

# **Verkehrsmonitoring mit Hilfe von Radarfernerkundung**

Dissertation  
zur Erlangung des Grades  
„Doktor der Naturwissenschaften“

am Fachbereich Geowissenschaften  
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Andrea Holz  
geboren in Frankfurt/M.

Mainz, den 28.01.2005

Tag der mündlichen Prüfung: 27.06.2005

**Versicherung**  
für das Gesuch um Zulassung zur Promotion  
im Fachbereich 22 (Geowissenschaften)

Hiermit versichere ich, Andrea Holz, geb. 05.06.1966 in Frankfurt am Main, gemäß § 11 (3) d der Promotionsordnung vom 30. April 1990, daß ich die hier als Dissertation vorgelegte Arbeit selbst angefertigt und alle benutzten Hilfsmittel in der Arbeit angegeben habe.

Die vorliegende Arbeit habe ich zu keiner Zeit als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht, auch keine Teile der Arbeit. Sie wurde auch nicht bei einer anderen Fakultät oder einem anderen Fachbereich als Dissertation eingereicht.

Mainz, den 28.01.2005



## **Zusammenfassung**

Für die Zukunft wird eine Zunahme an Verkehr prognostiziert, gleichzeitig herrscht ein Mangel an Raum und finanziellen Mitteln, um weitere Straßen zu bauen. Daher müssen die vorhandenen Kapazitäten durch eine bessere Verkehrssteuerung sinnvoller genutzt werden, z.B. durch Verkehrsleitsysteme. Dafür werden räumlich aufgelöste, d.h. den Verkehr in seiner flächenhaften Verteilung wiedergebende Daten benötigt, die jedoch fehlen. Bisher konnten Verkehrsdaten nur dort erhoben werden, wo sich örtlich feste Meßeinrichtungen befinden, jedoch können damit die fehlenden Daten nicht erhoben werden. Mit Fernerkundungssystemen ergibt sich die Möglichkeit, diese Daten flächendeckend mit einem Blick von oben zu erfassen.

Nach jahrzehntelangen Erfahrungen mit Fernerkundungsmethoden zur Erfassung und Untersuchung der verschiedensten Phänomene auf der Erdoberfläche wird nun diese Methodik im Rahmen eines Pilotprojektes auf den Themenbereich Verkehr angewendet. Seit Ende der 1990er Jahre wurde mit flugzeuggetragenen optischen und Infrarot-Aufnahmesystemen Verkehr beobachtet. Doch bei schlechten Wetterbedingungen und insbesondere bei Bewölkung, sind keine brauchbaren Aufnahmen möglich. Mit einem abbildenden Radarverfahren werden Daten unabhängig von Wetter- und Tageslichtbedingungen oder Bewölkung erhoben.

Im Rahmen dieser Arbeit wird untersucht, inwieweit mit Hilfe von flugzeuggetragenem synthetischem Apertur Radar (SAR) Verkehrsdaten aufgenommen, verarbeitet und sinnvoll angewendet werden können. Nicht nur wird die neue Technik der Along-Track Interferometrie (ATI) und die Prozessierung und Verarbeitung der aufgenommenen Verkehrsdaten ausführlich dargelegt, es wird darüberhinaus ein mit dieser Methodik erstellter Datensatz mit einer Verkehrssimulation verglichen und bewertet. Abschließend wird ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen der Radarfernerkundung zur Verkehrsdatenerfassung gegeben.

## **Abstract**

All predictions show an increase in traffic during the next years but, at the same time, space and budget do not allow for the construction of additional roads. It is therefore necessary to make better use of the existing capacities and increase efficiency by improvement of traffic planning and traffic control. This could be achieved through use of data which describes the spacial distribution of traffic at a certain point in time. However, this type of data is currently not available, because so far data acquisition is only possible for selected areas by local detectors. Remote sensing systems are more independent and able to record area-wide data from a bird's eye view.

Remote sensing systems have been in use for decades now, in order to investigate a wide range of phenomena occurring on earth's surface. This experience has been adopted for traffic monitoring. Since the late 1990's airborne optical and thermal infrared sensor systems have been used for traffic monitoring, but these systems are highly dependent on weather and daylight conditions. Especially clouds prevent the recording of usable data. With radar remote sensing, data can be taken nearly independently from these weather conditions.

This survey investigates the possibility of recording traffic data by an airborne Synthetic Aperture Radar (SAR). Furthermore, it also covers the procedure of data processing, analysis

and presents practical applications. The new technique of Along Track Interferometry (ATI) and its data processing shall be described in detail. A data set, which has been produced with this method, is evaluated through comparison with a traffic simulation. Finally, an outlook on future developments in the field of traffic monitoring with radar remote sensing methods shall be given.

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	XIII
Verzeichnis verwendeter Symbole.....	XV
Verzeichnis verwendeter Akronyme.....	XIX
<b>Kapitel 1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Einführung in die Thematik.....	1
1.2 Methode und Zielsetzung.....	4
<b>Kapitel 2 SAR-Grundlagen.....</b>	<b>7</b>
2.1 Überblick über die Radarsysteme.....	7
2.2 Physikalische Grundlagen.....	8
2.2.1 Sensor- und aufnahmespezifische Parameter.....	9
2.2.1.1 Frequenz und Wellenlänge.....	9
2.2.1.2 Polarisierung.....	11
2.2.1.3 Aufnahmegeometrie.....	13
2.2.1.4 Systemauflösung.....	17
2.2.2 Objektspezifische Parameter.....	19
2.2.2.1 Oberflächenrauigkeit und Rückstreuung.....	20
2.2.2.2 Dielektrische Eigenschaft.....	21
2.2.2.3 Radargleichung und Rückstreuquerschnitt.....	21
2.2.3 Interferenz.....	21
2.3 Radardatenverarbeitung.....	22
2.3.1 Phase und Amplitude.....	24
2.3.2 SAR-Bildprozessierung.....	24
2.3.3 Multilook-Verfahren.....	25
<b>Kapitel 3 SAR-Interferometrie.....</b>	<b>27</b>
3.1 Prinzip der Along-Track-Interferometrie.....	29
3.2 Interferometrische Prozessierung.....	30
3.2.1 Kohärenz.....	30
3.2.2 Interferogrammerstellung.....	32
3.2.3 Auflösung der Phasenmehrdeutigkeiten (phase unwrapping).....	33

3.3 ATI-Phase.....	33
3.3.1 ATI-Antennen und Basislinien.....	33
3.3.2 ATI-Kanäle.....	35
3.3.3 Prozessierung der ATI-Phase.....	36
3.3.4 Postprozessierung der ATI-Phase.....	40
<b>Kapitel 4 Radarsystem und Datenaufnahme.....</b>	<b>43</b>
4.1 Das AeS-1 Radarsystem.....	43
4.1.1 Boden- und Flugsegment.....	44
4.1.2 Systemeigenschaften.....	46
4.2 Datenaufnahme.....	47
<b>Kapitel 5 Extraktion von Fahrzeuginformation.....</b>	<b>51</b>
5.1 Detektion von Fahrzeugen in ATI-Phasenbildern.....	51
5.1.1 Unterscheidung zwischen Objekt und Hintergrund.....	52
5.1.2 Untersuchung der detektierten bewegten Objekte.....	56
5.2 Geschwindigkeitsermittlung.....	61
5.2.1 Geschwindigkeitsermittlung mit Hilfe des Dopplerversatzes.....	63
5.2.2 Geschwindigkeitsermittlung mit Hilfe des Phasenwertes.....	64
5.2.3 Korrelation der Verfahren zur Geschwindigkeitsermittlung.....	65
5.3 Fahrtrichtungsbestimmung.....	65
5.4 Geokodierung.....	67
<b>Kapitel 6 Beschreibung des Untersuchungsgebiets.....</b>	<b>71</b>
6.1 Wirtschaftliche und verkehrsräumliche Struktur der Region München.....	71
6.1.1 Wirtschaftliche und administrative Struktur.....	71
6.1.2 Verkehrsräumliche Struktur.....	72
6.2 Verkehrsbelastung der Rosenheimer Straße.....	76
6.3 Voraussichtliche Verkehrsentwicklung.....	77
<b>Kapitel 7 Referenzdaten (Ground Truth).....</b>	<b>79</b>
7.1 Videoaufzeichnungen.....	79
7.2 Floating Car Daten.....	84
7.3 Sonstige Daten.....	88
<b>Kapitel 8 Verkehrssimulation.....</b>	<b>89</b>
8.1 Referenzdaten (Ground Truth).....	89
8.2 Verkehrsraum.....	90

8.3 Verkehrssimulation.....	94
8.3.1 Verkehrssimulationsmodelle.....	94
8.3.2 Durchgeführte Simulation.....	95
8.4 Ergebnisse.....	97
8.4.1 Vergleich aufgenommener und simulierter Floating Cars.....	97
8.4.2 Vergleich aufgenommener und simulierter Fahrzeuge.....	101
8.4.3 Räumlich-zeitliche Verteilung des Verkehrs.....	107
<b>Kapitel 9 Analyse der extrahierten Fahrzeuginformation.....</b>	<b>111</b>
9.1 Räumlich-zeitliche Verteilung der Anzahl der Fahrzeuge.....	111
9.2 Geschwindigkeitsverteilung.....	114
<b>Kapitel 10 Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>125</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>131</b>
<b>Anhang</b>	
Datenlisten der Floating Cars in der Rosenheimer Straße	
Datenlisten aller detektierten Fahrzeuge	
Karten der räumlich-zeitlichen Verteilung des Verkehrs	



## Abbildungsverzeichnis

Nr.	Erläuterung	Seite
2-1	Übersicht über die Mikrowellensysteme, die zur Fernerkundung eingesetzt werden (nach Damoiseaux, 2002).	8
2-2	Darstellung der Ausbreitung und Reflexion der Radarpulse, die von einem flugzeuggetragenen Radargerät ausgesendet und empfangen werden (nach Lillesand & Kiefer, 1994).	9
2-3	Elektromagnetisches Spektrum und atmosphärische Transmission, UV steht für Ultraviolett, IR für Infrarot (nach Henderson & Lewis, 1998, nach NASA, 1989).	10
2-4	Elektromagnetisches Spektrum. Die roten durchgezogenen Linien markieren den am häufigsten gebrauchten Bereich für die Mikrowellenfernerkundung (modifiziert nach Ulaby et al., 1981; Curlander & McDonough, 1991; Nüesch, 1999).	11
2-5	Momentaufnahme einer linear polarisierten elektromagnetischen Welle mit elektrischem Feld in Ebene E und magnetischem Feld in Ebene M (Hering et al., 1997).	12
2-6	Momentaufnahme einer zirkular polarisierten elektromagnetischen Welle (Hering et al., 1997).	12
2-7	Polarisationsellipse im Koordinatensystem, $\chi$ = Elliptizitätswinkel, $\psi$ = Orientierungswinkel, a und b sind die Halbachsen der Ellipse, V die vertikale, H die horizontale Ebene. Die elektromagnetische Welle bewegt sich auf den Betrachter zu (modifiziert nach Raney, 1998).	13
2-8	Das SAR-Aufnahmeprinzip. Die sich überlappenden Antennenbeleuchtungsflächen (Footprints) stammen von jeweils einem ausgesendeten Puls. Die hell- bis mittelgrauen, gestrichelt umrandeten Footprints stammen von Pulsen, die kurz vor der hier gezeigten Flugzeugposition ausgesendet wurden. Der dunkelgraue, mit durchgezogenem Strich umrandete Footprint bezieht sich auf die hier gezeigte Flugzeugposition (nach J. Moreira, 1992 und Voigt, 1997).	14
2-9	Linien gleicher Laufzeit (Iso-Range) und Linien gleicher Dopplerfrequenz (Iso-Doppler) einer SAR-Aufnahme, $f$ = Frequenz des Sendesignals, $f_e$ = Frequenz des Empfangssignals. Dieses Liniennetz ist für ein horizontales, ebenes Gelände gültig (aus Nüesch, 1999, nach Seifert & Zink, 1993).	15
2-10	Näherungsweise quadratischer Verlauf der Phase beim Vorbeiflug an einem Objekt. Die Phase nimmt bei Annäherung an ein Objekt ab und beim Weiterflug wieder zu.	16
2-11	Darstellung der synthetischen Apertur. $L$ = Länge der realen Apertur, $\Theta$ = Winkelauflösung eines einzelnen Antennenelements bzw. der realen Apertur, $L_{sa}$ = Länge der synthetischen Apertur (nach Hirsch, 2002).	17
2-12	Das SAR-Aufnahmeprinzip einer synthetischen Apertur auf einem Flugzeug. Die Winkelauflösung eines einzelnen Antennenelements ist $\Theta$ , $R_0$ bezeichnet die kleinste Entfernung zwischen Objekt und Radarsensor, $R$ ist eine Entfernung zwischen Objekt und Sensor, $\Theta_i$ ist der Einfallswinkel, $L_{sa_{max}}$ steht für die maximale Länge der synthetischen Apertur (nach J. Moreira, 1992).	18
2-13	Reflexionsverhalten von Radarpulsen im X-Band an Bäumen (Damoiseaux, 2002).	20
2-14	Reflexionsverhalten von Radarpulsen im P-Band an Bäumen (Damoiseaux, 2002).	20
2-15	zurückgestreutes Radarsignal, dargestellt als Vektor $c$ in der komplexen Ebene, $Re$ = reelle Achse, $Im$ = imaginäre Achse (nach Goodman, 1976).	22
2-16	Übersicht über die Radardatenprozessierung. Hellgrau hinterlegt sind die Verarbeitungsschritte der SAR-Bildprozessierung, mittelgrau der SAR-Interferometrie, dunkelgrau des Postprocessings; in eckiger Umrandung sind Prozesse, in runder Datenprodukte dargestellt.	23

2-17	Darstellung von Phase und Amplitude in der komplexen Ebene, Re = reelle Achse, Im = imaginäre Achse.	24
2-18	Nur in Range komprimierter Datensatz. Flugplatz Oberpfaffenhofen bei München.	25
2-19	In Range und Azimut komprimierter Datensatz. Flugplatz Oberpfaffenhofen bei München.	25
3-1	Das ATI-Antennen-System des AeS-1 ist auf einem Flugzeug (Rockwell Turbine Commander) in Flugrichtung hintereinander montiert.	27
3-2	Das XTI-Antennen-System des AeS-1 ist auf einem Flugzeug (Rockwell Turbine Commander) senkrecht zur Flugrichtung und in Blickrichtung montiert.	28
3-3	Aufnahmeprinzip der Along-Track-Interferometrie (ATI). R bezeichnet die Entfernung zwischen sich bewegendem Objekt und Sensor, $\Theta(t_0)$ und $\Theta(t_0+\tau)$ den Einfallswinkel zum jeweiligen Zeitpunkt. Weitere Erklärungen im Text.	29
3-4	ATI-Kohärenz eines Autobahnabschnitts (A92) in der Nähe des Münchener Flughafens vom 11.11.1999, 08:57 MEZ. Die Kohärenz ist zwischen 0 (=niedrige Kohärenz) in schwarz und 1 (=hohe Kohärenz) in weiß dargestellt.	31
3-5	ATI-Interferogramm eines Autobahnabschnitts nahe München (A92) vom 11.11.1999, 08:57 MEZ. Sich bewegende Objekte (Fahrzeuge) sind in einer deutlichen Phasenänderung, d.h. Phasenwert ungleich Null, zu sehen (schwarz oder weiß). Statische Objekte haben den Phasenwert Null und sind als homogene graue Fläche dargestellt.	32
3-6	ATI-Basislinien, deren Längen durch die verschiedenen Sende- und Empfangskombinationen der Master- und Slaveantenne bestimmt werden. Zur besseren Übersicht sind die verschiedenen möglichen Basislinien versetzt gezeichnet (nach Hirsch, 2002).	34
3-7	Skizze der Positionen der Antennen am Flugzeug. Die ungleiche Rangedistanz (y) der Antennen ist aus bautechnischen Gründen (links) und durch Flugbewegungen (rechts) verursacht. Dadurch, daß beide Antennen nicht exakt auf gleicher Rangedistanz positioniert sind, entsteht eine XTI-Komponente während der Aufnahme.	37
3-8	Skizze der Positionen der Antennen am Flugzeug. Die ungleiche vertikale Position (z) der Antennen ist durch bautechnische Gründen (oben) und durch Flugbewegungen (unten) verursacht. Dadurch, daß beide Antennen nicht exakt auf einer Höhe positioniert sind, entsteht eine XTI-Komponente während der Aufnahme.	38
3-9	Beispiel eines Phasenverlaufs in Rangerichtung (Spalten) eines Datensatzes, der mit nicht korrekten Parametern prozessiert wurde. Es tritt eine kontinuierliche Erhöhung der Phasenwerte auf (Rampe) und die Werte weichen von Null ab. Autobahnaufnahme vom 11.11.99, 08:57 MEZ.	39
3-10	Beispiel eines Phasenverlaufs in Rangerichtung (Spalten) mit korrekten Parametern. Autobahnaufnahme vom 11.11.99, 08:57 MEZ.	39
3-11	Beispiel eines Phasenverlaufs in Azimutrichtung (Zeilen) mit korrekten Parametern. Autobahnaufnahme vom 11.11.99, 08:57 MEZ.	39
3-12	Schematischer Querschnitt durch ein Flugzeug mit Radarsender und -empfänger, Hohlleiter und Antenne (nach Hirsch, 2002).	40
3-13	Schematischer Längsschnitt durch ein Flugzeug mit Radarsender und -empfänger, Hohlleiter und Antennen in der ATI-Konfiguration (nach Hirsch, 2002).	40
3-14	Ermittlung der korrekten Hohlleiterlänge. Nach Ermittlung der Hohlleiterdifferenz (rot) wird die Hohlleiterlänge rechnerisch um den Betrag $L_{HL}$ korrigiert (Hirsch, 2002).	41
3-15	Darstellung des Phasenverlaufs in Azimut, Azimutwellen und deren Korrektur. Die dicke Linie stellt den Phasenverlauf nach der Hohlleiterkorrektur mit leichten Wellen in Azimutrichtung dar. Die dünne Linie zeigt den Phasenverlauf nach Tiefpassfilterung und Überführung in die komplex konjugierte Form.	41
3-16	ATI-Phase mit Azimutwellen. Aufnahme der Rosenheimer Straße am 11.11.99 um 08:41 MEZ. Die Rosenheimer Straße ist grün markiert.	42
3-17	ATI-Phase ohne Azimutwellen. Dasselbe Aufnahme wie Abb. 3-16.	42
4-1	Blockdiagramm des AeS-1 Flug- und Bodensegments (Schwäbisch & J.Moreira, 1999).	44
4-2	AeS-1 Radarsensor eingebaut im Flugzeug.	45

4-3	Flugplanung für die Rosenheimer Straße (rot markiert), die mit dem 001 Track (grün) von Nordost nach Südwest beflogen wurde. Die Spitze der Markierungsfahne gibt die Flugrichtung an. Mit 099 ist der Kalibrierungstrack markiert. Gauß-Krüger-Koordinatensystem, Hauptmeridian 12°.	48
4-4	Der untersuchte Abschnitt der Rosenheimer Straße liegt zwischen den schwarzen Markierungspfeilen. Der Mittlere Ring (orange) umgibt weitläufig die Innenstadt, gilt als Bundesstraße und wird mit B2R bezeichnet (im vorliegenden Stadtplan mit 2R). Er nimmt den Verkehr von den Autobahnen auf, die am mittleren Ring enden bzw. beginnen. Die Rosenheimer Straße verbindet vom Abschnitt Chiemgau Straße/Innsbrucker Ring des Mittleren Rings im Südosten die Münchner Innenstadt im Nordwesten. Diese ist westlich der Isar, umgeben vom Altstadtring (orange), zu erkennen. Die Rosenheimer Straße stellt damit eine wichtige Verbindung vom Mittleren Ring ins Stadtzentrum dar (Ausschnitt aus München ADAC Maxiplan 1:25 000).	49
4-5	Flugplanung für den Autobahnabschnitt auf der A92 bei Neufahrn (rot markiert), der mit Track 002 (grün) von Nordwest nach Südost und mit Track 001 (grün) von Südost nach Nordwest beflogen wurde. Der Kalibrierungstrack ist mit 099 markiert. Die parallel verlaufenden Start- und Landebahnen des Münchner Flughafens sind zur Orientierung mit eingezeichnet. Gauß-Krüger-Koordinatensystem, Hauptmeridian 12°.	50
4-6	Ausschnitte aus den Topographischen Karten Nr. 7635 Haimhausen, 1995 (links) und Nr. 7636 Freising Süd, 1992 (rechts), Maßstab 1:25 000. Zwischen den Pfeilen liegt der aufgenommene Autobahnabschnitt der A92 in der Nähe des Münchner Flughafens. In der Karte rechts ist noch nicht die neue Trasse der S-Bahn zu sehen (siehe Abb. 7-2), die auf den Radaraufnahmen als Bogen zwischen der Bahntrasse und der Autobahn zu erkennen ist. Sie wurde als zweite S-Bahn-Verbindung vom Westen der Stadt an den am 17.05.1992 in Betrieb genommenen neuen Flughafen gebaut.	50
5-1	Diagramm eines beispielsweise 9 x 9 Pixel großen Ausschnitts eines beliebigen Datensatzes. Zur Unterscheidung zwischen Objekt und Hintergrund werden jeweils die Werte des inneren Bereichs (hellgrau) und des äußeren Bereichs (dunkelgrau) gemittelt. Der dazwischenliegende weiße Bereich (guard ring) wird nicht miteinbezogen (Oliver & Quegan, 1998).	53
5-2	Mögliche Verteilung von Objekt- und Hintergrundpixel von SAR-Daten ( $x$ ) und deren Häufigkeit bzw. Dichte ( $n$ ). Die Wahrscheinlichkeit der Detektion eines Objektes ( $P_d$ ) bzw. eines Falschalms ( $P_{fa}$ ) ist in Grautönen dargestellt, $t$ = Schwellwert (nach Galati & Crescimboni, 1993).	54
5-3	Extremfall der Verteilung von Objekt- und Hintergrundpixel von SAR-Daten. Die Dichtefunktion der Hintergrundpixel $P\langle B x \rangle$ und die der Objekte $P\langle T x \rangle$ überschneiden sich nicht.	54
5-4	Extremfall der Verteilung von Objekt- und Hintergrundpixel von SAR-Daten. Die Dichtefunktion der Hintergrundpixel $P\langle B x \rangle$ und die der Objekte $P\langle T x \rangle$ sind identisch.	55
5-5	Ablaufdiagramm der Detektion und Untersuchung von sich bewegenden Objekten. Wird ein Kriterium (blau) nicht erfüllt (nein), so wird das Objekt als kein Fahrzeug aussortiert. Wird das Kriterium erfüllt (ja), dann wird das Objekt weiter untersucht.	57
5-6	Ausschnitt aus dem Amplitudenbild der Autobahnaufnahme (11.11.99, 08:57 MEZ). Die sich bewegenden Objekte sind als weiße oder graue Punktwolken teilweise von der Fahrbahn versetzt abgebildet.	58
5-7	Ausschnitt aus dem ATI-Phasenbild einer Autobahnaufnahme (dasselbe Gebiet wie Abb. 5-6). Die als Fahrzeuge festgestellten Objekte sind mit einem roten Kreuz markiert.	58
5-8	Ausschnitt aus dem Kohärenzbild einer Autobahnaufnahme (dasselbe Gebiet wie Abb. 5-6 und 5-7).	58
5-9	Ausschnitt aus einem Amplitudenbild einer Aufnahme der Stadt. In der Bildmitte verläuft von links nach rechts die Rosenheimer Straße. An der großen Kreuzung in der rechten Bildhälfte quert die Anzinger Straße. Rechts unten ist als sehr hell umrissenes Vieleck die Volkssternwarte zu erkennen.	59

5-10	Ausschnitt aus einem ATI-Phasenbild einer Aufnahme der Stadt (dasselbe Gebiet wie Abb. 5-9). Die als Fahrzeuge festgestellten, sich bewegenden Objekte sind jeweils mit einem roten Kreuz und die Rosenheimer Straße mit einem grünen Strich markiert.	59
5-11	Ausschnitt aus der Autobahnaufnahme. Maskierung aller Objekte, die detektiert wurden. Bewegte Objekte sind weiß und der Hintergrund schwarz dargestellt. Dieser Ausschnitt zeigt dasselbe Gebiet wie Abb. 5-6, 5-7 und 5-8.	60
5-12	Ausschnitt aus der Autobahnaufnahme. Als Fahrzeuge festgestellte Objekte (weiß) nach Überprüfung anhand einer Reihe von Kriterien. Einige detektierte Objekte sind keine Fahrzeuge und wurden dem Hintergrund zugeordnet (vergleiche Abb. 5-11). Die beiden in der oberen Bildhälfte sehr eng beieinanderliegenden Fahrzeuge (Zweierobjekt) werden später getrennt bearbeitet.	60
5-13	Ausschnitt aus der Stadtaufnahme. Maskierung aller Objekte, die detektiert wurden. Bewegte Objekte sind weiß und der Hintergrund schwarz dargestellt. Dieser Ausschnitt zeigt dasselbe Gebiet wie Abb. 5-9 und 5-10.	61
5-14	Ausschnitt aus der Stadtaufnahme. Als Fahrzeuge festgestellte Objekte (weiß) nach Überprüfung anhand einer Reihe von Kriterien. Viele detektierte Objekte sind keine Fahrzeuge und wurden dem Hintergrund zugeordnet (vergleiche Abb. 5-13).	61
5-15	Ausschnitt aus einem Amplitudenbild der A92 bei München, 11.11.99, 08:57 MEZ in Slant Range-Geometrie. Nicht alle Fahrzeuge sind im Amplitudenbild abgebildet. Dieser Ausschnitt zeigt dasselbe Gebiet wie Abb. 5-16.	62
5-16	Ausschnitt aus Phasenbild der A92 bei München in Slant Range-Geometrie. Dopplerversatz und Phasenwert eines Fahrzeugs werden zur Geschwindigkeitsermittlung herangezogen.	62
5-17	Sublook 1 von 4.	66
5-18	Sublook 2 von 4.	66
5-19	Sublook 3 von 4.	66
5-20	Sublook 4 von 4.	66
5-21	Ausschnitt aus Sublook 1 von 4.	67
5-22	Ausschnitt aus Sublook 2 von 4.	67
5-23	Ausschnitt aus Sublook 3 von 4.	67
5-24	Ausschnitt aus Sublook 4 von 4.	67
5-25	SAR-Aufnahmegeometrie. Slant Range (=Schrägdistanz): die Abstände der Punkte im Bild entsprechen den Laufzeitdifferenzen der Radarsignale. Ground Range (=Grunddistanz): Erzeugung äquistanter Abstände im Bild, jedoch unter der Annahme einer horizontalen Landoberfläche. Dies entspricht einer Verschiebung der Punkte auf der Wellenfront der Pulse bis in die angenommene horizontale Ebene und anschließende orthogonale Projektion. True Range (=wahre Distanz): Erzeugung äquidistanter Abstände auf der Basis eines vorgegebenen digitalen Geländemodells. Das Ergebnis ist ein Radarbild in orthogonaler Projektion (modifiziert nach Buchroithner, 1989).	68
6-1	Darstellung der Region München (Planungsregion 14), die aus der Stadt und den umliegenden 8 Landkreisen besteht. Die Zahlen geben den Motorisierungsgrad in Pkw/1000 Einwohner im Jahre 1999 in den jeweiligen Landkreisen wieder (Kartengrundlage: Regionaler Planungsverband München, 2004; Zahlen zum Motorisierungsgrad: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, 1999).	71
6-2	Die 18 bayerischen Planungsregionen. Die Planungsregion 14 entspricht der Region München (Regionaler Planungsverband München, 2004).	72
6-3	Übersichtskarte des Hauptverkehrsstraßennetzes Münchens. Hervorgehoben sind die beiden innerstädtischen Ringstraßen Altstadttring (rot) und Mittlerer Ring (gelb), sowie der nicht geschlossene Autobahnring (blau). Die untersuchten Streckenabschnitte der Rosenheimer Straße und der A92 befinden sich jeweils zwischen zwei schwarzen Markierungspfeilen (S. Oberländer, infographik illustration kartographie, München).	73
6-4	Radial-, Radial-Ring- und Tangenten-Systeme städtischer Hauptverkehrsstraßen (Schnabel & Lohse, 1997b).	74

6-5	Schematisierte Verkehrsarten. Die Kreise stellen jeweils ein festgelegtes Gebiet, die Pfeile die Verkehrsrichtung dar, die Längsbalken markieren Anfangs- und Endpunkt des Verkehrs (eigener Entwurf).	75
6-6	Tagesbelastung Gesamtverkehr in 1000 Kfz/24h von 1993-1999. Die Rosenheimer Straße ist rot markiert (Landeshauptstadt München, 2000c).	77
7-1	Lageskizze der Videokameras auf der A92. Für die vorliegende Untersuchung wurde nur Kamera 3 benutzt. Die Skizze ist nicht maßstabsgerecht. Quelle: Companion-Projekt, BMW AG.	79
7-2	Ausschnitt aus der Umgebungskarte UK 50-40, 1:50 000, Auflage 2003. Zwischen den schwarzen Markierungspfeilen liegt der aufgenommene Autobahnabschnitt der A92 in der Nähe des Münchner Flughafens. Die benutzte Videokamera 3 befindet sich auf der Brücke östlich der Neufahrner Seen. Der Flughafen liegt nordöstlich des Kartenausschnitts.	80
7-3	Anzahl der Fahrzeuge auf der A92 in Richtung Stadt um ca. 08:57 MEZ, gezählt auf einem ca. 150 m einsehbaren Abschnitt in Intervallen von jeweils 5 Sekunden.	81
7-4	Anzahl der Fahrzeuge auf der A92 in Richtung Flughafen um ca. 08:57 MEZ, gezählt auf einem ca. 150 m einsehbaren Abschnitt in Intervallen von jeweils 5 Sekunden.	81
7-5	Anzahl der Fahrzeuge auf der A92 in beiden Fahrtrichtungen um ca. 08:57 MEZ, gezählt auf einem ca. 150 m einsehbaren Abschnitt in Intervallen von jeweils 5 Sekunden.	82
7-6	Anzahl der Fahrzeuge auf der A92 in Richtung Stadt um ca. 09:08 MEZ, gezählt auf einem ca. 150 m einsehbaren Abschnitt in Intervallen von jeweils 5 Sekunden.	82
7-7	Anzahl der Fahrzeuge auf der A92 in Richtung Flughafen um ca. 09:08 MEZ, gezählt auf einem ca. 150 m einsehbaren Abschnitt in Intervallen von jeweils 5 Sekunden.	83
7-8	Anzahl der Fahrzeuge auf der A92 in beiden Fahrtrichtungen um ca. 09:08 MEZ, gezählt auf einem ca. 150 m einsehbaren Abschnitt in Intervallen von jeweils 5 Sekunden.	83
7-9	Ausschnitt aus dem Amplitudenbild 06:43 MEZ mit dem Floating Car Nr. 5 in der Rosenheimer Straße. Deutlich ist das markante Rückstreusignal des Corner Reflektors in Form eines Kreuzes mit einem hellen Punkt in der Mitte zu sehen (mit gelben Kreis markiert). Gut zu erkennen sind in Form von dicken hellen Punkten die Ampelanlagen rund um die Kreuzung. Das Amplitudenbild ist in der Slant Range-Geometrie.	85
7-10	Floating Car mit Corner Reflektor in der Rosenheimer Straße. An dieser Lichtsignalanlage quert die Orleansstraße, Blickrichtung Südost mit Eisenbahnbrücke, 11.11.99.	86
7-11	Floating Car mit Corner Reflektor in der Rosenheimer Straße. An dieser Lichtsignalanlage quert die Orleansstraße, Blickrichtung Südost mit Eisenbahnbrücke, 11.11.99.	86
7-12	Floating Car mit Corner Reflektor in der Rosenheimer Straße, an der Lichtsignalanlage quert die Pariser Straße, 11.11.99.	87
7-13	Floating Car mit Corner Reflektor in der Schrägansicht beim Wendemanöver in der Rosenheimer Straße, Ecke Wilramstraße, 11.11.99. Der milchig-trübe Himmel auf allen Fotos gibt die geschlossene Wolkendecke bzw. den Hochnebel wieder.	87
7-14	Kugelreflektor montiert auf dem Autodach eines Floating Cars, der auf der Autobahn fuhr. Die kleinen Kugeln sollen die Radarpulse gebündelt zum Sensor zurück reflektieren.	88
8-1	Die Busspur befindet sich auf den teilweise zuasphaltierten Straßenbahngleisen (siehe Bushaltestelle am linken Bildrand). Aufnahme im südlichen Abschnitt in der Rosenheimer Straße am Karl-Preis-Platz, Februar 2001.	91
8-2	Ausschnitt aus dem Verkehrslinienplan der Stadt München. Zwischen den beiden schwarzen Markierungspfeilen befindet sich der untersuchte Abschnitt der Rosenheimer Straße. Der dort eingezeichnete U- und S-Bahnverkehr verläuft unterirdisch, nur am Rosenheimer Platz kreuzt eine Straßenbahn den Verkehrsstrom, in der südlichen Hälfte verkehren Busse (Münchner Verkehrs- und Tarifverbund MVV, Stand Dezember 2003).	91
8-3	Netzumgriff der MOBINET-Quartiersteuerung im Stadtteil Haidhausen (grüne Fläche), durch den die Rosenheimer Straße als Hauptverkehrsstraße führt. Die Lichtsignalanlagen (LSA) sind als rote Punkte dargestellt. Der untersuchte Abschnitt befindet sich zwischen den beiden schwarzen Markierungspfeilen (aus Landeshauptstadt München, 2004a).	92

8-4	Priorisierung des Busverkehrs durch Anmelden der Busse per Bake/Funksystem (aus Stadtwerke München, 2003).	93
8-5	Übersicht über unterschiedliche Verkehrssimulationsmodelle (eigener Entwurf).	94
8-6	Ausschnitt aus einem Standbild der Simulation am Karl-Preis-Platz um 08:15:26h. Die Rosenheimer Straße führt von unten rechts nach links oben in Richtung stadteinwärts. Vor der Kreuzung bildet sich ein deutlicher Rückstau. Die schwarzen Ovale stellen Fahrzeuge dar, die geradeaus fahren, die blauen sind Rechtsabbieger, die roten Linksabbieger.	96
8-7	Reisezeiten des realen FCD-Fahrzeugs stadteinwärts und stadtauswärts. Der Zeitpunkt des Beginns einer Fahrt und die dann benötigte Reisezeit für die zurückgelegte Strecke ist mit jeweils einem Punkt in der Linie markiert. Die schwarzen Interpolationslinien verdeutlichen den Kurventrend.	98
8-8	Reisezeiten der simulierten FCD-Fahrzeuge stadteinwärts und stadtauswärts. Weitere Erläuterungen siehe Abb. 8-7.	98
8-9	Reisezeiten im Vergleich zwischen realen und simulierten FCD stadteinwärts. Weitere Erläuterungen siehe Abb. 8-7.	99
8-10	Reisezeiten im Vergleich zwischen realen und simulierten FCD stadtauswärts. Weitere Erläuterungen siehe Abb. 8-7.	99
8-11	Vergleich der Durchschnittsgeschwindigkeiten der realen und simulierten FCD-Fahrzeuge in Richtung stadteinwärts. Die schwarzen Interpolationslinien verdeutlichen den Kurventrend.	100
8-12	Vergleich der Durchschnittsgeschwindigkeiten der realen und simulierten FCD-Fahrzeuge in Richtung stadtauswärts. Die schwarzen Interpolationslinien verdeutlichen den Kurventrend.	100
8-13	Vergleich der Anzahl der Fahrzeuge zwischen den aus den Radardaten extrahierten und den simulierten Fahrzeugen in Richtung stadteinwärts. Die Radardaten wurden mit den beiden Kohärenzschwellwerten 0,75 und 0,8 gefiltert.	102
8-14	Vergleich der Anzahl der Fahrzeuge zwischen den aus den Radardaten extrahierten und den simulierten Fahrzeugen in Richtung stadtauswärts.	102
8-15	Vergleich zwischen den Durchschnittsgeschwindigkeiten der aus den Radardaten extrahierten und den simulierten Fahrzeugen in Richtung stadteinwärts.	103
8-16	Vergleich zwischen den Durchschnittsgeschwindigkeiten der aus den Radardaten extrahierten und den simulierten Fahrzeugen in Richtung stadtauswärts.	103
8-17	Geschwindigkeitsverteilung der per Radar aufgenommenen Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße in Fahrtrichtung stadteinwärts.	105
8-18	Geschwindigkeitsverteilung der per Simulation generierten Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße in Fahrtrichtung stadteinwärts.	105
8-19	Geschwindigkeitsverteilung der per Radar aufgenommenen Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße in Fahrtrichtung stadtauswärts.	106
8-20	Geschwindigkeitsverteilung der per Simulation generierten Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße in Fahrtrichtung stadtauswärts.	106
8-21	Ergebnis der räumlichen Verteilung des Verkehrs, Radaraufnahme 11.11.1999, 06:28 MEZ. Hier ein ausgewähltes Beispiel, alle Aufnahmen befinden sich in voller Größe im Anhang.	108
8-22	Ergebnis der räumlichen Verteilung des Verkehrs, Verkehrssimulation 13.11.2003, 06:28 MEZ. Hier ein ausgewähltes Beispiel, alle Aufnahmen befinden sich in voller Größe im Anhang.	108
9-1	Anzahl der Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße in Fahrtrichtung stadteinwärts, die per Radar erfaßt wurden. Die Fahrzeuge wurden von Querstraße zu Querstraße gezählt und sind für die Zeitpunkte der Radaraufnahmen dargestellt.	111
9-2	Anzahl der Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße in Fahrtrichtung stadteinwärts, die per Simulation generiert wurden.	112
9-3	Anzahl der Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße in Fahrtrichtung stadtauswärts, die per Radar erfaßt wurden.	113

9-4	Anzahl der Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße in Fahrtrichtung stadtauswärts, die per Simulation dargestellt wurden.	114
9-5	Geschwindigkeitsverteilung der stadteinwärts fahrenden Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße (Horizontalachse), die per Radar zu den Aufnahmezeitpunkten (Vertikalachse) erfaßt wurden. Der untersuchte Streckenabschnitt wurde in regelmäßige Intervalle von je 40 Metern eingeteilt, sowie die Querstraßen eingezeichnet.	116
9-6	Geschwindigkeitsverteilung der stadteinwärts fahrenden Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße, die per Simulation zu den Aufnahmezeitpunkten der Radaraufnahmen generiert wurden.	117
9-7	Geschwindigkeitsverteilung der stadtauswärts fahrenden Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße, die per Radar zu den Aufnahmezeitpunkten erfaßt wurden.	118
9-8	Geschwindigkeitsverteilung der stadtauswärts fahrenden Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße, die per Simulation zu den Aufnahmezeitpunkten der Radaraufnahmen generiert wurden.	119
9-9	Geschwindigkeitsverteilung der stadteinwärts fahrenden Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße (Horizontalachse), die per Radar zu den Aufnahmezeitpunkten (Vertikalachse) erfaßt wurden. Der untersuchte Streckenabschnitt ist in Querstraßen eingeteilt, jedoch geben die hier eingezeichneten Abstände der Querstraßen nicht die wahren Distanzen wieder.	120
9-10	Geschwindigkeitsverteilung der stadteinwärts fahrenden Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße, die per Simulation zu den Aufnahmezeitpunkten der Radaraufnahmen generiert wurden.	121
9-11	Geschwindigkeitsverteilung der stadtauswärts fahrenden Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße, die per Radar zu den Aufnahmezeitpunkten erfaßt wurden.	122
9-12	Geschwindigkeitsverteilung der stadtauswärts fahrenden Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße, die per Simulation zu den Aufnahmezeitpunkten der Radaraufnahmen generiert wurden.	123



## Tabellenverzeichnis

Nr.	Erläuterung	Seite
3-1	Benutzte Kanäle und Frequenzen des AeS-1 Radars.	35
3-2	Distanzen zwischen der internen Navigationseinheit (IMU) und den Phasenzentren der Antennen an ihren physikalischen Positionen am AeS-1 System.	37
4-1	AeS-1 Systemparameter für vorliegende Untersuchung.	43
7-1	Durchschnittsgeschwindigkeiten auf der A92 in beide Fahrrichtungen getrennt für beide Fahrstreifen. Es standen zwei jeweils drei-minütige Videosequenzen zur Verfügung.	84
7-2	Durchschnittsgeschwindigkeiten auf der A92 pro Fahrrichtung (über beide Fahrstreifen). Vergleich zwischen den aus dem Radar und aus dem Video ermittelten Geschwindigkeiten.	84



## Verzeichnis verwendeter Symbole

### lateinische Symbole

$Anz_k$	Anzahl der verwendeten Kanäle
a	Halbachse der Polarisationsellipse
a	Realteil der komplexen Zahl z
B	Länge der Basislinie
B	Hintergrund (engl. background)
b	physikalischer Antennenabstand
b	Halbachse der Polarisationsellipse
$\bar{b}$	Durchschnittswert der Hintergrundpixel
jb	Imaginärteil der komplexen Zahl z
c	Lichtgeschwindigkeit (299 792 458,0 Meter pro Sekunde im Vakuum)
$c_1$	komplexes Signal der ersten Antenne
$c_2$	komplexes Signal der zweiten Antenne
$c_2^*$	konjugiert komplexes Signal der zweiten Antenne
d	Anzahl von Merkmalswerten einer Objektklasse
depr	Depressionswinkel
E	Ebene des elektrischen Feldes einer elektromagnetischen Welle
f	Frequenz
f	Frequenz des Sendesignals
$f_D$	Dopplerfrequenz
$f_e$	Frequenz des Empfangssignals
G	Antennengewinn
H	horizontale Polarisationssebene
I	Interferogramm
I	Pixelwerte
$\bar{I}_T$	Mittelwert aller Objektpixel
Im	Imaginärteil einer komplexen Zahl
k	Anzahl der Klassen

## Verzeichnis verwendeter Symbole

$k$	Anzahl der verwendeten Kanäle
$L$	Länge der Apertur
$L$	Beschreibung einer Fehlklassifikation, Verlustfunktion
$L_{sa}$	Länge der synthetischen Apertur
$L_{sa_{max}}$	maximale Länge der synthetischen Apertur
$M$	Ebene des magnetischen Feldes einer elektromagnetischen Welle
$M$	Masterantenne
$m$	Meter
$m$	alle Pixel eines Bereichs
$N_{az}$	Anzahl unabhängiger Abtastwerte in Azimut
$N_L$	Anzahl der Looks
$N_{rg}$	Anzahl unabhängiger Abtastwerte in Range
$n$	Anzahl der Mehrdeutigkeiten
$n$	Häufigkeit bzw. Dichte auftretender Daten
$P$	Wahrscheinlichkeitsfunktion (engl. probability)
$P_d$	Wahrscheinlichkeit ein Objekt zu detektieren (engl. probability of detection)
$P_{fa}$	Wahrscheinlichkeit eines Fehlalarms (engl. probability of false alarm)
$P_r$	gemittelte Empfangsenergie
$P_t$	Sendeenergie
$p$	Phasenverlauf
$R$	Entfernung zwischen Objekt und Radarsensor
$R$	Risikofunktion
$R_0$	kleinste Entfernung zwischen Objekt und Radarsensor
$Re$	Realteil einer komplexen Zahl
$S$	Slaveantenne
$s$	Sekunde(n)
$T$	Zielobjekt bzw. Objekt (engl. target)
$t$	Schwellwert zur Unterscheidung von Objekt und Hintergrund
$t$	Zeit (in Sekunden)
$t_0$	Zeitpunkt, an dem ein sich bewegendes Objekt zum ersten Mal erfaßt wird

$\bar{i}$	Durchschnittswert aller Objektpixel
$u$	Bandbreite
$V$	vertikale Polarisationssebene
$V_a$	Geschwindigkeit des sich bewegenden Objekts
$V_{a_{gr}}$	Fahrzeuggeschwindigkeit in der Ground Range-Geometrie
$V_{a_{sl}}$	Fahrzeuggeschwindigkeit in der Slant Range-Geometrie
$V_b$	eindeutig abdeckbarer Geschwindigkeitsbereich
$V_f$	Geschwindigkeit der Trägerplattform des Radars (Flugzeug)
$v_r$	radiale Geschwindigkeit (Geschwindigkeitskomponente senkrecht zum Radarsensor) (m/s)
$v_{rel}$	Relativgeschwindigkeit zwischen Objekt und Radarsensor
$x$	SAR-Daten
$x$	Bewegungsrichtung in Azimut im Raum (kartesisches Koordinatensystem)
$y$	Bewegungsrichtung in Range im Raum (kartesisches Koordinatensystem)
$z$	Bewegungsrichtung in der Vertikalen im Raum (kartesisches Koordinatensystem)
$z$	komplexe Zahl
$z$	Vektor
$z_i$	zurückgestreute Radarsignale innerhalb einer Flächeneinheit

### **griechische Symbole**

$\gamma$	Kohärenz
$\delta$	Dopplerdistanz oder Dopplerversatz bzw. azimuthaler Versatz
$\delta_{az_{max}}$	maximale Bodenauflösung in Azimut
$\delta_r$	Auflösung in Schrägentfernung (slant range)
$\delta_{rg}$	Bodenauflösung (ground range)
$\delta_g$	geometrische Auflösung
$\Theta$	Winkelauflösung der realen Apertur bzw. eines einzelnen Antennenelements
$\Theta_i$	Einfallswinkel
$\Theta_{sa}$	Winkelauflösung der synthetischen Apertur

## Verzeichnis verwendeter Symbole

$\Theta_{sa_{max}}$	maximale Winkelauflösung für die maximale Länge der synthetischen Apertur
$\Theta_{(t_0)}$	Einfallswinkel zum Zeitpunkt $t_0$
$\Theta_{(t_0 + \tau)}$	Einfallswinkel zum Zeitpunkt $t_0 + \tau$
$\lambda$	Wellenlänge der ausgesendeten Radarpulse (in Meter)
$\pi$	Kreiszahl (= 3,141592654), beschreibt das Verhältnis Kreisumfang zu Durchmesser
$\sigma$	Rückstreuquerschnitt eines Punktstreuers
$\sigma^0$	dimensionsloser, mittlerer Rückstreuquerschnitt bezogen auf eine Fläche
$\sigma_b$	Varianz der Hintergrundpixel
$\tau$	ATI-Zeitversatz, Zeitversatz zwischen den Aufnahmen der beiden Antennen
$\tau_p$	Sendepulslänge
$\Phi$	Phase des Interferogramms
$\varphi$	interferometrische Phase
$\chi$	Elliptizitätswinkel der Polarisationsellipse
$\chi$	Merkmalswerte eines Objekts
$\Psi$	Phase
$\psi$	Orientierungswinkel der Polarisationsellipse
$\omega_k$	Objektklassen

## Verzeichnis verwendeter Akronyme

<b>Akronym</b>	<b>voller Wortlaut</b>	<b>Erklärung</b>
<b>ADAC</b>	Allgemeiner Deutscher Automobil Club	größter Automobilclub Europas, gegründet 1903.
<b>AeS-1</b>	AeroSensing-1	Radarsystem der Firma AeroSensing GmbH, Oberpfaffenhofen.
<b>AIRSAR</b>	Aircraft Synthetic Aperture Radar	flugzeuggetragenes SAR-System von JPL/NASA seit 1987 betrieben im C-, P- und L-Band, vollpolarimetrisch.
<b>ATI</b>	Along Track Interferometry	Interferometrisches SAR, das zur Aufnahme von sich bewegenden Objekten und zur Bestimmung ihrer Geschwindigkeiten benutzt wird.
<b>CCRS</b>	Canada Centre of Remote Sensing	kanadische Raumfahrtbehörde.
<b>CFAR</b>	Constant False Alarm Rate	definierte konstante Falschalarmrate.
<b>DGM</b>	Digitales Geländemodell	digitales Modell der Topographie der Erdoberfläche.
<b>DGPS</b>	Differential Global Positioning System	GPS mit Referenzstation am Boden zur Korrektur und Erhöhung der Genauigkeit der GPS Signale.
<b>DLT</b>	Digital Linear Tape	Magnetbandtyp zum Speichern der Radarrohdaten.
<b>ERS-1/-2</b>	European Remote Sensing Satellite	von der europäischen Raumfahrtbehörde ESA betriebenes Satellitensystem, das das "SAR"-Radarsystem im C-Band mit VV-Polarisation trägt. ERS-1 befindet sich seit 1991, ERS-2 seit 1995 im All.
<b>FC</b>	Floating Car	Fahrzeug, ausgestattet mit Meßinstrumenten, das im Verkehr "mitschwimmt" und Informationen über Fahrzeuggeschwindigkeit und Position aufzeichnet.
<b>FCD</b>	Floating Car Data	Daten des Floating Cars; aus den aufgezeichneten Meßwerten läßt sich die Reisezeit berechnen.
<b>FFT</b>	Fast Fourier Transformation	Eine mathematische Transformation, die eine Funktion in ihre Sinus- und Kosinus-Bestandteile mit verschiedenen Frequenzen zerlegt.
<b>F-SAR</b>	Forward Looking SAR	ein in Flugrichtung aufnehmendes synthetisches Apertur Radar.
<b>GPS</b>	Global Positioning System	Satellitennavigationssystem, mit dessen Hilfe die genaue Position eines Standpunktes auf der Erdoberfläche bestimmt werden kann.
<b>GPST</b>	Global Positioning System Time	GPS-Zeit, die vom GPS geliefert wird. Sie wird mit Atomuhren an Bord der GPS-Satelliten ermittelt und ist nicht gleich der UTC. Die GPST eilt bedingt durch eine sich verlangsamende Erdrotation der UTC für das Jahr 1999 um 13 Sekunden voraus, d.h. GPST = UTC+13s. Etwa alle 1,5 Jahre wird eine weitere Schaltsekunde hinzugefügt.

