ist auffallend, dass das südliche UG nur in Ausnahmefällen gewitterbedingte Starkniederschlagsschäden zu verzeichnen hat.


Abb. 154
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
Homberg
Felda
N
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Usa
Seemenb.
Bracht
Schlüchtern
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Hagelschäden
durch SLS
1881-1980
Zug: W, WNW,
NW, NNW, W-N
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

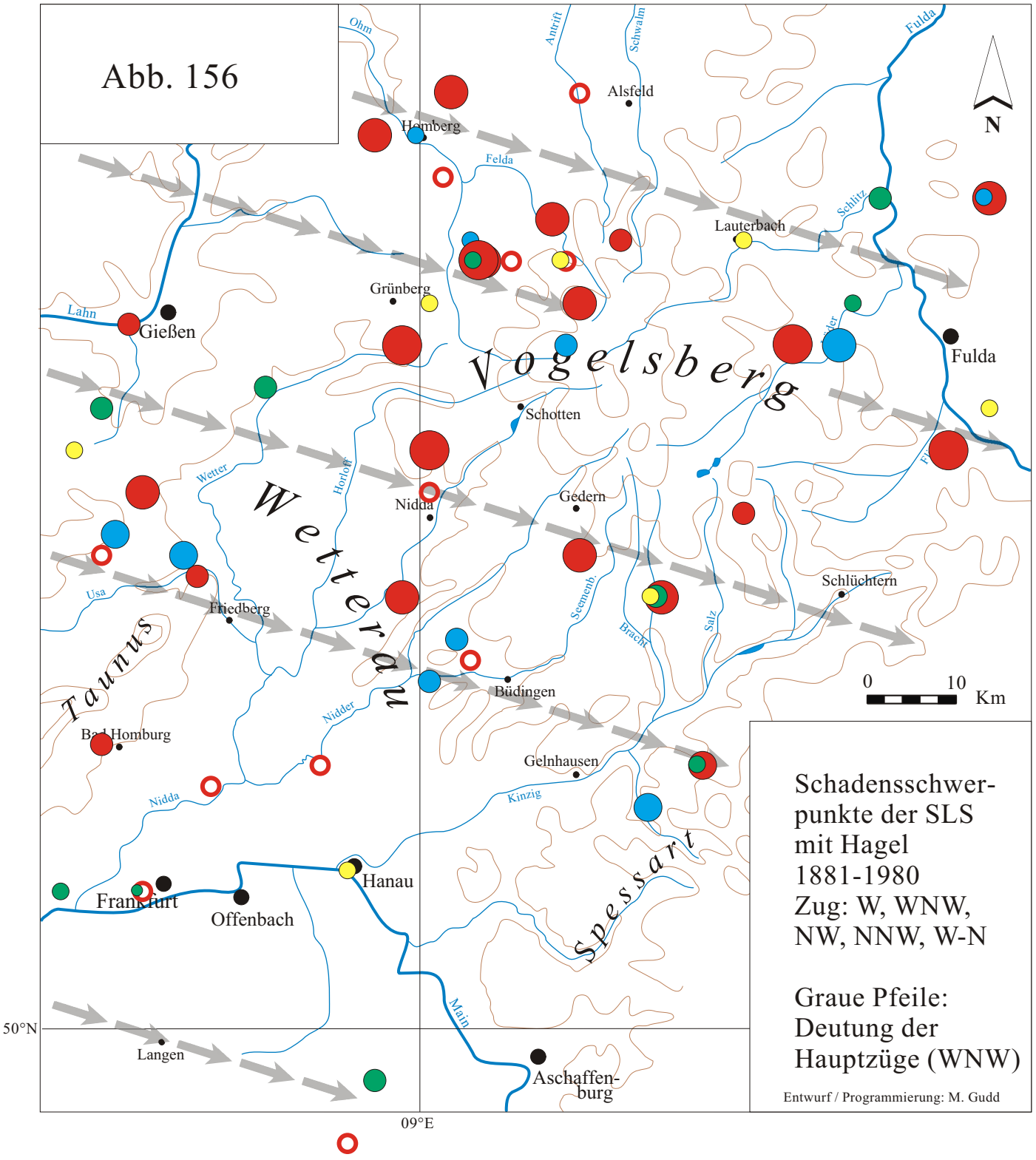

Abb. 155
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
Homberg
Felda
N
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Bracht
Salz
Taunus
Friedberg
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Regenschäden
aller SLS mit
Hagel
1881-1980
Zug: W, WNW,
NW, NNW, W-N
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

Dieser Sachverhalt zeigt sich in besonderem Maße natürlich wieder auf der Karte der Schadensschwerpunkte aller Hagel-*SLS* aus W-N (Abb. 156). Sämtliche aufgetretenen Hagelschwerpunkte konzentrieren sich auf den mittleren, nördlichen und östlichen Bereich des UG, insbesondere im Vogelsberg ist das der Fall. Dort und nördlich davon finden sich die entsprechenden Schwerpunkte aller begleitenden Sturmschäden. Die in Anlehnung an Abb. 124 (*SLS*-Ereignisse mit Sturmschäden aus W-N) interpretierten Zugbahnen der Gewittersysteme aus WNW zeigt die Anordnung der Schadensschwerpunkte an Zugbahn WNW 2, die sich vom Giessener Raum über den südlichen Vogelsberg hinweg in Richtung Schlüchterner Land und Unterfranken erstreckt. Mehrere starke Hagelzüge ordnen sich während der Untersuchungsperiode hier an. Auch nördlich des Vogelsberges sind entlang der Schwerpunkt-Zugbahn WNW 3 einige bedeutende Schwergewitter zu finden, weniger entlang von WNW 4. Da *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden nicht in jedem Falle signifikante *Downbursts* produzieren, ist die Anzahl der begleitenden Sturmschäden geringer als in Abb. 124, die Anzahl der Starkregenschäden jedoch höher. So kann auch südlich von Schwerpunkt-Zugbahn WNW 2 eine weitere Schwerpunkt-Zugbahn WNW 2a gedeutet werden, an der sich etwa auf der Linie Friedberg – Büdingen – Gelnhausen während der Untersuchungsperiode mehrere starkniederschlagsträchtige Ereignisse konzentrierten. Tatsache ist bei all dem, dass aufgrund der „abschattenden" Wirkung der Taunushöhenlagen die südliche Wetterau sowie ein Großteil des im UG befindlichen Rhein-Main-Gebietes von *SLS* aus W-N nicht schwerpunktmäßig heimgesucht werden.

Im folgenden sollen einige Einzelbeispiele die vorstehend aufgeführten Eigenschaften näher verdeutlichen:

03.06.1888: In den späten Nachmittagsstunden zieht ein schweres Gewitter in der Richtung WNW-ESE quer über das mittlere UG hinweg, dessen begleitender Hagelzug recht scharf abgegrenzt ist: „(...) *Dagegen wird aus der Giessener Gegend berichtet, daß dortselbst am Sonntag Nachmittag zwischen 5-6 Uhr sich ein äußerst heftiges Gewitter entladen hat. Dasselbe war von Hagel begleitet, welcher namentlich in den Gemarkungen Watzenborn und Steinberg arge Verheerungen anrichtete. Auch der Forstgarten nebst angrenzendem Wald hat sehr Noth gelitten. – Das auch um die gleiche Zeit über die hiesige Gegend* [Butzbach] *gezogene Gewitter kam hier nicht zur Entladung, sondern hatte nur einen starken Sturm im Gefolge, der in der Gemarkung Gambach ca. 70 Stück Zwetschen- und andere Bäume entwurzelte.* (...)."[110] Dieses Beispiel verdeutlicht den immer wieder vorkommenden Zug WNW 2, an dem

[110] Aus: Wetterauer Bote 65, 06.06.1888.


Abb. 156
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
Homberg
Felda
N
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Usa
Friedberg
Seemenb.
Bracht
Salz
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Hagel
1881-1980
Zug: W, WNW,
NW, NNW, W-N
Graue Pfeile:
Deutung der
Hauptzüge (WNW)
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

sich *SLS* mit Sturm- und Hagelschäden während der Untersuchungsperiode mehrfach schwerpunktmäßig anordnen (Abb. 157), in ihren Auswirkungen teilweise mit den stärksten Vorkommnissen aller *SLS* während dieser Zeit vergleichbar. –

Interpretation: Ein einzelnes Gewittersystem, das unter schnellem Zug ESE-wärts zieht. Isoliert oder gruppiert auftretend, kein Bestandteil einer Gewitterfront.

31.07.1892: Eine Schwergewitterlage mit zahlreichen unterschiedlichen Gewittern, bei der sich die jeweiligen aktivsten Zellen an Ort und Stelle besonders heftig entladen. So werden Starkniederschlagsschwerpunkte in Abb. 158 aus dem Grenzbereich Taunus/Wetterau sowie aus dem östlichen Vogelsberg gemeldet. Daneben kommen häufige Blitzschäden vor. Sturmschäden werden nicht registriert. „(...) *Ferner wurden dem Ortsein[...] auf der Nördlichen seite fast sämtliche Fenster Dachziegeln Dachfenster und Dachwende zertrümmert, denn die Eisstücke fielen in der größe eines 3 M Stück zu Erde, und liegen heute Nachmittag* [01.08.1892] *noch Stellenweise 0,30 m hoch. Gegen Hagelschaden ist keiner in der Gemeinde versichert. Das Unwetter dauerte eine halbe Stunde, und der Hagel lag so geschlossen wie der Schnee.*“[111] –

Interpretation: Schadensverteilung und Gewitterbeobachtungen deuten auf eine typische Schwarmgewitterlage hin, bei der zahlreiche einzelne Zellen in gruppierter *MCS*-Form auftreten. Jedes einzelne System ist in der Lage, heftige Gewitter zu produzieren, wodurch zahlreiche Blitzschläge vorkommen. Die heftigsten Gewitterzellen entladen sich jeweils durch Starkniederschlag. Bei einer nur gering bis mäßig ausgeprägten Verlagerungstendenz sind Sturmphänomene nicht nennenswert.

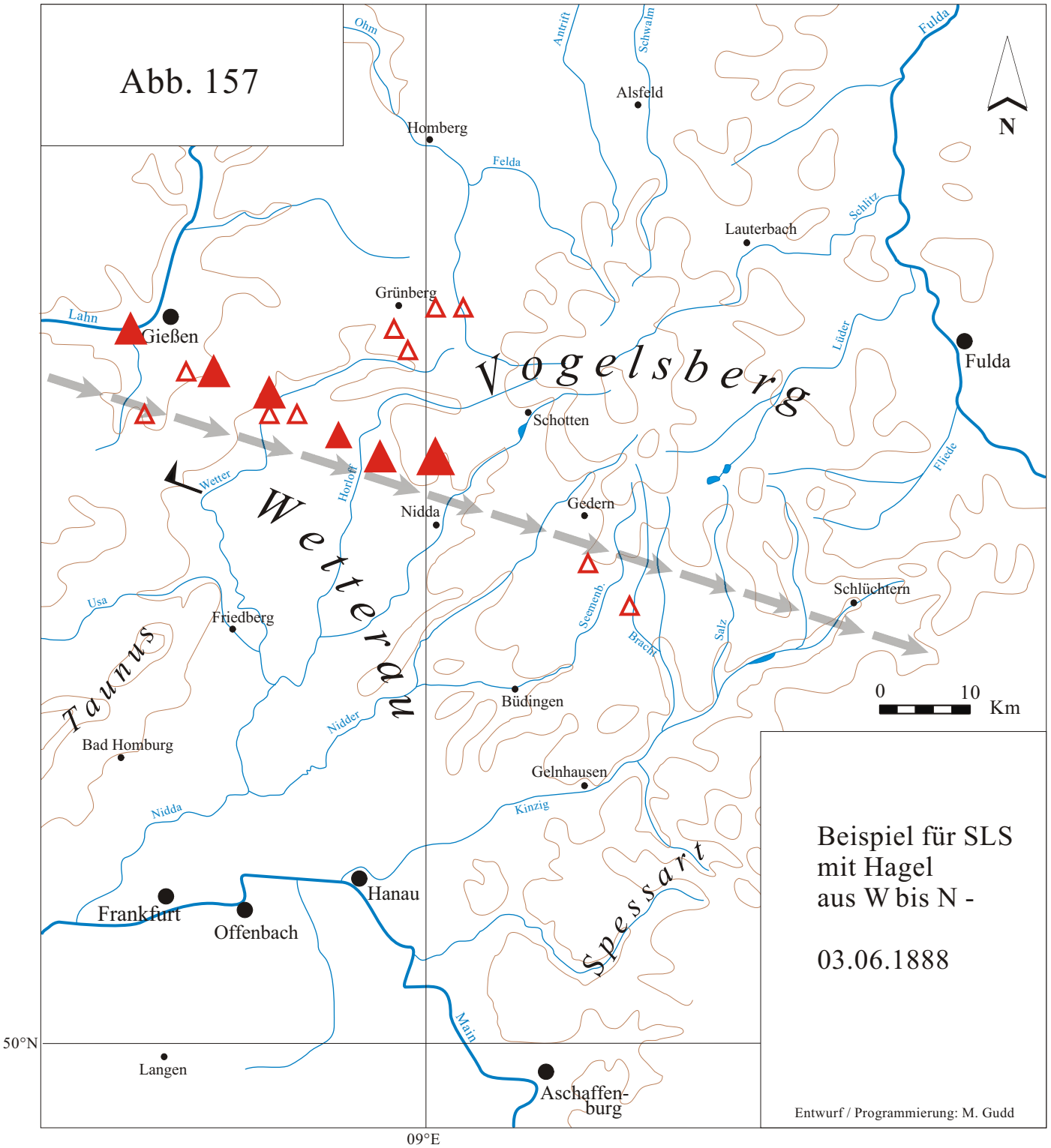
01.06.1903: Ein am frühen Nachmittag dieses Tages auftretendes Gewitter verursacht Hagelschäden, wobei sich der Hagelzug auch hier (Abb. 159) annähernd exakt entlang der Schwerpunktzugbahn WNW 2 anordnet. Angaben über die Maximalgröße der Hagelkörner liegen nicht vor. –

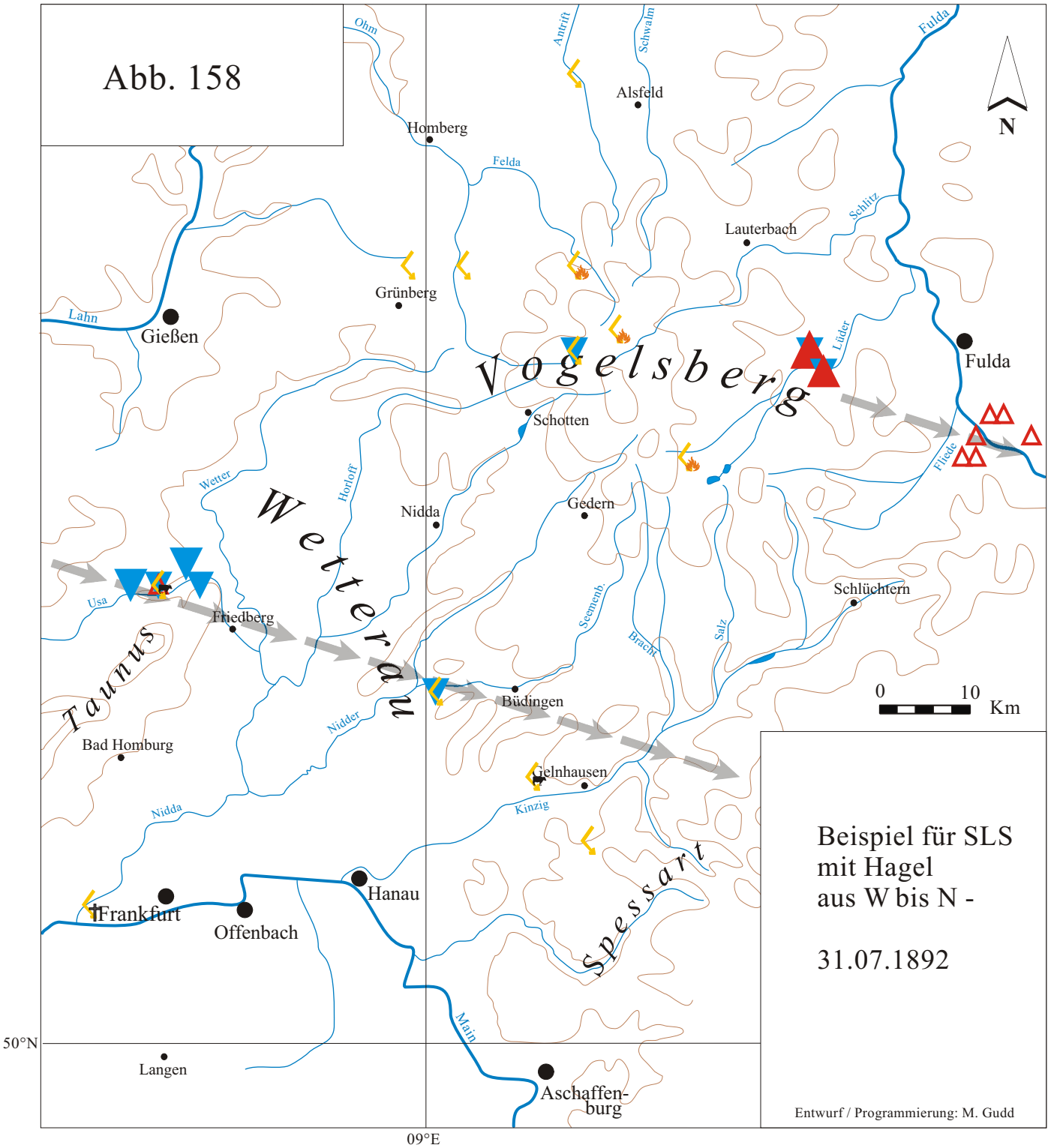
Interpretation: Ein einzelnes Gewittersystem mit typisch lokaler Schadensverteilung im Bereich des *Downdrafts*.

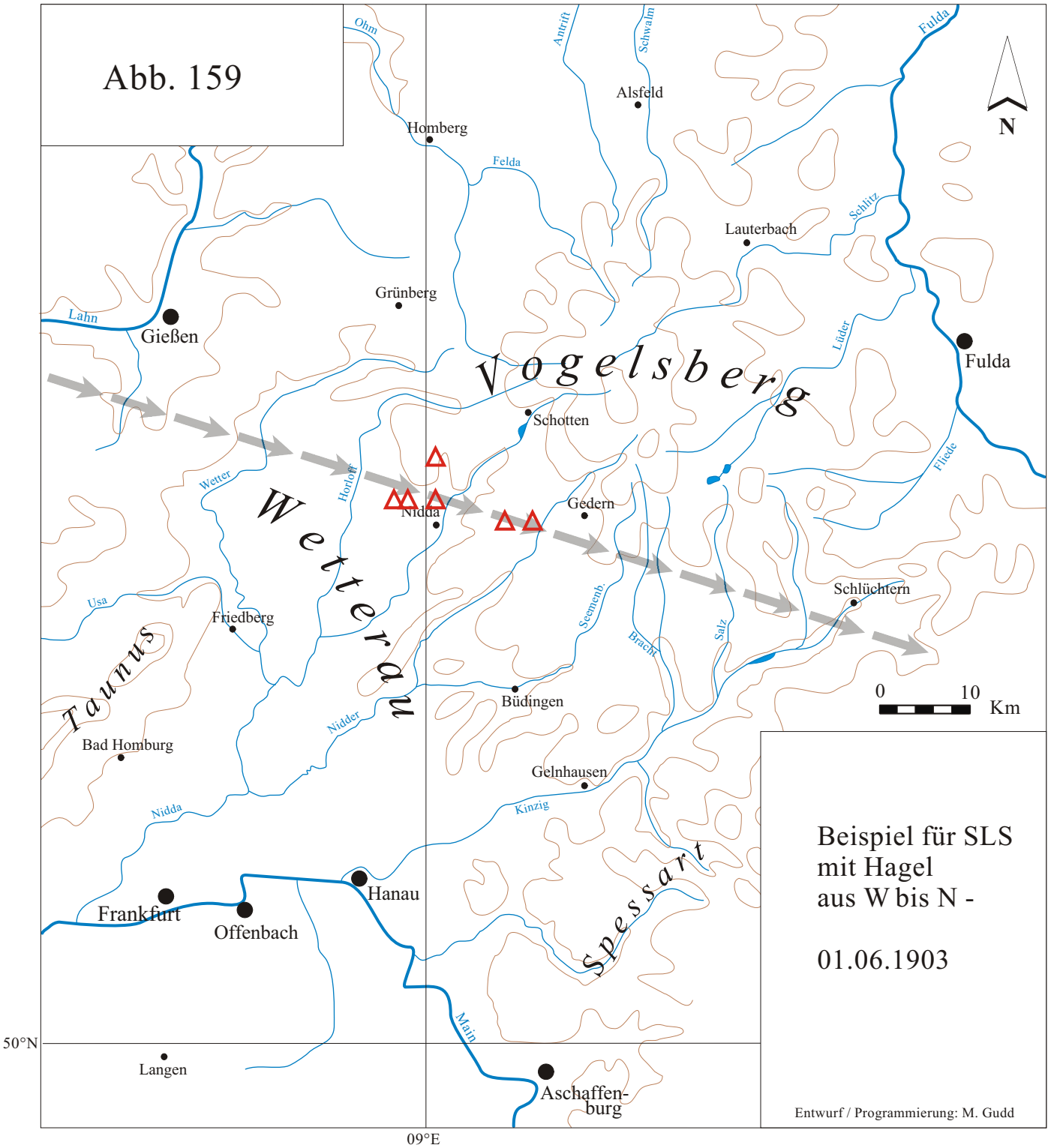
02.08.1961: Dass selbstverständlich auch von der reinen WNW-Verlagerung Abweichungen vorkommen, zeigen immer wiederkehrende Fälle. Sowohl die reine W-E-Richtung wird beobachtet als auch Ereignisse, die aus NW-N über das UG hinwegziehen. Auch bei diesem hier

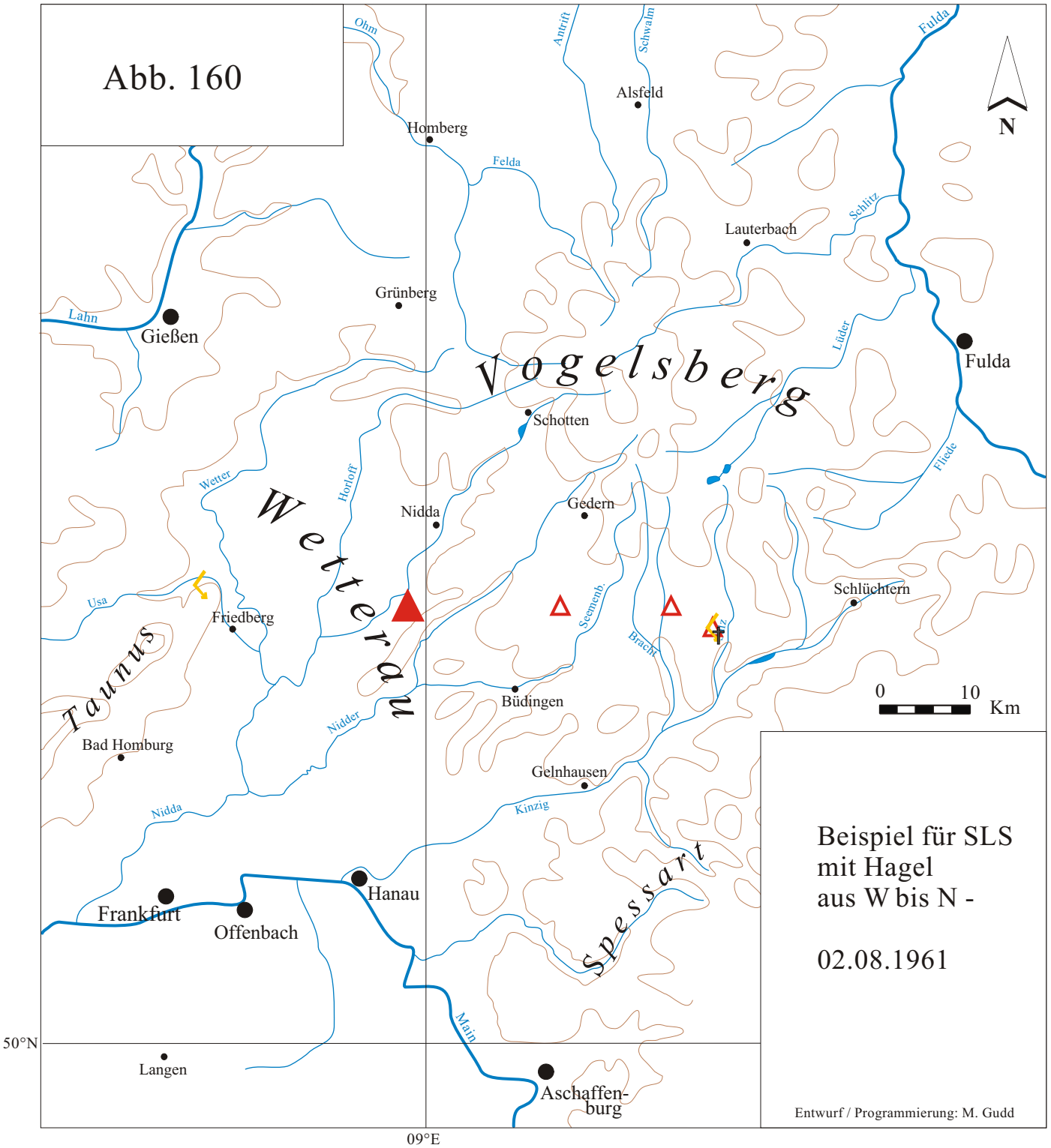
---

[111] Bericht des Bürgermeisters von Hosenfeld an das Landratsamt Fulda vom 01.08.1892 (STAM Best. 180, Nr. 1730, Hagel- und Starkregenschäden der Jahre 1875-1899).


Abb. 157
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Brach
Salz
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Hagel
aus W bis N -
03.06.1888
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 158
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Friedberg
Seemenb.
Schlüchtern
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Hagel
aus W bis N -
31.07.1892
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 159
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Fliede
Nidda
Gedern
Wetterau
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Salz
Brach
Friedberg
Taunus
0
10
Km
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Hagel
aus W bis N -
01.06.1903
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 160
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Fliede
Wetterau
Nidda
Gedern
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Taunus
Bracht
0
10
Km
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Hagel
aus W bis N -
02.08.1961
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

kurz erwähnten Beispiel ist das der Fall, dieses Ereignis zieht am frühen Abend des 02.08.1961 ziemlich genau von W nach E über den mittleren Teil des UG. Auch hier (Abb. 160) zeigt sich die relativ schmale Schadensspur mit Hagelschlag und Blitzschäden. Bemerkenswert ist auch diesmal, dass nach den Gewitterbeobachtungen (hier nicht wiedergegeben) der südliche Bereich des UG gewitterfrei bleibt.

7.2.4. Hagelgewitter (*SLS*) aus dem nördlichen bis östlichen Himmelssektor:

Im Gegensatz zu den wenigen *SLS*-Ereignissen mit Sturmschäden kommen *SLS*-Fälle mit Hagelschäden aus dem Sektor Nord bis Ost etwas häufiger während des Untersuchungszeitraumes im UG vor, und zwar zu einem knappen Zehntel (9%, entsprechend n = 24). Sie sollen daher als eigenständige Gewitterform hier kurz beschrieben werden. Da Sturmereignisse im wesentlichen bei diesen Fällen fehlen, sind sie verstärkt durch Starkniederschlagsschäden gekennzeichnet. Sämtliche Ereignisse treten tagsüber auf zwischen 12 und 21 Uhr und verdeutlichen die große Zugehörigkeit der Hagelschäden aus N-E mit den während des Tages vorkommenden Luftmassen-(Wärme-)Gewittern. Dementsprechend überwiegt auch das Vorkommen bei meridionalen Großwetterlagen, zonale GWL spielen keine Rolle.

Die Karte mit den *SLS*-Ereignissen mit Hagelschäden aus N-E (Zugrichtungskategorien: N, NNE, NE, ENE, N-E) zeigt in Abb. 161 ein unregelmäßiges Auftreten über das UG hinweg. Eine besondere Häufung in einer bestimmten Region ist nicht zu erkennen, entsprechend der Tatsache, dass die hierfür verantwortlichen *SLS* bei einer Anströmung aus nordöstlichen Richtungen nicht Teil großräumiger Gewittersysteme sind, sondern häufig lokal ausgeprägte Gewitter. Lokaler Hagelfall ist daher im UG die Regel.

Starkregenschäden gibt es bei den *SLS*-Ereignissen mit Hagelschäden aus N-E häufig (in 17 von 24 Fällen). Diese Ereignisse sind in Abb. 162 dargestellt. Da die Verlagerungstendenz der *SLS* aus nordöstlichen Richtungen gegenüber den *SLS* aus westlichen Richtungen bedeutend verringert ist, ordnen sich die Ereignisse nicht in Zügen an, sondern verdeutlichen das lokale bzw. regionale Vorkommen. Obwohl bezüglich der Anzahl nur wenige Starkregenschadensereignisse auftreten, verteilen sie sich prinzipiell über das gesamte UG. Auffallend ist dabei aber, dass die stärksten Ereignisse sämtlich westlich und nördlich des Vogelsberges vorkommen. Möglicherweise spielt in diesen Regionen eine verstärkte Hebung bei den aus N-E heranziehenden Gewittersystemen hierbei eine Rolle. Erstmals finden sich auch sehr intensive gewitterbedingte Starkregenfälle, die als Wolkenbrüche zu kennzeichnen sind – sie gehören zu der ausgeprägten Gewitterperiode von Juni 1914. Auffallend ist die Schadenarmut zwischen Fulda und Schlüchtern sowie im Rhein-Main-Gebiet.

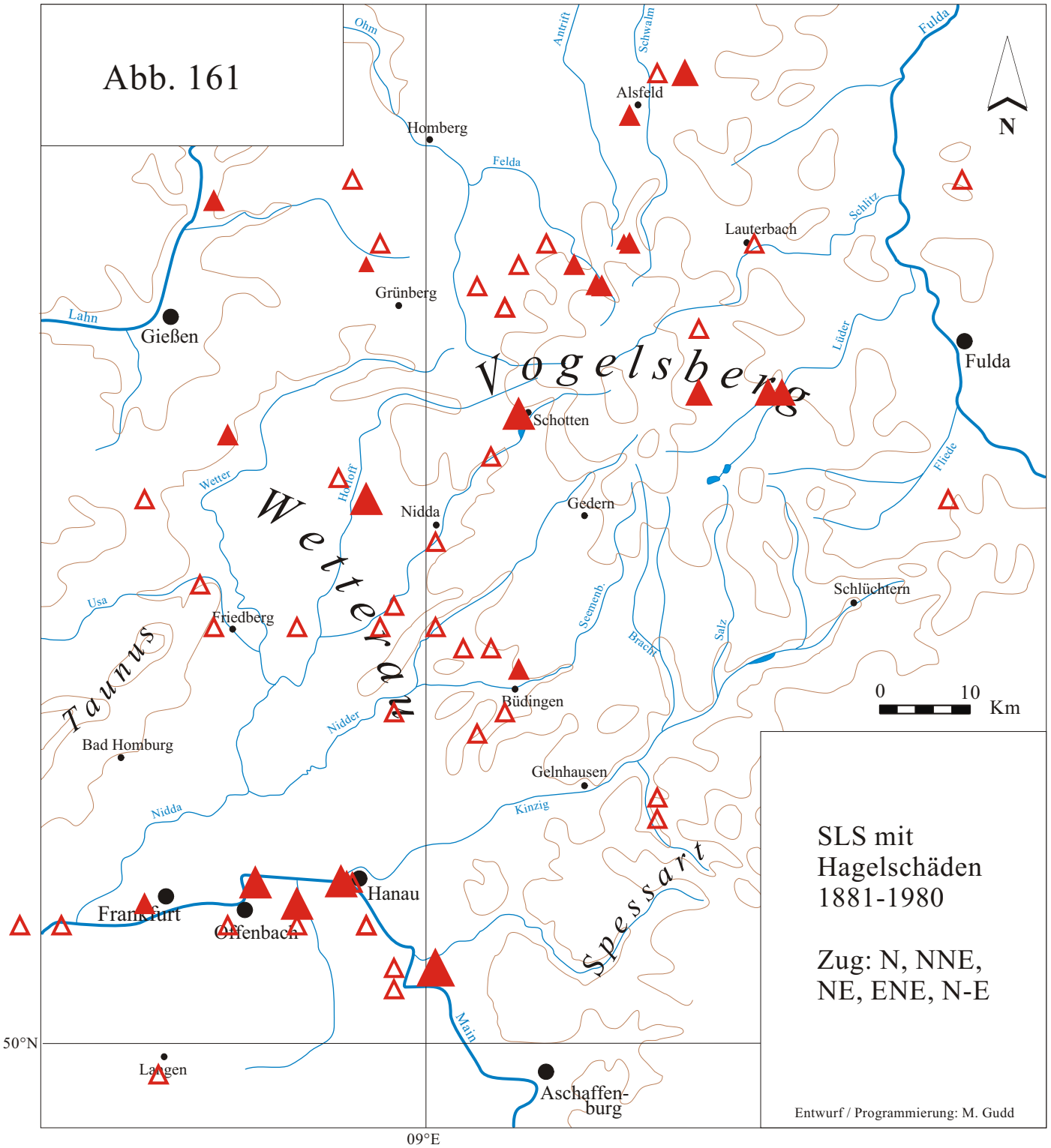
Die Karte mit der Blitzverteilung aller *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden aus N-E (Abb. 163) zeigt die vorgekommenen Schäden über das gesamte UG hinweg verteilt. Bemerkenswert ist dabei die Tatsache, dass allein bei 5 von 24 N-E-*SLS* blitzbedingte Todesfälle zu verzeichnen sind. Dies bekräftigt die bereits in Kap. 6.2.6.1.8. ausgesprochene Vermutung, dass die aus dem östlichen Sektor heraufziehenden Gewitter für eine im Freien sich aufhaltende Person aufgrund der geringen Zuggeschwindigkeit nicht so bedrohlich wirken und dementsprechend häufig unterschätzt werden.

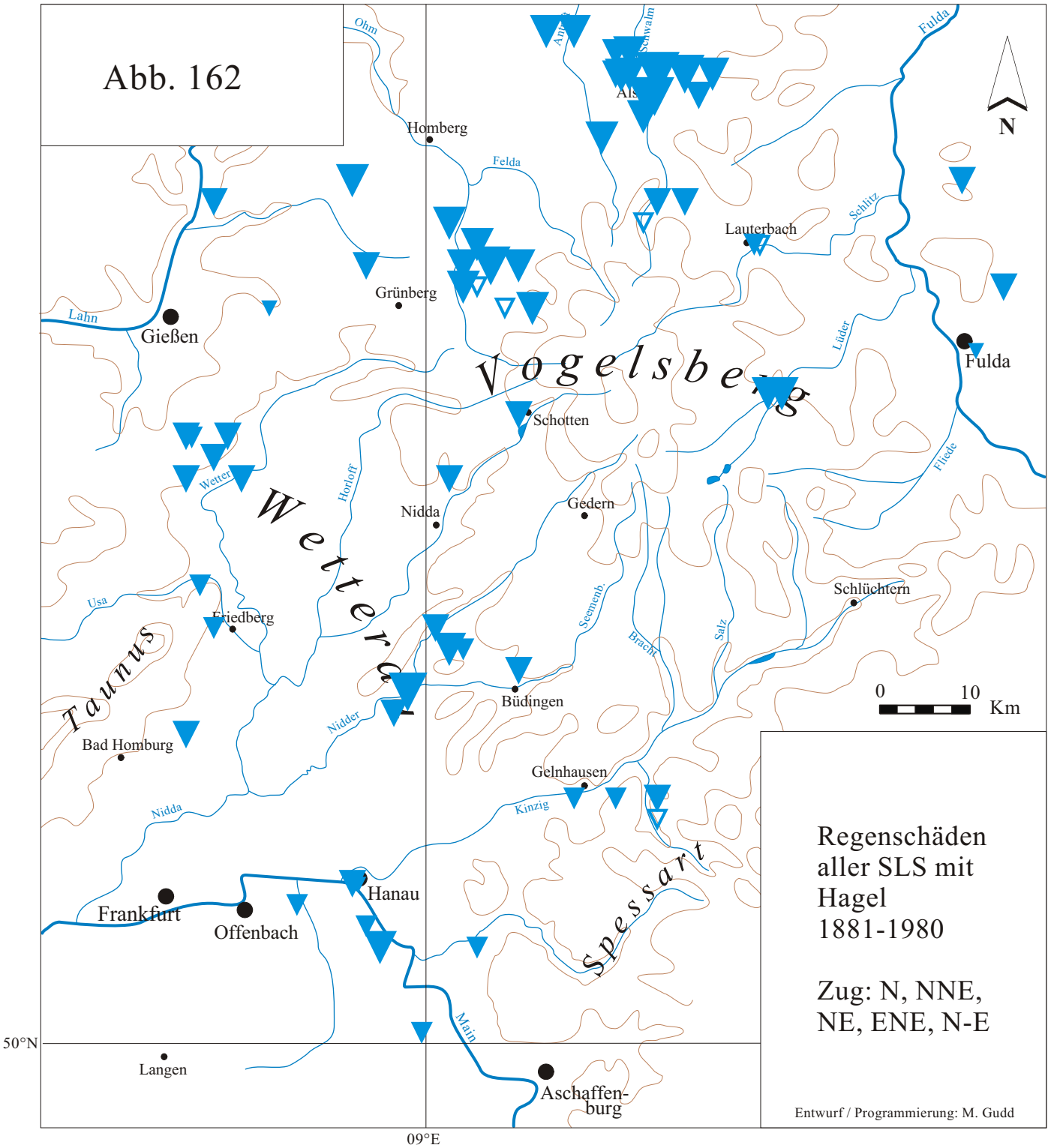
Auf der Karte mit den Schadensschwerpunkten (Abb. 164) aller *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden aus N-E ordnen sich die Ereignisschwerpunkte im gesamten UG an. Dabei kommt noch einmal die Tatsache zum Tragen, dass diese Ereignisse in der Regel lokal ausgeprägt sind. Großräumige Züge sind nicht erkennbar. Mitunter finden sich Berichte über Hagelkörner von enormer Größe, wenngleich die extrem starken Hagelschläge, wie sie bei *SLS* aus westlichen Richtungen auftreten, nicht vorkommen. Dass bei der Entstehung von Hagelschäden innerhalb *SLS* aus N-E eine nicht allzu große Windscherung mit der Höhe zu beobachten ist, darauf deuten auch die lokalen und nicht sonderlich signifikanten Sturmereignisse. Das große Überwiegen lokaler (Luftmassen- bzw. Wärme-)Gewitter zeigt sich auch im verstärkten Auftreten von Starkregenereignissen, wobei es erstmals bedeutende gewitterbedingte Hochwasserfälle in lokaler Ausprägung gibt. Den Eigenschaften nach zu urteilen, gehören *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden aus Nord bis Ost damit stärker zu den lokalen Ostgewittern als zu den großräumigen *SLS*, die in der Regel von Westen her über das UG hinwegziehen.

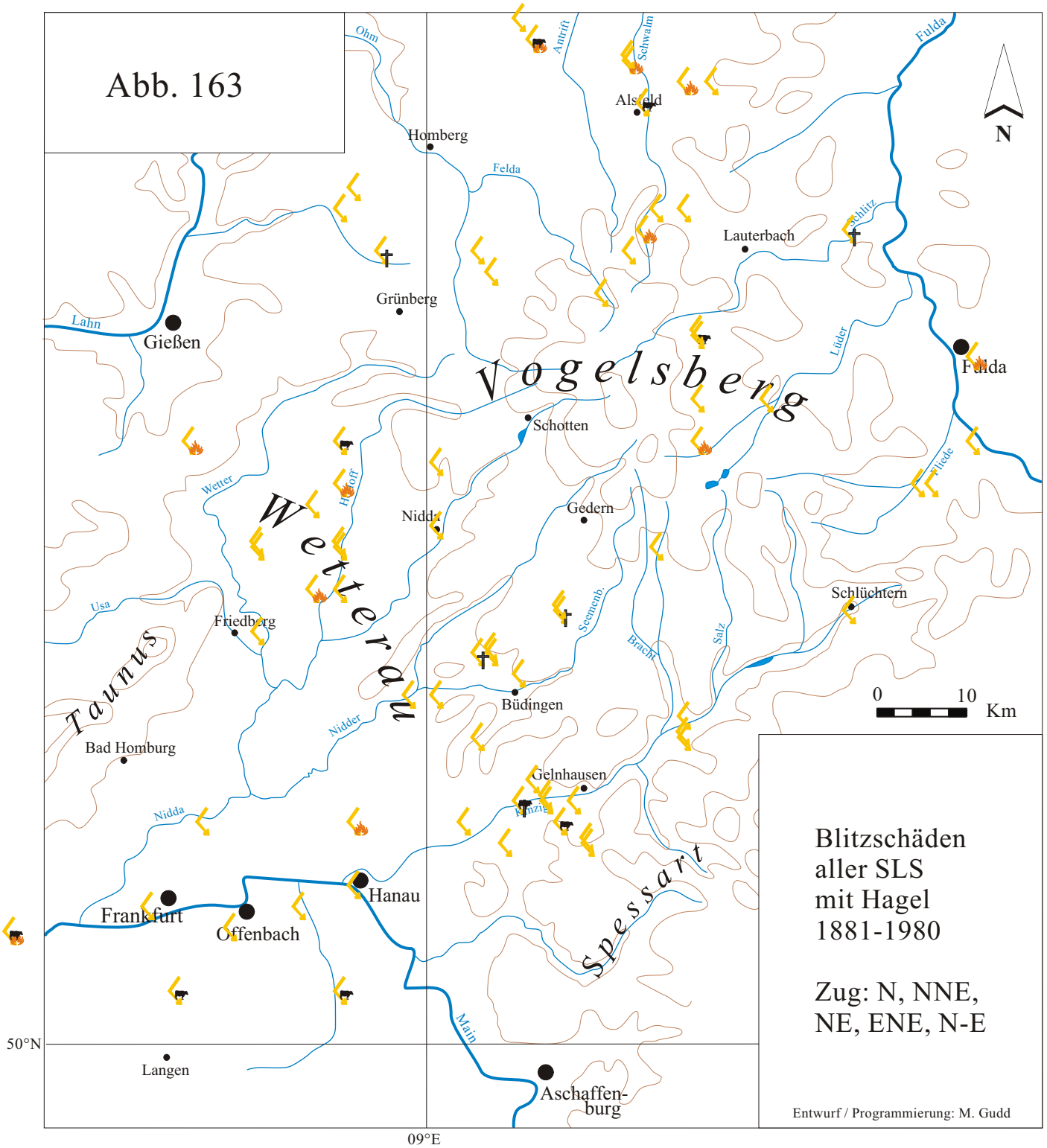
25.07.1959: In den Nachmittagsstunden entwickeln sich im UG in einer schwachen Nordostströmung verschiedentlich Gewitter, die in lokalem Rahmen Schäden verursachen. Das lokale Auftreten gewitterbedingter Schadensereignisse ist typisch für die aus N-E heranziehenden *SLS*. Schäden werden gemeldet aus der nördlichen Wetterau sowie vor allem aus dem östlichen Vogelsberg. Das Auftreten dieses *SLS* ist durch Beobachtungen recht genau nachvollziehbar, auch hieraus wird das lokale Vorkommen deutlich: „(...) *Um die Mittagszeit war von fern ein dumpfes Donnergrollen deutlich vernehmbar. Gegen 14 Uhr entluden sich die ersten Gewitter im Vogelsberg, während im Lauterbacher Gebiet noch eine schwüle Hitze brütete,* (...).“[112] Im Raum Ilbeshausen gab es Hagel „*von der Größe eines kleinen Kieselsteines (...). Stellenweise bedeckten die Hagelkörner die Felder 5 cm hoch.* (...).“[113] An der Grenze zwischen den Altlandkreisen Lauterbach und Fulda kommt es lokal zu intensiven Hagel- und

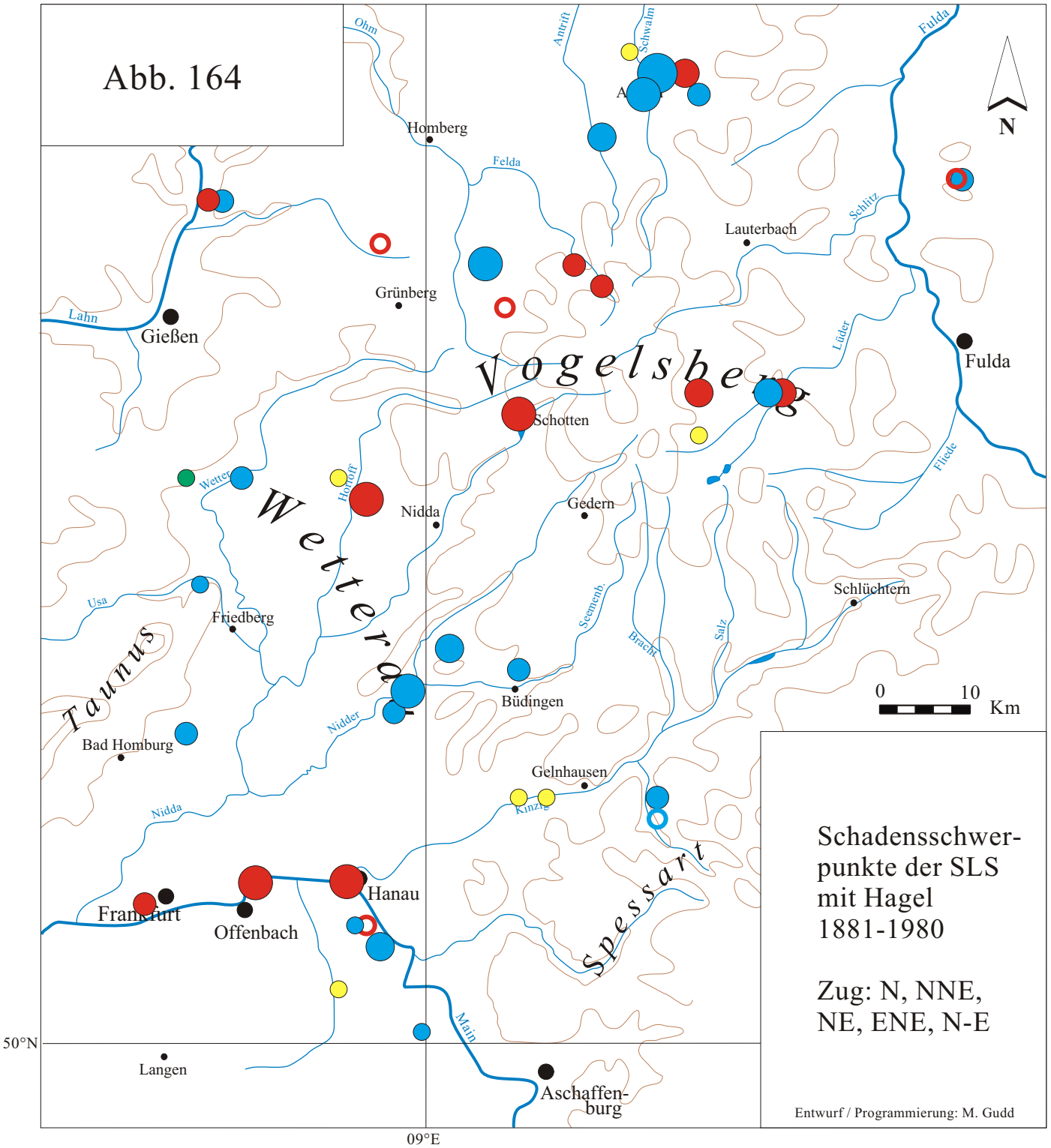
[112] Aus: Lauterbacher Anzeiger 170, 27.07.1959.

[113] ebda.


Abb. 161
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Holoff
Nidda
Gedern
Fliede
Wetterau
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Bracht
Salz
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
SLS mit
Hagelschäden
1881-1980
Zug: N, NNE,
NE, ENE, N-E
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 162
Ohm
Schwalm
Fulda
Als
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Taunus
Bracht
Salz
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Regenschäden
aller SLS mit
Hagel
1881-1980
Zug: N, NNE,
NE, ENE, N-E
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 163
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Alsfeld
Homberg
Felda
Lauterbach
Schlitz
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Salz
Bracht
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Blitzschäden
aller SLS
mit Hagel
1881-1980
Zug: N, NNE,
NE, ENE, N-E
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 164
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Friedberg
Taunus
Seemenb.
Bracht
Salz
Schlüchtern
0
10
Km
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Hagel
1881-1980
Zug: N, NNE,
NE, ENE, N-E
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

Starkregenschäden. Dieses Ereignis zeigt im übrigen sehr deutlich die Unzulänglichkeiten von punktuell vorgenommenen Messungen und Beobachtungen bei der Erfassung von gewitterbedingten Schäden. Denn die vom Deutschen Wetterdienst zu dieser Zeit unterhaltenen Niederschlagsstationen Hochwaldhausen und Hosenfeld, beide dem *SLS*-Ereignis am nächsten, notieren folgende Erscheinungen:

Hochwaldhausen: Regen 1-2 15.30-17, Graupel, Gewitter 12.40-20.10, Zugrichtung: NE-SW, Niederschlagssumme (24 Std.): 43,0 mm;[114]

Hosenfeld: Regen 2 12.30-19, Gewitter 2 12.30-20, Niederschlagssumme um 18 Uhr: 40,4 mm (in 24 Std.: 41,0 mm).[115]

Die Erscheinungen des Tages werden recht detailliert verzeichnet, auch wenn nur ein „einziger" Gewitterprozess notiert wird, und es sich vielmehr um eine ganze Anzahl verschiedener Gewitterzellen handelt. Aus den Aufzeichnungen geht jedoch nicht hervor, dass nur 4 km westlich von Hosenfeld (lt. Tageszeitungen) ganze Abhänge durch die Wassermassen ins Rutschen kommen, Straßenverbindungen unterbrochen werden, und dass kaum 2 km östlich von Hochwaldhausen starker Hagelschlag (s.o.) auftritt. –

Interpretation: Die Verteilung der Schäden (s. Abb. 165) und die Beobachtungsdaten zeigen, dass es sich typischerweise bei diesen Nordostgewittern um eine Schwarmgewitterlage handelt, in der immer wieder kräftige Gewitterzellen entstehen. Möglicherweise durch verstärkte Hebung auf der Ostseite des Hohen Vogelsberges kommt es dort auch zu intensiven Starkniederschlagsschäden. Sturmschäden sind in diesen lokalen Ereignissen nicht nennenswert.

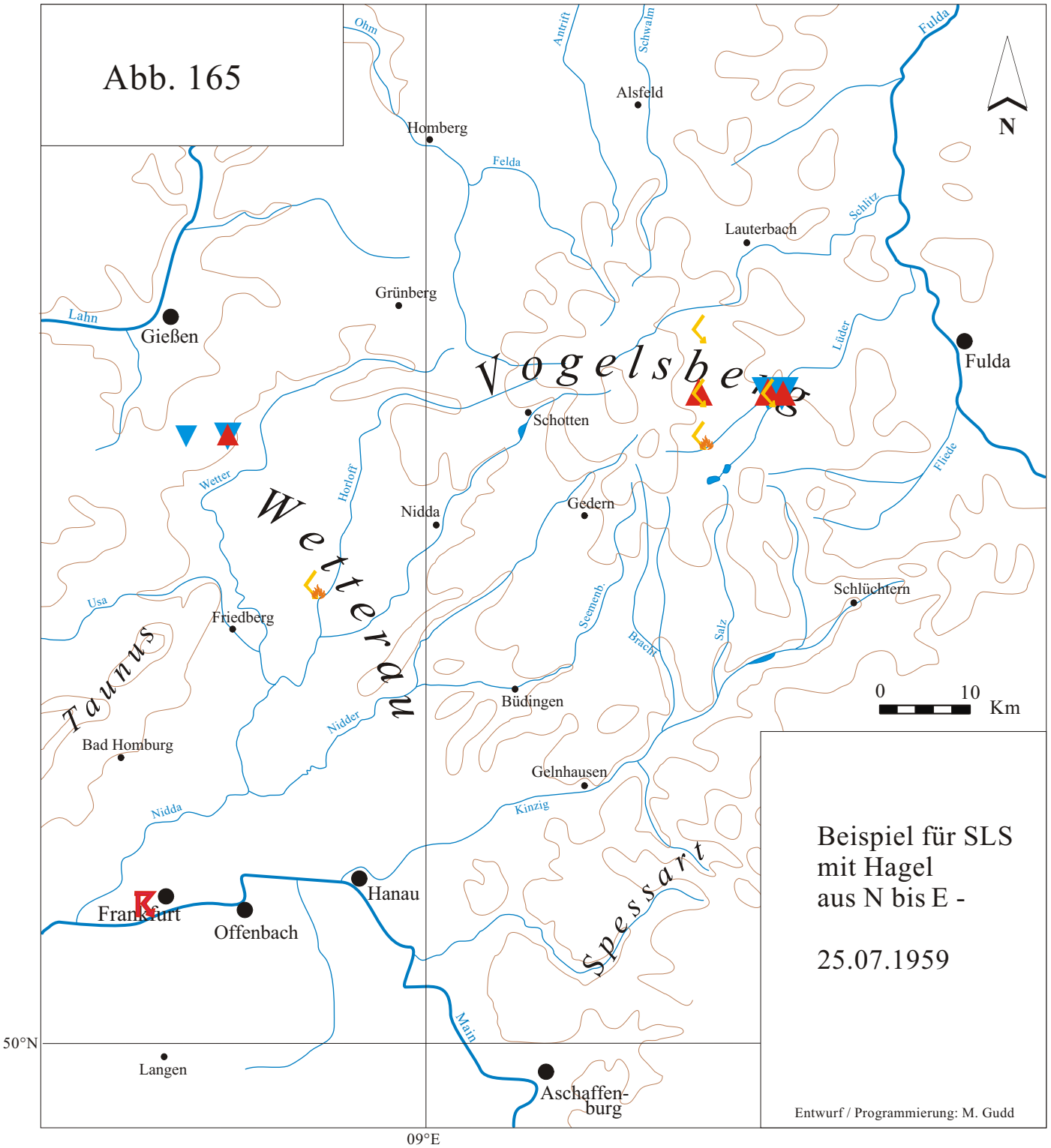
7.2.5. Hagelgewitter (*SLS*) aus dem östlichen bis südlichen Himmelssektor

Ein nicht unbeträchtlicher Anteil aller *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden (23%, entsprechend 62 von 264 Fällen) kommt während des Untersuchungszeitraumes im UG aus dem östlichen bis südlichen Sektor. Dass die dafür verantwortlichen Gewittersysteme in der Regel mit tagsüber entstehenden und damit lokalen *SLS* (Luftmassen-, Wärmegewitter) zurückzuführen sind, erweist sich schon aus der Tatsache, dass nur 10 Fälle zwischen 18 und 06 Uhr auftreten, und lediglich ein einzelnes Ereignis (25.07.1894) als Nachtgewitter vorkommt. Dieses Ereignis wiederum ist Teil eines großräumigen Gewittersystems. Der große Rest aller *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden aus E-S (82%, entsprechend n = 51) tritt in den Tagesstunden

---

[114] Aus: Aufzeichnungen der Niederschlagsstation Hochwaldhausen für das Jahr 1959 (Archiv DWD).

[115] Aus: Aufzeichnungen der Niederschlagsstation Hosenfeld für das Jahr 1959 (Archiv DWD).


Abb. 165
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Hagel
aus N bis E -
25.07.1959
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

zwischen 12 und 18 Uhr auf. Diese lokalen bzw. regional ausgeprägten SLS mit Hagelschäden entstehen überwiegend bei meridionalen GWL, gelegentlich auch bei gemischten GWL (HM, TM, TRM), zonale Wetterlagen spielen keine Rolle. Entsprechend häufig fallen im übrigen die hier besprochenen Ost-Ereignisse in die Frühsommermonate.

Die Karte mit sämtlichen während des Untersuchungszeitraumes aufgetretenen Hagelschäden (Abb. 166) zeigt die Verteilung der Schäden über das gesamte UG hinweg. Starke Hagelschläge kommen praktisch im gesamten UG vor, wenngleich gegenüber den *SLS*-Ereignissen mit Hagelschäden aus dem westlichen Himmelssektor die Häufigkeit der Hagelschäden im südlichen Bereich des UG auffallend geringer ist. Große Hagelzüge sind selten; da sich die häufig lokal entstehenden *SLS* in der Regel nicht solch großräumigen Zügen anordnen, sind die vorkommenden Schäden irregulär verteilt.

Die mit den *SLS*-Ereignissen mit Hagelschäden aus E-S verbundenen Starkregenschäden zeigt Abb. 167. Bei fast drei Viertel (74%, entsprechend 46 von 62 Fällen) aller Hagel-*SLS* aus E-S sind Starkregenschäden der Fall, wobei sogar fast ein Drittel von diesen Schadensereignissen durch Kategorie >= 1-2 (mäßige bis starke Schäden) gekennzeichnet ist. Auch hier kommen Schäden prinzipiell im gesamten UG vor, doch deuten sich dominierend bereits einige wenige außerordentlich signifikante Schadensfälle an, die sich im Gelnhäuser Raum und im Fuldaer Land finden. Dort sind während der Untersuchungsperiode nicht wenige *SLS* nicht nur mit Hagel-, sondern auch mit mehreren starken Regenschäden verbunden. Auch in der Wetterau und im südlichen Teil des Vogelsberges kommen intensive Starkregenschäden vor. Richtung Süden und Westen werden die mit den Hagel-*SLS* begleiteten Starkregenschäden mit fortschreitendem Maße geringer und weniger signifikant. So ist insbesondere die Lahnregion während des Untersuchungszeitraumes arm an Starkniederschlagsschäden bei von E-S heranziehenden Hagel-*SLS*. Es erscheint weiterhin bemerkenswert, dass die stärksten Regenschäden nicht im Gebirge selbst vorkommen, sondern an den Randbereichen zu den tiefgelegenen Regionen, was bei dieser Anströmungsrichtung (E-S) damit zusammenhängen kann, dass nach bevorzugter Entwicklung der (häufig isolierten) Cb über den Mittelgebirgen die Verlagerung des Gewitters bis in Lee von Rhön, Spessart (und Vogelsberg) ausreicht, dass sich die Niederschlagsentladung in den benachbarten tiefgelegenen Regionen abspielt. Allgemein ist jedoch bekannt, dass die stärksten gewitterbedingten Niederschläge häufig in Lee von Gebirgen vorkommen.

Ein Fünftel der *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden ist durch Sturmschäden gekennzeichnet, worauf bereits weiter oben (Kapitel 7.1.4.) eingegangen wurde. In der Regel handelt es sich

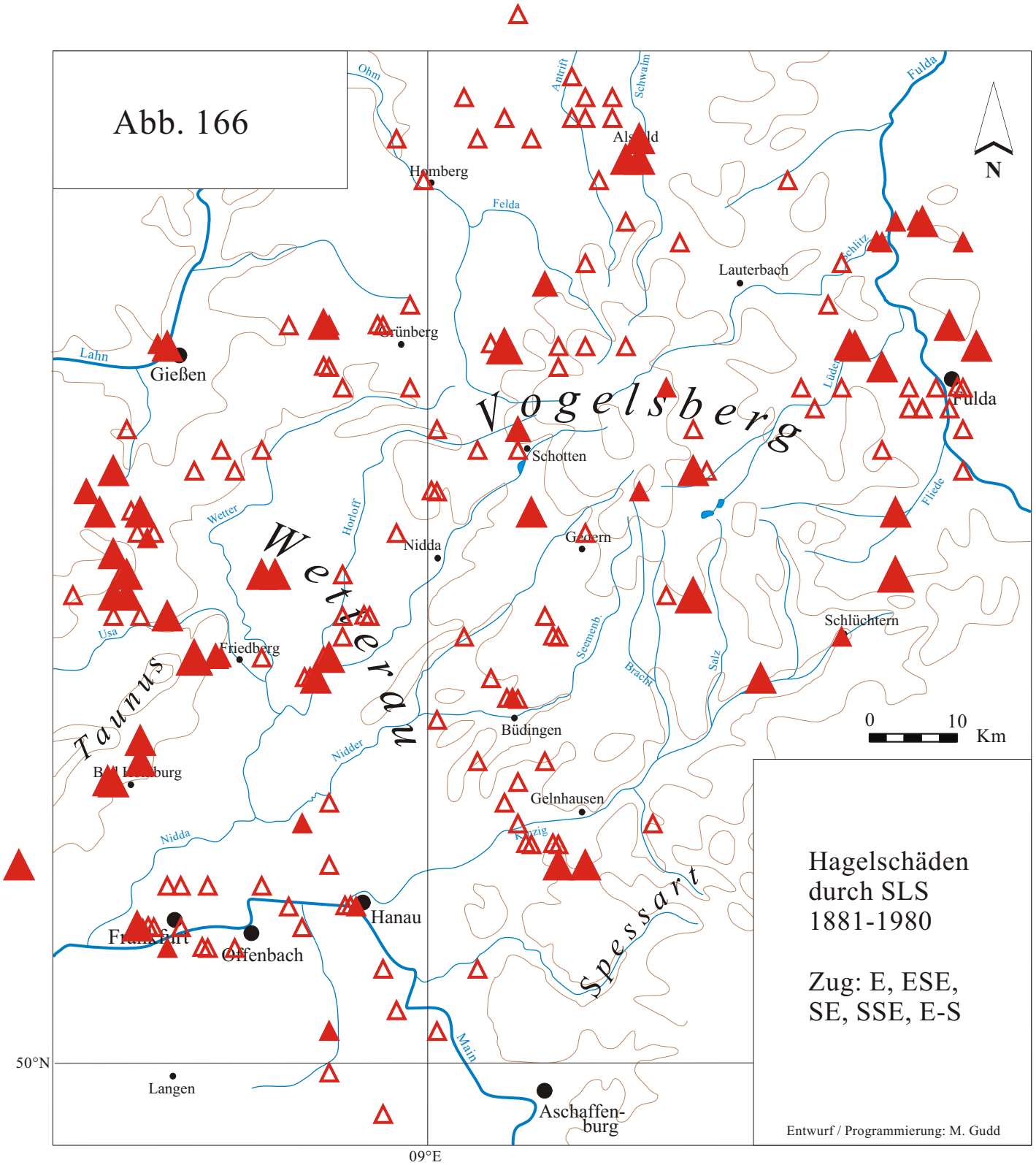
um lokale Sturmschäden bei den Hagel-*SLS*, somit die lokale Entstehung und Verbreitung dieser Gewitterform verdeutlichend. Erwähnenswert sind neben dem signifikanten *Downburst-*/Trombenereignis vom 23.05.1886 auch noch die beiden einzigen großräumigen Sturmereignisse (*Macro-Bursts*) aus E-S vom 11.05.1910 und 29.04.1928, worauf ebenfalls weiter oben bereits eingegangen wurde. Anzumerken ist auch, dass nach 1928 kein solches Ereignis mehr auftrat. Bis heute gehören die mit Sturm verbundenen, aus östlichen bis südlichen Richtungen heranziehenden *SLS* in der Regel den lokalen bis höchstens regional ausgeprägten Ereignissen an. Selbst das räumlich am weitesten ausgedehnte derartige Ereignis der letzten Jahre (21.08.1995) reicht in seinen Dimensionen längst nicht an die genannten Ausnahmefälle von 1928 und 1910 heran.

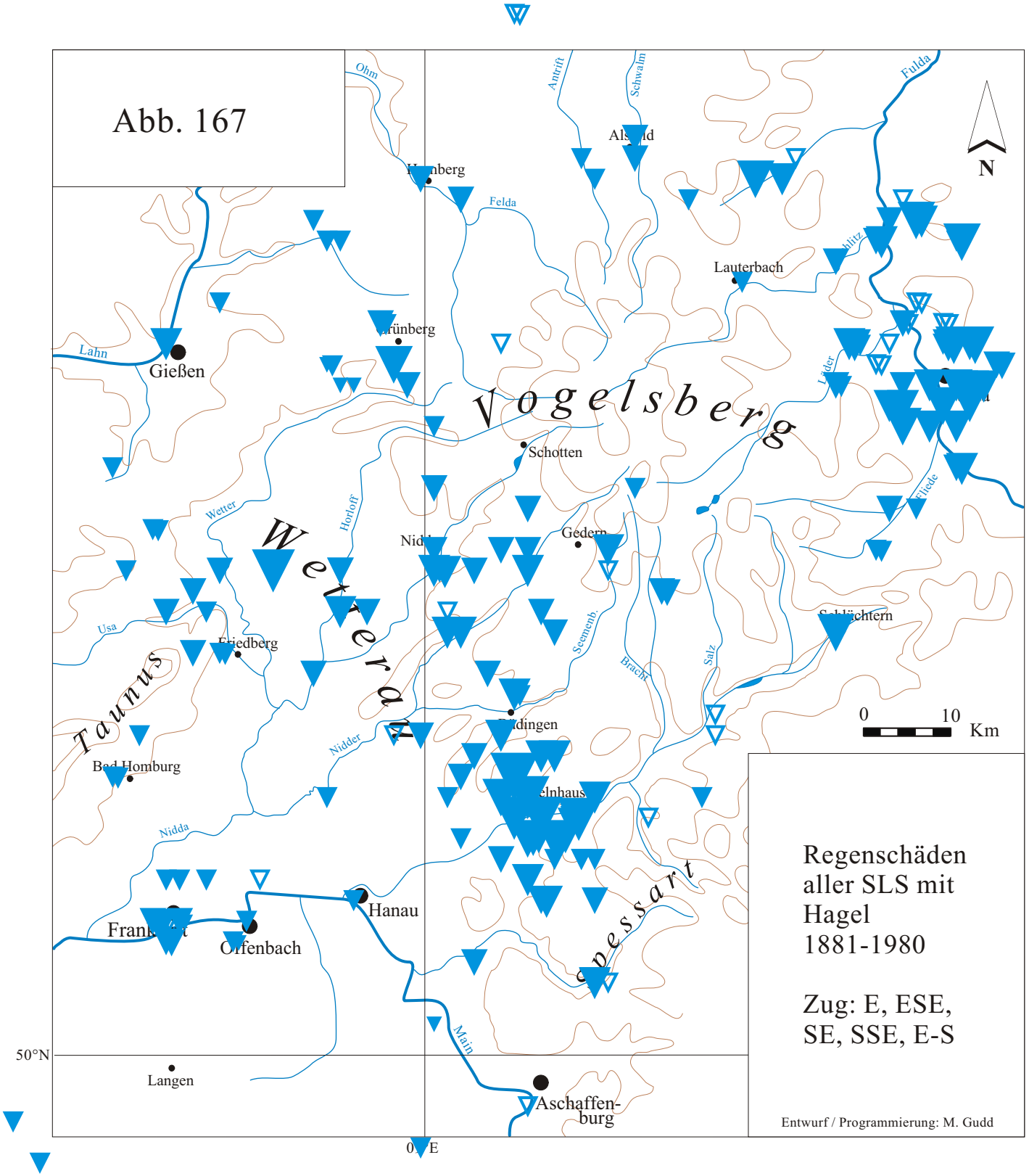
In drei Viertel aller Fälle (47 von 62 Ereignissen) wurden neben Hagel- auch Blitzschäden angerichtet. Abb. 168 zeigt die Verteilung der während der Untersuchungsperiode angerichteten Blitzschäden. Sie zeigt keine bevorzugte Anordnung in einer bestimmten Region, die Schäden erstrecken sich prinzipiell über das gesamte UG hinweg. Bei immerhin 7 Ereignissen kommt es zu blitzbedingten Todesfällen, wobei die bereits bei den Hagel-*SLS* aus N-E gegebene Erläuterung der Blitzunterschätzung auch hier gilt. Bemerkenswert ist allerdings auch die Tatsache, dass die SLS aus E-S überdurchschnittlich häufig blitzschadensintensiv sind (11 von 62 Fällen, 18%), was hier zum Teil auf die langsame Verlagerung des Gewittersystems zurückzuführen ist.

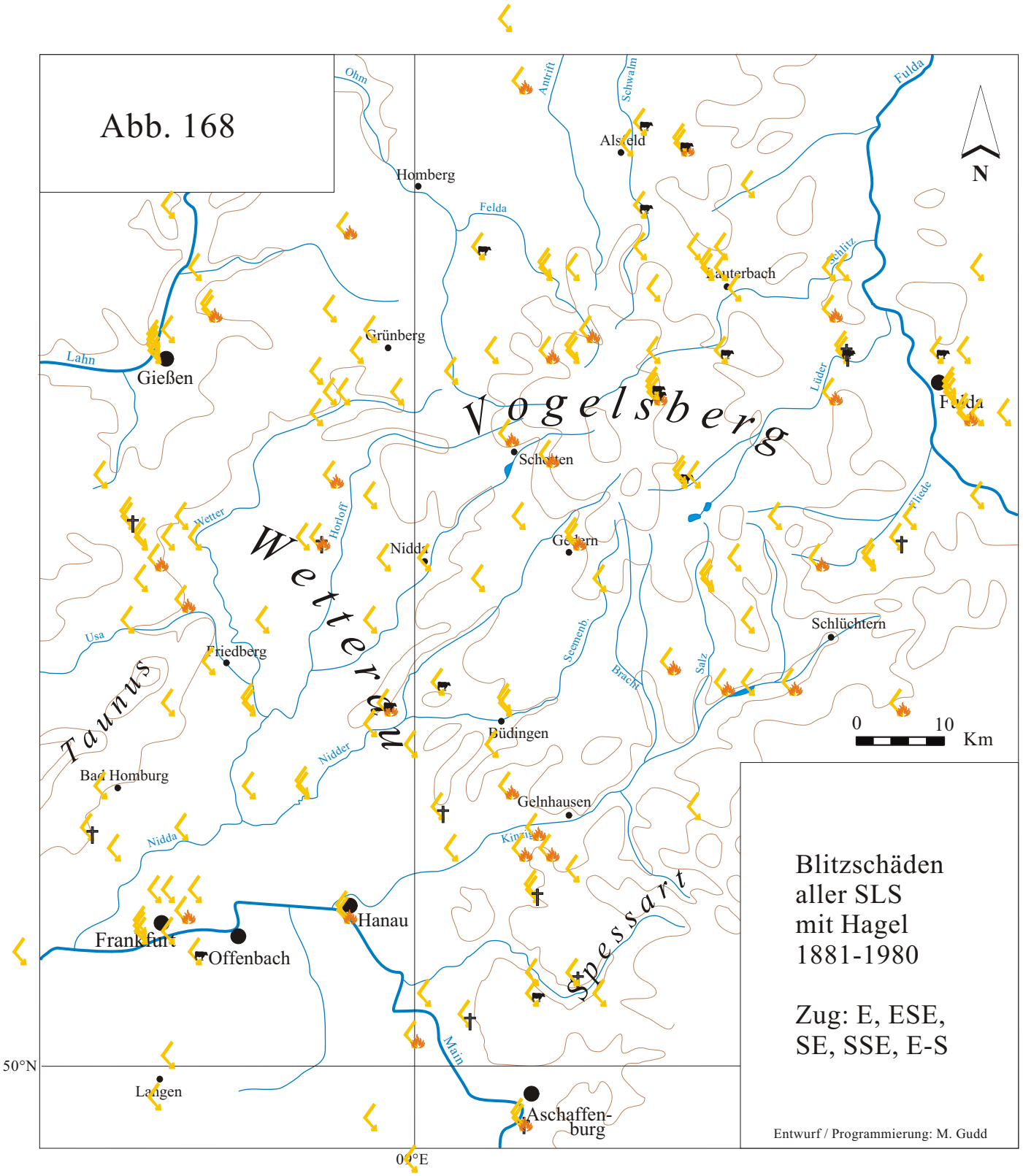
Dass sich die Schäden der *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden aus östlichen bis südlichen Richtungen prinzipiell über das gesamte UG hinweg verteilen, kommt auch aus der Karte der Schadensschwerpunkte hervor (Abb. 169). Hagel-, Starkwind- und Blitzintensivschwerpunkte finden sich in allen Teilen des UG. Doch bei den Starkniederschlägen ergibt sich eine Tendenz zum gehäuften Auftreten im östlichen UG. So weist das Fuldaer Land gegenüber der Lahnregion um Gießen bedeutend mehr Schadensereignisse auf. Die Auswertung von Starkregengewittern erfolgt im nächsten Abschnitt. Bemerkenswert ist außerdem noch die Tatsache, dass bei östlicher Anströmung nun auch im östlichen Teil des Oberwaldes und des Hohen Vogelsberges Hagelschadensschwerpunkte vorkommen, was bei der Anströmung aus westlichen Richtungen in der Regel nicht der Fall ist.

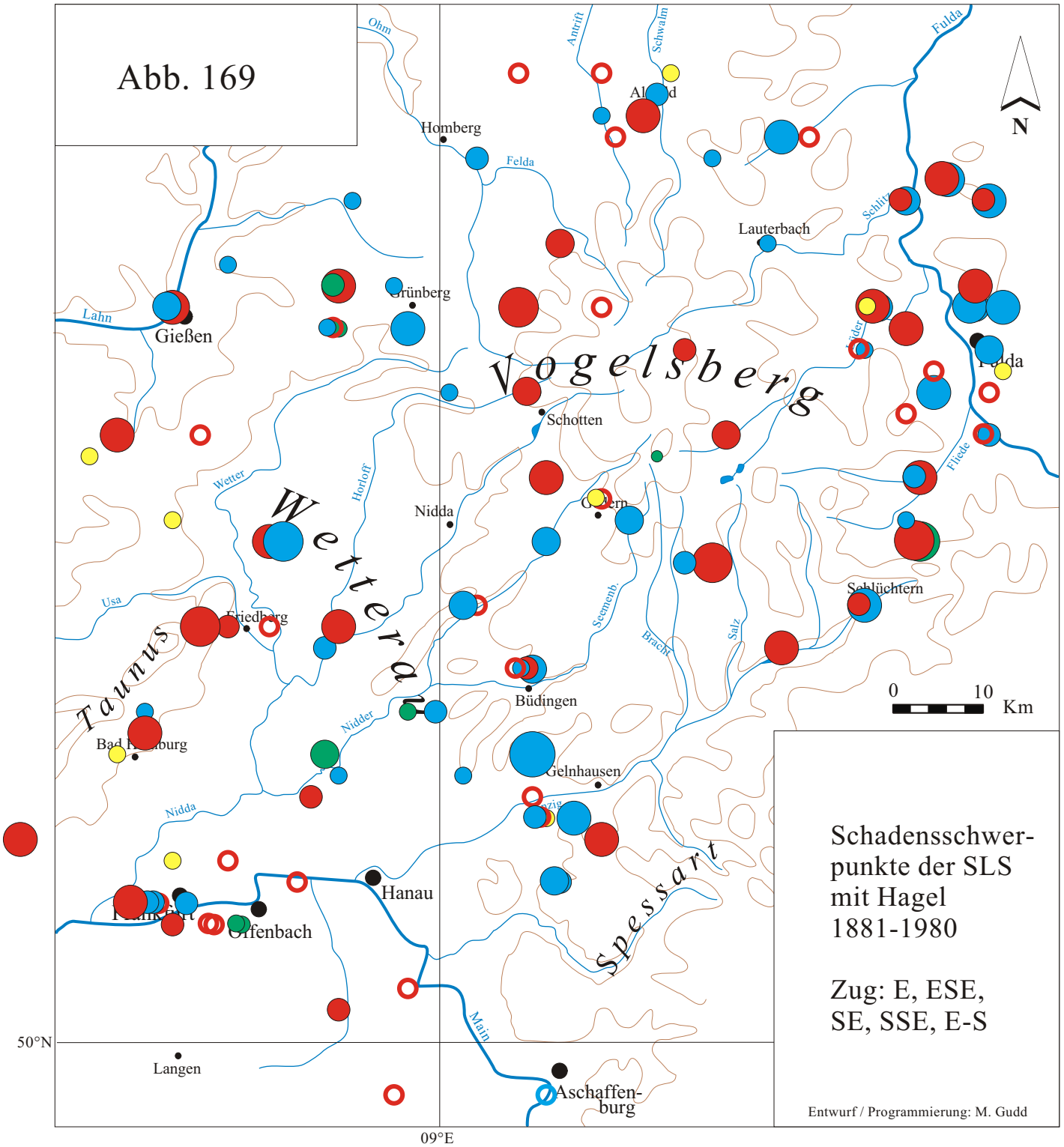
Einige Beispiele verdeutlichen auch hier wieder die Hagel-*SLS* aus E-S:

13.06.1930: In den Nachmittags- und Abendstunden kommt es zu häufigen Gewittern im UG, die jeweils lokal Schäden anrichten. Dabei wird neben Starkniederschlags- auch von Blitzschäden berichtet. „*Gestern nachmittag zwischen 3 und 1/2 4 Uhr ging über dem nordwestli-*


Abb. 166
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Lauterbach
Schlitz
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Spessart
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Hagelschäden
durch SLS
1881-1980
Zug: E, ESE,
SE, SSE, E-S
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 167
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Felda
Lauterbach
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Usa
Seemenb.
Bracht
Salz
Taunus
Nidder
Nidda
Hanau
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
0
10
Km
Regenschäden
aller SLS mit
Hagel
1881-1980
Zug: E, ESE,
SE, SSE, E-S
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 168
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Als feld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Brach
Salz
Taunus
0
10
Km
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Blitzschäden
aller SLS
mit Hagel
1881-1980
Zug: E, ESE,
SE, SSE, E-S
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 169
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Lauterbach
Schlitz
Lahn
Gießen
Grünberg
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Usa
Friedberg
Taunus
Seemenb.
Bracht
Salz
Schlüchtern
Büdingen
Nidder
Gelnhausen
Nidda
Hanau
Offenbach
Spessart
Main
Aschaffen-
burg
Langen
50°N
09°E
0
10
Km
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Hagel
1881-1980
Zug: E, ESE,
SE, SSE, E-S
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

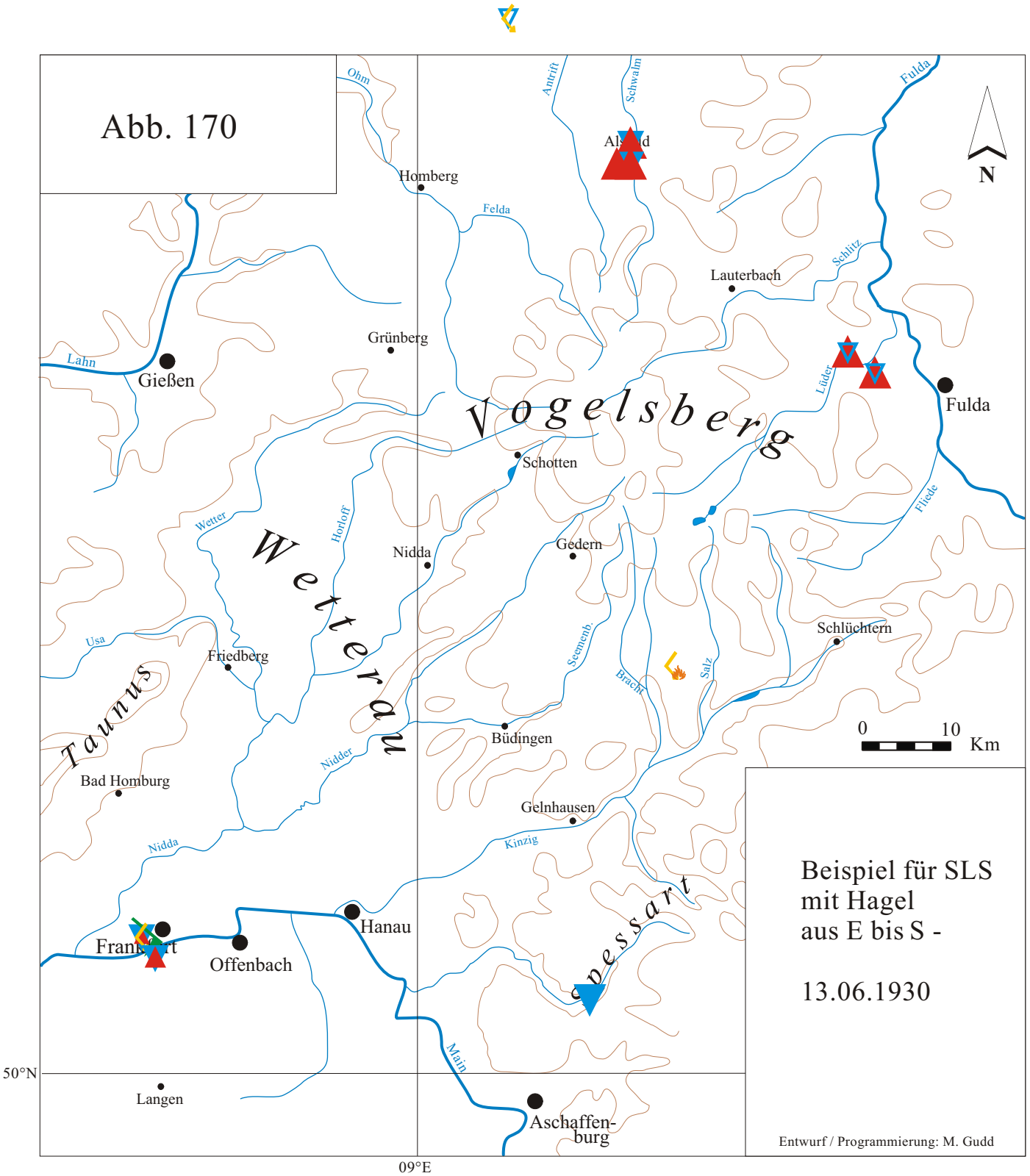
chen Teil des Landkreises Fulda ein außerordentlich schweres Gewitter, verbunden mit heftigem Regen und starkem Hagelschlag nieder. (...) Der Regen steigerte sich schnell zu einem Wolkenbruch, der in kurzer Zeit alles unter Wasser setzte. Hagelkörner in der Größe eines Taubeneies prasselten auf die Felder und Wiesen hernieder und richteten großen Schaden an. Teilweise waren die Wiesen geradezu mit einer Schicht von Hagelkörnern besät. In besonders hohem Maße haben die Gärten unter dem Hagel gelitten. Von dem Gewitter wurde in erster Linie Oberbimbach, dann auch Großenlüder betroffen. Auch die Gemarkung Uffhausen wurde stellenweise betroffen. Auch rings um Fulda ballten sich gestern nachmittag drohende Wolken zusammen, jedoch kam das Gewitter hier nicht zum Ausbruch. Nur eine mäßige Abkühlung trat im Laufe des Nachmittags ein."[116] –

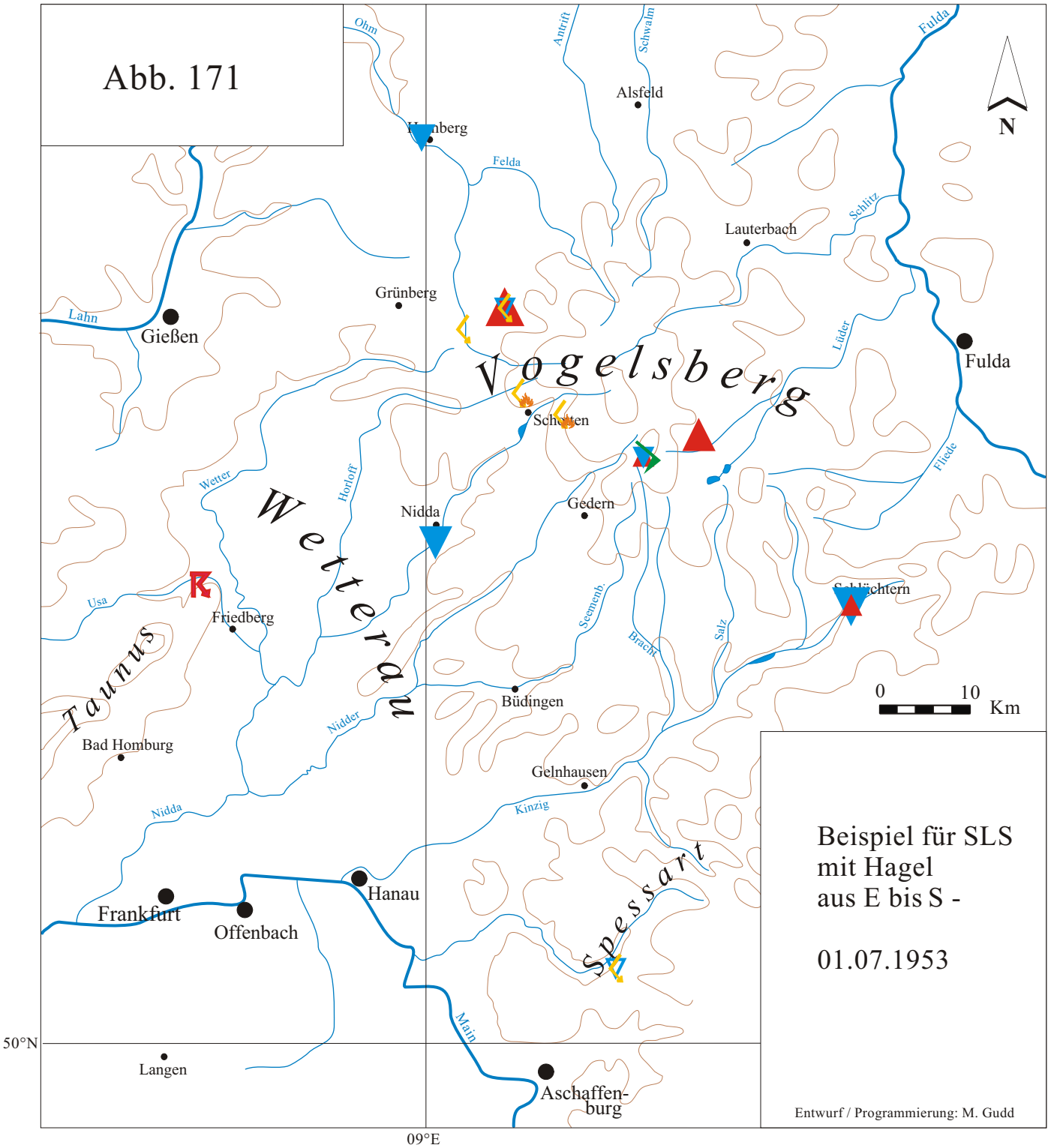
Interpretation: Es handelt sich um typische, lokale Ostgewitter. Zahlreiche Cb entwickeln sich über dem UG. Einzelne Gewittersysteme bringen Schäden, der Schadenszug in Abb. 170 ist jeweils nur kurz und daher in erster Linie durch Starkniederschlag gekennzeichnet (Spessart, Rhein-Main-Gebiet, Fuldaer Land, Raum Alsfeld).

01.07.1953: Sehr schwere Ostgewitter verursachen in den Mittags- und Nachmittagsstunden dieses Tages zahlreiche Schäden im UG. Hagelschäden durch zum Teil signifikant großen Hagelkörnern werden beispielsweise im Vogelsberg angerichtet, auch die Starkregenschäden sind erwartungsgemäß lokal sehr beträchtlich (z.B. Schlüchterner Land) (Abb. 171). Lokal treten Blitz- und Sturmschäden auf. "*Grebenhain. Selbst alte Leute können sich nicht erinnern, ein Unwetter mit Hagelschlag eines solchen Ausmaßes erlebt zu haben, wie es am vergangenen Mittwoch hier niederging. Vor allem der nordöstliche Teil der Gemarkung wurde in Mitleidenschaft gezogen, so daß mit größeren Ernteverlusten zu rechnen ist.*"[117] - "*Eine unliebsame Unterbrechung der in vollem Gang befindlichen Heuernte brachte das Gewitter, das sich am Mittwoch Nachmittag über der Gemarkung Hartmannshain entlud. Wolkenbruchartiger Regen, vermischt mit kirschgroßen Hagelkörnern, die noch lange Höfe und Wiesen in dicker Schicht bedeckten, und ein heulender Sturm richteten in Garten und Feld schwere Sch„den an. Welche Wassermassen herunterkamen, konnte man an der Ueberschwemmung des nach Völzberg ziehenden Wiesengrundes erkennen, auf den die Bezeichnung einer alten Flur "Im See" in vollem Umfang zutraf. Der Hagel zerschlug stellenweise Dachziegel und*

[116] Aus: Fuldaer Zeitung 137, 14.06.1930.

[117] Aus: Lauterbacher Anzeiger 152, 04.07.1953.


Abb. 170
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Lauterbach
Schlitz
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Taunus
Bracht
Salz
0
10
Km
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Odenwald
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Hagel
aus E bis S -
13.06.1930
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 171
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schlüchtern
Wetter
Horloff
Nidda
Gedern
Fliede
Wetterau
Usa
Friedberg
Seemenb.
Bracht
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Hagel
aus E bis S -
01.07.1953
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

verursachte in den Gärten vielen Schaden, während auf den Feldern besonders Gerste, Runkelrüben und Kartoffeln betroffen wurden. (...)."[118] –

Interpretation: Schadensverteilung und Beobachtungsdaten zeigen auf eine Schwarmgewitterlage hin, bei der zahlreiche einzelne Cb sich clusterförmig zusammenschließen. Die jeweils aktivsten Zellen bringen lokale Schäden. Dass es sich nicht um ein einzelnes System handelt, zeigt die Tatsache, dass auch in Wetterau und Spessart heftige Gewittererscheinungen registriert werden (s. z.B. NEES und KEHRER 2002, S. 286), und dass beispielsweise in Schlüchtern signifikanter Hagelschlag zeitlich erst weit nach dem Einsetzen des Wolkenbruchs stattfindet.

Die während des Untersuchungszeitraumes 1881-1980 (ohne 1941-50) im UG beobachteten *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden können aufgrund der Schadensverteilung wie folgt charakterisiert werden:

- Die intensivsten Hagelschäden treten in der Regel bei von S bis W bzw. W bis N heranziehenden *MCS* auf. Dokumentationen der Schäden von in isolierter bzw. gruppierter Form auftretender Gewittersysteme weisen dabei durchschnittlich auf die größten Hagelkorndurchmesser hin. Hagelschlag bei reinen *Squall Lines* scheint im UG im Vergleich dazu weniger stark auszufallen. Auch östlich des Vogelsberges treten *SLS*-gemäße Hagelschäden auf. Bedeutende Hagelschadensschwerpunkte finden sich im südlichen Vogelsberg im Grenzbereich zur Wetterau sowie im Bereich des Landrückens.
- Die Hagelgewitter aus SW-W ordnen sich (wie die Sturm-*SLS*) häufig auf bestimmten Zugbahnen an, wie sie für die Hauptrichtung WSW gedeutet wurden (WSW 1 bis WSW 5). Doch sind zahlreiche Abweichungen von diesen Zugbahnen möglich. Zwischen den Hauptzügen ordnen sich schadensarme Bereiche an.
- Hagelschäden bei *SLS* aus W-N treten bevorzugt wieder im nördlichen und östlichen Bereich des UG auf, ebenso wie auf einem Zug südlich des Vogelsberges. Der südliche Bereich des UG wird durch Hagelschäden erneut fast vollständig ausgespart. Erste gewitterbedingte signifikante Starkregenschäden können dabei auftreten.
- Auch die Schwerpunkte derHagelgewitter ordnen sich in der Zugrichtung WNW-ESE häufig auf Zugbahnen (WNW 1 bis WNW 4) an.

[118] Aus: Lauterbacher Anzeiger 151, 03.07.1953.

- Ostgewitter in Form von *SLS* mit Hagelschäden zeigen eine wahllose Verteilung im UG entsprechend ihres häufig lokalen Vorkommens.

7.3. Schwergewitter mit Starkregenschäden

Starkniederschlag ist ein häufiges Begleitphänomen bei *SLS* im UG (s. Kap. 6), da typischerweise in jedem *Downdraft*bereich eines Gewitters Regen bzw. Hagel zur Erde niedergehen. Daher treten auch bei 65% aller *SLS* im UG Starkregenschäden auf (entsprechend 314 von 481 Fällen). Allerdings ist zu beachten, dass die Starkregenschäden im UG völlig unterschiedlichen Gewitterformen entspringen können. Solche der klassischen *SLS* aus westlichen Richtungen, die rasch über das UG hinwegziehen, verlaufen in der Regel nur gering bis mäßig ausgeprägt, wie dies in den Kapiteln 7.1. dargelegt werden konnte. Starkregenschäden der aus östlichen Richtungen heranziehenden Gewitter (in Einzelfällen auch aus dem westlichen bis nördlichen Sektor) zeigen hingegen aufgrund der nur geringen Verlagerungsgeschwindigkeit der Systeme eine zum Teil bedeutend signifikantere Ausprägung. Auch im UG kommt es darüber hinaus zu reinen bedeutenden Starkregengewittern, die als Schwergewitter durchaus als eine eigenständige Form der *SLS* zu bewerten sind (s. hierzu auch LAMB 2001), und die als die klassischen „Ostgewitter“ im UG bekannt sind und durch ihre signifikanten Starkregenschäden (Wolkenbrüche) seit jeher besonders gefürchtet sind.

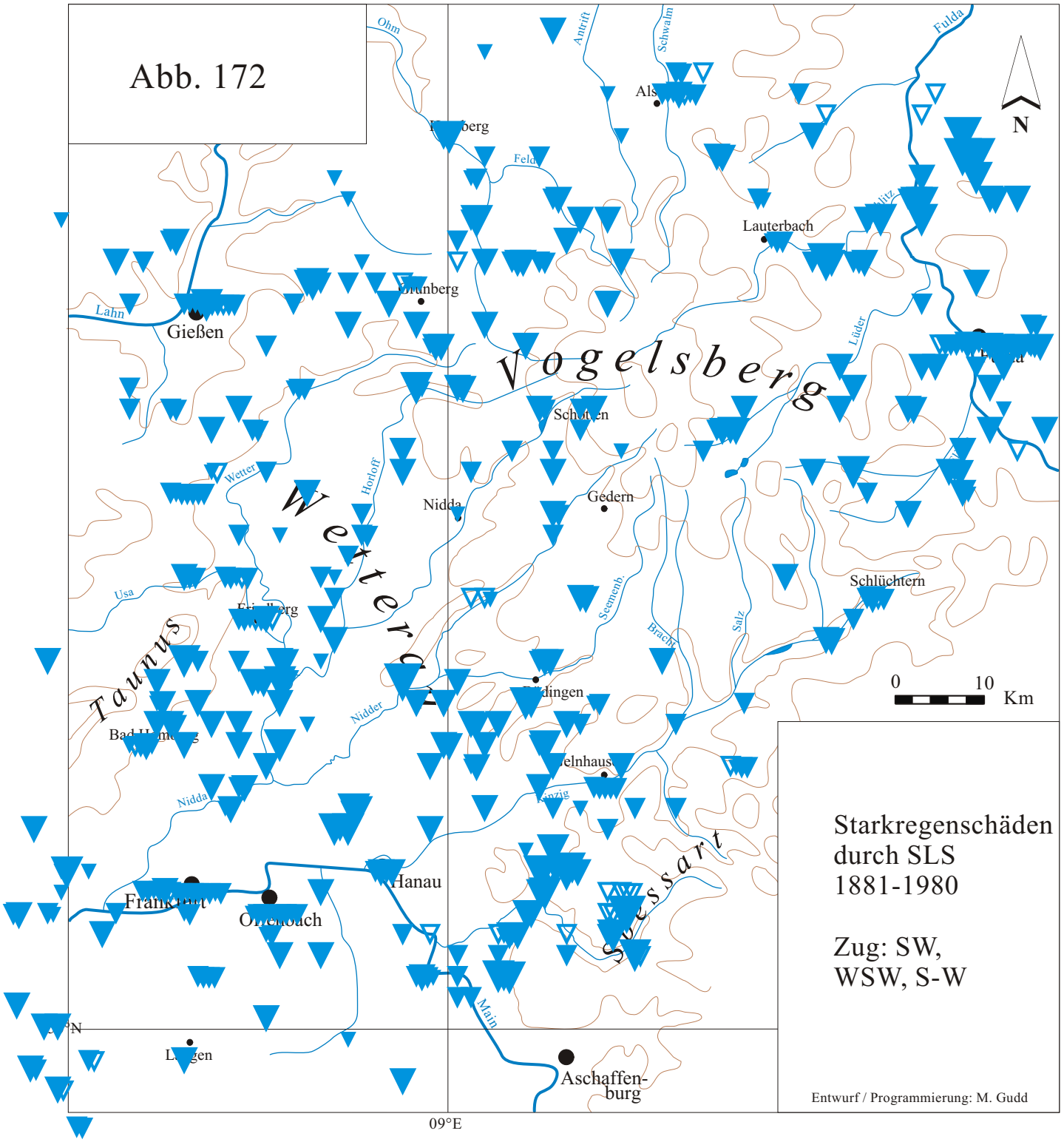
7.3.1. Schwergewitter mit Starkregenschäden aus dem südwestlichen bis westlichen Himmelssektor

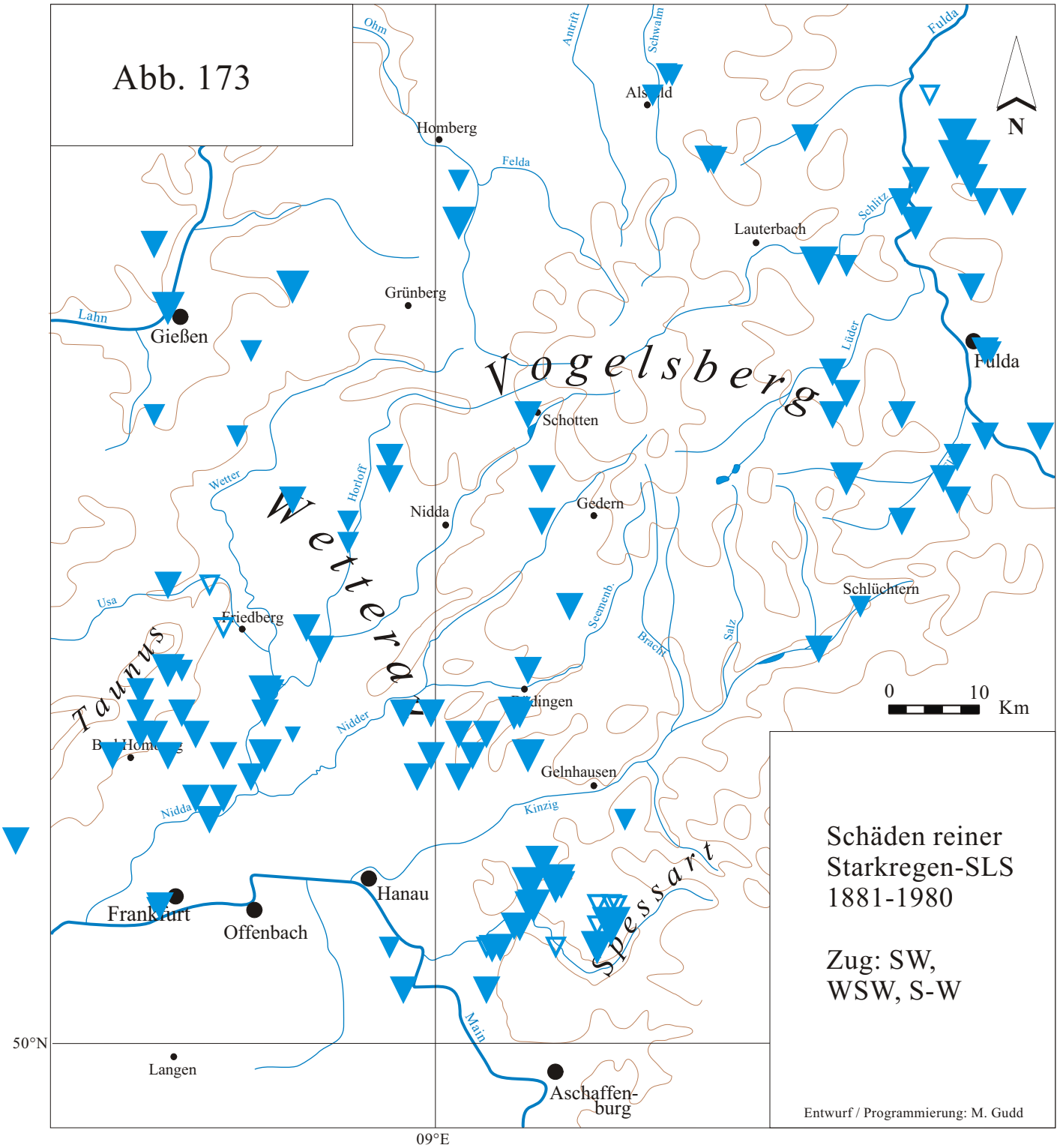
Während etwa zwei Drittel aller *SLS*-Ereignisse mit Sturmschäden aus dem südwestlichen bis westlichen Sektor heranziehen (s. Kap. 7.1.1.), sind dies bei den *SLS*-Fällen mit Starkregenschäden anteilmäßig nur 45% (142 von 314 Fällen). Lokal auftretende, sich i.a. nur langsam verlagernde und durch signifikanten Starkniederschlag gekennzeichnete Gewitter treten aus dieser Richtung im UG relativ weniger häufig auf im Vergleich zu den großräumigen *MCS*, die ihrerseits naturgemäß stärker durch Hagel- und Sturmphänomene gekennzeichnet sind.

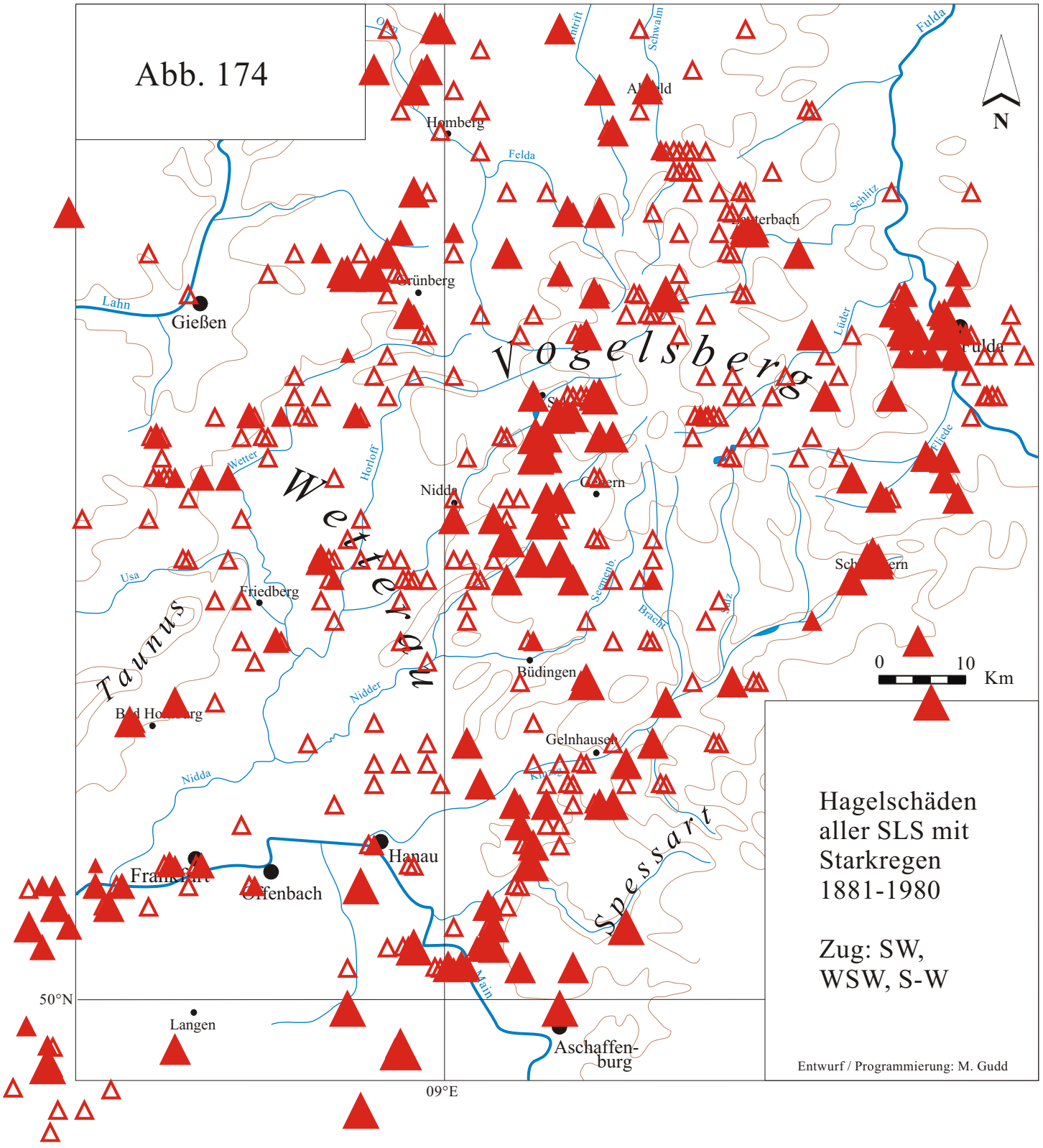
Etwa ein Fünftel (19%, entsprechend 27 von 142 Fällen) der Ereignisse aus SW-W tritt in den Nachtstunden auf, der große Rest tagsüber. Damit sind die Verhältnisse vergleichbar mit denen der *SLS*-Ereignisse mit Hagelschäden (Kap. 7.2.1.), Entwicklung (Niederschlag im *Downdraft*bereich) und Charakteristiken dieser Gewitter verlaufen daher gleich. 36% (entsprechend n = 51) treten bei zonalen Wetterlagen auf, der Rest bei gemischten GWL. Nur einige Fälle finden bei meridionalen Lagen statt, wobei hier ein Großteil auf die Troglagen (TRW und TB) entfallen.

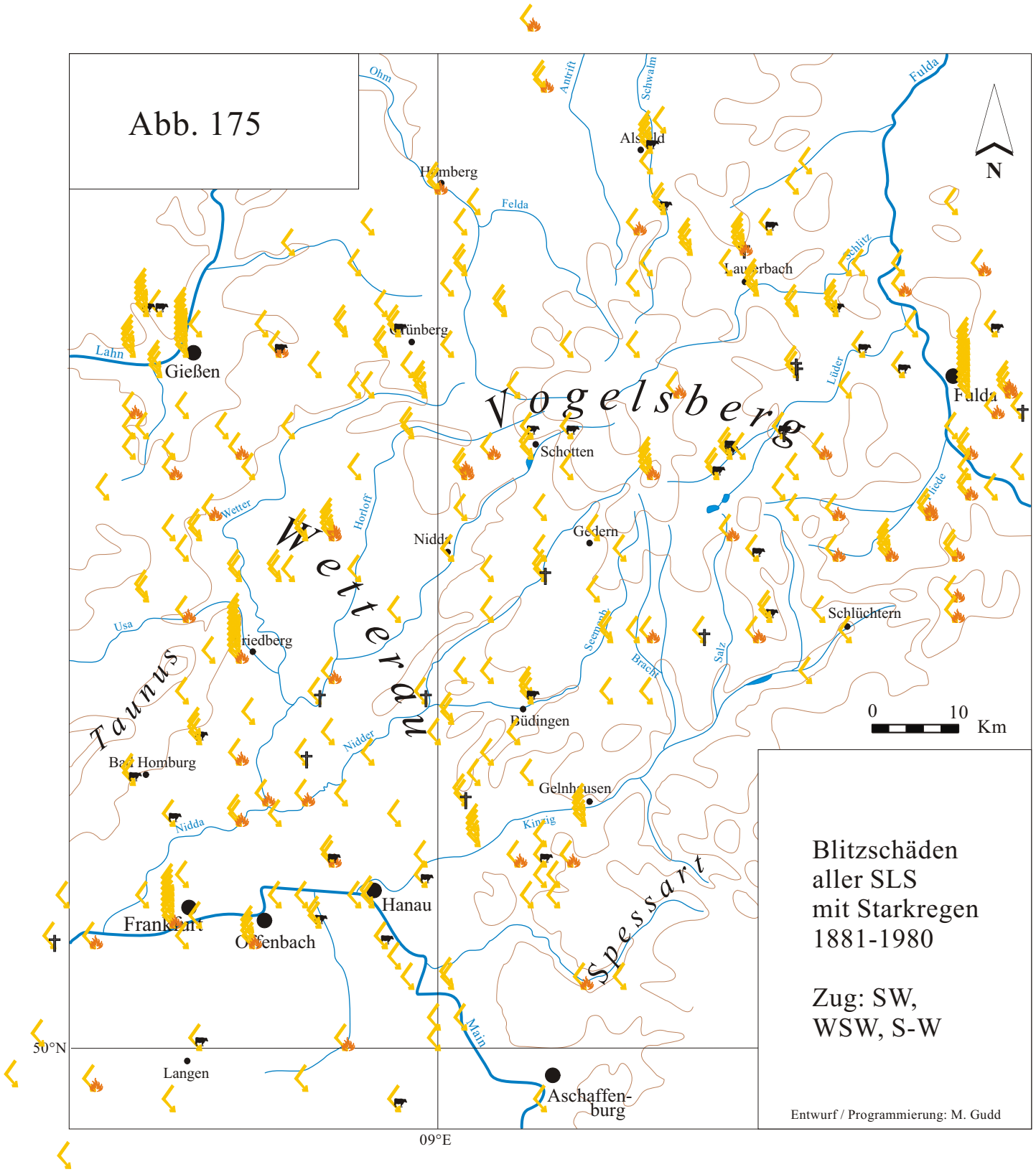
In Abb. 172 finden sich alle aus SW-W mit den *SLS*-Ereignissen der Untersuchungsperiode (1881-1980, ohne 1941-50) verbundenen Starkregenschäden. Sie verteilen sich über das gesamte UG hinweg. Auffallend ist allerdings ein Areal, das sich etwa von Lauterbach bis hin zum mittleren Kinzigtal quer durch den Hohen Vogelsberg erstreckt, und aus dem nur wenige Starkregenereignisse vermeldet werden. Im Vergleich dazu erscheinen die Schadensmeldungen im Süden des UG, aber auch im Fuldaer Land, deutlich gehäuft. Dies ist ein erster Hinweis darauf, dass die im Süden des UG dokumentierten Schäden in erster Linie den großräumigen, von SW-W heranziehenden *SLS* zuzurechnen sind, während die östlich des Vogelsberges auftretenden Schäden nicht selten auch von lokalen Gewittern verursacht werden. Dies passt auch zu der bereits weiter oben öfter festgestellten Beobachtung, dass sich die Charakteristik der aus SW-W heranziehenden Schadensgewitter im UG ganz bedeutend ändert. Zwischen den genannten Schadensgebieten ergibt sich zwangsläufig eine schadenarme Region. Auffallend ist, dass von den Starkregenfällen zwar knapp die Hälfte *SLS*-gemäße Schäden (Kategorie >= 1) verursacht (66 von 142), doch nur in 12% (17 von 142) sind diese Schäden wirklich intensiv (Kategorie >= 1-2). Diese signifikanten Starkregenschäden kommen übrigens in verstärkter Form im bayerischen Vorspessart, in der südlichen Wetterau und im Fuldaer Land vor.

Die stärksten Fälle (n = 17; hier: Starkregenkategorien 1-2 sowie 2) treten in ganz überwiegendem Maße auf bei Ereignissen ohne weitere begleitende Schadensphänomene, werden nur in Ausnahmefällen von Hagelschlag oder Sturm begleitet, und zeigen damit die Existenz reiner starkregenrelevanter *SLS* im UG auch aus dem südwestlichen bis westlichen Himmelssektor an (z.B. 10.07.1916, 17.06.1922, 02.07.1956). Immerhin 23% (32 von 142) aller *SLS*-Ereignisse mit Starkregenschäden aus SW-W sind Fälle ohne begleitenden Hagel- bzw. Sturmschaden. Diese sind in Abb. 173 aufgetragen. Sie finden sich im südlichen (Wetterau, Spessart) und im östlichen Bereich (Fuldaer Land) des UG, wohingegen an der Lahn sowie auch wieder im Vogelsberg während der Untersuchungsperiode nur vereinzelt Starkregenschäden durch *SLS* aus dem südwestlichen Sektor auftreten. Auch hierbei gilt erneut: Im Hohen Vogelsberg treten in Verbindung mit *SLS*-Ereignissen aus SW-W keine signifikanten Starkregenschäden auf, starke gewitterbedingte Hochwässer werden während des Untersuchungszeitraumes in der Regel nicht beobachtet.


Abb. 172
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Als
N
Feld
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Schlitz
Schotten
Wetter
Horloff
Nidda
Gedern
Wetterau
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Salz
Brach
Taunus
Nidder
Nidda
Hanau
Spessart
Main
Aschaffen-
burg
0
10
Km
Starkregenschäden
durch SLS
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd
09°E


Abb. 173
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Lauterbach
Schlitz
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Usa
Friedberg
Seemenb.
Schlüchtern
Salz
Bracht
Taunus
Nidder
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
0
10
Km
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Schäden reiner
Starkregen-SLS
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 174
N
Homberg
Felda
Schwalm
Fulda
Schlitz
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Usa
Friedberg
Seemenb.
Bracht
Jütz
Taunus
Büdingen
Nidder
Gelnhausen
Nidda
Hanau
Offenbach
Spessart
Main
0
10
Km
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Hagelschäden
aller SLS mit
Starkregen
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 175
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Schlitz
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Usa
Seemenbach
Bracht
Salz
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
0
10
Km
Blitzschäden
aller SLS
mit Starkregen
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

Etwas mehr als die Hälfte (56%, entsprechend n = 80) aller *SLS*-Ereignisse mit Starkregenschäden sind auch durch Hagelschäden gekennzeichnet. Die Karte mit sämtlichen Starkregen- und Hagelschäden bei *SLS* aus SW-W zeigt in Abb. 174 bereits die zuvor aus Abb. 140 (Schadensverteilung der Hagel-*SLS* aus SW-W) bekannte Verteilung, auch dies wieder ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Starkniederschlagsvorgänge in einem Gewittersystem bezüglich Hagel und Starkregen eng miteinander verknüpft sind und dementsprechend häufig zusammen vorkommen. Allerdings sind von diesen Ereignissen nur noch 5% (entsprechend n = 4) durch starkregenintensive Schäden (Kategorie >= 1-2) gekennzeichnet. Daher gilt auch hier: Die in dynamischer Hinsicht intensivsten *SLS* (mit den Erscheinungsformen Hagel und Sturm) produzieren in der Regel geringere Niederschlagsspenden als reine Starkregen-*SLS* (LAMB 2001) und zeigen daher auch vergleichsweise geringere maximale Starkregenschäden.

Die Karte aller Sturmereignisse, die in Verbindung mit den Starkregen-*SLS* aus SW-W auftreten, entspricht annähernd vollständig der bereits in Abb. 100 dargestellten Verteilung. Sie ist daher hier nicht nochmals gesondert beigefügt. Die (*Downburst*-)Ereignisse überwiegen im südlichen Bereich des UG, vor allem in den tiefgelegenen Regionen von Wetterau und Rhein-Main-Gebiet. Fast die Hälfte aller *SLS* mit Starkregenschäden sind auch durch Sturmschäden gekennzeichnet (48%, entsprechend n = 68), doch nur 11% davon (entsprechen n = 8) verlaufen hinsichtlich der Sturmschäden wirklich intensiv (Sturmkategorie >= 1-2).

Ein Großteil aller *SLS*-Ereignisse mit Starkregenschäden werden auch von Blitzschäden begleitet (69%, entsprechend n = 98). Diese Schäden verteilen sich in Abb. 175 auf das gesamte UG. 13% sind blitzschadensintensiv, es kommen zwölf Ereignisse mit blitzbedingten Todesfällen vor.

Auf der Karte der Schadensschwerpunkte (Abb. 176) zeigt sich die Verteilung aller Starkregenschadensereignisse während des Untersuchungszeitraumes. Da sowohl *SLS* mit Starkregen- und Sturmschäden als auch *SLS*-Ereignisse mit reinen Starkregenschäden hier gemeinsam aufgetragen sind, ist eine eindeutige Anordnung auf Zugbahnen nicht ohne weiteres zu erkennen. Bemerkenswert ist aber auch hier wieder die Tatsache, dass der Vogelsberg bei SW-W-Anströmung im wesentlichen frei bleibt von gewitterbedingten Starkregen in signifikanter Größenordnung.

Während sich auf der Karte der *SLS*-Ereignisse mit Starkregen- und Sturmschäden aus SW-W die Schwerpunkte der Starkregenschadenstätigkeit auf den S-W des UG konzentrieren (s. Abb. 108), sieht das Bild bei den entsprechenden Ereignissen mit Starkregen- und Hagel-,

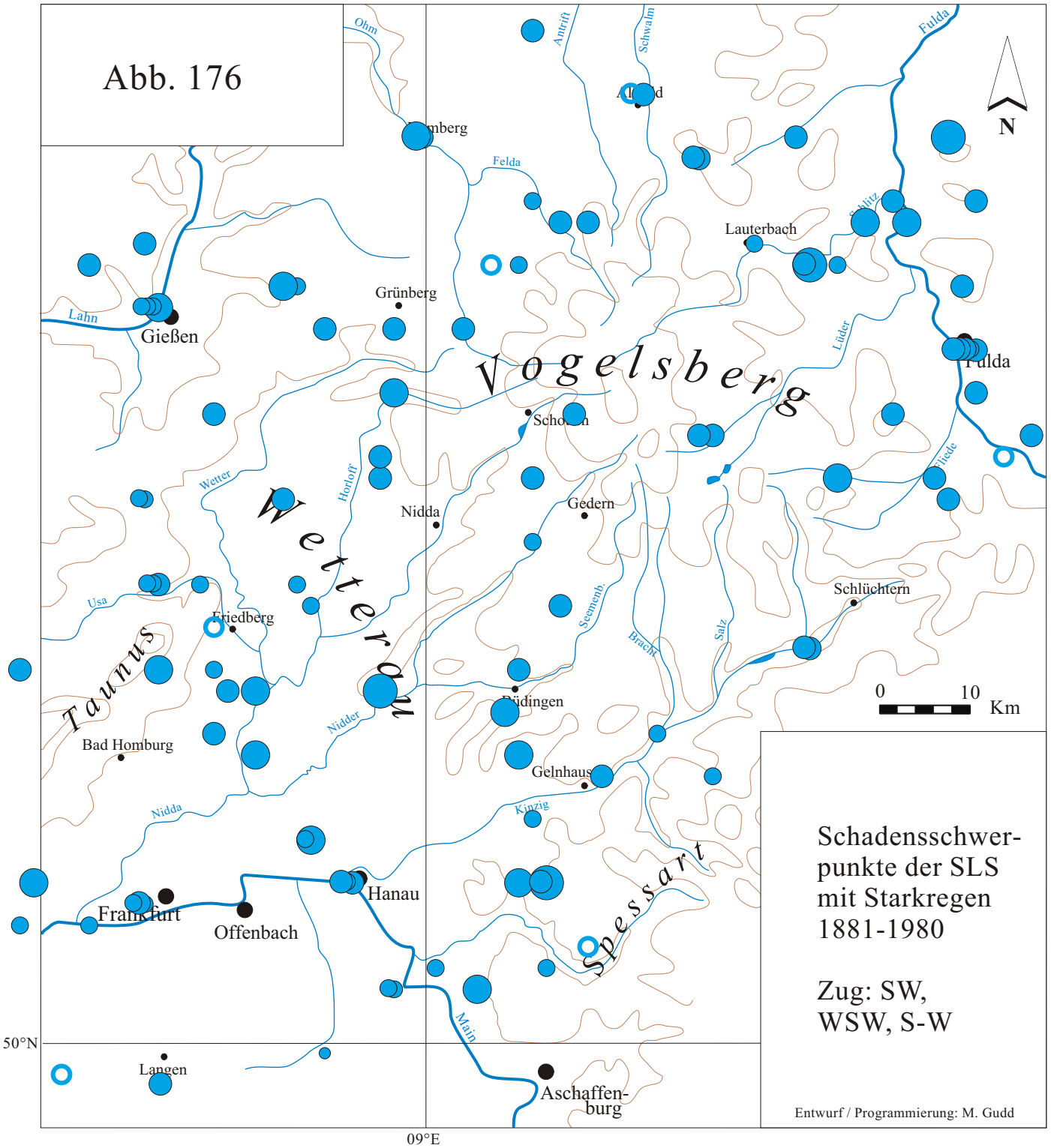
aber ohne Sturmschäden, in Abb. 177 leicht verändert aus. So sind es weniger die tiefgelegenen südlichen Teile des UG, in denen sich die Schadensschwerpunkte häufen, sondern vielmehr die vogelsbergnahen und vor allem östlichen Bereiche des UG. Hagelschwerpunkte finden sich im Bereich des Vogelsberges und Starkregenschwerpunkte vor allem an der Fulda, im osthessischen Teil des UG. Dass es sich, wie bereits in Kapitel 7.1. angesprochen, hierbei um einen Trend zur Neubildung aktiver Schadenszellen im östlichen UG handelt, ist nicht von der Hand zu weisen. Es handelt sich auf jeden Fall nicht um großräumig von SW-W heranziehende *SLS*. Eine verstärkte Neubildung aktiver Gewitterzellen wird auch angezeigt durch die bemerkenswerte Häufung von Blitzschadensschwerpunkten im östlichen UG, die Blitzschäden treten in ihrer stärksten Form nicht selten zeitlich und räumlich vor Aufzug der Starkniederschlagszone auf. Der Blick in die Einzelfälle (s. Anhang) zeigt, dass alle der für die Blitzschadenszentren im Osten des UG verantwortlichen *SLS*-Ereignisse erst dort im Osten des UG sich bildeten (z.B. 28.07.1911, 14.07.1975, 07.08.1977 usw.), dabei sämtlich sich mit ihrem Schwerpunkt in den südlichen Landkreis Fulda hineinbewegend.

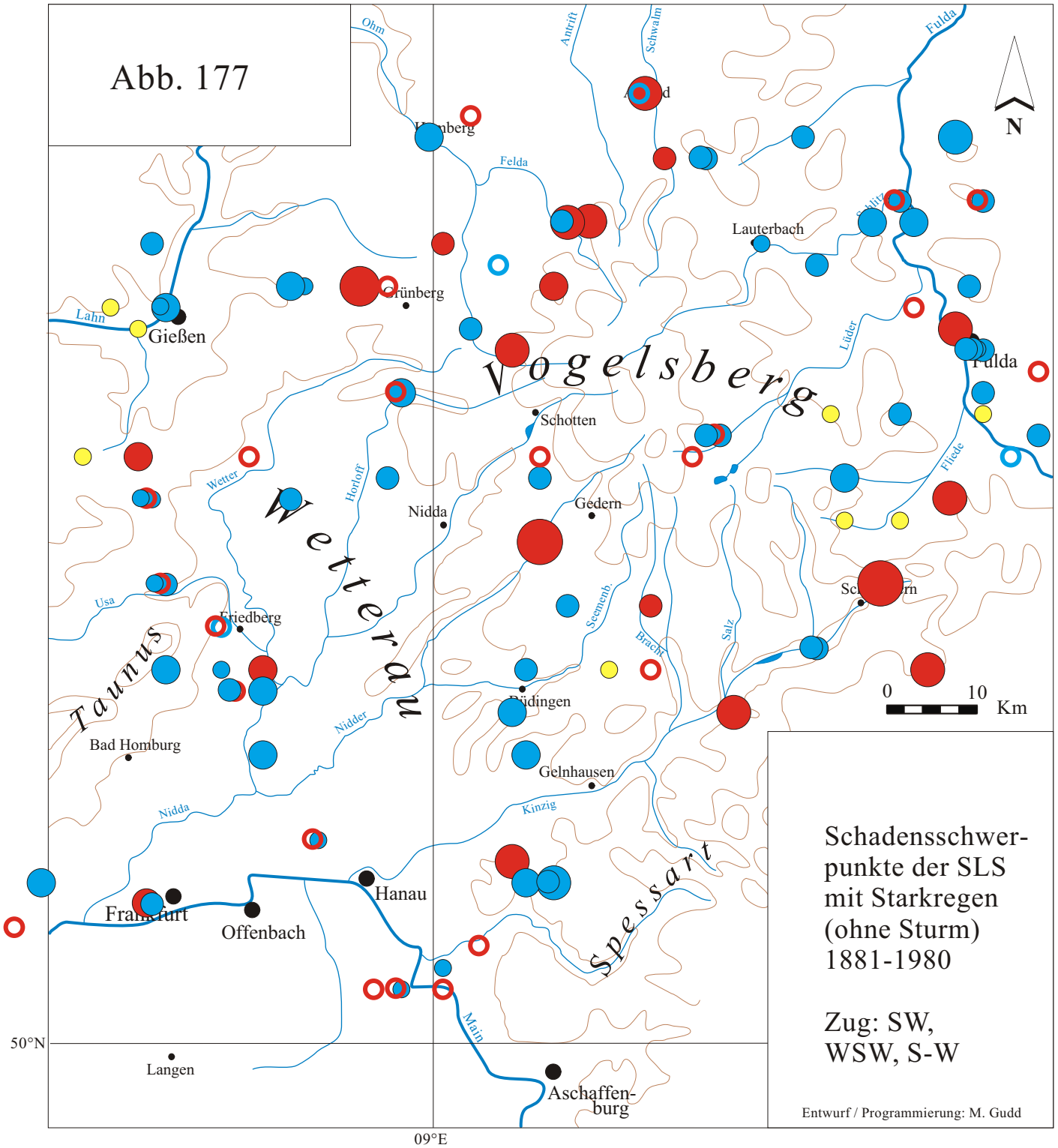
Auch hier ist wieder die Tatsache bemerkenswert, dass bei den starkregenintensiven *SLS* aus S-W der Vogelsberg von signifikanten gewitterbedingten Starkregenschäden während der Untersuchungsperiode 1881-1980 (ohne 1941-50) ausgespart bleibt.

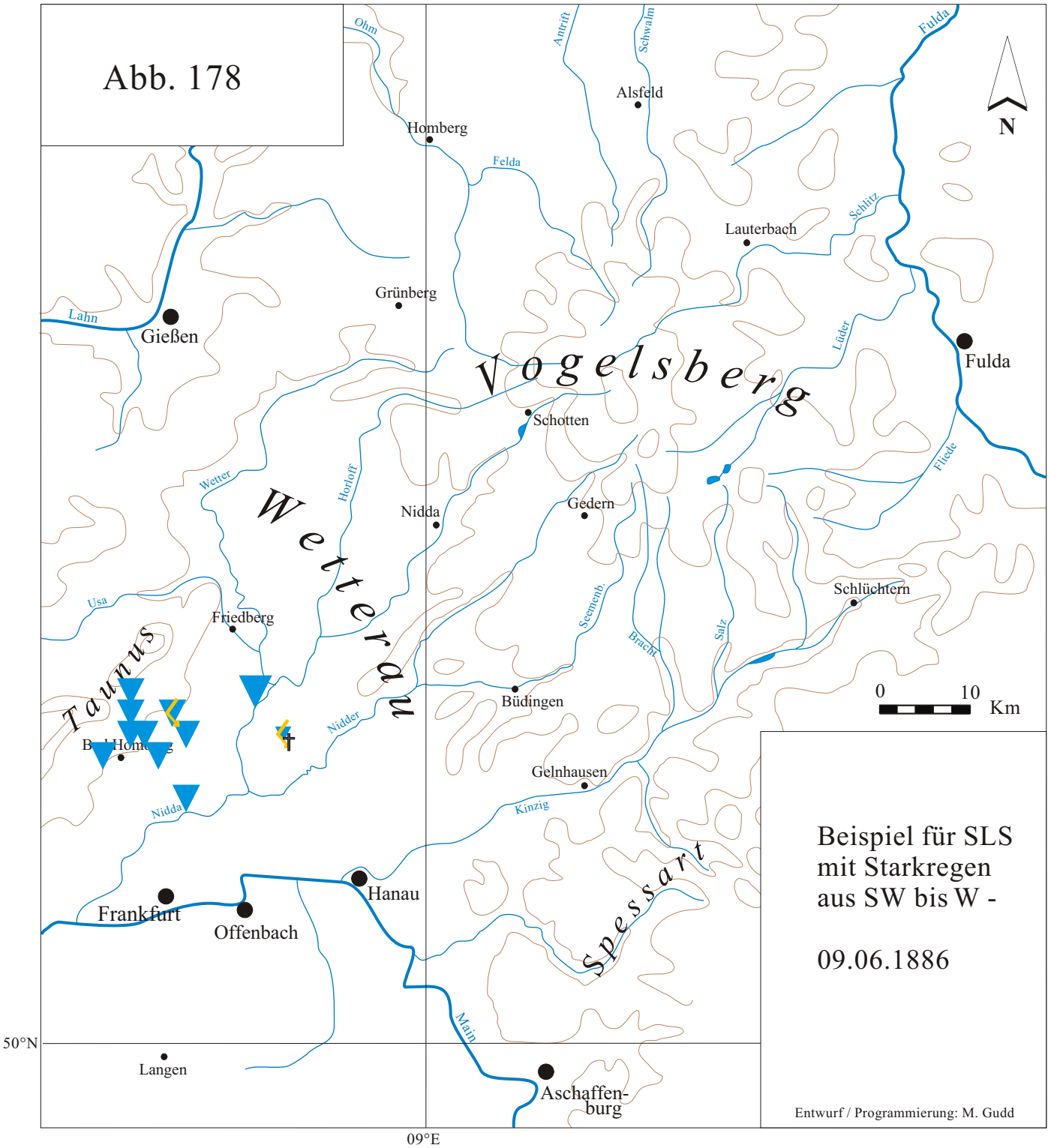
Es folgen zur Verdeutlichung wieder einige Beispiele:

09.06.1886: Am späten Nachmittag und am frühen Abend dieses Tages entlädt sich ein schweres Gewitter über der südwestlichen Wetterau und über dem Taunusfuß. Aufgrund der nur langsamen Verlagerung des Gewittersystems kommt es zu Starkregen-, daneben auch zu Blitzschäden (u.a. mit blitzbedingtem Todesfall) (s. Abb. 178). –

Interpretation: Schadensverlauf und Beobachtungen deuten auf ein typisches isoliertes *MCS*, das sich in Form eines Luftmassengewitters sehr langsam nordost- bis ostwärts verlagert. Ein Schadenszug kann aufgrund der nur langsamen Bewegung nicht festgestellt werden. Das Gewitter entlädt sich aller Wahrscheinlichkeit nur kurz nach seiner Entstehung. Weitere Schäden in nordöstlicher Richtung werden daher nicht gemeldet.


Abb. 176
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Felda
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Taunus
Bracht
Salz
0
10
Km
Nidder
Büdingen
Bad Homburg
Gelnhaus
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Starkregen
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 177
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Felda
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Friedberg
Seemenb.
Bracht
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Starkregen
(ohne Sturm)
1881-1980
Zug: SW,
WSW, S-W
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 178
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Starkregen
aus SW bis W -
09.06.1886
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

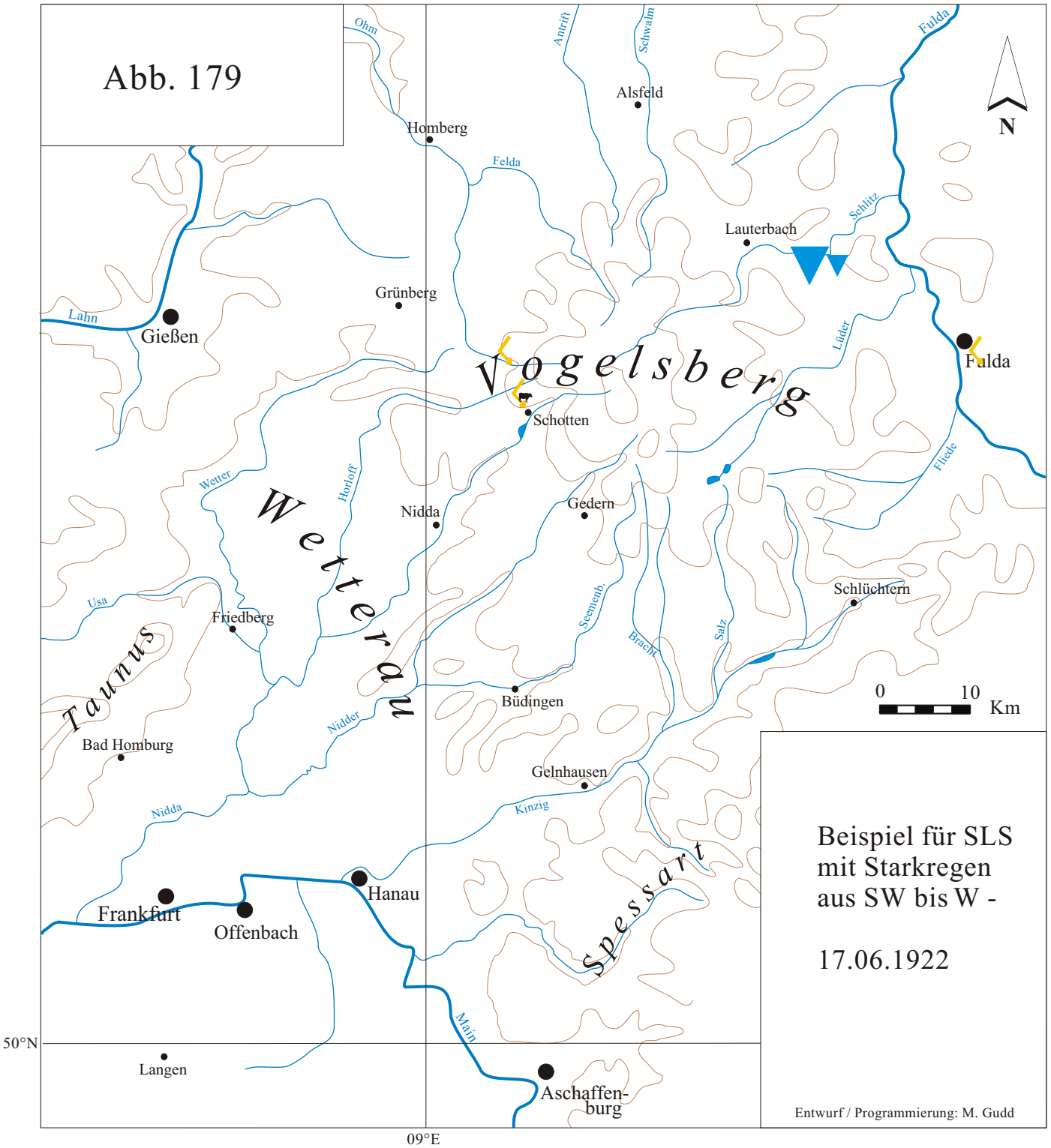
17.06.1922: In den Nachmittags- und Abendstunden werden mehrere Schadensgewitter im UG registriert. Eines der am frühen Nachmittag vorkommenden Ereignisse führt in Osthessen zu Starkregenschäden (Abb. 179): „*Landenhausen. Am Samstag mittag halb zwei Uhr ging über unsere Gemarkung ein schweres Gewitter mit wolkenbruchartigem Regen nieder. In Zeit von einer Viertelstunde standen die tiefgelegenen Ortsstraßen unter Wasser. Zäune und Mauern wurden durch den Anprall des Wassers weggerissen und fortgeschwemmt. Am Wege stehende Wagen führte das Wasser mit sich. In der Mitte des Dorfes hatte sich eine stockwerkhohe Barrikade gebildet von fortgeschwemmtem Holz und Brückenteilen. Viele Meter Brennholz sind mit fortgerissen. Das Vieh mußte in den tiefgelegenen Hofraiten aus den Ställen gebracht werden. Der Schaden ist bedeutend; ein Drittel der Wiesen sind mit Schlamm bedeckt, das Gras vernichtet, mannshohe Gräben sind in die Aecker gerissen. Die ältesten Leute können sich eines solchen Unwetters nicht entsinnen.*"[119] –

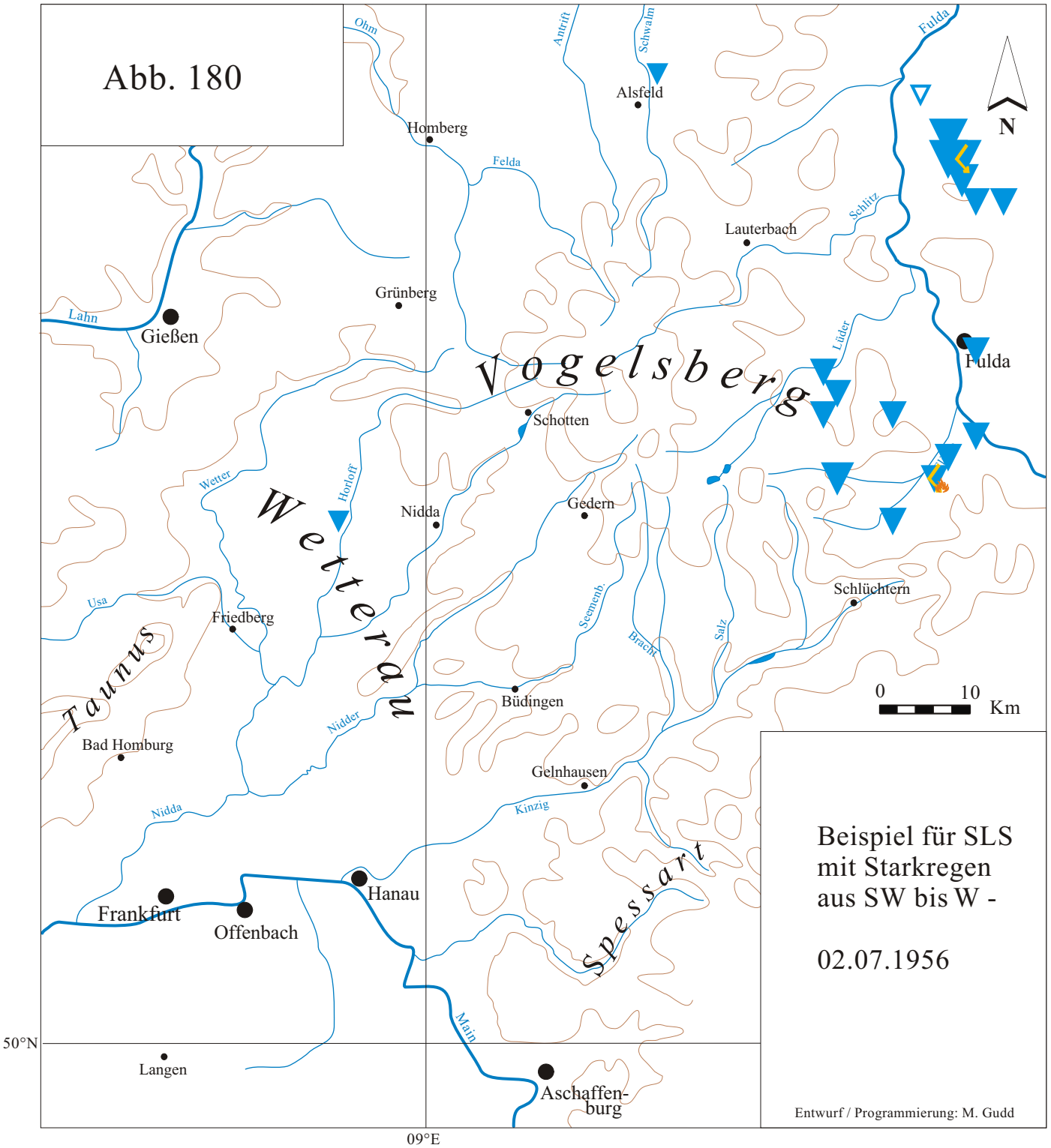
Interpretation: Schadensdaten und Beobachtungen zeigen eine Gewitterwetterlage mit mehreren einzelnen Gewitterzellen. Als eine der ersten vorlaufenden Cb entlädt sich ein lokales System räumlich sehr begrenzt. Die Gewitterzellen entwickeln sich, entladen sich und lösen sich wieder auf.