Verzeichnis verwendeter Akronyme

<b>Akronym</b>	<b>voller Wortlaut</b>	<b>Erklärung</b>
<b>IMU</b>	Inertial Measuring Unit	Instrument zum Messen und Aufzeichnen der Beschleunigung und Orientierungswinkel der Bewegungen des Flugzeugs im Raum. Zusammen mit einem flugzeuginternen GPS wird es auch als integriertes INS bezeichnet.
<b>INS</b>	Inertial Navigation System	Navigationssystem des Flugzeugs, das sich aus einem GPS oder DGPS, der IMU und einem steuerndem Computersystem zusammensetzt. Es wird auch als integriertes INS bezeichnet.
<b>InSAR</b>	Interferometric SAR	interferometrisches SAR.
<b>IR</b>	Infrarot	ein Bereich des elektromagnetischen Spektrums.
<b>JERS-1</b>	Japan Earth Resources Satellite	von der japanischen Raumfahrtbehörde NASDA betriebenes, satellitengetragenes Radarsystem im L-Band mit HH-Polarisation, war von 1992 bis 1998 in Betrieb.
<b>JPL</b>	Jet Propulsion Laboratory	Forschungszentrum, das im Auftrag der NASA vom California Institute of Technology (Caltech) betrieben wird.
<b>LSA</b>	Lichtsignalanlage	Kombination von Lichtsignalgebern (= Ampel) und erforderlichen Betriebseinrichtungen zur Steuerung des Verkehrsablaufs.
<b>MAP</b>	Maximum-a-posteriori	Maximum-a-posteriori-Hypothese beschreibt die wahrscheinlichste Erklärung anhand von Beobachtungen und Vorwissen.
<b>MEZ</b>	Mitteleuropäische Zeit	Mitteleuropäische Zeit im Winter. Sie ist der koordinierten Weltzeit (UTC) um eine Stunde voraus, d. h. MEZ = UTC + 1 h. Sie entspricht der mittleren Sonnenzeit des 15. Längengrades östlich von Greenwich und ist die für Deutschland, Österreich und der Schweiz gültige Ortszeit.
<b>MESZ</b>	Mitteleuropäische Sommerzeit	Mitteleuropäische Sommerzeit. Sie ist der koordinierten Weltzeit (UTC) um zwei Stunden voraus, d. h. MESZ = UTC + 2 h oder MESZ = MEZ + 1 h.
<b>MIV</b>	motorisierter Individualverkehr	PKW-, LKW- und Motorrad-Verkehr.
<b>MLI</b>	Multi Look Image	Bild, das dem Multilookverfahren unterzogen wurde.
<b>MTI</b>	Moving Target Indication/ Indicator	Bewegtzielerkennung/ Bewegtzielanzeiger.
<b>NASA</b>	National Aeronautics and Space Administration	US-amerikanische Raumfahrtbehörde.
<b>NN</b>	Normal Null	Normalnullpunkt der Höhenmessung in Topographischen Karten. Als Bezugspunkt des NN für deutsche topographische Karten gilt der mittlere Wasserstand der Meeresoberfläche des Pegels von Amsterdam.
<b>NONSTOP</b>	Net Optimization and Simulation of Traffic Organization Programs	Verkehrssimulationssoftware der Firma GEVAS Software, Systementwicklung und Verkehrsinformatik GmbH, München, für Simulation, Test und Optimierung von Verkehrsnetzen beliebiger Größe einschließlich deren Steuerung.

<b>Akronym</b>	<b>voller Wortlaut</b>	<b>Erklärung</b>
<b>ÖPNV</b>	öffentlicher Personennahverkehr	Verkehr mit öffentlichen Verkehrsmitteln (Bus, Bahn, S-Bahn, U-Bahn, Straßenbahn, Sammeltaxis) zum Transport von Personen.
<b>PDF</b>	Probability Density Function	Funktion, die die Wahrscheinlichkeit einer bestimmten Dichteverteilung beschreibt, auch als "likelihood" bezeichnet.
<b>PELOPS</b>	Programmsystem zur Entwicklung Längsdynamischer mikroskopischer Verkehrsprozesse in Systemrelevanter Umgebung	submikroskopisches Simulationsprogramm, entwickelt vom Institut für Kraftfahrwesen, RWTH Aachen in Zusammenarbeit mit der BMW AG.
<b>PRF</b>	Pulse Repetition Frequency	Pulswiederholfrequenz, Angabe wie oft ein definierter Puls innerhalb einer Sekunde gesendet wird (Angabe in Hertz).
<b>RADAR</b>	Radio Detection and Ranging	Erfassung und Entfernungsmessung mittels Funkmesstechnik.
<b>RADARSAT</b>	Radar Satellite	von der kanadischen Raumfahrtbehörde CSA betriebenes Satellitensystem, das das "SAR" -Radarsystem im C-Band mit HH-Polarisation trägt. RADARSAT-1 befindet sich seit 1995 im All, der Start von RADARSAT-2 ist für 2005 mit vollpolarimetrischem C-Band geplant.
<b>RAR</b>	Real Aperture Radar	Radar mit realer Apertur.
<b>SAR</b>	Synthetic Aperture Radar	Radar mit synthetischer Apertur, meist mit einem Aufnahmewinkel senkrecht zur Flugrichtung (Seitensicht-radar).
<b>SEASAT</b>	Sea Satellite	weltweit erstes satellitengetragenes Radar, 1978 von JPL in Betrieb genommen, System im L-Band mit HH-Polarisation.
<b>SIR-C/ X-SAR</b>	Shuttle Imaging Radar-C-Band/X-Band SAR	erste Shuttle Mission der NASA zur Aufnahme der Erdoberfläche mit Radar in C- und X-Band, durchgeführt 1994.
<b>SLAR</b>	Side Looking Airborne Radar	Seitensicht-radar mit realer Apertur.
<b>SLC</b>	Single Look Complex	von einer Radarantenne gewonnener komplexer Datensatz nach Durchführung der Range- und Azimutkompression.
<b>SNR</b>	Signal to Noise Ratio	Signal-zu-Rausch-Verhältnis.
<b>SRTM</b>	Shuttle Radar Topographic Mission	zweite Shuttle Mission der NASA zur Aufnahme der Topographie der Erde, durchgeführt im Februar 2000.
<b>UTC</b>	Universal Time Coordinated	Die koordinierte Weltzeit (UTC) wurde 1926 als Ersatz für die Greenwich Mean Time (GMT) eingeführt und entspricht der mittleren Sonnenzeit am nullten Längengrad.
<b>UV</b>	ultraviolett	ein Bereich des elektromagnetischen Spektrums.

Verzeichnis verwendeter Akronyme

<b>Akronym</b>	<b>voller Wortlaut</b>	<b>Erklärung</b>
<b>WGS'84</b>	World Geodetic System	weltweites Referenzellipsoid, das als Basis der GPS-Vermessung dient, wurde aus Satellitenbeobachtung abgeleitet und stellt die Weiterentwicklung des WGS'72 dar.
<b>XFCD</b>	Extended Floating Car	Erweiterung der FCD, sammelt zusätzliche Fahrzeuginformationen, die auf Straßenzustand schließen lassen, z.B. Betätigung der Scheibenwischer auf Straßenwetter, Bremsen auf möglichen Stau etc.
<b>XTI</b>	Across Track Interferometry	Interferometrisches SAR zur Aufnahme der Erdoberfläche und insbesondere zur Erstellung von digitalen Geländemodellen.

## Kapitel 1 Einleitung

### 1.1 Einführung in die Thematik

Der zunehmende Verkehr auf Autobahnen und in Städten stellt ein immer größer werdendes Problem dar. Staus und ihre negativen Begleiterscheinungen wie Zeitverlust, zusätzlicher Energieverbrauch und Emissionen, sollen durch effiziente Verkehrsplanung und Verkehrsleitsysteme vermieden oder vermindert werden. Um die Verkehrssituation in Ballungsräumen zu untersuchen und die Mobilität zu verbessern, wurde das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt MOBINET initiiert. An diesem großen Projektverbund des Ballungsraums München waren insgesamt 26 Partner sowohl öffentlicher Verwaltungs- und Forschungseinrichtungen als auch privatwirtschaftlicher Unternehmen beteiligt. Das Forschungsprojekt mit einer Laufzeit von fünf Jahren zwischen 1998 und 2003 verfügte über Finanzmittel von rund 40 Millionen Euro, zur einen Hälfte vom BMBF, zur anderen Hälfte von den beteiligten Partnern getragen.

Das Ziel von MOBINET war es, eine dauerhafte und stadtverträgliche Mobilität zu erhalten. Daher wurden im Rahmen des Projekts verkehrsmittelübergreifendes Verkehrsmanagement, innovative Verkehrstechnologie und neuartige Mobilitätsdienste eingeführt und erprobt (Landeshauptstadt München, 2003). Ein weiterer Ausbau der Straßeninfrastruktur ist meist nicht mehr möglich, daher müssen die vorhandenen Kapazitäten effizienter genutzt werden. Das bedeutet eine bessere Auslastung des bestehenden Hauptstraßennetzes durch eine bessere Verteilung des Verkehrs auf die vorhandenen Kapazitäten (BMW Group & Landeshauptstadt München, 2004). Nur wenn die Leistungsfähigkeit der Verkehrsnetze erhalten und optimiert wird, kann dem jetzigen und prognostizierten wachsenden Verkehrsaufkommen der Zukunft standgehalten werden. Sonst droht der Zusammenbruch des Verkehrs und damit wirtschaftliche Einbußen und Verlust der Attraktivität des Wirtschaftsraums München, der hier stellvertretend auch für andere Ballungsräume stehen kann.

Erst mit einer fundierten Datengrundlage können Verkehrsleitsysteme und Verkehrstechnologien, die die Auslastung der vorhandenen Kapazitäten steuern, optimal funktionieren. Dafür ist eine genaue und zuverlässige Verkehrsdatenerfassung nötig. Vor allem werden räumlich differenzierte bzw. flächendeckende Informationen benötigt. Um diese zu gewinnen, werden neue Verkehrserfassungsmethoden untersucht, denn bislang wurde nur mit lokalen Erfassungsmethoden, wie beispielsweise Induktionsschleifen oder Detektoren an Brücken und Lichtsignalanlagen gearbeitet. Dies bedeutet jedoch, daß nur dort Daten erhoben werden können, wo Sensoren vorhanden sind.

Die benötigten flächendeckenden Daten können mit drei grundsätzlich verschiedenen Fernerkundungsverfahren bereitgestellt werden. Diese sind Aufnahmen mit **optischen** Systemen, mit **Infrarotsensoren** oder mit **Radar** mit synthetischer Apertur (SAR). Die ersten Befliegungen wurden mit optischen und Infrarotverfahren durchgeführt und aus diesen Erfahrungen heraus wurde dann Radarfernerkundung eingesetzt.

**Optische Fernerkundungsmethoden** sind bereits vielfach erprobt und bewährt, sie sind jedoch in ihren Einsatzmöglichkeiten durch ihre starke Abhängigkeit von der Wettersituation und den Lichtverhältnissen stark eingeschränkt. Gerade im Winterhalbjahr in Mitteleuropa sind sie aufgrund des niedrigen Sonnenstands nicht einsatzfähig, da in den frühen Morgenstunden und

auch am späten Nachmittag kein ausreichendes Tageslicht für optische Aufnahmen zur Verfügung steht (Schütte et al., 1999; Hoogendoorn et al., 2003). Für die Untersuchung des morgendlichen und abendlichen Berufsverkehrs sind daher nur die Sommermonate geeignet. Eine weitere Einschränkung ist, daß optische Systeme nicht durch Wolken hindurchsehen können, in Mitteleuropa aber eine hohe Wolkenbedeckungsrate vorliegt und somit nicht immer, wenn gewünscht oder erforderlich, Aufnahmen gemacht werden können.

Weitere Sichteinschränkungen können im städtischen Bereich durch Straßenbäume und Gebäude entstehen. Durch die Belaubung der Bäume ist eine Befliegung von Juni bis August wenig sinnvoll, da dann große ausladende Baumkronen die Fahrstreifen teilweise verdecken. Somit bleiben für eine Datenaufnahme mit Hilfe eines optischen Fernerkundungssensors nur zwei relativ kleine Zeitfenster im Jahr (Mai und September), in denen die Belaubung nicht zu dicht und die Beleuchtungsverhältnisse dennoch ausreichend sind. Auch die Abschattung durch Häuser kann ein Problem sein, da je nach Blickwinkel entweder die Sicht auf die Fahrzeuge eingeschränkt ist oder die Fahrzeuge im Schattenbereich der Gebäude liegen und dann schlecht oder gar nicht zu erkennen sind.

Die ersten Fernerkundungsaufnahmen zur Erfassung des Verkehrs entstanden mit optischen Systemen. So hat die University of California in Berkeley bereits Ende der 1960er bis zu Beginn der 1970er Jahre photogrammetrische Befliegungen der am meisten befahrenen Autobahnen rund um San Francisco durchgeführt (Makigami et al., 1970; Allen & May, 1970; Aidoo et al., 1971). Die Auswertung der Daten erfolgte damals manuell bzw. mit Hilfe der ersten elektronischen Rechnersysteme. Obwohl seither mehr als 30 Jahre vergangen sind, stehen noch immer keine vollautomatisierten Verfahren zur Datenauswertung zur Verfügung. Die Schwierigkeit besteht in der automatisierten Unterscheidung verschiedener Gegenstände voneinander, sprich der Textur- und Mustererkennung, die für das menschliche Auge und Hirn einfach, aber mit einem Algorithmus sehr schwer nachzubilden ist. Auch wenn es auf diesem Gebiet schon Fortschritte gibt, ist der manuelle Anteil an der Datenauswertung optischer Systeme weiterhin hoch. Deshalb werden einige repräsentative Fahrzeuge ausgewählt und ausgewertet, anhand derer man auf den gesamten Fahrzeugstrom schließt. Die Geschwindigkeit kann nur indirekt über ein zweites zeitversetztes Bild (um ca. 0,5 Sekunden) ermittelt werden.

Aufnahmen mit **Thermal-Infrarotkameras** sind zwar tageslichtunabhängig und weniger wetterabhängig als mit optischen Kameras, da auch noch bei leichtem Bodennebel, Schneefall und Regen Aufnahmen möglich sind, jedoch können sie Wolken nicht durchdringen. Daher muß bei Wolkenbedeckung unterhalb der Wolkenuntergrenze geflogen werden. Um ein größeres Gebiet abzudecken, müssen dann mehr Flüge durchgeführt werden, was höhere Kosten verursacht. Auch besteht für diese Systeme das Problem der Abschattung durch Häuser und belaubte Bäume. Für die Auswertung der Infrarotaufnahmen stehen bereits automatisierte Verfahren zur Fahrzeugdetektion und -auswertung zur Verfügung, wenn auch diese noch prototypisch sind. Hier erfolgt die Geschwindigkeitsermittlung ebenfalls über ein zweites zeitversetztes Bild (Voss, 1998; Voss & Grüber, 2003).

Nach den Erfahrungen mit optischen und Infrarotsystemen wurde im Rahmen von MOBINET ein Pilotprojekt zur Verkehrsbeobachtung mit **synthetischem Apertur Radar (SAR)** initiiert. Die vorliegende Arbeit setzt sich mit der erstmalig durchgeführten Erfassung und Verarbeitung von Verkehrsdaten mit Hilfe eines Radarsensors auseinander und untersucht, inwiefern diese Daten einen Beitrag leisten können, um vorhandene Datenebenen zu ergänzen bzw. zu verbessern.

Radar hat gegenüber den optischen und Infrarotverfahren den großen Vorteil unabhängiger von Wetter- und Lichtverhältnissen zu sein. Denn aktive abbildende Radarsysteme operieren in Wellenlängenbereichen, die Wolken, Nebel und Niederschlag durchdringen. Sie senden ihre eigene Beleuchtung in Form von Radarpulsen aus, die von der Erdoberfläche reflektiert und vom Radarsensor empfangen und aufgezeichnet werden, so daß sie unabhängig vom Tageslicht arbeiten. Damit war es möglich, die vorliegenden Datenaufnahmen des morgendlichen Berufsverkehrs in München zwischen 6 und 9 Uhr oberhalb einer geschlossenen Wolkendecke im November 1999 erfolgreich durchzuführen. Im Gegensatz zur optischen und Infrarotmethode mißt der Radarsensor die Fahrzeuggeschwindigkeit in einem direkten Verfahren. (Grüber & Holz, 2003; Grüber et al., 2003). Eine erste automatisierte Datenverarbeitung wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit prototypisch erarbeitet (siehe Kapitel 5).

Grundsätzlich stehen für die genannten Sensoren mehrere **Plattformen** zur Verfügung: Flugzeug, Satellit und Hubschrauber. Da letztere durch die starken Vibrationen problematisch für alle Aufnahmesysteme sind, werden sie in der weiteren Diskussion nicht berücksichtigt. Fernerkundungssatelliten befinden sich aufgrund ihrer hohen Umlaufbahnen in 700 bis 800 km Höhe in der äußersten Schicht der Erdatmosphäre (Exosphäre) und damit außerhalb des Wettergeschehens. Flugzeuge dagegen bewegen sich in den unteren Atmosphärenschichten (bis zu 10 000 m). Starke Luftbewegungen wie kräftige Winde oder Stürme, starke Regen- oder Schneefälle, Hagel, Fallwinde, wie z.B. Föhn können einen Einsatz gefährlich oder unmöglich machen. Daher kann man flugzeuggetragene Radarsysteme nur als nahezu wetterunabhängig bezeichnen.

Bislang wurden nur **flugzeuggetragene** Sensorsysteme zur Verkehrsbeobachtung herangezogen. Diese bieten eine genügend hohe geometrische Auflösung, sind flexibel und schnell für das gewünschte Einsatzgebiet verfügbar. Für Radaraufnahmen kann aufgrund des Prinzips des Seitensichtradars nur die Geschwindigkeit der sich bewegenden Objekte gemessen werden, die sich rechtwinklig zur Flugrichtung bewegen. So müssen Wendeschleifen für eine wiederholte Gebietsaufnahme geflogen werden, um den Verkehr in seinem zeitlichen Ablauf, wie hier innerhalb eines Vormittags, zu beobachten. Dies bedeutet Zeitverlust und erhöhte Kosten, die sich jedoch mit einer optimalen Planung der Wendeschleifen minimieren lassen. In dieser Hinsicht sind optische und Infrarotsensoren im Vorteil, weil sie das senkrecht unter ihnen liegende Gebiet (Nadirbereich) aufnehmen und so auch parallele und schrägverlaufende Straßen erfassen, sofern diese nicht durch Gebäude oder Straßenbäume abgeschattet sind.

Die bisherigen **satellitengetragenen** Sensorsysteme werden zur Erfassung der Erdoberfläche und nicht zur Verkehrsbeobachtung eingesetzt. Aus den genannten Gründen entfallen optische und Infrarotsensoren, so daß über die Möglichkeiten eines satellitengetragenen Radarsystems nachgedacht wird. So ist derzeit in Diskussion, ob und wie es Sinn macht, in Zukunft Verkehr aus dem All zu beobachten (siehe Kapitel 10). Eine Verkehrserfassung mit Radarfernerkundung setzt den gleichzeitigen Betrieb von zwei Antennen voraus, was auf einer Satellitenplattform mit Problemen behaftet ist. Es wird eine sehr große Basislinie, d.h. vereinfacht ausgedrückt, ein Abstand von etwa 100 m zwischen den beiden Antennen, benötigt (Bamler et al., 2003). Dies läßt sich jedoch nicht auf einem einzigen Satelliten realisieren. Über dieses Problem wird im Rahmen des Konzepts des Interferometrischen Cartwheels nachgedacht (siehe Kapitel 10). Aus diesem Grund arbeiten alle heute existierende Systeme nur mit einer Antenne, was für die bisherigen Erdbeobachtungszwecke ausreichend ist. Dasselbe Gebiet der Erdoberfläche wird durch wiederholte Überflüge mehrfach aufgenommen und die Aufnahmen unterschiedlicher Zeitpunkte verglichen (Repeat-Pass-Interferometrie, siehe Kapitel 3). Zur Geschwindigkeitserfassung werden jedoch zwei Aufnahmen desselben Gebiets in sehr kurzer zeitlicher Folge (im

Millisekundenbereich) benötigt, was nur durch den gleichzeitigen Betrieb von zwei Antennen möglich ist (Single-Pass-Interferometrie, siehe Kapitel 3). Damit ist aus den genannten Gründen derzeit eine Verkehrserfassung nur mit flugzeuggetragenen Systemen möglich.

## 1.2 Methode und Zielsetzung

Die dieser Untersuchung zugrundeliegende Radarfernerkundungsmethode ist die der Along Track Interferometrie (ATI). Sie wird benutzt, um sich bewegende Objekte zu erfassen und deren Geschwindigkeiten und Bewegungsrichtungen zu ermitteln. Beispiele für sich bewegende Objekte sind fahrende Kraftfahrzeuge auf Straßen (Eckart et al., 2000; Eckart & Holz, 2000), Schiffe auf Ozeanen, driftendes Meereis oder Militärfahrzeuge im freiem Gelände.

Die ersten Anwendungen des ATI dienten der Beobachtung und Erfassung von Oberflächenströmungen der Ozeane. Mit dieser Methode können nicht nur einzelne Objekte erfaßt werden, sondern auch flächenhafte Bewegungen wie Meeresoberflächenströmungen. Aus diesen Daten lassen sich z. B. Informationen über die Meeresbodentopographie ableiten (Bao, 1995; Campbell et al., 1996 und 1997; Carande, 1992, 1994; Goldstein & Zebker, 1987; Goldstein et al., 1989; Hirsch, 2002; Milman et al., 1992; Orwig & Held, 1992; Ouchi, 1994; Romeiser & Thompson, 1999 und 2000; Vachon et al., 1999).

Nach diesen ersten Erfahrungen auf dem Gebiet der Ozeanographie wurde die ATI-Methode auf das Gebiet der Verkehrsdatenerfassung übertragen. In der bisher veröffentlichten Literatur wird dargelegt, wie Radarfernerkundung theoretisch für die Erfassung von zivilem Straßenverkehr genutzt werden kann (Rieck, 1996; Sun et al., 2000; Wang et al., 2000). Jedoch wurden diese theoretischen Ansätze nicht in die Praxis umgesetzt und erprobt. Praktisch durchgeführte Radar-Befliegungen zur Untersuchung des Straßenverkehrs und Auswertung der gewonnenen Daten in Hinblick auf die Eignung zur Verkehrsforschung sind in der Literatur bislang nicht bekannt. Das im Rahmen der vorliegenden Dissertationsarbeit zur Verfügung stehende AeS-1 Radarsystem (siehe Kapitel 4) wurde nach erfolgreichen ozeanographischen Anwendungen nun für die Verkehrsdatenerfassung eingesetzt, so daß die hier in einem ersten Pilotprojekt erhobenen, vorliegenden Daten als erstmalig zu betrachten sind.

Ziel dieser Arbeit ist es, zu untersuchen, in wieweit mit der Along Track Interferometrie (ATI) Methode Verkehrsdaten erfaßt, verarbeitet, ausgewertet und in verkehrlicher Hinsicht verwendet werden können. Dazu werden die mit dem AeS-1 Radarsensor aufgenommenen ATI-Daten mit einer komplexen Prozessierungskette zu Bilddaten verarbeitet, wobei die Verarbeitung auf den speziellen Anwendungszweck angepaßt werden mußte. Daran anschließend werden die Informationen über die einzelnen Fahrzeuge extrahiert. Um dies zu bewerkstelligen, wird im Rahmen dieser Arbeit eine prototypische automatisierte Datenverarbeitungskette erarbeitet und vorgestellt. Die aus den Daten extrahierten Parameter umfassen für jedes einzelne Fahrzeug die Detektion im Verkehrsstrom, das Feststellen der Fahrzeugposition, die direkte Messung der Geschwindigkeit, sowie die Ermittlung der Fahrtrichtung. Danach werden die extrahierten Informationen mit einer durchgeführten Verkehrssimulation verglichen. Zur anschaulichen Darstellung werden die Daten zu Karten der räumlich-zeitlichen Verteilung des Verkehrs aufbereitet. Abschließend wird die Eignung der durchgeführten Methode für verkehrliche Untersuchungen bewertet und Ausblicke auf zukünftige Entwicklungen gegeben.

Noch ein Hinweis: Radarfernerkundung ist ein sehr interdisziplinäres und internationales Fachgebiet, so daß fast die gesamte Literatur in englischer Sprache publiziert und diskutiert wird. In

der vorliegenden Arbeit werden die Fachbegriffe in ihren englischen Originalen verwendet, um Mißverständnisse und Mehrdeutigkeiten, die bei der Übersetzung ins Deutsche vorkommen könnten, zu vermeiden. In den wenigen Publikationen in deutscher Sprache sind aus demselben Grund Übersetzungen der Fachbegriffe nicht üblich.



## Kapitel 2 SAR-Grundlagen

In den nachfolgenden Unterkapiteln wird ein kurzer Überblick über die verschiedenen Radarsysteme gegeben; außerdem werden die wesentlichen physikalischen Grundlagen dargelegt, die zum Verständnis dieser Arbeit nötig sind. Weiterhin wird auf die Verarbeitung von Daten, die mit einem Synthetischen Apertur Radarsystem (SAR) gewonnen wurden, eingegangen. Für darüberhinausgehende Grundlagen der Radarfernerkundung sei auf weiterführende Literatur verwiesen (Curlander & McDonough, 1991; Detlefsen, 1989; Franceschetti & Lanari, 1999; Henderson & Lewis, 1998; Klausning & Holpp, 2000; Kraus & Schneider, 1988; Kronberg, 1985; Lillesand & Kiefer, 1994; Oliver & Quegan, 1998; Sullivan, 2000; Ulaby et al., 1981, 1982, 1986).

### 2.1 Überblick über die Radarsysteme

Radar ist ein Akronym der englischen Bezeichnung “**R**adio **D**etection **A**nd **R**anging”, was im Deutschen mit “Erfassung und Entfernungsmessung mittels Funkmesstechnik” wiedergegeben wird. Radar bezeichnet sowohl das Gerät wie auch das Verfahren.

Die Anfänge der Entwicklungsgeschichte des Radars gehen auf Heinrich Hertz zurück, dem 1886 der experimentelle Nachweis der Wellennatur gelang. Damit war der Beweis der von James Clerk Maxwell 1865 aufgestellten grundlegenden Gleichungen erbracht. Maxwell entdeckte und beschrieb das Verhalten elektromagnetischer Wellen, die seiner Theorie zufolge aus einem magnetischen und einem elektrischen Feld bestehen und sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten.

Das erste Radar wurde von Christian Hülsmeier 1904 als Hindernisdetektor für Schiffe zum Patent angemeldet. Die maßgebliche Entwicklung des Radars fand vor und während des zweiten Weltkrieges statt und diente ausschließlich militärischen Zwecken. Nach dem zweiten Weltkrieg wurden diese Systeme weiterentwickelt, was durch technologische Fortschritte und Erarbeitung der fehlenden theoretischen Grundlagen möglich wurde (Detlefsen, 1989; Sullivan, 2000).

Seit wenigen Jahrzehnten stehen nun die technischen Möglichkeiten zur Entwicklung von Systemen zur Verfügung, die für Anwendungen in der zivilen Erderkundung geeignet sind. Zunächst wurden flugzeuggetragene, später satellitengetragene Radarsysteme entwickelt, wobei die Entwicklung von abbildenden Radarsystemen mit synthetischer Apertur (SAR) eine entscheidende Rolle spielte. So wurde 1978 SEASAT als erstes SAR-System zur Beobachtung der Erdoberfläche und Ozeane ins All gebracht und bewies damit die Tauglichkeit von satellitengetragenen Radarsystemen, auch wenn dieses nach nur 3 Monaten Betriebszeit ausfiel. Es folgten die SAR-Systeme ERS-1 und ERS-2 (1991 bis heute) der europäischen, JERS-1 und JERS-2 (1992-1999) der japanischen, RADARSAT (1995 bis heute) der kanadischen, sowie mehrere Shuttle Missionen (1981-2000) der US-amerikanischen Raumfahrtbehörde (Kramer, 2002). Parallel zur Aufnahmetechnik mußte man auch die Methoden zur Bildprozessierung weiterentwickeln, um eine adäquate Datenauswertung zu ermöglichen.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen aktiven und passiven Mikrowellensystemen, die in jeweils unterschiedlichen Bereichen des elektromagnetischen Spektrums arbeiten (siehe Kapi-

tel 2.2.1.1). Passive Mikrowellensensoren messen die von der Geländeoberfläche und der Atmosphäre emittierte, sehr energieschwache Mikrowellenstrahlung, während aktive Systeme Mikrowellen aussenden und die reflektierte Strahlung erfassen (Kraus & Schneider, 1988). Aktive und passive Systeme lassen sich jeweils in abbildende und nicht abbildende Systeme unterscheiden (siehe Abb. 2-1). Abbildend heißt, die aufgenommenen Daten sind räumliche Messungen, die zu Bildprodukten verarbeitet werden, während nicht abbildende Systeme keine Bilddaten, sondern Messdaten liefern, die z.B. zu Statistiken aufbereitet werden.

Ein Beispiel für passive Systeme sind die Radiometer, die sowohl als abbildende als auch als nicht abbildende Systeme vorhanden sind. Passive Mikrowellenradiometer haben eine schlechtere räumliche Auflösung zur Abbildung der Erdoberfläche als aktive und haben u.a. deswegen zunehmend an Bedeutung verloren (Ulaby, 1981).

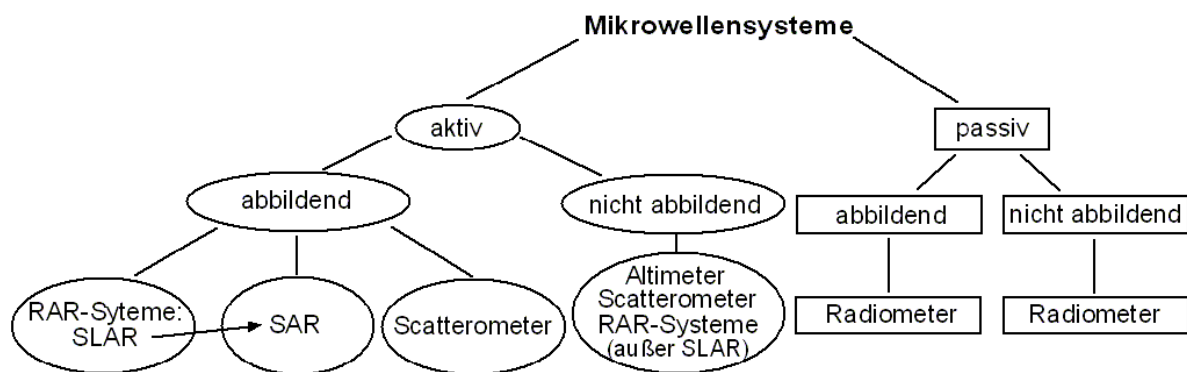


Abbildung 2-1: Übersicht über die Mikrowellensysteme, die zur Fernerkundung eingesetzt werden (nach Damoiseaux, 2002).

Die weitaus meisten Anwendungen in der Radarfernerkundung benutzen aktive Mikrowellensysteme. Zu den aktiven, nicht abbildenden Radarsystemen zählen die Altimeter, die als Entfernung- bzw. Höhenmesser die Höhe des Sensors über der Erdoberfläche zentimetergenau vermessen. Die Scatterometer, die das Reflexionsvermögen der Erdoberfläche messen, existieren sowohl als abbildende wie auch als nicht abbildende Systeme.

Die aktiven abbildenden Radarsysteme werden in die Gruppe der Radare mit realer Apertur (RAR = real aperture radar) und der mit synthetischer Apertur (SAR = synthetic aperture radar) unterteilt. Entwicklungsgeschichtlich betrachtet, existierte die Gruppe der RAR als erste. Diese sind meist nicht abbildende Systeme, jedoch existiert auch ein abbildendes System, das Seitensicht radar, kurz SLAR (side looking airborne radar). Dieses SLAR ist technisch und entwicklungsgeschichtlich der Vorläufer des SAR. Das synthetische Apertursystem ist also die Weiterentwicklung der realen Apertur, wobei das Prinzip der Seitensicht beibehalten wurde (Nüesch, 1999).

Im weiteren werden nur die aktiven, abbildenden Mikrowellensysteme, insbesondere die Systeme mit synthetischer Apertur behandelt, da Aufnahmen eines solchen Systems der vorliegenden Arbeit zugrunde liegen.

## 2.2 Physikalische Grundlagen

Im Gegensatz zu dem sogenannten Dauerstrichradar (continuous wave radar), das beständig Mikrowellen aussendet, sendet das hier benutzte sogenannte gepulste Radar in kurzen Zeitin-

tervallen elektromagnetische Pulse auf die Erdoberfläche aus. Diese treffen auf die Objekte auf der Erdoberfläche (siehe Abb. 2-2), die diese Pulse dann zum Radarsensor zurück reflektieren. Die Streuprozesse des Radarsignals an den Objekten sind abhängig von den physikalischen Eigenschaften der ausgesendeten Pulse und den Objekteigenschaften und beeinflussen damit die empfangenen und aufgezeichneten Radarechos. Aus diesen Signalen wird dann unter Verwendung der aufgezeichneten Navigationsdaten der Trägerplattform ein Radarbild prozessiert (siehe Kapitel 2.3.2 und 4.2), das dann je nach Anwendungszweck weiterverarbeitet und analysiert wird.

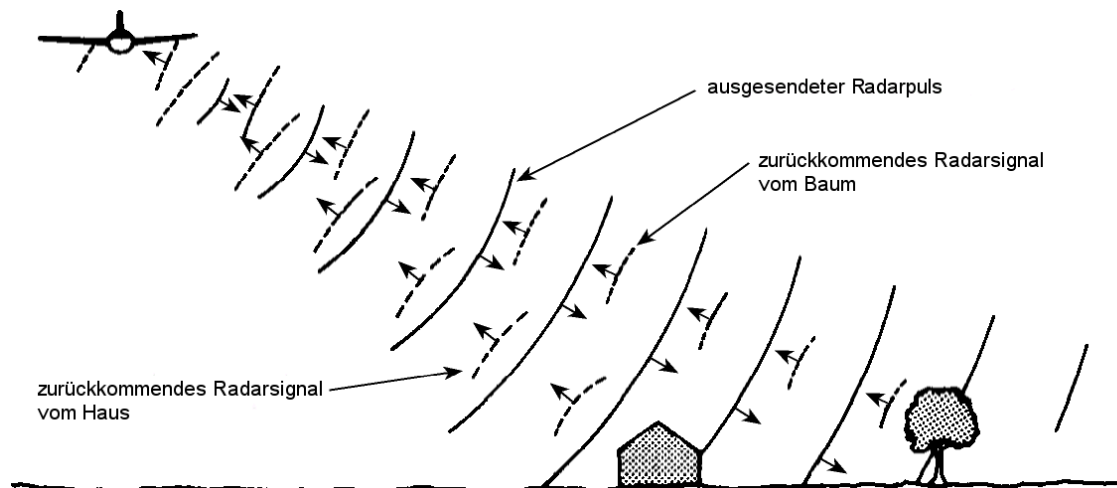


Abbildung 2-2: Darstellung der Ausbreitung und Reflexion der Radarpulse, die von einem flugzeuggetragenen Radargerät ausgesendet und empfangen werden (nach Lillesand & Kiefer, 1994).

## 2.2.1 Sensor- und aufnahmespezifische Parameter

Die zwei wesentlichen sensorspezifischen Parameter sind zum einem die ausgesendete Wellenlänge und Frequenz, die einander bestimmen, sowie die davon unabhängige Polarisation. Im folgenden sind die Grundprinzipien dieser zwei Kenngrößen dargelegt. Die aufnahmespezifischen Parameter der Aufnahmegeometrie und der Systemauflösung werden im Anschluß daran behandelt.

### 2.2.1.1 Frequenz und Wellenlänge

Die Wellenlänge gibt die Länge eines kompletten Durchlaufs einer Welle an und wird mit  $\lambda$  bezeichnet. Die Frequenz ist definiert als Quotient der Anzahl von ganzen Schwingungsperioden und der dafür benötigten Zeit in Sekunden (s) und wird in der Einheit Hertz (Hz) angegeben (Hering et al., 1997). Es gilt also:

$$1 \text{ Hz} = \frac{1 \text{ Schwingung}}{s} \quad (2-1)$$

Multipliziert man Wellenlänge und Frequenz miteinander ergibt sich für elektromagnetische Wellen stets die Lichtgeschwindigkeit. Daher reicht die Angabe entweder der Frequenz oder der Wellenlänge aus, um eine elektromagnetische Welle, neben der Angabe der Polarisation, eindeutig zu beschreiben (Hering et al., 1997):

$$c = f \cdot \lambda \quad \text{oder} \quad \lambda = \frac{c}{f} \quad \text{oder} \quad f = \frac{c}{\lambda} \quad (2-2)$$

c = Lichtgeschwindigkeit (299 792 458,0 Meter pro Sekunde im Vakuum)

f = Frequenz (in Hertz)

λ = Wellenlänge (in Meter)

Nicht jede beliebige Frequenz ist jedoch für Fernerkundungszwecke geeignet. Denn die Erdatmosphäre ist nur für einen bestimmten Teil der elektromagnetischen Strahlung durchlässig. In diesen sogenannten Fenstern wird Fernerkundung betrieben. Außerhalb dieser Fenster wird die Strahlung entweder durch Gase absorbiert oder wieder ins Weltall zurück reflektiert. Man unterscheidet zwei große atmosphärische Fenster: ein optisches Fenster, das aus mehreren Teilbereichen besteht, und ein Radiofenster.

Das optische Fenster umfaßt den für uns Menschen sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums, darüberhinaus den Bereich des nahen und mittleren Infrarots und einige kleinere Fenster im thermalen Infrarotbereich. Das für die Radarfernerkundung genutzte Radiofenster liegt im Bereich von ca. 1 mm bis 18 m. Passive und aktive Systeme arbeiten in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen. Aktive Systeme arbeiten vor allem im Bereich von 1 mm bis 1 m, passiven stehen einige Fenster im Millimeterbereich zur Verfügung (Nüesch, 1999).

Insbesondere im Bereich von 1 cm bis 1 m Wellenlänge erreicht die Erdatmosphäre eine Transmission von nahezu 100% und ist damit für die aktive Mikrowellenfernerkundung besonders gut geeignet (siehe Abb. 2-3). Außerhalb dieses optimalen Bereichs gibt es immer wieder Lücken in der Durchlässigkeit vor allem durch Wasserdampf- oder Sauerstoffabsorptionsbänder (Nüesch, 1999; Curlander & McDonough, 1991).

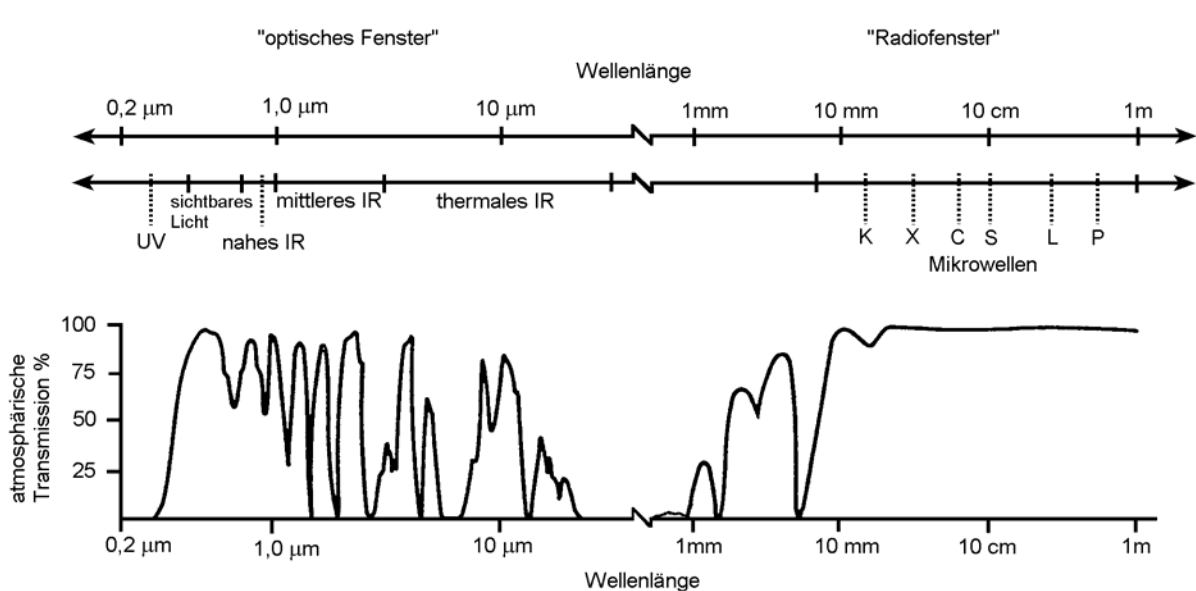


Abbildung 2-3: Elektromagnetisches Spektrum und atmosphärische Transmission, UV steht für Ultraviolett, IR für Infrarot (nach Henderson & Lewis, 1998, nach NASA, 1989).

Da das elektromagnetische Spektrum ein Kontinuum darstellt, gibt es keine scharfen Grenzen zwischen den einzelnen Wellenlängenbereichen. Daher sind die in den verschiedenen Publika-

tionen angegebenen Einteilungen und Grenzwerte nicht einheitlich. Die für die Radarfernerkundung genutzten Bereiche werden in sogenannte Bänder eingeteilt und mit einzelnen Buchstaben benannt. Dies folgt einer ursprünglich aus dem militärischen Bereich stammenden Bezeichnung, die bis heute erhalten blieb (siehe Abb. 2-4). Auch wenn man z.B. vom X-Band eines Radars spricht, ist immer eine ausgesendete Wellenlänge (z.B. 0,03139 m) innerhalb dieses Bandes gemeint. Je nach Anwendungszweck und Konfiguration des Radarsensors können auch mehrere geringfügig voneinander abweichende Wellenlängen abwechselnd gesendet werden, um mehr Informationen zu erhalten (siehe Kapitel 3.3.2).

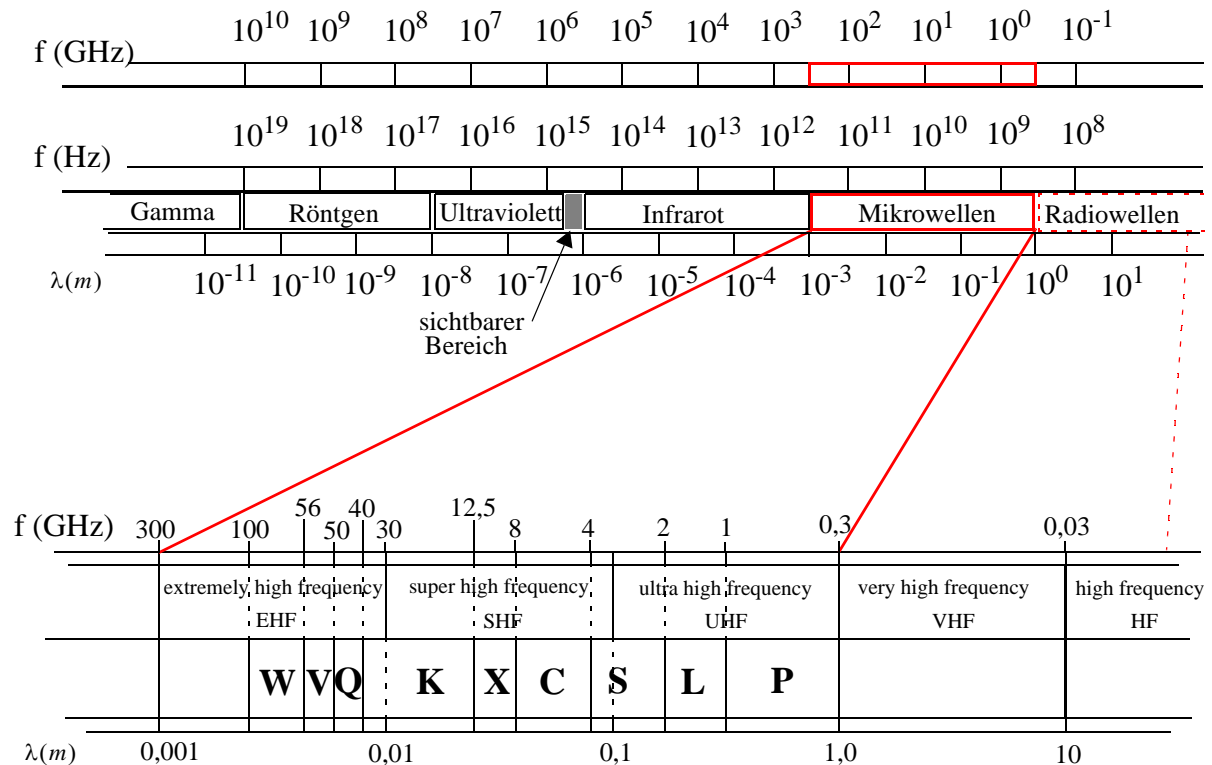


Abbildung 2-4: Elektromagnetisches Spektrum. Die roten durchgezogenen Linien markieren den am häufigsten gebrauchten Bereich für die Mikrowellenfernerkundung (modifiziert nach Ulaby et al., 1981; Curlander & McDonough, 1991; Nüesch, 1999).

### 2.2.1.2 Polarisation

Die Polarisation stellt eine der wesentlichen physikalischen Grundgrößen der Radarfernerkundung dar. Es wurden in den letzten Jahren eine Reihe von intensiven Untersuchungen in diesem Bereich durchgeführt, hier wird jedoch nur kurz auf das Grundprinzip eingegangen. Für darüberhinausgehende Details und Untersuchungen sei auf weiterführende Literatur verwiesen (Papathanassiou, 1999; Hellmann, 2000; Börner, 2000; Elachi, 1990; Fung & Ulaby, 1983; Ulaby, 1986; Zebker & van Zyl, 1991).

Eine elektromagnetische Welle setzt sich aus zwei Feldern zusammen: dem elektrischen Feld  $E$  und dem magnetischen Feld  $M$ , die senkrecht aufeinander stehen. Sie breiten sich als Transversalwellen aus, d.h. die Schwingungsrichtungen bzw. die Vektoren dieser beiden Felder stehen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung (siehe Abb. 2-5). Die Richtung und die Größe eines dieser

beiden Felder genügen als Angabe, um die Richtung und Größe des anderen Feldes zu bestimmen. Laut Definition wird mit der räumlichen Orientierung des elektrischen Feldes  $E$  die Polarisation einer Welle festgelegt. Eine vollständige Beschreibung des Verhaltens elektromagnetischer Wellen liefern die vier Maxwell'schen Gleichungen.

Elektromagnetische Wellen können verschiedene Polarisationszustände annehmen. Sie werden als unpolarisiert bezeichnet, wenn sich die Richtung des elektrischen Feldstärkevektors unregelmäßig ändert, wobei die einzelnen auf der Fortpflanzungsrichtung senkrecht stehenden Richtungen im Durchschnitt mit gleicher Häufigkeit auftreten (Kraus & Schneider, 1988). Ändert sich die Richtung des elektrischen Feldstärkevektors in einer regelmäßigen Form, dann ist eine elektromagnetische Welle polarisiert, entweder elliptisch oder zirkular (siehe Abb. 2-6). Bleibt hingegen die Richtung des elektrischen Feldstärkevektors konstant in einer Schwingungsebene, spricht man von linearer Polarisation (siehe Abb. 2-5).

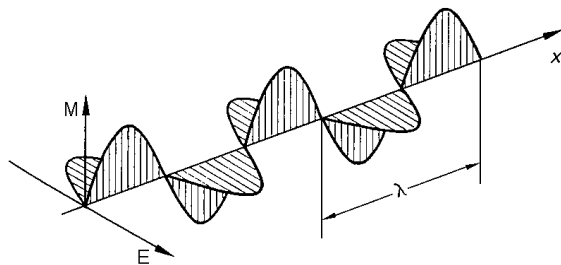


Abbildung 2-5: Momentaufnahme einer linear polarisierten elektromagnetischen Welle mit elektrischem Feld in Ebene  $E$  und magnetischem Feld in Ebene  $M$  (Hering et al., 1997).

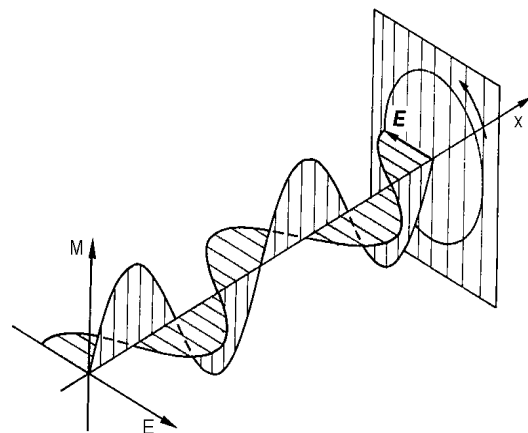


Abbildung 2-6: Momentaufnahme einer zirkular polarisierten elektromagnetischen Welle (Hering et al., 1997).

Sind die Amplituden von  $E$  und  $M$  gleich groß und beträgt der Gangunterschied der Felder  $\lambda/4$  bzw. die Phasendifferenz  $\pi/2$ , dann läuft der resultierende Feldvektor auf einer Schraubenlinie um die  $x$ -Achse. Die elektromagnetische Welle ist dann zirkular polarisiert. Elliptisch polarisiert bezeichnet man eine Welle, wenn die Amplituden von  $E$  und  $M$  nicht gleich groß sind oder der Gangunterschied nicht genau  $\lambda/4$  beträgt und dann der resultierende Feldvektor auf einer elliptischen Schraube entlangläuft (Hering et al., 1997).

Die Polarisation wird auch mit Hilfe einer sogenannten Polarisationsellipse beschrieben (siehe Abb. 2-7). Damit wird das elektrische Feld dargestellt, das sich entlang dieser Ellipse bewegt. Die Form und Lage dieser Polarisationsellipse kann mit Hilfe des Elliptizitätswinkels  $\chi$  und des Orientierungswinkels  $\psi$  vollständig beschrieben werden. Es werden demnach drei Polarisationsarten unterschieden:

- Es handelt sich um eine lineare Polarisation, wenn  $\chi = 0^\circ$ . Daraus ergeben sich die beiden Polarisationen mit  $\psi = 0^\circ$  für die horizontale Polarisation (H) und mit  $\psi = 90^\circ$  die vertikale Polarisation (V). Das elektrische Feld  $E$  bewegt sich nur in der beschriebenen linearen Ebene und verläßt diese nicht.
- Es liegt eine zirkulare Polarisation vor, wenn  $\chi = \pm 45^\circ$  und damit die Länge der Halbachsen der Ellipsen gleich ist, d.h. die Polarisationsellipse ist ein Kreis. Das elektrische Feld  $E$  rotiert kreisförmig in der Ausbreitungsrichtung der Welle.

- Die elliptische Polarisierung gibt den allgemeinsten Polarisationszustand wieder, deren Extremfälle linear polarisierte und zirkular polarisierte Wellen sind. Bedingt durch unterschiedlich große Amplituden bzw. Gangunterschiede der beiden Felder rotiert das elektrische Feld in einer elliptischen Bahn in der Ausbreitungsrichtung der Welle.

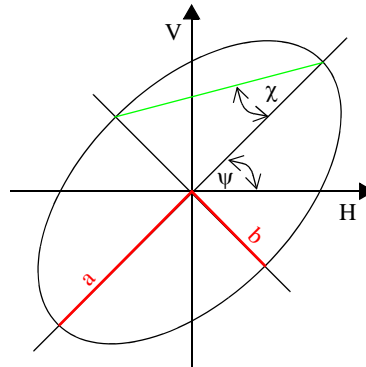


Abbildung 2-7: Polarisationsellipse im Koordinatensystem,  $\chi$  = Elliptizitätswinkel,  $\psi$  = Orientierungswinkel,  $a$  und  $b$  sind die Halbachsen der Ellipse,  $V$  die vertikale,  $H$  die horizontale Ebene. Die elektromagnetische Welle bewegt sich auf den Betrachter zu (modifiziert nach Raney, 1998).

Die meisten aktiven SAR-Systeme arbeiten mit der linearen Polarisierung und kombinieren die horizontale ( $H$ ) und die vertikale ( $V$ ) Polarisierung nach folgenden Möglichkeiten, wobei der erste Buchstabe die ausgesendete und der zweite die empfangene Polarisierungsebene bezeichnet:

- gleichpolarisierte oder kopolarisierte Kombination:  $HH$  oder  $VV$
- kreuzpolarisierte Kombination:  $HV$  oder  $VH$

Ist ein System in der Lage in allen vier Kombinationsmöglichkeiten aufzunehmen, spricht man von einem vollpolarimetrischen SAR-System. Kennt man die Polarisierung des ausgesendeten und des empfangenen Radarsignals, kann man Rückschlüsse auf die elektrischen Eigenschaften des beleuchteten Objekts ziehen. Objekte, die mit gleicher Frequenz und gleichem Einfallswinkel, aber mit verschiedenen Polarisierungen beleuchtet werden, reflektieren oder streuen unterschiedlich (Holecz, 1993). Sendet man z.B. Radarpulse in  $V$  aus und empfängt sie in  $V$ , wird man bei Objekten, die eine vertikale Ausrichtung haben, wie z.B. ein Getreidefeld, ein stärkeres Signal zurückerhalten, als wenn man dasselbe Getreidefeld mit  $HH$  oder kreuzpolarisiert beleuchtet (Lewis & Henderson, 1998).

### 2.2.1.3 Aufnahmegeometrie

Bei der Aufnahme der Erdoberfläche mit Hilfe eines Radarsensors werden zwei Dimensionen unterschieden: die Azimut- und die Range-Richtung. Azimut bezeichnet dabei die Flugrichtung und Range die Entfernungsrichtung bzw. die Ausbreitungsrichtung der Radarpulse (siehe Abb. 2-8). Der Radarsensor sendet während des Fluges Pulse schräg nach unten zur Erdoberfläche aus. Der Aufnahmebereich, der näher am Sensor liegt, wird "near range" Bereich genannt, der Bereich der am weitesten weg liegt, "far range", und der Bereich dazwischen "middle range" (Lewis & Henderson, 1998).

Die ausgesendeten Pulse breiten sich keulenförmig aus und beleuchten am Boden einen elliptischen Geländeausschnitt, der als Footprint bzw. Antennenbeleuchtungsfläche bezeichnet wird (siehe Abb. 2-8). Die zurückkommenden Signale werden aufgezeichnet, so daß sich durch die

sukzessive Aufnahme der Footprints die Abbildung eines Geländestreifens ergibt. Die Länge dieses Streifens wird durch die Länge der zurückgelegten Flugstrecke bestimmt, die Breite ist abhängig vom Antennenöffnungswinkel und der Flughöhe mit dem das Radar die Erdoberfläche abtastet.

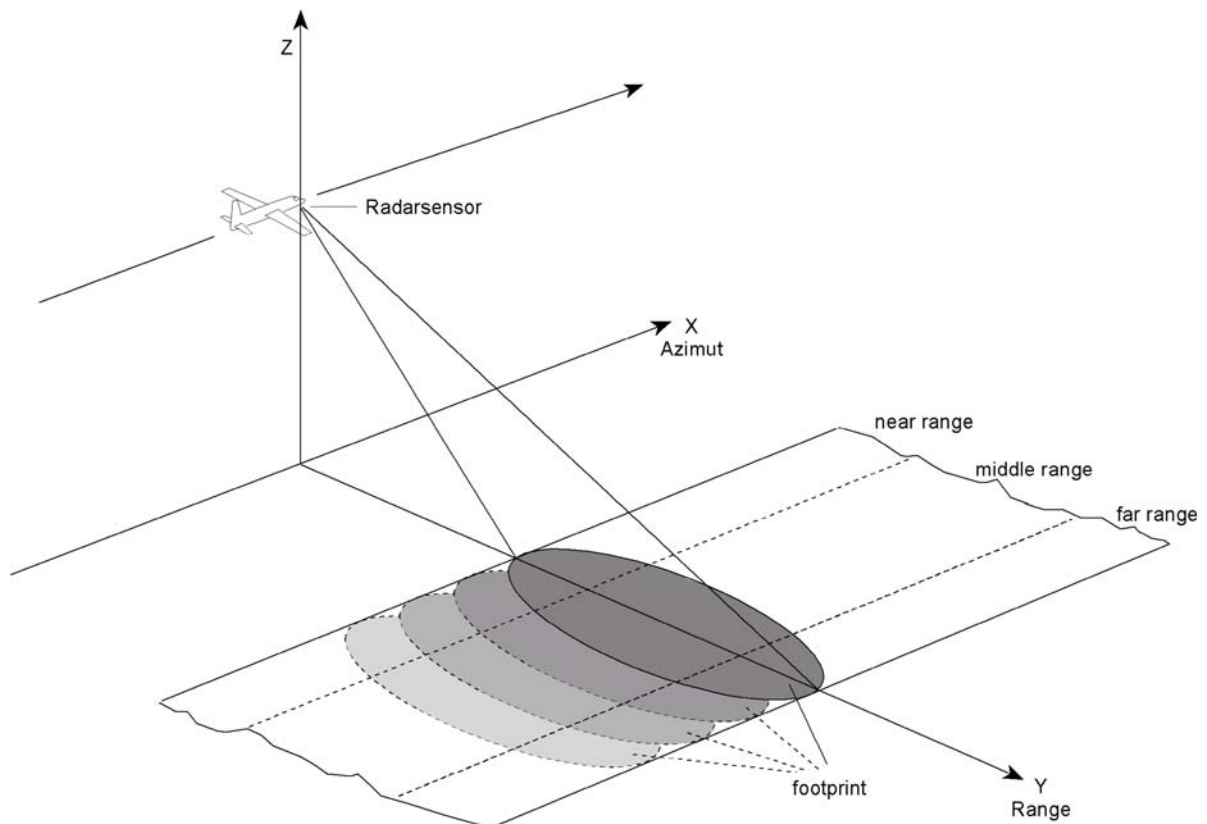


Abbildung 2-8: Das SAR-Aufnahmeprinzip. Die sich überlappenden Antennenbeleuchtungsflächen (Footprints) stammen von jeweils einem ausgesendeten Puls. Die hell- bis mittelgrauen, gestrichelt umrandeten Footprints stammen von Pulsen, die kurz vor der hier gezeigten Flugzeugposition ausgesendet wurden. Der dunkelgraue, mit durchgezogenem Strich umrandete Footprint bezieht sich auf die hier gezeigte Flugzeugposition (nach J. Moreira, 1992 und Voigt, 1997).

Da die Trennung der einzelnen aufgenommenen Objekte auf den unterschiedlichen Entfernungslaufzeiten basiert, ergibt sich die Notwendigkeit die Radarpulse schräg nach unten auszusenden. Würde man die Radarpulse senkrecht nach unten senden, entstünde kein räumlich aufgelöstes Bild der Erdoberfläche, da die Laufzeiten der Mikrowellenpulse aller Objekte im Nadirbereich gleich und damit nicht mehr räumlich eindeutig zugeordnet werden könnten (Kraus & Schneider, 1988).

Um alle Objekte eindeutig voneinander trennen zu können, sind unterschiedliche Pulslaufzeiten mit Hilfe des Schrägsichtverfahrens jedoch noch nicht ausreichend, da es viele Punkte mit genau derselben Entfernung bzw. Laufzeit zum Radarsensor gibt. Diese liegen alle auf einer Linie, der sogenannten Iso-Range-Linie, d.h. der Linie gleicher Entfernung bzw. Laufzeit (siehe Abb. 2-9).

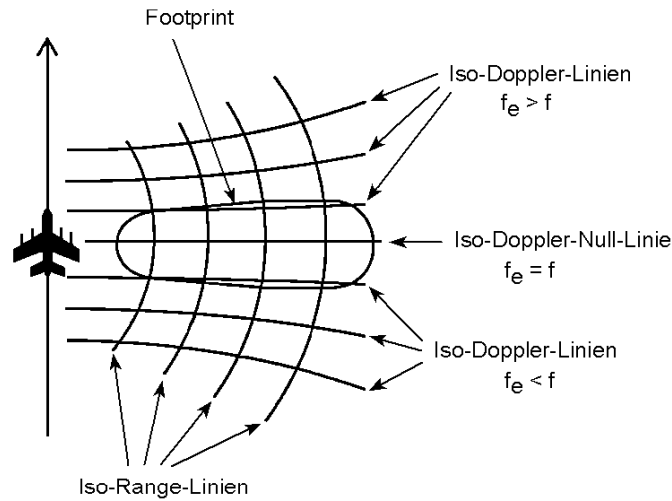


Abbildung 2-9: Linien gleicher Laufzeit (Iso-Range) und Linien gleicher Dopplerfrequenz (Iso-Doppler) einer SAR-Aufnahme,  $f$  = Frequenz des Sendesignals,  $f_e$  = Frequenz des Empfangssignals. Dieses Liniennetz ist für ein horizontales, ebenes Gelände gültig (aus Nüesch, 1999, nach Seifert & Zink, 1993).

Die räumliche Zuordnung der Lage der einzelnen Objekte in Azimutrichtung wird häufig mit einer Analogie zur Dopplerverschiebung erklärt. Demnach zeichnet sich jedes Objekt durch einen charakteristischen Dopplerfrequenzverlauf aus, den man auch als Dopplerhistorie bezeichnet. Fliegt nun ein Radarsensor mit konstanter Geschwindigkeit entlang einer Geraden, bilden sich auf der flachen Erdoberfläche sogenannte Iso-Doppler-Linien aus (siehe Abb. 2-9), d.h. Linien gleicher Dopplerfrequenz gemäß folgender Gleichung (Franceschetti & Lanari, 1999):

$$f_D = \frac{R \cdot 2v_{rel}}{\lambda} \quad (2-3)$$

$f_D$  = Dopplerfrequenz

$v_{rel}$  = Relativgeschwindigkeit zwischen Objekt und Radarsensor

$R$  = Entfernung zwischen Objekt und Radarsensor

$\lambda$  = Wellenlänge

Die Iso-Range und die Iso-Doppler-Linien bilden Kreuzungspunkte, die eine genaue räumliche Zuordnung der einzelnen Objekte auf der Erdoberfläche ermöglichen (siehe Abb. 2-9).

Jedoch ist das hier angeführte Prinzip der Dopplerverschiebung zur Bestimmung der räumlichen Lage der einzelnen Objekte in Azimutrichtung für die SAR-Bilddatenprozessierung nicht notwendig, da die Plattform mit dem Radarsensor jederzeit anhalten kann, ohne daß dies Auswirkungen auf die Daten hat. Daher ist das Dopplerkonzept ein anschauliches, aber nicht notwendiges Erklärungsmodell (Franceschetti & Lanari, 1999). Für die räumliche Lagezuordnung der einzelnen Objekte ist die Phasenhistorie entscheidend. Sie beschreibt beim Vorbeiflug des Radars die zunächst abnehmende Entfernung bei Annäherung an ein Objekt bis die kürzeste Entfernung erreicht wird. Beim Weiterflug nimmt die Entfernung wieder zu (siehe Abb. 2-10). Diese Entfernung wird mit einem näherungsweise quadratischen Verlauf der Phase beschrieben (Bamler & Hartl, 1998; Schanda, 1986). Für die Phasenhistorie ist keine Bewegung der Plattform notwendig, sie kommt mit und ohne Bewegung zustande.

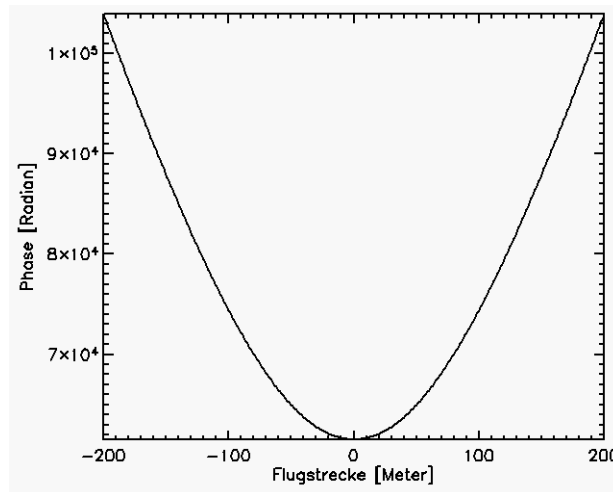


Abbildung 2-10: Näherungsweise quadratischer Verlauf der Phase beim Vorbeiflug an einem Objekt. Die Phase nimmt bei Annäherung an ein Objekt ab und beim Weiterflug wieder zu.

Der annähernd quadratische Verlauf der Phase in Abhängigkeit von der Entfernung des Radars vom Objekt wird wie folgt beschrieben (nach Schanda, 1986):

$$p = \frac{4\pi}{\lambda} \cdot R \quad (2-4)$$

$p$  = Phasenverlauf

$\lambda$  = Wellenlänge

$R$  = Entfernung zwischen Objekt und Radarsensor

$R$  kann dabei durch die Geschwindigkeit des Flugzeugs und der Zeit definiert werden, so daß aus Gleichung 2-4 folgt (nach Schanda, 1986):

$$p = \frac{4\pi}{\lambda} \cdot \frac{V_f^2 \cdot t^2}{2 \cdot R_0} \quad (2-5)$$

$V_f$  = Geschwindigkeit der Trägerplattform des Radars (Flugzeug)

$t$  = Zeit (in Sekunden)

$R_0$  = kleinste Entfernung zwischen Objekt und Radarsensor

Desweiteren müssen zur Datenprozessierung die genauen Positionen im Raum sowohl von der Plattform als auch vom Radar bekannt sein. Der Schielwinkel (squint angle) ist der Blickwinkel des Radars. Das Flugzeug bzw. die Plattform bewegt sich während des Flugs nicht entlang einer idealen Gerade, sondern mit Abweichungen, die mit Hilfe der Roll-, Nick- und Gierwinkel (roll, pitch, yaw angle) beschrieben werden. Wenn sich beispielsweise das Flugzeug bei starkem Seitenwind um die Gierachse dreht, blickt das Radar nicht senkrecht zur Flugrichtung auf die Erdoberfläche, d.h. dadurch verändert sich der Schielwinkel. Das hat eine Frequenzverschiebung der empfangenen Radarsignale zur Folge, die als Dopplerverschiebung bezeichnet wird und ohne deren genaue Kenntnis keine exakte Datenprozessierung möglich ist (Hein, 1998; Bamler & Schättler, 1993). Daher werden alle Bewegungen des Flugzeugs mit Hilfe des inertialen Flugnavigationssystems (INS) und des Global Positioning System (GPS) festgestellt und aufgezeichnet (siehe Kapitel 4).

### 2.2.1.4 Systemauflösung

Man unterscheidet zwischen Radarantennensystemen mit realer und synthetischer Apertur (siehe Kapitel 2.1). Bei Systemen mit realer Apertur ist die Winkelauflösung durch die ausgesendete Wellenlänge und die Länge der realen Apertur der Antenne definiert (Detlefsen, 1979):

$$\Theta \cong \frac{\lambda}{L} \quad (2-6)$$

$\Theta$  = Winkelauflösung der realen Apertur  
 $\lambda$  = ausgesendete Wellenlänge  
 $L$  = Länge der Apertur

Die Winkelauflösung, die hier als die 3 dB-Breite der Antennenhauptkeule definiert ist (J. Moreira, 1992) bestimmt die Bodenauflösung in Azimut. Will man höhere Bodenauflösungen erzielen, muß man kleinere Winkelauflösungen durch entweder kleinere Wellenlängen oder längere Aperturen und damit längere Antennen erzeugen. Das würde bedeuten, daß z.B. eine 180 m lange Antenne nötig wäre, um bei einer Wellenlänge von 3 cm eine Bodenauflösung von 0,5 m zu erreichen (Damoiseaux, 2002).

Eine höhere Auflösung kann man aber auch mit einer synthetischen Apertur erreichen. Die synthetische Apertur entsteht erst nach einer Aufnahmezeit bzw. nach dem Zurücklegen einer Wegstrecke, über die hinweg mehrere Radarpulse gesendet wurden (siehe Abb. 2-11). Anders ausgedrückt, besteht die synthetische Apertur aus mehreren Einzelementen, die künstlich durch das Zurücklegen einer Wegstrecke erzeugt werden. Während des Fluges werden die Mikrowellenpulse unter einer konstanten Pulswiederholfrequenz (PRF) ausgesendet, wodurch sich die am Boden beleuchteten Flächen überlappen (siehe Abb. 2-8). Dadurch wird ein Punkt von mehreren einzelnen sich überlappenden Footprints aufgenommen. Der Punkt bewegt sich dabei in jedem Footprint ein Stück weiter, d.h. er wandert durch die Antennenhauptkeule.

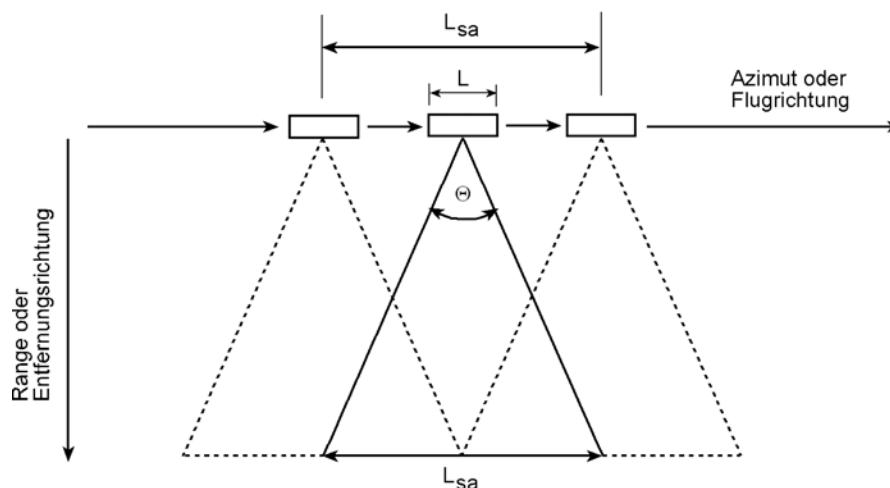


Abbildung 2-11: Darstellung der synthetischen Apertur.  $L$  = Länge der realen Apertur,  $\Theta$  = Winkelauflösung eines einzelnen Antennenelements bzw. der realen Apertur,  $L_{sa}$  = Länge der synthetischen Apertur (nach Hirsch, 2002).

Bei einer Aufnahme mit einer realen Apertur senden alle Antennenelemente gleichzeitig, während bei Aufnahmen mit einer synthetischen Apertur die einzelnen Antennenelemente getrennt und nacheinander senden, d.h. das Gebiet wird sequentiell an leicht unterschiedlichen Positionen aufgenommen (J. Moreira, 1992). Dies erfordert, daß bei einem Radar mit synthetischer

Apertur sowohl der Hinweg des Radarsignals vom Radar zum Objekt als auch der Rückweg vom Objekt zum Radar berücksichtigt werden muß. Bei einem Radar mit realer Apertur muß nur der Rückweg vom Objekt zum Radar beachtet werden, da alle Antennenelemente gleichzeitig Pulse aussenden. Dadurch ergibt sich, daß die Winkelauflösung der synthetischen Apertur gegenüber der Winkelauflösung der realen Apertur um den Faktor 2 kleiner ist (J. Moreira, 1992):

$$\Theta_{sa} \cong \frac{\lambda}{2 \cdot L_{sa}} \quad (2-7)$$

$\Theta_{sa}$  = Winkelauflösung der synthetischen Apertur

$\lambda$  = ausgesendete Wellenlänge

$L_{sa}$  = Länge der synthetischen Apertur

Bei einer gegebenen Schrägentfernung  $R_0$  läßt sich die maximale Länge der synthetischen Apertur  $L_{sa_{max}}$  über die Winkelauflösung eines Antennenelementes  $\Theta$  ermitteln (J. Moreira, 1992):

$$L_{sa_{max}} \cong \Theta \cdot R_0 \quad (2-8)$$

bzw.:

$$L_{sa_{max}} \cong \frac{\lambda}{L} \cdot R_0 \quad (2-9)$$

wobei L die Länge der Apertur bzw. der Antenne darstellt.

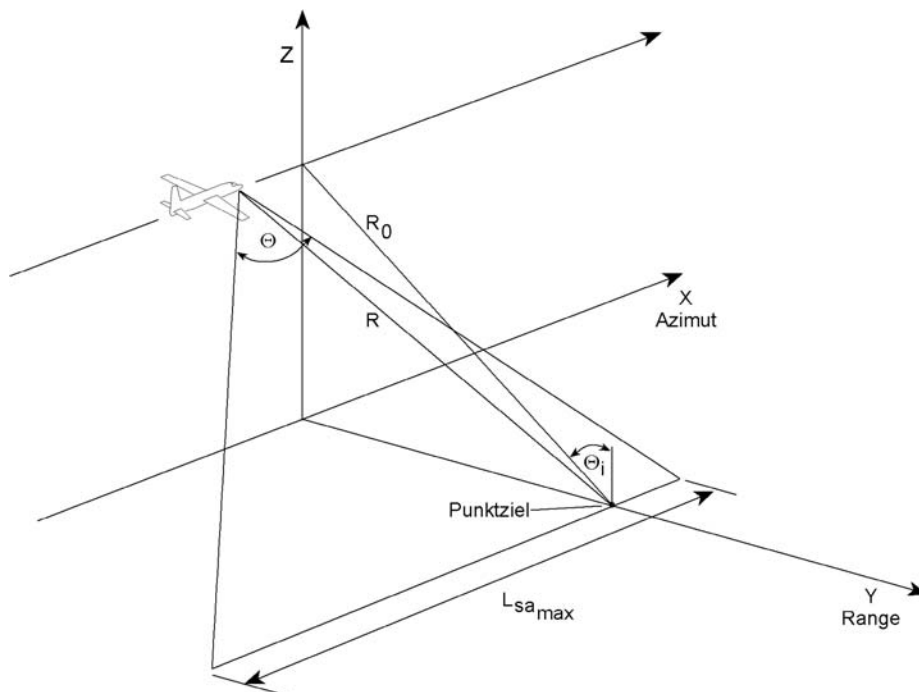


Abbildung 2-12: Das SAR-Aufnahmeprinzip einer synthetischen Apertur auf einem Flugzeug. Die Winkelauflösung eines einzelnen Antennenelementes ist  $\Theta$ ,  $R_0$  bezeichnet die kleinste Entfernung zwischen Objekt und Radarsensor,  $R$  ist eine Entfernung zwischen Objekt und Sensor,  $\Theta_i$  ist der Einfallswinkel,  $L_{sa_{max}}$  steht für die maximale Länge der synthetischen Apertur (nach J. Moreira, 1992).

Schließlich ergibt sich die maximale Bodenauflösung  $\delta_{az_{max}}$  in Azimut als (J. Moreira, 1992):

$$\delta_{az_{max}} = \Theta_{sa_{max}} \cdot R_0 \quad (2-10)$$

und kann umgeschrieben werden zu:

$$\delta_{az_{max}} \cong \frac{L}{2} \quad (2-11)$$

Diese Gleichung zeigt, daß die mit der synthetischen Apertur betrachteten Objekte dann getrennt aufgelöst werden, wenn sie mindestens so groß sind wie die halbe Länge der Antenne. Das bedeutet, je kleiner die Antenne ist, desto kleiner können die Objekte sein, die in Azimut noch aufgelöst werden können bzw. desto größer ist der von ihr ausgeleuchtete Bereich und damit die synthetische Apertur (Nüesch, 1999). Dies resultiert aus der breiteren Abstrahlcharakteristik kleinerer Antennen. Diese haben jedoch den Nachteil, daß weniger Leistung abgestrahlt und wieder empfangen wird, was je nach Flughöhe problematisch werden kann. Größere Antennen hingegen bündeln die Leistung besser. Deshalb können nicht beliebig kleine Antennen verwendet werden, um die Auflösung zu steigern (Börner, 2000).

Das bedeutet auch, daß die Azimutauflösung weder von der verwendeten Wellenlänge noch von der Entfernung zwischen Radarsensor und Objekten auf der Erdoberfläche abhängt. Denn mit zunehmender Flughöhe wächst die Breite der Radarkeule am Boden bzw. der Antennenbeleuchtungsfläche und damit erhöht sich gleichzeitig die Länge der synthetischen Apertur (siehe Abb. 2-12). Beide Effekte kompensieren sich, wodurch die Flughöhe keine Rolle spielt (Börner, 2000).

Die Auflösung in der Schrägentfernung (slant range)  $\delta_r$  ergibt sich aus der Sendepulslänge  $\tau p$  (J. Moreira, 1992):

$$\delta_r = \frac{c \cdot \tau p}{2} \quad (2-12)$$

Mit dem Faktor 2 wird der Hin- und Rückweg des Pulses berücksichtigt. Die Auflösung in Range ist also durch die Sendepulslänge limitiert und kann durch eine Verkürzung der Pulslänge erhöht werden. Nachdem die Auflösung in Schrägentfernung  $\delta_r$  bestimmt ist, kann davon ausgehend die Auflösung der Entfernung auf der Geländeoberfläche  $\delta_{rg}$  durch die Projektion der Schrägentfernung auf die Bodenoberfläche bestimmt werden. Die Bodenauflösung (ground range)  $\delta_{rg}$  ist vom Einfallswinkel  $\Theta_i$  abhängig, der mit der Geländeneigung, Entfernung (Radarsensor-Erdoberfläche) und der Flughöhe variiert. Die Bodenauflösung  $\delta_{rg}$  ist gegeben durch (J. Moreira, 1992):

$$\delta_{rg} = \frac{c \cdot \tau p}{2 \cdot \sin \Theta_i} \quad (2-13)$$

### 2.2.2 Objektspezifische Parameter

Die zurückgestreuten Radarsignale werden nicht nur von den sensor- und aufnahmespezifischen Parametern beeinflusst, sondern auch von den Eigenschaften der Objekte selbst. So bestimmen Größe, geometrische Form, Ausrichtung, Struktur, Materialbeschaffenheit, Materialdichte und Oberflächenrauigkeit des Objekts die Reflexion und/oder Absorption des

Signals. Auch die nachbarschaftliche Anordnung bzw. der räumliche Abstand der verschiedenen Objekte untereinander sowie die Bodenfläche, auf der sich die Objekte befinden, beeinflussen das zurückkommende Signal.

Radarpulse können teilweise in die Materialien eindringen. Damit erhält man Informationen von den Schichten unterhalb der Oberfläche eines Objektes. Die Eindringtiefe der Mikrowellenpulse ist abhängig von der Wellenlänge der Signale, der Oberflächenrauigkeit der Objekte (siehe Kapitel 2.2.2.1) und deren Dielektrizitätskonstante (siehe Kapitel 2.2.2.2). Generell gilt die Regel, je länger die benutzte Wellenlänge, desto tiefer können die Wellen in die Materie eindringen und je kürzer, desto eher werden diese bereits an der Oberfläche reflektiert. Als Richtwert für die Eindringtiefe kann grob die halbe Wellenlänge angenommen werden (Kronberg, 1985).

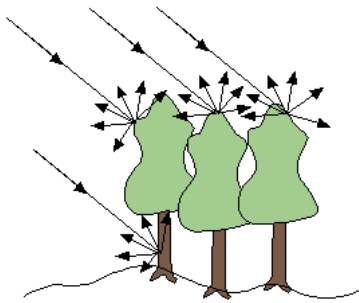


Abbildung 2-13: Reflexionsverhalten von Radarpulsen im X-Band an Bäumen (Damoiseaux, 2002).

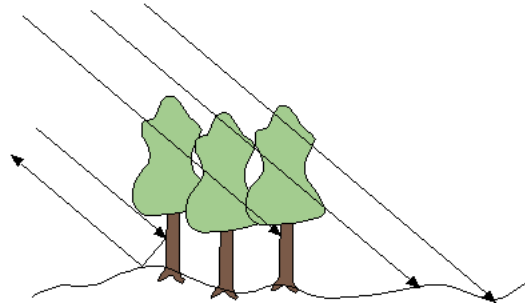


Abbildung 2-14: Reflexionsverhalten von Radarpulsen im P-Band an Bäumen (Damoiseaux, 2002).

Die Abbildungen 2-13 und 2-14 zeigen die unterschiedlichen Eindringtiefen und Reflexionsverhalten von verschiedenen Wellenlängen am Beispiel von Bäumen. Während das kurzwelligere X-Band an der Oberfläche des Kronendachs und an den Stämmen reflektiert wird, durchdringt das langwelligere P-Band das Blattwerk und die dünnen Äste der Baumkronen und wird erst an den Stämmen reflektiert. Wenn Baumstamm und Boden einen  $90^\circ$  Winkel bilden, kommt es zur sogenannten double bounce reflection, d.h. zur Doppelreflexion, wobei das Signal in zwei  $90^\circ$ -Winkeln am Boden und am Baumstamm wieder zum Sensor zurück reflektiert wird, wie in Abb. 2-14 links dargestellt (Nüesch, 1999; Raney, 1998).

### 2.2.2.1 Oberflächenrauigkeit und Rückstreuung

Die Oberflächenrauigkeit eines Objekts ist der dominierende Faktor bei der Rückstreuung einer Welle. Bei gleichem Einfallswinkel und gleicher Frequenz gilt, je rauer die Oberfläche, desto diffuser ist die Rückstreuung und je glatter die Oberfläche, desto gerichteter die Reflexion. Bei homogenen und dichten Materialien findet die Streuung nur auf der Grenzfläche statt, die dann als Oberflächenstreuung bezeichnet wird. Diese ist auch abhängig von der verwendeten Frequenz, der Polarisierung und dem Einfallswinkel.