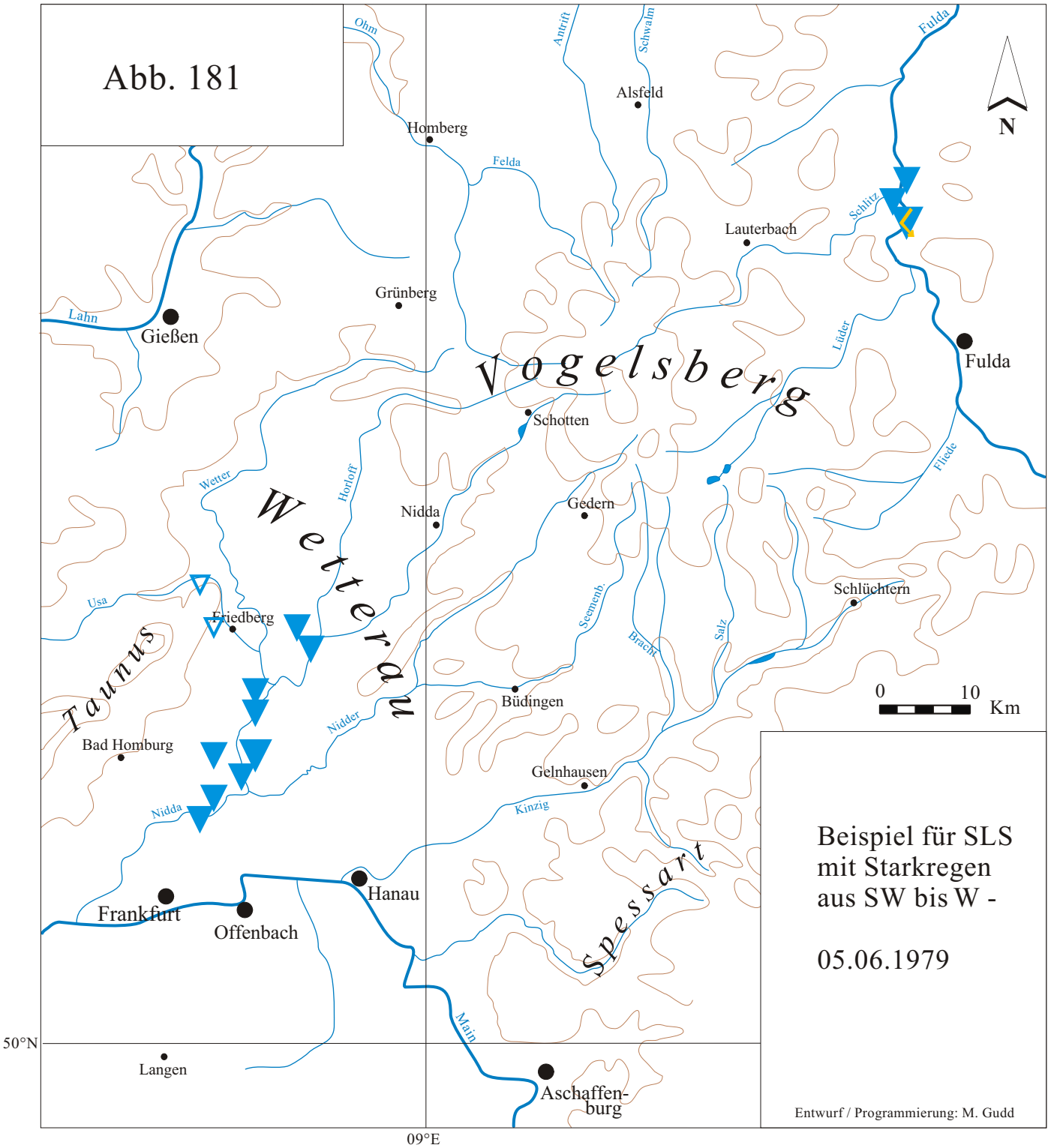
Bemerkenswert ist bei den reinen Starkregen-*SLS* aus SW-W, dass sie nicht selten erst in den Nachtstunden (Intervalle: 21-06 Uhr) über dem UG zur vollen Entladung kommen. Während Ostgewitter nur in absoluten Ausnahmefällen in den Nachtstunden auftreten, ziehen Südwestgewitter mit *SLS*-gemäßen Starkregenschäden deutlich häufiger während dieser Tageszeit über das UG hinweg, wenngleich ihre absolute Anzahl sowie ihr relativer Anteil immer noch sehr gering verbleibt. Verantwortlich dafür sind in der Regel isolierte bzw. gruppierte Gewittersysteme, die in Form von Gewitterclustern langsam weiterziehen und aufgrund ihrer nur geringen Verlagerungstendenz hohe Regenspenden verursachen. Bisweilen vergrößert sich der Umfang des Gewittersystems derart, dass ein sogenannter *Mesoscale Convective Complex* (*MCC*) entsteht (s.a. MADDOX 1980a; MADDOX 1980b). Verstärkt entstehen solche Systeme an langsamziehenden Fronten mit Teiltiefbildung.

02.07.1956: Ein Beispiel für ein aus südwestlicher Richtung über das UG hinwegziehendes Gewittersystem mit abendlichen und nächtlichen Starkregenschäden ist dieser Tag. Vor allem in Osthessen werden signifikante Schäden angerichtet. „(...) *In Buchenrod, einer auf den Höhen des Vogelsberges gelegenen Gemeinde, begann das schwere Unwetter am Montagabend gegen 20.30 Uhr. Schwer tobten die Gewitter, ununterbrochen gingen wolkenbruchartige*

[119] Aus: Oberhessische Zeitung 143, 21.06.1922.


Abb. 179
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Starkregen
aus SW bis W -
17.06.1922
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 180
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Taunus
Bracht
Salz
0
10
Km
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Starkregen
aus SW bis W -
02.07.1956
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 181
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Bracht
Salz
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Starkregen
aus SW bis W -
05.06.1979
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

Regen nieder. Ungeheure Mengen von Steinen donnerten zu Tal, von den umliegenden Bergen hatte das Wasser sie mitgerissen. Zum Teil wurden Straßen aufgerissen, selbst große Klaftersteine von einer Brückeneinfassung lösten sich unter der Wucht des Wassers. Noch am Dienstagmorgen lagen mehrere Tonnen Steine auf der Straße kurz vor dem Eingang zur Gemeinde von Flieden her. (...).[120] –

Interpretation: Schadensverlauf in Abb. 180 und Beobachtungen der Niederschlags- und Klimastationen zeigen ein ausgedehntes Gewittersystem, das den Höhepunkt seiner Entwicklung über Osthessen besitzt. Es zieht SW-NE aus dem südöstlichen Vogelsberg über den zentralen Landkreis Fulda ins Hünfelder Land. Die Maximalschäden durch Starkregen sind nur wenige Kilometer breit. Es handelt sich um ein clusterformiges *MCS*, das (unter Neubildung von Zellen) langsam nordostwärts zieht. Das Höhenwindregime erscheint nur schwach ausgeprägt.

05.06.1979: Im Verlaufe dieses Tages ziehen mehrere Gewitter über das UG hinweg. Ein erstes System verursacht über dem Schlitzer Land Starkregenschäden (Abb. 181), ein zweites System am späten Nachmittag über der südlichen Wetterau Starkregenschäden, dem am frühen Abend ein weiteres Gewitter folgt. Hagel- oder Sturmschäden werden nicht beobachtet, die Verlagerung beider Gewitter ist nur sehr gering. Hauptsächlich handelt es sich um reine Starkregengewitter, die Klimastation Bad Nauheim meldet lediglich eine leichte Entladungstätigkeit. „(...) *Als zwischen 19 und 20 Uhr sich ein weiteres Unwetter über dem Karbener und Bad Vilbeler Raum entlud, erreichten die Hilferufe von Hausbesitzern Rekordhöhe. Über 130 Keller standen so unter Wasser, daß sie entweder in Nachbarschaftshilfe (mit Eimerkette) leergeschöpft oder von den Wehrmännern leergepumpt werden mußten.* (...).“[121] –

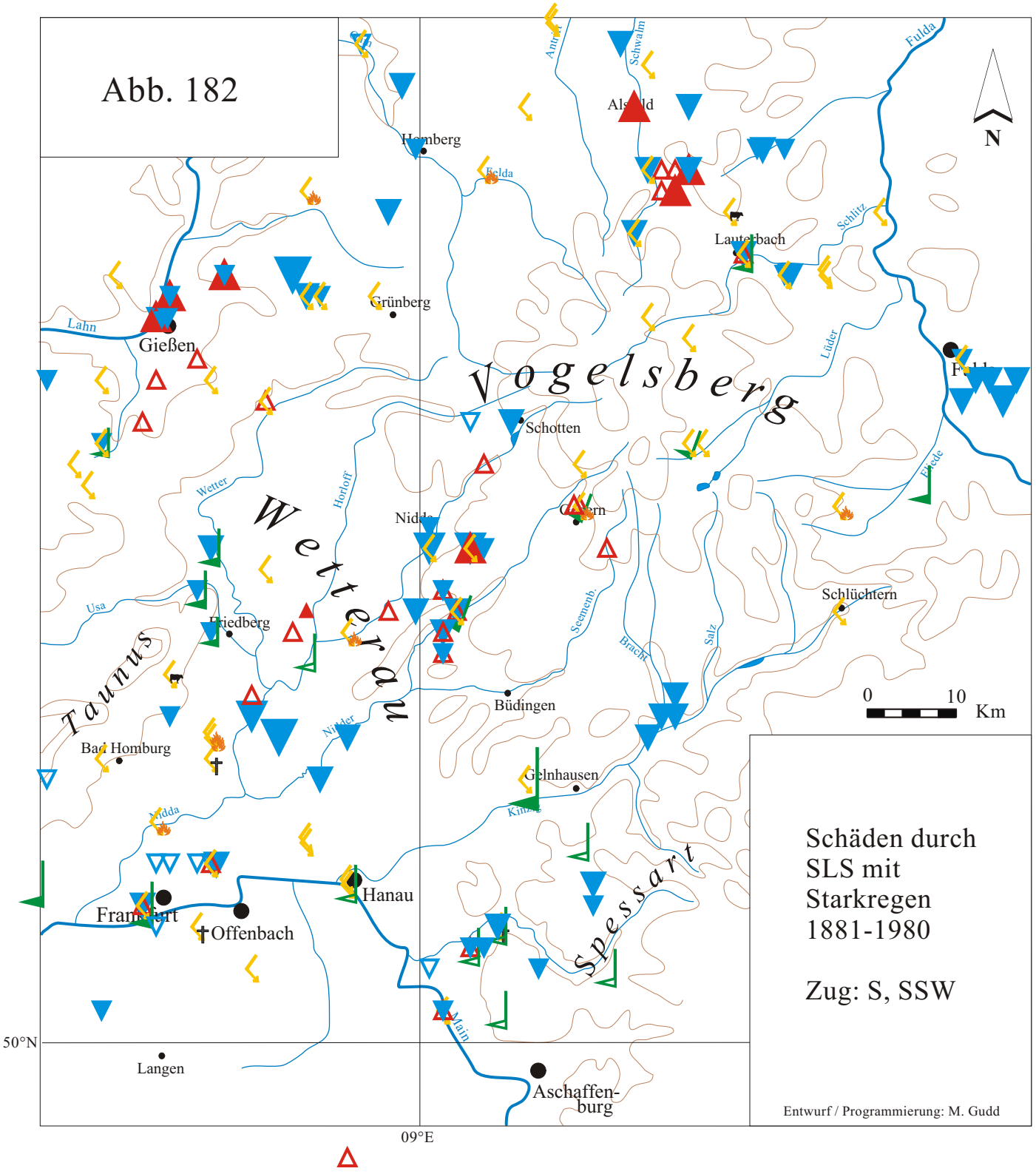
Interpretation: Zahlreiche einzelne Gewitter zeigen eine Schwarmgewitterlage an. Die langsame Verlagerung deutet auf Bildung innerhalb einer einheitlicher Luftmasse hin (Wärmegewitter), die verstärkte abendliche Entladung darauf, dass sich (von Südwesten bis Westen her) großräumige Störungen nähern.

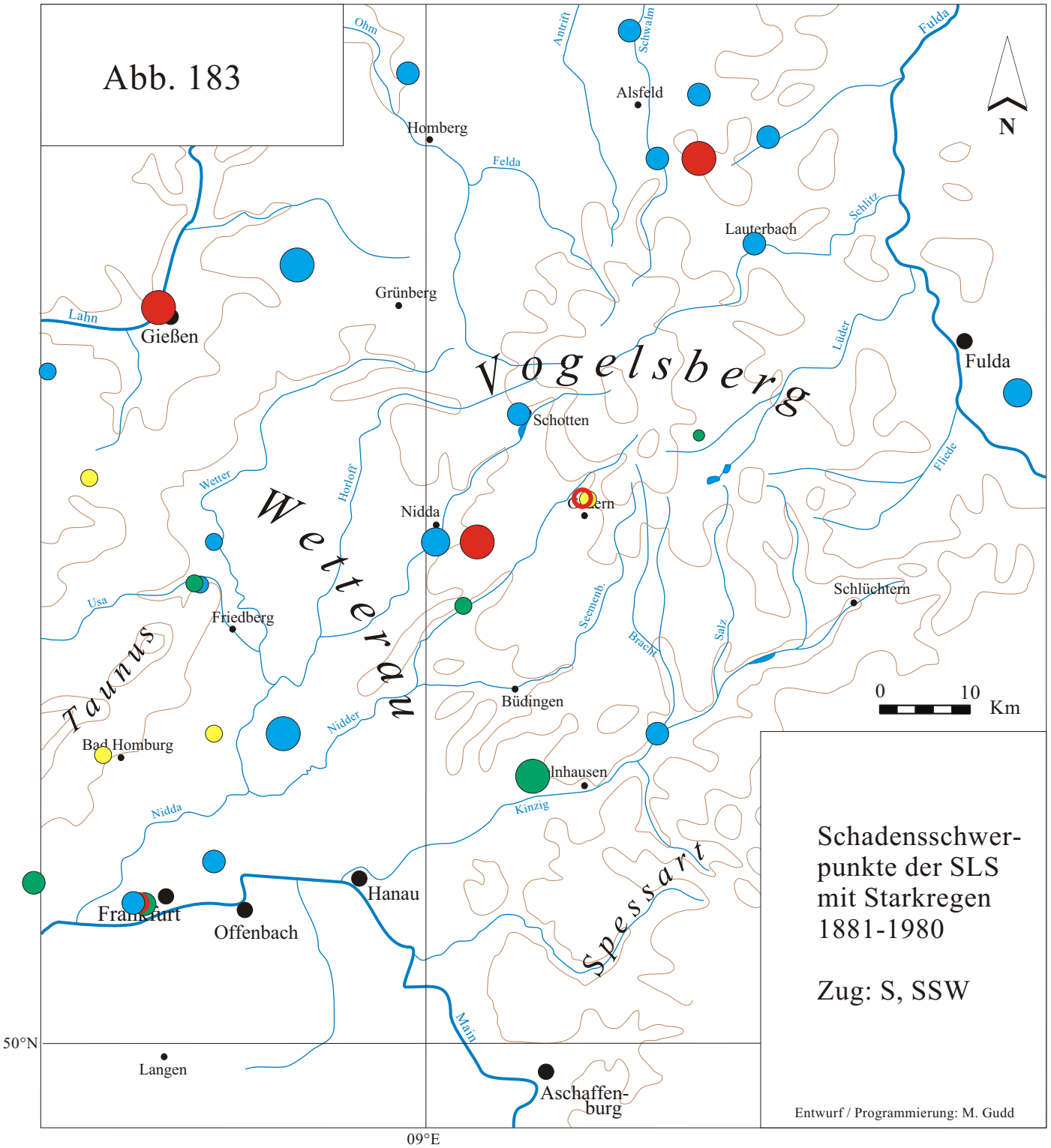
7.3.2. Schwergewitter mit Starkregenschäden aus dem südlichen bis südwestlichen Himmelssektor

Wie bei den anderen gewitterbedingten Ereignissen, so sind *SLS*-Fälle mit Starkregenschäden aus den Zugrichtungen Süd bzw. Südsüdwest relativ selten. Im Untersuchungszeitraum 1881-1980 (ohne 1941-50) treten insgesamt nur 17 Ereignisse auf (entsprechend 5% von 314 Stark-

[120] Aus: Fuldaer Zeitung vom 04.07.1956.

[121] Aus: Wetterauer Zeitung 130, 07.06.1979.


Abb. 182
N
Homberg
Grünberg
Gießen
Lahn
Vogelsberg
Wetterau
Taunus
Spessart
Schotten
Nidda
Gedern
Friedberg
Büdingen
Gelnhausen
Schlüchtern
Bad Homburg
Frankfurt
Offenbach
Hanau
Langen
Aschaffen-
burg
Main
Usa
Wetter
Horloff
Seemenb.
Bracht
Salz
Lüder
Schlitz
Fulda
Felda
Schwalm
Antr
Nidder
Kinzig
Nidda
Lauterbach
0
10
Km
50°N
09°E
Schäden durch
SLS mit
Starkregen
1881-1980
Zug: S, SSW
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 183
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Alsfeld
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Ortern
Fliede
Usa
Friedberg
Seemenb.
Brach
Salz
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
Nidder
0
10
Km
Bad Homburg
Inhausen
Kinzig
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Starkregen
1881-1980
Zug: S, SSW
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

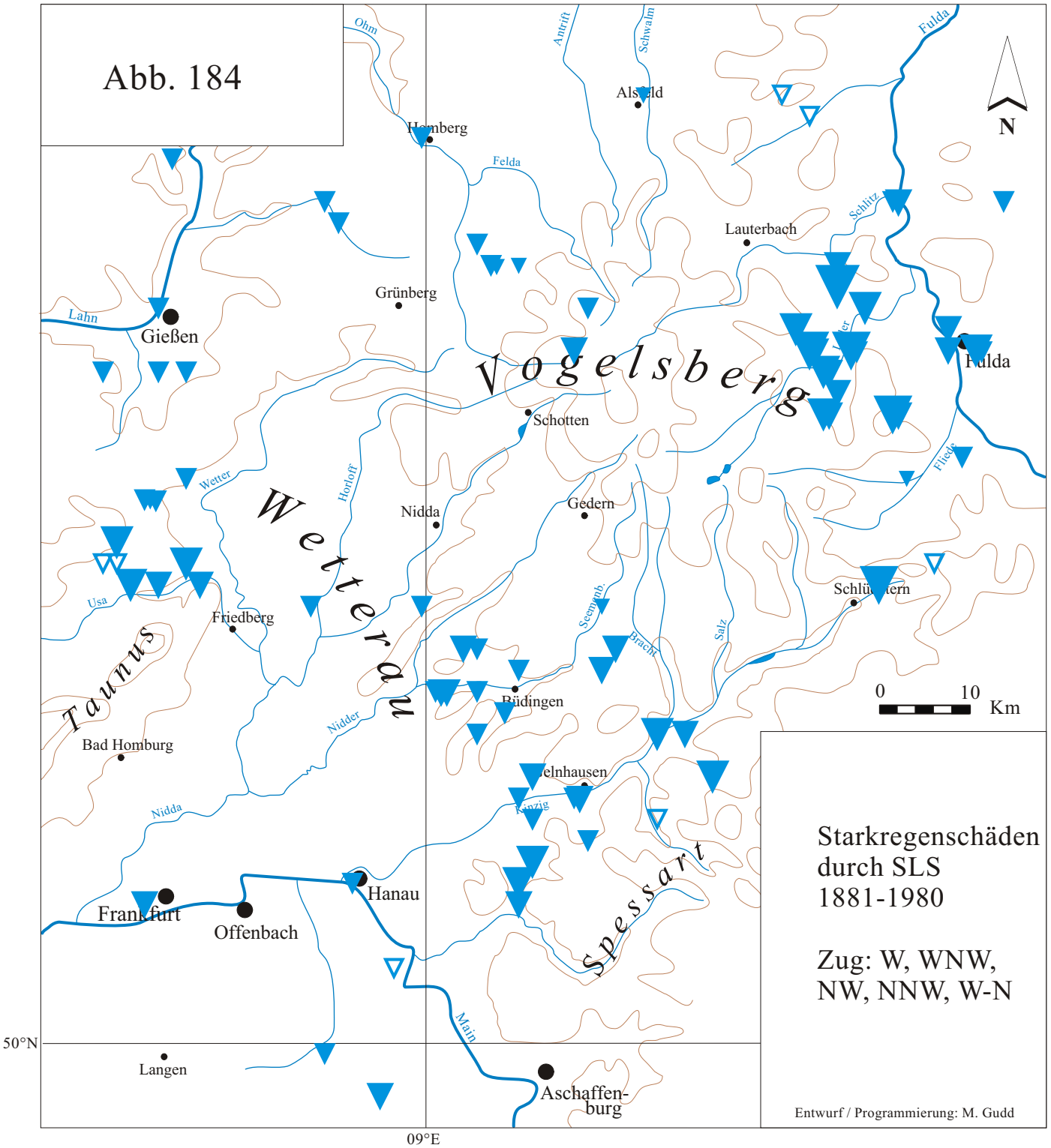
regenfällen insgesamt), verbunden sowohl mit Hagel- als auch Sturmschäden. Hauptsächlich kommt es tagsüber zu diesen *SLS*. Daraus geht hervor, dass es sich dabei um meist kleinräumige Gewitterzellen handelt, die nicht Teil weit ausgedehnter Gewittersysteme sind. In der Tat zeigt die Schadensverteilung in Abb. 182 ein überwiegend lokales Auftreten der Schadensereignisse. Bei den vereinzelten Sturmschäden handelt es sich um *Micro-Bursts*, die z.T. sehr ausgeprägt sind, wie zum Beispiel jener Fall vom 26.05.1951.

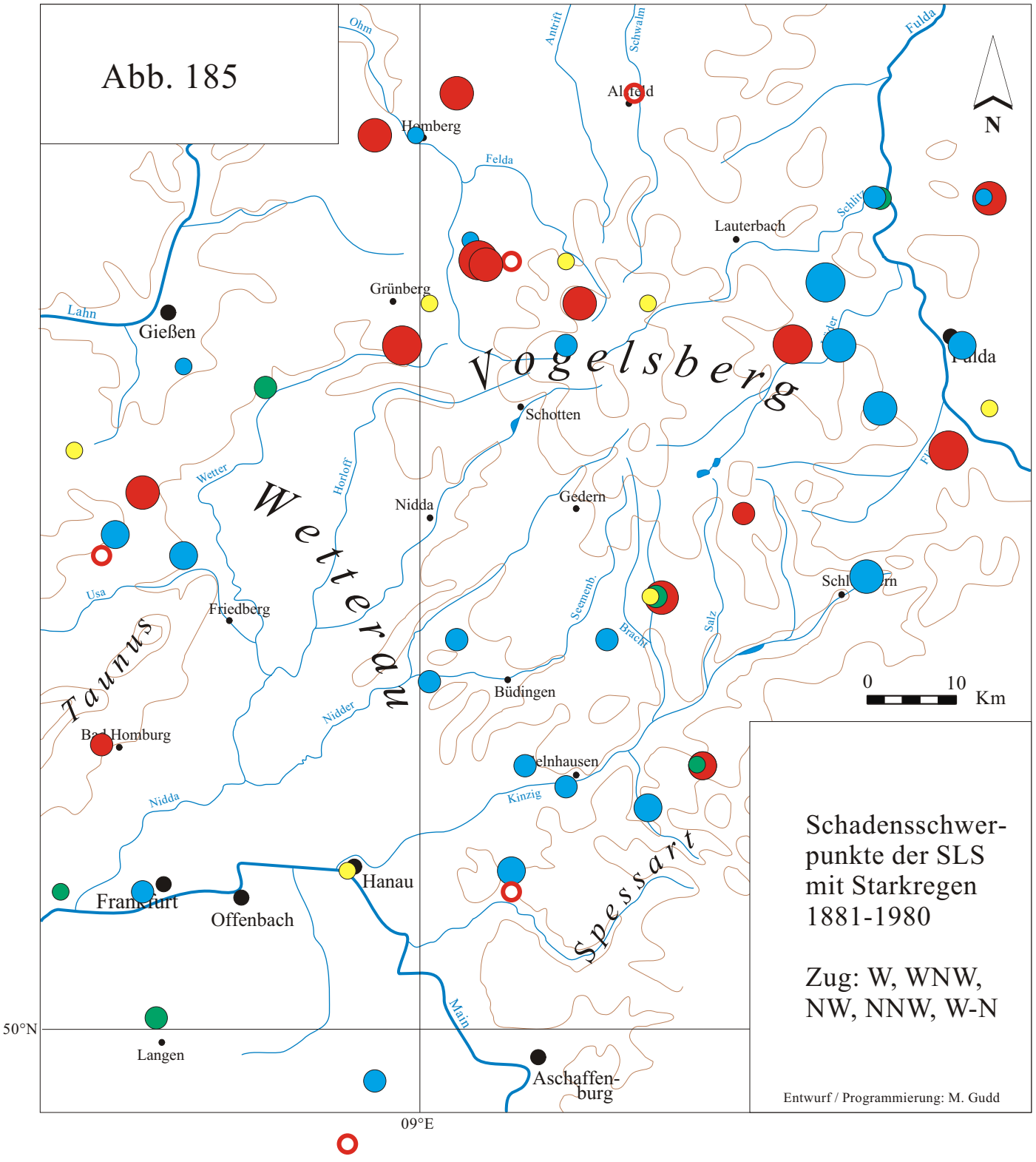
Die Schwerpunkte der dabei aufgetretenen Ereignisse (Abb. 183) ordnen sich hauptsächlich wieder im Süden und Westen des UG an, aber auch im Norden. Östlich des Vogelsberges treten kaum einmal Schadensschwerpunkte auf. Von der Schadenscharakteristik her gesehen bilden diese „Südgewitter" einen Übergangstypus zwischen den lokalen Ostgewittern (s.u.) und den weiträumig ausgedehnten Gewittersystemen aus Südwest bis West.

7.3.3.: Schwergewitter mit Starkregenschäden aus dem westlichen bis nördlichen Himmelssektor

Ebenfalls nur wenige Ereignisse, nämlich nur knapp 10% aller Starkregen-*SLS*, kommen aus den westlichen bis nördlichen Richtungen (Richtungskriterien: W, WNW, NW, NNW, W-N). Ihre Verteilung mit den Sturm- bzw. Hagelschäden wurden schon an anderer Stelle weiter oben erläutert. Wie schon aus Abb. 155 (Starkregenschäden bei Hagel-*SLS* aus W-N) ersichtlich wurde, sind in Abb. 184 die aus dieser Richtung heranziehenden *SLS* während des Untersuchungszeitraumes einmal zunächst vor im Süden des UG häufig durch nur schwache bis mäßig starke Schadensintensitäten gekennzeichnet, es fällt wieder die Schadensarmut des südlichen Teils des UG auf, vor allem in der südlichen Wetterau und im Rhein-Main-Gebiet kommt es kaum einmal zu Starkregenschäden. Allerdings treten im Gegensatz zu *SLS*-Ereignissen aus dem südlichen bis westlichen Sektor deutlich mehr intensive Schadensformen auf, fast ein Drittel (entsprechend 9 von 29 Fällen) fällt sehr intensiv aus (Starkregenschadenskriterium >= 1-2). Diese kommen fallweise an der Usa und im Kinzigtal vor, vor allem jedoch in den osthessischen Bereichen des UG. Drei der neun stärksten Ereignisse (24.05.1898, 01.08.1955, 24.06.1975) betreffen den westlichen Landkreis Fulda.

Die Schwerpunktverteilung in Abb. 185 zeigt somit deutlich die Bevorzugung von Schadensschwerpunkten im vogelsbergnahen und osthessischen Bereich (durchaus z.T. in Übereinstimmung mit den Schwerpunktzugbahnen WNW 1 bis WNW 5). Ähnlich, wie dies auch bei den aus SW-W heranziehenden Starkregen-*SLS* der Fall ist, konzentrieren sich Hagelschlag und Starkregenfall auf diese genannten Regionen. Während in den meisten Teilen des UG nur


Abb. 184
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Usa
Friedberg
Seemenb.
Bracht
Salz
Taunus
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
Langen
Aschaffen-
burg
50°N
09°E
N
0
10
Km
Starkregenschäden
durch SLS
1881-1980
Zug: W, WNW,
NW, NNW, W-N
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

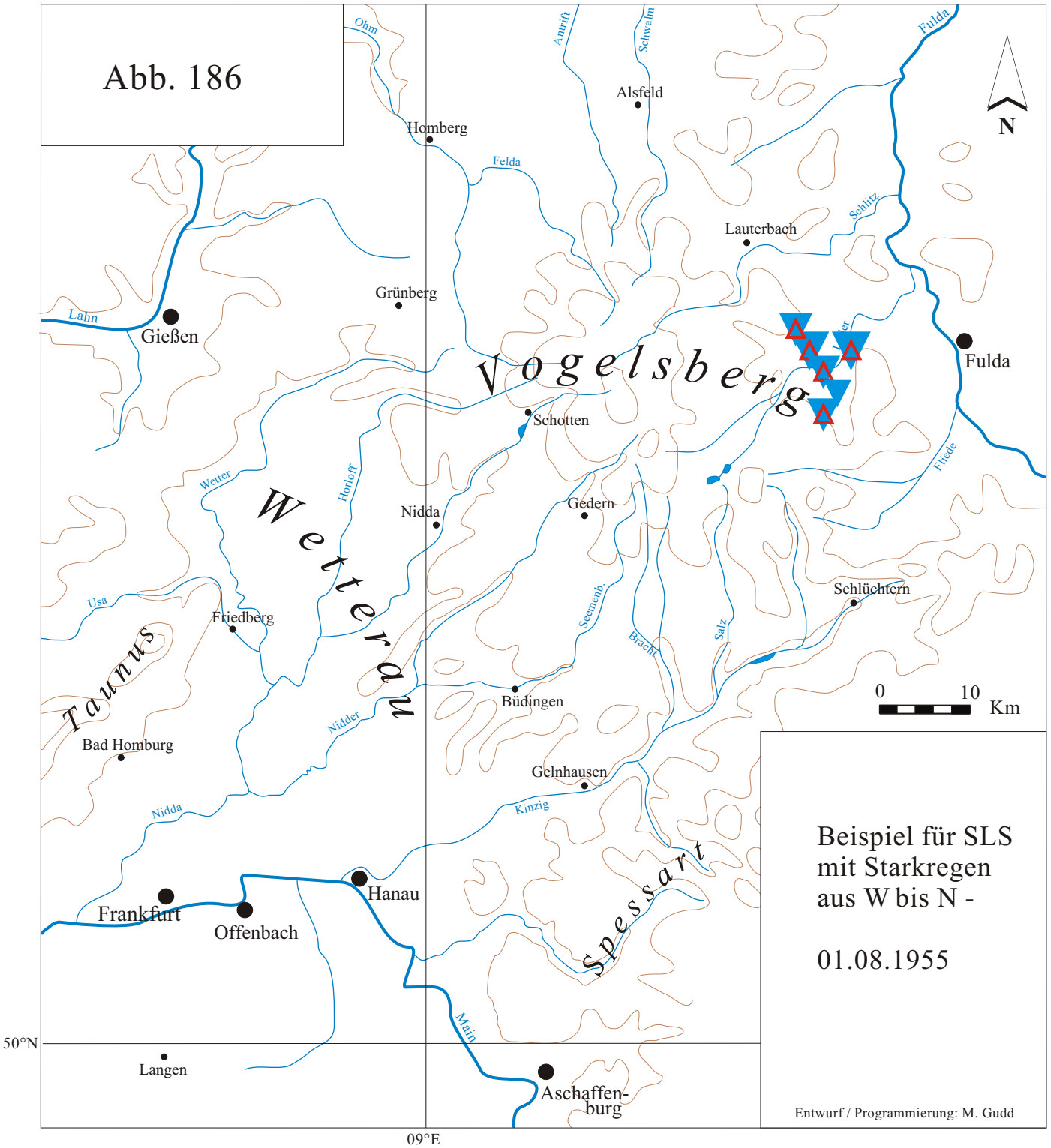

Abb. 185
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Homberg
Felda
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Usa
Friedberg
Taunus
Seemenb.
Bracht
Salz
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Kinzig
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
Langen
Aschaffen-
burg
50°N
09°E
N
0
10
Km
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Starkregen
1881-1980
Zug: W, WNW,
NW, NNW, W-N
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

geringe bis mäßige Starkregenschäden auftreten, finden sich im Bereich des Vogelsberges, speziell auf der N- und O-Seite, starke Hagelschläge, und im östlichen Vogelsberg und im Fuldaer Land konzentrieren sich die stärksten aufgetretenen gewitterbedingten Regenschäden. Dabei handelt es sich bei diesen Fällen sämtlich um langsamziehende Zellen, die sich im Westteil des Fuldaer Landkreises südostwärts bewegen. Sie bilden offensichtlich einen Übergang zu der eigenständigen Gewitterart der starkregenintensiven Ostgewitter, die für das Fuldaer Land im Frühsommer so charakteristisch sind (s. unten).

01.08.1955:

In den Nachmittagsstunden dieses Tages kommt es lokal im östlichen UG im Bereich des Lüdertals zu einem heftigen Gewitter. Dieses sehr begrenzte Ereignis führt zu intensiven Starkregen- und auch Hagelschäden. „(...) *Das Gewitter über Stockhausen kündete sich in der dritten Nachmittagsstunde durch eine für die Tageszeit ungewöhnliche Dunkelheit an. Bald zuckte aus den schwarzen Wolkenmassen Blitz auf Blitz, und bei rollendem Donner ergossen sich Wassermassen auf die Erde, die sich innerhalb kurzer Zeit auf Feldwegen zu stürzenden Bächen sammelten und über die Felder und Straßen zu Tal fluteten. Nach noch nicht einer Stunde bot sich bei dem grellen Schein der Blitze ein Bild der Verwüstung. (...) Der Schwerpunkt des Wolkenbruches lag über dem Höhenzug zwischen Stockhausen und Blankenau, so daß die der Kreisgrenze zugewandten Teile beider Orte am stärksten in Mitleidenschaft gezogen wurden. In der Gemarkung Stockhausen wurde ein Feldweg total ausgeschwemmt und das Material in einem Hohlweg abgelagert. Vor Blankenau hatten die Wassermassen die Straße an einer Stelle so weit ausgestrudelt, daß ein amerikanischer Jeep in dem Loche Platz fand.* (...)“[122] – „(...) *Wolkenbruch und Hagelschlag gingen während einer ungewöhnlichen Dunkelheit hernieder. Erst gegen 17.30 Uhr beruhigte sich das Wetter; da aber bot sich den Bewohnern des Dorfes ein Bild der Verwüstung. Das Lüdertal war ein großer See, von dem Grummet in den Wiesen nichts mehr zu sehen. Felder, Wiesen und Gärten sind verschlammt. Auf der Lüder kamen Körbe voll Holz, Kisten und andere Gegenstände angeschwommen. Die Straße Großenlüder-Hainzell war an der Ortslage unpassierbar. (...) Die Wassermassen, die hier wie ein reißender Gebirgsbach heruntergestürzt kamen, haben große Verwüstungen angerichtet. Das Pflaster oder die Straßendecke ist metertief aufgerissen. Die Abwässerungsrohre sind bloßgespült. Der ganze Straßenzug bot nach dem Unwetter ein Bild, als ob Bomben gefallen wären. Außer der Ortslage ist auch in der Gemarkung beträchtlicher Schaden entstanden. Am Dienstagmorgen versammelte sich die Bevölkerung. Es wurde unverzüglich*

[122] Aus: Lauterbacher Anzeiger 178, 04.08.1955.


Abb. 186
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Bracht
Salz
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Starkregen
aus W bis N -
01.08.1955
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

mit den Notstandsarbeiten begonnen. Auch in den Orten Blankenau, Stockhausen und an der Sieberzmühle richtete das Unwetter großen Schaden an."[123] Die in den Berichten beschriebene Dunkelheit beschreibt nicht etwa das Herannahen einer ausgeprägten Böenwalze (*Gust Front*). Dafür fehlen die Erkenntnisse über Sturmschäden. Vielmehr handelt es sich bei diesem Ereignis um einen Vorgang, bei dem aufgrund hoher relativer Feuchte das Kondensationsniveau außerordentlich niedrig liegt – ein Fall, der insbesondere bei starkregenrelevanten Ereignissen immer wieder auftritt. –

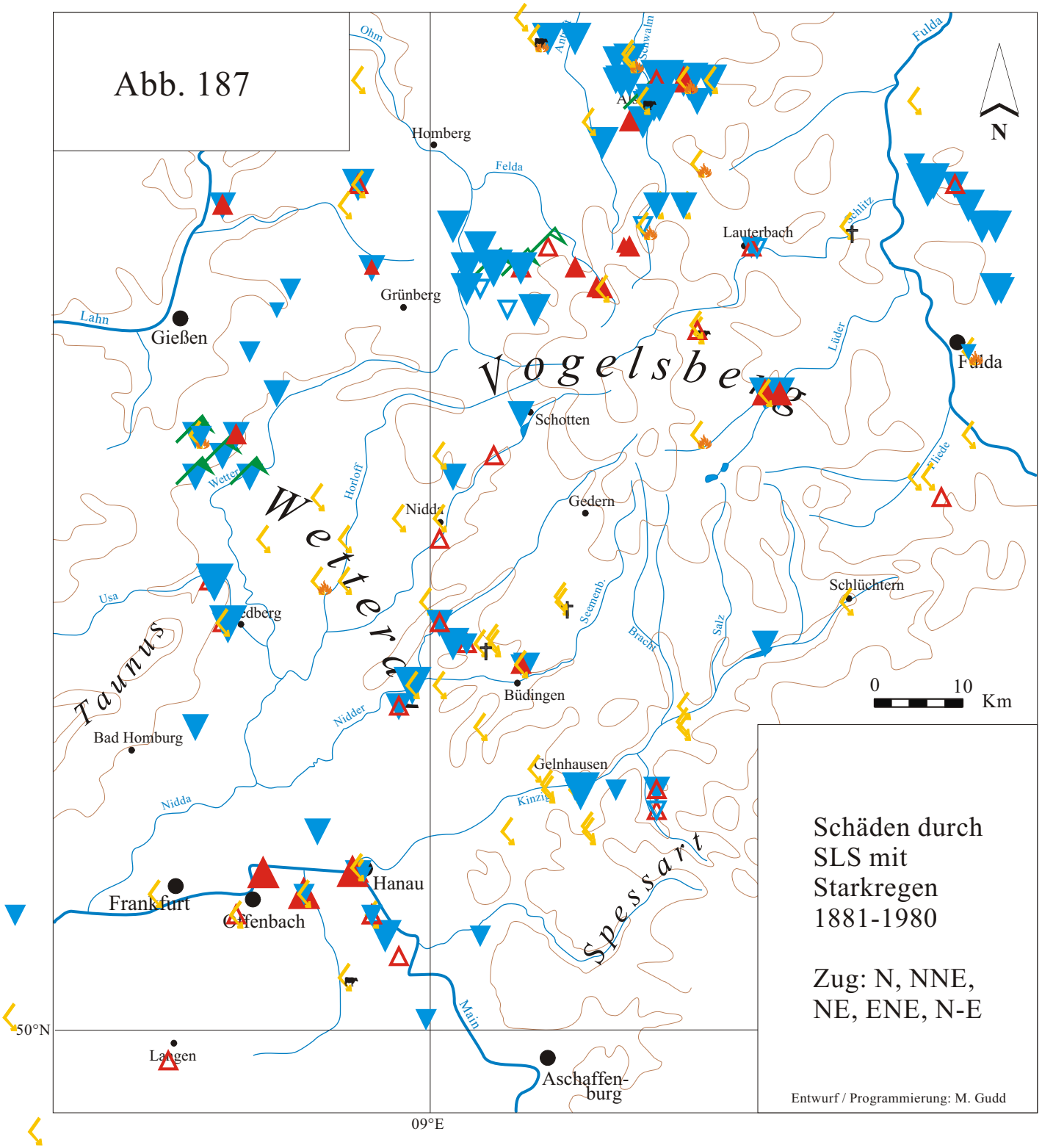
Interpretation: Schadensverlauf, -ausmaß (Abb. 186) und weitere vorliegende Beobachtungen deuten auf ein langsamziehendes, sich an Ort und Stelle entwickelndes Gewittersystem hin – typischer Fall von Luftmassengewitter.

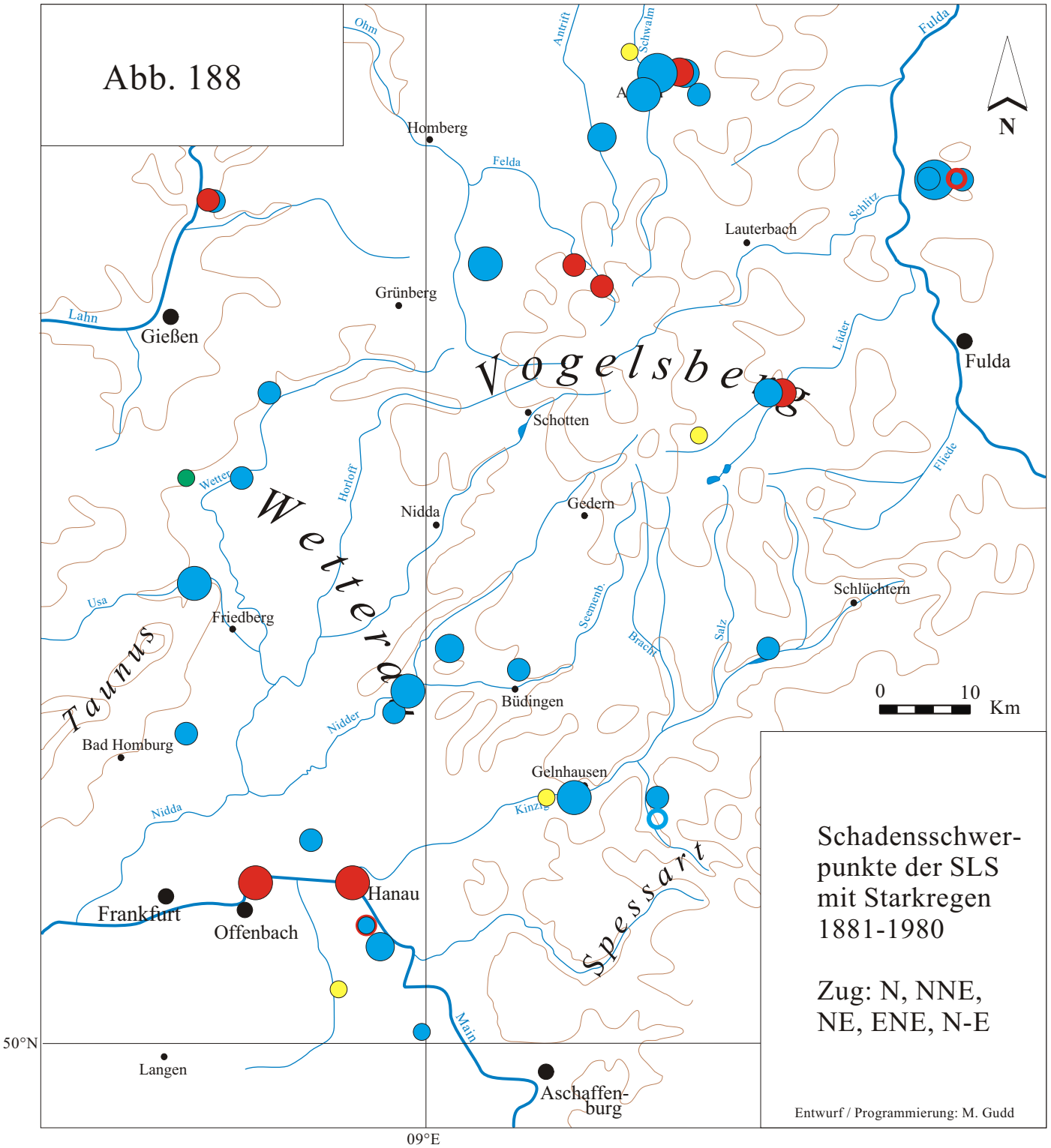
7.3.4. Schwergewitter mit Starkregenschäden aus dem nördlichen bis östlichen Himmelssektor:

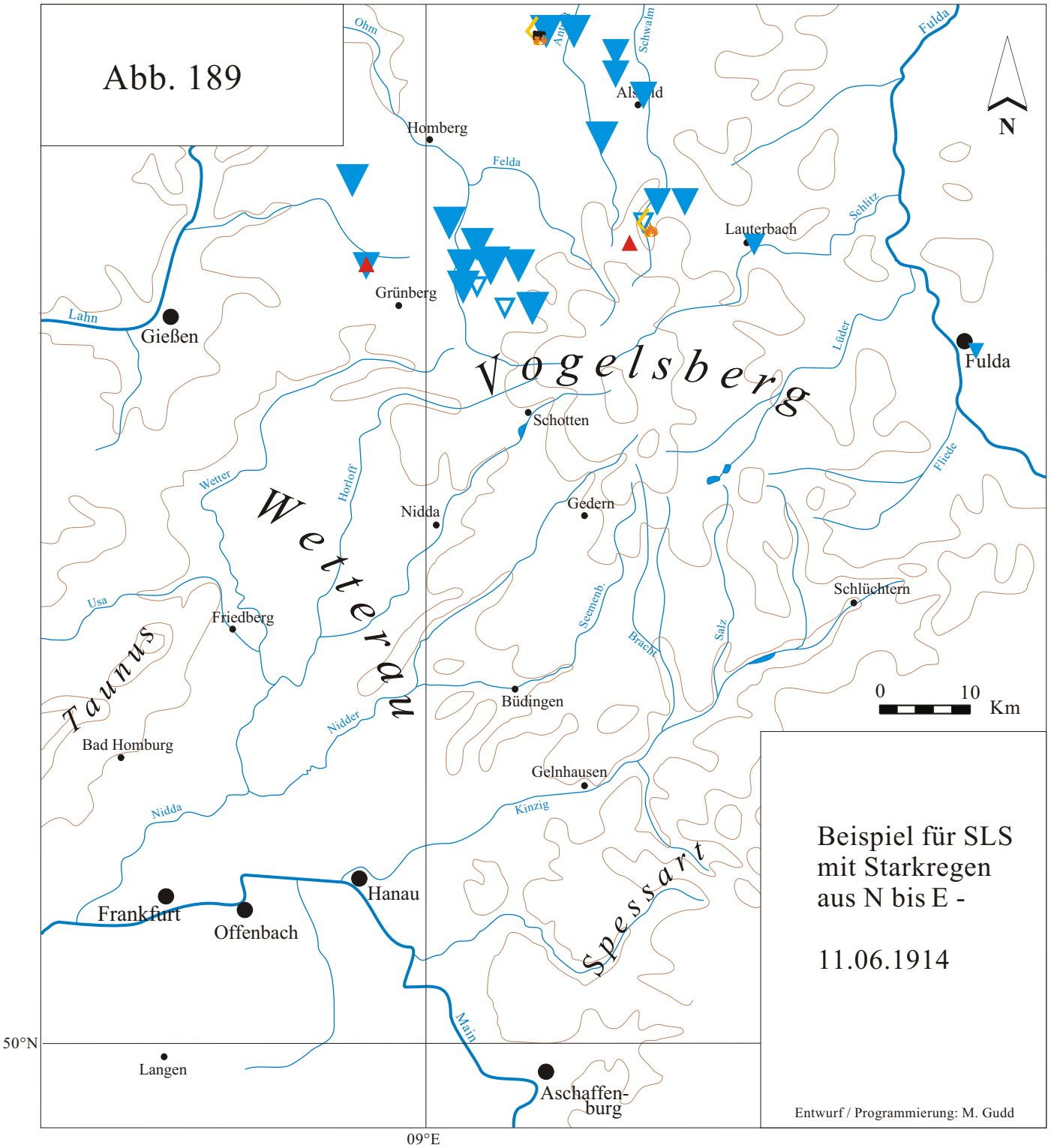
Auch hier zeigt sich, dass eine nur geringe Anzahl an Ereignissen im UG aus diesem Himmelssektor heranzieht. Nur in 8% (25 von 314) werden diese Ereignisse beobachtet. Lediglich in einem Einzelfall tritt das Geschehen nachts auf (19.07.1956), ansonsten finden die Schadensereignisse sämtlich tagsüber statt und sind räumlich sehr begrenzt. Prinzipiell kommt es auch hier während des Untersuchungszeitraumes 1881-1980 (ohne 1941-50) im gesamten UG zu Starkregenschäden, doch finden sich erneut besonders intensive Ereignisse im Bereich der eigentlichen Mittelgebirge. Die Karte mit allen gewitterbedingten Schäden bei den starkregenrelevanten Gewitterereignissen (Abb. 187) verdeutlicht den Sachverhalt der lokal auftretenden Starkniederschläge. Bei den sich in der Regel langsam südwestwärts bewegenden Gewittersystemen gehen Starkregen und Hagel oft sehr örtlich nieder, und nur in seltenen Fällen treten dabei gewitterbedingte *Downburst*schäden auf. Vereinzelte intensive gewitterbedingte Hochwasserereignisse kommen während des Untersuchungszeitraumes vor.

Die Karte mit den Schadensschwerpunkten (Abb. 188) zeigt, dass sich die Hochwasserereignisse sämtlich am Rand der Mittelgebirge im Übergang zu den tieferliegenden Tal- und Beckenlandschaften konzentrieren. Zeichen dafür, dass die über dem Gebirgsraum (Knüll, Rhön, Vogelsberg) sich entwickelnden *SLS* nach Zurücklegen einer Wegstrecke sich mit Starkniederschlag entladen. Die aus dem Knüll heranziehenden *SLS* entladen sich auf der Nordseite des Vogelsberges, jene aus der Vorderrhön im Fuldaer Land, jene aus dem Vogelsberg in den Randbereichen der Wetterau.

[123] Aus: Fuldaer Zeitung vom 03.08.1955.


Abb. 187
Ohm
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Lauterbach
Schlitz
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Taunus
Bracht
Salz
0
10
Km
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Schäden durch
SLS mit
Starkregen
1881-1980
Zug: N, NNE,
NE, ENE, N-E
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 188
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Friedberg
Seemenb.
Bracht
Salz
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Starkregen
1881-1980
Zug: N, NNE,
NE, ENE, N-E
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 189
Ohm
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Lauterbach
Schlitz
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Fliede
Nidda
Gedern
Wetterau
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Salz
Bracht
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Starkregen
aus N bis E -
11.06.1914
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

11.06.1914: In den Nachmittagsstunden dieses Tages verursachen schwere Gewitter im nördlichen Vogelsbergbereich intensive Starkregenschäden (Abb. 189). Bemerkenswert ist die lange Andauer dieses langsam aus nordöstlicher Richtung heranziehenden Ereignisses. So heißt es aus Ruppertenrod: „(...) *Um drei Uhr zog ein Gewitter heran, nicht besonders stark an elektrischen Entladungen, aber an wolkenbruchartigem Regen. Dieser dauerte ununterbrochen Stunden lang, untermischt mit vereinzeltem Hagel. Die Gewitter zogen im Kreise über unseren Ort, so daß der Regen die Seiten der Gebäude von jeder Himmelsrichtung traf. Bald stürzten die Wassermassen von den nahen Bergen mit donnerndem Getöse durch den Ort. Die durch denselben führende Brücke schwoll bis oben an voll trüber Fluten. Die Brückendeckel wurden emporgehoben und die Ortsstraßen bei der Kirche standen unter Wasser. Im Unterdorfstieg die Ohm meterhoch, das Ohmtal verwandelte sich in einen See. Nun drangen die Gewässer in die Ställe, Scheuern und Häuser. Das Vieh mußte aus den Stallungen gebracht werden.* (...)."[124] Von Nieder-Ohmen wird geschrieben: „(...) *Auch hier drang das Wasser in Ställe, Scheunen und Gebäude. Einem Maurermeister wurden viele Wagen voll Schlacken fortgespült. In Wettsaasen drang das Wasser in die untere Stube der Mühle. Der Müller mußte ins obere Stockwerk flüchten.*"[125] -

Interpretation: Die ausgedehnten Starkregenschäden bei gleichzeitig nur örtlichem Vorkommen von Hagelschlag und anderen gewitterbedingten Erscheinungsformen zeigt das typische Verhalten von starkregenrelevanten Ostgewittern an. Die einzelnen Zellen vergrößern sich und schließen sich clusterförmig zu einem ausgedehnten Gewittersystem zusammen, das sich nach einigen Stunden über der betreffenden Region auch wieder auflöst.

7.3.5. Schwergewitter mit Starkregen aus dem östlichen bis südlichen Himmelssektor

30% aller *SLS*-Ereignisse (n = 95) mit Starkregenschäden sind Fälle, deren Zugrichtung mit „E", „ESE", „SE", „SSE" bzw. „E-S" kategorisiert werden konnte. Es sind dies die eigentlichen klassischen Ereignisse, die unter dem Begriff „Ostgewitter" der breiten Öffentlichkeit im UG bekannt sind. Diese Gewitterformen treten fast ausschließlich tagsüber auf, nur in 6 Fällen sind es Nachtgewitter, die aus östlichen bis südlichen Richtungen im UG Starkregenschäden verursachen. Meridionale und gemischte Wetterlagen sind bevorzugte GWL bei diesen Ereignissen, zonale Lagen treten im Prinzip nicht auf. Somit sind diese Gewittertypen in höchstem Maße an den Frühsommer gebunden.

[124] Quelle: Oberhessische Zeitung 136, 13.06.1914.

[125] Ebda.

Tabelle 36 zeigt die Jahresverteilung der Ostgewitter (= *SLS*-Ereignisse mit Starkregenschäden) aus E-S. Wesentlich deutlicher als in Tab. 24 (Starkregenereignisse gesamt im UG) zeigt sich hier, dass diese Ereignisse zu einem ganz überwiegenden Teil in das fortgeschrittene Frühjahr sowie in den Frühsommer fallen. Nur eine geringe Rolle spielt hingegen der Spätsommer, und in den Monaten September bzw. Oktober treten typische Ostgewitter während der Untersuchungsperiode im UG nicht auf.

Tabelle 36: Verifizierte Ostgewitterereignisse im UG – Jahresverteilung
(Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

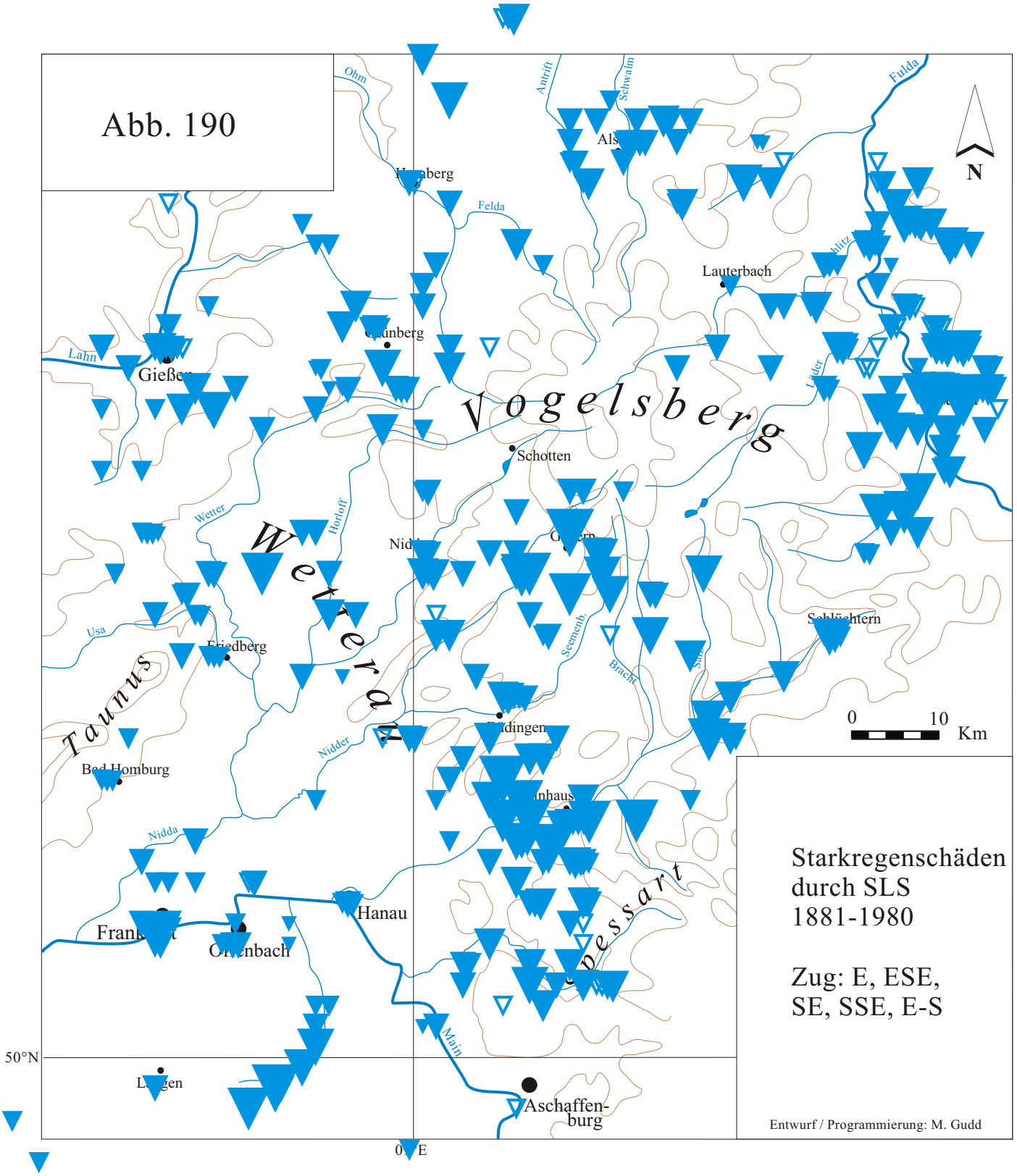
	April	**Mai**	**Juni**	**Juli**	**August**	**September**	**Oktober**
Verifizierte Ostgewitter							
insgesamt (n = 95)	3,2	27,4	40,0	20,0	9,5	0	0

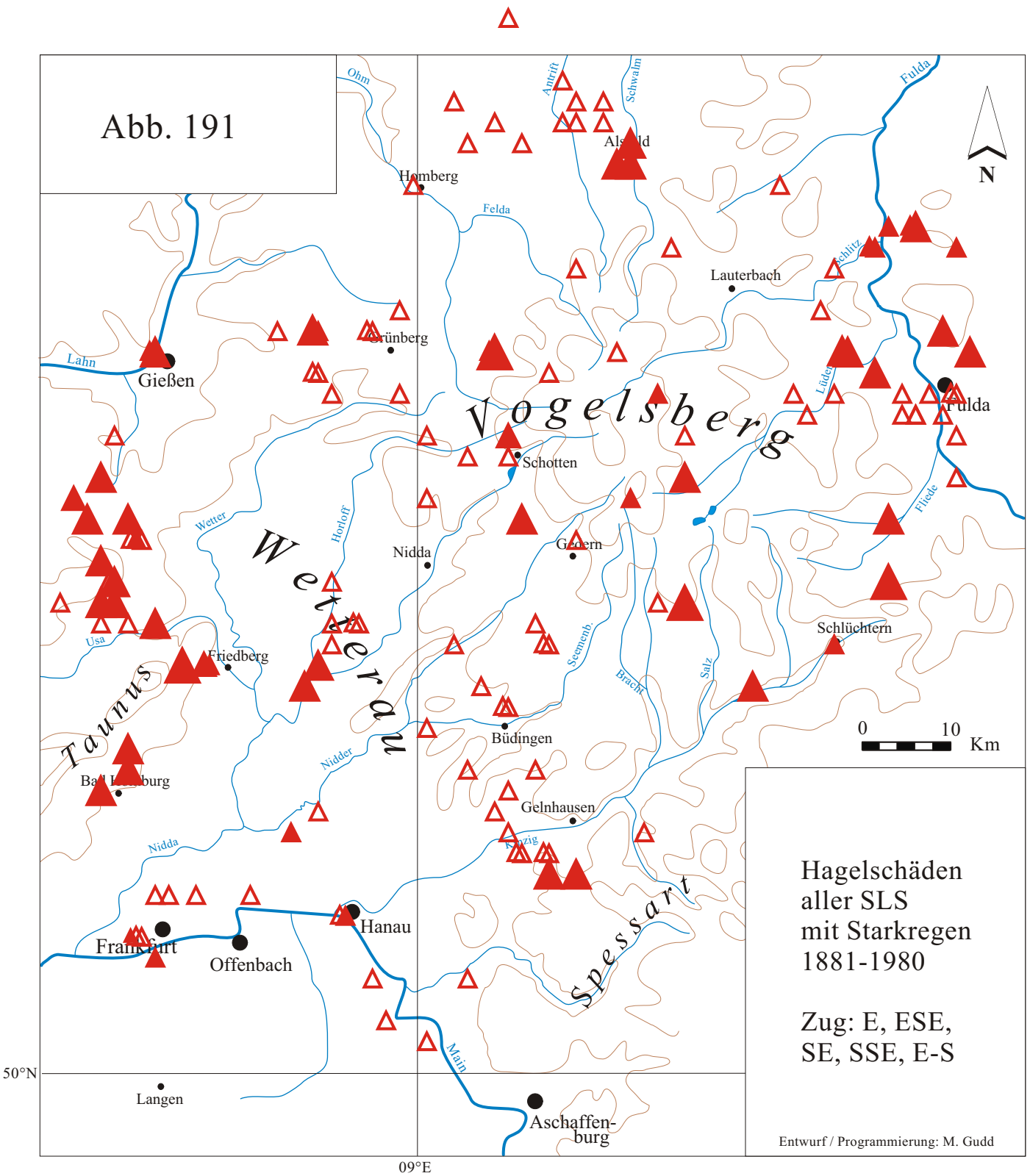
Die Verteilung aller vorgekommenen Starkregenschäden in Verbindung mit *SLS* aus E-S zeigt in Abb. 190 zwar prinzipiell in allen Bereichen des UG Schäden, doch treten die stärksten Ereignisse zweifelsohne in wenigen bevorzugten Regionen im Osten und Süden des UG auf. Hauptsächlich im Fuldaer Land, im Vogelsberg und im Kinzigtal sind zum Teil schwere Starkregenschäden zu verzeichnen, dabei handelt es sich mit dokumentierten Schäden der Kategorie 3 um die stärksten im UG vorkommenden Starkregenschäden. Die Schadensverteilung deutet das Vorkommen lokaler und regionaler Gewittersysteme an, bei denen sich die begleitenden *SLS* langsam über der betreffenden Region ausbreiten.

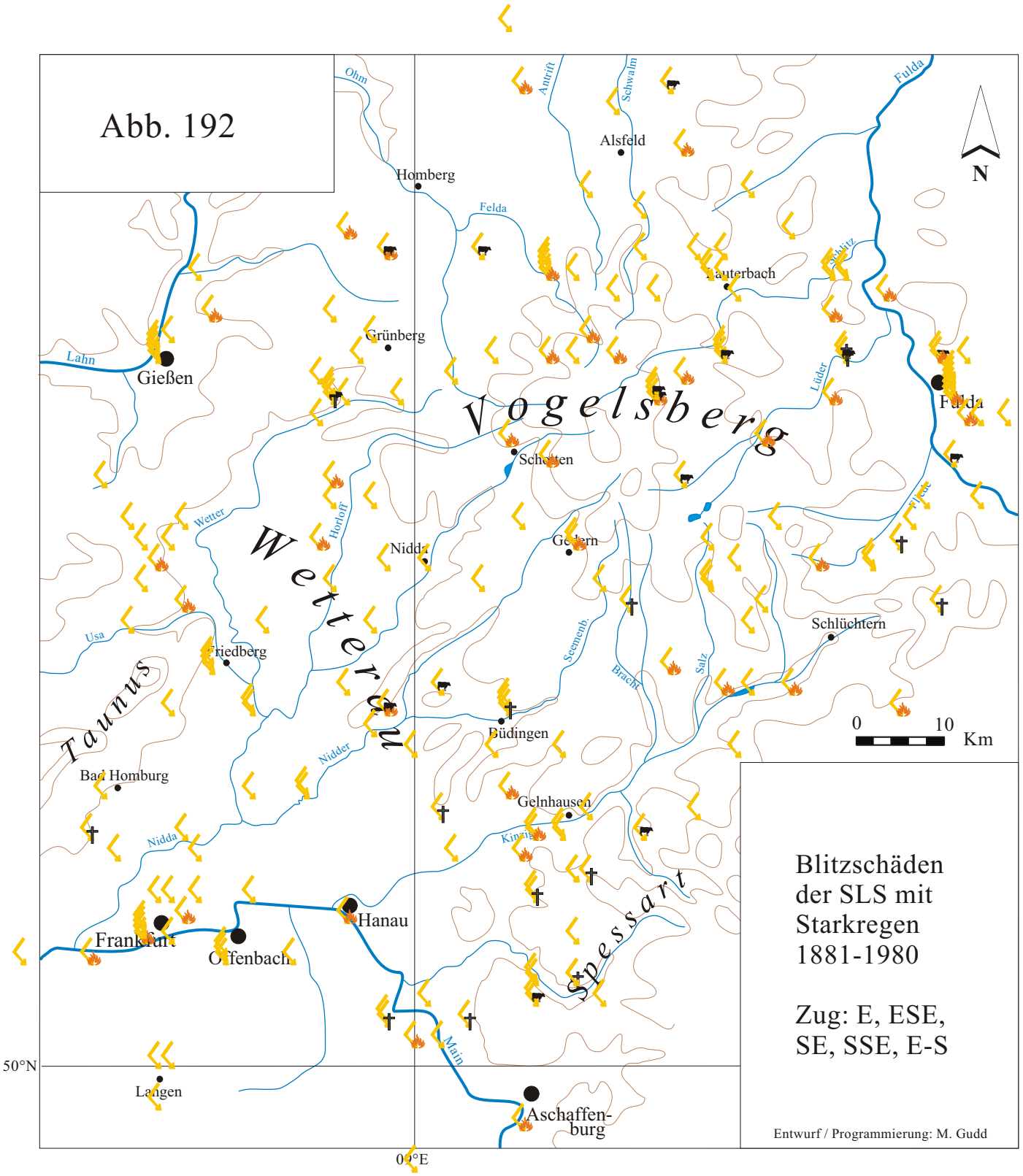
In knapp der Hälfte aller Fälle (48%, entsprechend n = 46) werden die Starkregenereignisse aus dem östlichen Sektor auch durch Hagelschäden begleitet. Auch hier kommen durchaus intensive Ereignisse vor. Die Karte mit den bei den Starkregen-*SLS* vorgekommenen Hagelschäden ist in Abb. 191 ersichtlich. Ihre Verteilung gleicht derjenigen in Abb. 167 (Starkregen durch Hagel-*SLS* aus E-S).