Bei inhomogenen Materialien bzw. Objekten, die aus verschiedenen Materialien bestehen, dringt ein Teil der Strahlung in die Materialien ein. Die Rückstreuung setzt sich dann aus vielen kleinen Einzelstreuungen an den jeweiligen Materialien zusammen und wird als Volumenstreuung bezeichnet. Art und Stärke der Volumenstreuung werden dabei hauptsächlich von zwei Faktoren bestimmt: Inhomogenität des Mediums und Eindringtiefe der Wellen. Weiterhin wird sie von den sensorspezifischen Parametern des Einfallswinkels und der Polarisierung beeinflusst, wobei die Volumenstreuung wesentlich weniger stark vom Einfallswinkel abhängt als die Oberflächenstreuung (Holecz, 1993).

### 2.2.2.2 Dielektrische Eigenschaft

Eine wichtige Rolle für das Reflexionsverhalten eines Objekts spielt die elektrische Leitfähigkeit des Materials. Diese Materialeigenschaft wird mit Hilfe der dimensionslosen relativen Dielektrizitätskonstante beschrieben, die den Faktor darstellt, um den ein elektrisches Feld durch das Vorhandensein eines Stoffes gedämpft wird (Nüesch, 1999). So nimmt die Dielektrizitätskonstante fast linear mit dem Wasser- bzw. Feuchtigkeitsgehalt eines Materials zu. Trockene Böden z. B. haben Werte zwischen 3 und 8, für Wasser liegt dieser bei 80 (Kronberg, 1985; Lillesand & Kiefer, 1994). Daher nimmt mit zunehmenden Feuchtigkeitsgehalt eines Objekts der Anteil der Reflexion bzw. der Oberflächenstreuung zu. Da bei trockenen Materialien die Radarpulse tiefer eindringen können, nimmt der Anteil der Volumenstreuung zu.

### 2.2.2.3 Radargleichung und Rückstreuquerschnitt

Innerhalb einer Auflösungszelle des Radars liegen meist mehrere einzelne unterschiedliche Punktstreuer, die stochastisch im Raum verteilt sind. Das am Sensor empfangene Signal ist die Summe der Streumechanismen dieser Einzelstreuer und wird über die vom Radar beleuchtete Fläche integriert.

Die Radargleichung beschreibt die von der Antenne empfangene Energie unter Berücksichtigung der ausgesendeten Energie, der Antennencharakteristik, der verwendeten Wellenlänge, des Einfallswinkels und der Streueigenschaften der Objekte (Ulaby & Dobson, 1989):

$$P_r = \frac{P_t \cdot G^2 \cdot \lambda^2}{(4\pi)^3 \cdot R^4} \cdot \sigma \quad (2-14)$$

$P_r$  = gemittelte Empfangsenergie

$P_t$  = Sendeenergie

$G$  = Antennengewinn

$\sigma$  = Rückstreuquerschnitt

$\lambda$  = Wellenlänge

$R$  = Entfernung zwischen Radarantenne und Objekt

Der Rückstreuquerschnitt  $\sigma$  beschreibt die Rückstreuung eines Punktstreuers, die von seinen individuellen Streueigenschaften, vom Einfallswinkel, der verwendeten Wellenlänge und der Polarisation abhängt. Zur Beschreibung eines vom Radar abgebildenden Flächenziels wird der dimensionslose, normierte Rückstreuquerschnitt  $\sigma^0$  verwendet, der den Mittelwert aller räumlich verteilten Streuer innerhalb einer beleuchteten Flächeneinheit darstellt (Holecz, 1993).

### 2.2.3 Interferenz

Kohärente Bilder entstehen durch Aufnahmesysteme, deren ausgesendete Wellen stets die gleiche Wellenlänge und eine feste Phasenbeziehung haben, wie es bei Radaraufnahmen der Fall ist. Dabei treten Interferenzen auf, die als Speckle bezeichnet werden (Goodman, 1976). Diese Interferenzen werden bei der Betrachtung eines Radarbildes als Rauschen, Körnigkeit oder als "Salz und Pfeffer"-Muster beschrieben. Sie entstehen aus zufälligen, konstruktiven und destruktiven Überlagerungen der zum Sensor zurückgestreuten Wellen, die von verschiedenen

Objekten bzw. Streuzentren innerhalb einer beleuchteten Flächen stammen (Holecz, 1993).

Das empfangene Radarsignal lässt sich, wie in der Abb. 2-15 skizziert, als Vektor  $z$  in der sogenannten komplexen Ebene darstellen. Es setzt sich aus der kohärenten Addition aller zurückgestreuten Signale  $z_1, z_2, z_3, \dots, z_i$  innerhalb einer Flächeneinheit zusammen. Der Effekt wird auch als "random walk" bezeichnet (Goodman, 1976).

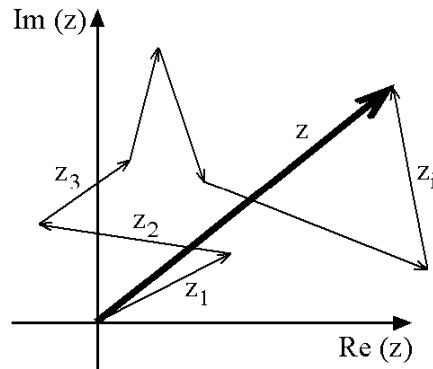


Abbildung 2-15: zurückgestreutes Radarsignal, dargestellt als Vektor  $c$  in der komplexen Ebene,  $Re$  = reelle Achse,  $Im$  = imaginäre Achse (nach Goodman, 1976).

### 2.3 Radardatenverarbeitung

Die Verarbeitung der Radardaten teilt sich in drei Gebiete auf: die SAR-Bildprozessierung, die SAR-Interferometrie und die Postprozessierung. In den nachfolgenden Unterkapiteln sind die Verarbeitungsschritte beschrieben, die innerhalb der SAR-Bildprozessierung durchgeführt werden, um die von der Erdoberfläche zum Radarsensor zurück reflektierten und aufgezeichneten Radarsignale zu ersten Bildprodukten zu verarbeiten.

Im Übersichtsdiagramm (siehe Abb. 2-16) sind auch die weiteren Verarbeitungsschritte und Produkte der sich anschließenden SAR-Interferometrie und des Postprocessings der besseren Übersicht willen mitdargestellt, auch wenn sie erst in späteren Kapiteln ausführlich behandelt werden. Auf diese Darstellung wird in den entsprechenden Kapiteln erneut verwiesen.

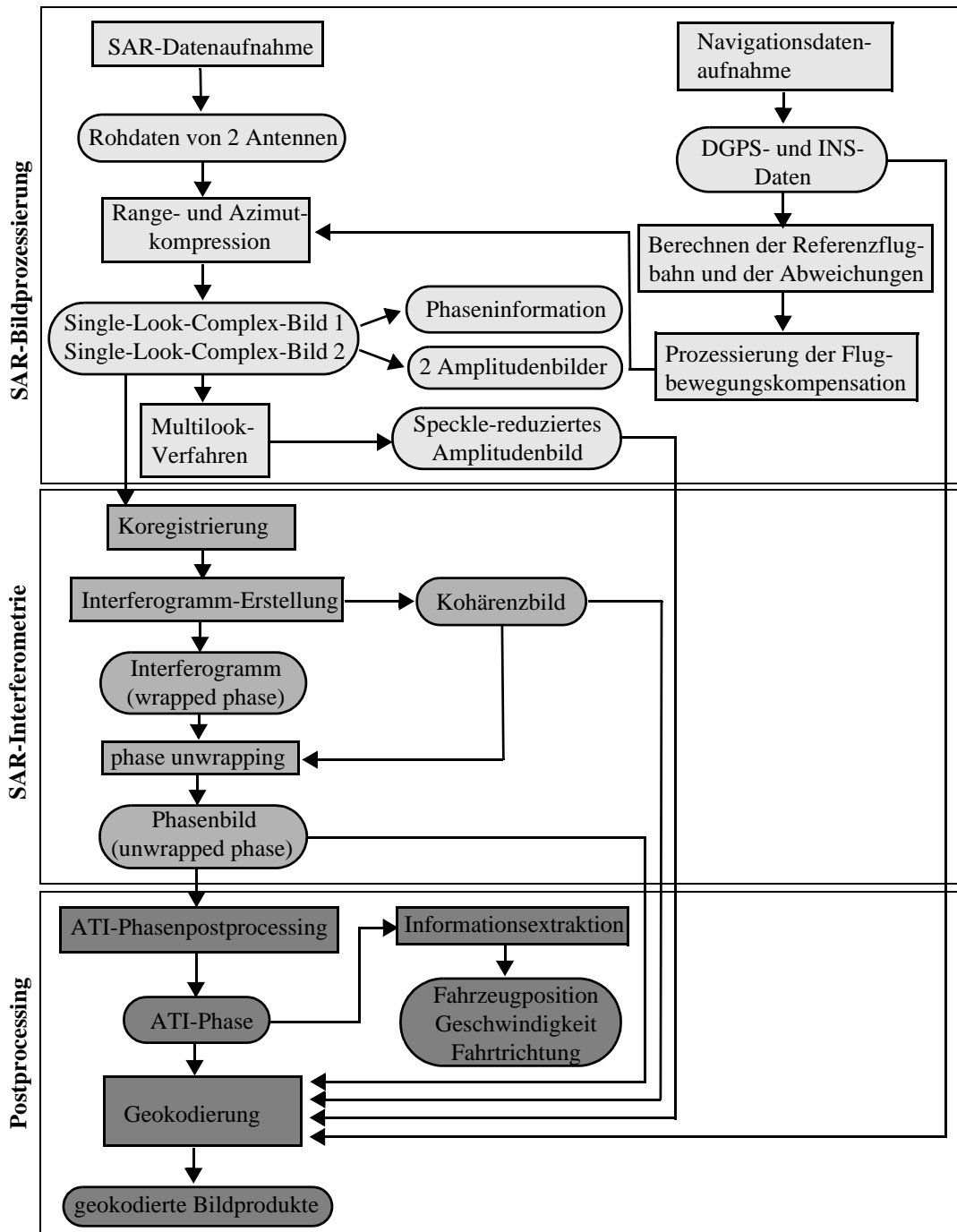


Abbildung 2-16: Übersicht über die Radardatenprozessierung. Hellgrau hinterlegt sind die Verarbeitungsschritte der SAR-Bildprozessierung, mittelgrau der SAR-Interferometrie, dunkelgrau des Postprocessings; in eckiger Umrandung sind Prozesse, in runder Datenprodukte dargestellt.

### 2.3.1 Phase und Amplitude

Die Phase und die Amplitude eines Radarsignals lassen sich in der sogenannten komplexen Ebene oder Gaußschen Zahlenebene mit den beiden Koordinatenachsen, die als reelle und imaginäre Achsen bezeichnet werden, darstellen (siehe Abb. 2-17).

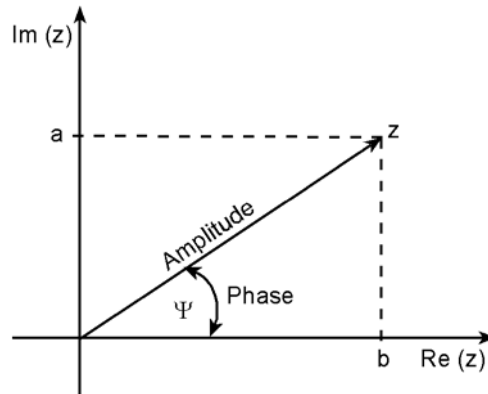


Abbildung 2-17: Darstellung von Phase und Amplitude in der komplexen Ebene, Re = reelle Achse, Im = imaginäre Achse.

Eine komplexe Zahl  $z$  ist die formale Summe einer reellen Zahl  $a$  und einer imaginären Zahl  $jb$ :

$$z = a + jb \quad (2-15)$$

Die Phase  $\Psi$  wird dabei als Winkel des Zeigers der komplexen Zahl  $z$  dargestellt und liegt zwischen  $0^\circ$  und  $360^\circ$  bzw. zwischen  $0$  und  $2\pi$  bzw.  $-\pi$  und  $+\pi$ .

$$\tan \Psi = \frac{\text{Im}(z)}{\text{Re}(z)} \quad (2-16)$$

Im = Imaginärteil einer komplexen Zahl

Re = Realteil einer komplexen Zahl

Daraus ergibt sich.:

$$\Psi = \arctan\left(\frac{\text{Im}(z)}{\text{Re}(z)}\right) \quad (2-17)$$

Die Amplitude des komplexen Radarsignals stellt den Betrag der Länge des Zeigers dar:

$$|z| = \sqrt{\text{Re}(z)^2 + \text{Im}(z)^2} \quad (2-18)$$

Beispiele für Amplitudenbilder sind die Abbildungen 5-6 und 5-9.

### 2.3.2 SAR-Bildprozessierung

Die Prozessierung der Radarrohdaten zu Radarbildern wird unter Anwendung der Methoden der Signalverarbeitung durchgeführt. Das wesentliche Prinzip an diesen Verfahren ist, daß eine Referenzfunktion, die entweder aus einem theoretisch gesendeten Signalverlauf besteht oder aus den Daten selbst gewonnen wurde, mit den aufgezeichneten Signalen korreliert wird. Dies kann entweder im Zeit- oder im Frequenzbereich mit Hilfe der Fast Fourier Transformation

(FFT) durchgeführt werden. Der gesamte Prozeß der Bildgenerierung beinhaltet eine zweidimensionale Korrelation für jeden Bildpunkt, die aus dem Produkt der zuerst in Rangerichtung (Rangekompression, siehe Abb. 2-18) und dann in Azimutrichtung (Azimutkompression, siehe Abb. 2-19) durchgeführten Korrelation besteht (J. Moreira, 1992). Erst durch die Azimutkompression werden die sich überlappenden Antennenbeleuchtungsflächen (siehe Abb. 2-8) zu einem Bildpunkt verrechnet. Man erhält schließlich einen komplexen, sogenannten Single Look Complex-Datensatz (SLC), dessen Betrag sich als Bild darstellen läßt.

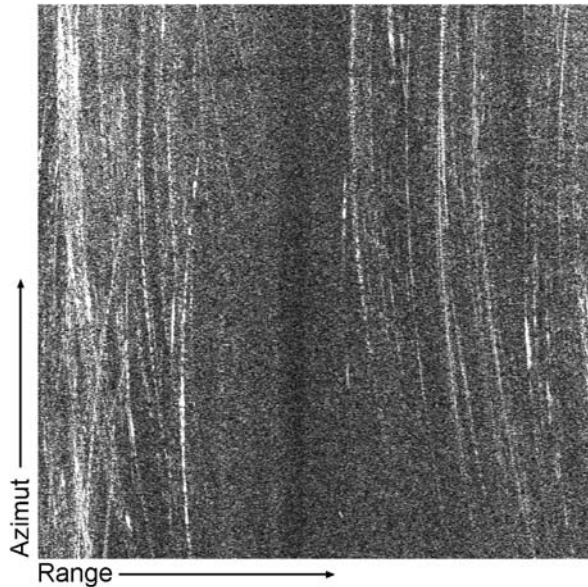


Abbildung 2-18: Nur in Range komprimierter Datensatz. Flugplatz Oberpfaffenhofen bei München.

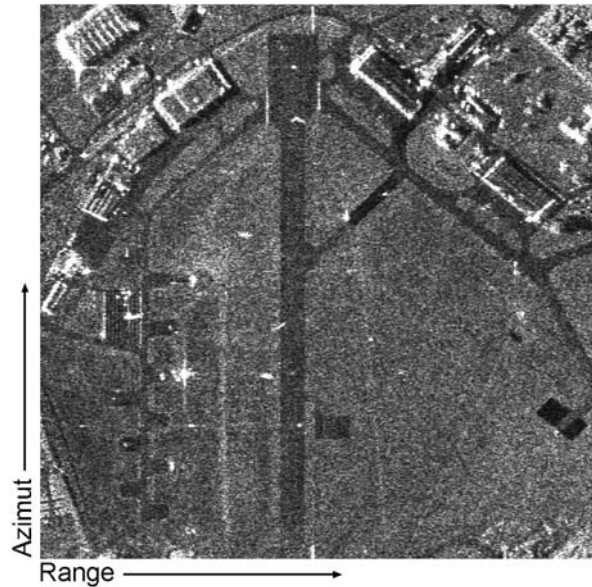


Abbildung 2-19: In Range und Azimut komprimierter Datensatz. Flugplatz Oberpfaffenhofen bei München.

### 2.3.3 Multilook-Verfahren

Um den Speckle-Effekt (siehe Kapitel 2.2.3) zu verringern und die radiometrische Auflösung zu verbessern, gibt es unterschiedliche Verfahren. Das hier angewandte ist das Multilook-Verfahren.

Dazu wird die Länge der synthetischen Apertur in mehrere unabhängige Subaperturen zerlegt, in sogenannte "Looks". Es wird eine räumliche Mittelung über eine gewählte Anzahl von unabhängigen Abtastwerten  $N_{az}$  in Azimut und  $N_{rg}$  in Range, die zusätzlich gewichtet werden können, durchgeführt. Danach werden die einzelnen Looks mit einer inkohärenten Addition zusammengeführt und erzeugen so ein Multilook-Bild (MLI) mit vermindertem Speckle (A. Moreira, 1990 und 1993). Daraus ergibt sich  $N_L$  als Anzahl der Looks wie folgt:

$$N_L = N_{az} \cdot N_{rg} \quad (2-19)$$

Zwischen der radiometrischen und der geometrischen Auflösung besteht ein direkter Zusammenhang. Mit der Erhöhung der Anzahl der Looks verbessert sich die radiometrische Auflösung, während sich die geometrische gleichzeitig verschlechtert. Je nach Anwendungszweck bzw. durchzuführender Analyse kann eine hohe radiometrische Auflösung zu Lasten der geometrischen Auflösung erforderlich sein (Klausing & Holpp, 2000).



## Kapitel 3 SAR-Interferometrie

Ein interferometrisches SAR (InSAR) operiert mit zwei räumlich voneinander getrennten Antennen, im Gegensatz zum konventionellen SAR, das nur aus einer Antenne besteht. Von jeder Antenne erhält man nach den in Abbildung 2-16 dargestellten Verarbeitungsschritten jeweils ein Single-Look-Complex-Bild (SLC), aus dem je ein Amplitudenbild und eine Phaseninformation gewonnen wird. Aus der Differenz der Phaseninformationen kann man die Phasendifferenz (Interferogramm) erzeugen, die durch die leicht unterschiedlichen Blickwinkel der beiden Antennen oder durch leicht unterschiedliche Zeitpunkte der Aufnahmen der beiden Antennen entsteht.

Man unterscheidet grundsätzlich zwei Interferometriearten: die Along-Track-Interferometrie (ATI) und die Across-Track-Interferometrie (XTI). Sie unterscheiden sich in der physikalischen Stellung der Antennen zueinander und in ihrem Untersuchungsgegenstand. Bei der ATI sind die Antennen in Flugrichtung hintereinander montiert, um die Geschwindigkeiten von sich bewegendem Objekten zu ermitteln (siehe Abb. 3-1). Für die XTI sind die Antennen senkrecht zur Flugrichtung und in Blickrichtung angeordnet. Die leicht unterschiedlichen Blickwinkel ermöglichen es, Höheninformationen des aufgenommenen Geländes zu erhalten (siehe Abb. 3-2). Dabei können die Antennen entweder beide auf einer Flugzeugseite oder je eine auf jeder Seite platziert sein. Es besteht auch die Möglichkeit, ATI und XTI so zu kombinieren, daß beide gleichzeitig betrieben werden können. Dazu können beispielsweise zwei Antennen als ATI-System auf die eine Seite des Flugzeugs und eine weitere Antenne auf die gleiche oder die andere Flugzeugseite montiert werden, um damit ein XTI-System zu konstruieren, d.h. man arbeitet mit drei Antennen. Dies erlaubt eine gleichzeitige Messung von Geländehöhen und Objektgeschwindigkeiten (Hirsch, 2002).



Abbildung 3-1: Das ATI-Antennen-System des AeS-1 ist auf einem Flugzeug (Rockwell Turbine Commander) in Flugrichtung hintereinander montiert.

Neben den physikalisch unterschiedlichen Antennenkonfigurationen unterscheidet man aufgrund der zeitlichen Aufnahmefolge eines Gebietes zwischen der Repeat-Pass- und der Single-Pass-Interferometrie (Henderson & Lewis, 1998, Nüesch, 1999).

Bei der Repeat-Pass-Interferometrie wird die Erdoberfläche mit nur einer Antenne aufgenommen. Nachdem man das Gebiet zum ersten Mal befliegen hat, wird es mit zeitlichem Abstand

ein zweites Mal aufgenommen. Will man ein digitales Höhenmodell (DEM) generieren, dann muß die zweite Aufnahme mit einer zur ersten Aufnahme leicht versetzten Flugbahn erfolgen. Der räumliche Abstand zwischen den beiden Aufnahmepositionen wird Basislinie genannt. Je nach zeitlichem Abstand zwischen den Aufnahmen können sich die Objekte auf der Erdoberfläche durch zwischenzeitliche natürliche (Regen, Sturm, Überschwemmung, Trockenheit, Wind, etc.) oder anthropogene Einflüsse (Bautätigkeit, Ernte, Mahd, Rodung, etc.) verändert haben. Das bedeutet, daß an diesen Stellen die Signale dekorreliert sind und damit die Kohärenz (siehe Kapitel 3.2.1), also die Übereinstimmung der Signale der beiden Aufnahmen, gering ist. Dies kann auch durch eine Veränderung der Basislinie, die einen bestimmten kritischen Wert nicht überschreiten darf, verursacht werden. Je nach Untersuchungsgegenstand kann eine geringe Kohärenz eine wertvolle Information sein, z.B. für das Detektieren von Landoberflächenveränderungen, oder eher unerwünscht sein, da die Kohärenz als Maß der Qualität eines Interferogramms gilt (siehe Kapitel 3.2.2), von dem weitere Produkte abgeleitet werden.



Abbildung 3-2: Das XTI-Antennen-System des AeS-1 ist auf einem Flugzeug (Rockwell Turbine Commander) senkrecht zur Flugrichtung und in Blickrichtung montiert.

Bei der Single-Pass-Interferometrie werden zwei oder mehr Antennen simultan betrieben. Der Abstand zwischen den Antennen ist hier die Basislinie. Bei dieser Aufnahmetechnik senden und empfangen die Antennen fast zeitgleich. Für die XTI bedeutet das, daß eine Dekorrelation durch Veränderung der Objekte auf der Erdoberfläche durch zwischenzeitliche Einflüsse nicht gegeben ist. Für die ATI ist die Single-Pass-Interferometrie mit einem flugzeuggetragenen SAR-System die einzige Möglichkeit, Geschwindigkeiten von sich bewegenden Objekten festzustellen, da diese nur aufgrund der Differenz zwischen zwei Aufnahmen im Millisekundenbereich gemessen werden kann. Es ist derzeit in Diskussion, ob und wie man auch ATI mit satellitenge-tragenen Systemen betreiben kann (siehe Kapitel 10).

InSAR-Beobachtungen finden zunehmend im Single-Pass-Verfahren statt, insbesondere bei flugzeuggetragenen Systemen. Repeat-Pass wird vor allem bei satellitenge-tragenen Systemen angewendet, da für eine Single-Pass-Interferometrie eine Basislinie von etwa hundert Metern benötigt wird, die nicht auf einen Satelliten realisiert werden kann. Historisch betrachtet wurden die ersten interferometrischen Anwendungen mit XTI durchgeführt und die weitaus meisten InSAR-Untersuchungen sind nach wie vor XTI. Im Gegensatz dazu ist ATI ein bis heute noch wenig angewendetes Verfahren. Infolgedessen wird im allgemeinen Sprachgebrauch unter dem Begriff InSAR meistens XTI verstanden.

### 3.1 Prinzip der Along-Track-Interferometrie

Along-Track-Interferometrie wird eingesetzt, um sich bewegende Objekte zu erfassen und deren Geschwindigkeiten und Bewegungsrichtungen zu ermitteln.

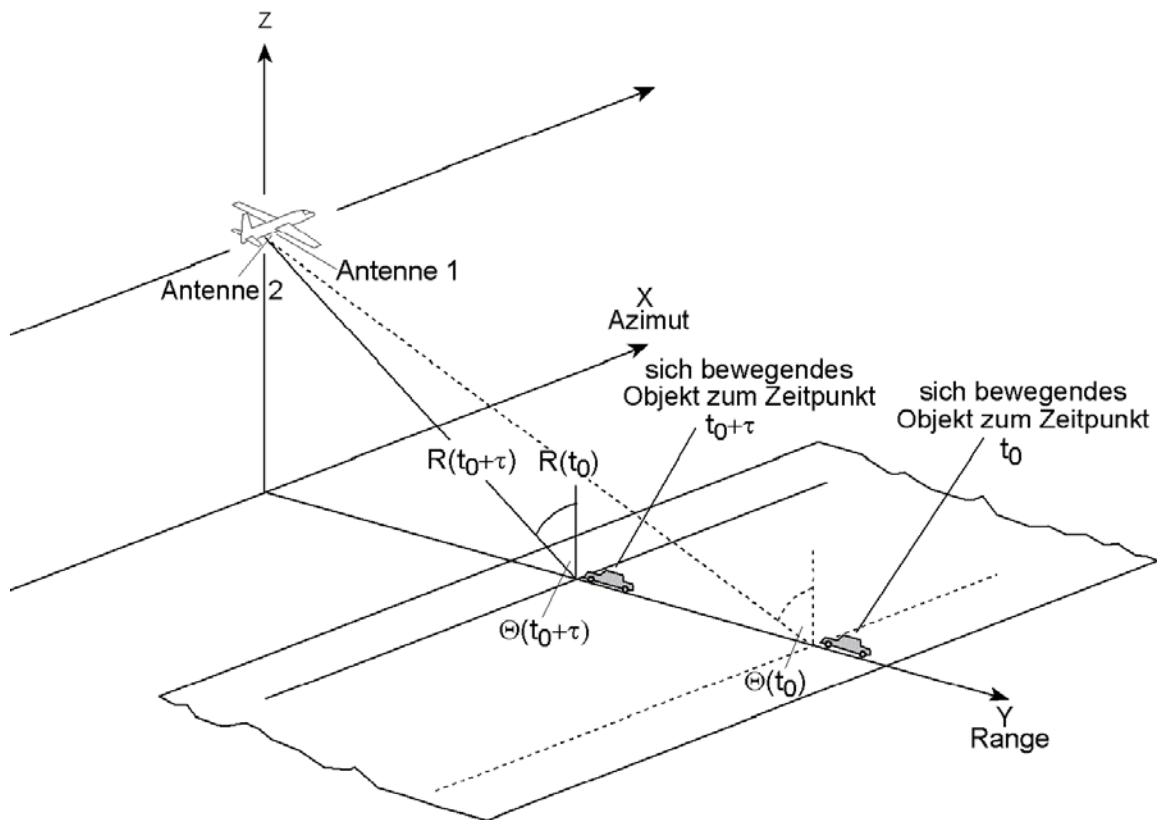


Abbildung 3-3: Aufnahmeprinzip der Along-Track-Interferometrie (ATI). R bezeichnet die Entfernung zwischen sich bewegendem Objekt und Sensor,  $\Theta(t_0)$  und  $\Theta(t_0 + \tau)$  den Einfallswinkel zum jeweiligen Zeitpunkt. Weitere Erklärungen im Text.

Die Abbildung 3-3 verdeutlicht das Aufnahmeprinzip der Along-Track-Interferometrie. Beide Antennen senden und empfangen in zeitlicher Abfolge. Das Objekt, hier ein Fahrzeug, wird zum ersten Mal zum Zeitpunkt  $t_0$  von Antenne 1 erfasst (gestrichelte Linie). Antenne 2 (durchgezogene Linie) erfasst dasselbe Fahrzeug einige Millisekunden später zum Zeitpunkt  $t_0 + \tau$ . Man spricht vom sogenannten "time lag", d.h. Zeitversatz zwischen den Aufnahmen der beiden Antennen, der hier mit  $\tau$  angegeben ist. Dieser sogenannte ATI-Zeitversatz entsteht aus der Dauer, die die hintere Antenne (Antenne 2) braucht, um die vorherige Position der vorderen (Antenne 1) einzunehmen. Aus der Differenz der Aufnahmen der Antennen kann man Objekte, die sich bewegt haben, von Objekten, die sich nicht bewegt haben, unterscheiden. Dieser ATI-Zeitversatz  $\tau$  wird wie folgt bestimmt (Carande, 1992):

$$\tau = \frac{b}{V_f} \quad (3-1)$$

$\tau$  = ATI-Zeitversatz

$b$  = physikalischer Antennenabstand

$V_f$  = Geschwindigkeit der Trägerplattform des Radars (Flugzeug)

Eine Rolle spielt dabei auch der Sende- und Empfangsmodus. Obige Gleichung gilt, wenn eine der beiden Antennen ein Radarsignal sendet und dieses wieder empfängt und dann die zweite Antenne sendet und empfängt (siehe Kapitel 3.3.1). Dann ist die Basislinie, die als der Abstand zwischen den beiden Aufnahmepositionen definiert ist, mit dem physikalischen Antennenabstand identisch. Wird jedoch nur eine Antenne zum Senden und beide Antennen zum Empfangen benutzt, wie im Falle dieser Untersuchung, dann halbiert sich  $\tau$ . Damit entspricht der physikalische Antennenabstand  $b$  nicht der Länge der Basislinie  $B$ , sondern dann ist  $B = b/2$ . In diesem Falle gilt:

$$\tau = \frac{b}{2 \cdot V_f} \quad (3-2)$$

Nach der Koregistrierung der beiden aufgenommenen Datensätze eines Gebietes läßt sich die interferometrische Phase wie folgt beschreiben (Sullivan, 2000):

$$\varphi = -\frac{4\pi}{\lambda} \cdot V_a \cdot \frac{B}{V_f} \quad (3-3)$$

$\varphi$  = interferometrische Phase

$B$  = Länge der Basislinie, entspricht hier  $b/2$

$V_a$  = Geschwindigkeit des sich bewegenden Objekts

$V_f$  = Geschwindigkeit der Trägerplattform des Radars (Flugzeug)

$\lambda$  = Wellenlänge der ausgesendeten Radarpulse

## 3.2 Interferometrische Prozessierung

Nachdem die Daten aufgenommen und zu SLC-Produkten prozessiert wurden, erfolgt daraus die Erstellung der Kohärenz und des Interferogramms sowie die Auflösung der Phasenmehrdigkeiten (siehe Abb. 2-16).

### 3.2.1 Kohärenz

Die Kohärenz beschreibt den Grad der Übereinstimmung zwischen zwei komplexen Datensätzen und gilt auch als Maß der Qualität der interferometrischen Phase.

Bevor die Kohärenz zwischen zwei Aufnahmen bestimmt werden kann, müssen die beiden Datensätze in genaue räumliche Übereinstimmung zueinander gebracht, d.h. koregistriert werden. Die Aufnahmen unterscheiden sich durch leicht unterschiedliche Blickwinkel, die durch die Flugbewegungen verursacht sind. Der Versatz der beiden Aufnahmen wird mittels Kreuzkorrelation festgestellt, anschließend werden die beiden Datensätze genau übereinandergeschoben, so daß sie im Subpixelbereich exakt übereinstimmen (Just & Bamler, 1994).

Die Kohärenz wird über eine bestimmte Fenstergröße, d.h. über eine wählbare Anzahl von Pixel in Spalten- und Zeilenrichtung, ermittelt. Die Kohärenz ist dimensionslos und wird mit folgender Formel beschrieben, dabei bedeutet vollständige Kohärenz  $\gamma = 1$ , vollständige Dekorrelation  $\gamma = 0$ :

$$\gamma = \frac{\langle c_1 \cdot c_2^* \rangle}{\sqrt{\langle c_1^2 \rangle \cdot \langle c_2^2 \rangle}} \quad (3-4)$$

$c_1$  = komplexes Signal der ersten Antenne bzw. der ersten Aufnahme

$c_2$  = komplexes Signal der zweiten Antenne bzw. der zweiten Aufnahme

$c_2^*$  = konjugiert komplexes Signal der zweiten Antenne bzw. der zweiten Aufnahme

Die Rückstreuung der ausgesendeten Radarpulse ist ein deterministischer Prozess, was bedeutet, daß bei gleichen Bedingungen gleiche Rückstreuergebnisse entstehen. Dies würde eine vollständige Kohärenz der Signale bedeuten. In der Realität ist dies jedoch nicht gegeben, da die Kohärenz zusammengefaßt folgenden Störeffekten unterliegt (Schwäbisch, 1995):

- thermisches Rauschen im Radarsystem
- zeitliche Veränderung der Objekteigenschaften und damit Veränderung des Rückstreuverhaltens zwischen den Aufnahmen
- Fehler bei der Prozessierung im allgemeinen (z.B. bei der Koregistrierung).

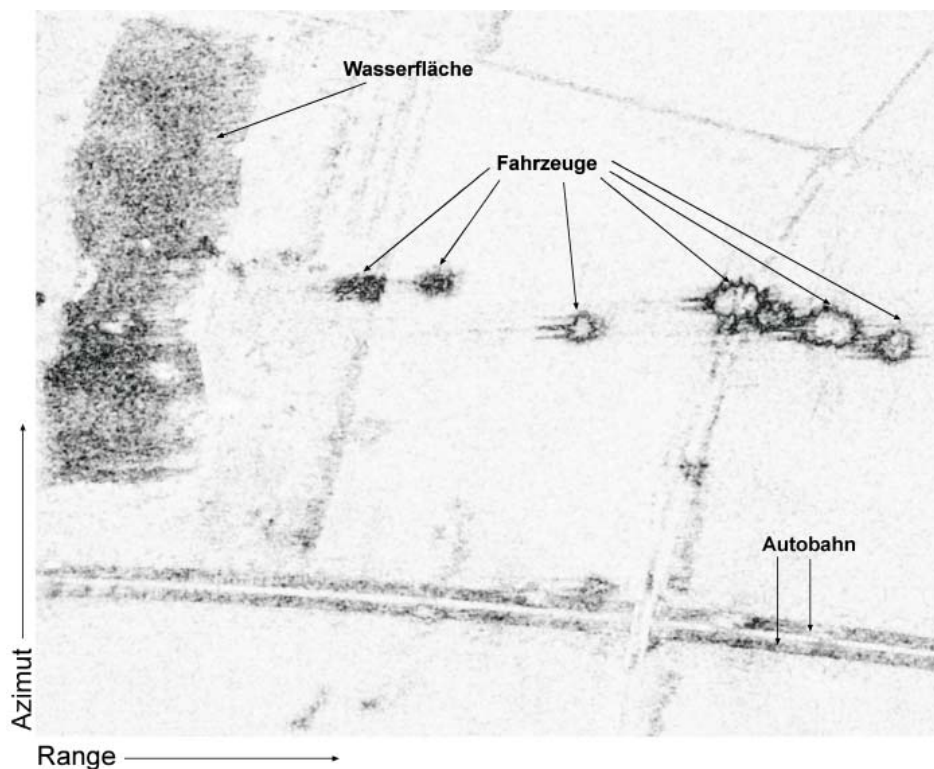


Abbildung 3-4: ATI-Kohärenz eines Autobahnabschnitts (A92) in der Nähe des Münchener Flughafens vom 11.11.1999, 08:57 MEZ. Die Kohärenz ist zwischen 0 (=niedrige Kohärenz) in schwarz und 1 (=hohe Kohärenz) in weiß dargestellt.

In Abbildung 3-4 ist ein Beispiel für ein ATI-Kohärenzbild zu sehen. Objekte, die sich zwischen zwei Aufnahmen bewegt haben, wie Fahrzeuge und Wasseroberflächen, oder glatte Oberflächen wie Straßenasphalt, die die Radarsignale nicht zum Sensor zurück, sondern weg reflektieren, haben eine geringe Kohärenz. Objekte, die sich zwischen den beiden Aufnahmen nicht verändert haben, wie die abgeernteten und brach liegenden Felder, die die Autobahn umgeben, haben eine hohe Kohärenz.

### 3.2.2 Interferogrammerstellung

Nach der Koregistrierung wird das Interferogramm  $I$  durch pixelweise komplexe Multiplikation der komplexen Einzelsignale  $c_1$  und  $c_2$ , wobei  $*$  für konjugiert steht, erstellt (Schwäbisch, 1995):

$$I = c_1 \cdot c_2^* \quad (3-5)$$

Die interferometrische Phase  $\Phi$  ist die Phase dieses Interferogramms  $I$ , d.h. der Arkustangens des Interferogramms gibt die Phasendifferenz zwischen zwei Aufnahmen wieder (Schwäbisch, 1995):

$$\Phi = \arctan \left[ \frac{\text{Im}(c_1 \cdot c_2^*)}{\text{Re}(c_1 \cdot c_2^*)} \right] \quad (3-6)$$

Der Wertebereich von  $\Phi$  reicht dabei von  $-\pi$  bis  $+\pi$ , das entspricht einem Unterschied von einem Phasendurchlauf, der auch "fringe" genannt wird.

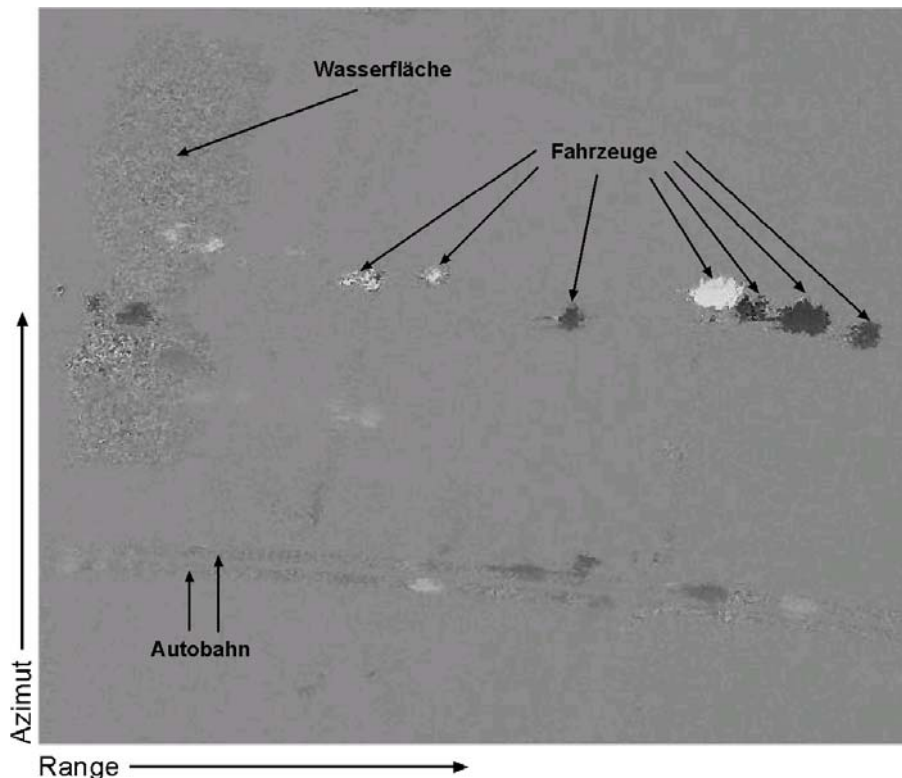


Abbildung 3-5: ATI-Interferogramm eines Autobahnabschnitts nahe München (A92) vom 11.11.1999, 08:57 MEZ. Sich bewegende Objekte (Fahrzeuge) sind in einer deutlichen Phasenänderung, d.h. Phasenwert ungleich Null, zu sehen (schwarz oder weiß). Statische Objekte haben den Phasenwert Null und sind als homogene graue Fläche dargestellt.

Als Maß der Qualität des Interferogramms dient die Kohärenz. So bedeutet eine geringe Kohärenz, daß an diesen Stellen die Werte der interferometrischen Phase weniger zuverlässig sind. An den Stellen, an denen die Kohärenz hoch ist, ist die Phasenmessung zuverlässig. Dies wird auch von den Flugbewegungen während der Aufnahme beeinflusst. Das Flugzeug bewegt sich nie exakt gerade nach vorne, sondern besitzt durch Winde und Flugbewegungen bedingt immer auch eine abweichende Bewegungskomponente, die auch als Across-Track-Anteil oder Across-

Track-Komponente (siehe Abb. 3-7) in der ATI-Phase bezeichnet wird. Dadurch enthält jedes ATI-Interferogramm einen Phasenanteil, der nicht durch die Geschwindigkeit des sich bewegendem Objekts induziert wird, sondern von der Aufnahmegeometrie des Schrägsichtverfahrens verursacht ist. Hat man diesen subtrahiert, erhält man ein Interferogramm, das für statische Objekte den Wert Null hat, für Objekte, die sich zwischen den beiden ATI-Aufnahmen bewegt haben, einen Phasenwert ungleich Null.

Das in Abbildung 3-5 zu sehende Beispiel eines ATI-Interferogramms zeigt Fahrzeuge auf einer Autobahn, die deutlich als schwarze oder weiße Flecken erkennbar sind. Die Fahrzeuge sind aufgrund ihrer Geschwindigkeit von der Fahrbahn versetzt abgebildet (Erklärung siehe Kapitel 5.2). Die durch Wind und Wasserströmung bewegte Oberfläche eines Sees ist ebenfalls durch Abweichungen vom Phasenwert Null erkennbar. Auch die Autobahn ist mit Phasenwerten ungleich Null wiedergegeben, da die glatte Oberfläche des Asphalts das Radarsignal vom Sensor weg reflektiert, wodurch ein geringes Signal-zu-Rausch-Verhältnis entsteht, das wiederum ein Phasenrauschen verursacht. Im Gegensatz dazu sind die umgebenden landwirtschaftlichen Felder als homogene graue Flächen wiedergegeben (siehe auch Kohärenzbild desselben Gebiets Abb. 3-4).

### 3.2.3 Auflösung der Phasenmehrdeutigkeiten (phase unwrapping)

Die Messung der interferometrischen Phase ist auf den Bereich von einem Phasenzyklus zwischen  $-\pi$  bis  $+\pi$  beschränkt. Damit ist der gesamte Dynamikbereich der Objektgeschwindigkeiten nicht abdeckbar, d.h. wenn ein Wert diesen Wertebereich überschreitet, wird dieser als Wert von Modulo  $2\pi$  abgebildet. Da die Anzahl der  $2\pi$ -Phasenzyklen unbekannt ist, ist die Phase mehrdeutig (wrapped phase) und läßt sich nicht eindeutig einer Objektgeschwindigkeit zuordnen.

Diese Phasenmehrdeutigkeit gilt es nun aufzulösen, was als phase unwrapping bezeichnet wird. Dies geschieht in einer Reihe von komplexen Verarbeitungsschritten, die Gegenstand vieler Forschungsarbeiten sind. Es werden diverse Verfahren in der Literatur diskutiert (z.B. Ghiglia & Pritt, 1998; Franceschetti & Lanari, 1999, Pritt & Shipman, 1994). Das Ergebnis der Auflösung der Phasenmehrdeutigkeit ist die sogenannte unwrapped phase, die schließlich in Geschwindigkeiten umgerechnet wird.

## 3.3 ATI-Phase

Im folgenden werden die Besonderheiten der interferometrischen ATI-Phase behandelt. Da aus den Phasenwerten die Objektgeschwindigkeiten abgeleitet werden, erfordert die ATI-Phasenprozessierung eine besondere Sorgfalt. Dazu sind genaue Kenntnisse, angefangen von ATI-Antennen und Basislinien über Kanäle bis hin zur Phasenpostprozessierung, notwendig.

### 3.3.1 ATI-Antennen und Basislinien

Für die Prozessierung werden die Antennen am Flugzeug nicht mehr Antenne 1 und 2 genannt (siehe Abb. 3-3), sondern in Master- und Slaveantenne unterschieden. In der hier verwendeten ATI-Konfiguration befindet sich in Flugrichtung die Masterantenne vorne und die Slaveantenne hinten (siehe Abb. 3-6).