Zu nur knapp einem Fünftel (19%, entsprechend n = 18) werden die Starkregen-*SLS* auch von Sturmschäden begleitet. Die Schadensverteilung entspricht jener in Abb. 131 (Sturm und Starkregen), auf die Einzelheiten wurde dort eingegangen. In der Regel sind die Sturmereignisse nicht mit den stärksten Starkregenfällen verbunden und können daher auch nicht als typische Starkregenostgewitter angesehen werden.

Die Karte der Blitzschäden aller Starkregen-*SLS* (Abb. 192) zeigt wieder das prinzipielle Vorkommen im gesamten UG mit einer leichten Tendenz zu erhöhtem Vorkommen im süd-


Abb. 190
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Felda
Lauterbach
Lahn
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Usa
Seemenb.
Brach
Taunus
Nidder
Bad Homburg
Nidda
Hanau
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Aschaffen-
burg
0
10
Km
Starkregenschäden
durch SLS
1881-1980
Zug: E, ESE,
SE, SSE, E-S
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 191
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Lauterbach
Schlitz
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Fulda
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Friedberg
Seemenb.
Bracht
Salz
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
Nidder
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
0
10
Km
Hagelschäden
aller SLS
mit Starkregen
1881-1980
Zug: E, ESE,
SE, SSE, E-S
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

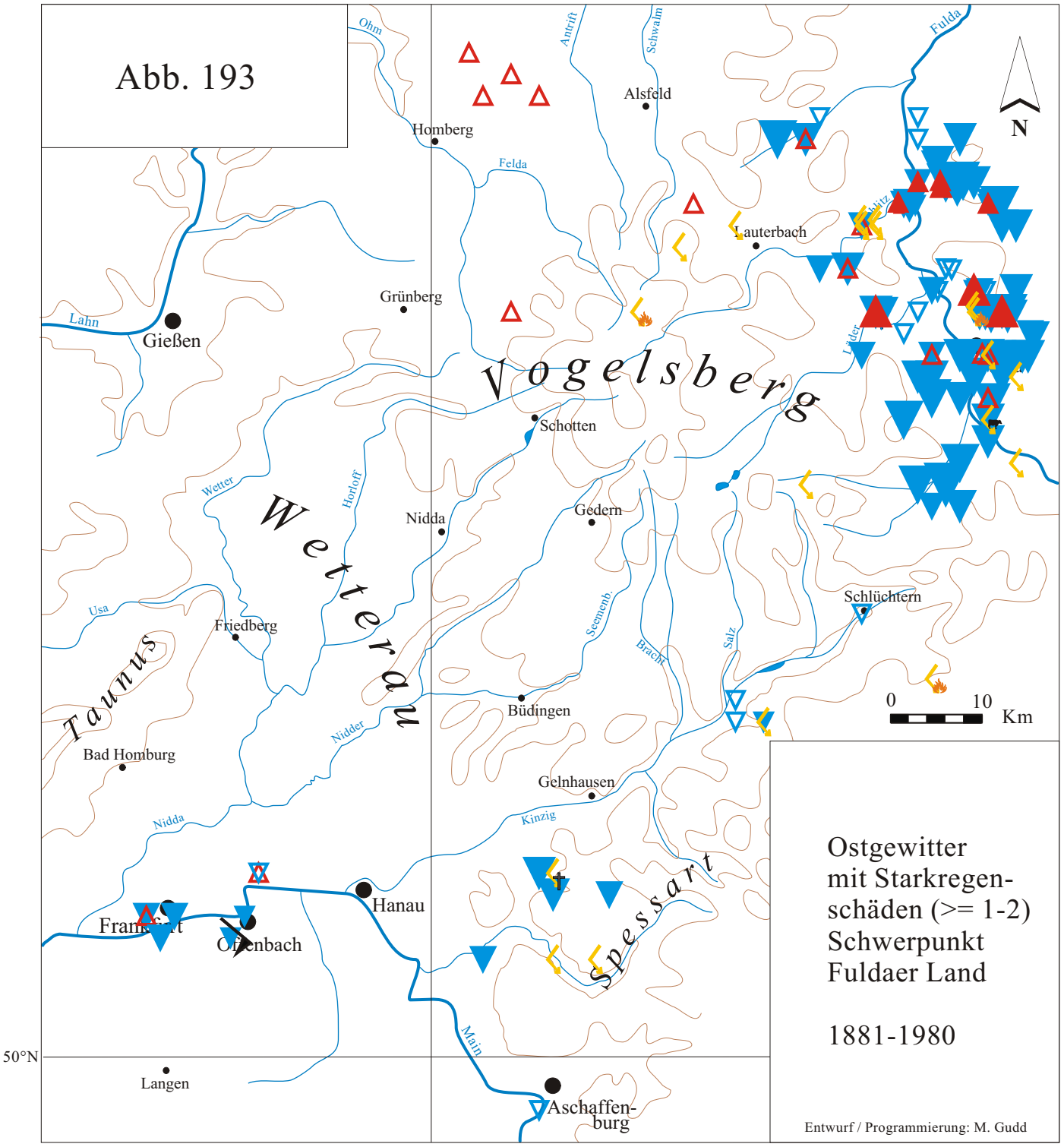

Abb. 192
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Lauterbach
Schlitz
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schlüchtern
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Geldern
Usa
Seemenb.
Salz
Bracht
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Blitzschäden
der SLS mit
Starkregen
1881-1980
Zug: E, ESE,
SE, SSE, E-S
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

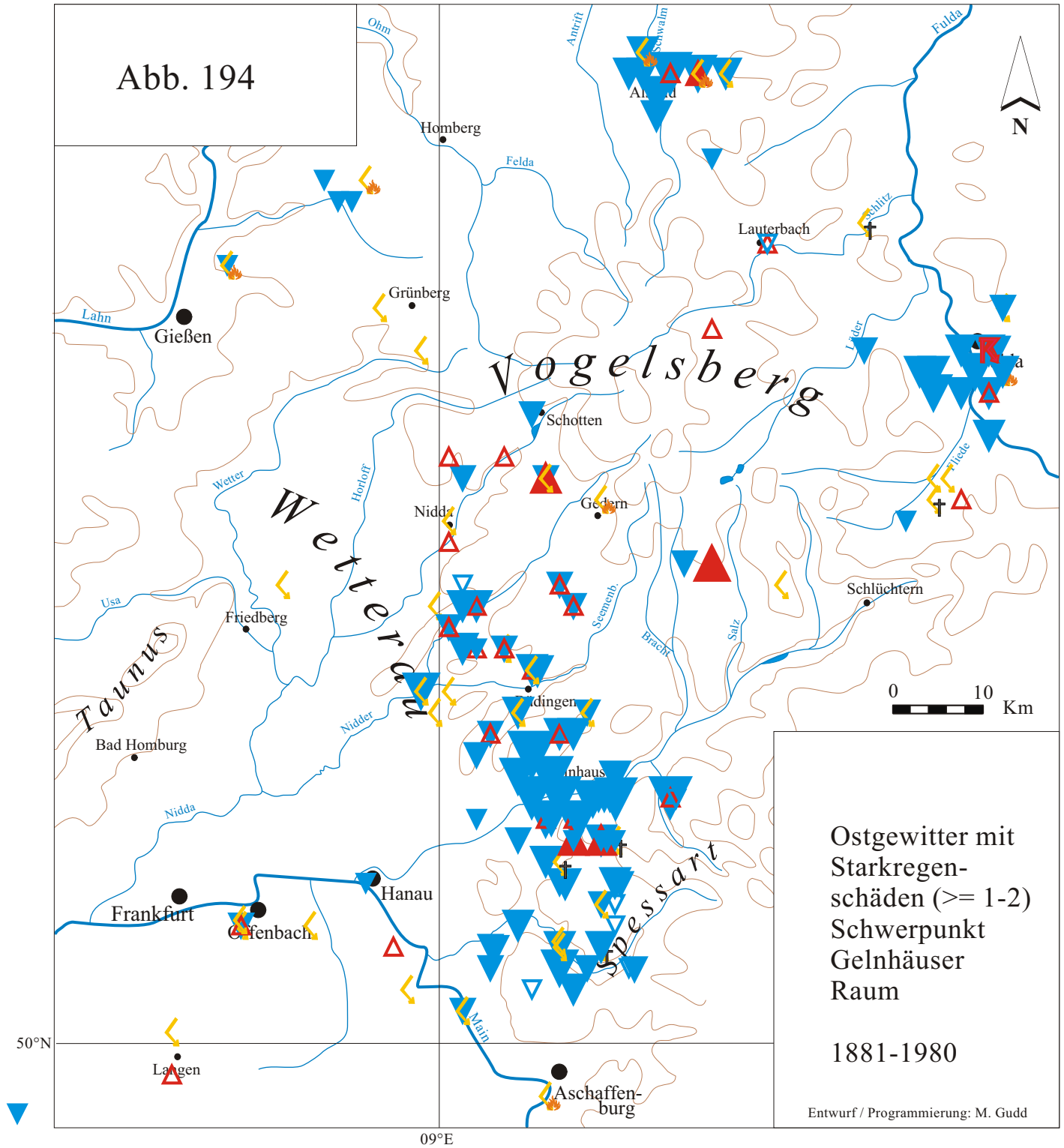
östlichen und östlichen UG sowie im Bereich des Vogelsberges. 28% (n = 27) der Ereignisse führen zu Bränden durch Blitzschlag, und bei 11% (n = 10) kommen blitzbedingte Todesfälle vor, blitzschadensintensiv sind 13% (n = 12) aller Ereignisse.

Wie sehr das lokale Vorkommen und die Bevorzugung einzelner Räume im UG bei dieser Gewitterart typisch ist, zeigt sich an den folgenden Beispielen. In Abb. 193 sind für den Zeitraum 1881-1980 (ohne 1941-50) all jene Schadensorte in Verbindung mit den Ostgewitterereignissen (*SLS* mit Starkregen aus E-S) aufgetragen, von denen jeweils im Bereich des Fuldaer Landes (im Archiv enthaltener Teil des Altlandkreises Fulda) ein Schadensschwerpunkt der Kategorie ab 1-2 (mäßig bis stark und mehr) aus den Quellen interpretiert werden kann. Dabei zeigt sich klar, dass für den Fall des schwerpunktmäßigen Auftretens eines zumindest mäßigen bis starken gewitterbedingten Regenschadens im Fuldaer Land bei Ostgewittern ein Übergreifen der Gewitteraktivität auf andere Bereiche des UG nur in sehr wenigen Fällen vorkommt. Einzig im Spessart kommt es bei diesen Situationen zu ähnlichen Schadensereignissen (z.B. 22.06.1975), ansonsten bleibt insbesondere der gesamte Westen des UG vollkommen schadenfrei. In keinem einzigen Fall kann festgestellt werden, dass Ostgewitter, deren Schadensschwerpunkt der Starkregentätigkeit sich in Osthessen befindet, auch beispielsweise in Gießen oder Friedberg Gewitterschäden verursachen. Während dieser Gewittertyp in Osthessen, Franken und Thüringen weit verbreitet, in der Bevölkerung wohl bekannt ist und immer wieder für z.T. verheerende Wasserschäden sorgt (s. z.B. ROMMEL 1968; ALBERT 1990; HAHN 1992; KRAMM 1994; BEYER 2000, S. 50f.; REHM 2002), ist er in anderen Teilen des UG ein außerordentlich seltenes Ereignis.

Annähernd vergleichbare Verhältnisse zeigt Abb. 194. Hier sind alle Schadensorte aus dem Zeitraum 1881-1980 (ohne 1941-50) aufgetragen, bei dem sich aus den verifizierten Quellen über die vorgekommenen Ostgewitter im Bereich des Gelnhäuser Raumes und des zum UG gehörenden Spessarts (im Dreieck zwischen Büdingen, Hanau und Aschaffenburg) ein Schadensschwerpunkt mit mindestens mäßigen bis starken Wasserschäden (Kategorie ab 1-2) ergibt. Auch hier zeigt sich die eindeutige Bevorzugung des Kinzigtals um Gelnhausen herum, wobei sich der Zug bisweilen nordwestwärts in den südwestlichen Vogelsberg hinein fortsetzt. Während auch hier aus dem Westen des UG fast keine Schäden bekannt werden, ist es erneut der Fuldaer Raum (zusammen mit dem nördlichen Vogelsberg), der auch bei dieser Lage intensive Starkregenschäden aufweisen kann.

Sehr eindrucksvoll verdeutlicht damit auch die Karte mit den Schwerpunktschäden der Starkregen-*SLS* die Bevorzugung des südöstlichen und vor allem östlichen UG (Abb. 195). Prinzi-


Abb. 193
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
Homberg
Felda
N
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Nidda
Gedern
Wetterau
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Bracht
Salz
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Ostgewitter
mit Starkregen-
schäden (>= 1-2)
Schwerpunkt
Fuldaer Land
1881-1980
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 194
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Lauterbach
Schlitz
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Lüder
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Friedberg
Seemenb.
Bracht
Salz
Schlüchtern
Taunus
Nidder
Bad Homburg
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
Langen
Aschaffen-
burg
50°N
09°E
0
10
Km
Ostgewitter mit
Starkregen-
schäden (>= 1-2)
Schwerpunkt
Gelnhäuser
Raum
1881-1980
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

piell kommen zwar Schadensschwerpunkte im ganzen UG vor, doch sind diese speziell im tiefliegenden südlichen Bereich des UG nur von leichter Natur. Intensive Wasserschäden kommen vor im Spessart, im Kinzigtal, im Übergangsbereich von Vogelsberg zur Wetterau, im Vorderen Vogelsberg, stellenweise im nördlichen Vogelsberg, hauptsächlich jedoch im gesamten Fuldaer Land. Dabei fällt speziell dort auf, dass sich zahlreiche intensive gewitterbedingte Hochwässer an einzelnen in die Fulda mündenden Flüssen konzentrieren. Zu nennen sind hier Fliede, Lüder, Schlitz und vor allem der von Osten herfließende Rombach. Zwischen Fulda und der Nordgrenze des UG (im Bereich des Einzugsgebiets der Fulda) treten allein 23 der 95 Schadensschwerpunkte auf mit einer Intensitätskategorie von >= 1 (mäßige Schäden und mehr). Während die Hauptaktivitätszentren der *SLS*-Ereignisse aus SW-W südlich von Fulda Richtung Rhön ziehen, erscheinen hier die an und in der Rhön entstehenden Ostgewitter-*SLS* am Ostrande des UG im Landkreis Fulda und ziehen von dort langsam nordwestwärts, in der Regel über den Raum Fulda und nördlich davon. Die aus dem Spessart heranziehenden *SLS* queren im Freigericht / Gelnhäuser Raum das Kinzigtal und ziehen von dort aus Richtung Vogelsberg. Nur selten einmal ziehen Ostgewitter Richtung Taunus. Es erscheint dabei generell, dass die Ostgewitteraktivität umso intensiver wird, je weiter es Richtung Osten geht (vgl. SCHERHAG 1948).

Auf der Karte mit den entsprechenden anderen Schadensschwerpunkten der Ostgewitter (Abb. 196) zeigt sich die unregelmäßige Verteilung der Ereignisse im UG. Da sowohl langsamziehende Gewittersysteme mit Starkniederschlag darunter fallen wie auch einige klassische *SLS*, die rasch aus SE-S über das UG hinwegziehen, ist eine deutliche Bevorzugung einzelner Regionen ohne weiteres nicht zu erkennen, ganz im Gegensatz zu den Starkregenschwerpunkten in Abb. 195. Daher sind in Abb. 197 lediglich die Schwerpunkte der *SLS* mit reiner Starkniederschlagstätigkeit aufgetragen. Hier zeigt sich im UG deutlich die sich von SW/W nach NE/E hin verstärkende Schadenstätigkeit.

Einige Beispiele sollen die Eigenschaften der Ostgewitter im UG verdeutlichen:

20.05.1898: Am Nachmittag dieses Tages führt ausgeprägte Gewittertätigkeit vor allem im Vogelsberg zu schwersten Starkregenschäden. Die Gewitter ziehen dabei unter Entwicklung aus südöstlicher Richtung heran. Aus Hirzenhain wird geschrieben: „*Am 20. Mai, nachdem es morgens gar schön gewesen, sammelte sich am Nachmittag ein schweres Gewölk, das sich in heftigem Gewitter entlud und oberhalb Gedern zu einem Wolkenbruch wurde. Um 6 Uhr kam durch den Telegraphen die Meldung hier an und schon 1/4 Stunde nachher langten die ersten Wasser hier an und stiegen in 1/2 Stunde zu einer furchtbaren Höhe, rissen Bäume um,*

brachten eine Unmasse Holzwerk aus Gedern und Merkenfritz mit, Bau- und Spaltenholz, und setzten durch die andrängenden Bäume unsere Brücke in Gefahr. Der Anblick der drängenden Fluten war grausig, aber großartig. (...)."[126] – Von Wenings heißt es: „*So fiel auch oberhalb Wenings am Kaff (am 20. Mai) nachmittags 5 1/2 Uhr ein Wolkenbruch. In der Richtung über das Rathaus sah man am Himmel dicke, schwarze Gewitterwolken hängen, die sich alsbald mit vier gewaltigen Donnerschlägen entluden. Das Wasser füllte den Stadtgraben, überschwemmte die Straße bei dem Hause des Friedrich Hain bis der Kirche zugleich, strömte durch die* [...]*gasse längs der Hofmauer nach den unteren Teilen des Orts. Nur mit Mühe konnte man durch Anhäufung von Mist das Eindringen des Wassers durch das Hoftor einigermaßen hindern. Das Wasser war so stark, daß es selbst schweres Bauholz so fortführte; auch drang es in Häuser und Stallungen und richtete dabei Schaden an.* (...)."[127] –

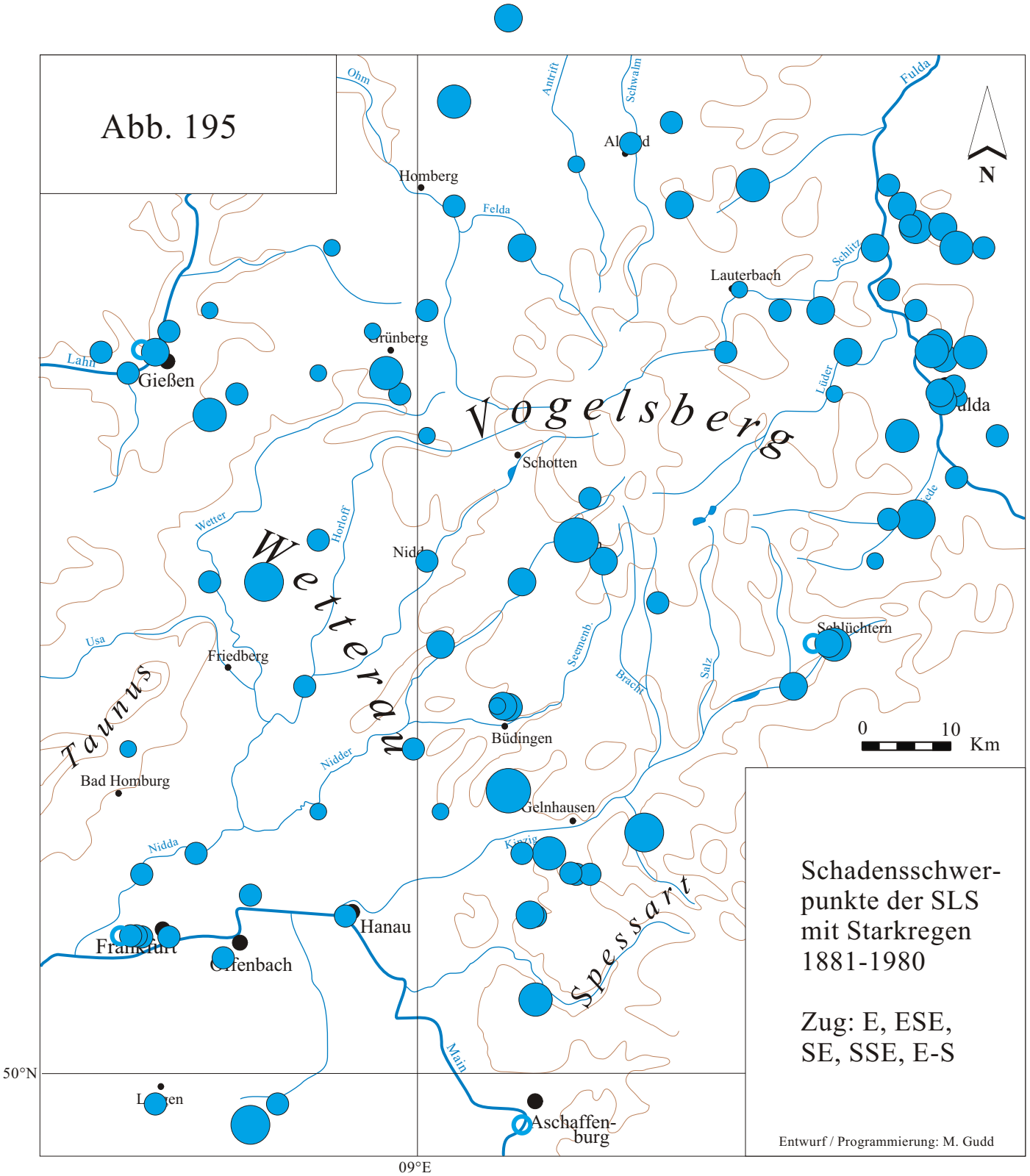
Interpretation: Typische Ostgewitter mit sich verstärkender Entwicklung von Cb in den Nachmittagsstunden. Zusammenschluss zu einem gruppierten *MCS* (Gewittercluster), der nur langsam SE-NW-wärts über das UG hinwegzieht (s. Abb. 198). Dieser Fall gleicht in seinen Grundzügen jenem vom 03.06.1826, der im Vogelsberg die bislang stärksten Auswirkungen aufweist, die bei einem Gewitterereignis im UG überhaupt aufgetreten sind (s. Kap. 8).

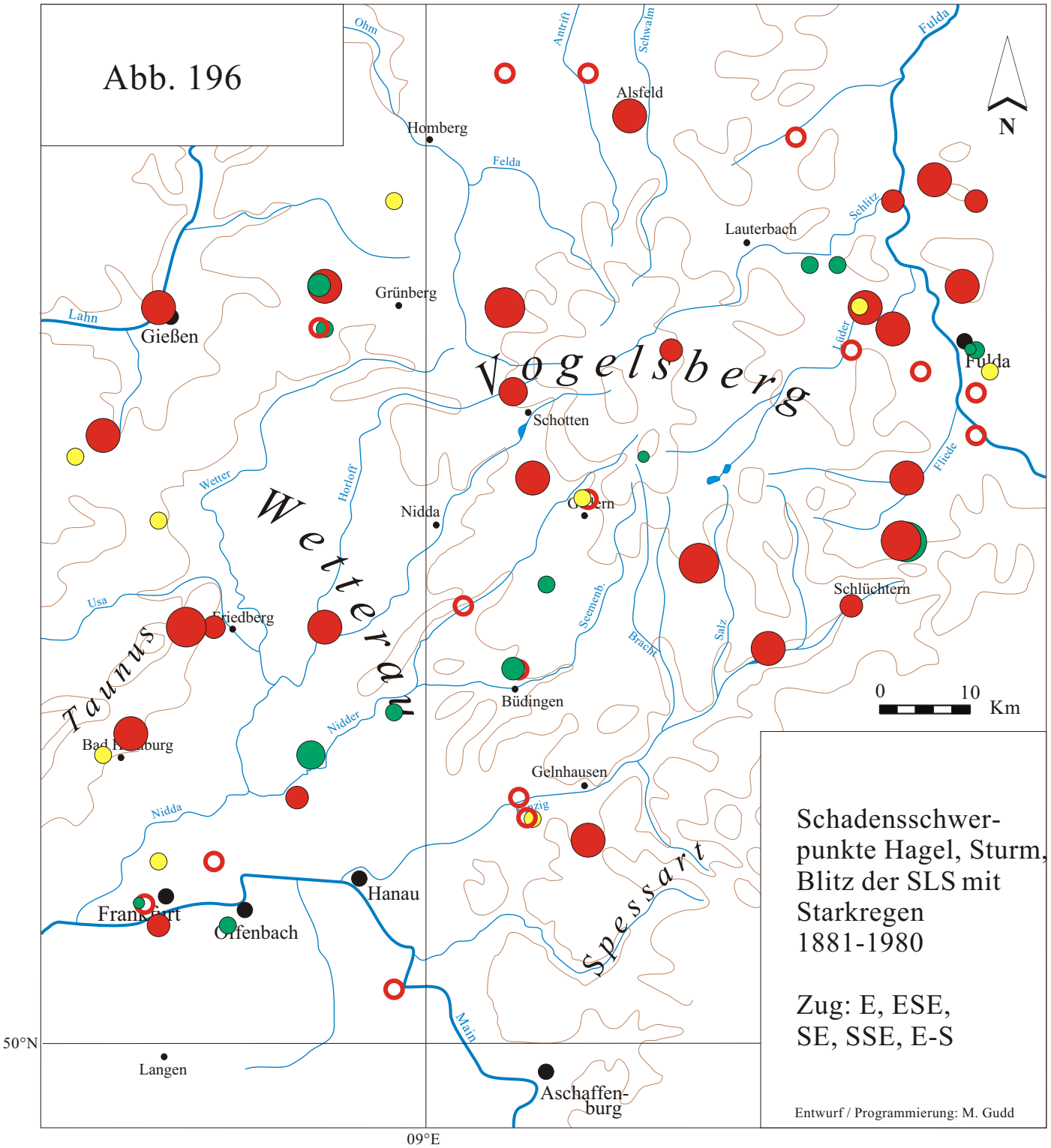
Über das äußerst starke Ostgewitterereignis vom 29.05.1911 wurde bereits an anderer Stelle berichtet (Kap. 5.6.1., S. 116). Hier soll nur die Karte der dabei entstandenen Schäden das Ereignis verdeutlichen, das als eines der schwersten Starkregengewitter während des Untersuchungszeitraumes anzusehen und gleichzeitig als typischer Vertreter der Ostgewitter zu werten ist (Abb. 199).

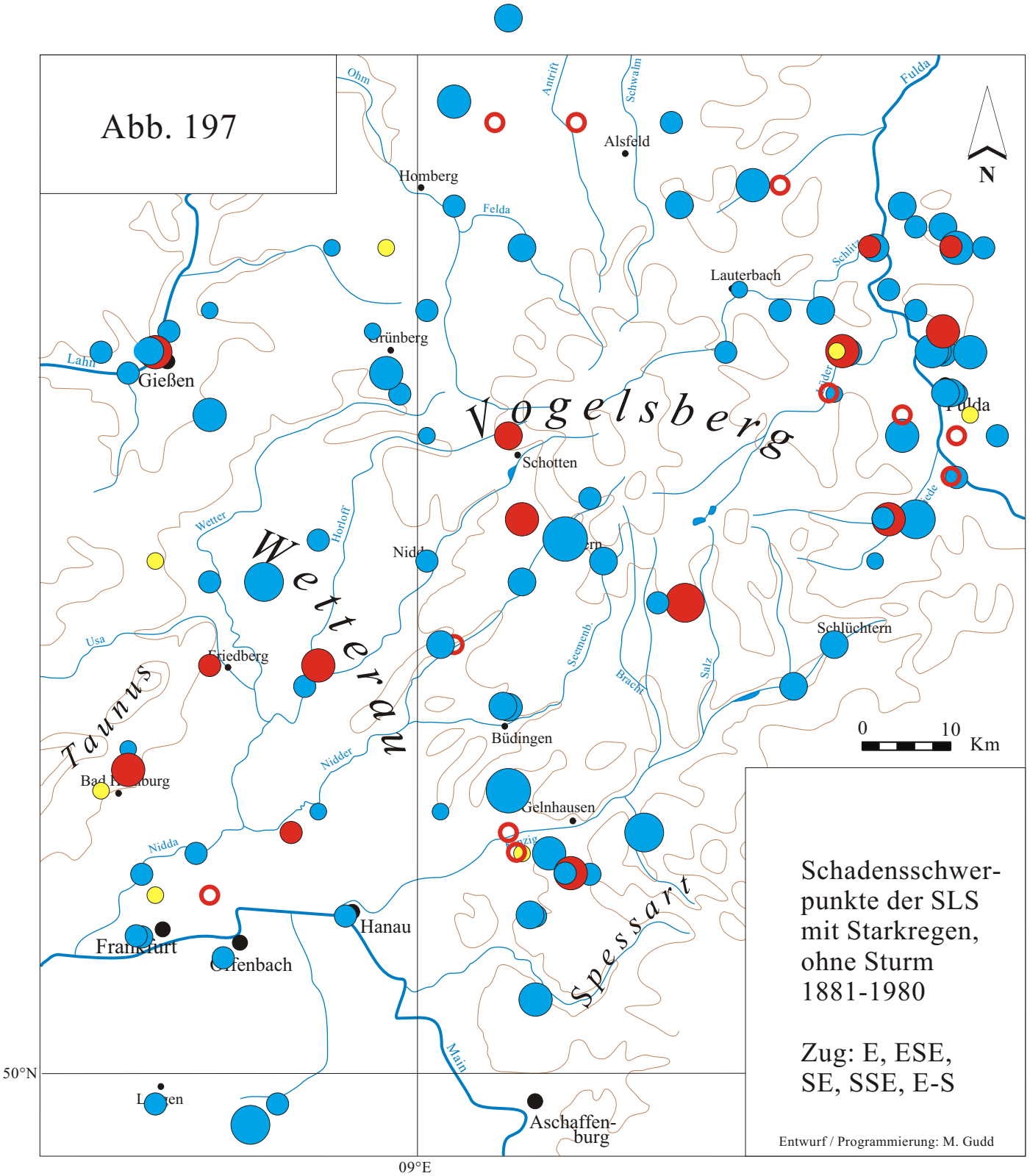
Auch das schwere Unwetter vom 10.06.1953 in Osthessen, das als klassisches Ostgewitter eine außerordentlich hohe Starkregenschadenskategorie von 2-3 (starke bis extreme Wasserschäden) aufweist, ist bereits an anderer Stelle erwähnt worden (Kap. 5.6.1., S. 114). In Abb. 200 ist die Schadensverteilung dieses Gewitters ersichtlich, dass von Südosten her als sich verstärkendes Gewittersystem im Scheitelbereich einer von Süd nach Nord ziehenden Kaltfrontwelle auftritt.

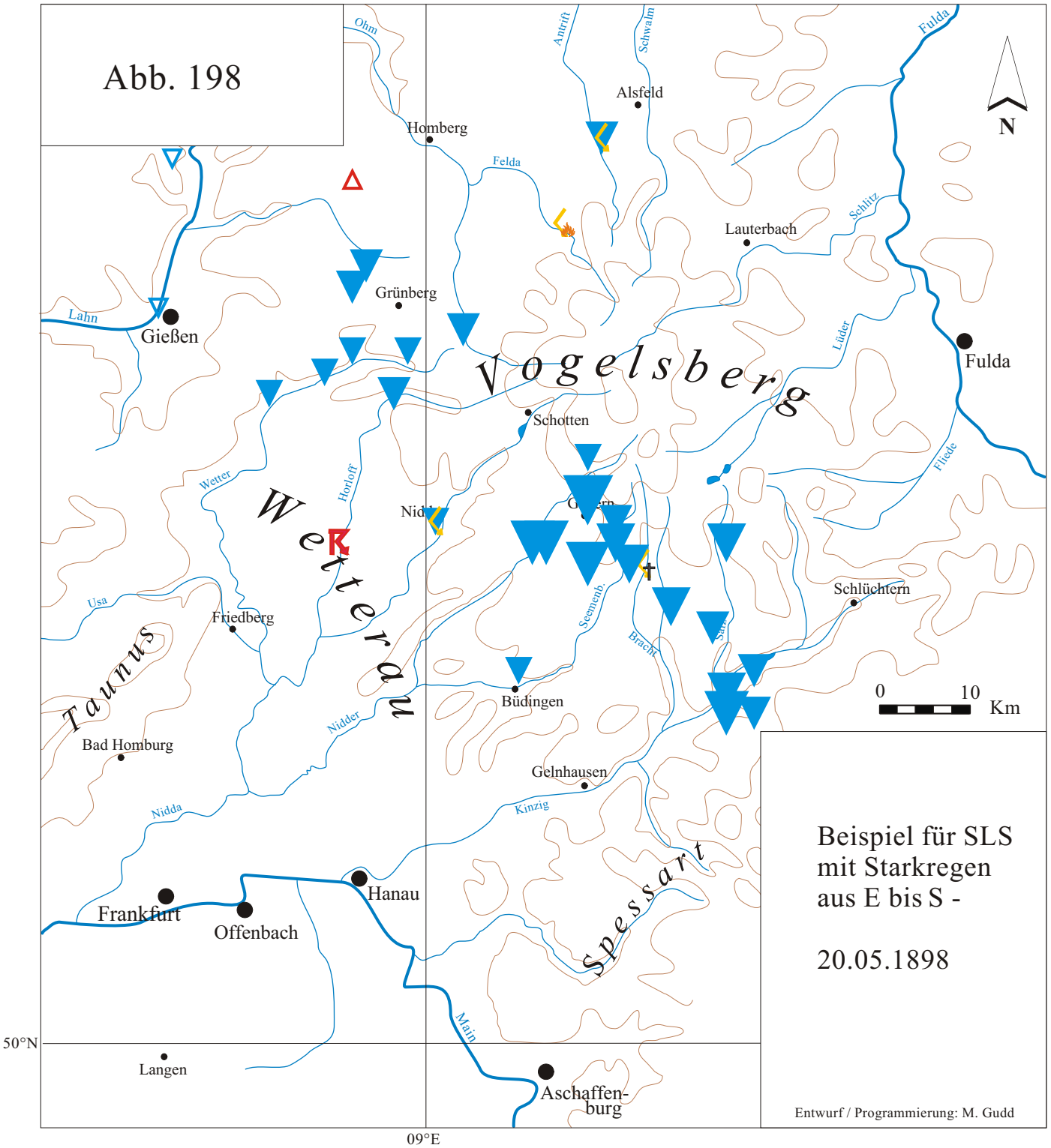
[126] Quelle: Chronik der Pfarrei und Gemeinde Hirzenhain nebst Filial Steinberg, S. 276 (ZEKHN Da, C 110).

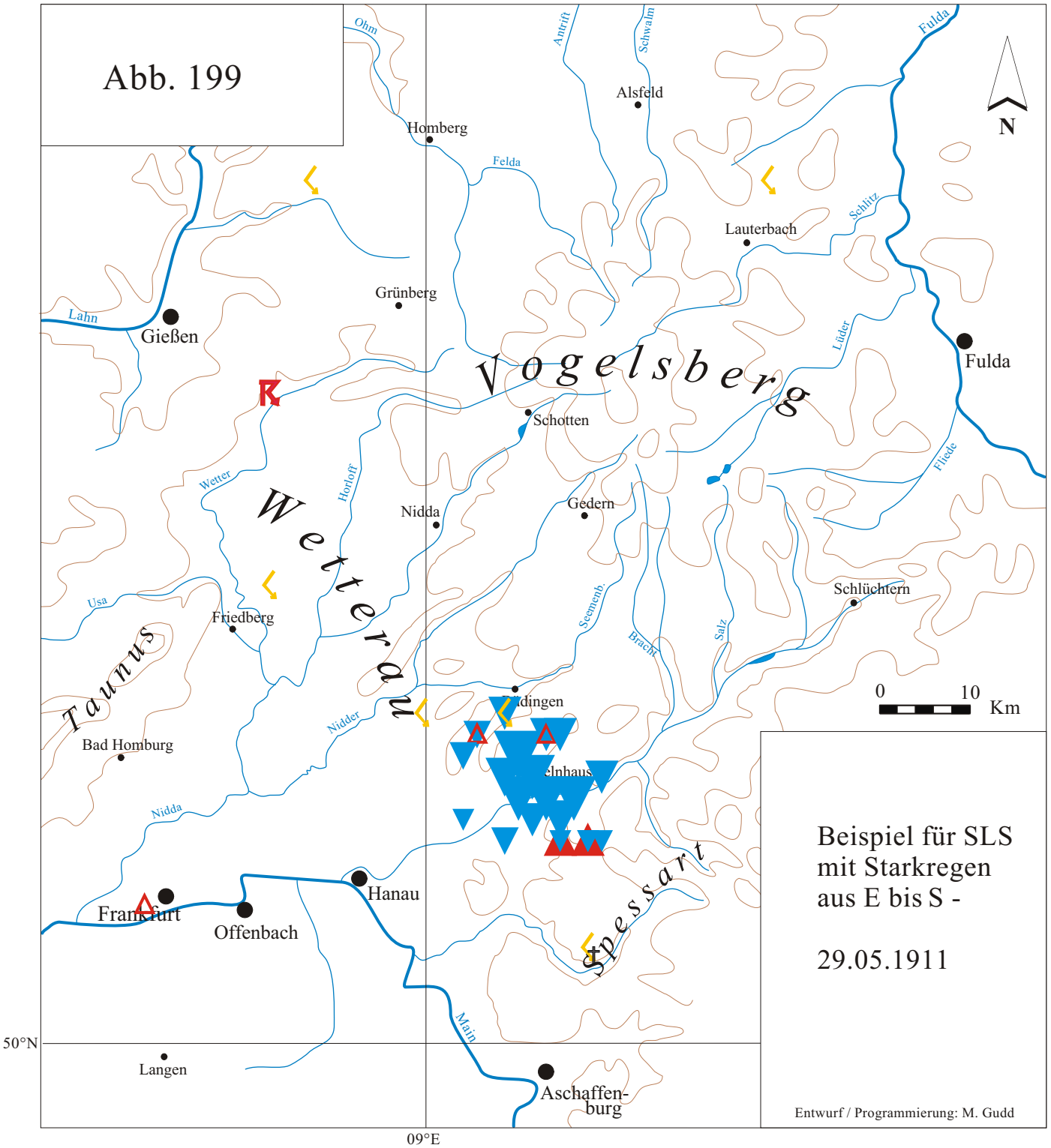
[127] Quelle: Chronik von Wenings, S. 105/106 (ZEKHN Da, C 36).

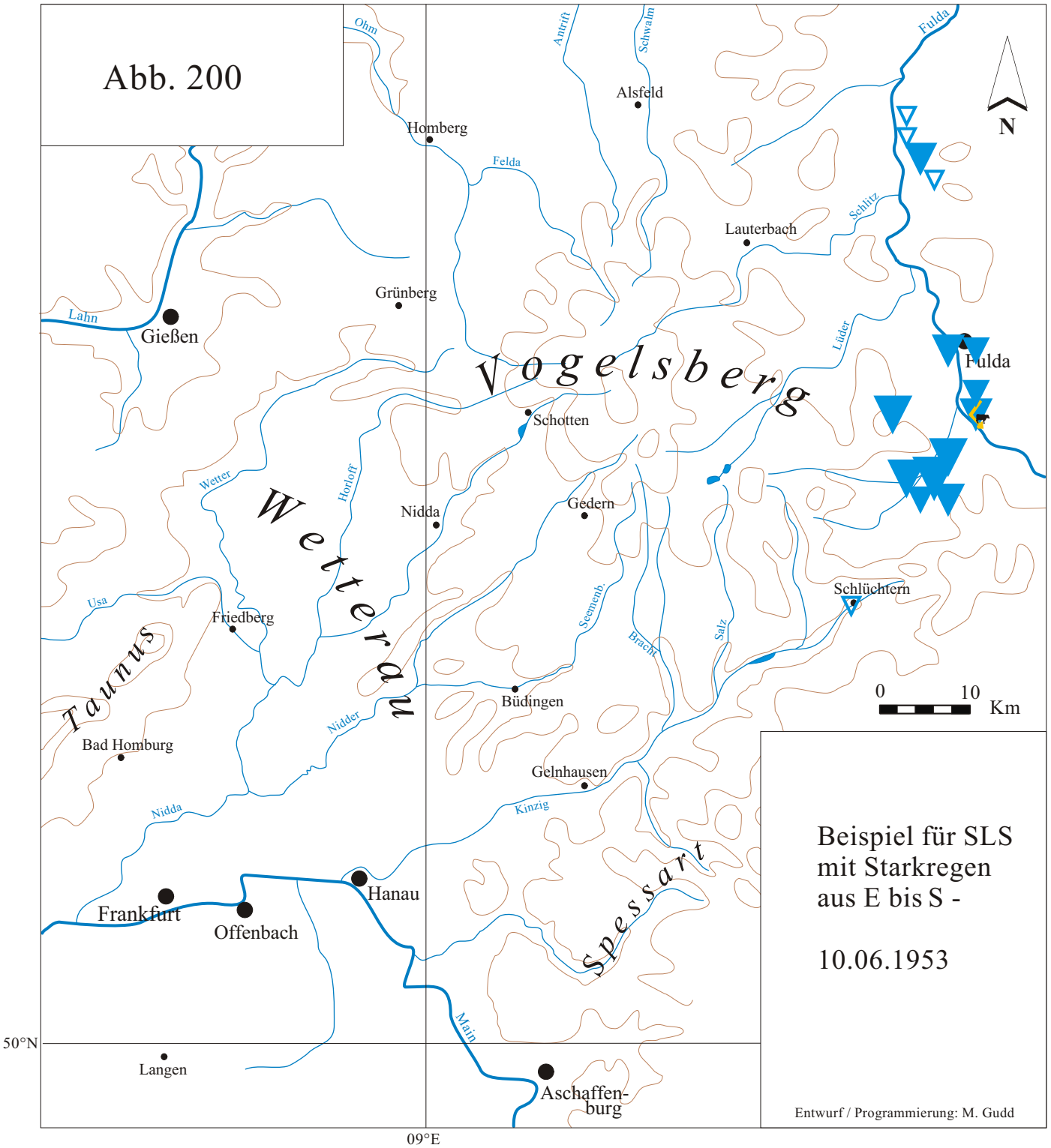

Abb. 195
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Homberg
Felda
Lauterbach
Schlitz
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Usa
Friedberg
Seemenb.
Bracht
Salz
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
Aschaffen-
burg
0
10
Km
50°N
09°E
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Starkregen
1881-1980
Zug: E, ESE,
SE, SSE, E-S
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 196
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Fliede
Nidda
Ortern
Wetterau
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Bracht
Salz
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Schadensschwer-
punkte Hagel, Sturm,
Blitz der SLS mit
Starkregen
1881-1980
Zug: E, ESE,
SE, SSE, E-S
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 197
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Lauterbach
Schlitz
Grünberg
Lahn
Gießen
Vogelsberg
Schotten
Fulda
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Seemenb.
Salz
Bracht
Schlüchtern
Usa
Friedberg
Taunus
Büdingen
Nidder
Gelnhausen
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
Aschaffen-
burg
0
10
Km
50°N
09°E
Schadensschwer-
punkte der SLS
mit Starkregen,
ohne Sturm
1881-1980
Zug: E, ESE,
SE, SSE, E-S
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 198
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Fliede
Wetterau
Nidda
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Brach
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Starkregen
aus E bis S -
20.05.1898
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 199
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Fliede
Nidda
Gedern
Wetterau
Usa
Schlüchtern
Seemenb.
Brach
Salz
Friedberg
Taunus
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Starkregen
aus E bis S -
29.05.1911
Entwurf / Programmierung: M. Gudd


Abb. 200
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
Homberg
Felda
N
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Salz
Brach
Friedberg
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Beispiel für SLS
mit Starkregen
aus E bis S -
10.06.1953
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

Die während des Untersuchungszeitraumes 1881-1980 (ohne 1941-50) im UG beobachteten *SLS*-Ereignisse mit Starkregenschäden können aufgrund der Schadensverteilung wie folgt gedeutet werden:

- Die intensivsten Starkregenschäden treten in überwiegendem Maße mit den sogenannten Ostgewittern auf. Eindeutige Schwerpunkte für diese hauptsächlich im fortgeschrittenen Frühjahr und im Frühsommer vorkommende Gewitterart finden sich im Spessart, an der Kinzig und vor allem in Osthessen. Die Ausdehnung dieser zum Teil sehr intensiven Ereignisse ist lokal bis regional. Weiträumige Züge fehlen in der Regel.
- Die *SLS* mit reinen Starkregenereignissen in ihrer klassischen Form als Ostgewitter können prinzipiell als eigenständiger Gewittertypus betrachtet werden. Daneben treten natürlich auch mit allen anderen *SLS* Starkregenschäden auf, ohne jedoch in der Regel jene intensiven Schadenskategorien zu erreichen wie die reinen Ereignisse.
- Starkregenschäden bei *SLS* aus S-W bzw. W-N treten im gesamten UG auf, wobei die Ereignisse aus S-W nur vereinzelt intensive Schäden verursachen, da sie oft auf schnellziehende Gewittersysteme zurückgehen. Mit der Zugrichtung W-N treten erstmals signifikante Starkregenschäden aufgrund von langsamziehenden Gewittern auf, die als Übergang zu den reinen Ostgewittern zu werten sind.
- Auch hier ergibt sich eine eindeutige räumliche Charakteristik. Zeigen die klassischen *SLS* mit Sturm und Hagel meist in den südlichen und westlichen Bereiche des UG Schwerpunkte der Schadenstätigkeit, so weisen die Starkregen-*SLS* dieselbe im östlichen Teil des UG auf. Im UG kommen somit zwei unterschiedliche Schadensgewitterarten in zwei unterschiedlichen Teilregionen vor.

8. Die Verwendung von Schadensdaten zur Rekonstruktion kleinräumiger Ereignisse – Übertragung auf historische Szenarien

Die vorangegangenen Kapitel 6 und 7 haben deutlich gemacht, dass mit Hilfe schriftlicher Quellen umfangreiche Aussagen über die raum-zeitlichen Eigenschaften von Schadensgewittern getätigt werden können. Die Nutzung von schriftlichen Quellen in dieser Hinsicht ist natürlich zeitlich und räumlich nicht beschränkt – es kommt im wesentlichen auf den Umfang der Informationen über ein Ereignis statt. Informationen aus einer Gewitterschadensdatenbank (wie im vorliegenden Falle) können mittels Analogieschlüssen auch auf andere Szenarien übertragen werden, z.B. auf eine Rekonstruktion historischer Ereignisse. In dieser Hinsicht bergen die seit Jahren aufgebauten und in stetem Wachstum begriffenen Datenbanken in der Historischen Klimatologie noch reichhaltiges Material (z.B. GLASER und MILITER 1993), bezogen sich die bisherigen Auswertungen in dieser Disziplin doch in der Regel auf großräumig auftretende Wettererscheinungen.

Im folgenden sollen, analog zum vorhergehenden Kapitel, Daten einiger ausgewählter Schadensereignisse dazu genutzt werden, Informationen auf das die Schäden jeweils verursachende Gewittersystem zu erhalten. Die graphische Darstellung der sich aus den Quellen ergebenden Schadensformen soll zudem verdeutlichen, inwieweit sich die untersuchten Ereignisse in die in den vorhergehenden Kapiteln dargestellten raum-zeitlichen Charakteristika einfügen. Für die fallweise dargestellte Ereignisrekonstruktion wurde Datenmaterial aus der Zeitreihe bis 1700 verwendet.

Informationen über Ereignisse sind umso zahlreicher in den Quellen zu finden, je signifikanter das Ereignis ausfällt. Daher sind Beschreibungen von Schäden typischer *SLS* in schriftlichen Quellen ungleich häufiger zu finden als Berichte über Non-*SLS*-Ereignisse. *SLS* mit Sturm und Hagelschlag finden sich vielfältig und weit verstreut in den Quellen.

1. Fallbeispiel: 27.06.1767 – *SLS* mit Sturm und Hagel

Als eines der intensivsten Unwetterereignisse, das in der gesamten Zeitspanne ab 1700 im Bereich des UG auftritt, kann dieser Tag gewertet werden. Starkregen, Hagelschlag, Orkanböen und Blitzschäden sind mit einem intensiven Gewittersystem verbunden, das den mittleren Teil des UG überquert. Die Hauptschäden treten im Vogelsberg auf.

Bei der Einzelauswertung der Quellen, die verstreut hauptsächlich in Kirchenbüchern, Kirchenchroniken sowie Archivalien und nur selten in gedruckter Form (z.B. MELCHIOR

1999a; MELCHIOR 1999b; MELCHIOR 1999c) zu finden sind, sind deutliche Hinweise auf das für das Ereignis verantwortliche Gewittersystem gegeben. So wird beispielsweise dem Herannahen einer überaus stark ausgeprägten Böenwalze (*Gust Front*) in einigen Berichten besonderes Augenmerk gewidmet.

Aus Gedern, einem der am stärksten betroffenen Orte, wird geschrieben: „*1767, den 27. Juni stieg am Firmament des Himmels gegen Abend zu, zwischen 5 und 6 Uhr abends ein in sehr dunkler Wolke starkes Gewitter auf, so sich erhebte, (...).*“[128] Von Wenings heißt es: „*Vor dem Ungewitter verfinsterte sich die Erde.*“[129] Das Schwergewitter (*SLS*) hat zu diesem Zeitpunkt demnach dort sein volles Reifestadium erreicht und bringt folgerichtig in der dortigen Region im südlichen Vogelsberg die stärksten Schäden.

Unmittelbar nach Passage der Böenwalze kommt es zu starken Hagel- und Sturmschäden. Aus Hirzenhain, einem sehr stark betroffenen Orte, wird geschrieben: „*(...), ist ein solches Donnerwetter den 27ten Juni. den Sonnabend Abend von Michelau, Lißberg und Laiß über den Steinberg, nach Gedern, Oberseemen und über den Vogelsberg nach dem Fuldischen gezogen, als man beij Menschen Gedenken, hier nicht weiß. Auf dem Steinberge ist alle Frucht, besonders das Korn, ungemein viele und starke Bäume in den Wäldern, Feldern und Gärten, niedergeschlagen, die Fenster zerschmissen und viele Dächer abgedeckt. Eben so hat es zu Gedern gegangen, allwo das Wetter auch wirklich in ein Hauß geschlagen hat. Zu Oberseemen hat es einige Scheuern umgerissen, und den Kirchthurm von der neuerbauten Kirche mit den dreij Glocken umgerissen, und zu Boden geworfen. (...)*“[130] Aus Lißberg, das schon am südlichen Rand der Hauptschadenszone liegt, wird folgendes geschrieben: „*(...), davon dem häufigen Hagel die Früchte zu Lais, auf der Hütte, Gedern, Obersemen Crainfeld und andern Orten mehr zerschlagen, und hier von dem heftigen Sturmwind viele Bäumen gefället worden, sonst aber Gott seij Danck nichts beschädiget worden.*“[131] Das Schwergewitter zieht mit seinem Schwerpunkt südlich des Oberwaldes ostwärts und erreicht auch die Regionen östlich der Vogelsbergachse. Das Kirchenbuch von Altenschlirf berichtet: „*(...), darauf ist es über den Oberwald weggezogen, und hat Ilbeshaußen zum Theil Creinfeld Vaitshayn und in Nößberts, den (...) Lüder, und dem (...), nebst einigen andern daselbst, und in banneroth sehr hart getroffen, das Korn, die Gerst u den heydegrundes gantz zerschlagen. der haber*

[128] Kirchenbuch Nr. 2 von Gedern, o.S. (ZEKHN Da Nr. 1636).

[129] Chronik von Wenings, S. 27 (ZEKHN Da, C 36).

[130] Kirchenbuch Nr. 2 von Hirzenhain, Memorabilia S. 391 ff. (ZEKHN Da).

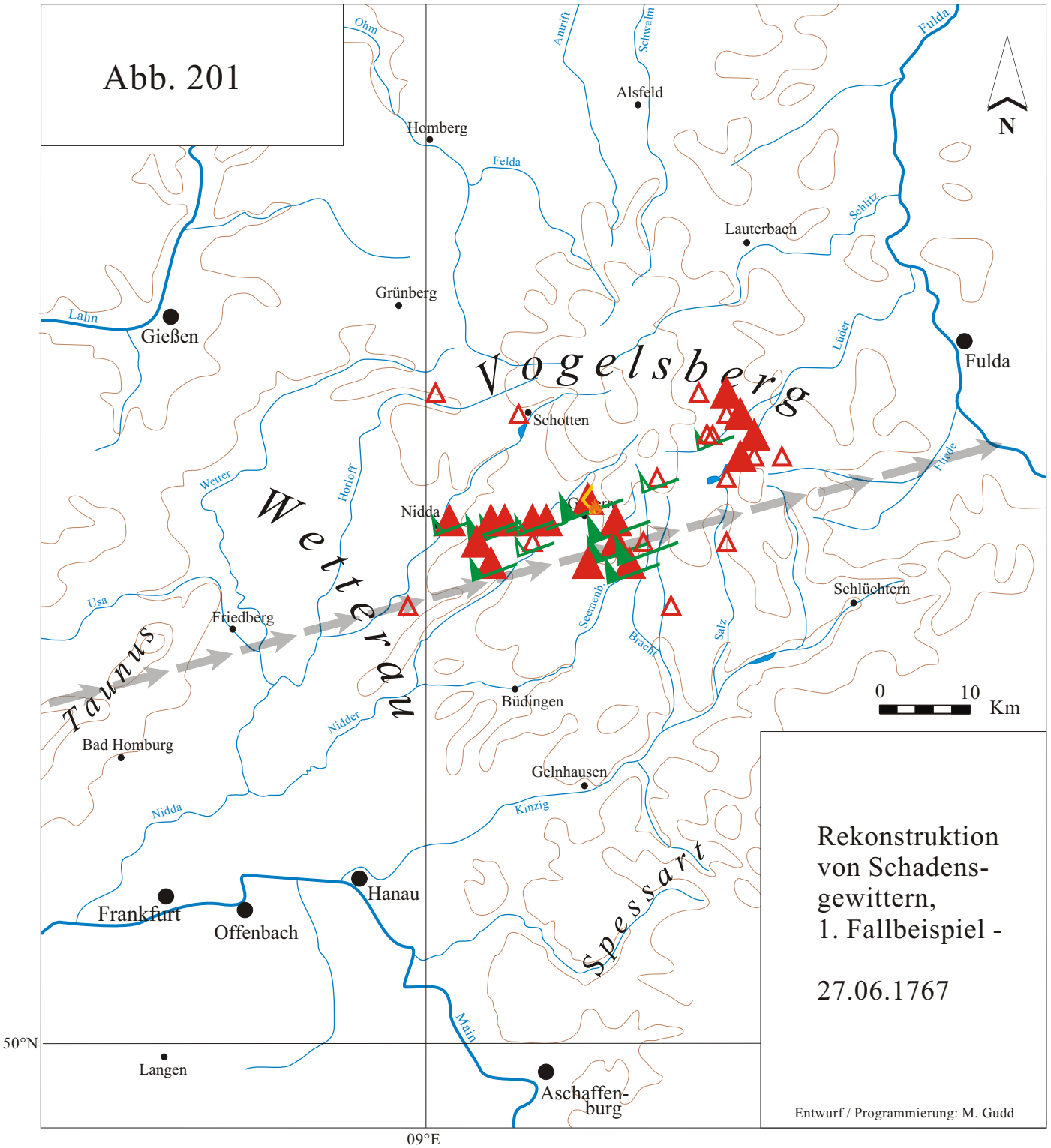
[131] Kirchenbuch Nr. 2 von Lißberg, Rubrica Notabilium (o.S.) (ZEKHN Da, 1739).

mögte wohl wieder sich erholen. darauf ist das Ungewitter weiter gezogen über Metzloß, Guntzenau, und Reichloß, und auf der andern seite über Obermooß, Rathmühl biß ins birsteinische. Nmooß [Nieder-Moos] *ist einige Äcker ausgenomen verschont blieben. in Oberseemen sagt man sey von dem schreckl. Ungewitter der neugebaute Kirchthurm abgeschlagen worden. an andern Orten sind die Häußer gantz abgedeckt, die darauf liegende frucht in die Luft geiagt worden. Ja es sind gantze häußer umgerissen worden. Die Kirchenfenster in der Nmooser Kirche sind auch hart mitgenommen worden. Gott bewahre und vor ferner Schaaden.*"[132] Aus den Berichten über das Ereignis und die Schäden selbst kann schon jetzt auf das Vorkommen eines intensiv ausgeprägten Schwergewitters in Form eines *MCS* aus dem westlichen Himmelssektor geschlossen werden.

Die Anordnung der einzelnen verifizierten Schadensberichte ergibt in einem zweiten Schritt den Schadensverlauf dieses Ereignisses in Abb. 201. Ob das System im UG aus zwei oder mehreren parallel verlaufenden Gewitterschadenszügen besteht (mit einem nördlichen Zug, der die Hagelschäden im Raum Schotten und östlich des Oberwaldes anrichtet), bleibt aus der Datenlage unklar. Unumstritten ist jedoch, dass sich der Hauptschadenszug mit den stärksten Sturmschäden fast exakt entlang der in Kap. 7.1.1. vorgestellten Zugbahn WSW 3 anordnet. Aus den Quellen und analog zum Verhalten der anderen *SLS* auf Zugbahn WSW 3 während der Hauptuntersuchungsperiode 1881-1980 ist in diesem Fall davon auszugehen, dass die Erstentwicklung des Gewittersystems räumlich nur etwas weiter westlich am Rande des UG bzw. knapp außerhalb des UG stattfindet, da aus der Wetterau im Raume Friedberg (westlich des Schadensgebietes) keine Schadensdokumentationen für diesen Tag überliefert sind. Erst nach Übertritt vom Taunus in die Wetterau erfolgt eine enorme Verstärkung, um in den oben beschriebenen Gebieten die verheerenden Hagel- und Sturmschäden anzurichten. Der Weiterzug erfolgt in die Region südlich Fulda, wo die Schäden insgesamt abnehmen dürften, wo allerdings auch die Datenlage sehr dürftig ist.

Die Interpretation der vorliegenden Daten lässt den Schluss zu, dass es sich bei diesem in vielen Quellen als verheerendes Unwetter gekennzeichneten Ereignis nicht um eine geschlossene Gewitterfront handelt. Fehlende Schadensmeldungen im Westen des UG sowie die relativ schmale, langgestreckte und sehr ausgeprägte Schadensspur sprechen vielmehr für ein typisches einzelnes, stark ausgeprägtes *MCS* (möglicherweise in Form einer Superzelle), das auf seiner aktiven Südseite im Bereich des (*Rear-flank-*)*Downdrafts* Sturm- und Hagelschäden verursacht.

[132] Kirchenbuch Nr. 2 von Altenschlirf S. 859 (ZEKHN Da).


Abb. 201
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Taunus
Friedberg
Bracht
Salz
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Spessart
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Rekonstruktion
von Schadens-
gewittern,
1. Fallbeispiel -
27.06.1767
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

2. Fallbeispiel: 05.06.1802 – *SLS* mit Hagelschlag

Auch am 05.06.1802 tritt ein in den Quellen als außerordentlich intensiv bezeichnetes Schadensereignis auf, das ähnlich wie der vorhergehend besprochene Fall innerhalb einer vergleichsweise schmalen Schadensbahn außergewöhnlich heftige Verwüstungen durch Starkniederschlag und Sturm vor allem im südlichen Bereich des UG anrichtet. Die weitere Auswertung zeigt, ob es sich bei diesem Ereignis ebenfalls um einen vergleichbaren Schadensgewittertyp handelt.

Besonderem Augenmerk kommt bei der Analyse der schriftlichen Quellen wieder einer ausgeprägten Böenwalze (*Gust Front*) zu. Ihre Gestalt hat die jeweiligen Beobachter offensichtlich derartig beeindruckt, dass sie in einigen zeitgenössischen Berichten sehr detailliert beschrieben wird – womit andererseits eine genaue Rekonstruktion des Gewitterzuges erleichtert wird. So liegt südlich des UG aus dem Randbereich des Odenwaldes folgender Bericht vor (KUNZ 1970, S. 142): „*Am 5. Juni, dem Samstag vor dem heiligen Pfingstfest, nachmittags um fünf Uhr, umwölkte sich endlich der Horizont gegen Westen und heißes, schwüles Wetter ließ ein Gewitter ahnen. Über der Burg Stein bei Worms stieg schwarzes Gewölk auf, das sich ganz niedrig und schwer über Langwaden, Hähnlein, Bickenbach auf Seeheim und Malchen zu bewegte und dabei schwere Wetter zu seiner Rechten und Linken verdrängte. (...).*“ Im „Wöchentlichen Extrablatt der Hanauer Neuen Europäischen Zeitung“ (Nr. 24, 11.06.1802) ist zu lesen: „*(...) Nach einem heißen Sommertage zog Abends vor 8 Uhr bei einer Windstille sehr langsam ein fürchterliches Gewitter aus Süden auf; es donnerte in der Ferne unaufhörlich; gegen 9 Uhr kam es näher und zwar mit einem so tief herabhängenden Schloßengewölke, das Jedermann in bangster Erwartung vor dessen Folgen lebte. (...).*“

Die Bahn des Schwergewitters ist aus der Verteilung der Schäden in Abb. 202 deutlich gemacht. Der *SLS* zieht auf einer Bahn über den Oberrheingraben und dem Vorderen Odenwald hinweg ziemlich genau SW-NE ins südliche UG hinein (südliche Untermainebene, Rodgau) und bringt nach Passage der Böenwalze als erstes die Orkanböen, denen wiederum unmittelbar danach Starkniederschlag mit zum Teil extrem großen Hagelkörnern folgt. Die den Berichten zu entnehmende zeitliche Trennung von Orkanböen und Starkniederschlag deutet auf ein bereits im fortgeschrittenen Reifestadium befindliches System hin, bei dem sich Böenfront und Starkniederschlagszone allmählich räumlich aufgrund der voraneilenden bodennahen Kaltluft zu trennen beginnen.

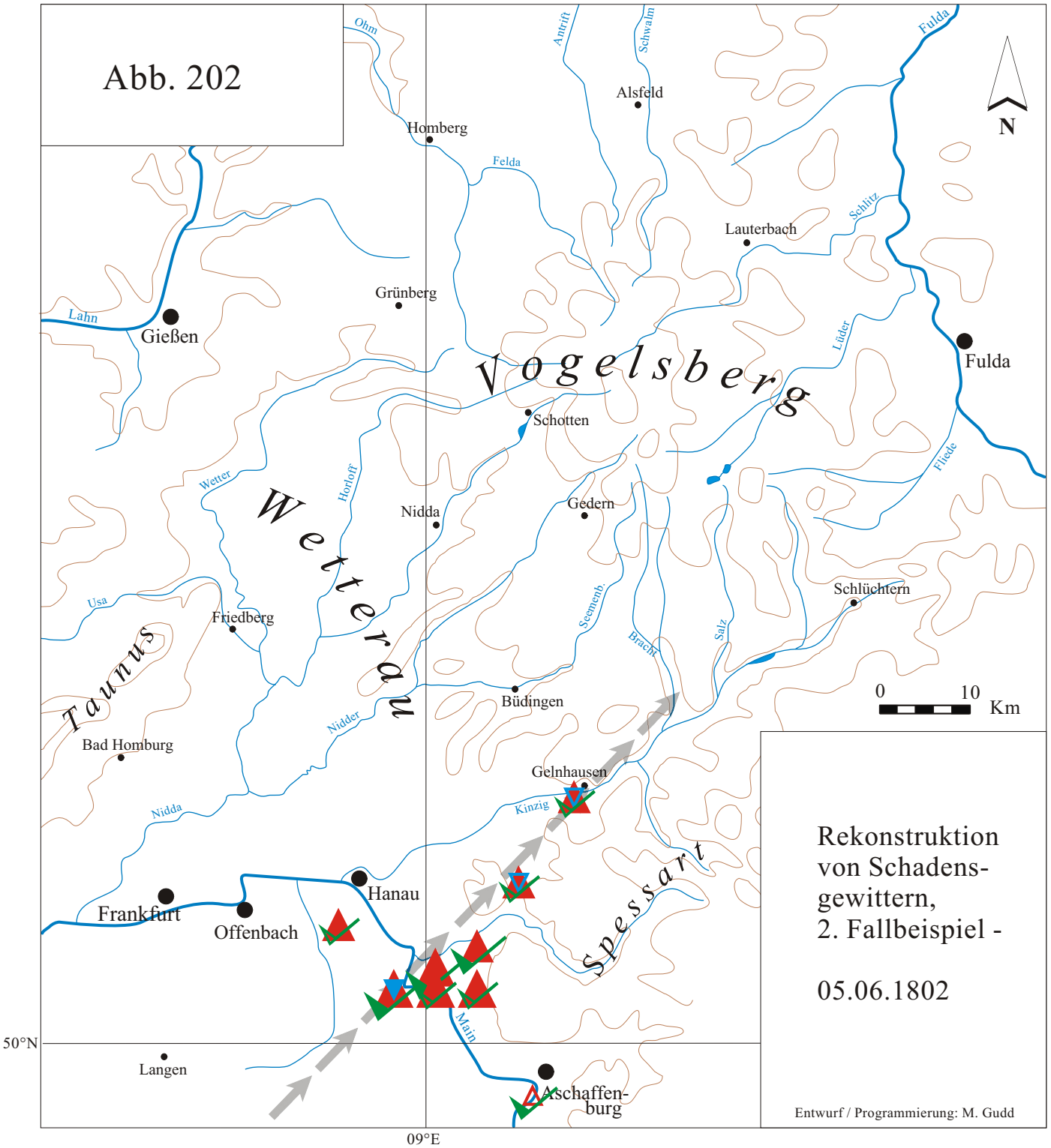
Schwere Schäden durch Sturm und Hagelschlag gibt es vor allem im Bereich Seligenstadt / Kahlgrund (SPIES 1997; s.a. NEES und KEHRER 2002, S. 106). Aus den in Abb. 202 aufge-

tragenen Schäden ist die räumliche Erstreckung des *SLS* ersichtlich. Den Quellen zufolge kommt es zu Schäden bis in den Gelnhäuser Raum hinein, wo noch taubeneigroßer Hagel beobachtet wird.[133] Beim Weiterzug ins östliche UG hinein verlieren sich seine Spuren; Schadensdaten aus dem oberen Kinzigtal bzw. aus dem Fuldaer Land existieren von diesem Ereignis nicht.

Aus den Schadensdaten kann geschlossen werden, dass es sich wie im vorhergehenden Fall auch bei dem Ereignis vom 05.06.1802 nicht um eine geschlossene Gewitterfront[134] im eigentlichen Sinne, sondern um ein einzelnes (höchstens in gruppierter Form vorliegendes) isoliertes *MCS* handelt, das auf relativ schmaler Schadenszugbahn nordostwärts zieht. Da weder Hanau noch Aschaffenburg auf der Schwerpunktzugbahn des *SLS* liegen, ist verständlich, dass die zeitgenössischen Chroniken dieser Städte kaum Hinweise auf das Ereignis überliefern (vgl. hierzu auch SPIES 1997, S. 99). Ein solches Gewitterereignis gehört nach den Ausführungen in Kap. 7.1.2. zu jener Gruppe von (räumlich begrenzten) Schwergewittern, die in der Regel aus dem Pfälzer Raum über die Oberrheinebene in das südliche UG hineinwandern. Ihr Auftreten von Süden bis Südwesten her, was mit einer deutlichen Abweichung von der während des Untersuchungszeitraumes überwiegend anzutreffenden WSW-ENE-Richtung verbunden ist, ist allerdings nach den Ausführungen in Kapitel 6 derart unregelmäßig, dass die eindeutige Zuordnung zu einer Schwerpunktzugbahn nicht möglich ist. Zu dieser Form der *SLS* gehören neben dem hier genannten Ereignis noch weitere außerordentlich intensive Fälle, z.B. 06.07.1862, 13.07.1941 und 26.05.1951.

[133] Hanauer Europäische Zeitung 89, 08.06.1802.

[134] SPIES (1997, S. 104) interpretiert aus den Daten eine „*Front, die sich im Bereich Aschaffenburg – Seligenstadt – Hanau aufbaute und etwa in nordöstliche Richtung über den Kahlgrund weiterzog. (...)*“ Die Auswertung der Schadensdaten aus den verifizierten Quellen widerlegt jedoch diese Deutung einer sich vor Ort entwickelnden Front.


Abb. 202
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Wetterau
Nidda
Gedern
Fliede
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Brach
Salz
Taunus
0
10
Km
Büdingen
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Kinzig
Nidda
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Rekonstruktion
von Schadens-
gewittern,
2. Fallbeispiel -
05.06.1802
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
Entwurf / Programmierung: M. Gudd
09°E

3. Fallbeispiel: 25.07.1822 – *SLS* mit Hagelschlag

Ein weiteres außerordentlich heftiges Ereignis findet an diesem Tag im UG statt. Auf weite Strecken kommt es zu extrem heftigem Hagelschlag. Trotz des Auftretens von Hagel ist im Gegensatz zu den vorhergehenden Beispielen hier auffallend, dass Berichte über Sturmböen nicht existieren. Dies schlägt sich im übrigen auch aus dem völligen Fehlen einer Beschreibung der Böenwalze nieder und gibt einen Hinweis darauf, dass bei *SLS* allgemein die am stärksten ausgeprägten Böenwalzen auch mit den heftigsten Sturmböen verbunden sind. Andererseits sind fehlende Berichte über Böenfronten in schriftlichen Quellen früherer Schadensgewitter natürlich kein hinreichender Hinweis auf fehlenden Hagelschlag.

Auch bei diesem Ereignis „ohne Böenfrontbeschreibung" spielt der Hagel die primäre Rolle des Schadensbringers. Eintragungen über begleitenden Wind sind nur in der Ortschronik für Weckesheim in einer Abschrift der Ortschronik von Reichelsheim enthalten, in der es heißt: „*(...) Der Wind blies zwar ziemlich heftig, konnte aber kein Orkan genannt werden. (...)*"[135] Sonst ist in den Quellen stets nur von dem Hagelschlag die Rede, der die verheerenden Schäden anrichtet. Taubenei- bis hühnereigroße Hagelkörner werden im Raume Friedberg sowie in der Wetterau beobachtet. In einigen Quellen wird auch von durch Hagel erschlagene Tiere berichtet, u.a. sogar von Schafen[136]. Inwieweit die Aussage „*(...) Ganze Stücke Eis von ½ bis 1 und 1 ½ Pfund schwer fielen 10 Minuten lang. Hasen, Vögel, Tauben und Schafe im Pferch hat man auf dem Felde todt gefunden.(...)*"[137] für die Gegend nördlich von Büdingen (Bleichenbach / Wenings) der Realität entspricht, kann nicht weiter beurteilt werden, doch ist auch diesmal die Tatsache bemerkenswert, dass sich die Berichte über die größten Hagelkörner erneut in dieser hagelträchtigen Gegend des UG konzentrieren. Einen Hinweis auf die außergewöhnliche Intensität dieses Hagelschlags gibt ein kurzer Bericht in einem alten Tagebuch aus Bleichenbach[138], in dem es heißt: „*(...) es hat viele Schafe in den Perch erschlagen, viele menschen verwundet, mich selbst blutig verlezt geschlagen, unzehlbare Fenster erschlagen, in meinem haus 70 scheibe, die Ziegel auf den decher zerschmettert, die sommerfrichte auf den Feldern Ruhenirt, das obst auf den beummnen abgeschlagen; (...).*" Abb. 203 zeigt die Scha-

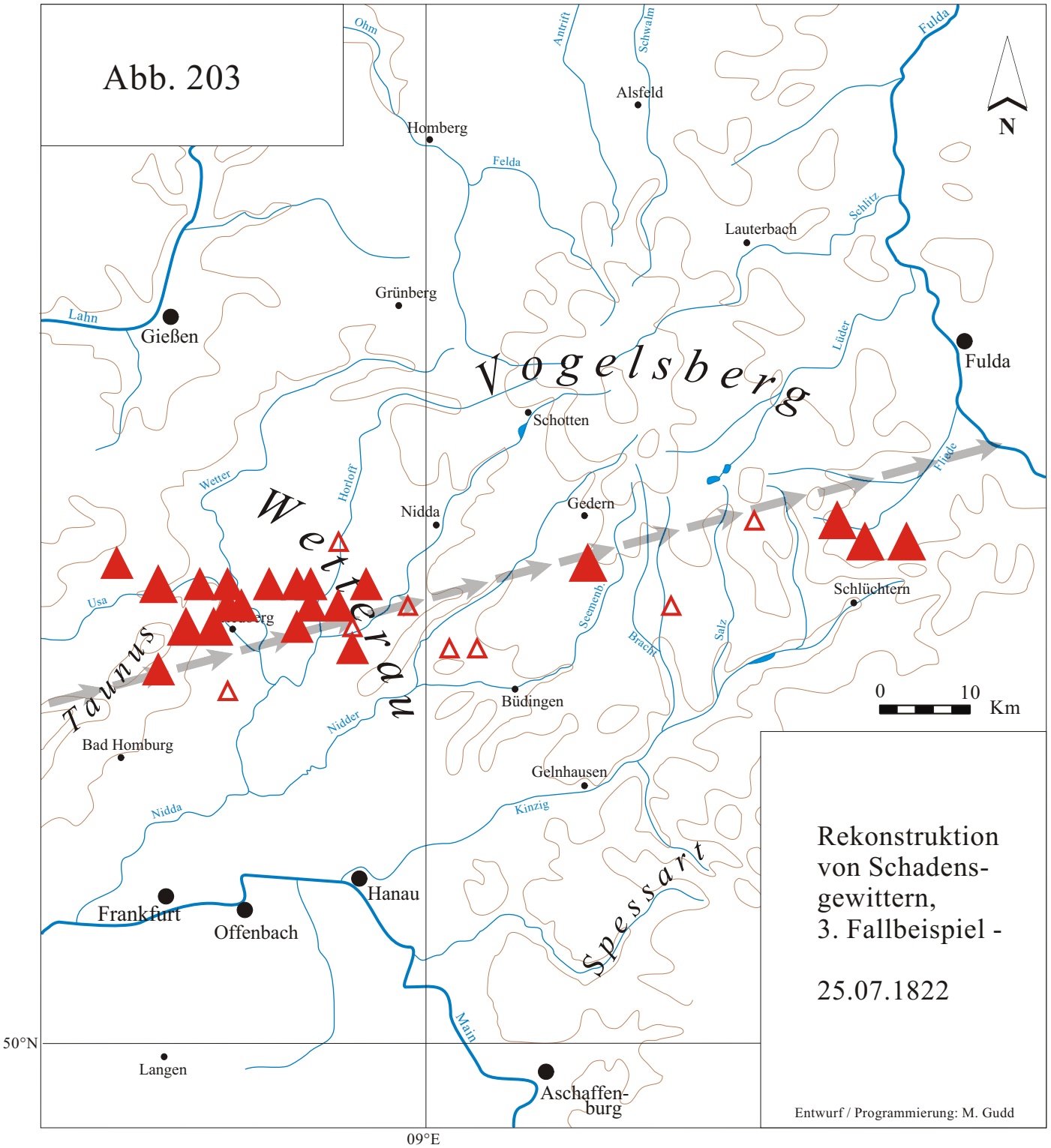
---

[135] Ortschronik für Weckesheim, S. 18/19 (ZEKHN Da, C 11).

[136] So in: „Gemeinnütziges Wochenblatt für Friedberg und die Gegend" Nr. 30, Montag, den 29. Juli 1822, S. 134; ebenfalls in der Ortschronik von Weckesheim (a.a.O.), in der auf einen Artikel der Frankfurter Oberpostamtszeitung Bezug genommen wird.

[137] Ortschronik von Weckesheim (a.a.O.)

[138] Handbuch des Johannes Kraft V, luth. Kassenmeister, Polizeikommissär und Bürgermeister in Bleichenbach 1807-1861, 3[l] (Manuskript vorhanden im Fürstlichen Archiv zu Büdingen.)


Abb. 203
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Alsfeld
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Fliede
Nidda
Gedern
Wetterau
Usa
Seemenb.
Bracht
Salz
Schlüchtern
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Rekonstruktion
von Schadens-
gewittern,
3. Fallbeispiel -
25.07.1822
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

densspur der durch die Quellen belegten Orte. Die Zugrichtung WSW 3 ist ebenfalls eingetragen – deutlich wird, dass sich auch dieser *SLS* wie so viele andere intensive Ereignisse fast exakt auf dieser Zugrichtung schwerpunktmäßig konzentriert. Auch aus dem südlichen Fuldaer Land liegen Berichte vor. So wurde schriftlich festgehalten, dass es in den Gemeinden Rückers, Höf und Haid, Stork und Zillbach zu ungewöhnlich starkem Hagelschlag gekommen ist, wobei auch hier nicht nur Vögel, sondern auch Schafe durch den Hagel erschlagen worden sein sollen. Die Fenster in den Gemeinden seien „*fast sämtlich*" zerschlagen worden.[139] Damit erweisen sich auch bei diesem aus WSW heranziehenden Ereignis wieder einmal südlicher Vogelsberg und südlicher Landkreis Fulda als jene Regionen, in denen es durchaus zu extremem Hagelschlag kommen kann.

Aufgrund der ausgewerteten Quellen und der Schadensverteilung erweist sich dieses Ereignis ebenfalls nicht als von WSW heranziehende Gewitterfront, sondern als eigenständiger *MCS*, der aller Wahrscheinlichkeit nach in Form einer Superzelle quer über das UG hinwegzieht. Da kein ausgeprägter *Downburst*vorgang verifiziert werden kann, scheinen bei diesem Ereignis die permanenten Aufwindvorgänge, wie sie typischerweise bei Superzellen auftreten, zu dominieren. Das Gewittersystem behält hierdurch auf weite Strecken eine enorme Intensität, was auch durch den Schadensverlauf bestärkt wird, der in seinem Zug keine Unterbrechung des außergewöhnlich starken Hagelschlags aufweist.

Die hier vorgestellten Fallbeispiele zeigen, dass es durchaus mit der Hilfe von Quellen möglich ist, *SLS* mit Hagel bzw. Sturm in ihrem Verlauf und in ihrer Art zu rekonstruieren. Voraussetzung ist natürlich eine hinreichende Datenlage. Von vielen Ereignissen existieren jedoch häufig nur Einzelquellen. Hierin wird oftmals nur allgemein und kurz das Vorkommen eines Schadensereignisses erwähnt. Eine genaue Rekonstruktion ist dadurch natürlich nicht durchführbar, doch lässt sich auch in Einzelquellen mancher Hinweis weitergehend verwenden.

So laufen *Downburst*vorgänge unterhalb intensiv entwickelter Cb in der Regel nach dem gleichen Schema ab. Daher lassen sich Aussagen wie „(...) *Ein starcker Sturm-wind / so kaum eine halbe vertel Stunde gewehret und dennoch viele Baeume ausgerissen und verdorben.* (...)."[140] – „*D. 28 July kommbt mit ein Gewitter einer so starker Würhlwinth, daß er die Land-*

[139] In: STAM Best. 100, 5559 I, Wetterschäden 1817-57, hier: Bericht des Kreisrats Fulda vom 04.08.1822.

[140] Quelle: von LERSNER, A.A. (1767): Chronica der Weitberühmten freyen Reichs-Wahl- und Handels-Stadt Franckfurt am Mayn Oder Zweyter Theil (etc.). Frankfurt. S. 767f., Bericht über den 27.06.1709..

kutsch auf den franckfort Straßen über ein Heuffen geworffen hat. Deßgleichen ein geladten Wagen mit Stroh auf der Kintzbrücke und so daß Geländer od Maurrer nicht dagewesen währen, so hatte der Winth den Wagen in die Kintz geworffen.“[141] – „(...) *In der Gegend von Würzburg und höher hinauf in Francken / schlug es viele tausend Eichen und andere Bäume samt der Wurzel aus der Erde /* (...).“[142] sämtlich den Starkwind- und Sturmvorgängen beim Vorüberzug der zu den *SLS* gehörenden Böenfronten zuordnen. Gleiches gilt für den Bereich des UG für die Erwähnung signifikanter Hagelkörner, die in der Regel ebenfalls Begleiterscheinungen solcher Schwergewitter sind. Hier kann, sofern die Beobachtung aus dem südlichen Bereich des UG vorliegt, davon ausgegangen werden, dass es sich bei dem erwähnten Ereignis aller Wahrscheinlichkeit nach um einen solchen Fall handelt, wie er in den Kapiteln 7.1.1. bzw. 7.1.2. und 7.2.1. bzw. 7.2.2. (*SLS* mit Sturm bzw. Hagel aus dem südlichen bis westlichen Himmelssektor) besprochen wurde.

Neben den Beschreibungen von Sturm- und Hagelschäden finden sich in vielen alten Quellen auch Erwähnungen von Gewitterereignissen, bei denen vor allem der Starkregen für zum Teil enorme Schäden sorgt. Aus Kapitel 6 und 7 ist bekannt, dass dabei im UG, sofern es sich um bedeutende Ereignisse handelt, in erster Linie die Ostgewitter zu rechnen sind oder zumindest solche Ereignisse, die sich langsam über eine Region hinwegbewegen und dort Starkniederschlag entladen. So soll im folgenden mittels einiger Fallbeispiele auch dieser Gewittertyp besprochen werden.

4. Fallbeispiel: 26.05.1749 – *SLS* mit Starkregen

An diesem Tag finden im Norden und Osten des UG schwere Gewitter mit Starkniederschlägen statt. Dabei treten insbesondere östlich von Gießen verheerende Wasserschäden auf. Kennzeichen starkregenrelevanter Schadensgewitter ist es, dass auffallende Wolkenstrukturen, wie z.B. ausgeprägte Böenwalzen, häufig fehlen bzw. in nicht auffallender Form ablaufen. Daher finden sich auch kaum entsprechende Beschreibungen in den schriftlichen Quellen. Bisweilen aufzufindende Erwähnungen von besonders großer Dunkelheit bei gleichzeitigem Starkregen ohne Sturm- und Hagelerscheinungen deutet vielmehr auf vertikal sehr mächtige Gewittertürme hin, die sich bei starkregenrelevanten Gewittern nicht selten zu einem weit ausgedehnten Gewittercluster zusammenschließen.

---

[141] Quelle: Chronik von Georg Friedrich Dhein, vorhanden im Archiv des Hanauer Geschichtsvereins. Beschrieben wird hierin ein Gewitter am 28.07.1710.

[142] Quelle: Theatri Europaei, 14. Teil. Frankfurt 1702, S. 573/574. Beschrieben wird ein Schwergewitter, das am 10.08.1693 in weiten Teilen Deutschlands wütet.

Aus Londorf heißt es z.B.: „*D. 26ten Maij war der pfingst montag mittags um 12 uhr zeigte sich abermahls ein starckes donnerwetter mit schlossen, dardurch das wasser so groß worden, daß es vielen schaden an gebäuden, in feldern an acker, wießen und gärten gethan,* (...).“[143] An der damaligen Burg der Herren von Nordeck zu Rabenau, als Wasserburg im Tal der Lumda angelegt, wurden durch das plötzliche aufkommende Hochwasser mehrere Gebäude zum Einsturz gebracht und weggeschwemmt. Großvieh wurde an der Lumda vom Wasser mitgerissen, „(...) *an vieh so gemisset wird, ist Herrn* [...] *um 3 pferde kommen, der er 5 gehabt, eines ist sogleich unter dorff im wasser todt gefunden worden, eines ist noch nicht gefunden und weiß niemandt wo es hin. 3 sind aus dem wasser zwar wieder gekommen, dabeij aber eines kurtz hernach gestorben. 2 küh 3 kälber 2* [...] *mit förckel sind ihm noch verunglückt.* (...)“[144]

Von Winnerod wird berichtet, dass es in der betroffenen Region sogar zu Personenschäden gekommen sein soll: „*1749 den 2t Pfingst feyertag ist in hiesiger gegend und in denen benachbarten grenzen eine starke und bey niemands Andenken jemahls so groß gewesene Wasserfluth gewesen dabey ein starkes Donner und Hagelwetter: dadurch in Meinem Filial Berstrod Gelshausen Beuern* [...] *und in der gegend Wetzlar die Winterfrucht all zuschlagen und die Wiesen an vielen orthen jämmerlich verflieset, die gersen äcker an vielen orthen aus dem grund weggeführet, und welches am erbärmlichsten viel Menschen und Vieh ersoffen;* (...)“[145] Auch in den östlichen Bereich des UG erstreckten sich die Gewitterschäden, aus dem Ort Angersbach wird folgendes berichtet: „*Im jahr 1749, auf das Pfingstfest, den 2ten und 3ten tag, war ein gewässer noch grösser als im vorigen jahr, aber da kam das große wasser von rudloß, hat die brücke und steg alles rein weggerissen ich selber hab die steg selber zu nieder stoll, helfen hollen.*“[146]

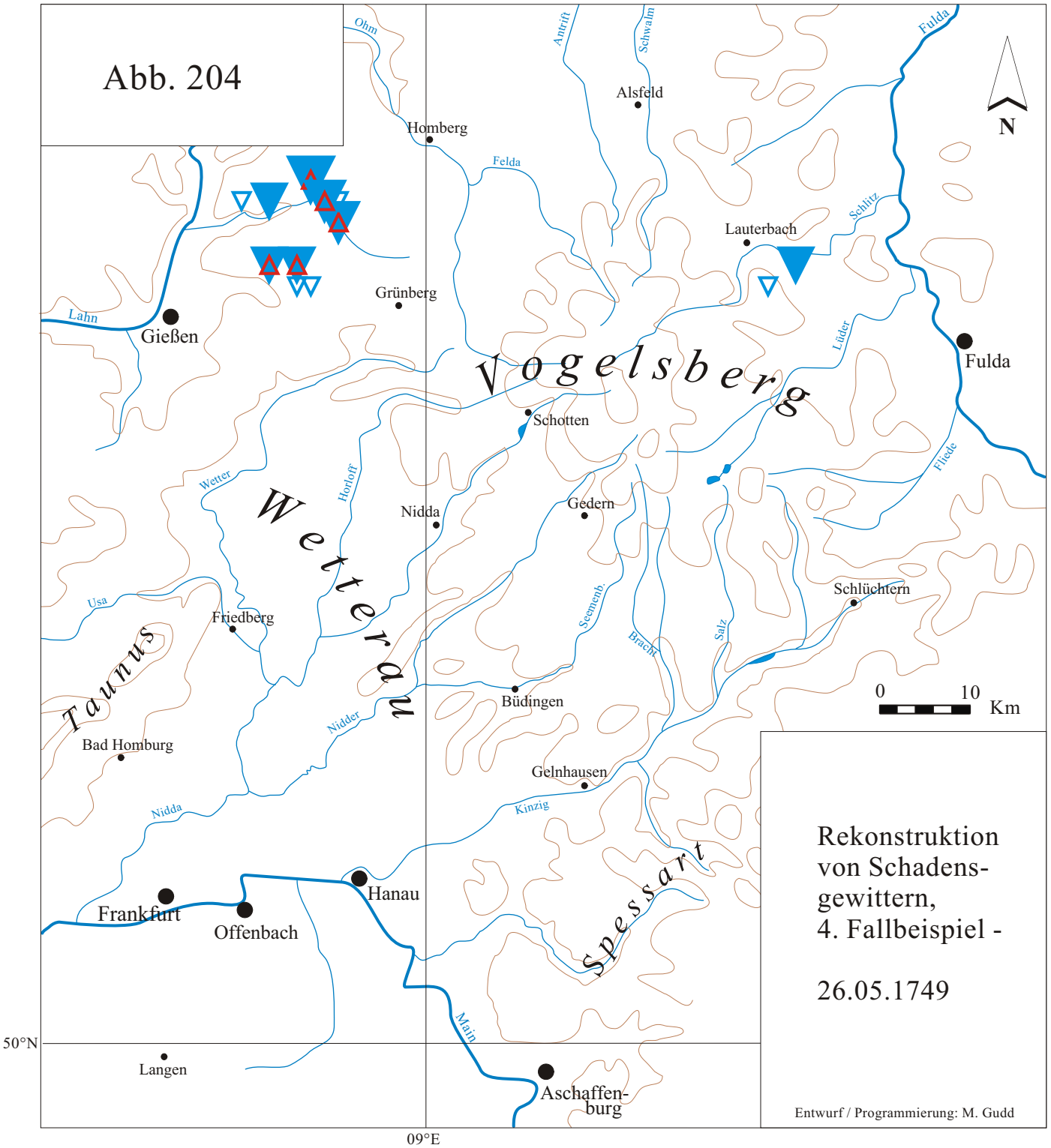
Die Verteilung der sich aus den Quellen ergebenden Schäden ist in Abb. 204 ersichtlich. Aus den Starkregenzentren ist zu schließen, dass es sich um ein Gewittersystem mit einem oder mehreren Schwerpunkten handelt, möglicherweise in Form einzelner heftiger Gewitter, die sich im Laufe der Zeit zu einem großen Gewittercluster zusammenschließen. Aus den in Kapitel 7 dargestellten raum-zeitlichen Eigenschaften der Gewitter 1881-1980 lässt sich auch ein *SLS* aus dem südlichen bis westlichen bzw. westlichen bis nördlichen Himmelsraum aus-

[143] Kirchenbuch 4 von Londorf, „Notabilia“ (o.S.), Archiv ZEKHN Da.

[144] a.a.O., Archiv ZEKHN Da.

[145] Kirchenbuch Nr. 2 von Winnerod (o.S.), Archiv ZEKHN Da.

[146] Möllersche Chronik von Angersbach, S. 65.


Abb. 204
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
Alsfeld
N
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Schotten
Wetter
Horloff
Fliede
Wetterau
Nidda
Gedern
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Brach
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Rekonstruktion
von Schadens-
gewittern,
4. Fallbeispiel -
Hanau
Spessart
Frankfurt
Offenbach
26.05.1749
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
Entwurf / Programmierung: M. Gudd
09°E

schließen. Sehr wahrscheinlich ist die Entwicklung heftiger Gewitterzellen in Form von Ostgewittern innerhalb einer Luftmasse bzw. entlang einer bereits vorhandenen, möglicherweise NW-SE-orientierten Störung mit Warmluft im Norden und kühlerer Luft im Süden Deutschlands. Darauf lässt die Erwähnung der frühen Tageszeit schließen (mittags) sowie außerdem auch die Tatsache, dass sich in den Tagen vorher die Gewittertätigkeit mit ihrem Schwerpunkt von Ost- nach Westdeutschland verlagert, und intensive Starkregenschäden auch in den Niederlanden vorkommen (WEIKINN 1963, S. 331). Bei dieser Situation entstehen häufig im Norden und Osten des UG starkregenintensive Ereignisse (vgl. z.B. 1956).

5. Fallbeispiel: 03.06.1826 – *SLS* mit Starkregen

An diesem Tag kommt es im Vogelsberg zu der größten Katastrophe, die bislang mit einem Gewitterereignis im UG in Zusammenhang zu bringen ist. Durch gewitterbedingten Starkregen entwickelt sich im Niddertal ein verheerendes Hochwasser (*Flash-Flood*), das insgesamt 27 Personen das Leben kostet. In seiner Größenordnung ist es für den deutschsprachigen Raum durchaus bemerkenswert und weist darauf hin, dass im UG generell die Möglichkeit für solche großen gewitterbedingte Fluten besteht. Seinerzeit wurde sogar Goethe auf dieses Ereignis aufmerksam (STADT GEDERN 1956, S. 30).

Die Beschreibungen des Gewitters erfassen nur randlich den Entwicklungs- und Aufzugsvorgangs des Ereignisses. Aus Nidda wird geschrieben: „Vom 4. Juni. (...) *es zog des Nachmittags ein heftiges Gewitter heran, das zwar hier nur von einem starken Regen begleitet war, weiter nach der Höhe zu aber (und zwar, so viel bekannt, bei Eschenrod, Landrathsbezirk Schotten) sich in einen heftigen Wolkenbruch entleerte;* (...).“[147] Ein weiterer Artikel dieser Zeitung berichtet: „*Am 3. Juni 1826 zogen, während einer unerträglichen Hitze, von Süden her schwere Gewitterwolken nach dem höhern Theile des Vogelsbergs, sammelten sich dort, bei gänzlicher Windstille, mehr und mehr, und um 5 Uhr Abends erfolgte ein furchtbarer Wolkenbruch.* (...).“[148] Die Beschreibungen schließen sich rasch verlagernde *SLS* aus. Es handelt sich um die Entwicklung und den Zusammenschluss zahlreicher Gewitterwolken, die sich über dem Vogelsberg zu einem Schwergewitter aufbauen, typisch für Gewitter aus dem östlichen bis südlichen Himmelssektor.

[147] Quelle: Grosherzoglich Hessische Zeitung Nr. 135, 09.06.1826.

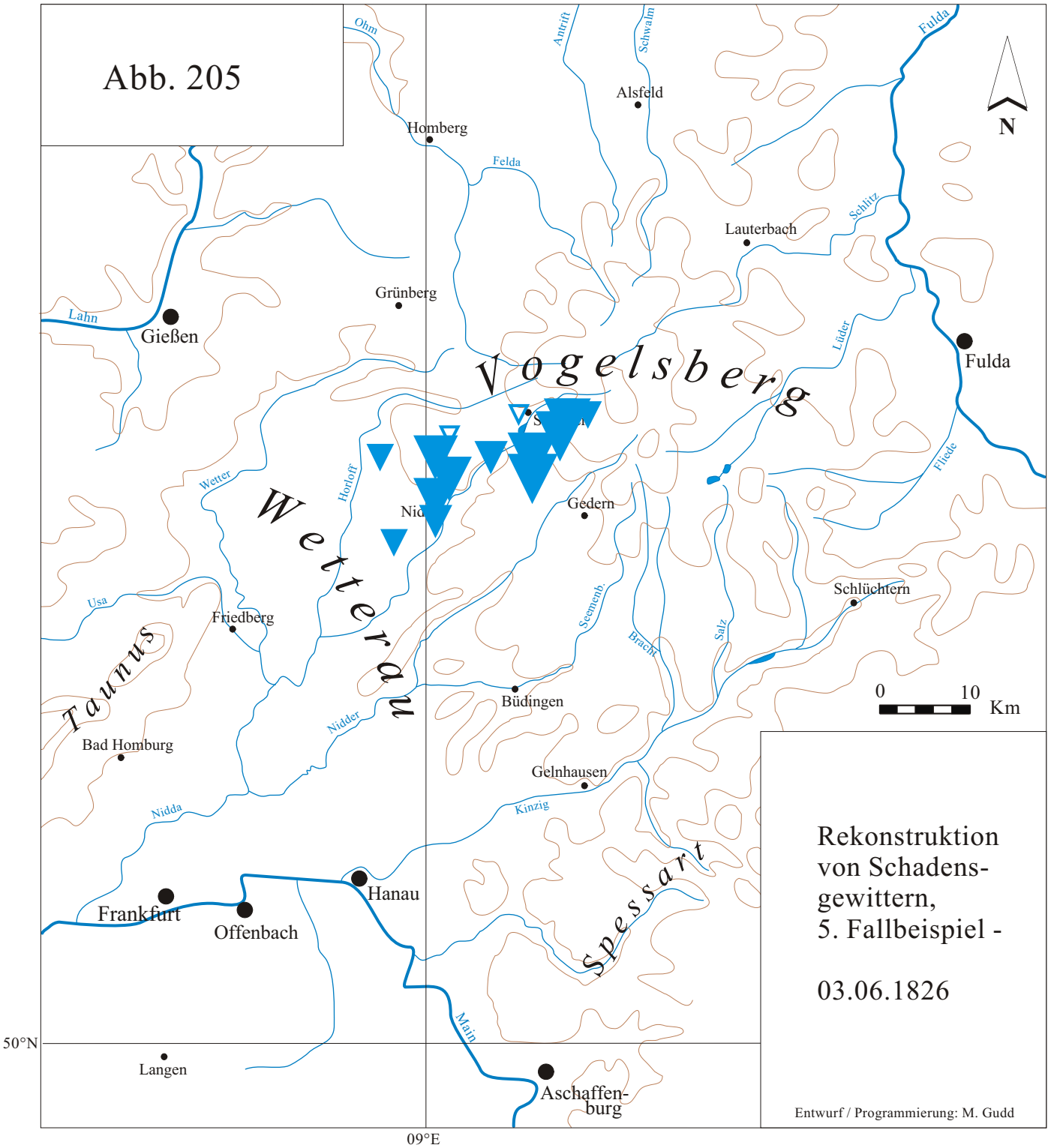
[148] Quelle: Grosherzogliche Hessische Zeitung Nr. 139, 14.06.1826. Siehe auch: Gemeindeblatt der evangelischen Pfarrei Gedern, Juni 1976: Vor 150 Jahren. Das große Unglück, welches Eschenrod am 3. Juni 1826 betraf.

Durch den gewitterbedingten Starkregen kommt es zu einer ausgeprägten Flutwelle: „(...) *Bei Eschenrod hatte sich alles in eine Strommasse verwandelt, und die ganze Straße, die Eschenrod der Länge nach durchzieht, standt plötzlich 30 Fuß hoch unter Wasser, welches haushohe Wellen schlug, die ganze chaussirte Straße zerstörte, Bäume entwurzelte, Bauholz, ungeheure Steine und Geräthschaften wegschwemmte, die Grundmauern der an der Straße stehenden Häuser untergrub, ganze Wohnhäuser mit ihren Bewohnern, und an vielen Wohnhäusern ganze Theile wegriß. In Eschenrod fanden 21 Menschen in den Wellen ihr Grab.* (...).“[149] – Von Busenborn wird geschrieben: „(...) *Fast in einem Augenblick drang auf einmal von den Bergen durch alle Winkel und Straßen stromweise das Wasser und unterbrach die Verbindung des Dorfes mit der Gemeinde-Weide. Das auf der Weide befindliche Vieh mußte über Breungeshain nach Hauße geführt werden.* (...) *Die Zahl der Umgekommenen in Eschenrod betrug Ein und zwanzig, und die Zahl der Gebäude, die theils gänzlich spurlos verschwanden, theils mehr oder wenige beschädigt wurden, war sechs und zwanzig.* (...).“[150]

Die Verteilung der angerichteten Schäden zeigt in Abb. 205 das überaus lokale Vorkommen dieses außergewöhnlichen Starkregengewitters. Die Starkniederschlagstätigkeit beschränkt sich nur auf einen sehr kleinen Raum im Bereich des südwestlichen Oberen Vogelsberges. Da weder Hagel-, noch Sturm- oder Blitzerscheinungen in den zahlreichen zur Verfügung stehenden Quellen erwähnt werden, kann dieses Ereignis zu den reinen Starkregen-*SLS* gezählt werden, wie sie nach Kapitel 7 typisch sind für Ostgewitter im UG. Das sich entwickelnde Gewittersystem zeigt das typische raum-zeitliche Muster eines quasi-stationären Ereignisses (aufgrund von Zellenneubildung am gleichen Ort), so dass hierdurch der Starkregen ungewöhnliche Heftigkeit annehmen kann. Klassische *Flash-Floods* verlaufen auch in den USA auf die gleiche Weise (MADDOX, CHAPPELL und HOXIT 1979; MADDOX, CANOVA und HOXIT 1980).

[149] Quelle: Grosherzoglich Hessische Zeitung 139, 14.06.1826.

[150] Quelle: Kirchenbuch Nr. 1 der Evangelischen Kirchengemeinde Busenborn, o.S. (ZEKHN Da, Nr. 1632).


Abb. 205
Ohm
Antrift
Schwalm
Fulda
N
Alsfeld
Homberg
Felda
Schlitz
Lauterbach
Grünberg
Lahn
Gießen
Lüder
Fulda
Vogelsberg
Wetter
Horloff
Nid
Gedern
Fliede
Wetterau
Usa
Seemenb.
Schlüchtern
Friedberg
Bracht
Salz
Taunus
Büdingen
0
10
Km
Nidder
Bad Homburg
Gelnhausen
Nidda
Kinzig
Hanau
Frankfurt
Offenbach
Spessart
Main
50°N
Langen
Aschaffen-
burg
09°E
Rekonstruktion
von Schadens-
gewittern,
5. Fallbeispiel -
03.06.1826
Entwurf / Programmierung: M. Gudd

9. Zusammenfassung und Ausblick:

Basierend auf einer Vielzahl von schriftlichen Quellen werden in dieser Arbeit die raumzeitlichen Eigenschaften von Schadensgewitter in einem regional umgrenzten Bereich herausgestellt. Benutzt werden hierzu die Ereignisse des Zeitraumes 1881-1980 (ohne 1941-50). Die in stark heterogener und in äußerst verstreuter Form vorliegenden Daten werden dabei mit Hilfe einer eigens eingerichteten Gewitterschadensdatenbank ausgewertet. Zu diesem Zweck erfolgt nach der Verifizierung des Datenmaterials zu Beginn der Arbeiten die Kategorisierung der Intensitäten der in den Quellen erwähnten Schadensvorgänge. Für die gewitterbedingten Erscheinungsformen Starkregen, Hagelschlag, Sturm und Blitzschlag wird mit Hilfe geeigneter Kategorisierungen die Einordnung in Intensitätsgrade ermöglicht. Für die gewitterbedingten Starkregen wird eine neue Klassifizierung anhand von Ähnlichkeitsmerkmalen der Folgeerscheinungen von Starkregen erarbeitet. Für Blitzschlag erfolgt die Einteilung von Gewittern erstmals nach Schadensaspekten. Für in Quellen beschriebene Hagel- und Sturmschäden können bereits existierende Klassifizierungen nach Hagelkorngröße bzw. Sturmschadensausmaß angewandt, angepasst und für die Zwecke in dieser Arbeit verwendet werden. Die Kategorisierungen können auf alle verbalen Beschreibungen von Gewittererscheinungen in schriftlichen Quellen angewandt werden, da Starkregen, Hagel, Sturm und Blitzschlag in ihrer Natur stets gleichartig ablaufen. Im einzelnen kommen für gewitterbedingten Starkregen sieben bestimmbare (eine nichtbestimmbare) Schadensklassen zur Anwendung. Für Hagel können sechs bestimmbare (eine nichtbestimmbare) Klassen der Hagelkorngröße verwendet, für gewitterbedingte Sturmschäden sieben bestimmbare (eine nichtbestimmbare) Schadensklasse benutzt werden. Blitzschäden werden nach drei Kategorien erfasst: unternormal, durchschnittlich und übernormal starke Schadensaktivität.

Schwere, schadensrelevante Gewitter und ihre begleitenden Schadensphänomene stellen die graduell intensivste Form einer ganzen Klasse von konvektiven Umlagerungen dar, die im Untersuchungsgebiet auftreten können. Viele Gewitter verursachen als sogenannte Non-*SLS*-Ereignisse lediglich Blitzschäden, die jedoch einzeln betrachtet vor Ort nicht selten als ungewöhnliches, einschneidendes und mitunter mit weitreichenden Folgen behaftetes Vorkommnis angesehen werden können. Einzeln betrachtet sind auch die schweren Gewitter (*SLS*), landläufig durch die Betroffenen meist als „Unwetter“ bezeichnet, für einen Beobachter jeweils eigenständig auftretende und mitunter außergewöhnliche und einzigartige Erlebnisse. Insgesamt gesehen jedoch ergeben sich aus den Untersuchungen in dieser Arbeit mittels der Scha-

densdaten eindeutige Hinweise darauf, dass es sich auch bei den intensiven Gewittern um Phänomene handelt, die gesetzmäßigen Abläufen in Raum und Zeit unterworfen sind.

Der detaillierte Jahresablauf der Schadensgewittertätigkeit zeigt den Beginn der Schadensgewittertätigkeit meist in den letzten Apriltagen. Im Mai steigert sie sich allgemein, um in den ersten Junitagen einen ersten Höhepunkt zu erreichen. Charakterisiert sind die Schadensgewitter zu dieser Zeit hauptsächlich durch Starkniederschläge, was häufig für isoliert auftretende Gewitter in einheitlichen Luftmassen zutrifft. Überhaupt sind Mai und Juni charakteristisch für Schadensgewitter, die sich insbesondere durch Starkregenfälle auszeichnen, typischerweise besitzen die sogenannten Ostgewitter zu dieser Zeit ihr hauptsächliches Auftreten. Mit der Schafkälte setzt ein Rückgang in der Gewitterschadensaktivität ein, und während der ersten Julidekade kann ein außerordentlich ausgeprägtes relatives Schadensminimum in allen gewitterbedingten Begleiterscheinungen identifiziert werden: das hier sogenannte mittsommerliche Gewitterschadensminimum. In der zweiten Julihälfte erfolgt ein neuerliches Ansteigen der Schadensaktivität mit einem sekundären Höhepunkt in den letzten Julitagen. In diesem Fall spielen Hagel und Sturm bei den gewitterbedingten Begleiterscheinungen die Hauptrolle. Der Haupttypus des auftretenden Schadensgewitters hat sich geändert: Es sind jetzt die rasch (meist aus südwestlichen Richtungen) heranziehenden Gewitter, die sich oftmals frontartig über das Untersuchungsgebiet ausbreiten. Zu Beginn der letzten Augustdekade folgt ein geradezu schlagartiges Abflauen in der Gewitterschadensaktivität, die Zeit der Schadensgewitter ist vorbei.

In räumlicher Hinsicht können im Untersuchungsgebiet für den Untersuchungszeitraum einzelne Regionen mit unterschiedlichen Eigenschaften im Auftreten von Schadensgewittern herausgestellt werden. Schwergewitter (*SLS*) mit Sturm aus dem südlichen bis westlichen Himmelssektor weisen im südlichen und westlichen Bereich des Untersuchungsgebietes (Wetterau, Kinzigtal, Rhein-Main-Gebiet) sowie im Norden in der Regel die häufigsten und stärksten Sturmschäden auf. Die *Downburst*erscheinungen werden nordostwärts zu deutlich schwächer, ausgeprägte Sturmphänomene durch von Südwesten heranziehende Schwergewitter sind beispielsweise im Fuldaer Land weitgehend unbekannt. Bei dieser Form der *SLS* können Schwerpunktzugstraßen aus WSW (WSW 1 bis WSW 5) gedeutet werden. Hagelgewitter aus SW-W weisen eine vergleichbare räumliche Schadensverteilung auf, wobei Hagelschläge durch in isolierter bzw. gruppierter Form auftretende *MCS* im gesamten Untersuchungsgebiet auftreten können. Schwergewitter mit Sturm und Hagel aus westlichen bis nördlichen Richtungen zeigen dagegen ein bevorzugtes Auftreten im Norden und Osten des Untersuchungsgebietes, während der Süden schadensarm verbleibt. Auch bei diesen Fällen können Schwer-

punktzugstraßen aus WNW (WNW 1 bis WNW 5) gedeutet werden. Gewitter, die sich durch Starkregenschäden auszeichnen, weisen ihrerseits die größten Intensitäten bei Gewittern aus östlicher Richtung auf. Schwerpunktzüge können bei diesem Gewittertypus aufgrund des räumlich nur begrenzten Vorkommens der Ereignisse nicht interpretiert werden, doch können bevorzugte Schwerpunktregionen ausgemacht werden, und zwar im Fuldaer Land, im Spessart und im Kinzigtal bis in Teile des Vogelsberges hinein. Das westliche Untersuchungsgebiet weist solche Schadensformen in Verbindung mit Ostgewittern kaum einmal auf. Klassische Schwergewitter (*SLS*), die ihrerseits mit Starkniederschlag und Sturm von Südwesten bis Westen her das Untersuchungsgebiet überziehen, besitzen in der Regel aufgrund ihrer raschen Verlagerung nicht die Fähigkeit, ausgeprägte gewitterbedingte Starkregenschäden auszulösen. Insbesondere der Vogelsberg zeigt bei dieser sehr häufig auftretenden Schadensgewitterart kaum einmal signifikante gewitterbedingte Hochwassererscheinungen.

Es wird gezeigt, dass es mit Hilfe von Schadensdaten bei geeigneter Informationsdichte möglich ist, die in alten Quellen erwähnte Gewittererscheinungen kategorisieren und interpretieren sowie die historischen Fälle in den Kontext der hier für den Hauptuntersuchungszeitraum dargestellten Schadensgewitterereignisse stellen zu können. Für die fallweise erfolgende Rekonstruktion werden Schadensdaten aus dem zurückliegenden Zeitraum bis 1700 verwendet.

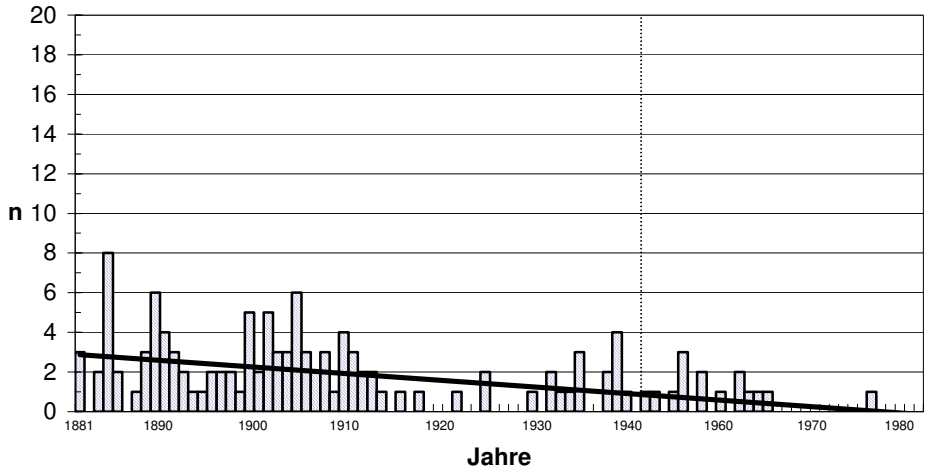
Die Betrachtung aller Schadensereignisse lässt die Schlussfolgerung zu, dass trotz ihres unregelmäßigen Auftretens an einem einzelnen Ort diese für die Bevölkerung als „Unwetter“ erscheinenden Fälle keinesfalls als aus dem Rahmen der „normalen“ Naturerscheinungen herausfallende Phänomene zu bewerten sind, wie der Name „Unwetter“ an und für sich impliziert. Durch die einerseits gesetzmäßig innerhalb der Quellwolken bei der Entwicklung des Gewittersystems ablaufenden Prozesse und durch die andererseits hier gezeigten, oft gleichartig verlaufenden Vorgänge beim Auftreten im Untersuchungsgebiet kann nur der Gesamteindruck gewonnen werden, dass schadensrelevante Gewitterereignisse vielmehr die zu erwartenden „Ausreißer“ in der Reihe der grundsätzlich zum mitteleuropäischen Wetterregime gehörenden konvektiven Umlagerungen darstellen.

Inwieweit die Zukunft Veränderungen in dieses Regime bringen wird, mögen andere Untersuchungen zeigen. Um einen Ausblick wagen zu können, müssen wir jedoch an dieser Stelle einen Rückblick auf die Hauptuntersuchungsperiode 1881-1980 (ohne 1941-50) tätigen. Denn dass die Anzahl der während dieses Zeitraums erfassten dokumentierten Schadensereignisse während des gesamten Zeitraumes natürlich nicht gleich bleiben kann, versteht sich von

selbst. Dafür verantwortlich sind eine Vielzahl von Gründen, die in jedem Falle vor einer jeden Trendberichterstattung überprüft werden müssen.

Das zeigt sich zum Beispiel sehr deutlich bei den Blitzschadensereignissen. Hier ergibt sich aus dem zeitlichen Verlauf der verifizierten Berichte über blitzbedingte Todesfälle (Abb. 70, S. 208) ein kontinuierlicher abwärts gerichteter Trend, begründet in erster Linie durch den ständigen Wegfall des Anteils der im Freien häufig tätigen Personen. Auch die Anzahl der installierten Blitzschutzanlagen steigt bei zunehmender Gebäudedichte im UG weiter an. Die Brandschadensfälle zeigen daher gleichbleibende Tendenz (Abb. 74, S. 224), während die Zahl der blitzbedingten Brände pro Gewitter abnimmt (Abb. 73, S. 224). Ereignisse, die sich in früheren Jahren durch eine aktive Blitzschadenstätigkeit im UG auszeichneten, müssen somit zwangsläufig seltener werden. Das verdeutlicht das Beispiel in Abb. 206, in dem die im UG vorkommenden reinen Mehrfachblitzereignisse (d.h. Schadensgewitter mit zwei oder mehreren Blitzschäden, aber ohne dokumentierte Starkregen-, Hagel- und Sturmschäden) aufgetragen sind. Diese Form des Schadensgewitters war früher präsent, ist aber nach dem 2. WK ein immer seltener zu verzeichnendes Ereignis.

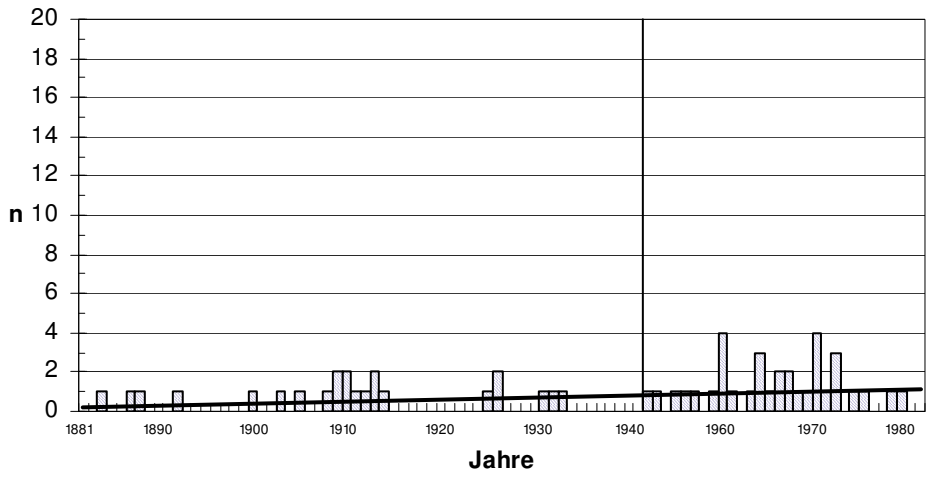
Abb. 206: Dokumentierte Ereignisse mit reinen Mehrfachblitzschäden im UG
(Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)



Hauptsächlich verändertes Bevölkerungsverhalten, verbesserter Blitzschutz und veränderte Bauweise bedingen, wie bereits in Kap. 6.2.2 (S. 171) kurz dargestellt, im Laufe der Zeit eine kontinuierliche Abnahme der insgesamt in den Quellen verzeichneten Blitzschadensfälle. Sowohl die Anzahl der Non-*SLS*-Ereignisse als auch die Blitzschadensfälle in Verbindung mit *SLS*-Ereignissen zeigen einen beständigen Abwärtstrend. Verstärkt wird dieser Abwärtstrend

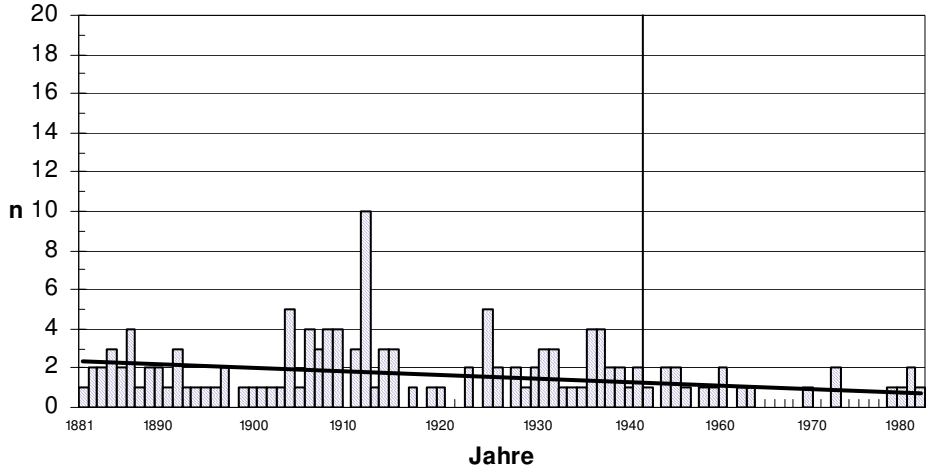
durch die in Kap. 6.2.6.1.2. (S. 209) kurz erwähnte veränderte Sichtweise gegenüber dem Blitzschlag, nach der zu Zeiten der stärkeren Abhängigkeit vom Wetter die Bevölkerung nicht nur im UG den Blitzschlag als deutlich bedrohlicher gegenüber heute empfinden musste. Die Folge: Gewitterereignisse werden hinsichtlich der Blitztätigkeit in anderer Weise dokumentiert. Dies zeigt sich in Abb. 207, in der die Anzahl der Schadensgewitter, die sich im UG nur durch einen einzigen signifikanten Blitzschadensfall (Brand bzw. Todesfall) auszeichnen, beständig zunimmt. Nicht-signifikante Blitzschäden, die früher häufig dokumentiert wurden, werden entsprechend der veränderten Wahrnehmung gegenüber dem Blitzschlag als solcher nur noch selten erwähnt.

Abb. 207: Dokumentierte Ereignisse mit signifikanten Einzelschlägen im UG
(Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)



Ein Rückgang der dokumentierten Schadenstätigkeit über den Untersuchungszeitraum kann auch beispielsweise bei den Ereignissen mit Hagelschäden gefunden werden. Hierfür verantwortlich ist die Tatsache des kontinuierlichen Rückgangs des Anteils der landwirtschaftlich tätigen Bevölkerung, die ihrerseits einen immer größer werdenden Teil der Bevölkerung vom Wetter vordergründig unabhängiger erscheinen lässt. Veränderter landwirtschaftlicher Anbau und die Zunahme versiegelter Flächen (vor allem im städtischen Bereich) mögen einen weiteren Beitrag dazu leisten, dass Gewitter mit Hagelschlag in schriftlichen Quellen früher häufiger erwähnt wurden im Vergleich zu heute. Dies zeigt sich z.B. aus Abb. 208, in der Hagelschadensereignisse der Kategorie „2“ und mehr (*SLS*-gemäße Hagelkorngrößen) über den Hauptuntersuchungszeitraum aufgetragen sind.

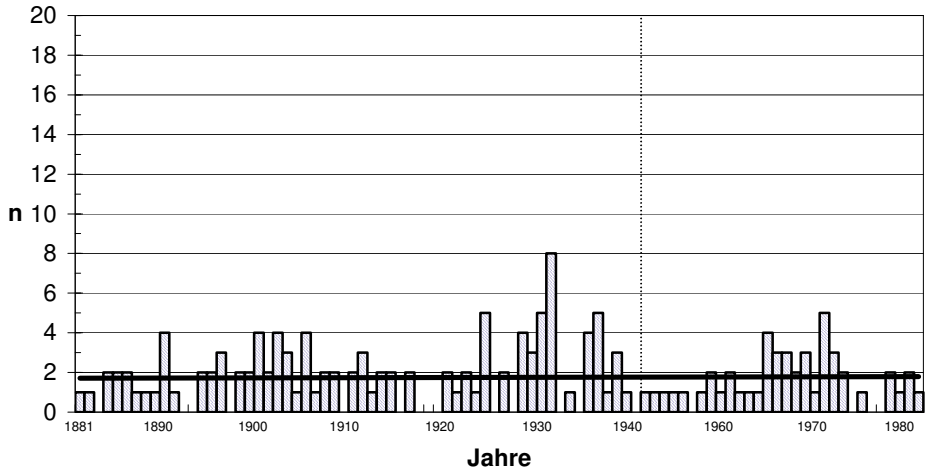
Abb. 208: Dokumentierte Ereignisse mit Hagelschäden der Kategorie „2“ und mehr im UG (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)



Deutlich hebt sich hier die Periode im ersten Jahrzehnt des 20. Jh. ab, in der die Phase der von den einzelnen Gemeinden im UG zum Zwecke der statistischen Erhebung von Hagelschlägen durchzuführende Registrierung von Gewitterschadensfällen (s. Kap. 5.4., S. 76) gerade aktuell war und dementsprechend von vielen Personen vorgenommen wurde.

Dass signifikante Ereignisse selbst nicht durch einen solchen zu beobachtenden Rückgang wie in der Schadensdokumentation charakterisiert sind, zeigt das Beispiel der Schadensereignisse mit Sturmschäden in Abb. 209.

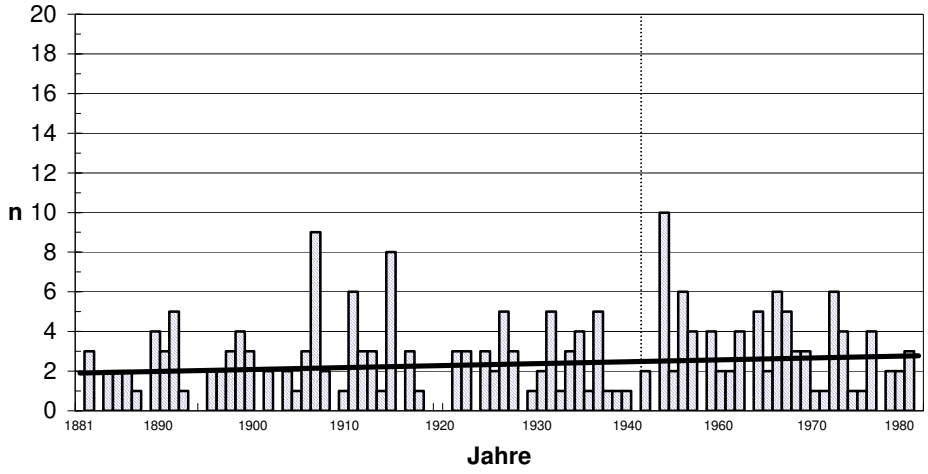
Abb. 209: Dokumentierte Ereignisse mit Sturmschäden der Kategorie „0-1“ und mehr im UG (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)



Hier ist die Anzahl der gewitterbedingten Sturmschadensereignisse der Kategorie „0-1“ (geringe bis mäßige Schäden) aufgetragen, also solcher Schäden, die im sommerlichen Ablauf in den unteren Bereich eines *SLS* zu zählen sind und dementsprechend häufig vorkommen. Ein offensichtlicher Trend ist bei dieser signifikanten Art von Schadensgewitter nicht festzustellen.

Eine wiederum andere Charakteristik zeigt sich bei den dokumentierten Ereignissen mit Starkregenschäden. Hier ergibt sich für alle Schadensklassen ein kontinuierlicher Anstieg über den Hauptuntersuchungszeitraum. So sind beispielsweise in Abb. 210 all jene Ereignisse aufgetragen, die sich aufgrund der verifizierten Quellen durch einen Starkregenschaden mindestens der Kategorie „1“ (mäßige Intensität) auszeichneten und demzufolge entsprechend der in dieser Arbeit angegebenen Kriterien zu den *SLS* gezählt wurden.

Abb. 210: Dokumentierte Ereignisse mit Starkregenschäden der Kategorie „1“ und mehr im UG (*SLS*-Schäden) (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)



Auch hier dürfte es sich kaum um ein meteorologisches Phänomen handeln Denn ein Blick auf die in Kapitel 5 kategorisierten Teilschadensgruppen zeigt folgende Einzelheiten: So steigt in den verifizierten Quellen insbesondere nach dem 2. WK jener Anteil an dokumentierten Berichten, in denen ausdrücklich starkregenbedingte Schäden an der Infrastruktur (Straßen und Wege) und an Gebäuden und Bauten erwähnt werden. Die Abbildungen 211 und 212 zeigen den Anstieg dieser Teilschadensgruppen über den Hauptuntersuchungszeitraum 1881-1980 (ohne 1941-50) (beachte die verändere Skaleneinteilung – höhere Werte bedingt durch mögliches Mehrfachauftreten pro Ereignis).

Abb. 211: Dokumentierte Ereignisse mit Starkregenschäden der Teilschadensgruppe „Infrastruktur“ im UG (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

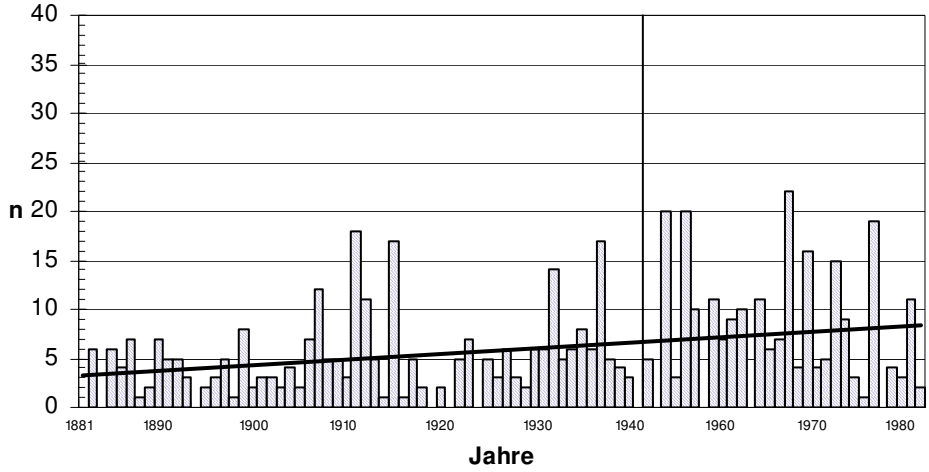
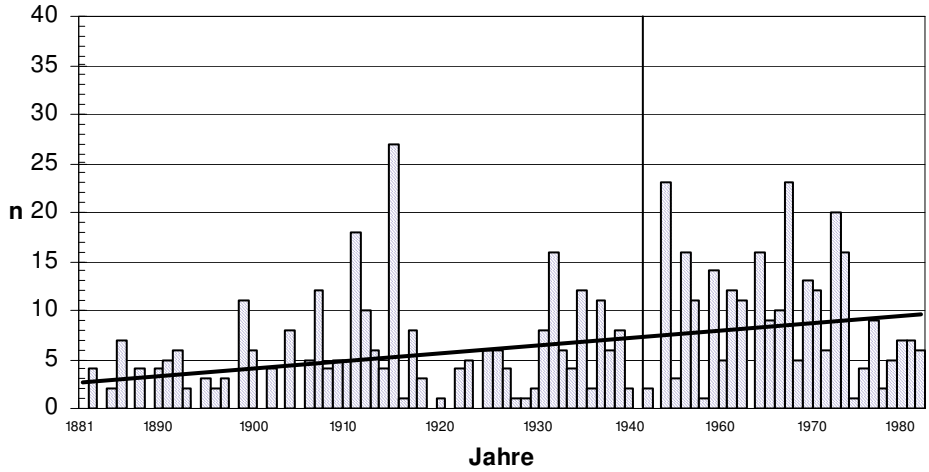


Abb. 212: Dokumentierte Ereignisse mit Starkregenschäden der Teilschadensgruppe „Bauten“ im UG (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)

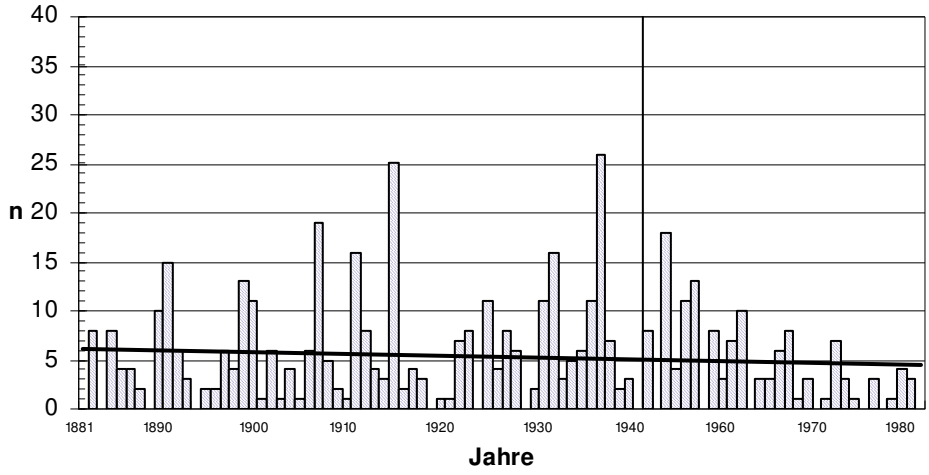


Der Bau von Straßen und Wegen, die Anlage neuer Siedlungsflächen etc. führt dazu, dass Schadensgewitterereignisse verstärkt durch Starkregenschäden charakterisiert werden. Viel häufiger als früher werden Keller oder Souterrainwohnungen überschwemmt, viel häufiger als früher werden Straßen überschwemmt, so dass bei gleichzeitig ungleich höherer Verkehrsdichte ein in früherer Zeit lediglich durch einen Starkregenfall ausgezeichnetes Gewitter heutzutage stärker in der Lage ist, Auswirkungen zu zeigen. Die Folge ist klar: Gewitter mit star-

ken Niederschlägen (Starkregen) fallen in der Öffentlichkeit heutzutage stärker auf als früher und werden dementsprechend häufiger dokumentiert.

Zum Vergleich dazu ist in Abb. 213 der Schadensverlauf jener Ereignisse aufgetragen, in denen im UG eindeutig Starkregenschäden der Gruppe „Land“ erwähnt werden. Hierzu gehören Anmerkungen über Schäden in der Landwirtschaft sowie Beschreibungen von Bodenerosion und Wasserwirkungen im ländlichen Bereich. Im Gegensatz zu den Teilschadensgruppen „Infrastruktur“ und „Bauten“ zeigt sich hier ein abwärts gerichteter Trend.

Abb. 213: Dokumentierte Ereignisse mit Starkregenschäden der Teilschadensgruppe „Land“ im UG (Zeitraum: 1881-1980, ohne 1941-50)



Starkregenschäden im ländlichen Raum werden seltener, solche im urbanen Bereich häufiger dokumentiert.

Die vorstehenden Anmerkungen zeigen, dass Schadensdaten sehr wohl geeignet sind, Schadensereignisse zu kategorisieren, zu interpretieren und in einen Gesamtzusammenhang zu bringen, um raum-zeitliche Eigenschaften von Gewitterschadensfällen darstellen zu können. Sie können auch dazu verwendet werden, den Typus eines schadenverursachenden Gewittersystems zu rekonstruieren, wozu sich in der Historischen Klimatologie noch manche Gelegenheit ergeben wird. Bei der Verwendung von Schadensdaten zur Betrachtung von möglichen Veränderungen und Trends hingegen zeigt sich, dass eine Vielzahl von Gründen für Veränderungen und Trends in der Schadenscharakteristik in Frage kommen kann. In unserem Falle erscheinen die Schadensgewitter im UG anhand der Aussagen der Schadensdaten im Laufe der Zeit weniger blitzschadensintensiv, weniger häufig von Hagel begleitet, gleichbleibend häufig von Sturmereignissen gekennzeichnet und wesentlich starkregen“lastiger“. In-

wieweit hier die meteorologische Komponente eine Rolle spielt und diese vor allem aus der Vielzahl der unterschiedlichen Einflüsse herausgefiltert werden kann, sei dahingestellt: Neueste Forschungsergebnisse zeigen jedenfalls zunächst noch keinen Trend im verstärkten Auftreten von Schadensereignissen im deutschsprachigen Raum – entgegen der vor allem in der Medien immer wieder anderslautenden Meinung einer sich erheblich steigernden Unwettergefahr. Möglich ist dabei durchaus, dass sich nicht das Ereignis als solches verändert, sondern lediglich die Art, wie Gewitterschäden verursacht werden (wie hier: weniger Blitz-, mehr Wasserschäden) und wie wir mit dem Erleben eines außergewöhnlichen Ereignisses umgehen.

Die Auswertung ergab darüber hinaus, dass während des gesamten betrachteten Zeitraumes bis 1700 Schadensgewitter im UG zahlreiche Schäden der unterschiedlichsten Art anrichten konnten. Die Reaktion der Menschen auf die Ereignisse war immer gleich: Ärger über entstandene Schäden und Verzögerungen, Sorgen über die zu erwartende Ernte, Trauer und Niedergeschlagenheit bei Sach- und Personenschäden. Nur in ganz seltenen Fällen war die Resignation nach einem Ereignis so groß, das einzelne Häuser und Höfe aufgegeben wurde, um in der Fremde neu anzufangen, die aufgelassenen Höfe wurden aber schnell von anderen Bewohnern aufs Neue bewirtschaftet. In keinem einzigen Fall ist jedoch verbürgt, dass aufgrund eines Schadensgewitters die hiervon heimgesuchte Region derartig verheert wurde, dass eine Abwanderung großer Teile der Bevölkerung zu verzeichnen war. Vielmehr wurde die heimatliche Scholle stets aufs Neue beackert. Es ist daher zweifelhaft, ob Schwergewitterereignisse bei gleicher anzunehmender Charakteristik auch vor 1700 zu solch großen Auswirkungen überhaupt in der Lage gewesen waren. Insofern ist HILDEBRANDT (2003) zuzustimmen, wenn er der These einer zumindest zum großen Teil durch Starkniederschläge ausgelösten spätmittelalterlichen Wüstungsperiode heftig widerspricht, wie sie von BORK et al (1998) aufgestellt wurde.

Zum Abschluss sei angefügt, dass unabhängig von allen sich ergebenden Veränderungen und Trends in der Gewittertätigkeit, unabhängig von allen technischen Entwicklungen zur Beobachtung und Registrierung von Gewittern, unabhängig von allen Schadensvorsorgeeinrichtungen und unabhängig auch von der Gesamtbewertung der Geschehnisse in der Öffentlichkeit folgendes gilt: Auch in Zukunft bleibt für jeden einzelnen von uns ein Gewitter ein eigentümliches und manchmal auch einzigartiges Erlebnis, es wird auch in späteren Zeiten seinen angestammten Platz im Alltag des Menschen einnehmen und nach wie vor Faszination und Ehrfurcht gleichermaßen hervorrufen.

10. Quellen und Literaturverzeichnis:

Ungedruckte Quellen:

Zentralarchiv der Evangelischen Kirche in Hessen und Nassau (ZEKHN), Darmstadt:

Ortschroniken von:
Allendorf (Nr. 1020); Altenschlirf (C 102); Altenstadt (C 106); Angersbach (C 87); Beienheim (C 11); Bellersheim (C 73); Berstadt; Bindsachsen (C 106); Bisses (C 110); Bleichenbach: (C 106); Bobenhausen II (C 97); Bönstadt (C 60); Breungeshain (C 100); Bruchenbrücken (C 62); Büdingen (C 66); Büdingen-Vonhausen (C 106); Burkhards (C 101); Busenborn (C 100); Dauernheim (C 110); Dorheim (C 60); Düdelsheim (C 107); Eckartshausen (C 107); Eichelsdorf; Engelrod (C 102); Fauerbach: (C 62); Freienseen (C 92); Frischborn (C 87); Gedern (C 119); Geiß-Nidda (C 2); Gelnhaar (C 108); Gettenau (C 23); Groß-Eichen (C 92); Großen-Linden (C 15); Grünberg (C 91); Hartershausen (C 87); Herchenhain (C 102); Hirzenhain (C 110); Hitzkirchen (C 108); Hopfmannsfeld (C 103); Hutzdorf (C 87); Ilbeshausen (C 101); Kaichen (C 11); Kreutzersgrund (C 88); Landenhausen (C 88); Lardenbach (C 92); Laubach (C 93); Leidhecken (C 111); Lindheim (C 108); Lißberg (C 113); Londorf (C 93); Maar (C 88); Merlau (C 94); Mittel-Seemen (C 104); Münster; Nieder-Moos; Nieder-Florstadt (mit Ober-Florstadt) (C 24); Nieder-Rosbach: „Chronik von Nieder-Rosbach“; Ober-Lais; Ober-Mockstadt (mit Nieder-Mockstadt); Ober-Ohmen (C 94); Ober-Seemen (C 105); Ober-Widdersheim (C 112); Queck (C 89); Queckborn (C 95); Ranstadt (C 112); Rodenbach (C 109); Röthges (C 100); Rohrbach (C 109); Ruppertsburg (C 95); Schlitz (C 89); Schwickartshausen (C 112); Sellnrod (C 96); Stockhausen (C 99); Ulrichstein (C 97/98); Volkartshain (C 105); Wallenrod (C 89); Wallernhausen (C 113); Weckesheim (C 11); Wenings (C 36); Wetterfeld (C 100); Willofs (C 88); Wingershausen (C 105); Wirberg (C 96).