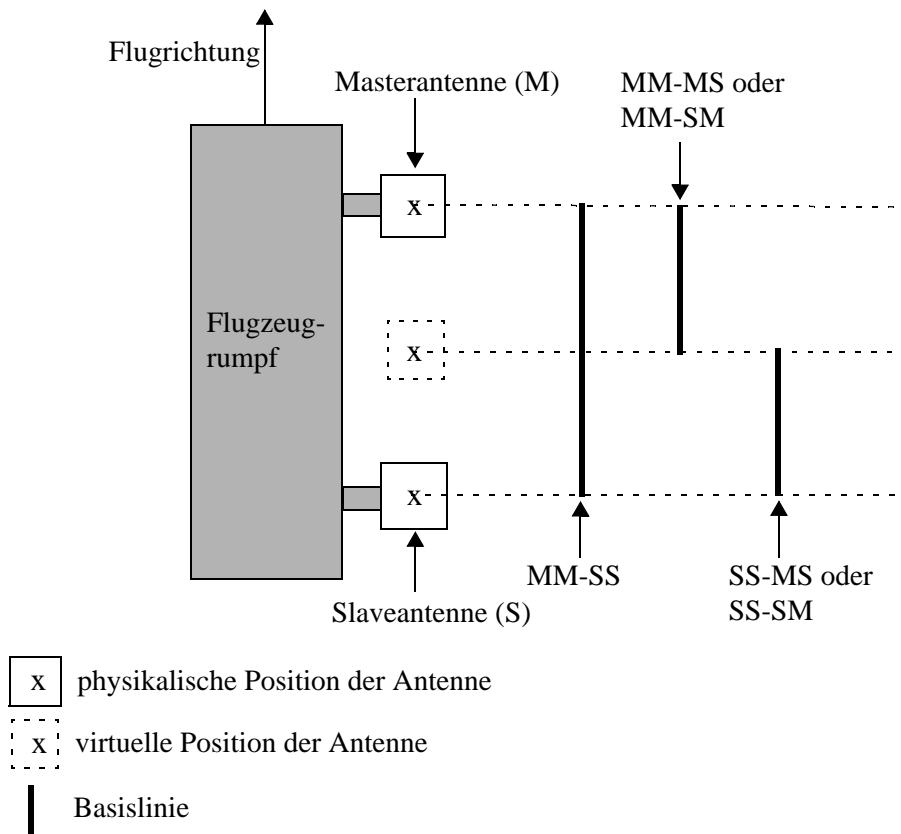


Abbildung 3-6: ATI-Basislinien, deren Längen durch die verschiedenen Sende- und Empfangskombinationen der Master- und Slaveantenne bestimmt werden. Zur besseren Übersicht sind die verschiedenen möglichen Basislinien versetzt gezeichnet (nach Hirsch, 2002).

Um eine Basislinie zu erhalten, benötigt man zwei Sende- und Empfangspaare eines interferometrischen Antennensystems. Zur Verdeutlichung seien folgende Beispiele gegeben (siehe Abb. 3-6). Die Masterantenne (M), sendet und empfängt, danach sendet und empfängt die Slaveantenne (S). Man erhält dann das Sende- und Empfangsmuster MM-SS, wobei der jeweils erste Buchstabe die sendende und der zweite die empfangende Antenne bezeichnet. Im Fall von MM-SS liegt das Phasenzentrum für MM in der Masterantenne und das für SS in der Slaveantenne, d.h. die Basislinie ist mit dem physikalischen Antennenabstand zwischen Master- und Slaveantenne identisch.

Für das Sende- und Empfangsmuster MM-SM liegt das Phasenzentrum für MM in M, und für SM liegt dies in einer virtuellen Antennenposition in halber Distanz zwischen Master- und Slaveantenne. Damit entspricht die Länge der verwendeten Basislinie nur dem halben physikalischen Antennenabstand, der auch als der effektive Antennenabstand bezeichnet wird. Letzteres ist bei den vorliegenden Daten dieser Arbeit der Fall. Der physikalische Antennenabstand der AeS-1 ATI-Antennenkonfiguration beträgt 0,6 m, der effektive Antennenabstand bzw. die Basislinie beträgt 0,3 m aufgrund des verwendeten Sende- und Empfangsmodus MM-SM.

Man kann auch verschiedene Sende- und Empfangsmuster so kombinieren, daß man mit zwei verschiedenen Basislinien gleichzeitig operieren kann (Carande, 1992). Ist die Basislinie kleiner als der physikalische Antennenabstand, dann verringert sich auch der ATI-Zeitversatz  $\tau$  (siehe Kapitel 3.1). Der ATI-Zeitversatz  $\tau$  muß so gewählt werden, daß er einerseits so klein ist, daß die Signale der beiden Aufnahmen nicht dekorrelieren und andererseits genügend groß, um

Bewegungen von Objekten durch Unterschiede in den Aufnahmen der beiden Antennen feststellen zu können. Gemäß der Gleichung 3-2 beträgt dieser für die vorliegenden Daten  $\tau = 0,003$  Sekunden (für  $b = 0,6$  m und  $V_f = 100$  m/s).

Die Zeit, in der die Signale dekorrelieren, wird aus empirisch ermittelten Werten geschätzt. Diese Dekorrelationszeit wird bestimmt von den sich bewegendenden Objekten und ist insbesondere interessant für flächenhafte Bewegungen. So stellten Romeiser & Thompson (2000) bei ihren Untersuchungen der Meeresoberflächenströmungen fest, daß eine Dekorrelationszeit bzw. ein ATI-Zeitversatz von 5 Millisekunden bei Aufnahmen im X-Band ideal ist. Je nach Wetterlage verändert sich diese, so daß sich bei Sturm eine kleinere Dekorrelationszeit ergibt als bei ruhiger Meeresoberfläche. Für die später durchgeführten Verkehrsaufnahmen wurden die Erfahrungen der ozeanographischen Untersuchungen herangezogen und ein ATI-Zeitversatz von 3 ms gewählt.

Der ATI-Zeitversatz bestimmt den Bereich, über den Geschwindigkeiten aufgelöst werden können. So können bei 6 ms Geschwindigkeiten von bis zu 3,6 m/s aufgelöst werden, bei 3 ms sind dies 7,2 m/s (siehe Gleichung 5-21). Das bedeutet, daß pro  $2\pi$ -Phasendurchlauf 3,6 beziehungsweise 7,2 m/s eindeutig aufgelöst werden. Alle Geschwindigkeiten, die darüberhinaus auftreten, sind mehrdeutig (Romeiser & Thompson, 2000). Da Fahrzeuge eine höhere Geschwindigkeit erreichen können als Meereströmungen, wurde ein möglichst großer Bereich gewählt.

### 3.3.2 ATI-Kanäle

Die beiden ATI-Antennen senden und empfangen nicht nur in sehr kurzer zeitlicher Abfolge (siehe Kapitel 3.3.1), sondern auch in unterschiedlichen Frequenzbereichen des X-Bandes. Das Senden und Empfangen in einer bestimmten Frequenz und in einem bestimmten Sende- und Empfangsmuster wird als Kanal bezeichnet. So wurden für die vorliegende Arbeit folgende vier Master- und vier Slavekanäle des AeS-1 Radarsensors verwendet:

Kanalnummer	sendende Antenne	empfangende Antenne	Frequenz [GHz]
53	Master	Master	9,4
55	Master	Master	9,5
57	Master	Master	9,6
59	Master	Master	9,7
72	Slave	Master	9,4
73	Slave	Master	9,5
74	Slave	Master	9,6
75	Slave	Master	9,7

Tabelle 3-1: Benutzte Kanäle und Frequenzen des AeS-1 Radars.

Je nach Kombination der Kanäle erhält man unterschiedliche Bandbreiten. Wird ein Master- und ein Slavekanal derselben Frequenz miteinander prozessiert, erhält man Daten mit einer 100 MHz Bandbreite. Prozessiert man zwei Master- und zwei Slavekanäle benachbarter Frequenzen

und setzt diese zusammen, erhält man Daten mit einer 200 MHz Bandbreite. Nimmt man alle obenstehenden Kanäle und prozessiert sie gemeinsam, erhält man Daten mit einer 400 MHz Bandbreite. Je größer die Bandbreite der Daten, desto größer ist die Auflösung. Für diese Untersuchung wurden die Daten mit einer Bandbreite von 400 MHz prozessiert.

Mit einer höheren Bandbreite verbessert sich vor allem die geometrische Auflösung. Diese beträgt bei den vorliegenden Daten in der Slant Range-Geometrie bei einer 100 MHz Prozessierung 1,5 m, bei 200 MHz 0,75 m und bei 400 MHz 0,375 m gemäß:

$$\delta_g = \frac{c}{k \cdot u} \quad (3-7)$$

$\delta_g$  = geometrische Auflösung (in Meter)

c = Lichtgeschwindigkeit

k = Anzahl der verwendeten Kanäle, hier jeweils 2

u = Bandbreite (in Hertz)

Das Produkt dieser Prozessierung sind dann jeweils zwei Single-Look-Complex-Datensätze (SLC), je einer aus den Aufnahmen der Master- und einer aus den Aufnahmen der Slaveantenne (siehe Abb. 2-16). Daraus werden dann alle weiteren Produkte prozessiert.

### 3.3.3 Prozessierung der ATI-Phase

Die Prozessierung der ATI-Phase erfordert eine besondere Sorgfalt, da nur im ATI-Phasenbild eine eindeutige Unterscheidung zwischen bewegten und statischen Objekten auf der Erdoberfläche möglich ist und darüberhinaus von ihr die Objektgeschwindigkeiten abgeleitet werden (siehe Kapitel 5). Nach der Phasenprozessierung sollen die Phasenwerte der unbewegten Objekte möglichst genau auf dem Wert Null, die der bewegten Objekte auf Werten ungleich Null liegen. Auch der Verlauf der prozessierten Phasenwerte von near range zu far range soll keine Abweichung aufweisen, ebensowenig sollen in Azimutrichtung sogenannte Azimutwellen auftreten (siehe Abb. 3-16 und 3-17). Diese kommen durch Bewegungen des Flugzeugs während der Aufnahme zustande, die die Prozessierung nicht ausgleichen konnte. Um die ATI-Phasen prozessieren zu können, sind zwei Angaben nötig: die exakten Positionen der Phasenzentren der Antennen im Raum und die Positionen, d.h. die Angabe der räumlichen Lage, der Zielpunkte auf der Erdoberfläche.

Die Positionen der Phasenzentren der Antennen werden mit Hilfe eines kartesischen Koordinatensystems angegeben. X bezeichnet die Azimutrichtung, y die Rangerichtung und z die Vertikale zur Erdoberfläche. Um die Position der Phasenzentren genau bestimmen zu können, werden die Hebelarme, die die räumliche Entfernung vom Zentrum der inertialen Navigationseinheit des Flugzeugs (IMU) zu den jeweiligen Phasenzentren der beiden Antennen darstellen, genau bestimmt. Beinhaltet diese Messung jedoch Fehler, dann ergibt sich bei der Prozessierung ein Phasenanteil, der unerwünscht ist. Dieser macht sich entweder im Verlauf der Phasenwerte von von near range zu far range in Form einer Rampe bemerkbar und/oder die Werte befinden sich nicht um Null, sondern weichen davon ab (siehe Abb. 3-9). Wird die Ungenauigkeit der Positionen der Phasenzentren nicht korrigiert, dann bedeutet dies, daß die Phase für statische Objekte nicht mehr bei Null liegt, sondern verschoben sind. Nur nach einer genauen Bestimmung dieses Phasenversatzes lassen sich dann noch bewegte von unbewegten Objekten unterscheiden.

In der hier benutzten ATI-Antennenkonfiguration ergibt die Summe der Beträge der Distanzen der beiden Antennen in x-Richtung exakt den physikalischen Antennenabstand von 0,6 m (siehe

Tabelle 3-2 Werte der x-Richtung). Bautechnisch bedingt liegen die beiden ATI-Antennen in Rangerichtung nicht ganz genau auf gleicher Distanz von der IMU (siehe Tabelle 3-2 Werte der y-Richtung) und nicht ganz exakt auf derselben Höhe (siehe Tabelle 3-2 Werte der z-Richtung). Dadurch kann davon ausgegangen werden, daß neben der ATI-Basislinie immer auch eine, wenn auch geringe, XTI-Komponente existiert (siehe Abb. 3-7). Auch die Wetterbedingungen während einer Aufnahme, insbesondere Seitenwind, können das Flugzeug und damit die Antennen ebenfalls in eine Position bringen, die dies bewirken.

Durch Positionsfehler der Phasenzentren der Antennen entstehen Fehler in der Bewegungskompensation. Als Positionsfehler wird der Versatz des Phasenzentrums der Antenne gegenüber seiner Sollposition in Bezug auf die Antennenblickrichtung bezeichnet. Dadurch ist die Schräg Entfernung von einer Antenne zu einem Objekt am Boden nicht mehr korrekt. Dies wirkt sich auf den Phasenverlauf aus, denn durch den Positionsfehler der Phasenzentren der Antennen entsteht eine XTI-Basislinie, die einen XTI-Phasenanteil verursacht. Aus den genannten Gründen ist für die Ermittlung der Geschwindigkeiten von sich bewegenden Objekten die Berechnung der genauen Phase und damit die Ermittlung der genauen Phasenzentren der Antennen Voraussetzung.

Hebelarmlängen [m]	Masterantenne	Slaveantenne
x-Richtung	0,2761	-0,3239
y-Richtung	0,75525	0,7525
z-Richtung	0,27373	0,2655

Tabelle 3-2: Distanzen zwischen der internen Navigationseinheit (IMU) und den Phasenzentren der Antennen an ihren physikalischen Positionen am AeS-1 System.

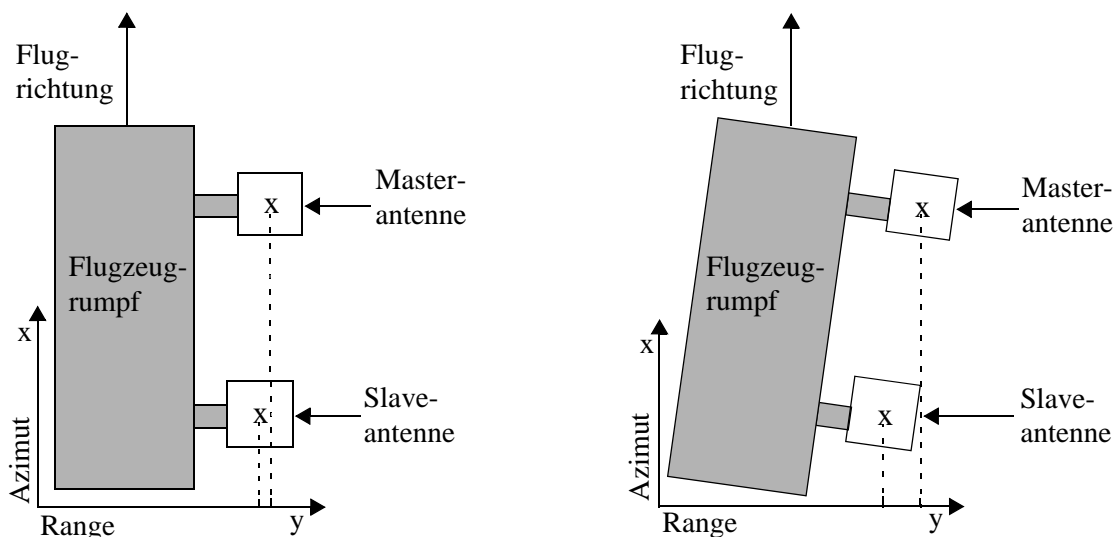


Abbildung 3-7: Skizze der Positionen der Antennen am Flugzeug. Die ungleiche Rangedistanz (y) der Antennen ist aus bautechnischen Gründen (links) und durch Flugbewegungen (rechts) verursacht. Dadurch, daß beide Antennen nicht exakt auf gleicher Rangedistanz positioniert sind, entsteht eine XTI-Komponente während der Aufnahme.

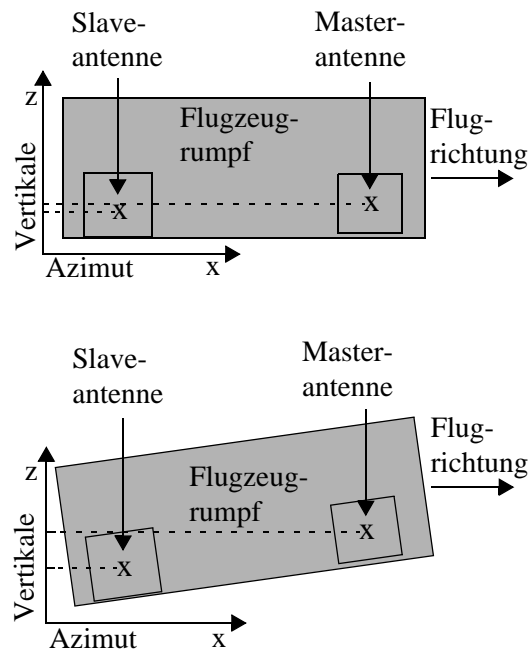


Abbildung 3-8: Skizze der Positionen der Antennen am Flugzeug. Die ungleiche vertikale Position ( $z$ ) der Antennen ist durch bautechnische Gründe (oben) und durch Flugbewegungen (unten) verursacht. Dadurch, daß beide Antennen nicht exakt auf einer Höhe positioniert sind, entsteht eine XTI-Komponente während der Aufnahme.

Ein weiterer wichtiger Parameter zur genauen ATI-Phasenprozessierung ist die Angabe der mittleren Geländehöhe in WGS'84 (World Geodetic System von 1984) oder ein genaues Geländemodell. Da für die Aufnahmegebiete keine Geländemodelle zur Verfügung standen, wurden alle Daten auf die jeweilige mittlere Geländehöhe prozessiert, d.h. es wurde ein Geländemodell mit nur einem Höhenwert, dem der mittleren Geländehöhe, generiert und verwendet. In Gebieten mit geringen Reliefunterschieden, wie hier in der Münchner Schotterebene, ist dies mit geringen, tolerierbaren Abweichungen (maximal  $\pm 3,5$  m) von der tatsächlichen Topographie möglich. Die mittlere Geländehöhe ermittelt man aus der orthometrischen Höhe und der Geoidhöhe, deren Summe die WGS'84-Höhe ergibt. Es wurde eine mittlere Geländehöhe für das Gebiet der Autobahn von 503 m und für das Gebiet der Münchner Innenstadt von 573 m ermittelt.

Werden die Daten mit einer falschen Geländehöhe prozessiert, können ebenfalls Phasenrampen in Rangerichtung resultieren (siehe Abb. 3-9), die nicht aufnahmebedingt sind. Desweiteren können auch Azimutwellen, d.h. Phasenvariationen in Flugrichtung der aufgenommenen und prozessierten Geländestreifen auftreten (siehe Abb. 3-16).

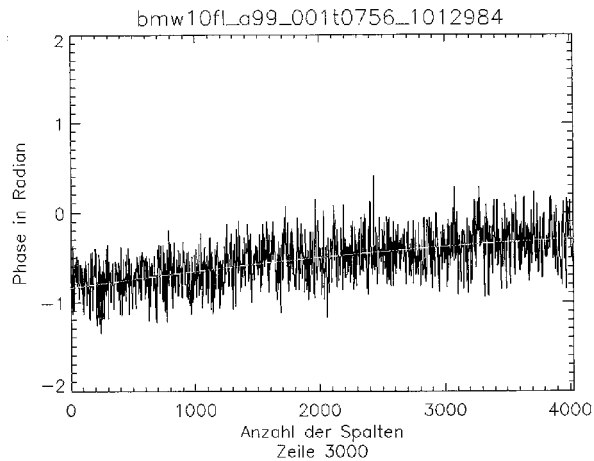


Abbildung 3-9: Beispiel eines Phasenverlaufs in Rangerichtung (Spalten) eines Datensatzes, der mit nicht korrekten Parametern prozessiert wurde. Es tritt eine kontinuierliche Erhöhung der Phasenwerte auf (Rampe) und die Werte weichen von Null ab. Autobahnaufnahme vom 11.11.99, 08:57 MEZ.

Werden die Daten mit den korrekten Parametern prozessiert, ergibt sich sowohl in Rangerichtung (siehe Abb. 3-10), als auch in Azimutrichtung (siehe Abb. 3-11) ein gerader Verlauf der Phase ohne Rampe oder Abweichungen. Die Phasenwerte liegen um den Wert Null, da sich im Bild überwiegend nicht bewegte Objekte befinden.

Jedoch verbleiben auch nach Angabe der korrekten mittleren Geländehöhe für jedes aufgenommene Gebiet sehr schwache Azimutwellen, die mit der Bewegungskompensation nicht ausgeglichen wurden, die aber mit Hilfe einer Filterung in den anschließenden Postprozessierungsverfahren korrigiert werden können (siehe Abb. 3-17).

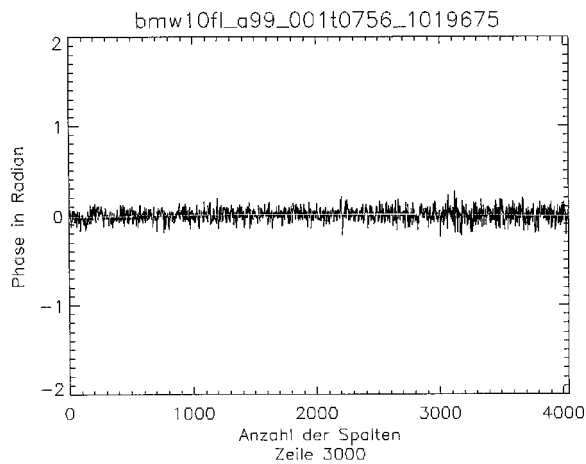


Abbildung 3-10: Beispiel eines Phasenverlaufs in Rangerichtung (Spalten) mit korrekten Parametern. Autobahnaufnahme vom 11.11.99, 08:57 MEZ.

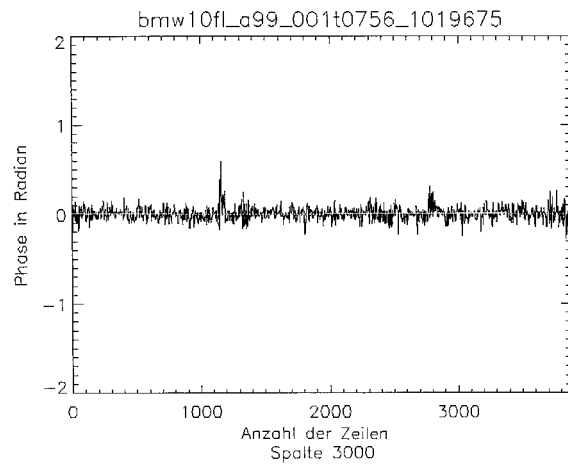


Abbildung 3-11: Beispiel eines Phasenverlaufs in Azimutrichtung (Zeilen) mit korrekten Parametern. Autobahnaufnahme vom 11.11.99, 08:57 MEZ.

### 3.3.4 Postprozessierung der ATI-Phase

Die Längen der Hohlleiter werden vor der Befliegung vermessen und für die Postprozessierung der Phase darüberhinaus eine Hohlleiterkorrektur vorgenommen. Denn eine nicht korrekte Hohlleiterlänge verursacht eine ATI-Phasenabweichung, die Fehler bei der Geschwindigkeitsermittlung zur Folge hat.

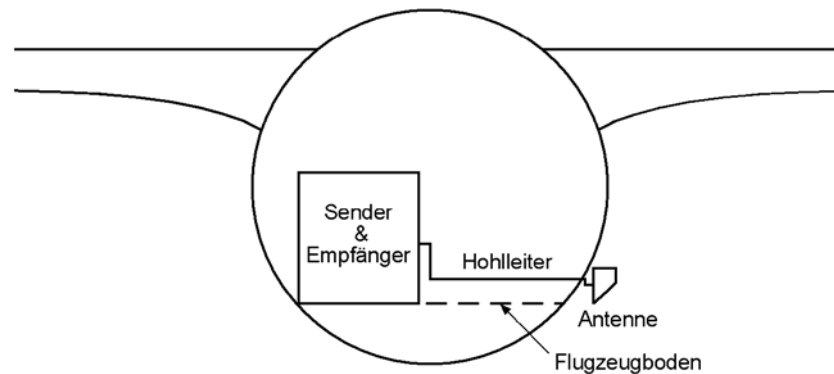


Abbildung 3-12: Schematischer Querschnitt durch ein Flugzeug mit Radar-sender und -empfänger, Hohlleiter und Antenne (nach Hirsch, 2002).

Hohlleiter sind metallische Rohre, die zur dämpfungsarmen Fortleitung hochfrequenter elektromagnetischer Wellen dienen. Sie verbinden das Radargerät, das die Radarpulse erzeugt, mit den Antennen, die die Radarpulse auf die Erdoberfläche aussenden (siehe Abb. 3-12 und 3-13). Durch die Hohlleiter werden die Radarwellen geleitet. Am Ende eines Hohlleiters befindet sich die Antenne. Für das AeS-1 System sind die Antennen trichterförmig gebaut und werden als Hornstrahler bezeichnet. Über diese gelangen die Wellen in die Atmosphäre und werden so auf die Erdoberfläche gesendet. Für die in horizontaler Polarisation ausgesendeten Signale im X-Band des AeS-1 Sensors wurde der Hornstrahler in vier kleine Trichter aufgeteilt. Dies ist mit Platzvorteilen am Antennensystem verbunden. Bei einer vertikalen Polarisation muß der Hornstrahler in der ursprünglichen Größe bleiben oder anders aufgeteilt werden.

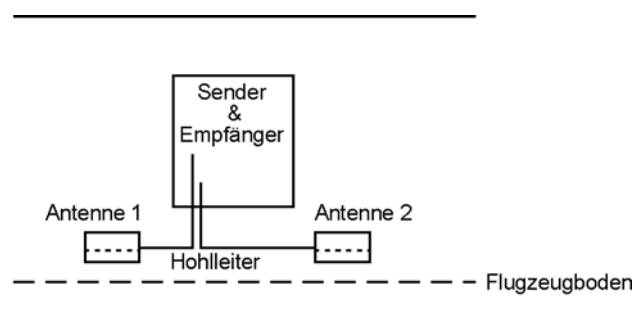


Abbildung 3-13: Schematischer Längsschnitt durch ein Flugzeug mit Radar-sender und -empfänger, Hohlleiter und Antennen in der ATI-Konfiguration (nach Hirsch, 2002).

Zur Ermittlung der genauen Phasenabweichung wird für jede benutzte Frequenz (siehe Tabelle 3-1) die genaue Phase beim Verlassen des Hohlleiters ermittelt. Durch die verschiedenen Wellenlängen ergeben sich unterschiedliche Phasen (siehe Abb. 3-14). Es muß nun die Hohlleiterlänge gefunden werden, bei der alle benutzten Frequenzen dieselbe Phase beim Verlassen des Hohlleiters haben. Anhand dieser ermittelten Länge, die in der Regel ein

Bruchteil eines Millimeters von der gemessenen Hohlleiterlänge abweicht, kann dann die jeweilige Phasenabweichung bestimmt und zu den ATI-Phasendaten addiert werden.

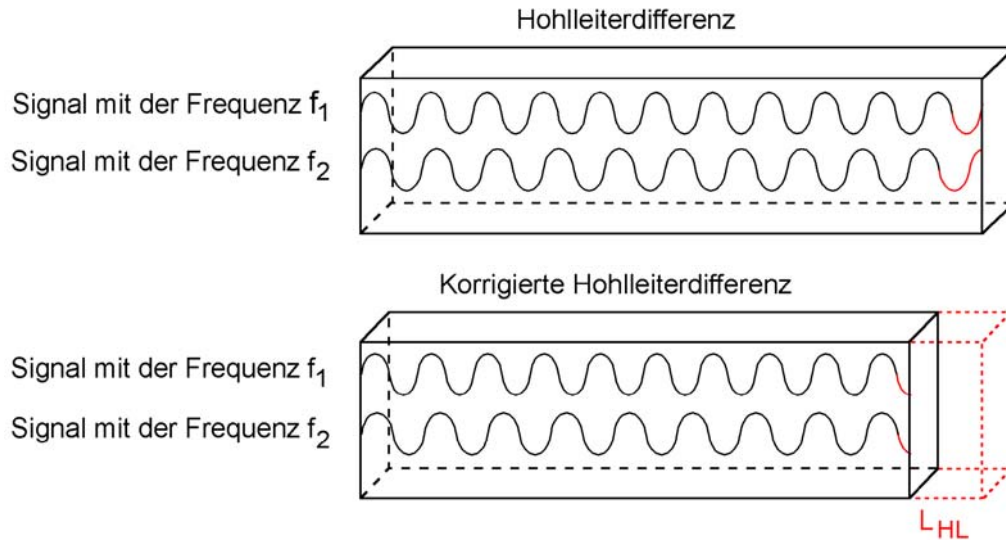


Abbildung 3-14: Ermittlung der korrekten Hohlleiterlänge. Nach Ermittlung der Hohlleiterdifferenz (rot) wird die Hohlleiterlänge rechnerisch um den Betrag  $L_{HL}$  korrigiert (Hirsch, 2002).

Nach der Hohlleiterlängenkorrektur verbleiben in den Phasenbildern dennoch Phasenvariationen in Flugrichtung (sogenannte Azimutwellen). Diese können durch eine Nachkorrektur mit Hilfe einer Filterung ausgeglichen werden. Zunächst wird die hohlleiterkorrigierte Phase mit einem Tiefpassfilter in einem  $128 \times 128$  Pixel umfassenden Fenster geglättet. Dann wird die geglättete Phase durch komplex konjugierte Multiplikation von der hohlleiterkorrigierten Phase subtrahiert (siehe Abb. 3-15).

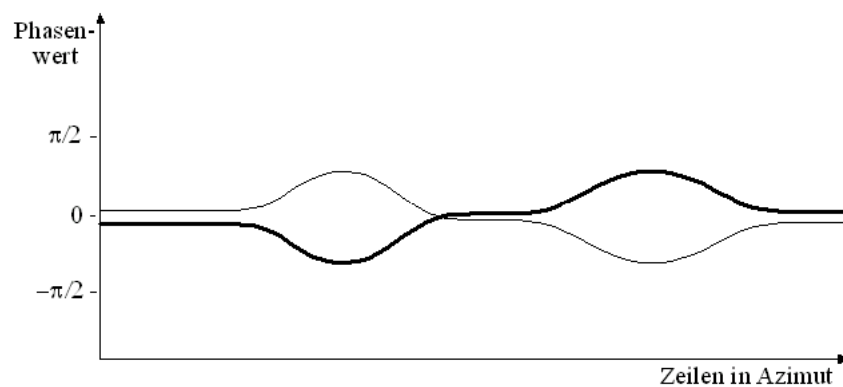


Abbildung 3-15: Darstellung des Phasenverlaufs in Azimut, Azimutwellen und deren Korrektur. Die dicke Linie stellt den Phasenverlauf nach der Hohlleiterkorrektur mit leichten Wellen in Azimutrichtung dar. Die dünne Linie zeigt den Phasenverlauf nach Tiefpassfilterung und Überführung in die komplex konjugierte Form.

Das Ergebnis ist ein von Azimutwellen bereinigtes Bild, d.h. die Phase für nicht bewegte Objekte hat den Wert Null, für bewegte Objekte hat sie einen Wert ungleich Null.

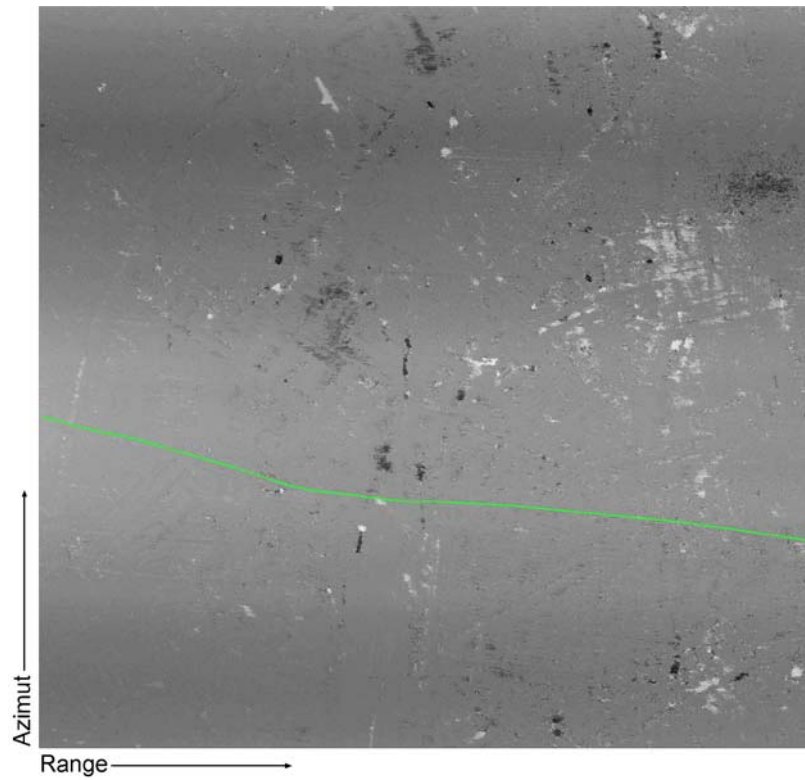


Abbildung 3-16: ATI-Phase mit Azimutwellen. Aufnahme der Rosenheimer Straße am 11.11.99 um 08:41 MEZ. Die Rosenheimer Straße ist grün markiert.

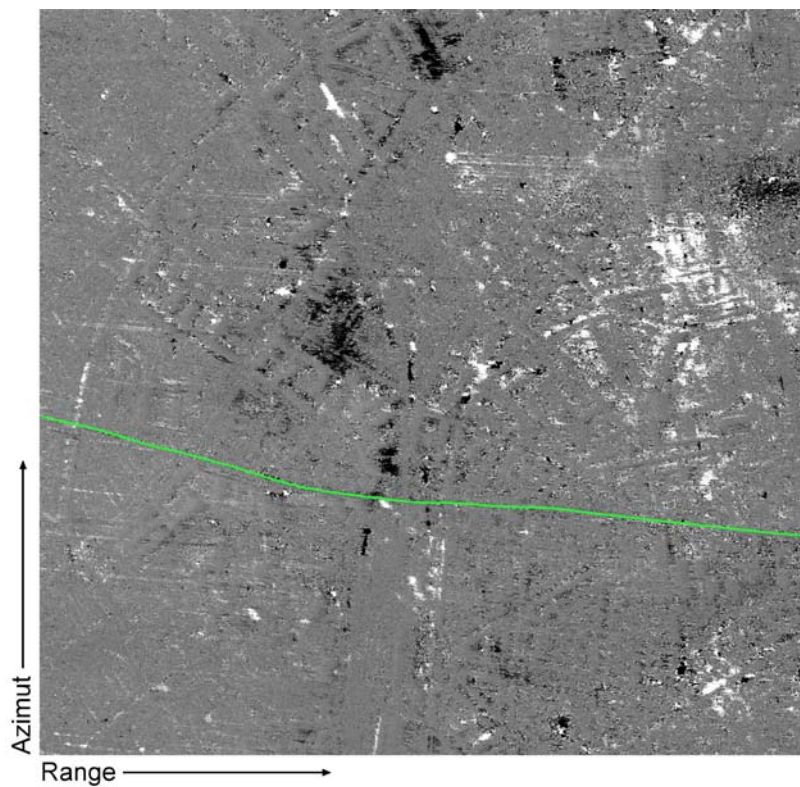


Abbildung 3-17: ATI-Phase ohne Azimutwellen. Dasselbe Aufnahme wie Abb. 3-16.

## Kapitel 4 Radarsystem und Datenaufnahme

Im folgenden wird der für diese Untersuchung benutzte AeS-1 Radarsensor der Firma AeroSensing, sowie die Aufnahme der vorliegenden Daten, beschrieben.

### 4.1 Das AeS-1 Radarsystem

Along-Track-Interferometrie-Systeme wurden bisher nur für Flugzeuge entwickelt. Für Satelliten ist bis jetzt noch kein System vorhanden, es ist aber derzeit in Diskussion, ob und wie es Sinn macht, Verkehr aus dem All zu beobachten (siehe Kapitel 10). Weltweit existieren nur sehr wenige ATI-Systeme, wie zum Beispiel das AIRSAR von JPL/NASA (Kramer, 2002) oder das System vom Canada Centre of Remote Sensing (CCRS) (Gray et al., 1994). Die meisten ATI-Anwendungen sind entweder militärisch (Ender, 1998; Rößing & Skupin, 1996) oder dienen zivilen Anwendungen wie der Untersuchung von Meeresströmungen (siehe Kapitel 1).

Systemparameter	Größe
Wellenlänge	0,03139 m (X-Band)
Polarisation	HH
Blickwinkel im near range	29°
Blickwinkel im middle range	45°
Blickwinkel im far range	60°
Frequenzbereich	9,35 - 9,75 GHz
Pulswiederholfrequenz (PRF)	11990,4 Hz
Pulslänge	2,6 µs
Bandbreite	400 MHz
Bodenauflösung (Ground Range) Azimut x Range	0,5 x 0,5 m
Breite des Aufnahmestreifens	ca.2 km
Flughöhe	ca. 3000 m
Fluggeschwindigkeit	ca. 110 m/s (= ca. 400 km/h)
Radarmaße	Breite: 1,1 m, Höhe: 1 m, Tiefe: 0,6 m
Maße der ATI-Antennen (inkl. Windabweiser)	Breite: 1 m, Höhe: 0,235 m, Tiefe: 0,125 m
physikalischer Antennenabstand	0,6 m
effektiver Antennenabstand bzw. Basislinie	0,3 m
Gewicht des Sensor inklusive Antennen	200 kg

Tabelle 4-1: AeS-1 Systemparameter für vorliegende Untersuchung.

Die vorliegenden Daten wurden mit dem von der Firma AeroSensing GmbH, Oberpfaffenhofen entwickelten, gebauten und betriebenen hochauflösenden flugzeuggetragenen interferometrischen Radarsystem aufgenommen. Dieses Radarsystem hat die technische Bezeichnung AeS-1, wurde erstmals im August 1996 in Betrieb genommen und arbeitet seit Oktober 1996 operatio-

nell. Das AeS-1 operiert in der Across-Track-Konfiguration im X-Band und im P-Band; in der Along-Track-Konfiguration im X-Band. Das P-Band kann nur im Repeat-Pass-Interferometrie Modus eingesetzt werden; für das X-Band können im Single-Pass-Interferometrie Modus bis zu drei Antennen gleichzeitig betrieben werden (siehe Kapitel 3).

Die erste ATI-Anwendung des AeS-1 fand im April 1999 zur Erfassung von Meeresoberflächenströmungen vor Helgoland statt (Romeiser et al., 2000). Im November 1999 folgten dann die vorliegenden Aufnahmen zur Verkehrsdatenerfassung (Eckart et al., 2000). Dabei wurde das System in einem Rockwell Turbine Commander Flugzeug installiert (ATI-Antennen siehe Abb. 3-1; Radarsensor siehe Abb. 4-2).

Im folgenden werden hier nur die für die vorliegende Verkehrsdatenerfassung notwendigen Systemparameter beschrieben (siehe Tabelle 4-1). Darüberhinaus wird das AeS-1-System jedoch für weit mehr Anwendungszwecke, vor allem in der Across-Track-Interferometrie-Konfiguration, sehr erfolgreich weltweit eingesetzt (Schwäbisch & J. Moreira, 1999).

#### 4.1.1 Boden- und Flugsegment

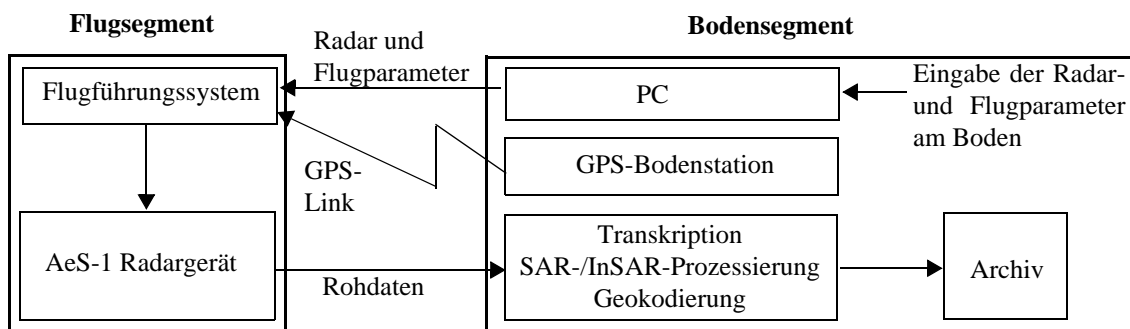


Abbildung 4-1: Blockdiagramm des AeS-1 Flug- und Bodensegments (Schwäbisch & J. Moreira, 1999)

Das AeS-1 System besteht aus zwei Einheiten: einem Boden- und einem Flugsegment (siehe Abb. 4-1). Das **Bodensegment** besteht aus folgenden Elementen:

*Flugplanung:* Zur Vorbereitung einer Befliegung wird zuerst eine sogenannte Flugplanung durchgeführt, in der das zu befliegende Gebiet in einzelne sogenannte Tracks unterteilt wird. Ein Track ist ein durch einen Überflug erfaßter Streifen auf der Erdoberfläche, dessen Breite (swath width) von der gewünschten geometrischen Auflösung abhängt (siehe Abb. 4-3 und 4-5).

*Transskription:* Die Radarrohdaten werden nach der Befliegung von den Festplatten auf Magnetbänder, den sogenannten DLTs (Digital Linear Tape), transkribiert. Gleichzeitig werden die DGPS-Daten (Differential Global Positioning System) und die INS-Daten (Inertial Navigation System) des Fluges mit den Radarrohdaten synchronisiert.

*SAR- bzw. InSAR-Prozessierung:* Zur SAR- bzw. InSAR-Prozessierung werden die Rohdaten zunächst von den DLT-Bändern gelesen, dann prozessiert und die prozessierten Daten wieder auf DLT-Bänder zurückgeschrieben. Dies erfolgt mit einem schnellen PC-Cluster. Nach der SAR-Bildprozessierung erfolgen weitere produktspezifische Datenverarbeitungsschritte und Datenanalysen.

*Archivierung:* Die aufgezeichneten Radarrohdaten sowie die Navigationsdaten, werden in einer Datenbank, die einen sehr schnellen Zugriff auf alle Daten erlaubt, dokumentiert. Über diese Datenbank wird auch die Steuerung der SAR-Prozessierung vorgenommen.

*GPS-Bodenstation:* Die GPS-Bodenstation besteht aus einem leistungsstarken GPS-Empfänger und Sender, der mit dem Flugführungssystem verbunden ist und somit eine kinematische Echtzeit DGPS-Führung während des Fluges ermöglicht. Die empfangenen Daten der GPS-Bodenstation werden zusätzlich für eine spätere hochgenaue offline-Prozessierung der Flugzeugdaten aufgezeichnet.

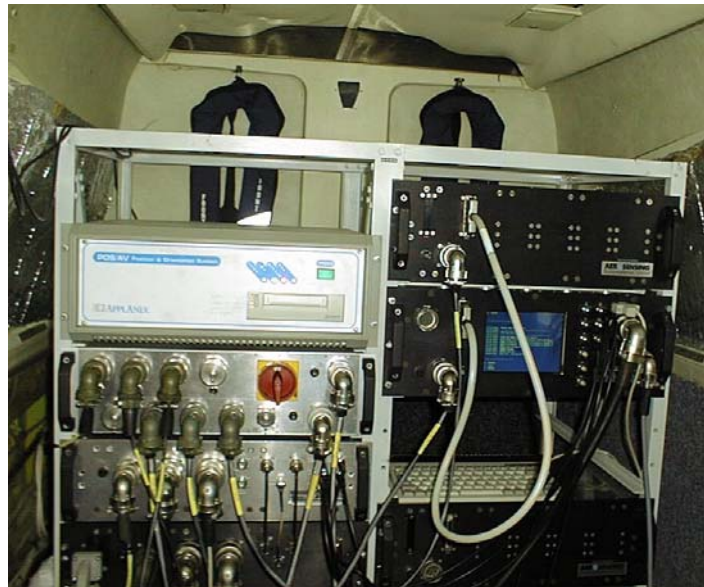


Abbildung 4-2: AeS-1 Radarsensor eingebaut im Flugzeug.