Kirchenbücher von (in Klammern: Einträge über Wettererscheinungen):
Altenschlirf (Nr. 2); Berstadt (Nr. 1); Bobenhausen II (Nr. 4); Breungeshain (Nr. 1); Busenborn (Nr. 1); Butzbach (Nr. 3, 12); Eckartshausen (Nr. 2); Eichelsdorf (Nr. 1); Engelrod (Nr. 5); Ettingshausen (Nr. 1); Freiensteinau (Nr. 1, 2); Frischborn (Nr. 2); Gedern (Nr. 2); Geiß-Nidda (Nr. 2); Gelnhaar (Nr. 1); Gonterskirchen (Nr. 3); Grünberg (Nr. 2, 18); Hirzenhain (Nr. 1, 2); Leidhecken (Nr. 1, 2); Lißberg (Nr. 1, 2); Londorf (Nr. 4); Maar (Nr. 5); Mittel-Seemen; Nieder-Moos (Nr. 2, 3); Nieder-Rosbach (Nr. 2); Ostheim 1; Queckborn (Nr. 1); Ranstadt (Nr. 1); Rohrbach (Nr. 14); Selters (Nr. 3); Ulfa (Nr. 3, 5); Wallernhausen (Nr. 1, 2); Winnerod (Nr. 2).

Aus folgenden Archiven und Bibliotheken wurden zahlreiche witterungsrelevante Quellen erfasst und für die Untersuchung herangezogen:

- Staatsarchiv Darmstadt (STAD) (u.a. G 13 (Landesstat. Amt), Fasz. 400: Hagelstatistik 1907-1935; G 15 (Alsfeld), B 57, T 950, T 951, T 952; G 15 (Büdingen), O 98; G 15 (Lauterbach), 3191; Schreibkalender des Klosters Ilbenstadt in der Wetterau aus dem Jahre 1749 (F 11, B 1, Konv. 28)),
- Staatsarchiv Marburg (STAM) (u.a. 98c (Grossherzogtum Ffm, Präfektur Fulda 1811-16), verschiedene Nummern, 100 (Kurhess. Regierung Fulda 1816-67), Nr. 5559 I (Wetterschäden 1817-57) und Nr. 5559 II (Wetterschäden 1857-62), 180 (LA Gelnhausen), Nr. 3294 (Gewitter- und Sturmschäden 1841-1863)),
- Staatsarchiv Wiesbaden (STAW) (u.a. 425 (Main-Taunus-Kreis), Nr. 498)
- Stadtarchiv Büdingen, Fürstliches Archiv zu Büdingen (hier u.a. Handbuch des Johannes Kraft V., luth. Kassenmeister, Polizeikommissär und Bürgermeister von Bleichenbach 1807 bis 1861.), Stadtarchiv Frankfurt am Main, Stadtarchiv Friedberg (hier u.a.: Chronik von Joh. Helwig May und J. Helw. Haas, (Einträge 1635-1723); Chronik von Johann Philipp Preußer (Einträge 1635-1809); Chronik des Johann Philipp Gerth (Einträge 1740-1792); Des Rektors Ldwg. Ernst Langsdorff Journal oder Tagebuch 1743-1754 u. 1783-1792“; Die Eintragungen des Pfarrers Carl Christian Friedrich in die Ortschronik der Gemeinde Wölfersheim in den Jahren 1866 – 1882, Abschrift eines Manuskripts, von W. Lücker (1986); Die Eintragungen des Pfarrers Carl Christian Friedrich in die Ortschronik der Gemeinde Muschenheim, Abschrift eines Manuskripts, von W. Lücker (1987); „Reuss`sche Chronik“ von Friedrich Wilhelm Reuß (Einträge 1837-1887); Tagebuch eines "von Schenkischen" Rentmeisters "Leopard" 1737, in: Leopard, G.E. (1794): Praktische Anweisungen für den Landwirth vornehmlich in der Wetterau wie derselbe sein Land nach der gemeinen Bauart zweckmäßig bearbeiten, düngen und bestellen soll. Frankfurt a.M.), Stadtarchiv Fulda, Stadtarchiv Gelnhausen, Stadtarchiv Grünberg (hier u.a.: Tagebuch des Johann David Dörr, Weißgerber. (Einträge 1700-1756.) (Abt. XXIII, Abschn. 5f, Konv. 18, Fasz. 26.)), Stadtarchiv Hanau (hier u.a. Chronik von Georg Friedrich Dhein; Tagebuch von Johann Daniel Wilhelm Ziegler (Band 1: 1825-1846)), Stadtarchiv Lich, Stadtarchiv Offenbach, Gemeindearchiv Reichelsheim, Stadtarchiv Rüsselsheim, Stadtarchiv Schlüchtern, Stadtarchiv Schotten im Vogelsberger Heimatmuseum,

- LHB Darmstadt (Handschriftenabteilung und Zeitungsarchiv), Stadt- und Universitätsbibliothek Frankfurt, Stadtbibliothek Friedberg, Landesbibliothek Fulda, Universitätsbibliothek Gießen, Archiv der Wetterauischen Gesellschaft für die gesamte Naturkunde zu Hanau a.M., Hohausbibliothek Lauterbach (hier u.a. Möllersche Chronik von Angersbach), Stadtbibliothek Mainz.

Wetterbeobachtungen – Historische Aufzeichnungen:

Aufzeichnungen von J. Gärtner, Hanau 1798 - 1829. Originale vorhanden im Archiv der Wetterauischen Gesellschaft für die gesamte Naturkunde zu Hanau.

ENGEROFF, A.: Wetterberichte und Lokalnotizen (01. Januar 1842 bis 31. Dezember 1895). Gebundene Handschrift (Misc Ff 600) in der Sammlung Frankfurt, Universitätsbibliothek Frankfurt/Main.

Fortsetzung der Wetter=Beobachtungen in Fulda von den Jahren 1807, 1808, 1809. Aufgezeichnet von Thomas Egidius Heller, Professor der Physik in Fulda. Handschrift im Besitz des Stadtarchivs Fulda.

Meteorologische Beobachtungen des physikalischen Vereins zu Frankfurt a.M. von 1826 bis 1840. Archiv des DWD, Offenbach. [Sign.: I G 14]

Meteorologische Beobachtungen von Johannes Reitz von Friedberg 1829-1857. Originale im Stadtarchiv Friedberg.

Tagebuch für Jean Jobst, Hanau. Wetterbeobachtungen 1897 bis 1901. Manuskript vorhanden im Archiv der Wetterauischen Gesellschaft für die gesamte Naturkunde, Hanau.

Wetterbeobachtungen – Historische und rezente Aufzeichnungen:
Beobachtungen und Aufzeichnungen zahlreicher Niederschlags- und Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes, Bundesland Hessen, verschiedene Orte und Jahre (Archiv des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach).

Gedruckte Quellen:

Zeitungen (verschiedene Nummern und Jahrgänge):
Büdinger Allgemeiner Anzeiger (ab 1875), Frankfurter Postzeitung (ab 1851), Frankfurter Presse (ab 1871), Fuldaer Zeitung (ab 1874), Kreis-Blatt Gelnhausen, Gelnhäuser Tageblatt (ab 1881), Giessener Anzeiger (ab 1881), Groß-Gerauer Kreisblatt (ab 1881), Grünberger Anzeiger (ab 1881), Hanauer Europäische Zeitung (ab 1701), Hanauer Zeitung (ab 1881), Hessen-Darmstädtische privilegirte Land-Zeitung (ab 1777), nachfolgend Großherzoglich

Hessische Zeitung (ab 1808), nachfolgend Darmstädter Zeitung (ab 1848), Kreis-Anzeiger für Wetterau und Vogelsberg (vormals Kreisblatt für den Kreis Büdingen) (ab 1951), Lauterbacher Anzeiger (ab 1881), Oberhessischer Anzeiger (ab 1881), nachfolgend Wetterauer Zeitung (ab 1951), Oberhessische Zeitung (ab 1881), Offenbacher Zeitung (ab 1881), Rheinhessischer Beobachter (versch. Nr.), Schottener Kreisblatt (vormals Anzeigeblatt für den Kreis Schotten) (ab 1881), Wetterauer Bote (ab 1881).

Wetterberichte, Wetterkarten, Witterungsberichte:
Zahlreiche meteorologische Jahrbücher (Wetter- und Niederschlagsbeobachtungen) des Deutschen Wetterdienstes (Offenbach), des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone (Bad Kissingen), des Reichsamtes für Wetterdienst (Berlin), des Landesamtes für Wetter- und Gewässerkunde (Darmstadt), des Hydrographischen Bureaus (Darmstadt) und des Preußischen Meteorologischen Instituts (Berlin).

Literatur

ABBEY, R.F.Jr., T.T. FUJITA (^{2}1983): The tornado outbreak of 3-4 April 1974. In: KESSLER, E. (ed.): The thunderstorm in human affairs. Norman, London. S. 37-66. (= Thunderstorms - a social, scientific, and technological documentary; Vol. 1.)

ALBERT, R. (1990): Von schlimmen Zeiten in Rhön und Grabfeld. In: Heimat-Jahrbuch des Landkreises Rhön-Grabfeld 12, 208-218.

ALBRECHT, W. (1840): Vortrag über Zweck und Errichtung einer Hagelversicherungscasse für das Herzogthum Nassau. In: Jahrbücher des landwirthschaftlichen Vereins im Herzogthum Nassau, Band 11. Wiesbaden. S. 221-241 und Anhang.

ALEXANDRE, P. (1987): Le Climat en Europe au Moyen Age: Contribution à l'histoire des variations climatiques de 1000 à 1425, d'aprés les sources narratives de l'Europe occidentale. Paris. (= Recherches d'histoire et de sciences sociales / 24.).

ALISSOW, B.P., O.A. DROSDOW, E.S. RUBINSTEIN (1956): Lehrbuch der Klimatologie. Berlin.

ALLEN, J.R.L. (1992): Strong winds and windblown trees: A palaeoclimatic indicator. In: Weather 47, 11, 410-416.

ALT, E., L. WEICKMANN (1909): Untersuchungen über Gewitter und Hagel in Süddeutschland (Periode 1893-1907). Klimatologie von Süddeutschland, Teil 1. München. (= Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern. Bd. 31.)

ANDREWS, C.J., M.A. COOPER, M. DARVENIZA, D. MACKERRAS (eds.) (1992): Lightning injuries: electrical, medical and legal aspects. Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo.

ANIOL, R. (1951): Mittlere Zahl der Tage mit Gewitter in Süddeutschland. Bad Kissingen. (= Mitteilungen des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone Nr. 10).

ANIOL, R. (1952): Örtliche Unterschiede bei der Häufigkeit grosser Tagessummen des Niederschlags. In: Meteorologische Rundschau 5, 1/2, 18-19.

ANIOL, R. (1952): Schwankungen der Gewitterhäufigkeit in Süddeutschland. In: Meteorologische Rundschau 5, 3/4, 55-56.

ANIOL, R. (1954): Über starke Niederschläge im Gebiet Taunus - Odenwald. Bad Kissingen. (= Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 11.)

ANONYMUS (1825): Die großen Stürme und Ueberschwemmungen in Teutschland, England, Frankreich, Rußland und andern Ländern Europas im Jahre 1824. Eine Erzählung der wichtigsten Thatsachen nebst Betrachtungen über ihre Ursachen und Folgen und kurzen Nachrichten von ähnlichen Naturereignissen alter und neuer Zeit. Leipzig.

ANONYMUS (1855): Waldbeschädigung durch eine Landhose. In: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 31, 479-480.

ANONYMUS (1864): Verschiedenes Verhalten der Holzarten in Bezug auf Hagelbeschädigung. In: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 40, 200-201.

ANONYMUS (1886): Der Wirbelsturm im Lahntal vom 23. Mai 1886. In: Zeitschrift des Vereins der Nassauischen Land- und Forstwirte. Forstliche Beilage 68, (10), 33-34; (11), 38-39; (12), 41-42.

ANONYMUS (1931): Sturmschaden im Stadtwald Bad Orb. In: Deutsche Forst-Zeitung 36, 46, 874.

ANONYMUS (1967): Bewältigung der Windwurfkatastrophe 1958 im Büdinger Wald. In: Forst-Holzwirt 22, 23, 507-510.

ANTHONY, R. (1988): Tornado/Severe thunderstorm climatology for the southeastern United States. In: 15th Conference on Severe Local Storms, Feb. 22-26, 1988, Baltimore, Md., Boston. S. 511-516.

ARBEITSKREIS FÜR HEIMATKUNDE NIEDER-RODEN e.V. (Hg.) (1986): Nieder-Roden 786 - 1986. Nieder-Roden.

ARENDT, T. (1908): Ergebnisse zehnjähriger Gewitterbeobachtungen in Nord- und Mitteldeutschland. Berlin. (= Veröffentlichungen des Königlich Preußischen Meteorologischen Instituts. Abhandlungen Bd. II, Nr. 2.)

ARENDT, T. (1915): Die mittlere jährliche und monatliche Verteilung der Gewitter in Nord- und Mitteldeutschland. In: Mitteilungen für die öffentlichen Feuerversicherungs-Anstalten 47, N.F. Jg. 4, Nr. 19/20, 396-405.

ARENDT, T. (1920): Die Hagelgefahr in Nord- und Mitteldeutschland. In: Landwirtschaftliche Jahrbücher 54, 539-561.

ARENDT, T. (1922): Räumliche und zeitliche Unterschiede der Gewitterhäufigkeit in Norddeutschland. In: Das Wetter XXXIX, 40-52.

ARENDT, T. (1924): Die Gewitterverhältnisse in Nord- und Mitteldeutschland im Jahre 1923. In: Landwirtschaftliche Jahrbücher 59, 5, 693-711.

ASSMANN, R. (1885): Die Gewitter in Mitteldeutschland. Halle.

ASSMANN, R. (1887): Der Gewittersturm von Wetzlar am 23. Mai 1886. In: Das Wetter 3, 189-201.

ATLAS, D. et al (eds.) (1963): Severe Local Storms. Boston. (= Meteorological Monographs Vol. 5, Nr. 27.)

AULITZKY, H. (1968a): Über die Ursachen von Unwetterkatastrophen und den Grad ihrer Beeinflußbarkeit. In: Centralblatt für das gesamte Forstwesen 85, 1, 2-32.

AULITZKY, H. (1968b): Analyse der Schadensursachen von Unwetterkatastrophen zum Zweck der Vorbeugung. In: Österreichische Wasserwirtschaft 20, 5/6, 90-97; 7/8, 144-154.

AULITZKY, H. (1972): Möglichkeiten und Grenzen der Vorbeugung vor Unwetterkatastrophen. In: Österreichische Wasserwirtschaft 24, 1/2, 8-17.

B., W. (1857): Die Folgen eines Hagelwetters. In: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 33, 393-394.

BAATZ, H. (1961): Gewitterschutz und Wirksamkeit direkter Schutzmaßnahmen in Netzen. In: Elektrotechnische Zeitschrift-A, 82, 9, 278-285.

BAATZ, H. (^{2}1985): Mechanismus der Gewitter und Blitze. Berlin, Offenbach am Main. (= VDE-Schriftenreihe 34.)

BADER, M.J. et al (eds.) (1995): Images in weather forecasting: A practical guide for interpreting satellite and radar imagery. Cambridge.

BAHRENBERG, G., E. GIESE und J. NIPPER (^{2}1985): Statistische Methoden in der Geographie. Band 1: Univariate und bivariate Statistik. Stuttgart.

BALZER, K., W. ENKE und W. WEHRY (1998): Wettervorhersage. Mensch und Computer – Daten und Modelle. Berlin et al.

BARGMANN, B.A. (1904): Die Verteidigung und Sicherung der Wälder gegen die Angriffe und die Gewalt der Stürme, unter besonderer Berücksichtigung der örtlichen Windablenkungen. In: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 80, 81-89, 121-139, 161-177, 241-257.

BARNES, S.L. (1976): Severe local storms: Concepts and understanding. In: Bulletin of the American Meteorological Society 57, 4, 412-419.

BARTELS, D.L., J.M. SKRADSKI, R.D. MENARD (1984): Mesoscale convective systems: A satellite-data-based climatology. Boulder. (= NOAA Technical Memorandum ERL ESG-8.)

BARTELS, H. (2002): Starkniederschläge in Deutschland – Extremwertstatistische Analysen und Bewertung von Einzelereignissen. In: FIEDLER, NESTMANN und KOHLER (Hg.): Naturkatastrophen in Mittelgebirgsregionen. Proceedings zum Symposium am 11. und 12. Oktober 1999 in Karlsruhe. Berlin. S. 55-77. (= Akademische Abhandlungen zu den Geowissenschaften.)

BASSERMANN-JORDAN, F. (^{3}1975): Geschichte des Weinbaus. Frankfurt.

BAUR, F. (1975): Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur Mitteleuropas vom 210jährigen Mittelwert (1761 - 1970) in °C. In: Beilage zur Berliner Wetterkarte 76/75, SO 19/75.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (Hg.) (1998): Hochwasser. München. (= SpektrumWasser 1.)

BECKER, H. (1867): Das Gewitter vom 24. und 25. Juni. In: Die Natur 16, 34, 271-272.

BECKER, J. (1846): Über die Bildung des Hagels. In: Jahrbücher des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau, H. 3, 103-118.

BEHRENS, H. (Bearb.) (1992): Reichelsheim in der goldenen Wetterau. Betrachtungen zu der Geschichte und den Geschichten einer Ackerbürgerstadt. Frankfurt/Main.

BELL, W.T., A.E.J. OGILVIE (1978): Weather compilations as a source of data for the reconstruction of European climate during the medieval period. In: Climatic Change 1, 331-348.

BERGER, J. (1862): Der Sturm in Deutschland am Sonntag vor dem deutschen Schützenfeste (6. Juli). In: Frankfurter Konversationsblatt Nr. 198, 20.8.1862; Nr. 199, 21.8.1862.

BERO, L. (1929): Unwetterkatastrophe an der Bergstraße. In: HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR WETTER- UND GEWÄSSERKUNDE (Hg.): Deutsches Meteorologisches Jahrbuch für das Jahr 1928. Hessen. XXVIII. Jahrgang. Darmstadt. S. [1]-[5].

BERZ, G. (1980): Das Trombenrisiko in Europa nach Untersuchungen Alfred Wegeners. In: Annalen der Meteorologie, N.F. 15, 74-76.

BEYER, H. (2000): Die aktuelle Klimaentwicklung der Rhön mit Vergleichen zum Thüringer Wald. Meiningen.

BEZOLD, W. von (1874): Ueber gesetzmässige Schwankungen in der Häufigkeit der Gewitter während langjähriger Zeiträume. In: Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München IV, München. S. 284-322.

BIELEC, Z. (2001): Long-term variability of thunderstorms and thunderstorm precipitation occurrence in Cracow, Poland, in the period 1896-1995. In: Atmospheric Research 56, 1-4, 161-170.

BISSOLLI, P. (1992): Die Entstehung intensiver Gewitter in Mitteleuropa. Fürstenfeldbruck. (= Geophysikalischer Beratungsdienst der Bundeswehr.)

BISSOLLI, P. (1995): Gewitter. Beobachtung, Entstehung und Vorhersage. In: Naturwissenschaftliche Rundschau 48, 1, 1-14.

BLANCHARD, D.O. (1990): Mesoscale convective patterns of the Southern High Plains. In: Bulletin of the American Meteorological Society 71, 7, 994-1005.

BLINKENBERG, C. (1987, reprint of 1911): The thunderweapon in religion and folklore. A study in comparative archaeology. New Rochelle, New York. (1911: Cambridge.)

BLUESTEIN, H.B. (1993): Synoptic-dynamic meteorology in midlatitudes. Vol. II: Observations and theory of weather systems. New York, Oxford.

BLUESTEIN, H.B., M.H. JAIN (1985): Formation of mesoscale lines of precipitation: Severe squall lines in Oklahoma during the spring. In: Journal of the Atmospheric Sciences 42, 16, 1711-1732.

BLUESTEIN, H.B., C.R. PARKS (1983): A synoptic and photographic climatology of low-precipitation severe thunderstorms in the Southern Plains. In: Monthly Weather Review 111, 2034-2046.

BLUESTEIN, H.B., J.H. GOLDEN (1993): A review of tornado observations. In: CHURCH, C., D.W. BURGESS, C.A. DOSWELL III., R. DAVIES-JONES (eds.): The Tornado: Its structure, dynamics, prediction, and hazards. Washington. S. 319-352. (= Geophysical Monograph 79.)

BLÜTHGEN, J. (^{3}1980): Allgemeine Klimageographie. Berlin, New York. (= Lehrbuch der allgemeinen Geographie; Bd. 2.)

BLUME, H. (1949/50): Der Vogelsberg. In: Die Erde 3-4, 273-299.

BÖRNSTEIN, R. (1887): Die Gewitter vom 13.-17. Juli 1884 in Deutschland. In: Meteorologische Zeitschrift IV, 443-454.

BORK, H.-R. (1985): Mittelalterliche und neuzeitliche lineare Bodenerosion in Südniedersachsen. In: Hercynia N.F. 22, 3, 259-279.

BORK, H.-R. (1988): Bodenerosion und Umwelt. Verlauf, Ursachen und Folgen der mittelalterlichen und neuzeitlichen Bodenerosion, Bodenerosionsprozesse, Modelle u. Simulationen. Braunschweig. (= Landschaftsgenese und Landschaftsökologie 13.)

BORK, H.-R. (1998): Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. Gotha, Stuttgart.

BORTZ, J. (^{3}1989): Statistik für Sozialwissenschaftler. Berlin et al.

BRANICK, M. (1992): A comprehensive glossary of weather terms for Storm Spotters. Norman. (= NOAA Technical Memorandum NWS SR-145.)

BRAND, W. (1923): Der Kugelblitz. Hamburg. (= Probleme der Kosmischen Physik II./III.)

BRANDTNER, E. (1952): Der Wetterschäden-Meldedienst, ein Sondernetz des Klimadienstes. In: Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone 7, 42, 285-288.

BRÁZDIL, R., P. DOBROVOLNÝ (2003): Documentary evidence on strong winds related to convective storms in the Czech Republic since AD 1500. In: Atmospheric Research, im Druck.

BRODERSEN, H. (1909): Blitzschläge der Jahre 1884 bis 1899. Kiel.

BRODHÄCKER, K. (1996): Blitz verwüstete Arnshainer Gotteshaus: vor 110 Jahren Grundsteinlegung zum neuen Kirchenbau. In: Heimatchronik Alsfeld 13, 9, S. [1-2].

BROOKS, H.E., C.A. DOSWELL III (2001): Some aspects of the international climatology of tornadoes by damage classification. In: Atmospheric Research 56, 1-4, 191-201.

BROWNING, K.A. (1968): The organization of severe local storms. In: Weather 23, 429-434.

BROWNING, K.A. (1977): The structure and mechanisms of hailstorms. In: FOOTE, G.B., C.A. KNIGHT (eds.): Hail: A review of hail science and hail suppression. Boston. S. 1-43. (= Meteorological Monographs Vol. 16, Nr. 38.)

BROWNING, K.A. (^{2}1985): Morphology and classification of middle-latitude thunderstorms. In: KESSLER, E. (ed.): Thunderstorm morphology and dynamics. Norman, London. S. 133-152. (= Thunderstorms - a social, scientific and technological documentary; Vol. 2.)

BRUCKMANN, G. (1955): Zur Ermittlung der Blitzgefährdung. In: Statistische Vierteljahresschriften 8, 122-138.

BRUMM, J. (1905a): Furchtbares Hagelwetter an der Dill im Jahre 1855. In: Nassovia 6, 75.

BRUMM, J. (1905b): Unwetter im Taunus. In: Nassovia 6, 103.

BRUMM, J. (1905c): Unwetter im Amte Königstein 1826. In: Nassovia 6, 165.

BRUMM, J. (1905d): Unwetter in der Maingegend. In: Nassovia 6, 214-215.

BRUMM, J. (1906): Unwetter an der Lahn am 4. August 1776. In: Nassovia 7, 63.

BRUMM, J. (1907): Chronik elementarer Ereignisse in Nassau I. In: Nassovia 8, 144-146.

BRUMM, J. (1910): Chronik elementarer Ereignisse in Nassau III. In: Nassovia 11, 131-132.

BRUMM, J. (1922): Geschichte der Gemeinde Griesheim a.M. Griesheim a.M.

BRUMM, J., T. KAPPUS (1912): Chronik merkwürdiger Ereignisse in Nassau III. In: Nassovia 13, 43-45.

BÜHLER, A. (1890): Die Hagelbeschädigungen in Württemberg während der 60 Jahre 1828-1887. Im Auftr. des K. Statistischen Landesamts nach amtl. Quellen bearb. Stuttgart.

BURTON, I., R.W. KATES, G.F. WHITE (1978): The environment as hazard. New York.

BUSCH, W. (1997): Himmelsdarstellung in der Malerei bis zum 18. Jahrhundert. In: WEHRY, W. und F.J. OSSING (Hg.): Wolken – Malerei – Klima in Geschichte und Gegenwart. Berlin. S. 73-97.

BYERS, H.R., R.R. BRAHAM (1949): The Thunderstorm. Report of the Thunderstorm Project. Washington.

CACCIAMANI, C. et al (1995): A climatological study of thunderstorm activity in the Po Valley. In: Theoretical and Applied Climatology 50, 185-203.

CAPPEL, A. (1980): Societas Meteorologica Palatina (1780-1795). In: Symposium anläßlich der 200. Wiederkehr des Gründungsjahres der Societas Meteorologica Palatina. Mannheim, 13.-15. Oktober 1980. Offenbach a.M. (= Annalen der Meteorologie (Neue Folge) Nr. 16). S. 10-27.

CAPPEL, A., P. EMMRICH (1975): Zwei Wetterkatastrophen des Jahres 1972: Der Niedersachsen-Orkan und das Gewitterunwetter von Stuttgart. Offenbach am Main. (= Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 135, Bd. 17.)

CHANGNON, S.A. Jr. (1973): Secular trends in thunderstorm frequencies. In: 8th Conference on Severe Local Storms, Denver, Oklahoma, Oct 15-17, 1973. Boston. S. 115-121.

CHANGNON, S.A. Jr. (1977): The climatology of hail in North America. In: FOOTE, G.B., C.A. KNIGHT (eds.): Hail: A review of hail science and hail suppression. Boston. S. 107-128. (= Meteorological Monographs Vol. 16, No. 38.)

CHANGNON, S.A. Jr. (1982): Trends in tornado frequencies: Fact or fallacy? In: 12th Conference on Severe Local Storms.... Boston. S. 42-44.

CHANGNON, S.A. Jr. (2001): Damaging thunderstorm activity in the United States. In: Bulletin of the American Meteorological Society 82, 4, 597-608.

CHANGNON, S.A. Jr., J.L. VOGEL (1980): The morphology of an isolated severe rainstorm and hydroclimatological characteristics of such storms. In: Preprints Second Conference on Flash Floods, Atlanta. Boston. S. 5-10.

CHANGNON, S.A. Jr., C.F. HSU (1983): Temporal fluctuations in thunderstorm frequencies over North America. In: 13th Conference on Severe Local Storms, Oct 17-20, Tulsa, Oklahoma. Boston. S. 13-16.

CHANGNON, S.A. Jr., J.M. CHANGNON (1992): Temporal fluctuations in weather disasters: 1950-1989. In: Climatic Change 22, 191-208.

CHANGNON, S.A. Jr., D. CHANGNON (2000): Long-term fluctuations in hail incidences in the United States. In Journal of Climate 13, 3, 658-664.

CHAPPELL, C. F. (1986): Quasi-stationary convective events. In: RAY, P.S.: Mesoscale Meteorology and Forecasting. Boston. S. 289-310.

CHURCH, C., D.W. BURGESS, C.A. DOSWELL III., R. DAVIES-JONES (eds.) (1993): The Tornado: Its structure, dynamics, prediction, and hazards. Washington. (= Geophysical Monograph 79.)

CLARK, J.D., A.J. LINDNER, R. BORNEMAN, R.E. BELL (1980): Satellite observed cloud patterns associated with excessive precipitation outbreaks. In: Proceedings of 8th Conference on Weather Forecasting and Analysis, June 10-13, 1980, Denver. Boston. S. 463-473.

CLARK, W.C. (1985): Scales of climate impacts. In: Climatic Change 7, 5-27.

CLARUS, J.C.C. (1820): Der Gewitter-Orkan am 8. Juli 1819 und einiges zur Naturgeschichte des Gewitters. In: Annalen der Physik 65, 83-100.

COATES, L., R. BLONG, F. SICILIANO (1993): Lightning fatalities in Australia, 1824-1991. In: Natural Hazards 8, 217-233.

COLLANDER, R.S. (1993): A ten-year summary of severe weather in mesoscale convective complexes. Part 2: Heavy rainfall. In: Preprints of 17th Conference on Severe Local Storms, Oct 4-8, St. Louis. Boston.

COLLIER, C.G. (1993): Severe weather and associated disasters in western Europe. In: Proceedings of Workshop on Observations/Forecasting of Meso-scale Severe Weather and Technology of Reduction of Relevant Disasters, Tokyo, 22-26 February 1993. Tokyo. S. 11-19.

COLQUHOUN, J.R. (1987): A decision tree method of forecasting thunderstorms, severe thunderstorms and tornadoes. In: Weather and Forecasting 2, 337-345.

COTTON, W.R. (1990): Storms. Fort Collins. (= Geophysical Science Series Vol. 1.)

COTTON, W.R., R.A. ANTHES (1989): Storm and Cloud Dynamics. San Diego et al. (= International Geophysics Series Vol. 44).

COURT, A., J.F. GRIFFITHS ([2]1985): Thunderstorm Climatology. In: KESSLER, E. (ed.): Thunderstorm morphology and dynamics. Norman, London. S. 9-39.

CRYSLER, K.A., L.R. HOXIT, R.A. MADDOX (1980): A climatology of the Flash Flood hazard in a four state region of Appalachia. In: Preprints of Second Conference on Flash Floods, Atlanta. Boston. S. 62-69.

CURRAN, E.B., R.L. HOLLE, R.E. LOPEZ (1997): Lightning fatalities, injuries and damage reports in the United States, 1959-1994. NOAA Technical Memorandum No. NWS SR-193.

DAMM, B. (2002): Rutschungen im Fulda- und Oberweserraum (Nordhessen/Südniedersachsen) – Ursachen, Auslöser und zeitliche Häufungen. In: FIEDLER, F., F. NESTMANN, M. KOHLER (Hg.): Naturkatastrophen in Mittelgebirgsregionen. Proceedings zum Symposium am 11. und 12. Oktober 1999 in Karlsruhe. Berlin. S. 129-147. (= Akademische Abhandlungen zu den Geowissenschaften.)

DAVIES-JONES, R.P. (^{2}1985): Tornado dynamics. In: KESSLER, E. (ed.): Thunderstorm morphology and dynamics. Norman, London. S. 197-236. (= Thunderstorms - a social, scientific and technological documentary; Vol. 2.)

DAVIES-JONES, R.P., R.J. TRAPP, H.B. BLUESTEIN (2001): Tornadoes and tornadic storms. In: DOSWELL III, C.A. (ed.): Severe Convective Storms. Boston. S. 167-221. (= Meteorological Monographs Vol. 28, Nr. 50.)

DARVENIZA, M. (1992): Electrical aspects of lightning injury and damage. In: ANDREWS, C.J., M.A. COOPER, M. DARVENIZA, D. MACKERRAS (eds.): Lightning injuries: electrical, medical and legal aspects. Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo. S. 23-37.

DER METEOROLOGISCHE BEOBACHTUNGSDIENST IM GROSSHERZOGTUM HESSEN UND DAS DEUTSCHE METEOROLOGISCHE JAHRBUCH (1905): Darmstadt. (= Sonderabdruck aus der Hessischen Landwirtschaftlichen Zeitschrift.)

DESCHAUER, J. (1898): Beiträge zur Klimatologie Fuldas und seiner Nachbarstationen. In: Sonderdruck VIII. Bericht des Vereins für Naturkunde in Fulda. Fulda.

DEUTSCH, M. (1998): Historische Hochwassermarken an der Unstrut im Stadtgebiet Mühlhausen – Zeugnisse vergangener Naturkatastrophen. In: Mühlhäuser Beiträge, H 20/21, S.81-98. Mühlhausen.

DEUTSCH, M, K.-H. PÖRTGE (2002): Erfassung und Bewertung historischer Hochwasserereignisse in Thüringen am Beispiel der Gera. In: FIEDLER, F., F. NESTMANN, M. KOHLER (Hg.): Naturkatastrophen in Mittelgebirgsregionen. Proceedings zum Symposium am 11. und 12. Oktober 1999 in Karlsruhe. Berlin. S. 185-212. (= Akademische Abhandlungen zu den Geowissenschaften.)

DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT (1991): Naturkatastrophen und Katastrophenvorbeugung. Stellungnahme und Empfehlungen des Wissenschaftlichen Beirates der Deutschen Forschungsgemeinschaft für das Deutsche Nationalkomitee für die Internationale Dekade für Katastrophenvorbeugung.

DEUTSCHER WETTERDIENST (1955): Amtliches Gutachten über die klimatischen Verhältnisse, insbesondere die des Niederschlags, im Einzugsgebiet der Kinzig (Hessen). Bad Kissingen. Unveröffentlicht.

DEUTSCHER WETTERDIENST (1959): Amtliches Gutachten über die klimatischen Verhältnisse, insbesondere die des Niederschlags, im Einzugsgebiet der Nidda. Offenbach a.M. Unveröffentlicht.

DEUTSCHER WETTERDIENST (Hg.) (^{8}1980): Anleitung für die Beobachter an den Klimahauptstationen des Deutschen Wetterdienstes. Offenbach a.M.

DEUTSCHER WETTERDIENST (Hg.) (1988): Anweisung für den Beobachter an den Niederschlagsstationen des Deutschen Wetterdienstes (ABAN 89). Gemeinsame Regel des Deutschen Wetterdienstes (DWD), der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK), der Abwassertechnischen Vereinigung e.V. (ATV). Ausgabe 1989. Offenbach a.M.

DEUTSCHER WETTERDIENST (Hg.) (1995): Herbstschule Radarmeteorologie 1995 vom 23. bis 31. Oktober 1995 in Oberpfaffenhofen. Offenbach a.M. (= Annalen der Meteorologie 32.)

DEUTSCHER WETTERDIENST IN DER US-ZONE (1949/50): Klima-Atlas von Hessen. Bad Kissingen.

DIEHL, W. (1935): Der Kisseltag von Ober-Schmitten. In: Hessische Chronik 22, 188-189.

DITTER, G. (1993): Untersuchungen zum Hochwasserabflussverhalten der Kinzig/Maingebiet anhand der natürlichen und anthropogenen Regimefaktoren. In: Jahresberichte der Wetterauischen Gesellschaft für die gesamte Naturkunde 144/145, 89-115.

DOSWELL III., C.A., D.W. BURGESS (1988): On some issues of United States tornado climatology. In: Monthly Weather Review 116, 495-501.

DOSWELL III., C.A. (1993): Severe convective weather and associated disasters in North America. In: Proceedings of Workshop on Observations/Forecasting of Meso-scale Severe

Weather and Technology of Reduction of Relevant Disasters, Tokyo, 22-26 February 1993. Tokyo. S. 21-28.

DOSWELL III, C.A. (ed.) (2001): Severe Convective Storms. Boston. (= Meteorological Monographs Vol. 28, Nr. 50.)

DOTZEK, N. (2002): Tornados in Deutschland. In: FIEDLER, F., F. NESTMANN, M. KOHLER (Hg.): Naturkatastrophen in Mittelgebirgsregionen. Proceedings zum Symposium am 11. und 12. Oktober 1999 in Karlsruhe. Berlin. S. 31-53. (= Akademische Abhandlungen zu den Geowissenschaften.)

DOTZEK, N. et al (2000): Die Bedeutung von Johannes P. Letzmanns „Richtlinien zur Erforschung von Tromben, Tornados, Wasserhosen und Kleintromben“ für die heutige Tornadoforschung. In: Meteorologische Zeitschrift 9, 137-146.

DRABEK, T.E., J.S. STEPHENSON, III (1971): When disaster strikes. In: Journal of Applied Social Psychology 1, 2, 187-203.

DUCLOS, P.J., L.M. SANDERSON (1990): An epidemiological description of lightning-related deaths in the United States. In: International Journal of Epidemiology 19, 3, 673-679.

DURAND-GRÉVILLE, E. (1892): Les grains et les orages. In : Annales du Bureau Central Météorologique de France. I. Memoires.

EHRENBERG, K.-H., H. HICKETHIER (1985): Die Basaltbasis im Vogelsberg: Schollenbau und Hinweise zur Entwicklung der vulkanischen Abfolge. In: Geologisches Jahrbuch Hessen 113, 97-115.

ELSOM, D. M. (1993): Deaths caused by lightning in England and Wales, 1852-1990. In: Weather 48, 3, 83-90.

ELSOM, D.M. (2001): Deaths and injuries caused by lightning in the United Kingdom: analyses of two databases. In: Atmospheric Research 56, 1-4, 325-334.

ELSOM, D.M. et al (2001): Advances in tornado and storm research in the United Kingdom and Europe: the role of the Tornado and Storm Research Organisation. In: Atmospheric Research 56, 1-4, 19-29.

ERNST, E. (1966): Die Unwetterkatastrophe von 1913. In: Anspacher Gemeinde-Nachrichten 6, Nr. 7.

EVENSON, E.C., R.H. JOHNS (1995): Some climatological and synoptic aspects of severe weather development in the northwestern United States. In: National Weather Digest 20, 1, 34-50.

FAUST, H. (1948): Untersuchungen von Forstschäden hinsichtlich der Windstruktur bei einer Bö. In: Meteorologische Rundschau 1, 9/10, 290-297.

FAUST, H. (1949): Über Gewitterstürme. In: Forschungen und Fortschritte 25, 13/14, 152-156.

FAUST, H. (1951): Kaltfronten und Gewitter. Bad Kissingen. (= Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone 24.)

FICKER, H. v. (1931): Über die Entstehung lokaler Wärmegewitter (1. Mitteilung). Berlin. (= Sonderausgabe aus den Sitzungsberichten der Preussischen Akademie der Wissenschaften Phys.-Math. Klasse. 1931. III.)

FIEDLER, F., F. NESTMANN, M. KOHLER (2002) (Hg.): Naturkatastrophen in Mittelgebirgsregionen. Proceedings zum Symposium am 11. und 12. Oktober 1999 in Karlsruhe. Berlin. (= Akademische Abhandlungen zu den Geowissenschaften.)

FIKE, P.C. (1993): A climatology of nocturnal severe local storms outbreaks. In: Preprints of 17th Conference on Severe Local Storms, Oct 4-8, 1993, St. Louis, Miss. Boston. S. 10-14.

FINGERLE, G., G. BERZ und W. KOHLER (1991): Regionale Gefährdung und Schadenpotential aus Hagelschlägen in Mitteleuropa. Sonderdruck aus: 21. Kongress der Internationalen Vereinigung der Hagelversicherer, Wien, 23.-25. September 1991.

FINKE, U. und T. HAUF (1996): The characteristics of lightning occurrence in Southern Germany. In: Beiträge zur Physik der Atmosphäre 69, 3, 361-374.

FINKE, U. und T. HAUF (1997): Blitzstatistik für Süddeutschland. Oberpfaffenhofen. (= Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Forschungsbericht 97-47.)

FISCHER, R. (1922): Ungeheuere Regengüsse Mitte August 1922 in Frankfurt a.M. In: Das Wetter 39, 156.

FLEMING, E.L., L.E. SPAYD JR., R.A. SCOFIELD (1984): Characteristics of eastern region convective flash flood events in GOES imagery. In: Preprints of 10th Conference on Weather Forecasting and Analysis, June 25-29, 1984, Clearwater Beach, Fla.. Boston. S. 409-417.

FLEMING, E.L., L.E. SPAYD Jr. (1986): Characteristics of western region flash flood events in GOES imagery and conventional data. Washington D.C. (= NOAA Technical Memorandum NESDIS 13.)

FLOHN, H. (1942): Witterung und Klima in Deutschland. Leipzig.

FLORA, S.D. (1956): Hailstorms of the United States. Norman.

FOOTE, G.B., C.A. KNIGHT (eds.) (1977): Hail: A review of hail science and hail suppression. Boston. (= Meteorological Monographs Vol. 16, No. 38.)

FORBES, G.S., R.M. WAKIMOTO (1983): A concentrated outbreak of tornadoes, downbursts and microbursts, and implications regarding vortex classifications. In: Monthly Weather Review 111, 1, 220, 235.

FOSTER, H.D. (1980): Disaster Planning. The preservation of life and property. New York, Heidelberg, Berlin.

FOTOCLUB LAUTERBACH e.V. (Hg.) (1987): Angersbacher Begebenheiten. Lauterbach. (= Bd. 19 der heimatkundlichen Reihe des Fotoclubs Lauterbach e.V.)

FREUDENTHAL, H. (1931): Das Feuer im deutschen Glauben und Brauch. Berlin und Leipzig.

FRENZEL, B., C. PFISTER, B. GLÄSER (Hg.) (1992): European climate reconstructed from documentary data: methods and results. Stuttgart, Jena, New York. (= Paläoclimate research; vol. 7: Special Issue: ESF Project „European Palaeoclimate and Man“ 2.)

FREYBERG, J. (1885): Zur Blitzgefahr im Königreiche Sachsen. In: Elektrotechnische Zeitschrift, September 1885, 369-370.

FROMME, C. (1886): Hagelwetter in Gießen am 1. Juni 1886. In: Meteorologische Zeitschrift III, 310-311, 365.

FRÜHAUF, G., H.-U. AMBERG (1967): Ergebnisse von Blitzzählungen in Bayern und Schleswig-Holstein. In: Elektrotechnische Zeitschrift-B 19, H. 17, 505-508.

FUJITA, T.T. (1963): Analytical Mesometeorology: A Review. In: ATLAS, D. et al (eds): Severe Local Storms. Boston. S. 77-125. (= Meteorological Monographs Vol. 5, Nr. 27.)

FUJITA, T.T. (1981): Tornadoes and downbursts in the context of generalized planetary scales. In: Journal of the Atmospheric Sciences 38, 8, 1511-1534.

FUJITA, T.T. (1985): The downburst: Microburst and Macroburst. Report of Project NIMROD and JAWS. Chicago. (= SMRP Research Paper Number 210.)

FUJITA, T.T. (1986): Mesoscale classifications: Their history and their application to forecasting. In: RAY, P.S. (ed.): Mesoscale Meteorology and Forecasting. Boston. S. 18-35.

FUJITA, T.T., R.M. WAKIMOTO (1981): Five scales of airflow associated with a series of downbursts on 16 July 1980. In: Monthly Weather Review 109, 7, 1438-1456.

FUJITA, T.T., B.E. SMITH (1993): Aerial survey and photography of tornado and microburst damage. In: CHURCH, C., D.W. BURGESS, C.A. DOSWELL III., R. DAVIES-JONES (eds.): The Tornado: Its structure, dynamics, prediction, and hazards. Washington. S. 479-493. (= Geophysical Monograph 79.)

GALWAY, J.G. (1977): Some climatological aspects of tornado outbreaks. In: Monthly Weather Review 105, 477-484.

GEBAUER, A. (1912): Unwetter und kirchliche Feiertage. In: Alt-Nassau, Nr. 7, 28.

GEGENWART, W. (1952): Die ergiebigen Stark- und Dauerregen im Rhein-Main-Gebiet und die Gefährdung der landwirtschaftlichen Nutzflächen durch die Bodenzerstörung. Frankfurt a.M. (= Rhein-Mainische Forschungen Heft 36.)

GEIGER, R. (1950): Die meteorologischen Voraussetzungen der Sturmgefährdung. In: Forstwissenschaftliches Centralblatt 69, 71-81.

GEIPEL, R. (1992): Naturrisiken. Katastrophenbewältigung im sozialen Umfeld. Darmstadt.

GEISEL, T. (1937): Das Usinger Becken und seine Randgebiete. In: Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde 84, 80-197.

GEORGII, W. (^{2}1956): Flugmeteorologie. Frankfurt am Main.

GERMAN IDNDR-COMMITTEE (1994): Projects for the understanding and mitigation of natural disasters. German contributions to the International Decade for Natural Disaster Reduction. Karlsruhe.

GERSTENGARBE, F.-W., P.C. WERNER (^{4}1993): Katalog der Großwetterlagen Europas nach Paul Hess und Helmuth Brezowski 1881-1992. Offenbach am Main. (= Berichte des Deutschen Wetterdienstes 113.)

GERSTENGARBE, F.-W., P.C. WERNER und U. RÜGE (^{5}1999): Katalog der Großwetterlagen Europas (1881-1998) nach Paul Hess und Helmuth Brezowski. Potsdam, Offenbach am Main.

Gewitterbeobachtungen im Reichs-Telegraphengebiete (1888). In: Elektrotechnische Zeitschrift, 430 - 438.

GLASER, R. (2001): Klimageschichte Mitteleuropas. 1000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen. Darmstadt.

GLASER, R., S. MILITZER (1993) (Hg.): Wetter – Witterung – Umwelt. Aufzeichnungen und Daten aus Franken, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Würzburg. (= Materialien zur Erforschung früher Umwelten 2.)

GLASER, R., E. VINCELLI, S. MILITZER (1993): Klima-, Witterungs- und Wettervorstellungen als Ideen- und Naturwissenschaftshistorie - Ein Beitrag zum Problem der historischen Klimawahrnehmung. In: GLASER, R., B. SPONHOLZ (Hrsg.): Geowissenschaftliche Beiträge zu Forschung, Lehre und Praxis. Festschrift für Horst Hagedorn. Würzburg. S. 465-490.

GLASER, R., M.GUDD (1996): Aussagepotentiale historischer Witterungstagebücher – Das Jahr 1700 im Spiegel der Aufzeichnungen von Friedrich Hoffmann aus Halle. In: Erdkunde 50, 4, 328-340.

GLASER, R. (2001): Klimageschichte Mitteleuropas. 1000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen. Darmstadt.

GOCKEL, A. (^{2}1905): Das Gewitter. Köln.

GOKHALE, N.R. (1975): Hailstorms and hailstone growth. Albany.

GRAZULIS, T.P. (1993a): Significant Tornadoes 1680-1991. A chronology and analysis of events. St. Johnsbury.

GRAZULIS, T.P. (1993b): A 110-year perspective of significant tornadoes. In: CHURCH, C., D.W. BURGESS, C.A. DOSWELL III., R. DAVIES-JONES (eds.): The Tornado: Its structure, dynamics, prediction, and hazards. Washington. S. 467-474. (= Geophysical Monograph 79.)

GRAZULIS, T.P., J.T. SCHAEFER und R.F. ABBEY Jr. (1993): Advances in Tornado climatology, hazards, and risk assessment since Tornado Symposium II. In: CHURCH, C., D.W. BURGESS, C.A. DOSWELL III. und R. DAVIES-JONES (eds.): The Tornado: Its structure, dynamics, prediction, and hazards. Washington. S. 409-426. (= Geophysical Monograph 79.)

GREIM, G. (1898): Die Gewitterböe von Neunkirchen-Messbach im Odenwald am 15. Mai 1898. In: Meteorologische Zeitschrift XIV, 413-419.

GRENIER, L.A., J.T. HALMSTAD (1992): Severe local storm warning verification: 1991. Washington. (= NOAA Technical Memorandum NWS NSSFC-33.)

GRIFFITHS, D.J. et al (1993): Severe thunderstorms in New South Wales: Climatology and means of assessing the impact of climate change. In: Climatic Change 25, 369-388.

GROPE, W.-D. (1954): Die Gewitterhäufigkeit in der Bundesrepublik Deutschland. In: Elektrotechnische Zeitschrift-A, 15, 503-504.

GROTEFEND, H. ([13]1991): Taschenbuch der Zeitrechnung. Hannover.

GUDD, M. (1991): Raum-zeitliche Verteilung von Temperatur und Niederschlag im Vogelsberg. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Geographischen Institut der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz.

GUDD, M. (1992): Zwei Jahrhunderte Wetterbeobachtungen in Fulda. In: Fuldaer Geschichtsblätter 68, 1-38.

GÜNTHER, S. (1910): Ein Beitrag zur Vorgeschichte der modernen Gewitterkunde. München. (= Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, math.-phys. Klasse, Jg. 1910, 4. Abh.).

GURKA, J.J. (1976): Satellite and surface observations of strong wind zones accompanying thunderstorms. In: Monthly Weather Review 104, 1484-1493.

HAAS, R. (1854): Rheingauer Geschichts- und Wein-Chronik aus vielen zuverlässigen Quellen. Wiesbaden (Nachdruck 1971).

HAEUSER, J. (1912): Der Gewitterregen vom Nachmittage des 11. Mai 1910. In: Deutsches Meteorologisches Jahrbuch für Bayern, Jahrgang 1911, München. S. J1-J8.

HAHN, R. (1911): Aus der Geschichte von Echzell. In: Friedberger Geschichtsblätter III, 174 - 182.

HAHN, H.-U. (1992): Die morphogenetische Wirksamkeit historischer Niederschläge. Die Besselbergäcker und die Grünbachau - ein Beispiel aus dem Taubereinzugsgebiet. Würzburg. (= Würzburger Geographische Arbeiten 82.)

HALES, J.E.Jr., D.L. KELLY (1985): The relationship between the collection of severe thunderstorm reports and warning verification. In: 14th Conference on Severe Local Storms, Indianapolis, Indiana, Oct. 29 - Nov. 1, 1985. Boston. S. 13-16.

HALES, J.E.Jr. (1993): Biases in the severe thunderstorm data base: ramifications and solutions. In: Preprints of 13th Conference on Weather Analysis and Forecasting including Symposium on Flash Floods, August 2-6, 1993, Vienna, Virginia. Boston. S. 504-507.

HAMMANN, L. (1908): Schwere Hagelwetter am 5. Juni. In: Das Wetter 25, 162-164.

HANE, C.E. (1986): Extratropical squall lines and rainbands. In: RAY, P.S. (ed): Mesoscale meteorology and forecasting. Boston. S. 359-389.

HANN, J.v. (1880): Ein Beitrag zur Morphologie der Gewitterwolken. In: Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie XV, 434-437.

HANN, J.v., R. SÜRING (^{3}1915): Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig.

HARD, G. (1970): Exzessive Bodenerosion um und nach 1800. In: Erdkunde XXIV, 290-308.

HARMS, W. (1961): Unfälle durch Blitzschlag. In: Elektrotechnische Zeitschrift-A, 82, 9, 285-288.

HARTKE, W. (1954): Kartierung von Starkregenzügen auf Grund ihrer bodenzerstörenden Wirkung. In: Erdkunde 8, 3, 202-206.

HARTKE, W., K. RUPPERT (1959): Die ergiebigen Stark- und Dauerregen in Süddeutschland nördlich der Alpen. Remagen. (= Forschungen zur deutschen Landeskunde 115.)

HARTMANN, W. (1957): Über die meteorologischen Ursachen des Sommerhochwassers im Juli 1956 in Nordwestdeutschland. In: Neues Archiv für Niedersachsen 9 (14), 1, 9-27.

HASSE, P., J. WIESINGER (1993): Sind blitzbedingte Katastrophen vermeidbar? In: Elektrotechnische Zeitschrift 114, 2, 154-156.

HAUF, T. und U. FINKE (1996): On the spatial and temporal distribution of thunderstorms in southern Germany. In: 12th International Conference on Clouds and Precipitation, 19-23. August 1996, Zürich. Zürich. S. 601-603.

HEATHCOTE, R.L. (1985): Extreme Event Analysis. In: KATES, R.W., J.H. AUSUBEL, M. BERBERIAN (eds.): Climate Impact Assessment. Chichester et al. S. 369-401.

HELLMANN, G. (1883): Repertorium der deutschen Meteorologie. Leipzig.

HELLMANN, G. (1885): Ueber die tägliche Periode der Gewitter in Mitteleuropa und einige damit im Zusammenhange stehende Erscheinungen. In: Meteorologische Zeitschrift, 433-445.

HELLMANN, G. (1886): Beiträge zur Statistik der Blitzschläge in Deutschland. In: Zeitschrift des Königlich Preußischen Statistischen Bureaus 26, 177-190.

HELLMANN, G. (1901): Meteorologischer Dienst im Grossherzogthum Hessen. In: Meteorologische Zeitschrift 18, 372-373.

HELLMANN, G. (1906): Die Niederschläge in den Norddeutschen Stromgebieten. Erster Band. Berlin.

HELLMANN, G. (1914): Beiträge zur Geschichte der Meteorologie Nr. 4. Berlin. (= Veröffentlichungen des Königlich Preußischen Meteorologischen Instituts Nr. 273.)

HELLMANN, G. (1926): Die Entwicklung der meteorologischen Beobachtungen in Deutschland von den ersten Anfängen bis zur Einrichtung staatlicher Beobachtungsnetze. Berlin. (= Abhandlungen der Preussischen Akademie der Wissenschaften Jg. 1926, phys.-math. Kl., No. 1.)

HELMERT, U. (1986): Der Jahresgang der Humidität in Hessen und den angrenzenden Gebieten. Stuttgart. (= Erdkundliches Wissen 80.)

HENCHE, A. (1930): Von Unwettern und Hochwassern im Lahntal in alten Zeiten. In: Nassauische Blätter 10, 258-260.

HEMPEL, L. (1954): Flurzerstörungen durch Bodenerosion in früheren Jahrhunderten. In: Zeitschrift für Agrargeschichte und Agrarsoziologie 2, 2, 114-122.

HENNIG, R. (1904): Katalog bemerkenswerter Witterungsereignisse von den ältesten Zeiten bis zum Jahre 1800. Berlin. (= Abhandlungen des Königlich Preussischen Meteorologischen Instituts. Bd. II. No. 4.)

HENSS, C. (o.J.): Aus den Aufzeichnungen eines Windecker Bürgers. Bemerkenswerte Witterungsverhältnisse aus den Jahren 1784 - 1830. Hanauer Zeitung o.J.

HERRMANN, F. (1913): Inventare der evangelischen Pfarrarchive im Großherzogtum Hessen. Erste Hälfte. Darmstadt. (= Inventare der nichtstaatlichen Archive im Großherzogtum Hessen. 1. Band.)

HERRMANN, F. (1920): Inventare der evangelischen Pfarrarchive im Großherzogtum Hessen. Zweite Hälfte. Darmstadt. (= Inventare der nichtstaatlichen Archive im Großherzogtum Hessen. 1. Band.)

HESS, P. und H. BREZOWSKY (^{3}1977): Katalog der Großwetterlagen Europas (1881-1976). Offenbach am Main. (= Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 113 (Band 15).)

HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT (1988): Verzeichnis der Niederschlagsmeßstellen im Lande Hessen. Stand: Juli 1988. Wiesbaden.

HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT (Hg.) (1960): Hessen im Wandel der letzten Hundert Jahre 1860 – 1960. Wiesbaden. (= Hessenkunde des Hessischen Statistischen Landesamtes Band III.)

HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT (Hg.) (1968a): Historisches Gemeindeverzeichnis für Hessen, Heft 1. Die Bevölkerung der Gemeinden 1834 bis 1967. Wiesbaden.

HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT (Hg.) (1968b): Historisches Gemeindeverzeichnis für Hessen, Heft. 2. Gebietsänderungen der hessischen Gemeinden und Kreise 1834 bis 1967. Wiesbaden.

HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT (Hg.) (1990): Amtliches Verzeichnis der Gemeinden in Hessen. Wiesbaden.

HEUSSON, J.C. (1733): Diluvium Franconium Magnum. Das ist wahrhaffte und historische Nachricht von der grossen Fränckischen Wasser-Fluth, Welche bey einem schweren Donner-Wetter durch den dabey erfolgten Platz-Regen in der Michaelis-Nacht zwischen dem 29. und 30. Sept. 1732. verursacht worden; Wie auch von schädlicher Überschwemmung und Verwüstung verschiedener Provinzen von Europa, so in Portugall, Franckreich, Italien und der Schweitz in den nechst-folgenden Monathen sich ereignet; Nebst einer Beschreibung und nach dem Leben gestellten Kupffer von den See-Würmen in Nord-Holland, welche die größten Pfähle an denen Dämmen und Deichen durchbohren und zernagen: Mit Christlichen Anmerckungen und dabey ergangenen Merckwürdigkeiten vorgestellet von Joh. Christian Heußon, Gymnasii Collega. Franckfurth am Mayn.

HILBRIG, W. (1981): Landenhausen in zwölf Jahrhunderten. Lauterbach.

HILDEBRANDT, H. (2003): Die spätmittelalterliche Wüstungsperiode aus der Sicht der Bodenerosionstheorie, betrachtet vornehmlich am Beispiel der Wüstung Horb im westlichen Steigerwald. In: Bamberger Geographische Schriften, SF7, im Druck.

HÖLLER, H. (1994): Mesoscale organization and hailfall characteristics of deep convection in Southern Germany. In: Beiträge zur Physik der Atmosphäre 67, 3, 219-234.

HÖLLER, H. (1995): Hochreichende Konvektion. In: DEUTSCHER WETTERDIENST (Hg.): Herbstschule Radarmeteorologie 1995 vom 23. bis 31. Oktober 1995 in Oberpfaffenhofen. (= Annalen der Meteorologie 32.). Offenbach a.M. S. 158-166.

HÖSL, A. (1958): Vorgänge beim Blitzeinschlag in Gebäude und in einzelstehende Bäume. In: Elektrotechnische Zeitschrift-A 79, 8, 291-296.

HÖSL, A. (1961): Blitzschäden an Kirchen. In: Elektrotechnische Zeitschrift-A 82, 9, 288-293.

HOFFMANN, W. (1912): Hagelfeiertage. In: Hessische Chronik 1, 400-403.

HOLLE, R.L. et al (1996): Insured lightning-caused property damage in three Western States. In: Journal of Applied Meteorology 35, 1344-1351.

HOLLE, R.L., R.E. LÒPEZ, B.C. NAVARRO (2001): U.S. Lightning Deaths, Injuries, and Damages in the 1890s compared to 1990s. Norman. (= NOAA Technical Memorandum OAR NSSL-106.)

HOLZER, A.M. (2001): Tornado climatology of Austria. In: Atmospheric Research 56, 1-4, 203-211.

HOMMEL, K. (1948): Der Wirbelsturm am 29. Juli 1947 im Raum von Geisenheim bis Darmstadt. In: Meteorologische Rundschau 1, 15/16, 491-492.

HORNEY, G. (1969): Ein Beitrag zur Frage der Wassererosion im Weinbau. In: Weinberg und Keller 16, 629-652.

HOUZE, R.A. Jr., P.V. HOBBS (1982): Organization and structure of precipitating cloud systems. In: Advances in Geophysics, 24, 225-315.

HOUZE, R.A. Jr. et al (1989): Interpretation of Doppler weather radar displays of midlatitude mesoscale convective systems. In: Bulletin of the American Meteorological Society 70, 608-619.

HOUZE, R.A. Jr., B.F. SMULL, P. DODGE (1990): Mesoscale organization of springtime rainstorms in Oklahoma. In: Monthly Weather Review 118, 613-654.

HUBRIG, M. (1999): Dokumentation der Sturmschäden vom 29.06.1997 in Niedersachsens Wäldern, verursacht durch “Schwere Lokale Stürme”. In: Aus dem Walde 52, 1-135. (= Mitteilungen aus der Niedersächsischen Landesforstverwaltung.)

HUBRIG, M. (2002): Tornado- und Downburstschadensskala für Holzgewächse, basierend auf der Skalierung nach TORRO angepasst für Mitteleuropa (TorDACH). In: TETZLAFF, G., T. TRAUTMANN, K.S. RADTKE (Hg.): Zweites Forum Katastrophenvorsorge, 24.-26. September 2001, Leipzig. Bonn und Leipzig. S. 179-186.

HUFF, F.A. (1978): The synoptic environment of flash flood storms. In: Preprints of Conference on Flash Floods: Hydrometeorological Aspects and Human Aspects, May 2-3, 1978, Los Angeles, Cal., 10 - 16. Boston.

HUFF, F.A. (1978): Characteristic properties of midwestern flash flood storms. In: Preprints of Conference on Flash Floods: Hydrometeorological Aspects and Human Aspects, May 2-3, 1978, Los Angeles, Cal., 29-33. Boston.

HUNTRIESER, H. (1995): Zur Bildung, Verteilung und Vorhersage von Gewittern in der Schweiz. Dissertation ETH Nr. 11020.

HUPFER, P. (Hg.) (1991): Das Klimasystem der Erde. Berlin.

INGRAM, M.J., D.J. UNDERHILL, G. FARMER (1981): The use of documentary sources for the study of past climates. In: WIGLEY, T., M.J. INGRAM, G. FARMER (eds.): Climate and History. Studies in past climates and their impact on Man. Cambridge. S. 180-213.

ISRAËL, H. (1950): Das Gewitter. Ergebnisse und Probleme der modernen Gewitterforschung. Leipzig.

ISRAËL, H. (1961): Meteorologie des Gewitters. In: Elektrotechnische Zeitschrift-A 82, 8, 225-231.

JOHNS, R.H. (1982): A synoptic climatology of northwest flow severe weather outbreaks. Part I: Nature and Significance. In: Monthly Weather Review 110, 1653-1663.

JOHNS, R.H. (1984): A synoptic climatology of northwest-flow severe weather outbreaks. Part II: Meteorological parameters and synoptic patterns. In: Monthly Weather Review 112, 449-464.

JOHNS, R.H. (1993): Meteorological conditions associated with bow echo development in convective storms. In: Weather and Forecasting 8, 294-299.

JOHNS, R.H., W.D. HIRT (1987): Derechos: Widespread convectively induced windstorms. In: Weather and Forecasting 2, 1, 32-49.

JOHNS, R.H., C.A. DOSWELL III. (1992): Severe local storms forecasting. In: Weather and Forecasting 7, 4, 588-612.

JOHNS, R.H., J.A. HART (1993): Differentiating between types of severe thunderstorm outbreaks: A preliminary investigation. In: Preprints of 17th Conference on Severe Local Storms, Oct 4-8, 1993, St. Louis. Boston. S. 46-50.

JOSEPH, A. (1915): Beobachtungen über Blitzschläge. In: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 91, 165-170.

JOSEPH, A. (1916): Beobachtungen über Blitzschläge. In: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 92, 198-201.

JOSEPH, A. (1917): Beobachtungen über Blitzschläge. In: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 93, 204-205.

JOSEPH, A. (1918): Beobachtungen über Blitzschläge. In: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 94, 141-142.

JOSEPH, A. (1919): Beobachtungen über Blitzschläge. In: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 95, 121.

JÜRGENS, G. (1969): Untersuchungen über Hagelschäden an Weizen, Gerste und Roggen. Stuttgart und Gießen. (= Beitrag zum hundertjährigen Bestehen der Norddeutschen Hagel-Versicherungs-Gesellschaft auf Gegenseitigkeit zu Berlin.)

KÄHLER, K. (1924): Die Elektrizität der Gewitter. Berlin.

KÄMTZ, L.F. (1832): Lehrbuch der Meteorologie. 2. Band. Halle.

KAETHNER, M, R. KAETHNER (1983): Alle reden vom Wetter... wir auch. Auszüge aus Chroniken des Usinger Landes. Usinger Land Jg. 1983, Nr. 1, Sp. 85 - 93; Nr. 2, Sp. 97 - 102; Nr. 3, Sp. 115 - 120; Jg. 1984, Nr. 1, Sp. 10 - 11.

KALLENBACH, W. (1971): Das himmlische Feuer. In: Versicherungswirtschaft 16, 1042-1050.

KASSNER, C. (1912): Der Wolkenbruch am 21. Mai 1910 im Rheingau. In: KÖNIGLICH PREUSSISCHES METEOROLOGISCHES INSTITUT (Hg.): Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen in Preußen 1910. Berlin. S. XI-XII.

KASSNER, C. (1913): Der Wolkenbruch in Gelnhausen am 29. Mai 1911. In: KÖNIGLICH PREUSSISCHES METEOROLOGISCHES INSTITUT (Hg.): Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtungen in Preußen 1911. Berlin. S. XVII-XVIII.

KATES, R.W., J.H. AUSUBEL, M. BERBERIAN (eds.) (1985): Climate impact assessment. Studies of the interaction of climate and society. Chichester et al.

KELLY, D.L. et al (1978): An augmented tornado climatology. In: Monthly Weather Review 106, 1172-1183.

KELLY, D.L., J.T. SCHAEFER, C.A. DOSWELL III. (1985): Climatology of nontornadic severe thunderstorm events in the United States. In: Monthly Weather Review 113, 1997-2014.

KESSLER, E. (ed.) (^{2}1983): The thunderstorm in human affairs. Norman, London. (= Thunderstorms - a social, scientific, and technological documentary; Vol. 1.)

KESSLER, E. (ed.) (^{2}1985): Thunderstorm morphology and dynamics. Norman, London. (= Thunderstorms - a social, scientific and technological documentary; Vol. 2.)

KESSLER, E. (ed.) (^{2}1988): Instruments and techniques for thunderstorm observation and analysis. Norman, London. (= Thunderstorms - a social, scientific and technological documentary; Vol. 3.)

KESSLER, E., G.F. WHITE (^{2}1983): Thunderstorms in a social context. In: KESSLER, E. (ed): The thunderstorm in human affairs. Norman, London. S. 3-18. (= Thunderstorms - a social, scientific, and technological documentary; Vol. 1.)

KESSLER, O.W. (1929): Die klimatischen Verhältnisse des Vogelsbergs und der Generalkulturplan. Trier.

KIRSTE, E. (1949): Die klimatischen Verhältnisse des Stadt- und Landkreises Altenburg in Ostthüringen. Weimar. (= Mitteilungen der Thüringischen Landeswetterwarte, Heft 9.)

KIRSTEN, H. (1960): Ein Beitrag zur synoptischen Klimatologie von Starkniederschlägen in Thüringen. In: Zeitschrift für Meteorologie 14, 11/12, 286-296.

KLAPPER, A. (1984): Hochwasser vor 75 Jahren. In: Usinger Land 1984, Nr. 6, Sp. 64 - 66.

KLAUSING, O. (^{2}1988): Die Naturräume Hessens. Wiesbaden. (= Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt 67.)

KNIGHT, C.A., N.C. KNIGHT (2001): Hailstorms. In: DOSWELL III, C.A. (ed.): Severe Convective Storms. Boston. S. 223-254. (= Meteorological Monographs Vol. 28, Nr. 50.)

KNOCH, K. (1921): Die schnellen Luftdruckänderungen beim Teilwirbel vom 27. August 1912. In: Das Wetter 38, 11-14.

KNÖLL, K.H., H.-G. NEUMANN, J.H. REUSS (1959): Ein symmetrischer Cumulonimbus. In: Beiträge zur Physik der Atmosphäre 32, 65-77.

KÖNIG, W. (1913): Die Gewittertätigkeit in Norddeutschland am 3. Juni 1913. In: Bericht über die Tätigkeit des Preußischen Meteorologischen Instituts, (66)-(77). Berlin.

KÖNIG, W. (1950): Verzeichnis der in der Fachliteratur behandelten Wetterereignisse Deutschlands im Zeitraum 1901-1940. Berlin. (= Veröffentlichungen des Meteorologischen Dienstes der Deutschen Demokratischen Republik Nr. 1.)

KÖPPEN, W. (1884): Dr. W. Köppen über den Gewittersturm vom 9. August 1881. In: Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie XIX, 12-20.

KÖRBER, H.-G. (1987): Vom Wetteraberglauben zur Wetterforschung. Innsbruck, Frankfurt.

KOSCHMIEDER, H. (1940): Über Böen. Berlin. (= Wissenschaftliche Abhandlungen des Reichsamtes für Wetterdienst Bd. VIII, Nr. 3.)

KRAFT-SCHNEIDER, G. (1980): Ein Heuchelheimer Tagebuch. Mitteilungen des Oberhessischen Geschichtsvereins Giessen N.F. 65, 201-225.

KRAMM, H. (1994): Vor 160 Jahren: Als der Eisgraben entstand. In: Rhönwacht 2, 25.

KRAUTER, E. (1994): Hangrutschungen und deren Gefährdungspotential für Siedlungen. In: Geographische Rundschau 46, 422-428.

KUDER, G. (1974): Unwetterschäden in den Weinberglagen des Rheingaues. In: Natur und Landschaft 49, 1, 12-16.

KUNZ, R. (1970): Heimatbuch der Gemeinde Alsbach. Alsbach.

KUNZE, K.-H. (1990): Elementarschäden aus der Sicht des Rückversicherers: Zahlenmäßiger Überblick/Klauselproblematik. In: Hannover-Forum im Hause der Hannover Rückversicherungs-AG, Eisen und Stahl Rückversicherungs-AG. Vorträge zum Thema "Unwetterkatastrophen - Herausforderung für die Versicherungswirtschaft". Hannover.

KURZ, M. (1986): Die Entwicklung der Wetterlage des Münchner Hagelunwetters vom 12. Juli 1984. Offenbach am Main. (= Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 170.)

KURZ, M. (1993): Severe thunderstorms over western Germany - a case-study of the weather situation on 20 August 1992. In: The Meteorological Magazine 122, 177-188.

KYN IL, J. (1992): Floods in the Ore Mountains (Krušné hory) and their foothills between 1784-1981. In: FRENZEL, B., C. PFISTER, B. GLÄSER (eds.): European climate reconstructed from documentary data: methods and results. Stuttgart, Jena, New York. S. 57-64.

LAMB, D. (2001): Rain production in convective storms. In: DOSWELL III, C.A. (ed.): Severe Convective Storms. Boston. S. 299-321. (= Meteorological Monographs Vol. 28, Nr. 50.)

LAMB, H.H. (1977): Climatic history and the future. Princeton.

LAMB, H.H. (1983): Climate history and the modern world. London.

LAMB, H.H. (1991): Historic storms of the North Sea, British Isles and Northwest Europe. Cambridge, New York, Port Chester, Melbourne, Sydney.

LANG, P. et al (2003): KONRAD© – Ein operationelles Verfahren zur Analyse von Gewitterzellen und deren Zugbahnen, basierend auf Wetterradarprodukten. Offenbach am Main. (= Berichte des Deutschen Wetterdienstes 222.)

LANGBECK, K. (1922): Inwieweit ist ein Einfluß der Geländeverhältnisse auf das Entstehen der Gewitter anzunehmen? In: Das Wetter XXXIX, 65-71, 107-115.

LAVOIE, R.L. (^{2}1983): Storm research in the United States: Organizations and major facilities. In: KESSLER, E. (ed): The thunderstorm in human affairs. Norman, London. S. 161-168.

LEHMANN, G. (1967): Blitzschädendichte und Gewitterhäufigkeit. In: Elektrotechnische Zeitschrift – B, 19, 17, 501-504.

LENKE, W. (1960): Klimadaten von 1621-1650 nach Beobachtungen des Landgrafen Hermann IV. von Hessen (Uranophilus Cyriandrus). Offenbach a.M. (= Berichte des Deutschen Wetterdienstes Bd. 9, Nr. 63.)

LERSNER, A. A. von (1706): Der Weit-berühmten Freyen Reichs-Wahl- und Handels-Stadt Franckfurt am Mayn Chronica oder Ordentliche Beschreibung der Stadt Franckfurt Herkunfft und Auffnehmen / wie auch allerley denckwürdiger Sachen und Geschichten / so bey der Roemischen Königen und Kayser Wahl und Krönungen / welche mehentheils allhier vorgenommen worden / vorgegangen / nebst denen Veränderungen / die sich in Weltlich- und Geistlichen Sachen / nach und nach zugetragen haben. Frankfurt.

LERSNER, A. A. von (1734): Chronica der Weitberühmten freyen Reichs-Wahl- und Handels-Stadt Franckfurt am Mayn, Oder Zweyter Theil Der Ordentlichen Beschreibung der Stadt Franckfurth Ursprung, und wie selbige nach und nach zugenommen, wie auch allerley denckwürdiger Begebenheiten und geschichten, so bey der Roemischen Koenigen und Kayserlichen Wahl und Croenungen allhier vorgegangen, nebst denen Veränderungen, die sich in Weltlich- und Geistlichen Sachen, von Zeiten zu Zeiten ereygnet haben. Frankfurt.

LIEBSCHER, H.-J., P. KRAHE, W. WITTE (1995): Rekonstruktion der Witterungsverhältnisse im Mittelrheingebiet von 1000 n.Chr. bis heute anhand historischer hydrologischer Ereignisse. Lelystad. (= Bericht der Internationalen Kommission für die Hydrologie des Rheingebiets 2, Nr. 9.)

LIESE, C. (1916): Ein Hagelwetter am 2. und 3. Juli 1916 zwischen Eder- und Diemelgebiet. In: Das Wetter 33, 187-189.

LOPEZ, R.E. et al (1993): The underreporting of lightning injuries and deaths. In: Preprints of 17th. Conference on Severe Local Storms, Oct 4-8, St. Louis. Boston. S. 775-778.

LOPEZ, R.E. et al (1995): Lightning casualties and property damage in Colorado from 1950 to 1991 based on Storm Data. In: Weather and Forecasting 10, 114-126.

LOPEZ, R.E. et al (1997): Spatial and temporal distributions of lightning over Arizona from a power utility perspective. In: Journal of Applied Meteorology 36, 825-831.

LOPEZ, R.E., R.L. HOLLE (1998): Changes in the number of lightning deaths in the United States during the Twentieth Century. In: Journal of Climate 11, 2070-2077.

LUDLAM, F.H. (1963): Severe local storms: A review. In: ATLAS, D. et al (eds.): Severe Local Storms. Boston. S. 1-30. (= Meteorological Monographs Vol. 5, Nr. 27.)

LUDLAM, F.H., W.C. MACKLIN (1959): Some aspects of a severe storm in S.E. England. In: Nubila II, 1, 38-50.

MacGORMAN, D.R., W.D. RUST (1998): The electrical nature of storms. New York, Oxford.

MACKERRAS, D. (1992): Occurrence of lightning death and injury. In: ANDREWS, C.J., M.A. COOPER, M. DARVENIZA, D. MACKERRAS (eds.): Lightning injuries: electrical, medical and legal aspects. Boca Raton et al. S. 39-46.

MADDOX, R.A. (1980a): Mesoscale convective complexes. In: Bulletin of the American Meteorological Society 61, 11, 1374-1387.

MADDOX, R.A. (1980b): A satellite based study of midlatitude, mesoscale convective complexes. In: Preprints of 8th Conference on Weather Forecasting and Analysis, June 10-13, 1980, Denver, Colorado. Boston. S. 329-338.

MADDOX, R.A., F. CARACENA, L.R. HOXIT, C.F. CHAPPELL (1977): Meteorological aspects of the Big Thompson flash flood of 31 July 1976. Boulder. (= NOAA Technical Report ERL-388-APCL 41.)

MADDOX, R.A., C.F. CHAPPELL (1978): Meteorological aspects of twenty significant flash flood events. In: Preprints of Conference on Flash Floods: Hydrometeorological Aspects and Human Aspects, May 2-3, 1978, Los Angeles, Cal., 1 - 9.

MADDOX, R.A., C.F. CHAPPELL, L.R. HOXIT (1979): Synoptic and meso- scale aspects of flash flood events. In: Bulletin of the American Meteorological Society 60, 2, 115-123.

MADDOX, R.A., F. CANOVA, L.R. HOXIT (1980): Meteorological characteristics of flash flood events over the western United States. In: Monthly Weather Review 108, 1866 - 1877.

MADDOX, R.A., K.W. HOWARD, D.L. BARTELS, D.M. ROGERS (1986): Mesoscale convective complexes in the middle latitudes. In: Ray, P.S. (ed): Mesoscale Meteorology and Forecasting. Boston. S. 390-413.

MAEDEN, G.T. (1994): Twenty years of tornado research and storm research by TORRO. In: Journal of Meteorology 19, 298-303.

MAGSIG, M.A., J.T. SNOW (1998): Long-distance debris transport by tornadic thunderstorms. Part I: The 7 May 1995 supercell thunderstorm. In: Monthly Weather Review 126, 6, 1430-1449.

MALKOWSKI, G. (1962): Über die Größe konvektiver Niederschlagszellen auf dem Radarschirm. In: Gerlands Beiträge zur Geophysik 71, 51-57.

MANDEL, G. (1855): Eine Wasserhosen-Erscheinung. In: Die Natur 4, 288-290.

MARWITZ, J.D. (1972a): The structure and motion of severe hailstorms. Part I: Supercell storms. In: Journal of Applied Meteorology 11, 166-179.

MARWITZ, J.D. (1972b): The structure and motion of severe hailstorms. Part II: Multi-Cell storms. In: Journal of Applied Meteorology 11, 180-188.

MARWITZ, J.D. (1972c): The structure and motion of severe hailstorms. Part III: Severely sheared storms. In: Journal of Applied Meteorology 11, 189-201.

MASUCH, K. (1970): Häufigkeit und Verteilung bodengefährdender sommerlicher Niederschläge in Westdeutschland nördlich des Mains zwischen Weser und Rhein. Bad Godesberg. (= Forschungen zur deutschen Landeskunde Bd. 181.)

MAUSOLFF, A. (1901): Schweres Gewitter. In: Das Wetter XVIII, 192.

MAY, P.T. (1993): Mesoscale and severe weather in Australia. In: Proceedings of Workshop on Observations/Forecasting of Meso-scale Severe Weather and Technology of Reduction of Relevant Disasters, Tokyo, 22-26 February 1993. Tokyo. S. 29-34.

McCARTHY, D.W. (2003): NWS tornado surveys and the impact on the National Tornado Database. In: Preprints 1st Symposium on F-Scale and Severe-Weather Damage Assessment, Long Beach, Kalifornien. Boston.

MEISSNER, O. (1915): Bemerkenswerte Witterungsereignisse der letzten Jahre (1908 - 1914). Das Wetter XXXII (1915), 141 - 144, 157 - 161, 235 - 240, 258 - 264, 286 - 288; XXXIII (1916), 113 - 120, 215 - 216, 263 - 264; XXXIV (1917), 81 - 84.

MELCHIOR, G.H. (1999a): Bußgottesdienst sollte Ernte vor Hagel bewahren. In zahlreichen Ortschaften des Vogelsbergs beging die ländliche Bevölkerung einen Hagelfeiertag. In: Heimat im Bild 42, o.S.

MELCHIOR, G.H. (1999b): Selbst bei herrlichstem Erntewetter ruhte die Arbeit. Der Hagelfeiertag wurde in Gonterskirchen noch bis 1964 gefeiert – „Siebenschläfer-Gemeinden“. In: Heimat im Bild 43, o.S.

MELCHIOR, G.H. (1999c): Glockenläuten sollte das Unwetter fernhalten. Menschen wollten sich auch mit Bittgesängen, Gebeten und Hagelkreuzen gegen Wetterschäden schützen. In: Heimat im Bild 44, o.S.

METEOROLOGISCH-PHÄNOLOGISCHE BEOBACHTUNGEN aus der Fuldaer Gegend gesammelt vom Verein für Naturkunde 1876. Fulda 1877.

METEOROLOGISCH-PHÄNOLOGISCHE BEOBACHTUNGEN aus der Fuldaer Gegend gesammelt vom Verein für Naturkunde 1877. Fulda 1878.

METEOROLOGISCH-PHÄNOLOGISCHE BEOBACHTUNGEN aus der Fuldaer Gegend gesammelt vom Verein für Naturkunde 1878. Fulda 1879.

METEOROLOGISCH-PHÄNOLOGISCHE BEOBACHTUNGEN aus der Fuldaer Gegend gesammelt vom Verein für Naturkunde 1879. In: VI. Bericht des Vereins für Naturkunde in Fulda, 49 - 64. Fulda 1880.

METEOROLOGISCH-PHÄNOLOGISCHE BEOBACHTUNGEN aus der Fuldaer Gegend gesammelt vom Verein für Naturkunde für 1880, 1881, 1882. In: VII. Bericht des Vereins für Naturkunde in Fulda, 65 - 104. Fulda 1883.

MEYER, K.A. (1941): Durch Wirbelsturm vernichtete Wälder. In: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 92, 228-230.

MILITZER, S., R. GLASER (1994): Die Thüringische Sintflut von 1613. Szenarium - Schadensbild - Katastrophenmanagement. In: Zeitschrift des Vereins für Thüringische Geschichte 48, 69-92.

MINOR, J.E. (^{2}1983): Effects of wind on buildings. In: KESSLER, E. (ed.): The thunderstorm in human affairs. Norman, London. S. 89-109. (= Thunderstorms - a social, scientific, and technological documentary; Vol. 1.)

MITCHELL, J.K., N. DEVINE, K. JAGGER (1989): A contextual model of natural hazard. In: The Geographical Review, 79, 4, 391-409.

MITCHELL, J.K., N.J. ERICKSEN (1992): Effects of climate change on weather-related disasters. In: MINTZER, J.M. (ed): Confronting climate change. Risks, implications and responses. Cambridge. S. 141-151.

MIURA, I. (1993): Mesoscale severe weather and associated disasters in Japan and its surrounding region. In: Proceedings of Workshop on Observations/Forecasting of Meso-scale Severe Weather and Technology of Reduction of Relevant Disasters, Tokyo, 22-26 February 1993. Tokyo. S. 35-42.

MÖHL, H. (1895): Der Cyclon vom 1. Juli 1895. In: Touristische Mittheilungen aus beiden Hessen, Nassau, Frankfurt a.M., Waldeck und den Grenzgebieten IV, 33-35.

MÖLLER, F. von (1854): Meteorologisches. In: Jahresbericht der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde zu Hanau über die Gesellschaftsjahre von August 1851 bis dahin 1853, 173-174 + Anhang.

MOHR, R., W. TERPITZ (1986): Meteorologische Untersuchung der Windschäden in Grünberg/Hessen am 23. November 1984. Bericht für die Stadt Grünberg/Hessen. Offenbach a.M.

MOLLER, A.R. (2001): Severe Local Storms Forecasting. In: DOSWELL III, C.A. (ed.): Severe Convective Storms. Boston. S. 433-480.

MOLLWO, H. (1953): Dampfdruck und Gewitter. In: Meteorologische Rundschau 6, 5/6, 96 - 98.

MONINGER, W.R., D.F. COTE, J. DAVIS, R. DYER et al (1987): Summary of the first conference on artificial intelligence research in environmental sciences (AIRIES). In: Bulletin of the American Meteorological Society 68, 793-800.

MORTIMORE, K.O. (1992): An index or scale for lightning intensity in thunderstorms. In: Journal of Meteorology 17, 165, 3-5.

MÜLLER-HILDEBRAND, D. (1961): Zur Physik der Blitzentladung. In: Elektrotechnische Zeitschrift-A, 82, 8, 232-249.

MÜLLER, H., K. MÜLLER (1975): Altes und neues aus Nösberts-Weidmoos. Lauterbach. (= Lauterbacher Sammlungen Heft 57.)

MÜNCHENER RÜCK (1984): Hagel. München.

MÜNCHENER RÜCK (1990): Sturm – Neue Schadendimensionen einer Naturgefahr. München.

MÜNCHENER RÜCK (1993a): Die Versicherung weiterer Elementargefahren in der allgemeinen Sachversicherung in Deutschland. München.

MÜNCHENER RÜCK (1993b): Winterstürme in Europa – Schadenanalyse – Schadenpotentiale. München.

MULLER, B.M., R.A. MADDOX (1979): A climatological comparison of heavy precipitation and flash flooding. In: Preprints of 11th Conference on Severe Local Storms, Kansas City. Boston. S. 249-256.

NEES, G. und H. KEHRER (2002): Alzenauer Wetterchronik. Die interessantesten Wetterereignisse in Alzenau, im Kahlgrund und am Untermain von 365 bis 1999. Großkrotzenburg.

NELSON, S.P., N.C. KNIGHT (1987): The hybrid multicellular-supercellular storm – an efficient hail producer. Part I: An archetypal example. In: Journal of the Atmospheric Sciences 44, 15, 2042-2073.

NEUE FRANKFURTER CHRONIK oder geschichtliche Darstellung denkwürdiger Begebenheiten der freien Stadt Frankfurt a.M. 1. Teil. Frankfurt 1828.

NEWTON, C.W. et al (1978): Severe Thunderstorms: Their nature and their effects on society. In: Interdisciplinary Science Reviews 3, 1, 71-85.

NIESS, W. (1956): Das Klima und seine Wirkungen. In: Geschichtsverein Büdingen (Hg.): Kreis Büdingen, Wesen und Werden. Büdingen.

NIINO, H., T. FUJITANI, N. WATANABE (1997): A statistical study of tornadoes and waterspouts in Japan from 1961 to 1993. In: Journal of Climate 10, 7, 1730-1752.

O., B. (1913): Der Kisseltag in Groß-Umstadt. In: Hessische Chronik 2, 391-392.

OLIVER, J. (1958): The use of weather diaries in the study of historic climates. In: Weather 13, 8, 251-256.

OLSON, R.J.M., J.M. PASACHOFF (1998): Fire in the Sky. Comets and Meteors, the Decisive Centuries, in British Art and Science. Cambridge.

ORLANSKI, I. (1975): A rational subdivision of scales for atmospheric processes. In: Bulletin of the American Meteorological Society 56, 5, 527-530.

OSTBY, F.P (1993): The changing nature of tornado climatology. In: Preprints of 17th Conference on Severe Local Storms, Oct 4-8, St. Louis. Boston. S. 1-5.

PARDÉ, M. (1957): Katastrophale Abflüsse als Funktion der Einzugsgebiete. In: Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Wien 99, 1, 3-34.

PAUL, F. (2001): A developing inventory of tornadoes in France. In: Atmospheric Research 56, 1-4, 269-280.

PELZ, J. (1977): Die Gewitter im Berliner Raum. Berlin. (= Meteorologische Abhandlungen, Neue Folge, Serie A Monographien, Bd. 1, H. 3.)

PELZ, J. (1984): Die geographische Verteilung der Tage mit Gewitter in Mitteleuropa. In: Beilage zur Berliner Wetterkarte SO 12/84.

PELZ, J., U. RÜGE, P. SCHLAAK (1996): Zur Fortführung der von F. Baur im Jahre 1975 veröffentlichten Temperaturreihe für Mitteleuropa ab 1761 und der Niederschlagsreihe für Deutschland westlich der Oder ab 1851. In: Beilage zur Berliner Wetterkarte SO 14/96.

PERNICE, E. (1930): Der Spreewald als Gewitterherd. Ein Beitrag zur Erklärung der Vorgänge in Gewitterherdgebieten. Greifswald. (= Dissertation Berlin.)

PETERSON, R.E. (1982): Tornadic activity in Europe the last half-century. In: Preprints of 12th Conference on Severe Local Storms, Jan. 12-15, 1982, San Antonio, Texas. Boston. S. 63-66.

PFISTER, C. (1998): Raum-zeitliche Rekonstruktion von Witterungsanomalien und Naturkatastrophen 1496-1995. Zürich. (= Schlussbericht NFP 31.)

PFISTER, C. (1999): Wetternachhersage: 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen (1496-1995). Bern, Stuttgart, Wien.

PFISTER, C., S. HÄCHLER (1991): Überschwemmungskatastrophen im Schweizer Alpenraum seit dem Spätmittelalter. Raum-zeitliche Rekonstruktion von Schadenmustern auf der Basis historischer Quellen. In: GLASER, R., R. WALSH (eds): Historical Climatology in Different Climatic Zones - Historische Klimatologie in verschiedenen Klimazonen. Würzburg. S. 127-148. (= Würzburger Geographische Arbeiten 80.)

PLATE, E. et al (Hg) (1993): Naturkatastrophen und Katastrophenvorbeugung: Bericht des Wissenschaftlichen Beirats der DFG für das Deutsche Komitee für die "International Decade for Natural Disaster Reduction" (IDNDR). Weinheim.

PLETSCH, A. (1989): Hessen. Darmstadt. (= Wissenschaftliche Länderkunden, Band 8.)

POLIS, P. (1902): Die Gewitterböe in der Rheinprovinz am 26. Juli 1902. In: Meteorologisches Jahrbuch für Aachen. Aachen. S. 28-43.

POLIS, P. (1903): Der Gewittersturm vom 26. Juli 1902 in der Rheinprovinz. In: Das Wetter 20, 121-127, 145-157.

POLIS, P. (1910): Die Hochwasserkatastrophe im Ahrgebiet vom 13. Juni 1910. In: Das Wetter, 153-155.

PRICHARD, B. (1994): The genesis and development of thunderstorm reporting. In: Journal of Meteorology 19, 193, 295-298.

PRINZ, H. (1965): Gewitterblitze in Mythologie und Wissenschaft. In: PRINZ, H. (Hg.): Feuer, Blitz und Funke. München. S. 10-36.

PROCEEDINGS OF WORKSHOP on observations/forecasting of meso-scale severe weather and technology of reduction of relevant disasters. Tokyo 1993.

PRUPPACHER, H.R., J.D. KLETT (^{2}1997): Microphysics of clouds and precipitation. Dordrecht, Boston, London.

REHM, G. (2002): Die Rhön in alten Zeiten. Niebüll.

REUL, W. (1982): Windecker Tagebuch 30. Januar 1950 - 1. Februar 1959. Nidderau.

REYNOLDS, D.J. (1995): Towards a comprehensive climatology of severe local storms in the United Kingdom. In: Journal of Meteorology 20, 195, 5-16.

RICHTER, G. (1965): Bodenerosion - Schäden und gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland. Gutachten im Auftrage des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Bad Godesberg. (= Forschungen zur deutschen Landeskunde Bd. 152.)

RICHTER, G. (1976): Bodenerosion in Mitteleuropa. Darmstadt. (= Wege der Forschung Bd. 430.)

RIEBSAME, W.E. (1985): Research in climate - society interaction. In: KATES, R.W., J.H. AUSUBEL, M. BERBERIAN (eds.): Climate impact assessment. Chichester et al. S. 69 - 84.

RIEBSAME, W.E. et al (1986): The social burden of weather and climate hazards. In: Bulletin of the American Meteorological Society 67, 11, 1378-1388.

RIETH, A. (1953): Der Blitz in der bildenden Kunst. München.

ROMMEL, K. (1968): Hochwasser in vergangenen Jahrhunderten. In: Buchenblätter 41, 25, 98; 26, 102-103.

ROTH, K. (1898): Beiträge zur Geschichte der Stadt Nidda. Nidda.

ROTH, R., G. TETZLAFF, G. BERZ (1993): Sturm und Starkniederschlag. In: PLATE, E. et al (Hg): Naturkatastrophen und Katastrophenvorbeugung: Bericht des Wissenschaftlichen Beirats der DFG für das Deutsche Komitee für die "International Decade for Natural Disaster Reduction" (IDNDR). Weinheim. S. 513-543.

ROTTMANN, M. (1986): Wind- und Sturmschäden im Wald. Beiträge zur Beurteilung der Bruchgefährdung, zur Schadensvorbeugung und zur Behandlung sturmgeschädigter Nadelholzbestände. Frankfurt am Main.

RUPPEL, H.G., K. MÜLLER (Bearb.) (1976): Historisches Ortsverzeichnis für das Gebiet des ehem. Großherzogtums und Volksstaats Hessen mit Nachweis der Kreis- und Gerichtszugehörigkeit von 1820 bis zu den Veränderungen im Zuge der kommunalen Gebietsreform. Darmstadt. (= Darmstädter Archivschriften 2.)

RUPPERT, K. (1952): Die Leistung des Menschen zur Erhaltung der Kulturböden im Weinbaugebiet des südlichen Rheinhessens. Frankfurt a.M. (= Rhein-Mainische Forschungen, Heft 34.)

RUTH, T. (1979): Klimatologische Untersuchung der Gewittertätigkeit in Hessen. Frankfurt. (Unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Meteorologie der Universität Frankfurt a.M.)

RYAN, C.J. (1992): Dynamical classification of Australian thunderstorms. Canberra. (= Meteorological Study No. 40.)

RYAN, C.J. (1993): Costs and benefits of tropical cyclones, severe thunderstorms and bushfires in Australia. In: Climatic Change 25, 353-367.

SAMMLER, W.R. (1993): An updated climatology of large hail based on 1970-1990 data. In: Preprints of 17th Conference on Severe Local Storms, Oct 4-8, 1993, St. Louis. Boston. S. 32-35.

SANDERS, F., J.C. FREEMAN (^{2}1985): Thunderstorms at sea. In: KESSLER, E. (ed.): Thunderstorm morphology and dynamics. Norman, London. S. 41-58. (= Thunderstorms - a social, scientific and technological documentary; Vol. 2.)

SASAKI, Y.K., T.L. BAXTER (^{2}1985): The gust front. In: KESSLER, E. (ed.): Thunderstorm morphology and dynamics. Norman, London. S. 187-196. (= Thunderstorms - a social, scientific and technological documentary; Vol. 2.)

SCHÄFER, A. (Bearb.) (1978): Hessische Zeitungen. Bestandsnachweis für die bis 1950 im Gebiet des ehemaligen Großherzogtums und Volksstaats Hessen erschienenen Zeitungen. Darmstadt. (= Darmstädter Archivschriften 4.)

SCHAEFER, J.T. (1986): Severe thunderstorm forecasting: A historical perspective. In: Weather and Forecasting 1, 164-189.

SCHAEFER, J.T., D.L. KELLY, C.A. DOSWELL III. (1985): The annual progression of non-tornadic severe thunderstorm events in the U.S.A. In: Preprints of 14th Conference on Severe Local Storms, Indianapolis, Indiana, Oct. 29 - Nov. 1, 1985. Boston, S. 5-8.

SCHAEFER, J.T. et al (1993): The stability of climatological tornado data. In: CHURCH, C., D.W. BURGESS, C.A. DOSWELL III., R. DAVIES-JONES (eds.): The Tornado: Its structure, dynamics, prediction, and hazards. Washington. S. 459-466. (= Geophysical Monograph 79.)

SCHELLNHUBER, H.-J. (1998): Managing climate change: Regularity, singularity and the Guardrail principle. In: Abstracts of the Second International Climate and History Conference, 7-11 September 1998. Norwich. S. 70.

SCHENK, W., R. GLASER (1991): Der wissenschaftliche Wert von Hauschroniken zur Erforschung früher Umwelten - zugleich ein Forschungsbericht zu Teilaspekten der Historischen Umweltforschung. Siedlungsforschung. In: Archäologie - Geschichte - Geographie 9, 243-257.

SCHERHAG, R. (1931b): Die Entstehung der Ostgewitter. In: Meteorologische Zeitschrift, 245-254.

SCHERHAG, R. (1948): Neue Methoden der Wetteranalyse und Wetterprognose. Berlin, Göttingen, Heidelberg.

SCHIESSER, H.-H. et al (1997): Klimatologie der Stürme und Sturmsysteme anhand von Radar- und Schadendaten. Zürich. (= NFP 31 Schlussbericht.)

SCHIESSER, H.-H., R.A. HOUZE Jr., H. HUNTRIESER (1995): The mesoscale structure of severe precipitation systems in Switzerland. In: Monthly Weather Review 123, 2070-2097.

SCHIRMER, H. (1973): Die räumliche Verteilung der Bänderstruktur des Niederschlags in Süd- und Südwestdeutschland. Klimatologische Studie für Zwecke der Landesplanung. Bonn-Bad Godesberg. (= Forschungen zur deutschen Landeskunde 205.)

SCHLAAK, P. (1997): Die Niederschlagsverteilung im Wasserwirtschaftsjahr 1996 in Berlin. November 1995 bis Oktober 1996. In: Beilage zur Berliner Wetterkarte SO 13/97.

SCHMERBACH, K. (o.J.): Ortskunde des Dorfes Streitberg Kreis Gelnhausen im früheren ysenburgischen Gericht Spielberg. Gelnhausen.

SCHMITT, E. (1910): Sturmschäden in der hessischen Oberförsterei Schiffenberg. In: Forstliche Wochenschrift Silva 3, 24, 188-189.

SCHMITT, O. (1952): Grundlagen und Verbreitung der Bodenzerstörung im Rhein-Main-Gebiet mit einer Untersuchung über Bodenzerstörung durch Starkregen im Vorspessart. Frankfurt a.M. (= Rhein-Mainische Forschungen, Heft 33.)

SCHMITT, O. (1954): Bodenerosion durch Regen und Schmelzwässer im Rhein-Main-Gebiet. In: Natur und Volk 84, 3, 69-78.

SCHMITT, O. (1955): Zur Kartierung und quantitativen Erfassung von Abspülschäden durch Bodenerosion. In: Notizblatt des hessischen Landesamtes für Bodenforschung 83, 246-256.

SCHMITT-LERMANN, H. (1984): Der Hagel und die Hagelversicherung in der Kulturgeschichte. München.

SCHNATBAUM, K. (1977): Die Hauschronik des Leinewebers Johann Leonhart Karg und des Johann Balthasar Karg, beide zu Hainstadt (1726-1882. Der Odenwald 24, 4, 111 - 127.

SCHNEIDER, J. (1806): Versuch einer Topographie der Residenzstadt Fulda und ihrer zunächst liegenden Gegend. Fulda.

SCHNEIDER, J. (1807): Bemerkungen über die Krankheits-Constitution in der Residenzstadt Fulda, im 1sten Semester des Jahres 1806, mit sonderlicher Rücksicht auf den physischen Einfluss der Atmosphäre auf den menschlichen Organismus. In: Neues Archiv für medizinische Erfahrung Bd. 5, H. 2, 326 - 337. (= Archiv für praktische Medizin und Klinik, Bd. 2, H. 2.)

SCHNEIDER, J. (1807): Bemerkungen über die herrschende Krankheits-Constitution in der Stadt Fulda, im Jahre 1806. Mit sonderlicher Hinsicht auf den physischen Einfluss der Atmo-

sphäre und deren Wirkung auf den menschlichen Organismus. Zweites Semester. In: Neues Archiv für medizinische Erfahrung Bd. 6, H. 1, 105 - 120. (= Archiv für praktische Medizin und Klinik, Bd. 3, H. 1.)

SCHNEIDER, J. (1810): Ueber die Mortalität in der Stadt Fulda im Jahre 1808. In: Journal der practischen Arzneykunde und Wundarzneykunst, Bd. XXXI, H. III, 93 - 109.

SCHNEIDER, J. (1810): Meteorologische Beobachtungen von Fulda, mit Hinsicht auf die Krankheits-Konstitution der Stadt sowohl, als der ihr zunächst liegenden Gegend. Erstes Halbjahr 1809. In: Annalen der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde, Bd. 2, H. 1, 138 - 163.

SCHNEIDER, J. (1811): Meteorologische Beobachtungen von Fulda, mit Hinsicht auf die Krankheits-Konstitution der Stadt sowohl, als der ihr zunächst liegenden Gegend. Zweites Halbjahr 1809. In: Annalen der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde, Bd. 2, H. 2, 271 - 295.

SCHNEIDER, J. (1851): Das höchst merkwürdige, aber auch ebenso unglückliche Jahr 1850. Programm zur fünfzigjährigen Dienst-Jubiläums-Feier als praktischer Arzt, Wundarzt und Geburtshelfer in Fulda. Fulda.

SCHNEIDER-CARIUS, K. (1949): Sommergewitter in heissen, trockenen Sommern. In: Meteorologische Rundschau 2, 5/6, 143 - 146.

SCHNEIDER-CARIUS, K. (1955): Wetterkunde - Wetterforschung: Geschichte ihrer Probleme und Erkenntnisse in Dokumenten aus drei Jahrtausenden. Freiburg und München.

SCHÖNHALS, E. (1973): Zur Landesnatur Mittelhessens. In: Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 17, 11-62.

SCHOTTLER, W. (1937): Der Vogelsberg. In: Notizblatt der Hessischen Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt, V. Folge, 18. Heft, 3-86.

SCHULZE, W. (1959): Die Oberflächenformen des Vogelsberges. Marburg. (= Marburger Geographische Schriften 13.)

SCHULZE, W., H. UHLIG (1982): Giessener Geographischer Exkursionsführer Mittleres Hessen. Bände 1-3, Gießen.

SCHWARZL, S. (1972): Die meteorologischen Ursachen der Unwetterkatastrophe vom 12. zum 13. August 1958 im Raume der Fischbacher Alpen (Stmk.). In: Wetter und Leben 24, 7-8, 150-159.

SCHWEIGGER, J.S.C. (1819): Über Gewitterwolken und Stürme und eine zur Beobachtung ihrer Bildung und ihres Zuges bestimmte Gesellschaft. In: Journal für Chemie und Physik XXVII, 353ff.

SCHWEIZER RÜCK (Hg.) (1997): Naturkatastrophen und Grossschäden 1996: Hohe Man made-Schäden, Ausbleiben extrem teurer Naturkatastrophen. Zürich. (= sigma Nr. 3.)

SCHWIND, M. (1957): Die Hagelhäufigkeit in der Bundesrepublik Deutschland. Bad Godesberg. (= Mitteilungen aus dem Institut für Raumforschung, Heft 36.)

SEEDORF, H. H. (1957): Bodenabspülung bei Starkregen. In: Neues Archiv für Niedersachsen 9 (14), 1, 38-49.

SEIDENBERGER, J.B. (1913): Hagelfeiertage. In: Hessische Chronik 2, 149-152.

SELZER, R. (1966): Unwetter über Anspach. Anspacher Gemeinde-Nachrichten 6, Nr. 7.

SEPT, V. (1998): Untersuchung der Gewitteraktivität im süddeutschen Raum mittels statistisch-dynamischer Regionalisierung. Oberpfaffenhofen. (= Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Forschungsbericht 98-27; zugleich Dissertation im Fachbereich Geowissenschaften der Universität Hamburg.)

SHEARMAN, K.M., C.F. OJALA (1999): Some causes for lightning data inaccuracies: The case of Michigan. In: Bulletin of the American Meteorological Society 80, 9, 1883-1892.

SMITH, K. (1992): Environmental hazards. Assessing risk and reducing disaster. London, New York.

SPEER, M., B. GEERTS (1994): A synoptic-mesoalpha-scale climatology of flash-floods in the Sydney metropolitan area. In: Australian Meteorological Magazine 43, 87-103.

SPIES, H.-B. (1997): Das Unwetter im Raum Aschaffenburg – Seligenstadt – Hanau – Kahlgrund vom 5. Juni 1802. In: Mitteilungen aus dem Stadt- und Stiftsarchiv Aschaffenburg 5, 1996/98, 3, 99-108.

SPILGER, L. (1940): Ergänzungen zu "Hellmann, Repertorium der deutschen Meteorologie". Zeitschrift für angewandte Meteorologie 57 (1940), 4, 121-129; 7, 220-226; 58 (1941), 1, 30-33; 3, 87-90.

STADT GEDERN (Hg.) (1956): Geriwarda. Ein Heimatbuch der Stadt Gedern. Gedern.

STEINACKER, R. et al (2000): Automatic tracking of convective cells and cell complexes from lightning and radar data. In: Meteorology and Atmospheric Physics 72, 101-110.

STEINMÜLLER, F. (1987): Heuchelheimer Wetterchronik ab Januar 1966 bis Ende September 1987. Heuchelheim.

SUCKSTORFF, G.A. (1938): Kaltlufterzeugung durch Niederschlag. In: Meteorologische Zeitschrift 55, 287-292.

SÜRING, R. (1908): Die verheerenden Gewitter und Regenfälle in Norddeutschland vom 20. bis 24. Mai 1908. In: Das Wetter 25, 121-129.

SÜRING, R.(^{2}1941): Die Wolken. Leipzig.

Tabellarische Uebersicht der Witterungsverhältnisse von Fulda im Jahre 1875. In: IV. Bericht des Vereins für Naturkunde in Fulda, 17 - 19.

TERPITZ, W. (1983): Meteorologisches Gutachten über die Windschäden in Hanau am 11. April 1983. Offenbach a.M. (Unveröffentlichtes Gutachten.)

TETZLAFF, G., T. TRAUTMANN, K.S. RADTKE (Hg.): Zweites Forum Katastrophenvorsorge, 24.-26. September 2001, Leipzig. Bonn und Leipzig.

TOLLERUD, E.I., D.L. BARTELS (1988): A comparative study of the environment of severe-weather-producing mesoscale convective systems: MCCs, meso-beta systems, and large convective lines. In: Preprints of 15th Conference on Severe Local Storms, February 22-26, 1988, Baltimore, Md.. Boston. S. 544-547.

TOLLERUD, E.I., R.S. COLLANDER (1993a): A ten-year summary of severe weather in mesoscale convective complexes. Part 1: High wind, tornadoes, and hail. In: Preprints of 17th Conference on Severe Local Storms, Oct 4-8, St. Louis, La. Boston. S. 533-537.

TOLLERUD, E.I., R.S. COLLANDER (1993b): Mesoscale convective systems and extreme rainfall in the central United States. In: KUNDZEWICS, Z.W., D. ROSBJERG, S.P. SIMONOVIC, K. TAKEUCHI (eds.): Extreme Hydrological Events: Precipitation, Floods and Droughts (Proceedings of the Yokohama Symposium, July 1993). Wallingford. S. 11-19. (= IAHS Publ. No. 213.)

TRAUTMANN, E. (1960): Die Hagelhäufigkeit in Bayern (1952-1956). Offenbach a.M. (= Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 69.)

TRAUTMANN, E. (1961): Stark- und Dauerregen in Nordbayern. Offenbach a.M. (= Mitteilungen des Deutschen Wetterdienstes Nr. 26, Bd. 4.)

TRAUTMANN, E. (1963): Die mittlere Hagelhäufigkeit in Bayern 1952-1961. Offenbach a.M. (= Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 89.)

TROST, G. (1994): Annatag Anno 1834. In: Rhönwacht Jg. 1994, 2, 26-27.

UMAN, M.A. (1987): The lightning discharge. Orlando et al. (= International Geophysics Series, Vol. 39.)

UMAN, M.A. (1992): Physics of lightning. In: ANDREWS, C.J., M.A. COOPER, M. DARVENIZA, D. MACKERRAS (eds.): Lightning injuries: electrical, medical and legal aspects. Boca Raton, Ann Arbor, London, Tokyo. S. 6-21.

VEREIN FÜR NATURKUNDE IM HERZOGTHUM NASSAU (Hg.) (1844): Meteorologische Beobachtungen des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau vom Jahre 1842. In: Jahrbücher des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau H. 1.

VEREIN FÜR NATURKUNDE IM HERZOGTHUM NASSAU (HG.) (1845): Meteorologische Beobachtungen des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau vom Jahr 1843. In: Jahrbücher des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau, 2. Heft, 1-81.

VEREIN FÜR NATURKUNDE IM HERZOGTHUM NASSAU (HG.) (1846): Meteorologische Beobachtungen des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau vom Jahr 1844. In: Jahrbücher des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau, 3. Heft, 1-102.

VEREIN FÜR NATURKUNDE IM HERZOGTHUM NASSAU (HG.) (1849): Meteorologische Beobachtungen des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau vom Jahr 1845. In: Jahrbücher des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau, 4. Heft, 1-82.

VIETOR, F. (1841): Der Orkan am 18. Juli 1841 in seiner Entstehung, seinem Fortgange und seinen Wirkungen. Eine meteorologische Monographie. Siegen und Wiesbaden.

VINET, F. (2001): Climatology of hail in France. In: Atmospheric Research 56, 1-4, 309-323.

VOGTHERR (1908): Waldbeschädigung durch einen Wirbelsturm. In: Forstwissenschaftliches Centralblatt 30, 24-35.

VOLP, S. (1989): Der Kisseltag im Umstädter Land. In: Der Odenwald 36, 2, 72 - 77.

WAAS, C. (Hg.) (1963): Die Chroniken Friedbergs in der Wetterau. III. Band. Friedberg.

WAGNER, G.W.J. (1834): Hessisches Volksbuch oder Denkwürdigkeiten aus dem Vaterlande. Zur Warnung, Belehrung und Unterhaltung. Zunächst für Volksschulen und den Landmann. Darmstadt.

WAGNER, J. (1961): Hessen. München. (= Harms Landeskunde Band I.)

WAGNER, K. (1988): Vor 75 Jahren Unwetter-Katastrophe im Usinger Land: Wirbelsturm, Gewitter und Hagelschlag wüteten am Nordhang des Taunusgebirges. In: Usinger Land 1988, Nr. 3, Sp. 241-246.

WAKIMOTO, R.M. (2001): Convectively driven high wind events. In: DOSWELL III, C.A. (ed.): Severe Convective Storms. Boston. S. 255-298. (= Meteorological Monographs Vol. 28, Nr. 50.)

WAKONIGG, H. (1978): Witterung und Klima in der Steiermark. Graz.

WEBB, J.D.C., D.M. ELSOM, D.J. REYNOLDS (2001): Climatology of severe hailstorms in Great Britain. In: Atmospheric Research 56, 1-4, 291-308.

WEBER, H. (1911): Gewitterglaube der Vogelsberger Bauern. In: Hessische Blätter für Volkskunde X, 220-222.

WEBER, H. (1916): Nebel und Regen im Vogelsberger Volksglauben. In: Hessische Blätter für Volkskunde XV, 137-139.

WEGE, K. (2002): Die Entwicklung der meteorologischen Dienste in Deutschland. Offenbach am Main. (= Geschichte der Meteorologie in Deutschland 5.)

WEGENER, A. (1917): Wind- und Wasserhosen in Europa. Braunschweig. (= Die Wissenschaft. Sammlung von Einzeldarstellungen aus den Gebieten der Naturwissenschaft und der Technik. Bd. 60.)

WEHRY, W. (1968): Synoptisch-statistische Untersuchungen zu Starkregen-Wetterlagen in Mitteleuropa. Berlin. (= Meteorologische Abhandlungen des Institutes für Meteorologie und Geophysik der Freien Universität Berlin Band LXXXVI, Heft 3.)

WEHRY, W., F.J. OSSING (Hrsg.) (1997): Wolken – Malerei – Klima in Geschichte und Gegenwart. Berlin.

WEICKMANN, L. (1912): Die Gewitter vom 11. Mai 1910. Ein Beitrag zum Studium der Böen. In: Deutsches Meteorologisches Jahrbuch für Bayern, Jahrgang 1911. München.

WEIDENMÜLLER, K. (1875): Ueber die Witterungsverhältnisse von Fulda, speciell während des Jahres 1873. In: II. Bericht des Vereins für Naturkunde zu Fulda über die Vereinsjahre vom 13. März 1869 bis dahin 1874, 1-11.

WEIDENMÜLLER, K. (1875): Tabellarische Uebersicht der Witterungsverhältnisse von Fulda während des Jahres 1874. In: III. Bericht des Vereins für Naturkunde in Fulda, 19-22.

WEIGEL, E.P. (1976): Lightning, the underrated killer. In: NOAA 6, 4-11.

WEIKINN, C. (1961): Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitwende bis zum Jahre 1850. Hydrographie. Teil 3 (1601 - 1700). Berlin.

WEIKINN, C. (1963): Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitwende bis zum Jahre 1850. Hydrographie. Teil 4 (1701 - 1750). Berlin.

WEISMAN, M.L., J.B. KLEMP (1986): Characteristics of isolated convective storms. In: RAY, P.S. (ed.): Mesoscale meteorology and forecasting. Boston. S. 331-358.

WEISS, S.J., M.D. VESCIO (1998): Severe local storms climatology 1955-1996: Analysis of reporting trends and implications for NWS operations. In: Preprints of 19th Conference on Severe Local Storms, 14-18 Sept 1998, Minneapolis, Minnesota. Boston. S. 536-539.

WEISS, S.J., J.A. HART, P.R. JANISH (2002): An examination of severe thunderstorm wind report climatology: 1970-1999. In: Preprints of 21st Conference on Severe Local Storms, San Antonio, Texas. Boston.

WELLENSTEIN, G. (1959): Die Schnee- und Sturmschäden des Jahres 1958 und ihre Auswirkungen. In: Forstmann Baden-Württemberg 9, 1, 10-11.

WICHMANN, H. (1948): Grundprobleme der Physik des Gewitters. Wolfenbüttel und Hannover.

WIESINGER, J. (1972): Blitzforschung und Blitzschutz. München, Düsseldorf. (= Deutsches Museum. Abhandlungen und Berichte Jg. 40, H. 1/2.)

WILHELMI, E. (1957): Wehen und sein Grund. Wehen.

WILK, K.E., S.L. BARNES (^{2}1988): Observation and Analysis with Station Networks. In: KESSLER, E. (ed.): Instruments and Techniques for Thunderstorm Observation and Analysis. Norman, London. S. 3-22.

WILLEMSE, S. (1995): A statistical analysis and climatological interpretation of hailstorms in Switzerland. Dissertation ETH No. 11137.

WILLIAMS, E.R. (2001): The electrification of severe storms. In: DOSWELL III, C.A. (ed.): Severe Convective Storms. Boston. S. 527-561. (= Meteorological Monographs, Vol. 28, Nr. 50.)

WILSON, L.F., D.L. KELLY (1977): Tornado climatology by day of the week. In: Preprints of 10th Conference on Severe Local Storms, Omaha. Boston. S. 194-198.

WIMMENAUER, K. (1910): Windfall in der Großh. Hessischen Oberförsterei Schaafheim. In: Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung 86, 41-46.

WINSTON, J.S. (ed.) (1956): Forecasting tornadoes and severe thunderstorms. Washington. (= Forecasting Guide No. 1.)

WINTER-FRITZSCHE, A. (1990): „Naturgetreue“ Blitzdarstellungen in der venezianischen Malerei des 16. Jahrhunderts mit einer Einführung in Deutung und Darstellung des Blitzes. Frankfurt, Bern, New York, Paris. (= Europäische Hochschulschriften: Reihe 28, Kunstgeschichte; Bd. 107.)

WIPPERMANN, F. (1971): Die "Scales" als ein erstes Ordnungsprinzip für alle Turbulenzvorgänge der Atmosphäre. In: PROMET 1/2, 16-20.

WOLF, D., F. RUNGE (Hg.) (1990): 1200 Jahre Wöllstadt 790 - 1990. Aus der Geschichte von Nieder- und Ober-Wöllstadt. Harb.

WUSSOW, G. (1920): Häufigkeit und Verbreitung großer Tagesmengen des Niederschlages in Norddeutschland. Berlin. (= Veröffentlichungen des Preußischen Meteorologischen Instituts Nr. 308. Abhandlungen Bd. VII. Nr. 1.)

ZIMMERMANN, G. (1948): Zur Gewitterhäufigkeit in heissen, trockenen Sommern. In: Meteorologische Rundschau 1, 15/16, 470-471.

ZIMMERMANN, G. (1952): Die Abhängigkeit der Wolkenbrüche von der Orographie und von bestimmten Wetterlagen. In: Meteorologische Rundschau 5, 7/8, 128-131.

ZWIERLEIN, K.A. (1804): Erstaunende Naturmerkwürdigkeiten im Jahre 1800 und deren Folgen für Menschen, Thiere und Gewächse. Nebst Vorschlägen, wie solchen Naturübeln in Zukunft vorzubeugen sey. Frankfurt.

Anhang

Anhang – Auflistung der Schadensgewitter 1881-1980 (ohne 1941-50)

Es bedeuten:

1	Datum
2	Teil (Kleinbuchstaben bei mehreren Ereignissen am Tag)
3	Tageszeit (3-Stunden-Intervalle)
4	Zugrichtung
5	Dokumentierte Verbreitungsform des Gesamtereignisses
6	Großwetterlage (nach GERSTENGARBE, WERNER und RÜGE [5]1999)
7	Dokumentierte Verbreitungsform der Starkregenschäden
8	Dokumentierte Verbreitungsform der Hagelschäden
9	Dokumentierte Verbreitungsform der Sturmschäden
10	Dokumentierte Verbreitungsform der Blitzschäden
11	Intensitätskategorien Starkregen
12	Intensitätskategorien Hagel
13	Intensitätskategorien Sturm
14	Dokumentierte Sturmart (Tr = Trombe)
15	Intensitätskategorien Blitz (e = Einzelschlag, + = blitzschadensintensiv)
16	Dokumentierte signifikante Blitzschäden 1: (T = Blitzschlag mit Todesfolge; k = Vieh vom Blitz erschlagen)
17	Anzahl der Blitztoten pro Ereignis
18	Dokumentierte signifikante Blitzschäden 2: (x = Brände durch Blitzschlag)
19	Kategorisierung der Schadensgewitterart (x = *SLS*)