Das **Flugsegment** besteht aus den Subsystemen des AeS-1 Radarsensors (siehe Abb. 4-2), der aus einer Navigationseinheit, einem Sendegerät, einem Empfangsgerät, einer Stromversorgungseinheit, einem Steuerrechner, Festplatten zur Datenaufzeichnung während des Fluges sowie einem Flugführungssystem besteht.

*Antennen:* Für jeden Frequenzbereich (X- oder P-Band) gibt es unterschiedliche Antennen und je nach Anordnung der Antennen (XTI oder ATI) ergeben sich unterschiedliche Maße am Flugzeug. Für die hier eingesetzten X-Band Antennen in der ATI-Konfiguration ergibt sich eine Breite von 1 m, eine Höhe von 0,23 m und eine Tiefe von 0,13 m (Maße inklusive Windfänger, siehe Abb. 3-1). Die Antennen sind außen am Flugzeugrumpf auf einem stabilen Stahlträger montiert, der sich quer durch das Innere des Flugzeugs erstreckt. Auf diesem Stahlträger ist auch das INS-System des Flugzeuges befestigt, so daß die Antennen und das Navigationssystem fest miteinander verbunden sind. So wird vermieden, daß durch Scherungen des Flugzeugrumpfes, die während des Fluges durch Seitenwinde auftreten können, die Positionen der Antennen relativ zueinander und gegenüber dem INS verschoben werden. Positionsveränderungen reduzieren die Genauigkeit der Radardaten. Durch diese Konstruktion ist eine hohe Lagestabilität der Antennen und damit auch der Antennenphasenzentren während des Fluges gewährleistet, die für die Bewegungskompensation und damit für die weitere Datenprozessierung bedeutend ist.

*Sender/Empfänger:* Der Sender/Empfänger benutzt einen hochpräzisen Oszillator, einen digitalen Chirpgenerator und eine Wanderfeldröhre. Hochgeschwindigkeitszirkulatoren ermögli-

chen hier bis zu einer Pulswiederholffrequenz von 16 kHz einen interferometrischen Betrieb. Der alternierende Wechsel zwischen Sendung und Empfang der Antennen im Mikrosekundenbereich wird von einem Schalter gesteuert.

*Steuerungsrechner:* Ein Steuerungsrechner mit Festplatteneinheit und Zeitgeber kontrolliert den Sender/Empfänger und wird selbst wieder vom Flugkontrollsystem geregelt. Die maximale Aufnahmezeit für jede der drei 144 GByte fassenden Festplatten beträgt 32 Mbytes pro Sekunde.

*Flugführungssystem:* Das Flugführungssystem an Bord des Flugzeugs basiert auf dem bereits erwähnten kinematischen DGPS, das mit dem INS gekoppelt ist. Der nominelle Flugweg, dem der Pilot folgt, und die Abweichungen davon werden angezeigt. Die Position des Flugzeuges ist in Echtzeit mit einer absoluten Genauigkeit von 1 m gegeben und erlaubt so die Einhaltung des nominellen Flugweges mit einer Abweichung unter 10 m.

#### 4.1.2 Systemeigenschaften

Nach der Datenaufnahme wird eine hochgenaue interferometrische Prozessierung durchgeführt, die durch drei Eigenschaften des gesamten Aufnahmesystems garantiert wird:

*Geringes Phasenrauschen:* Um ein hochwertiges interferometrisches Produkt erstellen zu können, muß ein SAR-System ein geringes Phasenrauschen besitzen. Durch thermisches Rauschen im Radargerät wird ein Phasenrauschen verursacht, das das Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SNR) reduziert. Ein weiterer Grund für das Phasenrauschen sind interne Verzerrungen des Radars. Dieser Anteil läßt sich durch stationäre Messungen des empfangenen Radarsignals bestimmen.

*Genauigkeit der Basislinie:* Da die Genauigkeit der Basislinie für die InSAR-Datenprozessierung eine große Rolle spielt (siehe Kapitel 3.1 und 3.3), wird der Abstand zwischen den Antennen und der Abstand der Antennen zum INS im Labor auf 0,1 mm Genauigkeit vermessen. Das Meßzentrum der INS, in dem der Ursprung des Koordinatensystems für sämtliche Positionsdaten liegt, wird mittels Theodolit auf 0,1 mm Genauigkeit in Lage und auf  $0,01^\circ$  in Achsenausrichtung vermessen.

*Genau Navigationsdaten:* Da die Antennenpositionen während des gesamten Flugs zur Datenprozessierung bekannt sein müssen, werden alle Bewegungen der gesamten Antennenstruktur in Form von Navigationsdaten gemessen und aufgezeichnet. Diese bestehen aus den INS- und den GPS-Daten. Für eine qualitative Verbesserung der Navigationsdaten werden während der Datenakquisition zwei GPS-Bodenstationen verwendet und deren aufgezeichnete Informationen differentiell und kohärent prozessiert. Damit die GPS-Geräte verwendbare Daten liefern, müssen am Horizont mindestens 4 bis 5 GPS-Satelliten sichtbar sein. Je mehr Satelliten sichtbar sind (maximal können dies 10 bis 12 gleichzeitig sein), desto genauere Ergebnisse liefert die Messung. Jedoch nicht nur die Anzahl der GPS-Satelliten, auch deren Positionen zueinander bestimmen die Meßqualität. So müssen sie mindestens  $15^\circ$  über dem Horizont stehen und möglichst gleichmäßig über den Himmel verteilt sein. Da sie im Laufe des Tages ihre Position und Lage zueinander verändern, muß man einen günstigen Zeitpunkt für die Befliegung im voraus berechnen. Ebenfalls zu beachten ist der Einfluß der Ionosphäre, die Signalverzögerungen bewirkt und sich mit der Sonnenaktivität im Laufe des Tages verändert. Diese gehen in die GPS-Messungen mit ein und müssen entsprechend korrigiert werden (Schmieder, 2003). Mit einer

sehr guten GPS-Satellitenkonstellation und einer Entfernung des Untersuchungsgebietes von weniger als 50 km von den Bodenstationen entfernt, können somit bei der Positionsbestimmung des Flugzeugs Genauigkeiten von 3 cm erreicht werden. In der Nachverarbeitung werden die INS- und die GPS-Daten so miteinander verrechnet, daß man absolute Positionsdaten, die sich auf das Meßzentrum der INS beziehen, erhält. Die absolute Genauigkeit der Winkelmessung der INS beträgt dadurch  $0,003^\circ$ .

## 4.2 Datenaufnahme

Die Aufnahme der vorliegenden Daten wurde am Donnerstag, den 11. November 1999 durchgeführt. Sie fanden bei Lufttemperaturen knapp über dem Gefrierpunkt bei ca. 0 bis  $2^\circ$  Celsius, fast 100% Luftfeuchte, leichtem Wind aus nordöstlicher Richtung, Hochnebel und einer geschlossenen Wolkendecke statt (Angaben der Wetterstation Oberpfaffenhofen). Das Flugzeug flog oberhalb der Wolkendecke in ca. 3000 m Höhe. Da die Radarpulse aufgrund ihrer Wellenlänge Wolken und Nebel durchdringen, konnte die Datenaufnahme auch unter diesen Wetterbedingungen durchgeführt werden.

Die beiden Untersuchungsgebiete, die aufgenommen wurden, sind ein ca. 2 km langer Abschnitt der Rosenheimer Straße, die vom südöstlichen Stadtrand zur Münchner Innenstadt führt (siehe Abb. 4-4), und ein ebenso langer Abschnitt der A92 bei Neufahrn in der Nähe des Münchner Flughafens (siehe Abb. 4-6).

Vor der Befliegung wurde für jedes Gebiet eine Flugplanung durchgeführt. Die Flugplanung für die Rosenheimer Straße (siehe Abb. 4-3) zeigt die als 001 markierte Flugbahn (Track), die von Nordost nach Südwest verläuft und die Rosenheimer Straße (rot markiert) aufnimmt. Die Datenaufnahme muß jeweils im rechten Winkel zur Straße erfolgen, um die Geschwindigkeiten der Fahrzeuge zu erfassen. Die Radarantennen sind auf der rechten Seite des Flugzeugrumpfes montiert. Werden mehrere Straßen beflogen, kombiniert die Flugplanung die Befliegung aller Straßen so miteinander, daß sich die Anzahl der Flugschleifen und der dafür benötigten Zeit minimiert. Vor der Datenaufnahme wird das Radar in einem sogenannten Kalibrierungstrack über dem Gebiet kalibriert. Dabei werden die empfangenen Radarsignale gedämpft, so daß sie im Empfindlichkeitsbereich des Empfängers liegen. In der Flugplanung wird er mit Track 099 bezeichnet (siehe Abb. 4-3 und 4-5). Für die Aufnahme des Autobahnabschnitts (siehe Abb. 4-5) wurden die Flüge in zwei Richtungen durchgeführt: Track 001 von Südost nach Nordwest und Track 002 von Nordwest nach Südost.

Während des Fluges liefert eine DGPS-Bodenstation die benötigten Korrektursignale für das GPS des Flugzeugs. Die DGPS-Bodenstation war ca. 30 Minuten vor Beginn und bis 15 Minuten nach Beendigung der Befliegung in Betrieb. Der Standort der Bodenstation war in München Neuperlach im Ostpark Michaeliburg auf einer Anhöhe. Die genauen Koordinaten sind auf der Topographischen Karte 7835 im Gauß-Krüger-System 4 473 644,47 Rechtswert (m), 5 330 481,52 Hochwert (m), Höhe über NN beträgt 558,47 m für den Pfeiler und 557,56 m für die Platte. Die offizielle Punktnummer des Bayerischen Vermessungsamtes ist 233 00.

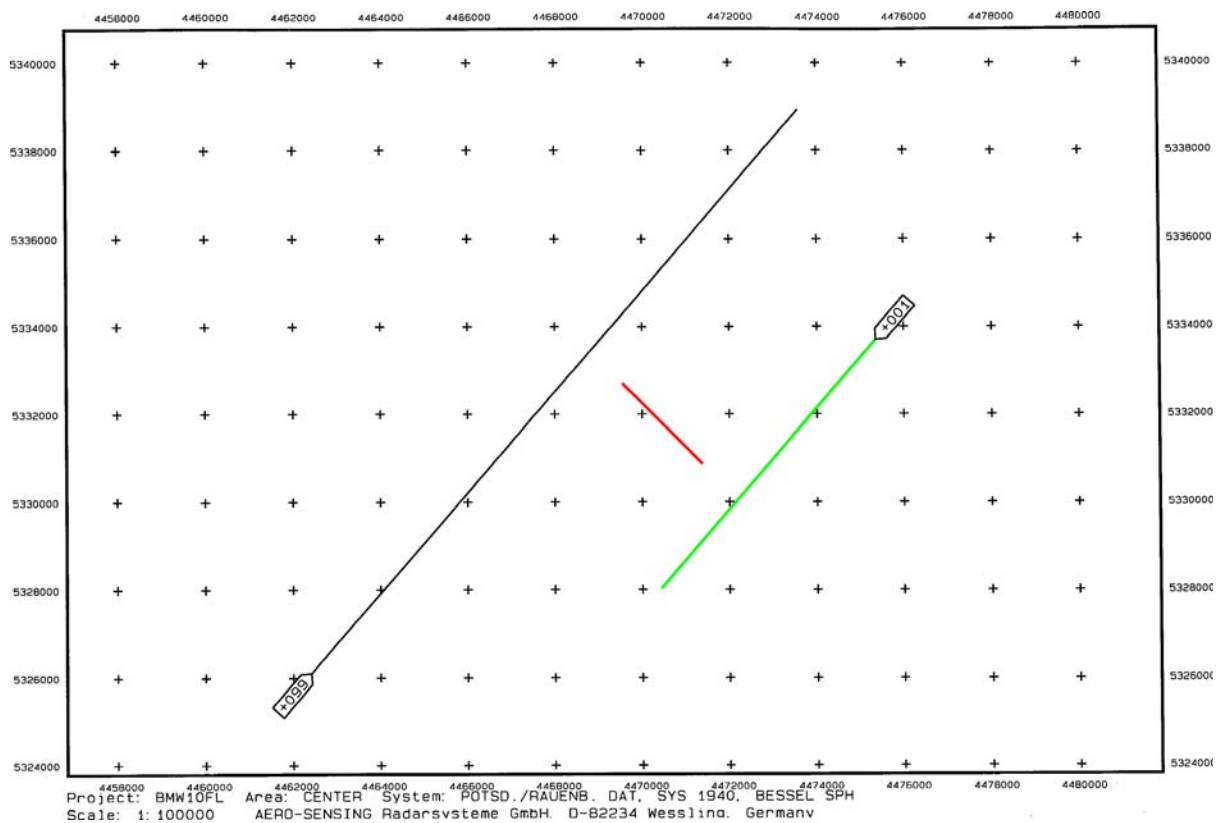


Abbildung 4-3: Flugplanung für die Rosenheimer Straße (rot markiert), die mit dem 001 Track (grün) von Nordost nach Südwest befliegen wurde. Die Spitze der Markierungsfahne gibt die Flugrichtung an. Mit 099 ist der Kalibrierungstrack markiert. Gauß-Krüger-Koordinatensystem, Hauptmeridian 12°.

Durch den Betrieb einer DGPS-Bodenstation wird eine Kodekorrektur der GPS-Signale an Bord des Flugzeugs mit einer Genauigkeit von 5 m während des Fluges erzielt. Nach dem Flug wird durch eine Postprozessierung die Flugbahn erneut bestimmt und dadurch eine Positionsgenauigkeit innerhalb eines Dezimeters erreicht. Durch Winde bedingt weicht die tatsächlich geflogene Flugbahn immer von der zuvor berechneten idealen Flugbahn der Flugplanung ab. Diese Abweichungen werden durch die miteinander verrechneten INS- und DGPS-Daten erfaßt. Die tatsächlich geflogene Flugbahn wird dann einer idealen Flugbahn angeglichen, was man als Flugbewegungskompensation (motion compensation) bezeichnet. So sind die hochgenauen Positionsdaten, die die Qualität der Flugbewegungskompensation bestimmen, entscheidend für die Genauigkeit der Radardatenprozessierung.

Die von den Antennen empfangenen Signale, die die Radarrohdaten darstellen, werden direkt an Bord des Flugzeuges auf eine Festplatte aufgezeichnet, ebenso die Navigationsdaten. Nach der Befliegung werden die Navigationsdaten mit den Radarrohdaten synchronisiert und anschließend die Datenprozessierung durchgeführt.



Abbildung 4-4: Der untersuchte Abschnitt der Rosenheimer Straße liegt zwischen den schwarzen Markierungspfeilen. Der Mittlere Ring (orange) umgibt weitläufig die Innenstadt, gilt als Bundesstraße und wird mit B2R bezeichnet (im vorliegenden Stadtplan mit 2R). Er nimmt den Verkehr von den Autobahnen auf, die am mittleren Ring enden bzw. beginnen. Die Rosenheimer Straße verbindet vom Abschnitt Chiemgau Straße/Innsbrucker Ring des Mittleren Rings im Südosten die Münchner Innenstadt im Nordwesten. Diese ist westlich der Isar, umgeben vom Altstadttring (orange), zu erkennen. Die Rosenheimer Straße stellt damit eine wichtige Verbindung vom Mittleren Ring ins Stadtzentrum dar (Ausschnitt aus München ADAC Maxiplan 1:25 000).

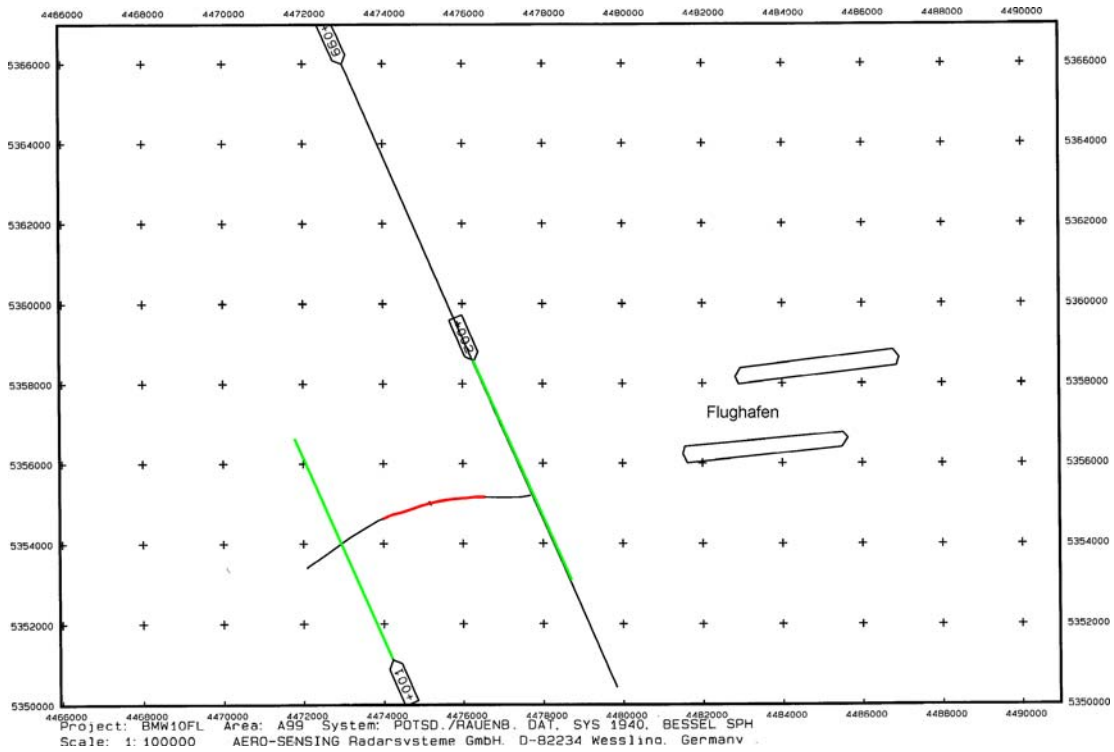


Abbildung 4-5: Flugplanung für den Autobahnabschnitt auf der A92 bei Neufahrn (rot markiert), der mit Track 002 (grün) von Nordwest nach Südost und mit Track 001 (grün) von Südost nach Nordwest befliegen wurde. Der Kalibrierungstrack ist mit 099 markiert. Die parallel verlaufenden Start- und Landebahnen des Münchner Flughafens sind zur Orientierung mit eingezeichnet. Gauß-Krüger-Koordinatensystem, Hauptmeridian 12°.

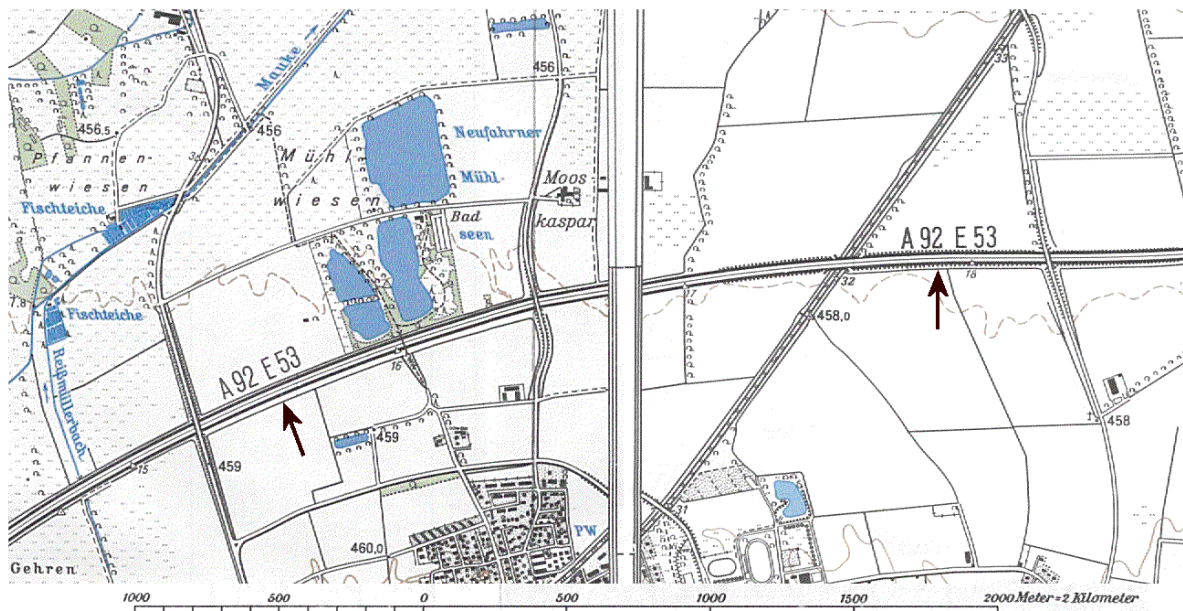


Abbildung 4-6: Ausschnitte aus den Topographischen Karten Nr. 7635 Haimhausen, 1995 (links) und Nr. 7636 Freising Süd, 1992 (rechts), Maßstab 1:25 000. Zwischen den Pfeilen liegt der aufgenommene Autobahnabschnitt der A92 in der Nähe des Münchner Flughafens. In der Karte rechts ist noch nicht die neue Trasse der S-Bahn zu sehen (siehe Abb. 7-2), die auf den Radaraufnahmen als Bogen zwischen der Bahntrasse und der Autobahn zu erkennen ist. Sie wurde als zweite S-Bahn-Verbindung vom Westen der Stadt an den am 17.05.1992 in Betrieb genommenen neuen Flughafen gebaut.

## Kapitel 5 Extraktion von Fahrzeuginformation

In diesem Kapitel wird die Extraktion von Informationen über die Fahrzeuge aus den aufgenommenen Radardaten beschrieben. Die Informationen werden hauptsächlich aus der ATI-Phase gewonnen. Es wird hier auf die Methoden der Detektion der Fahrzeuge, der Bestimmung ihrer Position, Geschwindigkeit und Fahrtrichtung eingegangen. Als letzter Schritt schließt sich die Geokodierung der Daten an, um sie für weitere verkehrsgeographische Analysen heranziehen zu können.

### 5.1 Detektion von Objekten in ATI-Phasenbildern

Um die Geschwindigkeit von Fahrzeugen und weitere Parameter, wie Position und Fahrtrichtung, bestimmen zu können, muß man zunächst die Fahrzeuge im ATI-Phasenbild erkennen. Da sich nur im Phasenbild bewegte von nicht bewegten Objekten eindeutig unterscheiden lassen, wird zur Detektion der Objekte das ATI-Phasenbild herangezogen (siehe Abb. 5-16). Im Gegensatz dazu sind im Amplitudenbild nicht alle Objekte zuverlässig detektierbar (siehe Abb. 5-15). Die automatisierte Fahrzeugidentifikation und Erfassung ihrer Position wird im folgenden als Autodetektion bezeichnet.

Das Verfahren, das der Autodetektion zugrunde liegt und das im folgenden näher beschrieben wird, beruht auf der Bayes'schen Entscheidungsregel, ein Verfahren der statistischen Mustererkennung, mit dessen Hilfe entschieden wird, ob ein Objekt ein gesuchtes Zielobjekt ist oder dem Hintergrund zuzuordnen ist. Das Grundprinzip der statistischen Mustererkennung kann wie folgt skizziert werden (Jain et al., 2000).

Ein gegebenes Muster bzw. Objekt ist einer der gegebenen Klassen  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_k$  zugeordnet, basierend auf  $d$  Merkmalswerten  $\chi = (\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_d)$ . Von den Merkmalen wird angenommen, daß sie eine Dichte- oder Wahrscheinlichkeitsfunktion haben, abhängig davon, ob die Merkmale kontinuierlich oder diskret sind. Da SAR-Daten eine kontinuierliche Form haben, werden Zielobjekte und Hintergrundsignale mit Hilfe von Dichtefunktionen beschrieben.

Somit wird ein Muster bzw. Objekt  $\chi$ , das zur Klasse  $\omega_i$  gehört, als eine zufällige Beobachtung betrachtet, die von der klassenbedingten Dichtefunktion  $P\langle\chi|\omega_i\rangle$  beschrieben wird. Um zu entscheiden, ob das beobachtete Objekt ein Zielobjekt ist oder nicht, werden Entscheidungsregeln angewendet, wie die von Bayes oder die daraus abgeleitete von Neyman-Pearson (Neyman & Pearson, 1933).

Die optimale Bayes'sche Entscheidungsregel zum Minimieren des Risikos einer Fehlklassifikation kann wie folgt beschrieben werden (Jain et al., 2000): Ordne das Objekt  $\chi$  zur Klasse  $\omega_i$  für das das bedingte Risiko

$$R\langle\omega_i|\chi\rangle = \sum_{j=1}^k L(\omega_i, \omega_j) \cdot P\langle\omega_j|\chi\rangle \quad (5-1)$$

ein Minimum ist, wobei  $L(\omega_i, \omega_j)$  der Verlust bzw. die Fehlklassifikation ist, die zustande kommt, wenn man sich für  $\omega_i$  entscheidet, während die wahre Klasse  $\omega_j$  und  $P\langle\omega_j|\chi\rangle$  die posteriori-Wahrscheinlichkeit ist. Im vorliegenden Fall beträgt die Anzahl der Klassen  $k = 2$ , da

man nur zwischen Objekt und Hintergrund unterscheiden muß (siehe Kapitel 5.1.1).

Im Falle der 0/1 Verlustfunktion, die in folgender Gleichung definiert ist, wird das bedingte Risiko zur bedingten Wahrscheinlichkeit der Fehlklassifikation.

$$L(\omega_i, \omega_j) = \begin{cases} 0, & i = j \\ 1, & i \neq j \end{cases} \quad (5-2)$$

Für diese Wahl der Fehlklassifikationsrate kann die Bayes'sche Entscheidungsregel wie folgt vereinfacht werden: Ordne Muster bzw. Objekt  $\chi$  zur Klasse  $\omega_i$ , wenn

$$P\langle \omega_i | \chi \rangle > P\langle \omega_j | \chi \rangle \quad (5-3)$$

für alle  $j \neq i$ .

### 5.1.1 Unterscheidung zwischen Objekt und Hintergrund

Hat man nicht verschiedene Klassen von Mustern bzw. Objekten, sondern nur zwei Klassen, sich bewegende Fahrzeuge (=Zielobjekte) und statische Hintergrundobjekte, voneinander zu unterscheiden, dann kann die Wahrscheinlichkeit  $P$ , daß ein Zielobjekt  $T$  (von englisch Target) in den Daten  $x$  detektiert wird, nach der Bayes'schen Entscheidungsregel wie folgt formuliert werden (Oliver & Quegan, 1998):

$$P\langle T|x \rangle = P\langle x|T \rangle \cdot P\langle T \rangle / P\langle x \rangle \quad (5-4)$$

$P\langle T|x \rangle$  beschreibt die a-posteriori Wahrscheinlichkeit mit der ein Zielobjekt (im folgenden Objekt genannt) in den vorliegenden Daten  $x$  vorhanden ist.  $P\langle x|T \rangle$  dagegen beschreibt die Wahrscheinlichkeit, daß bestimmte Daten  $x$  unter der Bedingung, daß das Objekt  $T$  bekannt ist, auftreten. Dies wird als PDF-Funktion (engl.: probability density function) oder "likelihood" bezeichnet.  $P\langle T \rangle$  gibt eine a-priori Wahrscheinlichkeit wieder, mit der ein Objekt  $T$  vorhanden ist und mit  $P\langle x \rangle$  wird die Wahrscheinlichkeit diese Daten zu erhalten, beschrieben.

Entsprechend der Gleichung 5-4 wird die Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein von Hintergrund  $B$  (von englisch Background) definiert:

$$P\langle B|x \rangle = P\langle x|B \rangle \cdot P\langle B \rangle / P\langle x \rangle \quad (5-5)$$

Um die Werte der Zielobjekte zu ermitteln, werden in einem beliebig wählbaren quadratischen Ausschnitt des zu untersuchenden Bildes die Pixelwerte  $I_j$  des inneren Bereiches über alle  $m$  Pixel gemittelt und erhält den Mittelwert  $\bar{I}_T$  (siehe Abb. 5-1).

$$\bar{I}_T = \sum_{j=1}^m I_j / m \quad (5-6)$$

Auch der Mittelwert aus den Pixeln des äußeren Rings, die als Hintergrundpixel betrachtet werden, wird berechnet. Die Pixel zwischen dem inneren und äußeren Bereich, dem sogenannten "guard ring" werden dabei ausgeschlossen. Damit soll ein Verwischen der jeweiligen Werte von Objekt und Hintergrund verhindert werden, da die Grauwerte der Objekte gegenüber dem Hintergrund nicht immer scharf abgegrenzt sind, sondern allmählich ineinander

übergehen. Für die Pixel des inneren und des äußeren Rings bzw. des Objekts und des Hintergrunds wird auch die jeweilige Varianz berechnet, die ebenfalls zur Unterscheidung herangezogen werden kann (siehe Gleichungen 5-13 und 5-14). Mit diesem so definierten quadratischen Ausschnitt wird Pixel für Pixel ein gesamter Bilddatensatz untersucht.

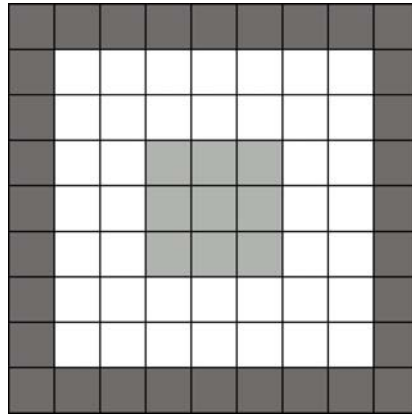


Abbildung 5-1: Diagramm eines beispielsweise 9 x 9 Pixel großen Ausschnitts eines beliebigen Datensatzes. Zur Unterscheidung zwischen Objekt und Hintergrund werden jeweils die Werte des inneren Bereichs (hellgrau) und des äußeren Bereichs (dunkelgrau) gemittelt. Der dazwischenliegende weiße Bereich (guard ring) wird nicht miteinbezogen (Oliver & Quegan, 1998).

Gemäß dem Maximum-a-posteriori-Kriterium (MAP) ist ein gesuchtes Objekt unter der Annahme, daß  $P(B) = P(T)$  ist, vorhanden, wenn (Oliver & Quegan, 1998):

$$\frac{P\langle T|x \rangle}{P\langle B|x \rangle} > 1 \quad (5-7)$$

Das MAP-Kriterium setzt jedoch a-priori-Wissen um die relativen Wahrscheinlichkeiten für das gesuchte Objekt und den Hintergrund voraus, was in der Praxis in den meisten Fällen aber nicht vorhanden ist. Daher geht man von der Annahme aus, daß Objekt und Hintergrund gleichverteilte Wahrscheinlichkeiten haben und kann somit aus Gleichung 5-7 das Neyman-Pearson-Kriterium für die Detektion eines gesuchten Objekts ableiten (Neyman & Pearson, 1933; Galati & Crescimboni, 1993):

$$\frac{P\langle x|T \rangle}{P\langle x|B \rangle} > t \quad (5-8)$$

Dabei entscheidet der Schwellwert  $t$ , ob es sich um ein Objekt oder um Hintergrund handelt. Ist der Wert größer als  $t$ , dann handelt es sich um ein gesuchtes Objekt, liegt der Wert darunter, dann handelt es sich um Hintergrund.

Der Schwellwert  $t$  wird gewählt, um eine definierte Wahrscheinlichkeit für eine sogenannte Falschalarmrate (CFAR=constant false alarm rate) zu erhalten. Es kann mit einem variablen Schwellwert  $t$  eine konstante Falschalarmrate erreicht werden, und umgekehrt wird mit einem konstanten Schwellwert  $t$  die CFAR variabel für jedes Pixel, d.h. die CFAR wird für jedes Pixel neu ermittelt (Musha & Sekine, 1993). Aus den genannten Kriterien wird die Wahrscheinlichkeit, ein Objekt zu detektieren ( $P_d$  = Probability of Detection), wie folgt definiert (Oliver & Quegan, 1998):

$$P_d = \int_t^{\infty} P\langle x|T \rangle \cdot dx \quad (5-9)$$

Die Wahrscheinlichkeit eines Falschalarm ( $P_{fa}$  = Probability of false alarm) wird definiert als (Oliver & Quegan, 1998):

$$P_{fa} = \int_t^{\infty} P\langle x|B \rangle \cdot dx \quad (5-10)$$

$P_{fa}$  und  $P_d$  sind zur Verdeutlichung im folgenden bildlich dargestellt:

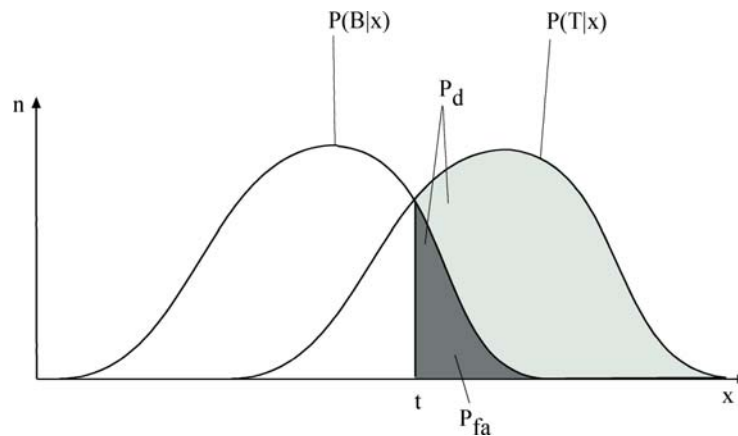


Abbildung 5-2: Mögliche Verteilung von Objekt- und Hintergrundpixel von SAR-Daten ( $x$ ) und deren Häufigkeit bzw. Dichte ( $n$ ). Die Wahrscheinlichkeit der Detektion eines Objektes ( $P_d$ ) bzw. eines Falschalarm ( $P_{fa}$ ) ist in Grautönen dargestellt,  $t$  = Schwellwert (nach Galati & Crescimboni, 1993).

$P\langle B|x \rangle$  stellt die Dichtefunktion des Hintergrunds,  $P\langle T|x \rangle$  die Dichtefunktion der Objekte dar. Der Schwellwert  $t$  entscheidet, ob ein Pixel dem Hintergrund oder dem gesuchten Objekt zuzuordnen ist.  $P_{fa}$  beschreibt die Wahrscheinlichkeit des Feststellens eines Objekts, das keines ist;  $P_d$  beschreibt die Wahrscheinlichkeit, ein Objekt aus  $x$ , d.h. den SAR-Daten zu detektieren.

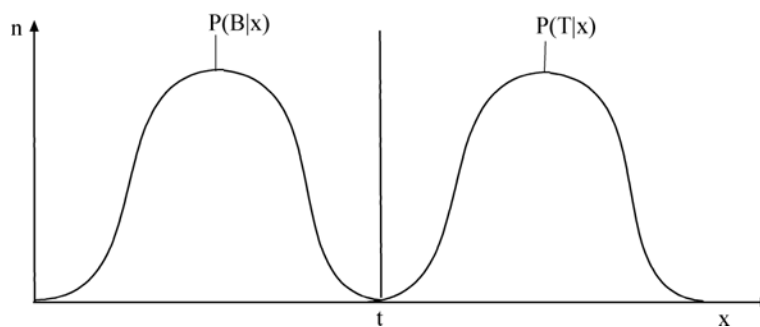


Abbildung 5-3: Extremfall der Verteilung von Objekt- und Hintergrundpixel von SAR-Daten. Die Dichtefunktion der Hintergrundpixel  $P\langle B|x \rangle$  und die der Objekte  $P\langle T|x \rangle$  überschneiden sich nicht.

Sind die Daten wie in Abbildung 5-3 verteilt, dann beträgt die Wahrscheinlichkeit, ein Ziel zu detektieren:

$$P_d = \int_t^{\infty} P\langle T|x \rangle = 1 \quad (5-11)$$

Entsprechend beträgt die Wahrscheinlichkeit, ein Objekt zu detektieren, das keines ist, sondern dem Hintergrund zuzuordnen ist:

$$P_{fa} = \int_t^{\infty} P\langle B|x\rangle = 0 \quad (5-12)$$

Das gegenteilige Extrem zu dieser Verteilung ist in nachfolgender Darstellung zu sehen:

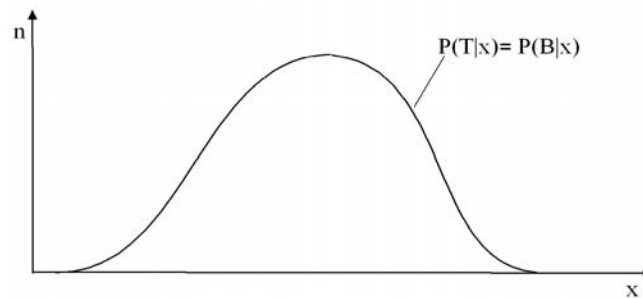


Abbildung 5-4: Extremfall der Verteilung von Objekt- und Hintergrundpixel von SAR-Daten. Die Dichtefunktion der Hintergrundpixel  $P\langle B|x\rangle$  und die der Objekte  $P\langle T|x\rangle$  sind identisch.

Die Wahrscheinlichkeit, ein Objekt zu detektieren, beträgt  $P_d = 0$ , die, ein "falsches Objekt" zu detektieren,  $P_{fa} = 1$ . Eine realistische Verteilung der Daten liegt zwischen diesen beiden Extrema und entspricht in etwa Abbildung 5-2.

In dieser Arbeit wurde kein Detektor mit variablem Schwellwert  $t$ , der für jedes einzelne Fenster berechnet wird, benutzt, sondern ein fester Schwellwert  $t$  festgelegt, der für alle untersuchten Pixel entscheidet, ob es sich um ein Objekt handelt oder nicht. Das Berechnen des jeweiligen Schwellwertes  $t$  für jedes einzelne Pixel, um eine konstante CFAR zu erhalten, ist mit einer längeren Rechenzeit verbunden, ohne das Ergebnis für den vorliegenden Fall tatsächlich entscheidend zu verbessern.

Es wurden verschiedene sogenannte CFAR-Detektoren zum Festlegen des Schwellwertes  $t$  getestet. Für alle nachfolgend vorgestellten Detektoren gilt  $\bar{i}$  als Durchschnittswert aller "Objektpixel" im inneren Bereich des untersuchten Ausschnitts,  $\bar{b}$  als Durchschnittswert aller "Hintergrundpixel" im äußeren Bereich des untersuchten Ausschnitts (siehe Abb. 5-1) und  $\sigma_b$  als Varianz der Hintergrundpixel.

CFAR-Detektor nach Oliver & Quegan, 1998:

$$\frac{\bar{i}/\bar{b}}{\sigma_b} = t \quad (5-13)$$

CFAR-Detektor nach Goldstein, 1973:

$$\frac{(\bar{i}/\bar{b})^2 - 1}{\sigma_b} = t \quad (5-14)$$

Ratiodetektor:

$$\frac{\dot{t}}{\bar{b}} = t \quad (5-15)$$

Differenzdetektor:

$$\dot{t} - \bar{b} = t \quad (5-16)$$

Für die Aufgabenstellung dieser Arbeit erwies sich der Differenzdetektor als der geeignetste Detektor, sowohl in Hinsicht auf die Zuverlässigkeit der Erkennung der Objekte, als auch in Hinblick auf die Rechenzeit. Diese ist beim Differenzdetektor erheblich kürzer als beim Verfahren von Oliver & Quegan oder dem Verfahren nach Goldstein. Beim Differenzdetektor liegt der Schwellwert  $t$  höher als beim Ratiodetektor, wodurch die Wahrscheinlichkeit steigt, Artefakte, die keine Objekte sind, auszuschließen. Daher wurde im weiteren der Differenzdetektor verwendet.

Schließlich wurde die für das jeweilige Untersuchungsgebiet passende Fenstergröße (siehe Abb. 5-1) und der geeignete Schwellwert  $t$  zur Unterscheidung von Objekt und Hintergrund empirisch ermittelt. Für die Aufnahmen der Autobahn erwies sich eine Fenstergröße von 45 x 45 Pixeln als geeignet, für die der Stadt wurde eine kleinere Fenstergröße von 27 x 27 Pixeln gewählt, da die detektierten Fahrzeuge in der Stadt geringere Geschwindigkeiten fahren und sich dadurch mit kleineren Punktwolken in der Phase abbilden. Für das Stadtgebiet wurde ein niedrigerer Schwellwert gewählt ( $t = 0,2$ ) als für das Gebiet der Autobahn ( $t = 0,4$ ). Im städtischen Gebiet ist der Hintergrund viel heterogener und mit mehr Störfaktoren (Reflexionen durch Antennen auf Hausdächern, etc.) durchsetzt, die in ähnlichen Wertebereichen liegen können wie Fahrzeuge. Daher muß der Schwellwert niedriger angesetzt werden, um möglichst alle Fahrzeuge zu erfassen. Dadurch irrtümlich als Fahrzeuge erfaßte Objekte werden später mit Hilfe von diversen Testkriterien aussortiert (siehe Kapitel 5.1.2).

Nach der Bearbeitung der Datensätze mit dem o.g. Detektorverfahren ist die Trennung in Objekte und Hintergrundpixel erfolgt. Im weiteren werden diese detektierten Objekte näher untersucht.

### 5.1.2 Untersuchung der detektierten bewegten Objekte

Die detektierten Objekte werden jeweils mit einer individuellen Objektnummer versehen, maskiert und dann sukzessive anhand von Testkriterien geprüft, ob es sich tatsächlich um ein Fahrzeug handelt oder nicht (siehe Datenlisten aller detektierten Fahrzeuge im Anhang). Falls ein Kriterium nicht erfüllt ist, wird das Objekt aussortiert (siehe Abb. 5-5).

Das erste Kriterium ist die Größe des Objekts, d.h. der Punktwolke im ATI-Phasenbild. Für Fahrzeuge, die auf der Autobahn fahren, wurde eine Mindestgröße von 30 Pixeln und für Fahrzeuge, die in der Stadt fahren, eine Mindestgröße von 20 Pixeln empirisch ermittelt. Die unterschiedlichen Flächengrößen ergeben sich dadurch, daß sich Fahrzeuge mit höheren Geschwindigkeiten in flächenmässig größeren Punktwolken abbilden. Alle Objekte, die unterhalb dieser Mindestgröße liegen, werden ausgeschlossen. Erfüllt ein Objekt die Mindestflächengröße, wird dessen Objektmitte festgestellt, mit einem roten Kreuz gekennzeichnet (siehe Abb. 5-7) und die Bildkoordinaten dieser Objektmitte dokumentiert. Zur besseren Übersicht über das Untersuchungsgebiet ist neben der ATI-Phase auch das entsprechende Amplitudenbild

abgebildet (siehe Abb. 5-6). Hier wird auch deutlich, daß im Amplitudenbild, im Gegensatz zum Phasenbild, nicht alle Fahrzeuge erkennbar sind.

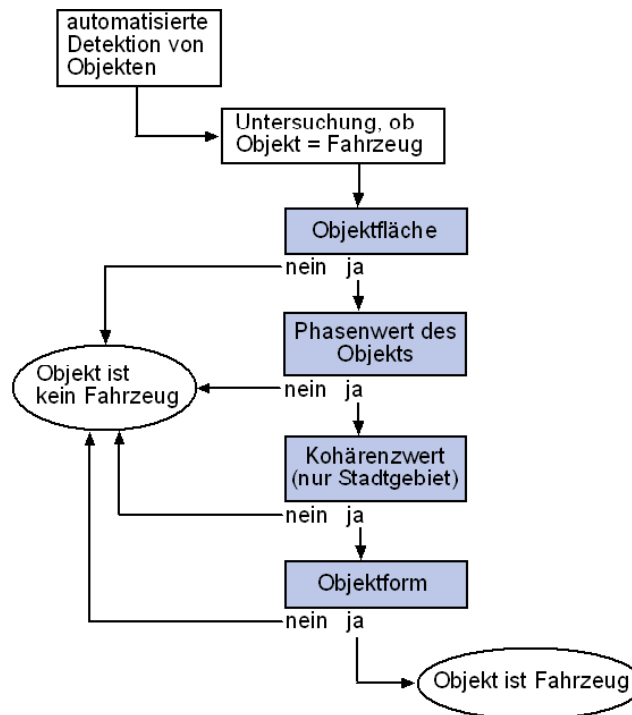


Abbildung 5-5: Ablaufdiagramm der Detektion und Untersuchung von sich bewegenden Objekten. Wird ein Kriterium (blau) nicht erfüllt (nein), so wird das Objekt als kein Fahrzeug aussortiert. Wird das Kriterium erfüllt (ja), dann wird das Objekt weiter untersucht.

Als zweites Kriterium darf das Objekt einen bestimmten Phasenwert, der sich deutlich von Null unterscheidet (Betrag von 0,4), nicht unterschreiten, sonst wird es ausgeschlossen. Dazu wird der durchschnittliche Phasenwert aller sich im Objekt befindlichen Pixel berechnet.

Als drittes Kriterium wurde der Kohärenzschwellwert eingeführt. Der Kohärenzwert (siehe Abb. 5-8) eines Objekts wird ebenfalls als Durchschnittswert aller sich im Objekt befindlichen Pixel berechnet. Er dient dazu, Artefakte, die durch Störungen (Reflexionen metallischer Gegenstände, z.B. Antennen auf Hausdächern, Zäunen, Bahnschienen, etc.) zustande kommen und irrtümlich als Objekte identifiziert werden (Falschalarm), herauszufiltern. So ist z.B. die Fassade der Volkssternwarte an der Kreuzung zwischen Anzinger und Rosenheimer Straße mit Metallstreben durchzogen und wird daher als sehr hell umrissenes Vieleck aufgrund der starken Reflexion der Radarpulse im Amplitudenbild wiedergegeben (siehe Abb. 5-9). Wie viele andere Hausdächer auch, ist das der Volkssternwarte mit zahlreichen Antennen bestückt. Diese sind im Amplitudenbild als helle Kreuze wiedergegeben und verhalten sich wie sehr stark reflektierende Punktziele, wodurch die Radarsignale mit sogenannten Nebenzipfel entlang der sichtbaren Kreuze reflektiert werden. Sie verursachen in diesem Bereich eine signifikant häufigere Detektion von Fahrzeugen als in anderen Bereichen der Rosenheimer Straße. Eine weitere Ursache für diese Störungen ist das Phasenrauschen der Straße aufgrund ihrer geringen Reflexion, hervorgerufen durch den glatten Straßenasphalt (im Amplitudenbild als dunkelgraue, fast schwarze Grauwerte wiedergegeben, siehe Abb. 5-6 und Abb. 5-9), der die Radarsignale vom Sensor weg reflektiert. Dadurch werden Objekte detektiert, die keine sind. Da diese irrtümlichen Detektionen vor allem im städtischen Gebiet auftreten, wurde der Kohärenzschwellwert nur für die Aufnahmen des Stadtgebiets angewendet. Es wurde zunächst mit zwei Kohärenzschwellwerten (0,75 und 0,8) gearbeitet, da keine Ground Truth-Daten vorhanden waren und somit die Anzahl

der detektierten Fahrzeuge nicht verifiziert werden konnte. Erst durch eine später durchgeführte Verkehrssimulation konnte die Anzahl der Fahrzeuge, die zu den jeweiligen Aufnahmezeitpunkten auf der Rosenheimer Straße fahren, plausibel abgeschätzt werden (siehe Kapitel 8).



Abbildung 5-6: Ausschnitt aus dem Amplitudenbild der Autobahnaufnahme (11.11.99, 08:57 MEZ). Die sich bewegenden Objekte sind als weiße oder graue Punktwolken teilweise von der Fahrbahn versetzt abgebildet.

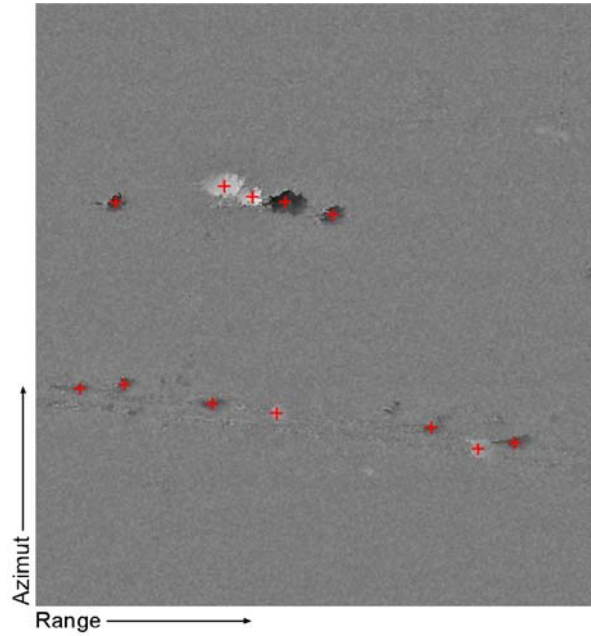


Abbildung 5-7: Ausschnitt aus dem ATI-Phasenbild einer Autobahnaufnahme (dasselbe Gebiet wie Abb. 5-6). Die als Fahrzeuge festgestellten Objekte sind mit einem roten Kreuz markiert.

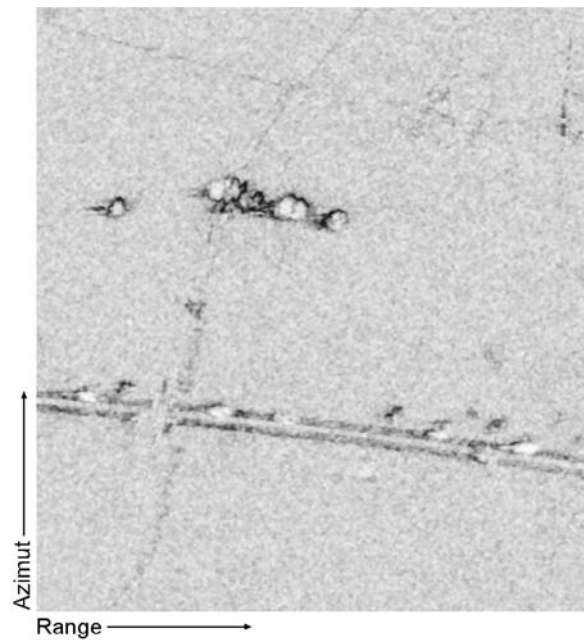


Abbildung 5-8: Ausschnitt aus dem Kohärenzbild einer Autobahnaufnahme (dasselbe Gebiet wie Abb. 5-6 und 5-7).

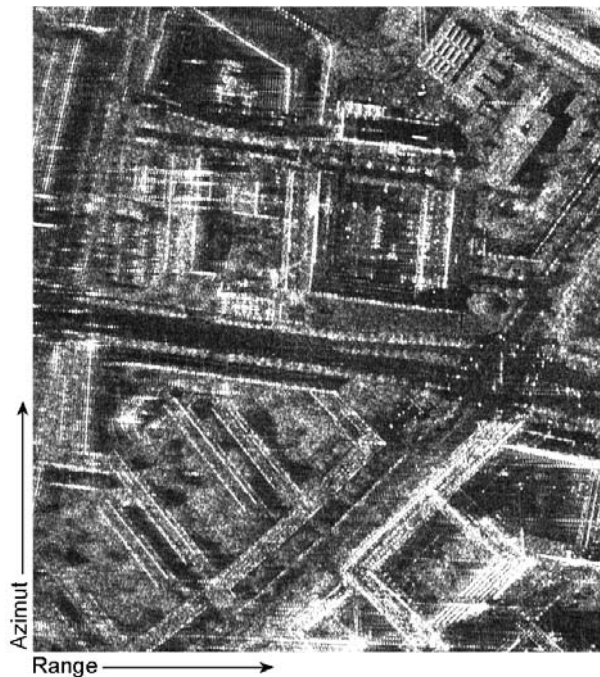


Abbildung 5-9: Ausschnitt aus einem Amplitudenbild einer Aufnahme der Stadt. In der Bildmitte verläuft von links nach rechts die Rosenheimer Straße. An der großen Kreuzung in der rechten Bildhälfte quert die Anzinger Straße. Rechts unten ist als sehr hell umrissenes Vieleck die Volkssternwarte zu erkennen.

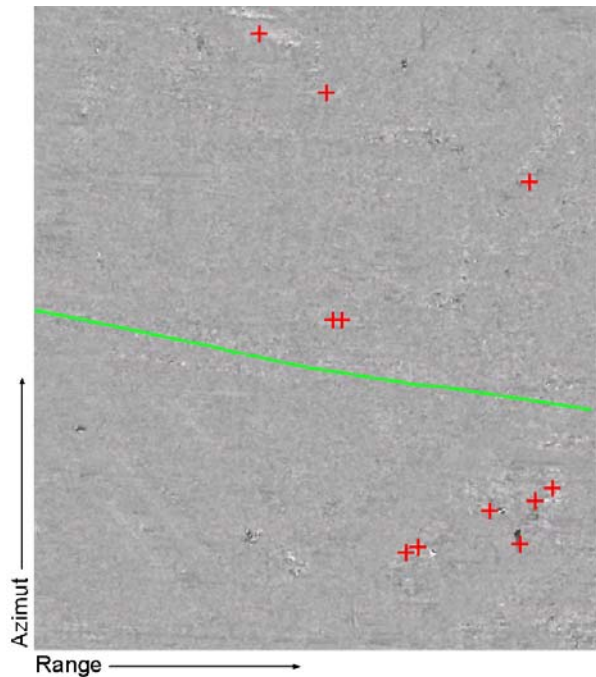


Abbildung 5-10: Ausschnitt aus einem ATI-Phasenbild einer Aufnahme der Stadt (dasselbe Gebiet wie Abb. 5-9). Die als Fahrzeuge festgestellten, sich bewegenden Objekte sind jeweils mit einem roten Kreuz und die Rosenheimer Straße mit einem grünen Strich markiert.

Da das aufgenommene Gebiet der Autobahn von landwirtschaftlicher Nutzfläche umgeben ist, die keine derartigen Störungen beinhaltet, entfällt der Kohärenzschwellwert für die Aufnahmen der Autobahn. Die einzigen metallischen Gegenstände sind die Leitplanken entlang der Autobahn. Sie rufen jedoch keine Störungen hervor, da sie parallel zur Einfallsebene der Radarpulse stehen und damit keine Reflexion bewirken. Brücken, die über die Autobahn führen, stehen hingegen senkrecht zur Einfallsebene des Radars und verursachen durch ihre Mehrfachreflexion am metallischen Geländer und am Boden eine starke Spiegelung, die sowohl in der Amplitude als auch teilweise in der Phase sichtbar ist. Da diese Störung im vorliegenden Fall eher gering ist, wurde auf einen Kohärenzschwellwert bei den Autobahnaufnahmen verzichtet.

Das letzte Kriterium ist die Form des Objekts. Da die sich bewegenden Fahrzeuge in runden, kreis- oder leicht ellipsenförmigen Punktwolken abgebildet werden, ist die Rundheit eines Objekts ein Hinweis darauf, ob es sich um ein Fahrzeug handelt oder nicht. Dies lässt sich als Umfang des Objekts im Verhältnis zum idealen Kreisumfang der festgestellten Objektfläche messen. So wird aus dem gemessenen Umfang des Objekts der Radius für einen entsprechend großen Kreis berechnet und daraus wiederum die Fläche dieses Kreises. Diese Kreisfläche wird mit der Objektfläche verglichen. Ist dieses sogenannte Umfangsverhältnis größer als drei (Wert empirisch ermittelt), dann ist der Umriss des Objekts nicht kreisförmig, sondern mit starken Einbuchtungen versehen. Dann kann dieses Objekt auch aus zwei sehr eng beieinanderliegenden Objekten bestehen. Objekte mit einem Umfangsverhältnis von größer drei werden dann zunächst als sogenanntes Zweierobjekt klassifiziert. Mit Hilfe eines um das 1,5 fache erhöhten Schwellwerts  $t$  (Wert empirisch ermittelt) werden die Zweierobjekte in Einzelobjekte getrennt

und jeweils nach den o.g. Kriterien (Flächengröße, Phasenwert, Kohärenzwert, Umfungsverhältnis) untersucht. Als Mindestflächengröße wird dabei ein kleinerer Schwellwert gewählt, da durch die Trennung der Objekte die Fläche des einzelnen Objekts zwangsläufig kleiner wird.

Nach der Detektion der Fahrzeuge, sprich nach der Trennung zwischen Objekt und Hintergrund, wird ein Maskenbild erstellt. Alle Hintergrundpixel werden in schwarz, alle als Objekt detektierten Pixel weiß dargestellt. Nach der Untersuchung der Objekte, ob diese tatsächlich Fahrzeuge sind, wird wieder ein Maskenbild erstellt (siehe Abb. 5-11 und 5-13 und siehe Abb. 5-12 und 5-14). In den nachfolgenden Abbildungen kann man nun vergleichen, was ursprünglich als Objekt detektiert wurde und was nach den Untersuchungskriterien als Fahrzeug verifiziert werden konnte.

Nach Anwendung der hier genannten Verfahren auf alle Radardaten verbleiben für das Stadtgebiet ca. 5% und für das Gebiet der Autobahn ca. 40% aller detektierten Objekte als Fahrzeuge. Der deutlich niedrigere Prozentsatz bei den Stadtaufnahmen ergibt sich aus den zahlreichen Störfaktoren (Reflexionen durch Antennen auf Hausdächern etc.) im städtischen Gebiet, die die Anzahl der detektierten Objekte erhöht. Die Umgebung der Autobahn enthält dagegen kaum Störungen.

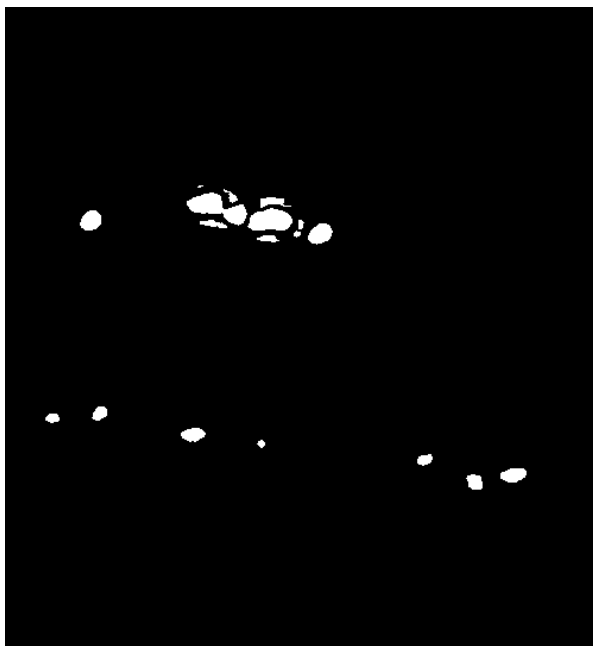


Abbildung 5-11: Ausschnitt aus der Autobahnaufnahme. Maskierung aller Objekte, die detektiert wurden. Bewegte Objekte sind weiß und der Hintergrund schwarz dargestellt. Dieser Ausschnitt zeigt dasselbe Gebiet wie Abb. 5-6, 5-7 und 5-8.

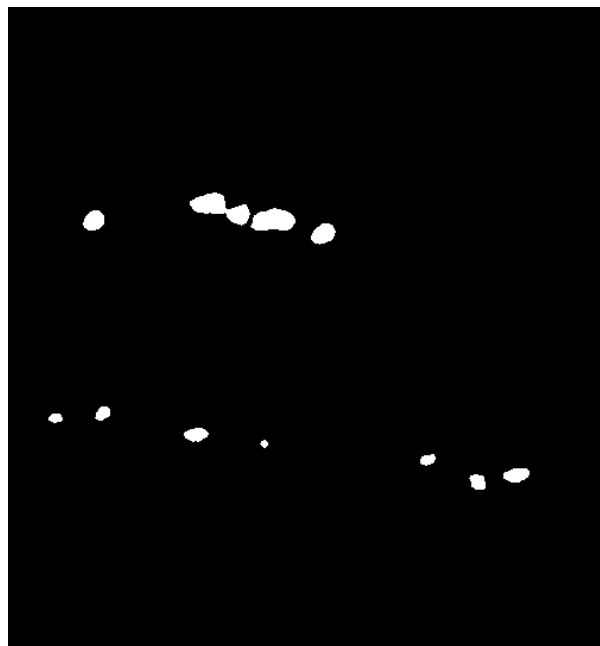


Abbildung 5-12: Ausschnitt aus der Autobahnaufnahme. Als Fahrzeuge festgestellte Objekte (weiß) nach Überprüfung anhand einer Reihe von Kriterien. Einige detektierte Objekte sind keine Fahrzeuge und wurden dem Hintergrund zugeordnet (vergleiche Abb. 5-11). Die beiden in der oberen Bildhälfte sehr eng beieinanderliegenden Fahrzeuge (Zweierobjekt) werden später getrennt bearbeitet.



Abbildung 5-13: Ausschnitt aus der Stadtaufnahme. Maskierung aller Objekte, die detektiert wurden. Bewegte Objekte sind weiß und der Hintergrund schwarz dargestellt. Dieser Ausschnitt zeigt dasselbe Gebiet wie Abb. 5-9 und 5-10.



Abbildung 5-14: Ausschnitt aus der Stadtaufnahme. Als Fahrzeuge festgestellte Objekte (weiß) nach Überprüfung anhand einer Reihe von Kriterien. Viele detektierte Objekte sind keine Fahrzeuge und wurden dem Hintergrund zugeordnet (vergleiche Abb. 5-13).

## 5.2 Geschwindigkeitsermittlung

Von einem sich bewegenden Objekt kann nur die Geschwindigkeitskomponente senkrecht zur Flugrichtung des Radars (Rangerichtung), d.h. nur die radiale Geschwindigkeit, gemessen werden (siehe Kapitel 2.2.1.3). Die tangentielle Geschwindigkeit, also die Komponente in Flugrichtung (Azimutrichtung) kann nicht gemessen werden, denn nur die radiale Komponente hat Auswirkungen auf die Dopplerhistorie (Schanda, 1986; Goßel, 1992).

Die Bewegung des Fahrzeugs während der Radaraufnahme bewirkt eine Verschmierung des abgebildeten Objekts in radialer Richtung und eine Defokussierung in azimutaler Richtung. Die Verschmierung in Range-Richtung, die auch als “range walk” (Raney, 1971) bezeichnet wird, wird dadurch verursacht, daß sich das Fahrzeug während der Aufnahme durch mehrere Auflösungszellen bewegt. Die Defokussierung in Azimut kommt dadurch zustande, daß der Phasenverlauf des Objekts, der bei einem statischen Objekt einen annähernd quadratischen Verlauf in Azimut beschreibt, bei einem sich bewegenden Objekt nicht mehr mit diesem erwarteten Verlauf übereinstimmt (Raney, 1971). Dadurch werden Fahrzeuge bzw. sich bewegende Objekte als unscharfe Punktwolken im Phasenbild abgebildet (siehe Abb. 5-16). Zur besseren Veranschaulichung des Untersuchungsgebiets ist hier das entsprechende Amplitudenbild ebenfalls wiedergegeben (siehe Abb. 5-15).

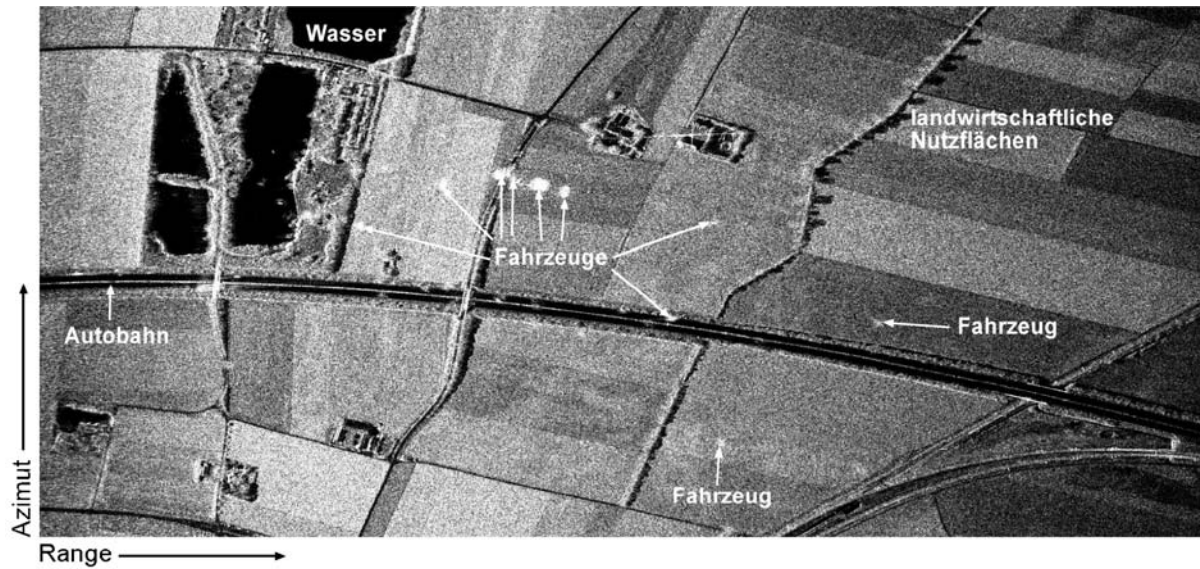


Abbildung 5-15: Ausschnitt aus einem Amplitudenbild der A92 bei München, 11.11.99, 08:57 MEZ in Slant Range-Geometrie. Nicht alle Fahrzeuge sind im Amplitudenbild abgebildet. Dieser Ausschnitt zeigt dasselbe Gebiet wie Abb. 5-16.

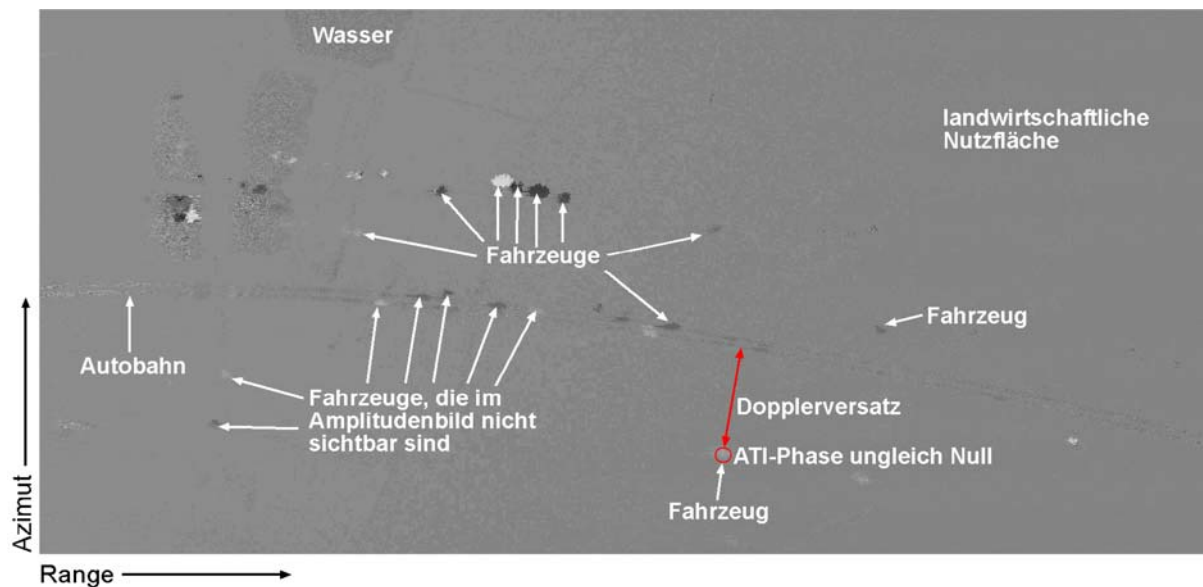


Abbildung 5-16: Ausschnitt aus Phasenbild der A92 bei München in Slant Range-Geometrie. Dopplerversatz und Phasenwert eines Fahrzeugs werden zur Geschwindigkeitsermittlung herangezogen.

Um die Geschwindigkeiten von sich bewegendenden Fahrzeugen erfassen zu können, stehen zwei verschiedene Methoden zur Verfügung, die nachfolgend vorgestellt werden: die Erfassung mit Hilfe des Dopplerversatzes und mit Hilfe des Phasenwerts. Da beide Verfahren mit Mehrdeutigkeiten behaftet sind, werden die jeweiligen Ergebnisse korreliert und so das korrekte Ergebnis ermittelt.

### 5.2.1 Geschwindigkeitsermittlung mit Hilfe des Dopplerversatzes

Die Ursache für die von der Fahrbahn versetzte Abbildung der Fahrzeuge ist die Bewegung der Fahrzeuge, die die Entfernung zum Radar und damit den erwarteten Phasenverlauf bzw. die Dopplerhistorie verändert. Das führt zu einem Versatz in Azimut, der mit folgender Gleichung beschrieben werden kann (Raney, 1971; Chen, 1990):

$$\delta = R_0 \cdot \frac{v_r}{V_f} \quad (5-17)$$

$\delta$  = azimuthaler Versatz oder Dopplerdistanz

$R_0$  = kleinste Entfernung zwischen Objekt und Radarsensor

$v_r$  = radiale Geschwindigkeit (Geschwindigkeit senkrecht zum Radarsensor)

$V_f$  = Flugzeuggeschwindigkeit

In manchen Fällen kann  $\delta$  größer als die halbe Breite des Antennenstrahlwinkels  $\Theta$ , bzw. die halbe Länge der synthetischen Apertur  $L_{sa}$  werden (siehe Abb. 2-11 und 2-12). Im Falle dieser Unterabtastung wird die aus der verfügbaren Bandbreite hinausverschobene Dopplerfrequenz um ein ganzzahliges Vielfaches der Antennenstrahlbreite versetzt, so daß diese Fahrzeuge wieder im tatsächlich beobachteten Antennenstrahlbereich, aber an einer falschen Azimutposition, also von der Straße versetzt, abgebildet werden (Schanda, 1986; Raney, 1971). Dabei ist die Position abhängig von der zu einem statischen Objekt unterschiedlichen Dopplerfrequenz. Dieser azimuthale Versatz zur tatsächlichen Position ist ein direktes Maß für die radiale Geschwindigkeit des Objekts (J. Moreira & Keydel, 1995; J. Moreira, 1990 und 1994).

Bei der praktischen Ausführung wurde für jede Fahrtrichtung die jeweilige Straßenmitte als Linie digitalisiert. Dann wurde der Abstand zwischen der Mitte der Punktwolke des Fahrzeugs bis zur digitalisierten Linie der Straßenmitte gemessen, was dem azimuthalen Versatz oder Dopplerdistanz entspricht. Da indirekt durch die Verfahren der Geschwindigkeitsermittlung auch die Fahrtrichtung festgestellt wird, muß für jedes Fahrzeug der azimuthale Versatz zu beiden Fahrtrichtungsbahnen gemessen und die jeweilige Geschwindigkeit berechnet werden. Die beiden Fahrtrichtungen werden durch das Vorzeichen der Anzahl der Mehrdeutigkeiten berücksichtigt (siehe Gleichung 5-18). Resultieren daraus negative Fahrzeuggeschwindigkeiten, dann bedeutet dies, daß sich das Fahrzeug auf das Flugzeug zu bewegt hat, positive, daß es sich entfernt hat. Nun läßt sich mit Hilfe dieses Dopplerversatzes die Fahrzeuggeschwindigkeit ableiten (J. Moreira, 2000):

$$V_{a_{sl}} = \frac{V_f \cdot \delta}{R_0} + n \cdot \left( \frac{PRF}{Anz_k} \cdot \frac{\lambda}{2} \right) \quad (5-18)$$

$V_{a_{sl}}$  = Fahrzeuggeschwindigkeit in der Slant Range-Geometrie (in m/s)

$V_f$  = Flugzeuggeschwindigkeit

$\lambda$  = Wellenlänge

$\delta$  = Dopplerdistanz

$n$  = Anzahl der Mehrdeutigkeiten

$R_0$  = kleinste Entfernung zwischen Objekt und Radarsensor

PRF = Pulswiederholfrequenz

$Anz_k$  = Anzahl der verwendeten Kanäle, hier 8 (siehe Kapitel 3.3.2)

Die Geschwindigkeit wird zunächst in der Slant-Range-Geometrie, die die Entfernung zwi-

schen dem Radarsensor und den Objekten auf der Erdoberfläche wiedergibt, berechnet. Denn nur in der Slant Range-Geometrie ist der Dopplerversatz der Fahrzeuge senkrecht zur Fahrtrichtung bzw. Straße abgebildet (siehe Abb. 5-16). Nach der Transformation in die Ground Range-Geometrie ist der Dopplerversatz nicht mehr senkrecht und damit nicht mehr ermittelbar. Die in der Slant Range-Geometrie ermittelte Geschwindigkeit wird unter Berücksichtigung des Depressionswinkels (siehe Abb. 5-25) in die Ground Range-Geometrie, die die Entfernungsverhältnisse am Boden wiedergibt, umgerechnet. Die Fahrzeuggeschwindigkeit in der Ground Range-Geometrie lässt sich wie folgt beschreiben (J. Moreira, 2000):

$$V_{a_{gr}} = \left[ \frac{V_f \cdot \delta}{R_0} + n \cdot \left( \frac{PRF}{Anz_k} \cdot \frac{\lambda}{2} \right) \right] \cdot \frac{1}{\cos(depr)} \quad (5-19)$$

$V_{a_{gr}}$  = Fahrzeuggeschwindigkeit in der Ground Range-Geometrie (in m/s)  
 $depr$  = Depressionswinkel (siehe Abb. 5-25)

### 5.2.2 Geschwindigkeitsermittlung mit Hilfe des Phasenwertes

Mit Hilfe der interferometrischen Phase lässt sich die Geschwindigkeit von sich bewegenden Objekten bzw. Fahrzeugen ermitteln (J. Moreira, 2000):

$$V_a = \frac{\lambda \cdot V_f}{4\pi \cdot B} \cdot (\varphi + n \cdot 2\pi) \quad (5-20)$$

$V_a$  = radiale Fahrzeuggeschwindigkeit (in Metern pro Sekunde)  
 $V_f$  = Flugzeuggeschwindigkeit  
 $\lambda$  = Wellenlänge  
 $B$  = ATI-Basislinie  
 $n$  = Anzahl der Mehrdeutigkeiten bzw. der  $2\pi$ -Phasensprünge  
 $\varphi$  = gemessene ATI-Phase

Aufgrund des in dieser Untersuchung vorliegenden physikalischen Antennenabstands von 0,6 m ist eine eindeutige Auflösung der Fahrzeuggeschwindigkeit von bis zu 3,6 m/s bei einem mittleren Depressionswinkel von  $45^\circ$  möglich. Da sich aufgrund des Sende- und Empfangsmusters der effektive Antennenabstand bzw. die Basislinie auf 0,3 m halbiert (siehe Kapitel 3.3.1), verdoppelt sich die eindeutige Geschwindigkeitsauflösung bei einem mittleren Depressionswinkel von  $45^\circ$  auf bis zu 7,2 m/s. Diese Werte ergeben sich aus:

$$V_b = \frac{\lambda \cdot \cos(depr)}{\tau} = \frac{\lambda \cdot V_f \cdot 2 \cdot \cos(depr)}{b} \quad (5-21)$$

$V_b$  = eindeutig abdeckbarer Geschwindigkeitsbereich (m/s)  
 $\lambda$  = Wellenlänge  
 $depr$  = Depressionswinkel  
 $\tau$  = ATI-Zeitversatz (siehe Gleichung (3-2))  
 $b$  = physikalischer Antennenabstand  
 $V_f$  = Flugzeuggeschwindigkeit

Geschwindigkeiten, die diesen Wertebereich überschreiten, sind nicht mehr eindeutig, da Geschwindigkeiten nur innerhalb des Intervalls von 0 bis  $2\pi$  der ATI-Phase abgebildet werden

können. Wird dieser Wertebereich überschritten, kommt es zu sogenannten Phasemehrdeutigkeiten oder  $2\pi$ -Phasensprüngen. Die Anzahl dieser  $2\pi$ -Phasensprünge ist unbekannt und muß ermittelt werden. Dies geschieht im nächsten Schritt durch eine Korrelation mit dem Verfahren zur Geschwindigkeitsermittlung mit Hilfe des Dopplerversatzes.

### 5.2.3 Korrelation der Verfahren zur Geschwindigkeitsermittlung

Da die Verfahren der Geschwindigkeitsermittlung nicht eindeutig sind, müssen zunächst alle Mehrdeutigkeiten berechnet werden. Für das Verfahren mit Hilfe des Dopplerversatzes werden für die vorliegenden Geschwindigkeitsbereiche 7 Mehrdeutigkeiten berechnet, für das Verfahren mit Hilfe des Phasenwertes 31. Die unterschiedliche Anzahl der Mehrdeutigkeiten hängt von dem eindeutig erfaßbaren Geschwindigkeitsbereich und den zu erwarteten Fahrzeuggeschwindigkeiten je Gebiet ab. Im Stadtgebiet wird von Geschwindigkeiten zwischen 5 und 80 km/h, auf der Autobahn zwischen 80 - 240 km/h ausgegangen. Ergeben sich Werte über oder unterhalb dieses Bereiches, werden sie ausgeschlossen.

Die Ergebnisse der Mehrdeutigkeiten der beiden Verfahren werden korreliert, d.h. jeder einzelne Wert der 7 Mehrdeutigkeiten des Dopplerversatzes wird von den 31 Werten der Phasemehrdeutigkeit subtrahiert. Der Betrag der kleinsten Differenz einer Fahrtrichtung wird mit dem der anderen Fahrtrichtung verglichen und der kleinste als die richtige Lösung angenommen, in der Annahme, daß das zwischen beiden Verfahren am besten übereinstimmende Ergebnis das richtige ist. Als Endergebnis wird jeweils die Dopplerversatzgeschwindigkeit genommen, aus der diese Differenz hervorging, und nicht die aus der Phase ermittelte Geschwindigkeit. Da die Phase sogenannte Azimutwellen enthielt, die ausgeglichen wurden (siehe Kapitel 3.3.4), entsprechen sie nicht mehr gemessenen Werten. Die Differenz zwischen der als Endergebnis der Korrelation ermittelten Dopplerversatzgeschwindigkeit und der aus der Phase berechneten ist jedoch sehr gering. Bei der nun feststehenden Fahrzeuggeschwindigkeit ist das Vorzeichen zu beachten, da es die Fahrtrichtung angibt. Schließlich wird die Geschwindigkeit, die bis jetzt in Slant Range vorliegt, in Ground Range umgerechnet.

## 5.3 Fahrtrichtungsbestimmung

Neben der indirekten Methode die Fahrtrichtung eines Fahrzeugs über die Geschwindigkeitsermittlung zu bestimmen, gibt es noch den sogenannten Sublook-Ansatz. Dazu wird auf die Single Look Complex-Bilder (SLC) zurückgegriffen und diese in Teilbilder bzw. Looks mit leicht unterschiedlichen Blickwinkeln aufgeteilt. Dadurch erhält man mehrere unterschiedliche Ansichten der Erdoberfläche zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Datenaufnahme. Im vorliegenden Fall wurden jeweils 4 Sublooks pro SLC als ausreichend zur Fahrtrichtungsbestimmung ermittelt. Betrachtet man die Sublook-Bilder auf dem Bildschirm in sehr kurzen Zeitabständen hintereinander, sieht man in den meisten Fällen deutlich die Bewegung der Punktwolken der Fahrzeuge und deren Richtung, ähnlich wie in einem Zeitlupenfilm.

Die nachfolgenden Sublooks (siehe Abb. 5-17 bis Abb. 5-20) zeigen Auschnitte aus einer Autobahnaufnahme. Im oberen Bilddrittel ist die Ortschaft Neufahrn abgebildet, in der Bildmitte die Fahrbahn und die als Punktwolken abgebildeten Fahrzeuge, und im unteren Bilddrittel die Neufahrner Seen. Im ersten Sublook ist in der schwarz abgebildeten Wasserfläche eine kreuzförmige helle Reflexion zu sehen (gelb umrandet). Dies ist ein Fahrzeug, das von den Radarpulsen in einem bestimmten Einfallswinkel getroffen wurde, so daß fast die gesamte Energie

wieder zum Radarsensor reflektiert wurde. Da die nachfolgenden Sublooks etwas andere Winkel haben, ist das Fahrzeug im weiteren nur als punktförmige Reflexion zu sehen.



Abbildung 5-17: Sublook 1 von 4.

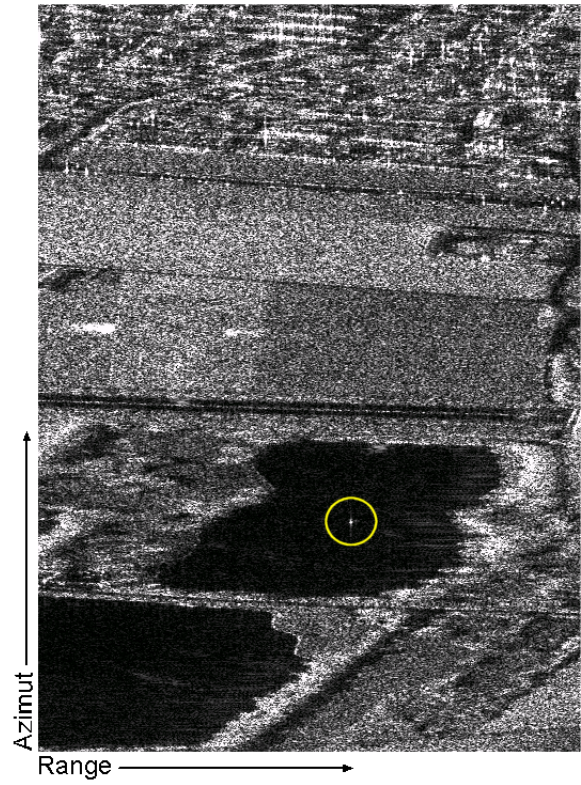


Abbildung 5-18: Sublook 2 von 4.

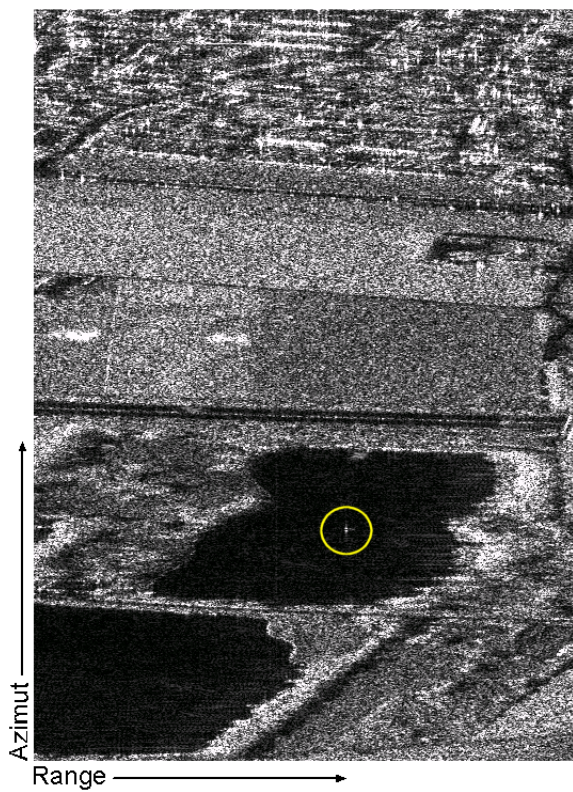


Abbildung 5-19: Sublook 3 von 4.

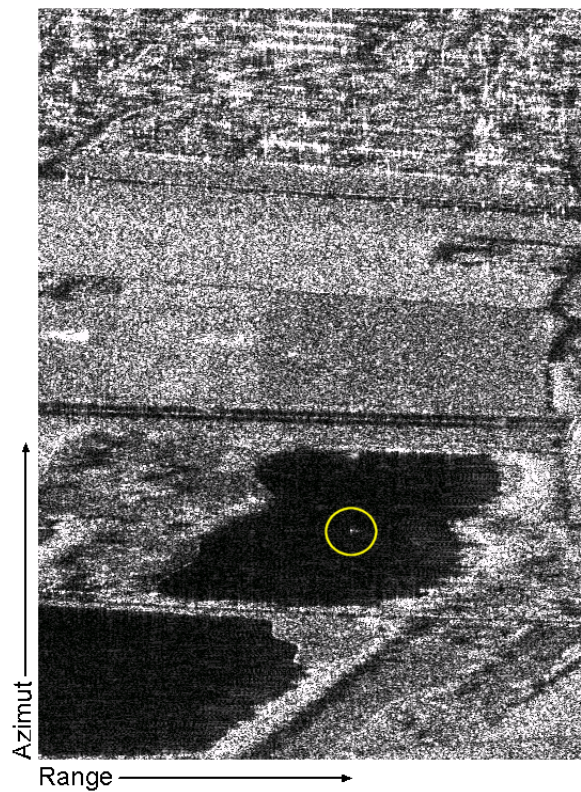


Abbildung 5-20: Sublook 4 von 4.

Die Sublooks werden mittels Kreuzkorrelation miteinander verglichen und so die Bewegungs- bzw. Fahrtrichtung festgestellt. Zur Verdeutlichung der Bewegung wurden in den nachfolgenden Abbildungen (5-21 bis 5-24) senkrechte weiße Balken in die Ausschnitte gesetzt. Die beiden weißen Punktwolken stellen zwei Fahrzeuge dar, die sich auf den linken Bildrand zu bewegen.

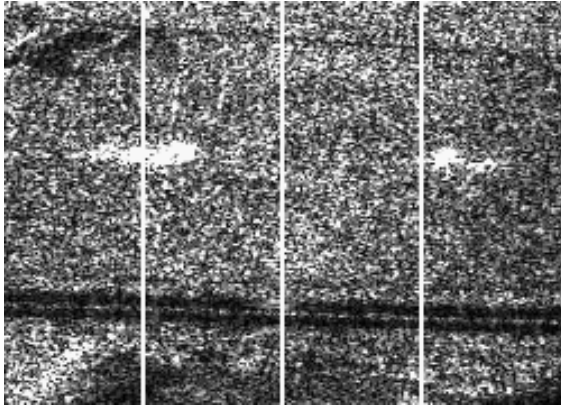


Abbildung 5-21: Ausschnitt aus Sublook 1 von 4.

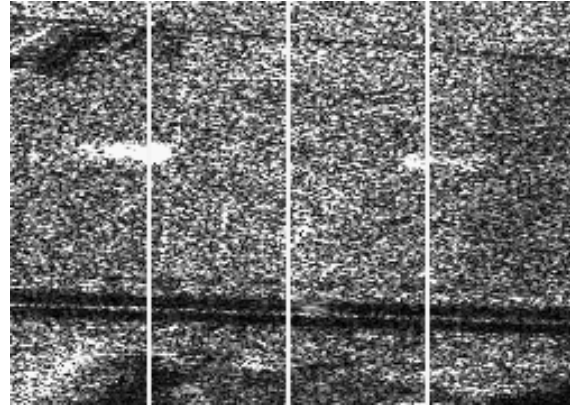


Abbildung 5-22: Ausschnitt aus Sublook 2 von 4.

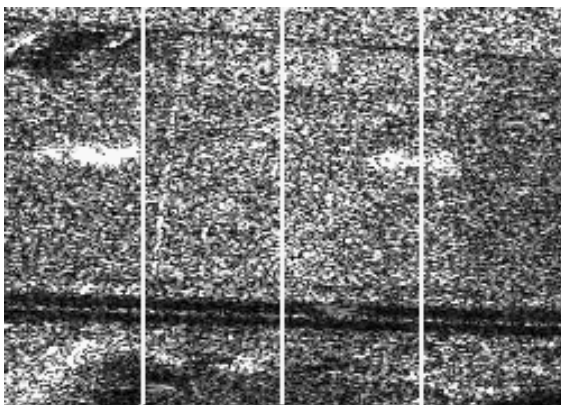


Abbildung 5-23: Ausschnitt aus Sublook 3 von 4.