Schadensgewitter im UG 1881-1980 (ohne 1941-50)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
05.06.1881		12-15	S-W	1	NZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
06.07.1881		12-15	S-W	3	WA	0	0	0	3	-	-	-		-	k			-
16.07.1881	b	18-21	WSW	2	WA	0	0	0	2	-	-	-		+	Tk	1		x
20.07.1881	a	00-03	SW	3	WZ	0	0	3	0	-	-	0-1		-				x
20.07.1881	b	12-15	SW	3	WZ	0	1	0	1	-	2	-		-			x	x
20.07.1881	c	18-21	SW	3	WZ	0	0	0	3	-	-	-		+	k		x	x
20.07.1881	d	21-24	SW	2	WZ	0	2	0	3	-	999	-		+			x	x
04.05.1882		18-21	S-W	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
30.05.1882	a	15-18	SW	4	HB	1	3	0	0	0	6	-		-				x
30.05.1882	b	18-21	SW	3	HB	0	3	0	0	-	5	-		-				x
04.06.1882		15-18	S-W	1	NEA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
29.06.1882		15-18	na	1	NA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
02.07.1882	a	12-15	W	3	NA	1	0	0	1	999	-	-		-			x	-
02.07.1882	b	18-21	W	3	NA	3	0	0	0	2	-	-		-				x
10.07.1882		12-15	S-W	1	WS	0	1	0	1	-	999	-		-				-
21.07.1882	a	00-03	WNW	3	BM	3	1	1	3	1	999	0		+	k		x	x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
21.07.1882	b	18-21	WSW	3	BM	1	0	0	1	0-1	-	-		-			x	-
24.07.1882		12-15	S-W	3	WZ	1	1	0	3	1	999	-		-	T	1		x
29.08.1882		15-18	S-W	1	NWZ	0	0	1	1	-	-	0-1		-				x
09.05.1883		15-18	S-W	3	TRM	0	3	0	1	-	999	-		-	T	1		x
11.05.1883		15-18	S-W	1	TRM	0	1	0	1	-	999	-		-				-
30.05.1883		12-15	W-N	1	NEA	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
09.06.1883		21-24	W	1	NWA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
22.06.1883		15-18	S-W	1	U	0	0	0	1	-	-	-		e				-
06.07.1883		00-03	S-W	3	WZ	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
07.07.1883		18-21	W	1	WZ	0	1	0	0	-	4	-		-				x
12.07.1883		na	S-W	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
18.07.1883		15-18	na	1	TRM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
31.07.1883		18-21	S-W	1	NWZ	0	0	0	1	-	-	-		e	k			-
06.08.1883		21-24	W	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
07.08.1883		15-18	W	3	WZ	0	0	0	3	-	-	-		-				-
15.08.1883		00-03	S-W	2	WZ	0	2	0	0	-	4	-		-				x
13.05.1884	a	00-03	S-W	3	HM	0	0	0	3	-	-	-		-	k			-
13.05.1884	b	12-15	S-W	3	HM	0	0	0	3	-	-	-		-				-
14.05.1884		15-18	SW	3	WA	0	1	0	3	-	999	-		-	T	1		x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
03.06.1884	a	12-15	WSW	1	TM	1	1	0	0	0	4	-		-				x
03.06.1884	b	15-18	S-W	3	TM	0	0	0	3	-	-	-		+	Tk	3		-
06.06.1884		na	S-W	1	WZ	0	1	0	1	-	999	-		-				-
17.06.1884		12-15	N-E	1	NEA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
02.07.1884		15-18	E-S	1	NEA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
04.07.1884		15-18	na	3	HM	0	0	0	3	-	-	-		-				-
10.07.1884		18-21	S	3	TB	1	1	0	3	1	999	-		-				x
14.07.1884	a	03-06	S-W	3	WA	0	0	0	3	-	-	-		-	k		x	-
14.07.1884	b	06-09	SW	3	WA	0	0	0	3	-	-	-		-	T	2		-
14.07.1884	c	15-18	W	4	WA	3	2	1	3	1	5	0		-				x
16.07.1884		15-18	WSW	4	WA	0	0	2	3	-	-	1-2		-				x
17.07.1884		15-18	S-W	3	WA	1	0	1	3	0-1	-	0		-				x
24.07.1884	a	12-15	S-W	1	WZ	0	1	1	0	-	2	0		-				x
24.07.1884	b	15-18	S-W	3	WZ	0	0	0	3	-	-	-		-				-
03.08.1884		15-18	SW	4	HM	1	0	2	3	0-1	-	1		-				x
11.08.1884		15-18	na	3	HM	0	0	0	3	-	-	-		+			x	-
14.08.1884		18-21	W	1	NEA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
07.09.1884		12-15	S-W	1	WZ	1	0	0	0	0	-	-		-				-
29.04.1885		18-21	S-W	3	WS	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
30.04.1885		15-18	S-W	3	WS	0	0	0	3	-	-	-		-	k			-
05.05.1885		15-18	S-W	1	TM	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
18.05.1885		15-18	S-W	3	TRM	0	1	0	1	-	999	-		-	k		x	-
06.06.1885		18-21	SW	1	SWA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
15.06.1885		15-18	S-W	3	BM	1	1	0	1	0	3	-		-				x
17.06.1885		21-24	WSW	4	U	2	2	4	0	1-2	999	1		-				x
26.06.1885		12-15	E-S	3	NEZ	0	1	0	3	-	999	-		-	k			x
29.06.1885		12-15	E-S	4	NEZ	2	2	0	3	1-2	999	-		-				x
30.06.1885		15-18	WSW	3	TRM	3	2	0	3	999	4	-		-				x
10.07.1885		12-15	na	1	BM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
13.07.1885		15-18	WNW	3	BM	0	0	3	3	-	-	0-1		-	T	1		x
04.08.1885		na	S-W	1	NA	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
23.04.1886		12-15	na	1	U	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
23.05.1886	a	15-18	SE	4	HM	2	2	2	3	1	5	1	Tr	-				x
23.05.1886	b	18-21	SE	3	HM	0	3	0	0	-	999	-		-				x
26.05.1886		15-18	S-W	1	TRW	0	0	0	1	-	-	-		e				-
01.06.1886		15-18	SSW	3	HNA	1	3	0	1	0-1	4	-		-				x
02.06.1886		00-03	SW	3	HNA	0	0	1	3	-	-	0		+	k		x	x
03.06.1886		09-12	WSW	3	HNA	1	1	0	3	0-1	999	-		-	k			x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
09.06.1886		15-18	WSW	2	WZ	2	0	0	3	1-2	-	-		-	T	1		x
11.06.1886		12-15	W	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
21.07.1886		00-03	SW	1	HM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
22.07.1886		15-18	WSW	4	WZ	1	2	1	3	0-1	4	1		+			x	x
04.09.1886		15-18	S	2	HM	0	2	0	0	-	4	-		-				x
29.04.1887		18-21	SW	3	SWA	0	0	0	3	-	-	-		-	T	1	x	-
02.05.1887	b	21-24	SW	3	TRM	0	1	0	0	-	4	-		-				x
23.05.1887		12-15	SW	1	NWZ	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
01.06.1887		15-18	na	1	HNA	1	0	0	0	1	-	-		-				x
05.06.1887		15-18	na	1	U	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
05.07.1887		15-18	S-W	1	BM	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
22.07.1887	a	15-18	S-W	1	NWA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
22.07.1887	b	21-24	S-W	1	NWA	0	0	0	1	-	-	-		e	k			-
31.07.1887		15-18	WNW	2	HM	0	1	2	0	-	999	0-1		-				x
19.05.1888		na	S	3	SA	0	3	0	0	-	4	-		-				x
29.05.1888		15-18	S-W	3	WZ	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
03.06.1888		15-18	WNW	2	HNA	0	2	1	0	-	5	0-1		-				x
06.06.1888		21-24	S-W	1	HNA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
14.06.1888		00-03	SW	1	WW	0	0	0	1	-	-	-		e				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
05.07.1888		12-15	SW	3	WS	3	0	0	3	0	-	-		-				-
07.07.1888		12-15	SW	3	NWZ	0	9	1	0	-	999	0		-				-
21.07.1888		18-21	W	1	WZ	1	0	0	1	0	-	-		-				-
25.07.1888		18-21	S-W	3	SWA	0	0	0	3	-	-	-		-	k			-
02.08.1888		15-18	W	1	NWA	1	0	0	1	0	-	-		-				-
22.08.1888		15-18	SW	3	WZ	0	0	0	3	-	-	-		-				-
30.04.1889		15-18	S	3	SEA	0	0	0	3	-	-	-		-	Tk	1		-
08.05.1889		15-18	E	1	SEA	1	0	0	1	1	-	-		-			x	x
09.05.1889		15-18	E	3	SEA	0	0	0	3	-	-	-		-	T	1		-
15.05.1889		12-15	E	3	HNFZ	1	0	0	3	1	-	-		-				x
21.05.1889		15-18	E-S	3	HFA	3	0	0	3	0-1	-	-		-				-
28.05.1889		09-12	S-W	3	TRM	3	3	0	3	1	2	-		-	k			x
03.06.1889		15-18	E-S	1	NEA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
05.06.1889		15-18	E	1	NEA	0	1	0	0	-	4	-		-				x
08.06.1889		15-18	S-W	3	TRM	0	0	0	3	-	-	-		-				-
13.06.1889		15-18	S	3	WA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
14.06.1889		15-18	E-S	3	WA	1	0	0	3	1	-	-		-	k			x
15.06.1889		15-18	na	1	WA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
23.06.1889		12-15	N-E	1	NEZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
12.07.1889	b	18-21	S-W	3	NWA	0	0	0	3	-	-	-		-	T	2		-
23.07.1889		12-15	S-W	1	WZ	0	1	1	0	-	999	0-1		-				x
04.09.1889		15-18	S	1	HM	1	0	0	1	0	-	-		-				-
08.09.1889		15-18	na	3	HFA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
03.05.1890		09-12	na	3	HNFZ	0	0	0	3	-	-	-		-				-
05.05.1890		15-18	E-S	2	HNFZ	2	0	0	3	1-2	-	-		-				x
09.05.1890	b	21-24	S-W	1	HNFZ	0	0	0	1	-	-	-		e	k			-
13.05.1890		12-15	N-E	2	SEZ	2	0	0	0	1	-	-		-				x
21.05.1890	a	03-06	na	3	SEA	0	0	0	3	-	-	-		-	k			-
21.05.1890	b	06-09	na	3	SEA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
01.07.1890		12-15	S-W	1	NWZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
16.07.1890		18-21	SW	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
17.07.1890		00-03	SW	5	NWA	0	0	0	5	-	-	-		+	k			-
02.08.1890		15-18	SW	4	WZ	3	4	4	0	0	4	2		-				x
07.08.1890	a	06-09	SE	1	NWA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
07.08.1890	b	12-15	SE	3	NWA	1	0	0	3	0-1	-	-		-				-
09.08.1890		15-18	S-W	4	HFA	2	1	2	3	2	999	1		-				x
10.08.1890		21-24	SW	4	HFA	3	3	2	3	0	999	0-1		-				x
17.08.1890		21-24	SW	4	TRW	0	1	0	3	-	999	-		-			x	x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
27.08.1890		18-21	WSW	3	TRM	0	0	3	0	-	-	1-2		-				x
10.05.1891		15-18	na	1	HFZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
11.05.1891	a	12-15	E	3	HFZ	0	0	0	3	-	-	-		-				-
11.05.1891	b	15-18	E	1	HFZ	0	1	0	0	-	2	-		-				x
21.05.1891		15-18	S-W	1	TRW	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
30.05.1891		18-21	N-E	4	HNFA	1	0	0	3	1	-	-		-			x	x
01.06.1891		09-12	NE	1	HNFA	0	0	0	1	-	-	-		e	k			-
02.06.1891		15-18	N-E	4	HNFA	1	3	0	3	1-2	2	-		-	T	1		x
03.06.1891		15-18	E	2	HNFA	2	1	0	3	2-3	999	-		-				x
04.06.1891		21-24	E-S	3	HNFA	3	0	0	3	1	-	-		-				x
25.06.1891		15-18	S-W	3	HNFA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
26.06.1891	a	00-03	SW	3	WZ	3	0	0	3	1	-	-		-				x
26.06.1891	b	15-18	S-W	3	WZ	1	0	0	3	999	-	-		-	T	1	x	x
27.06.1891		12-15	NW	3	WZ	3	0	0	1	0-1	-	-		-			x	-
29.06.1891		21-24	S-W	3	WZ	0	0	3	3	-	-	1		-			x	x
30.06.1891		06-09	WSW	3	WZ	0	0	0	3	-	-	-		-				-
24.07.1891		15-18	SW	1	WA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
15.08.1891		18-21	SW	4	WZ	0	4	2	1	-	5	0		-				x
03.06.1892		12-15	S-W	1	WA	0	0	0	1	-	-	-		e				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
11.06.1892		12-15	S-W	3	NZ	0	0	0	3	-	-	-		-				-
22.06.1892		15-18	S-W	3	WZ	1	1	0	3	0-1	999	-		-	k			-
30.07.1892	b	21-24	W	3	BM	0	0	0	3	-	-	-		+			x	-
31.07.1892		12-15	WNW	4	BM	3	4	0	3	1-2	5	-		+	Tk	1	x	x
17.08.1892		15-18	S-W	1	HM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
23.05.1893		15-18	S-W	1	WW	0	0	0	1	-	-	-		e				-
24.05.1893		12-15	S-W	1	WW	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
05.06.1893		15-18	S-W	1	NEA	0	1	0	0	-	4	-		-				x
12.07.1893		18-21	S-W	3	NWZ	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
18.05.1894		15-18	E-S	1	HNA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
22.07.1894		15-18	S-W	3	WZ	0	0	0	3	-	-	-		-				-
25.07.1894		21-24	SSE	3	NEZ	3	3	1	3	0-1	4	1		+			x	x
10.08.1894		15-18	S-W	1	NWA	0	1	0	0	-	999	-		-				x
11.08.1894		12-15	W	3	NWA	0	1	0	3	-	999	-		-				x
20.08.1894		15-18	S-W	3	WZ	3	0	1	0	0-1	-	1		-				x
26.04.1895		15-18	S-W	1	TB	0	0	0	1	-	-	-		e				-
09.05.1895		15-18	na	1	HM	1	1	0	0	0	999	-		-				-
13.05.1895		15-18	na	1	HM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
24.05.1895		12-15	SE	1	TM	0	0	0	1	-	-	-		e				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
25.05.1895		12-15	E-S	3	NEZ	0	0	0	3	-	-	-		-	k		x	-
26.05.1895		12-15	E-S	3	NEZ	3	1	0	3	1	999	-		+			x	x
05.06.1895		15-18	N-E	1	NEA	1	0	0	0	1	-	-		-				x
10.06.1895		15-18	SE	4	TRM	3	3	0	3	0-1	2	-		+	Tk	2	x	x
01.07.1895	a	00-03	SSW	3	WZ	0	0	1	1	-	-	0-1		-			x	x
19.07.1895		12-15	S-W	3	WZ	1	1	0	1	0-1	999	-		-	k			x
27.07.1895	a	03-06	S-W	3	WZ	0	1	3	3	-	999	999		+	T	1	x	x
27.07.1895	b	12-15	S-W	1	WZ	0	0	1	1	-	-	0-1		-				x
11.08.1895		03-06	S-W	3	WS	0	0	0	3	-	-	-		-	k			-
14.08.1895		15-18	S-W	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
19.05.1896		18-21	na	1	NWA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
03.06.1896		12-15	S-W	3	TB	1	1	0	3	1	4	-		-				x
05.06.1896		12-15	S-W	3	TB	0	0	0	3	-	-	-		-				-
10.06.1896		15-18	S-W	2	WZ	2	0	0	1	1-2	-	-		-				x
10.07.1896	a	12-15	SW	4	HM	1	1	0	0	0-1	999	-		-				x
10.07.1896	b	15-18	SW	4	HM	0	1	3	3	-	999	1		+	k			x
22.07.1896	a	03-06	S-W	3	WA	0	1	0	1	-	999	-		-				x
26.07.1896		21-24	S-W	3	SWA	3	3	3	0	0-1	4	1		-				x
29.07.1896		00-03	S-W	3	U	0	0	0	3	-	-	-		-				x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
26.08.1896		12-15	S-W	1	U	0	0	1	0	-	-	0-1		-				x
29.04.1897		12-15	na	3	WZ	0	1	0	1	-	999	-		-	Tk	1		-
30.04.1897		09-12	S-W	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
17.05.1897		15-18	na	3	HNFA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
04.06.1897		15-18	N-E	3	HNFA	1	1	0	3	1	999	-		-				x
05.06.1897		15-18	E-S	4	HNA	1	4	0	1	1-2	999	-		-				x
09.06.1897		18-21	na	3	HNA	0	0	0	3	-	-	-		+	T	1	x	-
25.06.1897		15-18	na	1	HM	1	0	0	0	1	-	-		-				x
30.06.1897	b	21-24	S-W	3	NWA	3	0	0	1	999	-	-		-				-
01.07.1897		18-21	S-W	3	NWA	3	0	0	3	0-1	-	-		+			x	-
06.08.1897		15-18	S-W	1	HM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
25.08.1897		15-18	S-W	1	TB	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
06.05.1898		na	S-W	1	SWZ	0	0	1	0	-	-	0-1		-				-
07.05.1898		03-06	W-N	5	NWA	5	0	0	0	1-2	-	-		-				-
15.05.1898		15-18	W	3	TRM	9	3	9	1	999	2	999		-	Tk	1		x
20.05.1898		15-18	SE	4	HNFZ	4	0	0	3	3	-	-		-	T	1	x	x
23.05.1898		21-24	na	1	TM	0	1	0	0	-	999	-		-				-
24.05.1898		15-18	W-N	2	TM	2	0	0	3	2-3	-	-		-				x
07.06.1898		03-06	na	3	HFA	0	0	0	3	-	-	-		-				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
09.06.1898		12-15	N-E	1	HFA	1	0	0	0	2	-	-		-				x
23.07.1898		03-06	S-W	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
29.07.1898		09-12	S-W	1	HM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
07.08.1898		21-24	WSW	3	TRW	0	0	3	0	-	-	1		-				x
08.08.1898		15-18	NW	1	TRW	0	0	0	1	-	-	-		e				-
29.04.1899		15-18	S-W	3	WZ	0	0	0	3	-	-	-		-				-
16.06.1899		12-15	ENE	2	NEZ	0	2	0	1	-	2	-		-	k		x	x
19.06.1899	a	12-15	E	4	TM	3	3	1	3	1	999	0	Tr	-				x
21.06.1899	a	15-18	E-S	4	TM	2	2	0	1	2	999	-		-				x
21.06.1899	b	18-21	E-S	3	TM	3	0	1	3	0	-	1		-	T	2		x
29.06.1899		15-18	S-W	2	WZ	2	0	0	1	1-2	-	-		-	k		x	x
10.07.1899		15-18	E-S	1	HM	1	1	0	0	0-1	999	-		-				x
13.07.1899		15-18	N-E	3	NEA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
17.07.1899		15-18	E-S	3	NEA	0	1	1	1	-	999	0-1		-	T	1		x
23.07.1899		06-09	S-W	3	NWA	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
24.07.1899		15-18	S-W	3	NWA	0	1	0	3	-	999	-		+			x	x
06.08.1899		15-18	na	3	HNA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
07.08.1899		15-18	na	3	HNA	0	0	0	3	-	-	-		+	Tk	1	x	-
09.09.1899		15-18	na	1	NWA	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
13.06.1900		15-18	na	3	HM	0	0	0	3	-	-	-		-	Tk	1	x	-
17.06.1900		21-24	S-W	3	WZ	0	1	0	1	-	999	-		-				x
20.06.1900	a	12-15	S-W	1	WZ	1	1	1	0	0-1	999	0-1		-				x
20.06.1900	b	15-18	S-W	3	WZ	1	3	3	3	0	999	0		-	k			x
23.06.1900	a	12-15	S-W	3	WZ	0	3	0	0	-	2	-		-				x
23.06.1900	b	15-18	S-W	1	WZ	0	0	1	0	-	-	1		-				x
25.06.1900	a	12-15	S-W	1	NZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
25.06.1900	b	15-18	S-W	1	NZ	0	0	0	1	-	-	-		e	Tk	1		-
28.07.1900	a	06-09	SW	3	WZ	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
28.07.1900	b	21-24	SW	4	WZ	1	2	2	3	0-1	999	1-2		+			x	x
29.07.1900		18-21	SW	2	WZ	0	0	2	3	-	-	1		-			x	x
27.04.1901		18-21	SSW	1	HFA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
10.05.1901		21-24	na	1	NEZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
12.05.1901		15-18	E-S	4	HFA	4	4	0	3	1-2	4	-		+	k		x	x
28.05.1901		15-18	na	3	U	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
29.05.1901		21-24	SW	1	SWA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
30.05.1901	a	12-15	S-W	4	SWA	2	2	0	3	1	999	-		+	Tk	1	x	x
23.06.1901		18-21	na	3	NEA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
25.06.1901	a	12-15	NW	3	NEA	0	0	1	3	-	-	0	Tr	-	k		x	x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
25.06.1901	b	18-21	NW	1	NEA	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
15.07.1901		18-21	S-W	2	NEA	0	0	2	0	-	-	1		-				x
20.07.1901		12-15	NE	3	HFA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
21.07.1901	a	00-03	N-E	3	HFA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
21.07.1901	b	12-15	N-E	3	HFA	1	1	0	3	999	999	-		-				x
23.07.1901		18-21	na	1	U	0	0	0	1	-	-	-		e				-
25.07.1901		21-24	na	1	TM	1	0	0	1	0-1	-	-		-				-
01.08.1901	b	18-21	S	3	NWA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
12.08.1901		00-03	WNW	2	NEZ	0	0	2	0	-	-	0-1		-				x
15.08.1901		12-15	S-W	1	NEZ	1	0	0	0	0	-	-		-				-
20.04.1902		15-18	na	3	SA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
02.05.1902		12-15	W-N	1	NWZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
04.06.1902		18-21	na	1	HFA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
30.06.1902		18-21	SW	2	HM	0	2	0	1	-	999	-		-				x
01.07.1902	a	00-03	WSW	3	U	0	0	0	1	-	-	-		e				-
01.07.1902	b	12-15	WSW	3	U	0	0	1	1	-	-	0-1		-			x	x
09.07.1902	a	15-18	NW	3	NWA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
09.07.1902	b	21-24	NW	1	NWA	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
22.07.1902		12-15	W-N	3	NZ	0	0	0	3	-	-	-		-	k			-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
23.07.1902		15-18	W-N	1	NZ	0	1	0	0	-	999	-		-				-
24.07.1902		15-18	W-N	1	HM	0	1	0	0	-	999	-		-				-
26.07.1902		18-21	WSW	2	HM	0	0	2	3	-	-	0-1		-				x
07.08.1902		00-03	WSW	2	WZ	3	0	2	3	0-1	-	1		-	k			x
19.08.1902		18-21	WSW	2	WZ	0	2	0	1	-	4	-		-	T	1		x
20.08.1902		15-18	W	1	WZ	0	0	1	0	-	-	0-1	Tr					x
30.08.1902		00-03	WSW	2	TRW	0	1	0	0	-	999	-		-				x
06.05.1903		15-18	na	1	TB	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
09.05.1903		18-21	SW	3	TRM	0	3	0	3	-	999	-		-				x
12.05.1903		15-18	S-W	3	TRM	0	0	0	3	-	-	-		-				-
17.05.1903		15-18	WSW	3	WA	0	1	0	1	-	2	-		-				x
23.05.1903		15-18	N-E	3	NEA	3	1	0	3	0	999	-		-				-
01.06.1903		12-15	WNW	2	TRM	0	2	0	0	-	999	-		-				x
02.06.1903		12-15	W-N	3	TRM	0	0	0	3	-	-	-		+			x	-
10.06.1903	a	15-18	S-W	3	HNFA	1	3	0	3	1	4	-		+	k		x	x
10.06.1903	b	18-21	S-W	3	HNFA	3	0	0	0	0-1	-	-		-				-
19.06.1903		15-18	S-W	1	TRM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
20.06.1903	a	15-18	SW	1	TRM	0	0	0	1	-	-	-		e	k			-
20.06.1903	b	21-24	SW	1	TRM	0	0	0	1	-	-	-		e				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
03.07.1903		15-18	WSW	2	HM	0	2	1	3	-	4	1-2		+			x	x
11.07.1903	a	15-18	NW	3	NWA	1	3	0	3	0	-	-		+			x	x
11.07.1903	b	18-21	NW	3	NWA	1	0	0	3	0-1	-	-		-				-
12.07.1903		18-21	W	3	WZ	1	1	0	3	0-1	999	-		+	k		x	x
17.07.1903		15-18	S-W	3	TRM	0	0	0	3	-	-	-		-				-
18.07.1903		12-15	NW	1	TRM	0	0	1	0	-	-	999		-				x
30.07.1903		na	SW	1	WZ	0	1	0	0	-	999	-		-				-
03.08.1903		15-18	S-W	4	WZ	1	0	2	3	0	-	0		-	k			x
14.08.1903		21-24	SW	5	WZ	0	0	5	3	-	-	0-1		-			x	x
16.08.1903		15-18	W	3	WZ	0	0	1	1	-	-	0	Tr	-				x
19.08.1903		na	na	1	WZ	0	1	0	0	-	999	-		-				-
23.08.1903		15-18	SW	5	WZ	3	4	5	3	0-1	6	1-2	Tr	-				x
04.09.1903		03-06	SW	2	HM	1	2	0	3	1	5	-		+	Tk	1		x
01.05.1904	a	15-18	S-W	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
01.05.1904	b	18-21	S-W	1	WZ	0	0	1	0	-	-	0		-				x
04.05.1904		15-18	na	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
27.05.1904		21-24	S	3	SA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
17.06.1904		21-24	S-W	3	WA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
18.06.1904		00-03	S-W	3	WA	0	0	3	0	-	-	0		-				x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
14.07.1904		18-21	S-W	3	HM	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
25.07.1904		15-18	S-W	3	WZ	0	0	3	1	-	-	0-1		-				x
26.07.1904		12-15	S-W	3	WZ	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
01.08.1904	a	06-09	E	1	HM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
01.08.1904	b	15-18	NE	4	HM	1	3	0	3	1	4	-		-	Tk	1		x
02.08.1904		15-18	na	1	HM	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
05.08.1904		12-15	S-W	3	HM	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
11.08.1904		21-24	SW	3	WA	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
22.08.1904		18-21	na	3	NZ	1	1	0	1	999	999	-		-	T	1		-
17.05.1905		15-18	E-S	2	HB	0	2	0	1	-	999	-		-				x
18.05.1905		12-15	SE	3	HB	0	9	0	3	-	2	-		-				x
20.05.1905		12-15	W-N	3	NZ	0	0	0	3	-	-	-		-				-
05.06.1905	b	18-21	S	3	WA	1	0	0	3	1	-	-		-				x
16.06.1905		15-18	SE	2	HNFZ	1	1	0	3	1-2	4	-		-				x
25.06.1905		12-15	S	1	TRW	1	0	0	1	0-1	-	-		-				-
28.06.1905		12-15	S-W	3	TRW	0	0	0	3	-	-	-		-				-
12.07.1905		15-18	S-W	1	NA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
13.07.1905	a	00-03	S-W	3	NA	1	0	0	3	0	-	-		-	k			x
16.07.1905		21-24	SW	4	WA	2	3	2	3	1	2	0-1		+			x	x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10.08.1905	b	18-21	S-W	4	WA	1	4	2	3	0	5	1		-				x
29.08.1905		12-15	S-W	3	NWZ	0	0	0	3	-	-	-		-				-
07.09.1905		18-21	SW	4	WZ	0	0	5	1	-	-	1		-				x
05.10.1905		12-15	WNW	1	NZ	1	0	1	0	0-1	-	1		-				x
05.05.1906		12-15	N-E	3	NEA	3	0	0	0	1	-	-		-				x
09.05.1906		12-15	SE	4	TRW	4	3	1	3	1	4	0		-				x
10.05.1906		15-18	SW	4	TRW	0	4	0	3	-	2	-		-				x
13.05.1906		12-15	SE	4	HNFZ	1	1	0	4	1	999	-		+	k		x	x
14.05.1906		15-18	ESE	3	HNFZ	0	3	0	4	-	999	-		+	T	1	x	x
15.05.1906		15-18	E-S	2	TM	2	1	0	3	1-2	999	-		-				x
29.05.1906		06-09	S-W	1	WA	1	0	0	0	0	-	-		-				-
31.05.1906		18-21	WSW	5	NWZ	3	2	5	3	0	4	1-2		-				x
01.06.1906		na	W	1	NWZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
18.06.1906	a	09-12	E-S	1	HNA	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
18.06.1906	b	15-18	E-S	4	HNA	4	0	0	3	1-2	-	-		-				x
19.06.1906		15-18	S	4	NWA	2	0	0	4	2	-	-		-			x	x
20.06.1906		00-03	S	3	NWA	3	0	0	0	0	-	-		-				-
22.06.1906		12-15	S-W	1	NWA	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
24.06.1906		15-18	S-W	3	WA	3	0	0	3	1-2	-	-		-				x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
29.06.1906		00-03	SW	1	NWZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
06.07.1906		15-18	W-N	3	NEZ	3	0	0	0	1	-	-		-				x
10.07.1906		15-18	S-W	1	NWA	1	0	0	1	1-2	-	-		-				x
11.07.1906	b	15-18	S-W	4	NWA	3	1	0	3	0-1	999	-		-			x	x
19.07.1906		00-03	W	3	WZ	0	1	0	3	-	999	-		+	k		x	x
03.08.1906	a	15-18	SW	3	WA	0	0	0	3	-	-	-		-	T	1	x	-
09.08.1906		15-18	W	3	WZ	1	0	0	1	0-1	-	-		-	T	1		-
14.08.1906		18-21	S-W	3	TB	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
18.08.1906		09-12	NW	1	WA	0	1	0	0	-	1	-		-				-
13.05.1907		12-15	S-W	2	WZ	1	2	0	0	0-1	999	-		-				-
23.05.1907		18-21	na	3	HNZ	0	0	0	3	-	-	-		-	k		x	-
24.05.1907		15-18	S-W	2	HNZ	1	2	0	1	1	4	-		-				x
26.05.1907	a	06-09	na	3	HNA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
26.05.1907	b	15-18	S-W	2	HNA	2	1	0	2	1	999	-		-			x	x
26.05.1907	c	21-24	S-W	4	HNA	0	4	0	3	-	999	-		-			x	x
31.05.1907		21-24	WSW	3	WZ	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
03.06.1907		15-18	S-W	1	WZ	0	1	0	0	-	1	-		-				-
12.06.1907		15-18	S-W	1	WW	0	1	0	0	-	999	-		-				-
21.06.1907		12-15	S-W	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
28.06.1907		18-21	SSW	4	U	1	4	2	3	0-1	4	0		+			x	x
05.07.1907		18-21	WSW	5	TRW	3	5	1	3	0-1	5	1-2		-				x
10.07.1907		12-15	na	1	NWA	0	1	0	0	-	999	-		-				-
06.08.1907		09-12	na	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
15.08.1907	a	12-15	WSW	3	WZ	0	3	1	3	-	3	0-1		-			x	x
16.08.1907		15-18	na	1	WZ	0	1	0	0	-	999	-		-				-
15.09.1907		na	W	1	BM	1	0	0	0	0	-	-		-				-
01.10.1907		12-15	S-W	3	SA	1	0	0	3	0-1	-	-		-				-
21.05.1908		15-18	WSW	4	WA	2	2	2	3	0-1	4	0-1		-	k			x
22.05.1908	a	00-03	S-W	1	WA	0	0	1	1	-	-	0		-			x	-
22.05.1908	b	15-18	S-W	4	WA	1	4	0	3	0-1	4	-		-	T	2		x
02.06.1908		09-12	na	1	HNA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
04.06.1908		21-24	na	1	HNA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
05.06.1908	b	12-15	WSW	1	NZ	0	0	1	0	-	-	0		-				x
13.06.1908		03-06	na	1	WZ	0	1	0	0	-	999	-		-				-
18.06.1908		15-18	SW	1	TRW	1	0	1	0	0	-	0-1		-				x
20.06.1908		12-15	S-W	2	TRW	1	2	0	0	0-1	4	-		-				x
21.06.1908		00-03	na	1	NEA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
07.07.1908		na	na	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
09.07.1908		12-15	S-W	3	WZ	0	3	0	3	-	999	-		-	T	1	x	-
12.07.1908	a	15-18	S-W	1	TRW	0	0	1	0	-	-	0		-				-
13.07.1908		12-15	na	1	TRW	0	0	0	1	-	-	-		e				-
26.07.1908		15-18	na	1	NEA	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
27.07.1908		na	na	1	NEA	0	1	0	0	-	999	-		-				-
29.07.1908		15-18	N-E	4	NEA	1	2	1	3	0	2	999		-				x
05.08.1908		15-18	na	3	NWA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
17.08.1908		15-18	N-E	3	HNA	0	9	0	1	-	999	-		-	T	1		x
21.08.1908		na	na	9	WZ	0	9	0	0	-	999	-		-				-
24.08.1908		00-03	S-W	1	WZ	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
30.08.1908		15-18	na	1	WZ	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
02.09.1908		18-21	na	1	WZ	0	1	0	0	-	1	-		-				-
12.09.1908		12-15	na	1	WZ	0	1	0	0	-	1	-		-				-
29.04.1909		15-18	na	1	NZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
25.05.1909		21-24	na	3	HM	0	0	0	3	-	-	-		+			x	-
04.06.1909		21-24	na	1	NZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
05.06.1909	a	15-18	na	3	NZ	0	0	0	3	-	-	-		-				-
05.06.1909	b	18-21	na	1	NZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
21.06.1909		15-18	na	3	TB	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
25.07.1909		21-24	na	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
02.08.1909		15-18	W	3	HB	1	3	0	1	0-1	999	-		-				-
10.08.1909		15-18	E-S	3	NWA	1	0	0	3	0	-	-		-	Tk	1	x	-
30.08.1909		15-18	na	3	NZ	0	0	0	3	-	-	-		-	T	1	x	-
01.09.1909		15-18	na	3	NZ	0	3	0	1	-	999	-		-			x	-
24.09.1909		18-21	S	3	HNA	3	0	0	3	1	-	-		-			x	-
09.05.1910		15-18	na	1	NWZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
11.05.1910		18-21	ESE	5	HNFZ	3	3	4	3	0	5	2-3		-				x
12.05.1910		na	na	1	HNFZ	1	0	0	0	0	-	-		-				-
14.05.1910		12-15	E-S	3	HNFZ	1	3	0	3	1	999	-		-			x	x
15.05.1910	a	06-09	E-S	1	HNFZ	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
15.05.1910	b	12-15	E-S	3	HNFZ	0	3	0	1	-	999	-		-				x
16.05.1910		15-18	na	3	HNFZ	0	0	0	3	-	-	-		-	k			-
17.05.1910		15-18	E-S	2	HNFZ	1	0	0	0	2	-	-		-				x
18.05.1910		na	na	9	SEA	9	0	0	0	999	-	-		-				-
21.05.1910		18-21	E	2	SEA	2	0	0	1	3	-	-		-				x
25.05.1910		18-21	N-E	3	NWA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
04.06.1910	a	15-18	na	1	TRM	0	1	0	0	-	999	-		-				-
05.06.1910		15-18	N-E	3	HNFA	0	3	0	0	-	999	-		-				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
06.06.1910		12-15	ESE	2	HNFA	1	1	0	3	0-1	999	-		+	Tk	1	x	x
07.06.1910	a	12-15	NE	4	HNFA	0	3	0	3	-	999	-		-	Tk	1		x
08.06.1910	a	12-15	E	1	HNFA	1	0	0	0	0	-	-		-				-
08.06.1910	b	15-18	E	4	HNFA	1	1	0	1	0-1	3	-		-				x
08.06.1910	c	18-21	E	4	HNFA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
10.06.1910		12-15	N-E	4	NWZ	2	4	0	4	1	2	-		+	T	1	x	x
11.06.1910		18-21	NE	4	NWZ	2	1	0	3	1-2	999	-		-	k			x
17.06.1910		15-18	na	1	HNA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
23.06.1910		12-15	SW	4	WZ	0	4	0	0	-	999	-		-				x
25.06.1910		na	na	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
26.06.1910		12-15	S-W	3	NWZ	0	1	0	1	-	999	-		-				-
13.07.1910		12-15	WSW	1	HNA	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
14.07.1910		15-18	S-W	1	HNA	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
17.07.1910		21-24	SW	1	HNZ	0	1	0	0	-	999	-		-				-
22.07.1910	b	21-24	SW	2	WZ	0	0	2	0	-	-	1		-				x
29.07.1910		15-18	na	3	TB	0	0	0	3	-	-	-		-				-
31.07.1910		18-21	S-W	9	TB	9	0	0	0	999	-	-		-				-
04.08.1910		00-03	S-W	1	TB	1	0	0	0	0	-	-		-				-
06.08.1910		15-18	na	1	WZ	1	0	0	0	1-2	-	-		-				x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
15.08.1910		18-21	S-W	4	WZ	1	0	0	4	0	-	-		+	Tk	1	x	-
09.05.1911		15-18	E-S	1	HFA	0	1	0	0	-	999	-		-				-
10.05.1911	a	15-18	E	2	HFA	0	1	0	1	-	3	-		-	k			x
10.05.1911	b	18-21	E	2	HFA	0	1	0	3	-	999	-		-				x
17.05.1911		15-18	E-S	3	NEZ	1	0	0	1	0-1	-	-		-				-
27.05.1911		na	na	1	NEA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
29.05.1911	a	12-15	SE	2	NEA	0	2	0	0	-	999	-		-				-
29.05.1911	b	15-18	SE	2	NEA	2	2	0	1	3	4	-		-				x
29.05.1911	c	18-21	SE	3	NEA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
04.06.1911		15-18	N-E	3	NEA	0	1	0	3	-	4	-		-				x
27.06.1911		12-15	W	1	BM	0	1	0	0	-	2	-		-				x
13.07.1911		15-18	N	4	HB	0	4	1	3	-	4	0		+			x	x
24.07.1911		06-09	na	3	BM	0	0	0	3	-	-	-		-				-
25.07.1911	b	18-21	SW	4	HFA	0	3	3	3	-	999	1		+			x	x
28.07.1911	a	03-06	S-W	2	HFA	1	2	0	3	1	2	-		-			x	x
28.07.1911	b	18-21	S-W	3	HFA	1	3	0	3	0	3	-		+	T	1	x	x
28.07.1911	c	21-24	S-W	4	HFA	0	2	0	3	-	3	-		-			x	x
30.07.1911		15-18	S-W	4	HFA	2	4	4	3	1	4	0-1		+				x
22.08.1911		15-18	SW	4	TM	1	2	1	3	0	4	0-1		-	T	1		x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
09.09.1911		na	na	1	NA	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
15.05.1912		21-24	SW	4	NWZ	3	0	2	3	1	999	0		-				x
21.05.1912		18-21	na	1	WS	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
02.06.1912		15-18	SW	1	WS	1	0	0	0	1	-	-		-				x
07.06.1912		15-18	S-W	3	TB	0	3	0	0	-	999	-		-				x
14.06.1912		12-15	S-W	3	WZ	0	1	0	1	-	999	-		-			x	-
23.06.1912		18-21	WSW	3	WW	3	3	1	3	1	999	1		-				x
02.07.1912		15-18	na	3	WZ	0	0	0	3	-	-	-		-	T	1		-
03.07.1912		21-24	S-W	3	U	1	0	0	3	0-1	-	-		-				-
04.07.1912		15-18	na	1	NEA	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
07.07.1912		15-18	SW	3	NEA	1	0	0	3	0-1	-	-		-				-
25.07.1912	a	15-18	E-S	3	HNFA	0	0	0	3	-	-	-		-	T	1		-
25.07.1912	b	18-21	E-S	3	HNFA	3	1	0	3	0-1	2	-		+			x	x
06.08.1912		15-18	na	1	TB	0	0	0	1	-	-	-		e				-
10.08.1912		18-21	S-W	3	WZ	0	1	0	0	-	999	-		-				x
14.08.1912		15-18	na	3	WZ	0	3	0	3	-	999	-		-				-
28.04.1913		15-18	E-S	3	SA	1	0	0	3	0	-	-		-	Tk	1		-
29.04.1913		12-15	E-S	1	SA	0	1	0	0	-	999	-		-				-
01.05.1913		12-15	S-W	1	NWZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
27.05.1913		21-24	S-W	3	HM	0	0	0	3	-	-	-		-				-
28.05.1913		00-03	S-W	3	HM	0	1	0	0	-	2	-		-				x
01.06.1913		18-21	SW	4	BM	0	2	2	4	-	3	1		+	k		x	x
03.06.1913	b	18-21	SW	3	BM	3	3	0	3	1	2	-		-	k			x
04.06.1913		21-24	S-W	4	BM	3	0	3	3	0-1	-	0-1		-	k		x	x
18.06.1913		18-21	S-W	1	HM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
24.06.1913		15-18	S-W	1	NZ	0	0	0	1	-	-	-		-				x
20.07.1913		15-18	W-N	3	NWA	0	3	0	0	-	999	-		-				x
10.08.1913		15-18	S-W	1	WA	0	1	0	0	-	999	-		-				-
30.04.1914		15-18	na	1	HNA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
06.05.1914		na	na	1	WZ	0	1	0	0	-	999	-		-				-
11.06.1914		15-18	N-E	4	HNFZ	4	1	0	3	2	1	-		+	k		x	x
12.06.1914		15-18	E	2	HNFZ	3	0	0	3	2-3	-	-		-	T	1		x
14.06.1914		12-15	E	4	HNFZ	1	0	0	4	0-1	-	-		-	k		x	-
15.06.1914	a	12-15	N-E	2	HNFZ	1	0	0	0	2	-	-		-				x
15.06.1914	b	15-18	N-E	2	HNFZ	1	1	0	1	2	2	-		-	k			x
16.06.1914		15-18	N-E	4	HNFZ	4	4	0	3	2-3	3	-		+			x	x
21.06.1914		12-15	E-S	2	WW	2	1	0	3	0	1	-		-				-
22.06.1914		12-15	S	4	WW	4	0	0	0	2	-	-		-				x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
03.07.1914		18-21	SE	4	HNFZ	4	0	0	3	1	-	-		+			x	x
13.07.1914		12-15	S	4	HM	4	3	1	3	1	999	1		+	Tk	3		x
14.07.1914		15-18	na	1	HM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
15.07.1914		15-18	SW	4	HM	1	3	2	3	0	999	1		+	k		x	x
22.07.1914	b	15-18	na	1	TRM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
26.07.1914		na	S-W	1	TRM	0	1	0	0	-	999	-		-				-
22.08.1914		12-15	SW	1	HM	0	1	0	1	-	2	-		-	k			-
10.06.1915	a	00-03	na	1	NWA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
11.06.1915	a	12-15	na	3	NWA	3	0	0	1	0-1	-	-		-				-
11.06.1915	b	15-18	na	3	NWA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
24.06.1915		na	na	3	HNA	0	3	0	0	-	999	-		-				-
25.07.1915		15-18	SW	1	WS	0	1	0	0	-	999	-		-				-
28.07.1915		na	SW	1	WA	0	1	0	0	-	999	-		-				-
11.08.1915		na	SW	3	HFZ	0	1	0	1	-	999	-		-	T	1		-
02.05.1916		12-15	E-S	1	HNA	1	0	0	1	1-2	-	-		-			x	x
26.05.1916	a	15-18	SE	2	SEZ	0	2	0	0	-	999	-		-				x
26.05.1916	b	18-21	SSE	1	SEZ	0	1	0	0	-	4	-		-				x
26.05.1916	c	21-24	SSE	4	SEZ	3	0	0	3	1	-	-		+	k		x	x
28.06.1916		06-09	SW	3	TM	0	3	0	0	-	999	-		-				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
03.07.1916		21-24	S-W	1	TRM	0	0	1	0	-	-	1-2		-				x
05.07.1916		12-15	WSW	3	TRM	2	0	1	1	0-1	-	0-1		-			x	x
10.07.1916	a	00-03	SW	1	WA	1	0	0	0	2	-	-		-				x
11.08.1916		12-15	SW	1	BM	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
31.05.1917		na	SW	1	WA	0	1	0	0	-	999	-		-				-
02.06.1917		15-18	S	1	HM	0	1	0	0	-	999	-		-				x
06.06.1917		na	na	3	HM	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
07.06.1917		15-18	E-S	3	HFA	0	3	0	0	-	999	-		-				x
08.06.1917		15-18	E-S	3	HFA	1	0	0	3	0	-	-		+			x	-
22.06.1917		15-18	SW	1	TRW	0	1	0	1	-	999	-		-				-
06.08.1917		15-18	ESE	4	NEZ	2	4	0	1	2	999	-		-				x
13.08.1917		na	na	1	TB	9	9	9	9	-	-	-		-				-
23.06.1918		15-18	WNW	4	NWZ	0	4	0	0	-	999	-		-				x
23.08.1918	a	15-18	SW	2	WA	0	2	0	0	-	4	-		-				x
23.08.1918	b	21-24	na	1	WA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
11.05.1919		15-18	E	1	HM	1	1	0	0	0-1	999	-		-				x
12.06.1919		18-21	W	4	BM	3	4	0	0	0-1	4	-		-				x
14.07.1919		na	na	1	NWZ	0	1	0	0	-	999	-		-				-
25.05.1920		na	na	1	HFA	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
19.06.1920		12-15	na	1	WW	0	0	0	1	-	-	-		e	k			-
03.07.1920		15-18	na	2	NEZ	0	0	2	0	-	-	0-1		-				x
17.07.1920		12-15	S-W	1	WA	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
18.07.1920		18-21	S-W	1	WA	0	0	1	0	-	-	0-1		-				x
05.08.1920		12-15	na	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e	Tk	1		-
26.05.1921		15-18	S-W	3	TRM	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
03.06.1921	a	15-18	E-S	3	NEA	3	3	0	3	1-2	999	-		+			x	x
05.06.1921		18-21	S-W	5	HNA	3	3	1	3	1	999	1		+			x	x
18.07.1921		15-18	E-S	1	HFA	1	1	0	1	2	999	-		-				x
28.04.1922		15-18	na	1	TM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
25.05.1922	a	00-03	na	1	HM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
25.05.1922	b	18-21	E-S	3	HM	0	3	0	0	-	4	-		-				x
26.05.1922		15-18	E-S	1	NWA	0	0	0	1	-	-	-		-	T	1		x
03.06.1922		na	na	1	HNA	0	1	0	0	-	999	-		-				-
10.06.1922		15-18	WSW	4	WZ	0	4	0	3	-	999	-		+			x	x
16.06.1922		12-15	S	3	NWA	1	1	0	1	1-2	999	-		-				x
17.06.1922	a	12-15	SW	4	NWA	1	0	0	3	2	-	-		-	k			x
22.07.1922		18-21	WSW	4	WA	1	3	3	3	0	4	0-1		-				x
31.07.1922		18-21	S-W	1	WA	1	1	1	1	0	999	1		-	T	1		x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
15.08.1922		00-03	SW	2	WA	2	0	0	0	1-2	-	-		-				-
22.08.1922		18-21	S-W	1	WA	0	1	0	0	-	999	-		-				-
23.08.1922		12-15	W	2	NWZ	2	0	0	0	0	-	-		-				-
07.05.1923		18-21	na	1	WA	0	1	0	0	-	999	-		-				-
28.05.1923		15-18	na	1	NZ	0	1	0	0	-	999	-		-				-
15.08.1923		15-18	WSW	4	BM	0	1	4	3	-	999	1		-			x	x
18.08.1923		15-18	SW	1	WZ	0	1	0	0	-	999	-		-				-
26.04.1924		na	S-W	1	WW	0	0	0	1	-	-	-		e				-
04.05.1924		12-15	W	1	WZ	0	1	0	0	-	999	-		-				x
19.05.1924		na	na	1	TB	0	1	0	0	-	999	-		-				-
29.05.1924		15-18	S-W	3	TB	0	3	0	3	-	2	-		-			x	x
08.06.1924		15-18	WSW	3	HM	0	0	0	3	-	-	-		-				-
20.06.1924	a	15-18	na	1	HFA	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
20.06.1924	b	18-21	SSW	2	HFA	2	2	1	1	1-2	4	0-1		-	k			x
13.07.1924		15-18	WNW	4	HM	1	4	2	0	0	4	1		-				x
16.07.1924		18-21	na	1	NWZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
23.07.1924		15-18	na	1	NWZ	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
07.08.1924		18-21	S-W	2	WW	3	0	2	0	0-1	-	0-1		-				x
09.08.1924		na	na	1	HM	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
12.08.1924		18-21	S-W	3	WW	0	0	0	3	-	-	-		+	T	1	x	-
18.08.1924		15-18	S-W	1	TB	0	0	1	0	-	-	0-1		-				x
19.08.1924		15-18	WSW	1	TB	1	1	0	0	1	4	-		-				x
23.08.1924		15-18	S-W	2	TB	0	2	0	0	-	2	-		-				x
08.09.1924		15-18	S-W	1	TRW	0	0	1	0	-	-	0-1		-				x
09.09.1924		15-18	S-W	2	TRW	2	0	0	0	1-2	-	-		-				-
12.04.1925		15-18	na	3	NEA	1	1	0	3	0	1	-		-				-
22.05.1925		12-15	SW	3	WZ	1	1	0	1	1	999	-		-	T	1		x
22.06.1925		15-18	W	1	NZ	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
25.06.1925		na	na	1	NZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
28.06.1925		na	na	1	NEA	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
17.07.1925		12-15	E-S	3	TRW	3	3	0	1	1	4	-		-				x
18.07.1925		na	na	1	TRW	0	0	0	1	-	-	-		e				-
22.07.1925		na	na	1	HM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
24.07.1925		15-18	na	1	U	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
26.07.1925		12-15	S-W	3	WZ	1	0	0	3	0	-	-		+			x	-
20.08.1925		18-21	S-W	2	WZ	2	1	0	0	0-1	999	-		-				x
22.08.1925		15-18	SW	2	TB	0	2	0	0	-	2	-		-				x
02.06.1926		na	na	1	TM	0	0	0	1	-	-	-		e				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
08.06.1926		15-18	SW	2	WZ	2	0	0	1	0	-	-		-				-
04.07.1926	a	15-18	N-E	1	HNA	1	0	0	0	0	-	-		-				-
04.07.1926	b	18-21	N-E	1	HNA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
07.07.1926		18-21	E-S	3	HNZ	3	0	0	0	1	-	-		-				x
08.07.1926	a	03-06	SE	3	HNZ	3	0	0	0	2	-	-		-				x
08.07.1926	b	15-18	E-S	2	HNZ	3	0	0	0	1	-	-		-				x
08.07.1926	c	18-21	E-S	3	HNZ	3	0	0	1	1	-	-		-				x
09.07.1926		15-18	na	1	HNZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
10.07.1926		15-18	S-W	3	HNZ	0	1	0	3	-	999	-		-				x
15.07.1926	a	15-18	N-E	3	HNA	3	3	3	3	1	999	0-1		-			x	x
15.07.1926	b	18-21	N-E	3	HNA	3	3	0	0	0-1	999	-		-				x
07.08.1926	b	15-18	S-W	1	NEA	0	0	1	0	-	-	0-1	Tr	-				x
12.08.1926	a	09-12	W-N	1	WZ	0	1	0	0	-	1	-		-				-
12.08.1926	b	12-15	W-N	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
26.08.1926		09-12	na	1	WA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
17.05.1927		15-18	na	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e	T	2		-
21.05.1927		15-18	na	1	TRM	0	1	0	0	-	999	-		-				-
15.07.1927		12-15	WSW	4	NEZ	3	1	0	3	1	4	-		-				x
16.07.1927		15-18	WSW	2	HNA	3	2	0	3	1-2	999	-		-				x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
27.07.1927		15-18	WSW	4	WW	4	4	1	1	1	5	0		-				x
07.09.1927		18-21	na	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
29.04.1928		15-18	SSE	5	HFA	3	3	5	3	0	999	1-2		-			x	x
16.06.1928		00-03	W	1	TRM	0	1	0	0	-	2	-		-				x
18.06.1928		12-15	SW	1	WZ	0	1	0	0	-	999	-		-				-
03.07.1928	a	18-21	S-W	3	BM	0	0	1	1	-	-	0-1		-	T	1		x
03.07.1928	b	21-24	S-W	1	BM	0	0	0	1	-	-	-		-				x
04.07.1928	a	03-06	S-W	3	WZ	0	9	1	3	-	999	0		-				x
06.07.1928		12-15	S-W	5	WZ	0	0	5	0	-	-	1		-				x
27.07.1928		18-21	W	5	TRM	0	3	5	3	-	999	1		-			x	x
04.08.1928	b	18-21	SW	3	NA	3	0	0	3	0-1	-	-		-				-
29.04.1929		18-21	W	2	TM	0	0	2	1	-	-	1-2		-			x	x
23.05.1929		12-15	SW	3	SA	1	1	0	1	1	3	-		-				x
29.05.1929		15-18	na	1	HNA	1	0	0	1	0-1	-	-		-				-
20.06.1929		18-21	na	1	NWA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
01.07.1929	a	15-18	SW	1	TRW	0	1	0	0	-	999	-		-				-
01.07.1929	b	18-21	SW	1	TRW	0	0	0	1	-	-	-		e				-
18.07.1929		03-06	SW	4	HM	3	1	0	3	0-1	999	-		-	k			x
20.07.1929	a	09-12	S-W	2	HM	1	1	2	1	0	4	1		-	k		x	x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
20.07.1929	b	12-15	S-W	3	HM	0	0	0	3	-	-	-		+			x	-
22.07.1929		15-18	SW	3	WA	3	0	3	1	999	-	0-1		-				x
23.07.1929		18-21	na	1	WA	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
18.08.1929		12-15	SW	3	BM	0	0	1	1	-	-	0		-				x
14.09.1929		12-15	na	1	BM	1	0	0	0	0	-	-		-				-
27.04.1930		na	na	1	HNFZ	0	1	0	1	-	1	-		-				-
04.05.1930		15-18	W	2	NA	2	2	0	0	1-2	999	-		-				x
11.05.1930		15-18	W	2	WZ	0	2	0	0	-	999	-		-				x
18.05.1930		15-18	SW	2	WA	1	0	2	1	0	-	1		-				x
03.06.1930		12-15	E	1	NEZ	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
13.06.1930		15-18	SE	3	HFA	3	3	1	3	1	4	0-1		-			x	x
24.06.1930		15-18	S-W	1	WS	1	0	1	1	0-1	-	1-2		-				x
03.07.1930		15-18	SSW	3	TRW	1	0	0	3	0	-	-		-	k		x	-
05.07.1930		na	na	1	U	1	0	0	1	0-1	-	-		-			x	-
06.07.1930		15-18	S-W	1	NWA	0	1	0	0	-	4	-		-				x
11.07.1930		15-18	na	1	NZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
02.08.1930		15-18	S	2	WS	2	0	3	2	0-1	-	1		+				x
08.08.1930		15-18	W	3	WZ	1	1	0	3	0-1	4	-		-	T	1	x	x
14.08.1930		15-18	W	5	NWZ	1	1	5	3	0	999	0-1		-			x	x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
06.05.1931		21-24	S-W	3	WZ	3	0	0	3	0-1	-	-		-				-
07.05.1931		12-15	S	4	WZ	4	0	0	0	2-3	-	-		-	k			-
15.05.1931		21-24	SW	4	WS	2	1	1	3	1	999	0-1		-				x
28.05.1931	a	15-18	S-W	3	WS	0	1	0	1	-	4	-		-	k			x
30.05.1931	a	06-09	S-W	3	WS	0	0	0	3	-	-	-		-				-
30.05.1931	b	09-12	S-W	1	WS	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
09.06.1931		15-18	WNW	4	WZ	0	0	4	3	-	-	1-2	Tr	-	k		x	x
17.06.1931		21-24	S-W	3	WZ	0	1	1	0	-	4	0		-				x
24.06.1931		12-15	WNW	1	BM	1	1	0	0	1	1	-		-				-
06.07.1931		03-06	S-W	1	TM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
13.07.1931		na	S-W	1	WZ	0	1	1	0	-	999	0-1		-				x
19.07.1931		15-18	WSW	2	TRM	2	0	2	1	0-1	-	1		-				x
25.07.1931		15-18	SW	5	TB	3	4	4	3	0-1	4	0-1		+	Tk	1	x	x
03.08.1931		15-18	N-E	3	NEA	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
05.08.1931		21-24	S-W	3	NZ	3	0	0	3	1	-	-		-			x	x
16.08.1931	a	12-15	SW	3	WS	1	0	1	3	0	-	0		-			x	-
19.08.1931		21-24	WSW	4	WZ	1	1	4	0	0-1	999	1		-				x
25.08.1931	a	12-15	SW	1	WS	0	0	1	0	-	-	1	Tr	-				x
25.08.1931	b	15-18	SW	4	WS	4	0	3	3	1	-	1		-			x	x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
25.08.1931	c	18-21	SW	1	WS	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
31.08.1931		18-21	S	1	HNA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
28.06.1932		12-15	S-W	3	WZ	3	0	0	0	1	-	-		-				x
12.07.1932		15-18	na	1	BM	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
21.08.1932		18-21	WSW	2	U	1	2	0	0	999	4	-		-				x
22.08.1932		00-03	WSW	3	HB	0	0	0	3	-	-	-		+			x	x
28.08.1932		15-18	SW	1	BM	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
10.09.1932		18-21	S-W	3	TRM	1	0	0	1	0-1	-	-		-				-
04.05.1933		15-18	E	1	SEA	1	1	0	0	1	999	-		-				x
13.06.1933		15-18	ENE	3	NEZ	0	0	0	3	-	-	-		-				-
23.06.1933	b	18-21	S-W	1	NWZ	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
26.06.1933		00-03	W-N	1	NZ	1	0	0	0	1	-	-		-				x
06.07.1933		18-21	ENE	1	HFA	0	0	1	0	-	-	0		-				-
09.07.1933		09-12	S-W	1	HFA	1	0	1	0	0-1	-	0		-				-
17.07.1933		12-15	na	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
21.07.1933	a	12-15	S-W	1	HM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
21.07.1933	b	18-21	S-W	3	HM	1	1	0	3	1-2	999	-		-				x
12.08.1933		00-03	WNW	4	HM	3	4	2	3	0-1	5	1		+			x	x
01.05.1934	b	21-24	na	3	TM	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
07.05.1934		12-15	S-W	1	WW	1	1	0	0	1	999	-		-				x
13.05.1934		na	na	1	BM	0	0	0	1	-	-	-		e				-
02.06.1934		12-15	E	1	HNA	1	0	0	0	1	-	-		-				x
19.06.1934		18-21	S-W	3	WS	0	0	0	3	-	-	-		-				-
25.06.1934		12-15	na	1	SEA	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
28.06.1934		18-21	E-S	1	NWA	1	0	0	0	0	-	-		-				-
29.06.1934		15-18	E	2	NWA	2	0	0	3	1	-	-		-	Tk	1	x	x
13.07.1934	a	00-03	SW	3	WZ	0	0	0	3	-	-	-		-				-
14.07.1934		09-12	SW	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
21.07.1934		00-03	S-W	3	TM	0	1	0	1	-	999	-		-				-
22.07.1934		12-15	S-W	3	TM	1	1	0	3	0-1	3	-		-			x	x
08.08.1934		15-18	E-S	1	WS	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
10.09.1934		00-03	S-W	1	NEA	1	0	0	1	0-1	-	-		-				-
16.09.1934		15-18	W	1	SA	1	0	0	0	2	-	-		-				x
24.04.1935		12-15	E	3	HNFZ	1	1	0	0	0-1	2	-		-				x
26.05.1935	a	03-06	E-S	1	HNFA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
26.05.1935	b	12-15	E-S	1	HNFA	1	0	0	0	0	-	-		-				-
28.05.1935		15-18	ENE	2	HNA	3	2	0	3	0-1	4	-		-				x
05.06.1935		15-18	SW	1	WS	0	0	1	0	-	-	0-1	Tr	-				x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
15.06.1935		00-03	W	3	WZ	1	1	0	1	0-1	4	-		-				x
24.06.1935		12-15	SE	4	NEA	1	3	0	3	2	4	-		-				x
27.06.1935	a	00-03	SE	3	HM	1	0	3	0	0	-	0-1		-				x
27.06.1935	b	21-24	E-S	3	HM	3	0	0	3	0-1	-	-		-				-
28.06.1935	b	06-09	E-S	1	HM	1	0	0	0	0	-	-		-				-
01.07.1935		21-24	WSW	2	HM	0	0	2	0	-	-	0-1		-				x
09.08.1935		15-18	S-W	3	WA	1	0	1	1	0	-	1		-			x	x
27.04.1936		21-24	W-N	3	NEA	3	0	0	0	0-1	-	-		-				-
07.05.1936		12-15	SE	1	NEZ	1	0	0	1	0	-	-		-				-
10.05.1936		12-15	E	3	NEZ	3	0	0	3	1	-	-		-				x
04.06.1936		15-18	N-E	4	NZ	1	1	0	3	0	2	-		-	T	1		-
05.06.1936		12-15	N-E	1	NZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
06.06.1936		12-15	NE	1	NWA	1	1	0	0	0-1	999	-		-				x
14.06.1936		12-15	SW	3	HM	3	0	0	0	1-2	-	-		-				x
23.06.1936		12-15	ESE	4	HNA	4	3	0	3	1-2	5	-		+	T	1	x	x
29.06.1936	a	15-18	SW	4	WZ	4	4	2	3	0-1	4	0-1		+	T	1	x	x
29.06.1936	b	18-21	S	1	WZ	0	0	1	0	-	-	0-1		-				x
07.07.1936		18-21	SW	2	HM	3	0	3	3	0-1	-	0-1		+			x	x
15.07.1936		15-18	S-W	3	SWZ	0	0	3	0	-	-	999		-				x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
29.07.1936		12-15	W	1	NWA	0	0	0	1	-	-	-		e	T	3		-
04.08.1936		15-18	WSW	3	WZ	1	1	0	1	-	-	-		-				x
11.08.1936	b	15-18	S	4	WZ	1	1	0	3	1	999	-		-			x	x
18.08.1936		15-18	W	2	HM	2	1	2	1	1-2	3	0-1		-			x	x
21.08.1936		21-24	SW	1	WA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
04.09.1936		03-06	SW	2	WZ	0	0	1	3	-	-	1		+			x	x
17.05.1937		12-15	W	1	NEZ	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
18.05.1937	b	18-21	W	1	NEZ	1	0	0	0	1-2	-	-		-				x
11.06.1937		12-15	NW	2	HM	0	1	2	0	-	4	0-1		-				x
14.06.1937		03-06	SW	3	HM	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
28.06.1937	a	15-18	SW	3	WZ	0	0	0	3	-	-	-		-				-
28.06.1937	b	18-21	SW	3	WZ	1	0	0	3	0-1	-	-		-			x	-
10.07.1937		12-15	W	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
15.07.1937		18-21	SW	3	WZ	3	0	0	3	0-1	-	-		-				-
24.07.1937	a	12-15	WSW	3	TRM	0	1	0	1	-	999	-		-				-
28.07.1937		15-18	S-W	3	HNA	0	3	0	1	-	2	-		-	k			x
15.05.1938		18-21	S	1	WZ	0	0	1	0	-	-	0-1		-				x
30.05.1938	a	12-15	SW	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
08.07.1938		15-18	SW	4	TRW	1	4	2	3	0	5	0-1		-				x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
12.07.1938		18-21	S-W	1	WZ	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
03.08.1938		15-18	SE	3	HFA	0	0	0	3	-	-	-		-	T	1		-
05.08.1938		18-21	SSE	2	HFA	1	2	2	0	0	4	1		-				x
06.08.1938	a	12-15	E	3	HFA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
07.08.1938	b	21-24	SE	3	HFA	0	0	0	3	-	-	-		-				-
09.08.1938		15-18	E-S	1	HFA	1	1	1	1	0-1	999	-		-				x
10.08.1938		15-18	N-E	2	HFA	0	2	0	3	-	999	-		-				x
11.08.1938		03-06	N-E	3	HFA	1	0	0	1	999	-	-		-				-
14.08.1938	a	12-15	W	3	NWZ	1	1	0	3	0-1	1	-		-			x	-
29.08.1938	a	15-18	SW	4	TM	0	0	0	3	-	-	-		-	k			-
29.08.1938	b	18-21	SW	2	TM	2	0	0	0	1-2	-	-		-				x
12.04.1939		15-18	SW	3	SA	0	0	0	3	-	-	-		-	k			-
15.07.1939		15-18	E-S	1	TB	0	0	0	1	-	-	-		e				-
24.07.1939		18-21	SW	1	NWZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
02.08.1939		na	na	1	NEZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
03.08.1939		15-18	SW	2	NEZ	1	2	1	0	0	4	0-1		-				x
05.08.1939		21-24	SE	2	NEZ	3	0	0	1	1	-	-		-				x
19.08.1939		12-15	N-E	1	BM	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
27.05.1940		15-18	WSW	1	SEA	0	1	0	0	-	2	-		-				x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
26.06.1940		18-21	S-W	1	TRM	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
27.06.1940	b	12-15	WSW	1	NEA	0	1	0	0	-	1	-		-				-
27.07.1940		18-21	W	1	WZ	0	1	0	0	-	2	-		-				x
04.05.1951		15-18	E-S	1	HNFZ	1	1	0	0	1	4	-		-				x
26.05.1951	b	18-21	S	5	HNZ	3	0	3	3	1	-	2		+			x	x
28.05.1951		15-18	SW	3	HNZ	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
03.06.1951		15-18	NW	1	HNZ	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
06.06.1951		15-18	NE	1	HNZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
23.07.1951		15-18	SW	1	TRM	0	1	0	0	-	999	-		-				-
12.08.1951		na	na	1	TRM	1	0	0	0	999	-	-		-				-
02.07.1952		21-24	SW	2	BM	0	0	2	3	-	-	1		+			x	x
08.07.1952		18-21	SW	3	HFA	0	0	0	3	-	-	-		-	k		x	-
14.08.1952	b	21-24	SW	1	SWZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
07.09.1952		18-21	W	1	NZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
27.04.1953		21-24	SSW	1	TB	1	0	0	0	1	-	-		-				x
22.05.1953		12-15	E-S	1	TB	1	0	0	0	1-2	-	-		-				x
26.05.1953		12-15	W	1	HM	0	1	1	0	-	999	0		-				x
03.06.1953		15-18	S-W	1	TM	0	1	0	0	-	2	-		-				-
04.06.1953		12-15	SW	1	TM	0	0	0	1	-	-	-		e				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
09.06.1953		15-18	E-S	1	NEZ	1	0	0	1	1-2	-	-		-			x	x
10.06.1953		12-15	E-S	2	NEZ	2	0	0	3	2-3	-	-		-	k			x
23.06.1953		15-18	W	1	HFZ	1	9	0	0	1	999	-		-				x
24.06.1953		12-15	WSW	3	HFZ	3	0	0	1	1	-	-		-				x
25.06.1953		15-18	S	2	HFZ	1	0	0	9	1	-	-		-				x
01.07.1953		12-15	SE	2	HB	3	3	1	3	2	5	0		+			x	x
02.07.1953		18-21	E	2	HB	2	0	0	1	1-2	-	-		-				x
03.07.1953		15-18	SE	2	HB	1	0	1	0	999	-	0-1		-				x
04.07.1953		12-15	SE	3	HB	1	0	0	1	1-2	-	-		-			x	x
29.05.1954		15-18	E-S	1	HNZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
21.06.1954	a	18-21	SW	1	BM	0	1	1	0	-	4	1		-				x
21.06.1954	b	21-24	SW	3	BM	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
27.06.1954		18-21	W	1	NZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
04.08.1954	a	15-18	E-S	1	SWA	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
04.08.1954	b	18-21	SW	2	SWA	1	1	0	1	1	4	-		-				x
10.08.1954		00-03	WSW	1	WZ	1	0	0	0	1	-	-		-				-
28.08.1954		15-18	S-W	3	BM	3	0	0	0	0-1	-	-		-				-
03.09.1954		03-06	SW	3	SWA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
08.09.1954		03-06	S-W	1	WW	0	0	0	1	-	-	-		e				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
25.06.1955		15-18	W-N	3	BM	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
04.07.1955		09-12	SW	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e	k			-
10.07.1955		15-18	E	1	HFA	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
11.07.1955		15-18	E	3	HFA	1	0	0	1	1	-	-		-	T	1		x
12.07.1955		15-18	N-E	3	HFA	1	0	0	1	0-1	-	-		-				-
13.07.1955		12-15	N-E	3	HFA	3	1	0	0	1	999	-		-				x
14.07.1955		15-18	N-E	3	BM	0	0	0	3	-	-	-		+	k		x	x
18.07.1955		18-21	WSW	5	BM	3	3	5	3	1	999	0-1		-			x	x
22.07.1955		18-21	E	2	NWA	2	0	0	1	1-2	-	-		-				x
01.08.1955		15-18	W-N	2	BM	2	2	0	0	2	999	-		-				x
02.08.1955		18-21	N-E	2	BM	2	0	0	0	2-3	-	-		-				x
12.08.1955	b	15-18	E-S	3	NEA	0	0	0	3	-	-	-		-	T	1	x	-
28.08.1955		15-18	S-W	1	BM	1	1	0	1	0-1	2	-		-				-
31.05.1956		21-24	S-W	3	BM	1	0	0	1	1	-	-		-				x
07.06.1956		12-15	SW	3	SWZ	0	0	3	0	-	-	0		-				-
02.07.1956		21-24	S-W	4	TB	4	0	0	3	2	-	-		-			x	x
10.07.1956	a	00-03	na	1	NEZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
10.07.1956	b	15-18	S	1	NEZ	1	0	0	0	1	-	-		-				x
16.07.1956		15-18	S-W	1	HNFZ	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
19.07.1956		21-24	N-E	1	HNFZ	1	0	0	0	1-2	-	-		-				x
02.04.1957		15-18	N-E	1	HFZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
18.06.1957		18-21	S-W	3	HNA	0	0	0	3	-	-	-		-	T	1	x	-
19.06.1957	b	15-18	SW	3	HNA	1	1	3	3	0-1	999	1		-			x	x
08.07.1957	b	15-18	SW	3	WA	0	3	0	0	-	4	-		-				x
21.09.1957		18-21	S-W	3	HNFZ	0	0	0	3	-	-	-		+	T	1	x	-
17.10.1957		00-03	W	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
06.05.1958		15-18	S-W	3	SWZ	1	0	0	1	0	-	-		-			x	-
08.05.1958		18-21	S-W	1	SWZ	1	0	0	0	1	-	-		-				x
01.07.1958		21-24	S	1	HFA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
02.07.1958	a	00-03	S-W	3	HNZ	3	0	0	1	1	-	-		-				x
04.07.1958		15-18	S-W	3	HNZ	3	0	0	1	1	-	-		-			x	x
12.07.1958		15-18	SW	1	SWA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
20.07.1958		12-15	S-W	3	HM	1	0	3	0	0	-	0-1		-				x
01.08.1958		18-21	WSW	5	WA	3	0	5	1	0-1	-	2-3		-			x	x
11.08.1958	a	15-18	SE	3	HM	1	0	1	1	1	-	0		-				x
11.08.1958	b	18-21	SE	3	HM	1	1	0	3	0-1	4	-		-	k		x	x
16.08.1958		09-12	W	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
19.08.1958	a	00-03	SW	1	TRW	0	1	0	0	-	1	-		-				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
19.08.1958	b	03-06	SW	3	TRW	1	0	1	1	0-1	-	0		-				x
19.08.1958	c	15-18	SW	3	TRW	0	0	1	1	-	-	999		-				x
25.08.1958		15-18	SW	1	WZ	0	1	0	0	-	999	-		-				-
17.04.1959		12-15	S-W	1	NA	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
17.05.1959		15-18	E-S	1	HNA	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
18.05.1959		12-15	E-S	3	HNA	0	0	0	3	-	-	-		-	T	2	x	-
07.06.1959	a	09-12	S-W	1	SA	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
07.06.1959	b	15-18	S-W	3	SA	1	1	0	3	0-1	999	-		-	k		x	x
21.06.1959		21-24	S	1	HFA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
22.06.1959		15-18	SE	3	HFA	1	0	0	1	1	-	-		-				x
29.06.1959		15-18	S-W	1	TRM	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
25.07.1959	a	12-15	N-E	1	NEA	0	1	0	1	-	3	-		-				x
25.07.1959	b	15-18	N-E	3	NEA	3	3	0	3	1-2	3	-		+			x	x
26.07.1959	b	18-21	S-W	1	NEA	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
10.08.1959		18-21	SW	3	HM	1	0	3	0	0	-	0-1		-				x
12.05.1960		21-24	SW	1	HNFA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
13.05.1960		15-18	SW	3	HNFA	3	0	0	0	1	-	-		-				x
14.05.1960		15-18	na	1	HNFA	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
15.05.1960		18-21	na	1	HNFA	1	0	0	0	0	-	-		-				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
17.05.1960		03-06	S-W	1	HNFA	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
05.06.1960		15-18	S	1	HM	0	1	0	0	-	999	-		-				-
13.06.1960		12-15	S-W	1	WZ	1	1	0	0	0	999	-		-				x
05.07.1960		15-18	W	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
22.07.1960		12-15	W-N	1	NWZ	1	9	0	0	0	999	-		-				-
30.07.1960		18-21	S-W	2	TB	3	0	2	0	0-1	-	1		-				x
31.07.1960		18-21	S-W	2	TB	3	0	1	0	1	-	999		-				x
09.08.1960	a	15-18	S-W	1	WZ	1	0	0	0	0	-	-		-				-
09.08.1960	b	18-21	S-W	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
15.08.1960		12-15	W-N	1	WZ	0	1	0	0	-	999	-		-				-
27.08.1960	b	06-09	SW	3	TB	3	0	3	3	0-1	-	0-1		-				x
01.06.1961		18-21	SW	3	TRW	1	0	0	3	0	-	-		+			x	-
02.06.1961		12-15	S-W	5	TRW	5	0	0	0	1	-	-		-				-
05.06.1961		12-15	E-S	4	NEZ	4	0	0	1	1-2	-	-		-	k			x
06.06.1961		12-15	E-S	3	NEZ	3	0	0	0	1	-	-		-				x
07.06.1961		12-15	S	3	WS	3	0	0	1	1-2	-	-		-			x	x
09.06.1961		na	na	1	WS	1	0	0	0	0	-	-		-				-
11.06.1961		21-24	W	1	WS	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
12.07.1961		18-21	WSW	1	TRW	0	0	1	0	-	-	0-1		-				x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
29.07.1961		12-15	W	3	WZ	0	0	0	3	-	-	-		-				-
02.08.1961		15-18	W	2	WZ	0	2	0	3	-	4	-		-	T	1		x
04.09.1961		03-06	SW	3	U	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
06.09.1961		18-21	S-W	1	TRW	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
25.04.1962		15-18	E	3	NEA	0	1	0	1	-	2	-		-			x	x
16.06.1962		na	na	1	SWA	0	0	0	1	-	-	-		e				-
19.06.1962		12-15	S-W	3	SWA	0	0	0	3	-	-	-		-	T	1	x	-
10.07.1962	a	00-03	S-W	1	HM	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
14.08.1962		18-21	W	4	SWA	0	0	2	1	-	-	1		-				x
06.06.1963		na	E-S	1	SEA	0	0	0	1	-	-	-		e	k			-
07.06.1963	a	12-15	ESE	3	SEA	0	1	0	3	-	999	-		-			x	-
07.06.1963	b	15-18	ESE	3	SEA	1	0	0	3	0-1	-	-		+	T	2	x	-
09.06.1963		12-15	SE	3	HNA	1	0	0	3	1	-	-		-				x
10.06.1963	a	09-12	E	1	HNA	1	0	0	1	1	-	-		-				x
10.06.1963	b	15-18	E	3	HNA	0	1	0	1	-	999	-		-	Tk	1		-
11.06.1963		18-21	E	1	NZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
22.06.1963		15-18	W-N	1	WZ	0	0	1	0	-	-	1		-				x
01.07.1963		18-21	S-W	3	HNA	0	0	0	3	-	-	-		-	k			-
05.07.1963		15-18	na	3	HNA	3	0	0	0	0-1	-	-		-				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
23.07.1963		15-18	S-W	3	HM	1	0	0	1	1-2	-	-		+				x
31.07.1963		06-09	S-W	3	HFA	1	1	0	1	1	999	-		-	k			x
07.08.1963	a	12-15	S-W	1	TRW	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
07.08.1963	b	15-18	S-W	3	TRW	3	0	0	0	1	-	-		-				x
08.08.1963		00-03	S-W	1	NWZ	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
15.08.1963	b	15-18	na	1	NWZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
13.05.1964		18-21	na	1	SWA	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
27.05.1964	a	12-15	E-S	3	HNFZ	3	0	0	0	1	-	-		-				x
27.05.1964	b	18-21	E-S	1	HNFZ	1	0	0	1	0-1	-	-		-				-
28.05.1964		18-21	E-S	1	HNFZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
01.06.1964		18-21	S-W	2	HNZ	1	1	0	1	1	999	-		-	k			x
07.06.1964		15-18	S-W	3	SWA	0	0	3	3	-	-	0-1		+			x	x
27.06.1964		15-18	na	1	BM	1	0	1	1	0-1	-	0-1		-				x
14.07.1964		06-09	na	3	HFA	0	0	0	3	-	-	-		-			x	-
19.07.1964		15-18	S-W	1	HM	0	1	0	0	-	999	-		-				-
21.07.1964		15-18	WSW	3	HM	1	0	3	0	0	-	1		-				x
17.08.1964		21-24	S-W	3	TB	0	0	3	0	-	-	0-1		-				x
05.05.1965		15-18	W	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
08.06.1965		na	na	3	HNFZ	3	0	0	0	1-2	-	-		-				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
16.06.1965		15-18	SW	1	WZ	0	0	1	0	-	-	999		-				-
17.06.1965		00-03	S-W	3	WZ	0	0	3	0	-	-	0-1		-				x
26.06.1965		03-06	S-W	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
30.06.1965		21-24	W	2	NWA	0	0	2	0	-	-	1		-				x
13.07.1965		15-18	SW	2	WZ	3	1	2	1	1	999	1-2		-			x	x
15.07.1965	b	21-24	SW	3	NEZ	3	0	0	0	1	-	-		-				x
19.07.1965		na	na	1	HFA	1	0	0	0	1	-	-		-				-
21.07.1965		00-03	na	1	HFA	1	0	0	0	1	-	-		-				-
31.07.1965		06-09	S-W	3	WS	3	0	0	0	1-2	-	-		-				-
03.09.1965		00-03	SW	1	TRW	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
27.04.1966		15-18	SW	1	HM	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
04.05.1966		15-18	W	1	WZ	1	0	0	0	0	-	-		-				-
05.06.1966		na	na	1	WA	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
14.06.1966	a	09-12	SE	1	HFZ	1	0	0	1	1	-	-		-			x	x
14.06.1966	b	12-15	SE	4	HFZ	4	0	1	0	1	-	0-1		-				x
15.06.1966		15-18	na	1	HFZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
17.06.1966		15-18	W	3	HFZ	3	0	0	3	0-1	-	-		-	k		x	-
18.06.1966		15-18	SW	3	WW	3	0	2	3	1	-	1		+			x	x
04.07.1966		15-18	SW	2	U	0	0	2	1	-	-	2		-			x	x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
18.07.1966		21-24	na	1	NEZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
19.07.1966		15-18	S-W	2	NEZ	2	0	0	0	3	-	-		-				-
22.07.1966		06-09	na	2	NWZ	2	0	0	0	2-3	-	-		-				-
15.05.1967		12-15	SW	1	SWZ	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
18.06.1967		18-21	E-S	1	NEZ	1	0	0	0	1-2	-	-		-				x
23.06.1967	a	18-21	SW	1	WA	0	0	0	1	-	-	-		e	k			-
14.07.1967		18-21	S-W	3	HNFZ	0	0	3	0	-	-	0-1		-				x
28.07.1967		18-21	W	1	WA	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
01.08.1967		00-03	S-W	3	TRW	1	0	0	3	1	-	-		+			x	x
02.08.1967		15-18	SW	5	TRW	0	0	5	0	-	-	1		-				x
23.08.1967		21-24	SW	3	HM	3	0	0	3	1	-	-		-				x
24.08.1967		00-03	SW	1	BM	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
21.09.1967		15-18	S-W	1	SWZ	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
06.05.1968		09-12	SW	1	TRW	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
15.06.1968		12-15	SE	4	SEZ	4	4	1	3	2	4	0-1		-				x
11.07.1968		15-18	WSW	1	NWZ	0	0	1	0	-	-	0-1		-				x
02.08.1968		12-15	E-S	3	NEZ	3	0	0	0	1	-	-		-				x
10.08.1968		na	na	1	TM	9	9	9	9	999	999	999		-				x
13.08.1968		21-24	na	3	WS	3	0	0	0	0-1	-	-		-				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
30.08.1968		12-15	na	3	TM	3	0	0	0	0-1	-	-		-				-
01.09.1968		na	na	1	TB	1	0	0	9	999	-	-		-				x
07.09.1968		na	na	1	HFZ	1	9	9	9	999	999	999		-				-
11.09.1968		18-21	SW	1	U	1	0	1	0	1	-	0-1		-				x
13.06.1969		18-21	E-S	3	U	1	9	9	1	999	999	0		-			x	x
14.06.1969		15-18	S-W	1	TB	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
15.06.1969		15-18	S-W	1	TB	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
17.07.1969		12-15	WSW	3	WA	1	1	0	0	999	999	-		-				x
26.07.1969		21-24	E-S	3	HFZ	3	3	0	0	0-1	999	-		-				-
27.07.1969		15-18	E-S	1	HFZ	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
31.07.1969		15-18	E-S	3	HFZ	9	0	0	1	999	-	-		-				-
14.08.1969		18-21	W	3	HFZ	1	0	0	1	1	-	-		-				x
16.08.1969		06-09	na	1	HFZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
18.08.1969		15-18	W-N	1	NEZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
20.08.1969		15-18	W	1	NZ	1	0	1	0	0-1	-	0-1		-				-
29.08.1969		03-06	na	1	TRM	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
09.06.1970		15-18	E-S	3	HFA	3	0	1	3	1	-	0-1		-				x
10.06.1970		18-21	na	1	U	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
25.06.1970		15-18	WNW	1	WW	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
27.06.1970		15-18	S	2	WW	3	0	1	3	0-1	-	0-1		-				x
28.06.1970		12-15	SW	3	WW	3	0	1	0	0-1	-	0-1		-				x
08.07.1970		15-18	SW	3	WA	1	1	0	1	0-1	999	-		-				x
07.08.1970		15-18	S-W	2	SWZ	3	3	3	0	999	999	0-1		-				x
08.09.1970		09-12	SW	1	TB	0	0	0	1	-	-	-		e	T	1		-
02.10.1970		12-15	WNW	2	NWZ	0	0	2	0	-	-	1-2		-				x
06.04.1971		12-15	na	1	HFZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
13.05.1971		15-18	E	3	U	2	1	0	1	2	999	-		-			x	x
14.05.1971		15-18	E	3	U	2	1	0	1	2	2	-		-				x
15.05.1971		15-18	S-W	1	U	1	0	0	0	1	-	-		-				x
17.05.1971		18-21	S-W	1	TRW	1	0	0	0	0	-	-		-				-
18.05.1971		18-21	NE	1	TRW	1	1	0	0	1	2	-		-				x
02.06.1971		15-18	E	2	HFA	1	1	1	0	0-1	999	0-1		-				x
03.06.1971		15-18	E	1	HNZ	1	0	0	0	1	-	-		-				x
05.06.1971		12-15	E	1	HNZ	1	1	0	0	0-1	999	-		-				-
27.07.1971		na	na	1	SWZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
01.08.1971		21-24	SW	1	SWA	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
03.08.1971	a	12-15	SW	3	SWA	1	1	3	0	0-1	999	0-1		-				x
14.08.1971		18-21	W	2	WZ	0	0	2	1	-	-	1		-			x	x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
22.08.1971		15-18	W	1	HFZ	1	0	0	0	1	-	-		-				x
13.10.1971		na	na	1	HNZ	0	0	0	1	-	-	-		e	k			-
05.06.1972		18-21	E-S	1	SA	1	0	0	0	1	-	-		-				x
10.07.1972		03-06	S-W	3	WA	3	0	0	0	0-1	-	-		-				-
18.07.1972		15-18	E	1	HNFA	1	0	0	0	1	-	-		-				x
22.07.1972		15-18	E-S	2	HNFZ	2	9	0	3	1-2	999	-		-	Tk	1		x
24.07.1972		15-18	E-S	1	HNFZ	1	0	0	0	1	-	-		-				x
13.08.1972		18-21	SW	2	TRW	1	1	2	1	0	999	0-1		-			x	x
14.08.1972		21-24	WSW	5	TRW	3	0	5	3	0-1	-	1		+	k		x	x
15.08.1972		12-15	S-W	1	TRW	1	0	0	0	0	-	-		-				-
16.08.1972		03-06	S-W	2	TRM	2	0	0	0	0-1	-	-		-				-
05.05.1973		18-21	W	1	WZ	1	0	0	0	1	-	-		-				x
29.07.1973	a	12-15	SE	1	NZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
18.08.1973		18-21	W	3	HNA	1	0	0	3	0	-	-		-			x	-
29.04.1974		18-21	E-S	1	HNFZ	1	0	0	0	1	-	-		-				x
03.07.1974	a	15-18	SW	3	WZ	1	3	0	0	0-1	999	-		-				x
17.08.1974		21-24	S-W	1	TRW	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
09.09.1974		15-18	W	1	SWZ	0	0	1	0	-	-	0-1		-				x
15.04.1975		15-18	W	1	WZ	1	0	0	0	1	-	-		-				x

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
21.06.1975		18-21	E-S	1	NEZ	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
22.06.1975		12-15	SE	4	NEZ	4	1	0	1	2	999	-		-	T	1		x
24.06.1975		15-18	W-N	3	NEZ	3	0	0	0	1-2	-	-		-				x
14.07.1975		21-24	S-W	2	SWA	1	9	0	3	0-1	999	-		+			x	x
30.08.1975		15-18	na	3	BM	0	0	0	3	-	-	-		-	T	1	x	-
31.08.1975		15-18	E-S	2	BM	2	0	0	1	1	-	-		-			x	x
11.05.1976	b	09-12	SW	1	WZ	0	0	0	1	-	-	-		e				-
21.05.1976		06-09	S-W	1	TRW	0	0	0	1	-	-	-		e				-
17.07.1976		21-24	SW	1	BM	1	0	0	1	0-1	-	-		-				-
10.06.1977		15-18	WSW	3	TRW	1	0	3	0	0-1	-	0-1		-				x
18.06.1977	a	15-18	SW	1	HNFZ	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
18.06.1977	c	21-24	SW	3	HNFZ	3	1	1	0	1	2	0-1		-				x
13.07.1977		18-21	SW	1	NZ	1	0	0	0	999	-	-		-				x
07.08.1977	a	00-03	S-W	1	NEZ	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-
07.08.1977	b	18-21	S-W	3	NEZ	3	0	0	3	1	-	-		+			x	x
20.05.1978		15-18	E-S	1	HFZ	1	1	0	0	1-2	2	-		-				x
23.05.1978		na	na	3	TM	3	0	0	0	999	-	-		-				-
07.06.1978		15-18	SW	1	WZ	1	9	1	0	1	999	1		-				x
20.06.1978		12-15	na	1	BM	0	0	0	1	-	-	-		e			x	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
23.06.1978	a	12-15	S-W	1	TB	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-
20.05.1979		18-21	SW	3	TB	0	3	1	0	-	4	0		-				x
24.05.1979		na	WSW	1	TB	0	0	0	1	-	-	-		e	k			-
25.05.1979		09-12	SW	1	TB	0	0	1	0	-	-	0-1		-				x
05.06.1979	a	15-18	S-W	4	HNFA	4	0	0	3	1-2	-	-		-				x
05.06.1979	b	18-21	S-W	2	HNFA	2	0	0	0	1-2	-	-		-				x
29.07.1979		21-24	WNW	5	WZ	3	3	5	3	1	2	1		+			x	x
19.08.1979	a	15-18	E	1	HFZ	1	1	0	1	0-1	999	-		-			x	x
29.05.1980	b	15-18	S-W	3	TRW	3	0	0	0	0-1	-	-		-				-
05.07.1980		18-21	WSW	1	WZ	0	1	1	0	-	3	0-1		-				x
27.07.1980		15-18	SE	3	HNFA	1	1	0	3	0-1	999	-		-	k		x	-
16.08.1980		15-18	N-E	3	HFZ	1	0	0	1	0-1	-	-		-			x	-
18.08.1980		21-24	S	1	HFZ	1	0	0	0	0-1	-	-		-				-

Legende

Starkregenschadensintensität (nach Schadensausmaß)

Kategorie

0	0-1	1	1-2	2	2-3	3	999
							
gering	gering bis mäßig	mäßig	mäßig bis stark	stark	stark bis extrem stark	extrem stark	nicht bestimmbar
							

Starkregenschadensschwerpunkte

Hagelschadensintensität (nach Hagelkorngröße)

Kategorie

1	2	3	4	5	6	999
						
erbsen-groß	hasel-nussgroß	walnuss-groß	tauben-eigroß	hühner-eigroß	extrem groß	nicht bestimmbar
						

Hagelschadensschwerpunkte

Sturmschadensintensität (nach Schadensausmaß)

Kategorie

0	0-1	1	1-2	2	2-3	3	999
							
gering	gering bis mäßig	mäßig	mäßig bis stark	stark	stark bis sehr stark	sehr stark bis katastrophal	nicht bestimmbar
							

Sturmschadensschwerpunkte

Weitere Symbole

Sturm



Trombe



nicht-signifikant

Blitzschäden



Person erschlagen



Vieh erschlagen



Brand



Schwerpunkt der Blitzschadensintensität