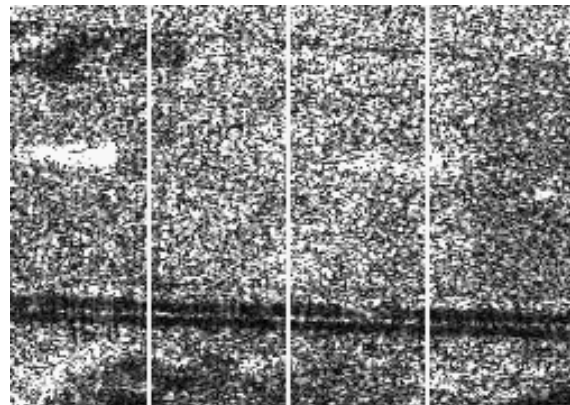


Abbildung 5-24: Ausschnitt aus Sublook 4 von 4.

Dieser Ansatz wurde in dieser Arbeit nicht weiter verfolgt und in die automatisierte Verarbeitungskette aufgenommen, da die Fahrtrichtungsbestimmung bereits in der Geschwindigkeitsermittlung enthalten ist. Daher ist eine gesonderte Fahrtrichtungsbestimmung nicht erforderlich, sondern stellt nur eine zusätzliche Kontrollmöglichkeit dar.

## 5.4 Geokodierung

Nach Abschluß der Extraktion aller Fahrzeuginformationen wird eine Geokodierung durchgeführt. Bislang lagen die Daten in der aufnahmebedingten Slant Range-Geometrie vor. Das heißt, die Lage eines jeden Pixels ist durch Range- und Azimutkoordinaten festgelegt. Da jedoch die tatsächliche Lage der Objekte auf der Erdoberfläche von Interesse sind, müssen die Daten in ein kartographisches Referenzsystem gebracht werden. Danach sind diese mit anderen georeferenzierten Daten und Karten vergleichbar. Dazu werden die Bildpunkte von der Slant Range-Geometrie in die sogenannte True Range-Geometrie transformiert, die das geokodierte Bild darstellt. Die Ground Range-Geometrie ist dabei nur ein Zwischenschritt, der die Punkte auf eine horizontale, ebene Landoberfläche projiziert (siehe Abb. 5-25).

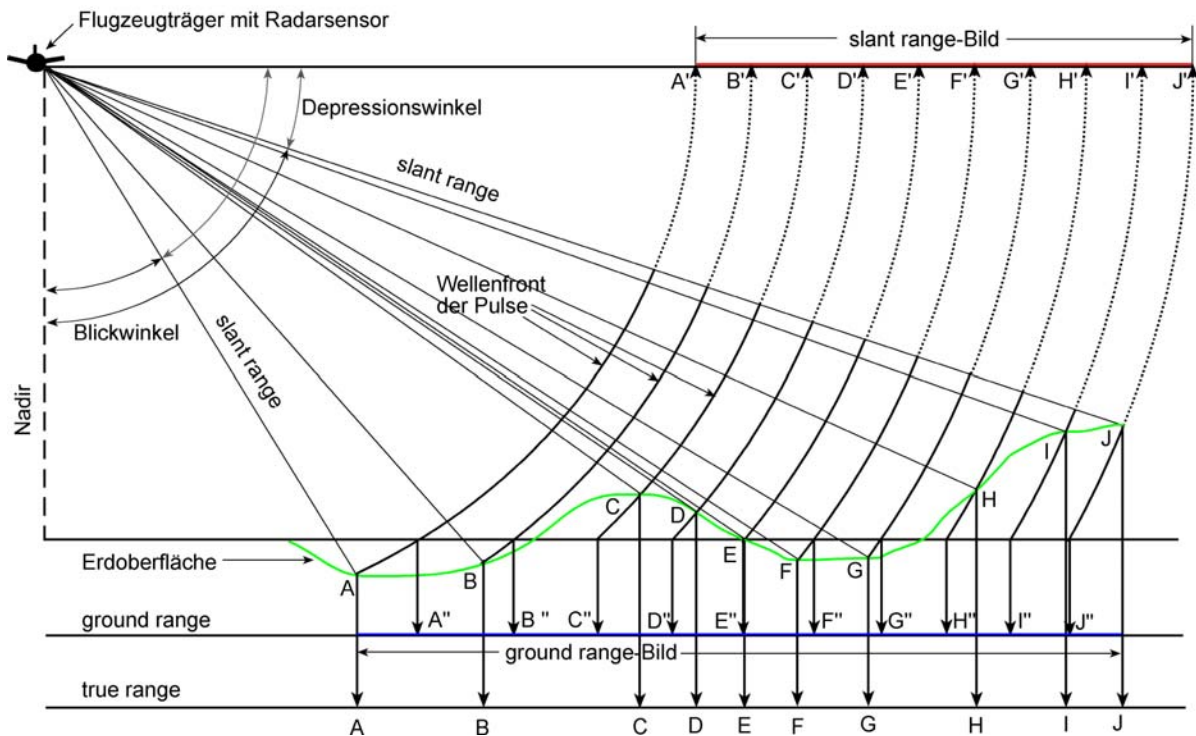


Abbildung 5-25: SAR-Aufnahmegeometrie. Slant Range (=Schrägdistanz): die Abstände der Punkte im Bild entsprechen den Laufzeitdifferenzen der Radarsignale. Ground Range (=Grunddistanz): Erzeugung äquidistanter Abstände im Bild, jedoch unter der Annahme einer horizontalen Landoberfläche. Dies entspricht einer Verschiebung der Punkte auf der Wellenfront der Pulse bis in die angenommene horizontale Ebene und anschließende orthogonale Projektion. True Range (=wahre Distanz): Erzeugung äquidistanter Abstände auf der Basis eines vorgegebenen digitalen Geländemodells. Das Ergebnis ist ein Radarbild in orthogonaler Projektion (modifiziert nach Buchroithner, 1989).

Mit einer Höheninformation, wie z.B. einem digitalen Geländemodell (DGM), ist eine dreidimensionale Bestimmung für jeden Punkt auf einem Bezugsellipsoiden möglich. Nach der Projektion aller Punkte auf ein Geländemodell können die Punkte in eine beliebig wählbare Kartenprojektion transformiert werden. Man unterscheidet dabei zwei Verfahren: die Rückwärtsgeokodierung oder Rückwärtstransformierung (backward geocoding) und das dazu inverse Verfahren der Vorwärtsgeokodierung oder Vorwärtstransformation (forward geocoding).

Die Vorwärtsgeokodierung ist eine Bild-zu-Objekt-Transformation, d.h. die SAR-Bildkoordinaten eines jeden einzelnen Bildpunktes werden in Kartenkoordinaten transformiert. Sie kann jedoch nur mit Aufnahmen der Across-Track-Interferometrie (XTI) durchgeführt werden, denn hier kann die Höheninformation aus den aufgenommenen Phasenwerten gewonnen und daraus ein digitales Geländemodell (DGM) in der Slant Range-Geometrie erstellt werden. Da dies für die vorliegenden ATI-Daten nicht möglich ist, wurde die Rückwärtsgeokodierung gewählt.

Die Rückwärtsgeokodierung ist eine Objekt-zu-Bild-Transformation, d.h. für die Kartenkoordinaten werden die entsprechenden Positionen im SAR-Bild berechnet und dann wird das SAR-Bild transformiert (Nüesch, 1999). Dabei wird das SAR-Bild von der Slant Range- in die True Range-Geometrie überführt und erhält die gewünschte Kartenprojektion. Da im vorliegenden Fall kein Geländemodell des Untersuchungsgebiets vorhanden war, wurde auf ein Modell mit einer mittleren Geländehöhe zurückgegriffen, d.h. es wurde ein Modell erstellt, das an jedem

Punkt die gleiche Geländehöhe hat, also nur einen Höhenwert besitzt. Da es sich hier um ein flaches Gelände handelt, das maximal 3,5 m von der verwendeten mittleren Geländehöhe abweicht, sind die damit einhergehenden Differenzen von den tatsächlichen Geländehöhen vernachlässigbar. Als Kartenprojektion wurde das Gauß-Krüger-System mit dem Mittelmeridian 12° gewählt.



## Kapitel 6 Beschreibung des Untersuchungsgebiets

Die vorliegende Untersuchung bezieht sich auf die Landeshauptstadt München und die umliegende Region, die im folgenden in ihrer verkehrsräumlichen und wirtschaftlichen Struktur im Überblick beschrieben wird. Auf das Gebiet des aufgenommenen Autobahnabschnitts der A92 wird nicht genauer eingegangen, da mangels Daten (siehe Kapitel 7) der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit auf einer der innerstädtischen Hauptverkehrsachsen, der Rosenheimer Straße, liegt.

### 6.1 Wirtschaftliche und verkehrsräumliche Struktur der Region München

Da die wirtschaftliche Struktur die verkehrliche mitbestimmt, wird in den nachfolgenden Unterkapiteln auf beide Aspekte in knapper Form eingegangen. Die genannten Zahlen gelten, soweit verfügbar, für das Jahr 1999, das Jahr, in dem die Radardaten erhoben wurden. In einigen Fällen mußte jedoch auf Daten anderer Jahre zurückgegriffen werden.

#### 6.1.1 Wirtschaftliche und administrative Struktur

Die Landeshauptstadt München ist von ihrer Struktur eine monozentrale Metropole, auf die das gesamte Umland ausgerichtet ist. In der Stadt München wohnen 1,2 Millionen Einwohner und in den Landkreisen rund um München nochmals 1,2 Millionen. Die Planungsregion München besteht aus der Stadt und den acht umliegenden Landkreisen Dachau, Ebersberg, Erding, Freising, Fürstenfeldbruck, Landsberg am Lech, München und Starnberg (siehe Abb. 6-1).

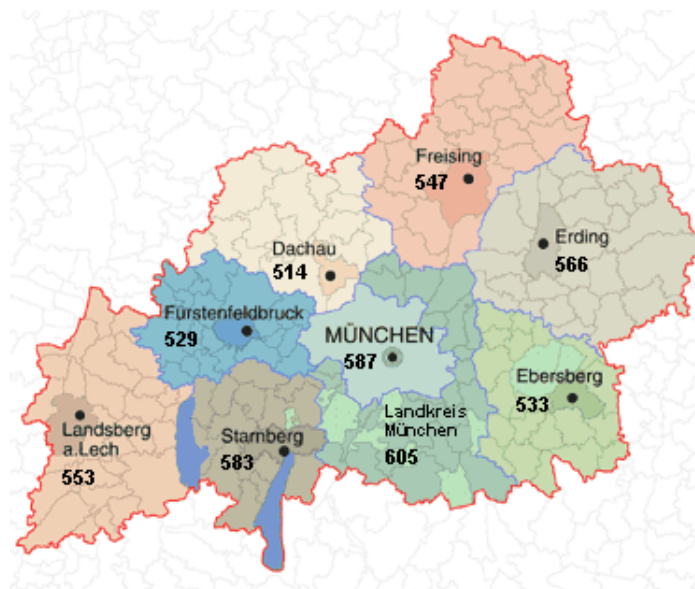


Abbildung 6-1: Darstellung der Region München (Planungsregion 14), die aus der Stadt und den umliegenden 8 Landkreisen besteht. Die Zahlen geben den Motorisierungsgrad in Pkw/1000 Einwohner im Jahre 1999 in den jeweiligen Landkreisen wieder (Kartengrundlage: Regionaler Planungsverband München, 2004; Zahlen zum Motorisierungsgrad: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, 1999).

Die Planungsregionen werden jeweils mit Nummern benannt und so zählt München als Region 14 (siehe Abb. 6-2). Sie ist auch ein Bevölkerungsschwerpunkt im süddeutschen Raum, so ha-

ben mehr als 20% der Einwohner Bayerns ihren Hauptwohnsitz in der Region München. Die Gemarkungsgrenze der Stadt fällt weitgehend mit der Grenze des bebauten Gebietes zusammen, so daß sie mit einer Bevölkerungsdichte von ca. 4000 Einwohner/qkm die am dichtesten besiedelte deutsche Großstadt ist. Das Stadtgebiet umfaßt eine Fläche von 310 qkm und erstreckt sich rund 28 km in West-Ost- und rund 20 km in Nord-Süd-Richtung (Janssen & Kirchhoff, 1998).

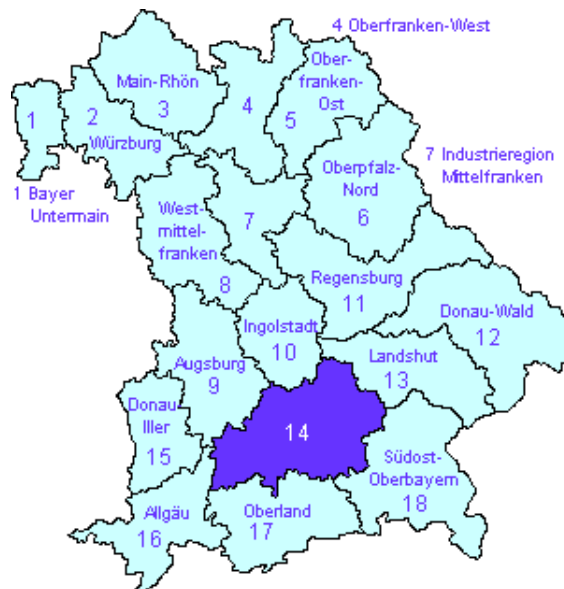


Abbildung 6-2: Die 18 bayerischen Planungsregionen. Die Planungsregion 14 entspricht der Region München (Regionaler Planungsverband München, 2004).

Münchens monozentrale Struktur bezieht sich vor allem auf die Konzentration der Wirtschaftskraft in der Landeshauptstadt, die sich über ihre Stadtgrenzen hinaus auswirkt. Etwa 30% des gesamten bayerischen Bruttoinlandproduktes wird hier erwirtschaftet. Im Jahre 1999 waren in der Landeshauptstadt 883700 Personen beschäftigt, so daß die Arbeitsplatzdichte bei ca. 0,73 Arbeitsplätzen pro Einwohner lag. Der Dienstleistungssektor dominierte dabei mit einem Anteil von 78,8% vor dem produzierenden Gewerbe mit 20,9% und 0,3% der Beschäftigten in Land- und Forstwirtschaft (Statistisches Amt München, 2004a).

Diese starke wirtschaftliche Anziehungskraft bewirkt ein hohes Verkehrsaufkommen in Richtung Stadtzentrum. Dabei läßt der hohe Motorisierungsgrad der Region auf einen hohen Anteil an motorisiertem Individualverkehr (MIV) schließen (siehe Abb. 6-1). So lag 1999 die Region mit 557 Pkw/1000 Einwohner deutlich über dem Bundesdurchschnitt von 508 Pkw/1000 Einwohner und etwas über dem Durchschnitt in Bayern von 543 Pkw/1000 Einwohner (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, 1999).

### 6.1.2 Verkehrsräumliche Struktur

Die anteilige Benutzung der Verkehrsmittel, der sogenannte Modal-Split, zeigt, daß der motorisierte Individualverkehr (MIV) einen überwiegenden Anteil am Verkehr besitzt. Durchschnittlich benutzen die Münchner für ca. 40 % aller Wege das Auto, in 27% der Fälle den ÖPNV, 22 % der Wege werden zu Fuß, 10% mit dem Fahrrad und 1% mit sonstigen Verkehrsmitteln zurückgelegt. Berücksichtigt man allerdings die Länge der Wege bzw. der Fahrten beträgt der Anteil des Autoverkehrs an der Summe aller zurückgelegten Wege- bzw.

Fahrtenkilometer 68%, der Anteil des ÖPNV 25%, der des Fußverkehrs 3% und der des Radverkehrs 4%. Prognosen zufolge wird der Anteil des MIV am Modal-Split noch steigen, auch deshalb, weil die Kapazitäten des ÖPNVs bereits heute an ihre Grenzen stoßen und die prognostizierten Verkehrszuwächse nicht auffangen können (Landeshauptstadt München, 2000a). Damit kommt dem MIV eine wachsende Bedeutung zu. Daher wird im folgenden auf die Struktur und Belastung des Hauptverkehrsstraßennetzes näher eingegangen.



Abbildung 6-3: Übersichtskarte des Hauptverkehrsstraßennetzes Münchens. Hervorgehoben sind die beiden innerstädtischen Ringstraßen Altstadttring (rot) und Mittlerer Ring (gelb), sowie der nicht geschlossene Autobahnring (blau). Die untersuchten Streckenabschnitte der Rosenheimer Straße und der A92 befinden sich jeweils zwischen zwei schwarzen Markierungspfeilen (S. Oberländer, infographie illustration kartographie, München).

Das Straßenverkehrsnetz weist eine historisch gewachsene radiale Struktur auf, das durch ein Ringsystem zur Verteilung der Verkehrsströme ergänzt ist (Friedrich et al., 2002). Das Ringstraßensystem Münchens besteht aus dem Altstadttring, dem Mittleren Ring und dem nicht geschlossenen Autobahnring und bildet zusammen mit den sternförmig auf die Stadt zulaufenden Autobahnen, Bundes- und Staatsstraßen das Hauptverkehrsstraßennetz. Dabei kommt dem

Mittleren Ring eine besondere Bedeutung zu, da fast alle radial auf München zulaufenden Autobahnen am Mittleren Ring enden und so durch ihn miteinander verbunden sind (siehe Abb. 6-3).

Die Grundform dieses Hauptverkehrsstraßennetzes ist aus dem mittelalterlichen Radial-System entstanden, dessen Ausgangspunkt eine Kreuzung von zwei Straßen bildete, an der sich ein Marktflecken und in Folge eine Stadt entwickelte (siehe Abb. 6-4). Nach einem Wachstum über die mittelalterlichen Stadtgrenzen hinaus entstand häufig ein Straßenring um das Stadtzentrum an der Stelle der abgetragenen Stadtmauer (heutiger Altstadttring). Dieses radiale Straßensystem mit einem oder mehreren Stadtringen wird als Radial-Ring-System bezeichnet. Das Hauptverkehrsstraßennetz Münchens entspricht dabei dem ähnlichen Tangenten-System (siehe Abb. 6-4). Dabei umschließen die inneren Tangenten das Zentrum der Stadt und die Radialen werden nicht mehr direkt durch das Zentrum geführt, sondern enden an den Tangenten. Der Verkehr wird somit am Zentrum vorbeigeführt (Schnabel & Lohse, 1997b).

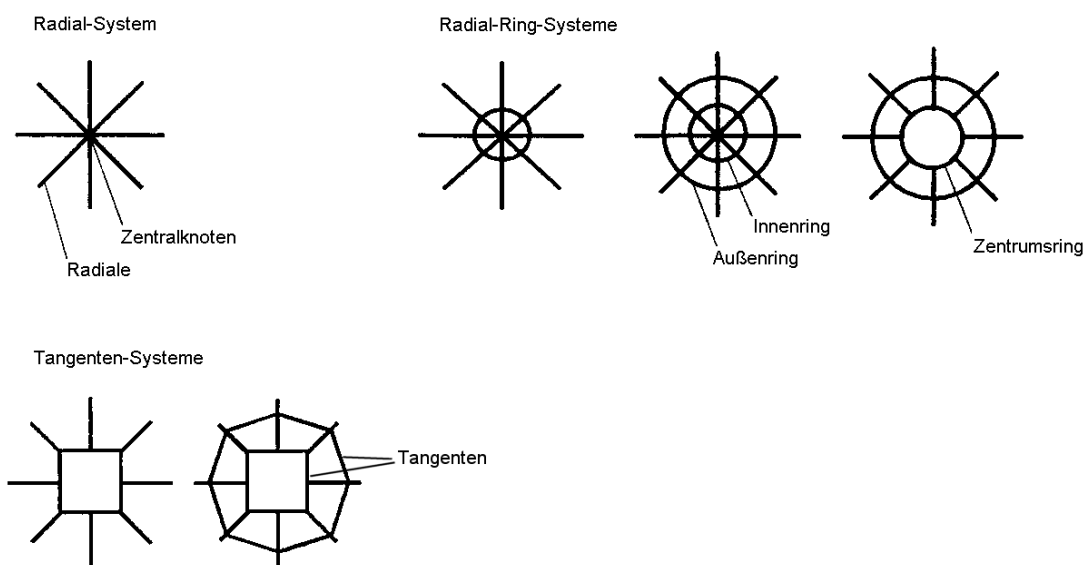


Abbildung 6-4: Radial-, Radial-Ring- und Tangenten-Systeme städtischer Hauptverkehrsstraßen (Schnabel & Lohse, 1997b).

Auf dem beschriebenen Hauptverkehrsstraßennetz werden unterschiedliche Verkehrsarten abgewickelt, die von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2000) wie folgt definiert werden (siehe Abb. 6-5):

- Quellverkehr ist die Summe der Verkehrsvorgänge, die in einem festgelegten Gebiet beginnen und außerhalb davon enden.
- Zielverkehr ist die Summe der Verkehrsvorgänge, die außerhalb eines festgelegten Gebiets beginnen und innerhalb davon enden.
- Binnenverkehr ist die Summe der Verkehrsvorgänge, die in einem festgelegten Gebiet beginnen und enden ohne es zu verlassen.
- Durchgangsverkehr ist die Summe der Verkehrsvorgänge durch ein festgelegtes Gebiet, deren Ziele und Quellen außerhalb dieses Gebiets liegen.

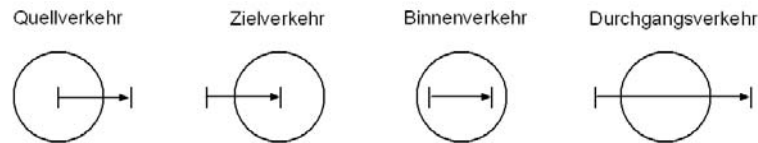


Abbildung 6-5: Schematisierte Verkehrsarten. Die Kreise stellen jeweils ein festgelegtes Gebiet, die Pfeile die Verkehrsrichtung dar, die Längsbalken markieren Anfangs- und Endpunkt des Verkehrs (eigener Entwurf).

Definitionsgemäß enthält das Hauptverkehrsstraßennetz Straßenzüge mit maßgebender Verbindungsfunktion und wird differenziert in ein sogenanntes Primärnetz, ein Sekundär- und ein Tertiärnetz. Das Primärnetz besteht aus Straßen mit überregionaler bzw. regionaler Verbindungsfunktion. Das sind der Autobahnring (A 99), der Mittlere Ring (B2R), die auf die Stadt zulaufenden bzw. in das Stadtgebiet hineinführenden Bundesautobahnen (A8, A9, A92, A94, A95, A96, A995), die radialen Bundesstraßen (B304, B13-Nord, B11-Süd, B2-West), wichtige regionale Verbindungsstraßen (St2345, St2078, St2082, St2344), sowie weitere tangentielle und radiale Straßenzüge zur Aufnahme des großräumigen und regionalen Ziel-, Quell- und Durchgangsverkehrs. Das sogenannte Sekundärnetz enthält alle weiteren Hauptverkehrsstraßen mit überwiegend örtlicher Verbindungsfunktion, so z. B. Straßenverbindungen zwischen den Gemeinden des Umlandes oder von Stadtteilen innerhalb Münchens und Straßen, die sich innerhalb des Gebiets, das der Mittlere Ring umschließt, befinden. Das Sekundärnetz dient vor allem der Aufnahme des Binnenverkehrs und der Verteilung des Ziel- und Quellverkehrs. Dem Sekundärnetz nachgeordnet ist das Tertiärnetz, das weitere Verkehrsstraßen beinhaltet (Landeshauptstadt München, 2004b).

Aufgrund der Verkehrsmenge, die über den Mittleren Ring abgewickelt wird, ist er die Hauptschlagader des Münchner Verkehrsnetzes. Er ist als Bundesstraße B2R ausgewiesen, ist insgesamt 28 km lang und verläuft in einer Entfernung von 3 bis 4 km um das Stadtzentrum. Er stellt etwa 6 % des Münchner Hauptverkehrsstraßennetzes dar und transportiert 14 % des gesamten Verkehrs (Landeshauptstadt München, 2003a). Auf dem Mittleren Ring treffen Quell- und Zielverkehr (25-45%), Binnenverkehr (50-70%) und Durchgangsverkehr (3-10%) zusammen (Janssen & Kirchhoff, 1998). Von den ca. 885000 Kfz/24h, die den Mittleren Ring passieren, sind nur ca. 86000 Kfz/24h als Durchgangsverkehr zu verzeichnen (Landeshauptstadt München 2004b). Mit täglichen Verkehrsbelastungen zwischen 48000 Kfz/24h (Chiemgaustraße, südlicher Abschnitt in der Nähe der Rosenheimer Straße) und 157000 Kfz/24h (Donnersbergerbrücke im westlichen Abschnitt) ist der Mittlere Ring zumindest abschnittsweise der am stärksten belastete Straßenzug Münchens (Landeshauptstadt München, 2000b). Tendenziell steigt die Verkehrsmenge stetig an. So entspricht bereits heute die Belastung an der Donnersberger Brücke im Westen des Mittleren Rings der Verkehrsmenge, die auf dem Autobahnring Ost auftritt. Die im Westen höheren Belastungen (siehe Abb. 6-6) entstehen auch, weil der größere Teil der Stadt westlich der Isar liegt und ein Autobahnring in diesem Bereich nicht zur Verfügung steht (Janssen & Kirchhoff, 1998).

Die drei Ringstraßen sind für die Aufnahme und Verteilung des Verkehrs von besonderer Bedeutung und unterscheiden sich in Charakter und angrenzender Bebauungsart grundsätzlich voneinander. Während der Altstadtring überwiegend historisch geprägt ist und eine homogene städtische Bebauung umschließt, durchzieht der Mittlere Ring ein stadträumlich sehr vielschichtiges Gebiet. Abschnitte mit Wohn- und gewerblicher Bebauung wechseln mit Abschnit-

ten mit Grün- und Freiraum ab. Dies erklärt sich aus der Tatsache, daß der Mittlere Ring nicht einheitlich geplant und gebaut, sondern im Nachhinein in das bereits bestehende Straßensystem eingefügt wurde (Landeshauptstadt München, 2000b). Er wurde Anfang der 1950er Jahre begonnen und kurz vor Beginn der Olympischen Sommerspiele 1972 geschlossen. Der bis heute sehr unterschiedliche Ausbau des Mittleren Rings erklärt, warum er insbesondere aus Sicht des Autofahrers nicht als räumliche Einheit wahrgenommen wird und es darüberhinaus regelmäßig zu den Hauptverkehrszeiten zu Kapazitätsengpässen kommt (Nussbächer, 2003).

Im Gegensatz zu den beiden innerstädtischen Ringstraßen ist der von ländlichen Flächen umgebene Autobahnring nicht vollendet. Zunächst entstand mit der B 471 eine äußere Fernstraßenverbindung vom Südosten über Norden nach Südwesten, erst später wurde mit dem Bau des Autobahnringes begonnen. Zur Olympiade 1972 war der Ostabschnitt des Autobahnringes (A99) fertiggestellt und wurde danach weiter ergänzt. Wie Abbildung 6-3 zeigt, wird im Westen derzeit die Verbindung zwischen der A8 Stuttgart zur A96 Lindau gebaut, der Süden jedoch wird voraussichtlich nicht geschlossen. Der Autobahnring (A99) hat dabei die Funktion der Ableitung des Ferndurchgangsverkehrs im Außenraum. Innerhalb des Autobahnringes führen einige der Autobahnachsen weiter bis zum Mittleren Ring (Janssen & Kirchhoff, 1998). Die durchschnittlichen täglichen Mengen an Fahrzeugen, die von den Autobahnen (A9 Nürnberg, A92 Flughafen/Deggendorf, A8 Salzburg, A8 Stuttgart, A95 Garmisch-Partenkirchen, A96 Lindau, A94 Passau, A995 Harlaching) in das Stadtgebiet München und wieder aus ihm herausströmen, sind unterschiedlich verteilt. Sie reichen von 35800 Kfz/24h auf der A8 in und aus Richtung Stuttgart bis 98900 Kfz/24h auf der A9 in und aus Richtung Nürnberg im Jahre 1999 (Statistisches Amt München, 2004b).

Abschließend läßt sich feststellen, daß die Einheitlichkeit und Geschlossenheit des Münchener Ringstraßensystems von innen nach außen abnimmt (Landeshauptstadt München, 2000b).

## **6.2 Verkehrsbelastung der Rosenheimer Straße**

Die in der vorliegenden Arbeit untersuchte Rosenheimer Straße leitet einen großen Teil des Verkehrs, der von der am Mittleren Ring endenden A8 Salzburg stammt (siehe Abb. 6-3), in die Innenstadt. Sie stellt damit eine der Hauptachsen zwischen dem Mittleren Ring und dem Altstadtring dar. Etwas westlich der Rosenheimer Straße befindet sich eine Zweigstelle von Siemens bzw. Infineon. Dorthin pendelten im November 2001 rund 4700 Mitarbeiter und machten damit einen Teil des Verkehrsaufkommens im Berufsverkehr aus. In der nachfolgenden Abbildung (siehe Abb. 6-6) ist die tägliche Fahrzeugmenge der wichtigsten Straßen im Bereich des Mittleren Rings dargestellt.

Die Grundlagen der Verkehrsbelastungskarte (siehe Abb. 6-6) wurden mit stichprobenartigen Zählungen sukzessive zwischen 1993 und 1999 erhoben. Dazu wurde ein Gebietsausschnitt an einem Tag zweimal für jeweils 4 Stunden gezählt und dann mit geeigneten Faktoren für 24h hochgerechnet. Dies wurde sowohl an freien Strecken (Querschnitt) als auch an Straßenverkehrsknoten (Straßenkreuzungen) durchgeführt. Die Zahlen pro Streckenabschnitt geben jeweils die Fahrzeugmenge für beide Fahrtrichtungen zusammen wieder. Es wurde dabei jedoch nicht immer eine Straße komplett erfaßt, so daß die in der Karte dargestellten Daten für die Rosenheimer Straße nach und nach in den Jahren 1993, 1995 und 1997 erhoben wurden.

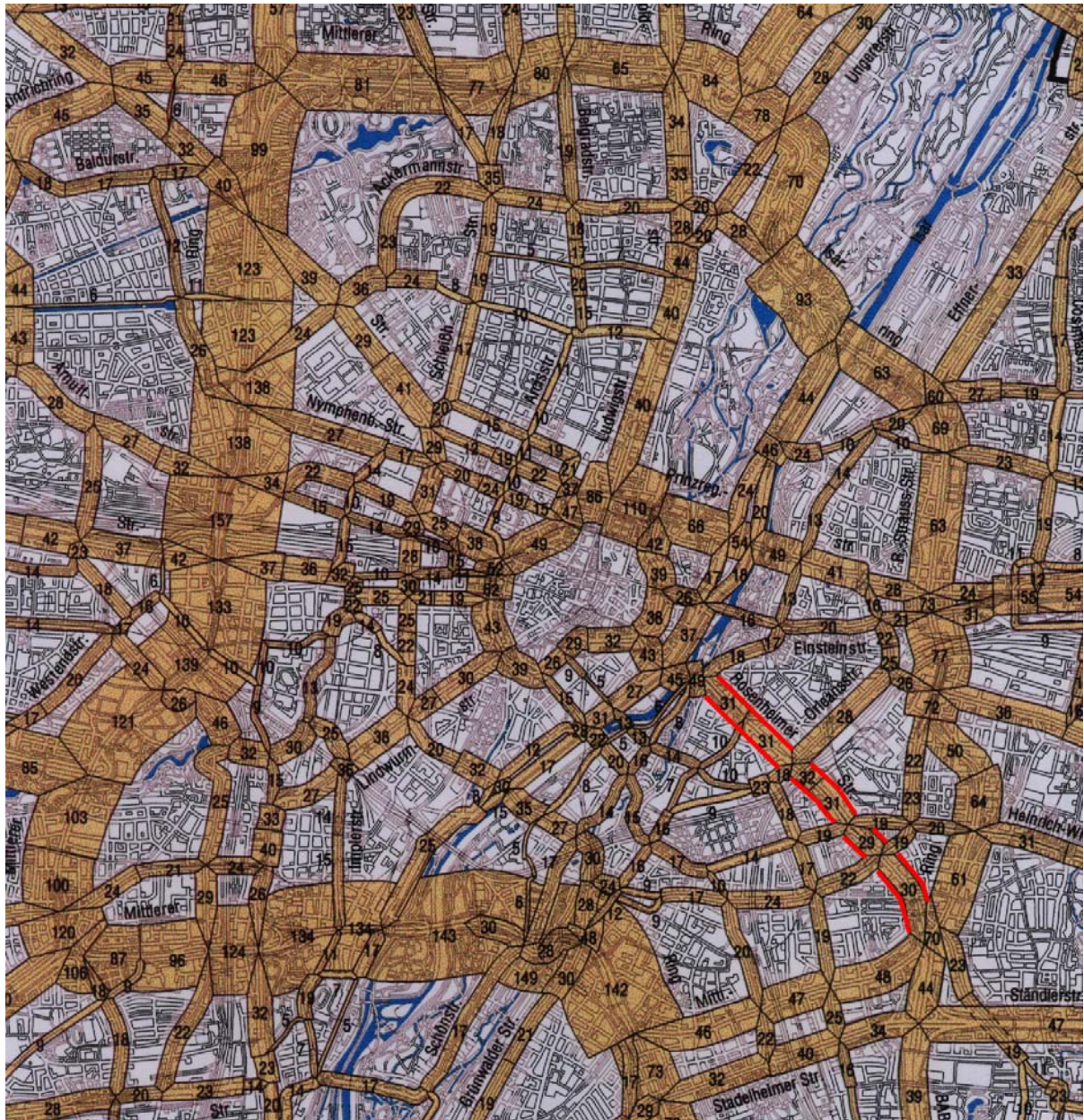


Abbildung 6-6: Tagesbelastung Gesamtverkehr in 1000 Kfz/24h von 1993-1999. Die Rosenheimer Straße ist rot markiert (Landeshauptstadt München, 2000c).

### 6.3 Voraussichtliche Verkehrsentwicklung

Alle Prognosen für die Region München gehen davon aus, daß sowohl die Bevölkerung als auch die Arbeitsplätze in Zukunft weiter zunehmen werden. Damit wird auch die Zahl der Pendler aus dem Umland in die Stadt steigen. Demzufolge wird bis 2015 gegenüber 1999 der Pkw-Verkehr auf den bayerischen Autobahnen um 25 %, der Lkw-Verkehr sogar um 50 % zunehmen. Auf dem Münchner Straßennetz wird bei Umsetzung der bisherigen Planungsmaßnahmen eine Zunahme der täglichen Fahrzeug-Kilometer von etwa 23 % bis 2015 angenommen (Landeshauptstadt München, 2003b). Bereits im Jahre 2000 überquerten werktags für beide Richtungen zusammengenommen rund 950 000 Kfz die Stadtgrenze und innerhalb der Stadt werden rund

1,3 Mio Kfz-Fahrten als Binnenverkehr durchgeführt (Landeshauptstadt München, 2003a).

Dies entspricht der tendenziellen Entwicklung, die für die gesamte Bundesrepublik Deutschland prognostiziert wird. Studien zufolge werden trotz abnehmender Gesamtbevölkerung und dem damit einhergehenden stagnierenden wirtschaftlichen Wachstum in bestimmten Stadtreigionen weiterhin Bevölkerungszuwächse zu verzeichnen sein. Periphere ländliche, strukturschwache Räume werden sich entleeren, gleichzeitig werden urbane Standorte die Tendenz zur Verdichtung aufweisen, da es dort weiterhin Zuwächse bei Arbeitsplätzen und Bevölkerung geben wird. In den Entleerungsräumen wie auch in den verdichteten Räumen wird Verkehrsaufkommen und -nachfrage des ÖPNV sinken und das des MIV weiter steigen (Beckmann, 2004b).

Da die bestehenden Kapazitäten für den MIV in München und anderen Großstädten bereits jetzt zeitweise zu Engpässen führen, müssen für das prognostizierte ansteigende Verkehrsaufkommen entsprechende Maßnahmen ergriffen werden. So soll die Leistungsfähigkeit des Mittleren Rings durch einen kreuzungsfreien Ausbau erhöht werden, z.B. durch den weiteren Bau von Ringtunnels (Janssen & Kirchhoff, 1998). Trotz dieser Maßnahmen wird es immer schwieriger werden, die vorhandenen Kapazitäten zu erhöhen, um den zunehmenden Verkehr besser aufnehmen und verteilen zu können. Mangels Platz und Finanzmittel können keine weiteren Straßen gebaut werden. Um so wichtiger ist es, die vorhandenen Kapazitäten besser und effektiver zu nutzen und die Verkehrsströme möglichst für alle Beteiligten verträglich zu lenken.

Um dies zu erreichen, wird eine entsprechend zuverlässige und möglichst genaue Datenerfassung des Verkehrs benötigt. Da die bisherigen terrestrischen Methoden nicht alle Aspekte ausreichend oder gar nicht erfassen, müssen neue Methoden, wie die der Radarfernerkundung herangezogen werden. Letztere hat den Vorteil der flächendeckenden bzw. räumlichen Verkehrserfassung, was mit den bisherigen Datenerhebungsmethoden nicht möglich ist. Angesichts der genannten Verkehrsprognosen fehlt diese Information als wichtige ergänzende Planungsgrundlage um so dringender.

## Kapitel 7 Referenzdaten (Ground Truth)

Um die Ergebnisse der Radardatenauswertung zu überprüfen, wurden verschiedene Bodendaten (Ground Truth) herangezogen. Zum einen wurden während der Datenaufnahme des Autobahnabschnitts Videoaufnahmen gemacht und auch Daten von Induktionsschleifen aufgezeichnet. Zum anderen wurden für die Aufnahmen der Stadt Daten mit Hilfe von sogenannten Floating Cars erhoben. Dies sind Autos, die mit einem GPS-Empfänger ausgestattet sind und die Fahrzeugposition und -geschwindigkeit permanent während der Fahrt aufzeichnen.

Für den Vergleich aller Ground Truth Daten mit den Radardaten ist die unterschiedliche Zeiteinheit, mit der die Daten jeweils aufgezeichnet wurden, zu berücksichtigen. Die Radardaten wurden in der GPS-Systemzeit (GPST) aufgezeichnet. Sie ist eine lineare Zeitskala, die bei der Inbetriebnahme des GPS-Systems am 6. Januar 1980 mit der internationalen Zeitskala UTC gleichgesetzt wurde. Die GPST wird mit Atomuhren, die sich an Bord der GPS-Satelliten und auf den Bodenstationen befinden, ermittelt. Bedingt durch die sich verlangsamende Erdrotation eilte die GPST im Jahre 1999 der UTC bereits um 13 Sekunden voraus. Die Atomuhren messen die Zeit unabhängig von der Dauer der Erdumdrehung, so daß für 1999 gilt:  $GPST = UTC + 13s$ . Etwa alle 1,5 Jahre ist das Hinzufügen einer weiteren, jeweils ganzen Schaltsekunde nötig. Um die in unterschiedlichen Zeitskalen aufgezeichneten Daten miteinander vergleichen zu können, wurden alle auf die lokale Ortzeit, d.h. auf die Mitteleuropäische Zeit (MEZ), umgerechnet. Ihre Zeitverschiebung gegenüber der UTC beträgt eine Stunde, so daß gilt:  $MEZ = UTC + 1h$ .

### 7.1 Videoaufzeichnungen

Zur Überprüfung der aufgenommenen Radardaten des Autobahnabschnitts der A92 zwischen dem Autobahnkreuz Neufahrn und der Autobahnanschlusstelle Freising Süd in der Nähe des Flughafens München (siehe Abb. 4-6 und 7-2) stehen die Aufnahmen einer Videokamera zur

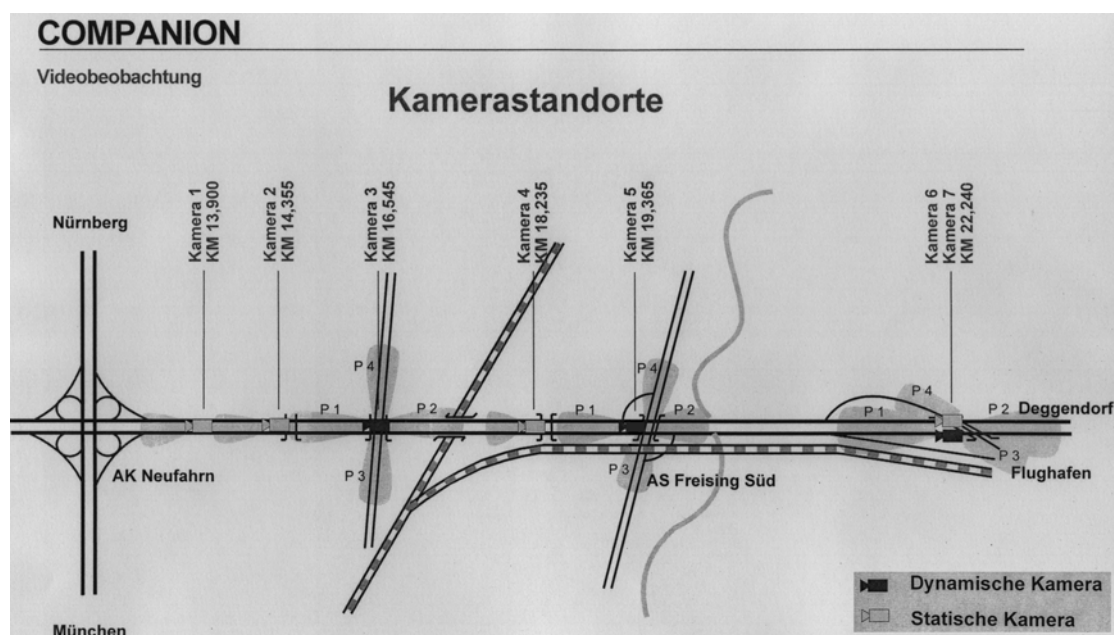


Abbildung 7-1: Lageskizze der Videokameras auf der A92. Für die vorliegende Untersuchung wurde nur Kamera 3 benutzt. Die Skizze ist nicht maßstabsgerecht. Quelle: Companion-Projekt, BMW AG.

Verfügung, die auf einer Brücke über der A92 montiert ist (siehe Abb. 7-1). Auf dem Autobahnabschnitt sind mehrere Kameras installiert, der hier untersuchte Abschnitt konnte mit Kamera 3 beobachtet werden. Der Autobahnabschnitt wurde insgesamt zwei Mal überflogen, um 08:57 und 09:07 MEZ.

In dem von der Videokamera einsehbaren Straßenabschnitt (ca. 150 m) wurden die Fahrzeuge pro Fahrtrichtung (in Richtung Stadt und in Richtung Flughafen) gezählt. Für jede Fahrtrichtung stehen zwei Fahrstreifen zur Verfügung. Da die Kamera gelegentlich ihre Blickrichtung durch einen Schwenk änderte, wurde die Zählung teilweise erschwert. Die überwiegende Zeit jedoch blickte die Kamera in Richtung Flughafen. Die Fahrzeuge wurden im 5-Sekunden-Intervallen getrennt nach Fahrtrichtung gezählt.

Ein Hindernis für den Vergleich zwischen den Video- und den Radaraufnahmen ist die nicht vorgenommene Synchronisation zwischen den Uhren der Videokamera und des Radars. Die Uhr der Videokamera ging um ca. 1-2 Sekunden gegenüber dem Radar entweder vor- oder nach, was im Nachhinein nicht mehr festgestellt werden konnte. Daher kann nur eine Plausibilitätsprüfung vorgenommen werden. Die Anzahl der per Radar detektierten Fahrzeuge für den Überflug um 08:57 MEZ stimmen unter Berücksichtigung des Zeitversatzes in etwa mit denen der Videoaufzeichnung überein, für den Überflug um 09:08 MEZ konnte keine Übereinstimmung gefunden werden.

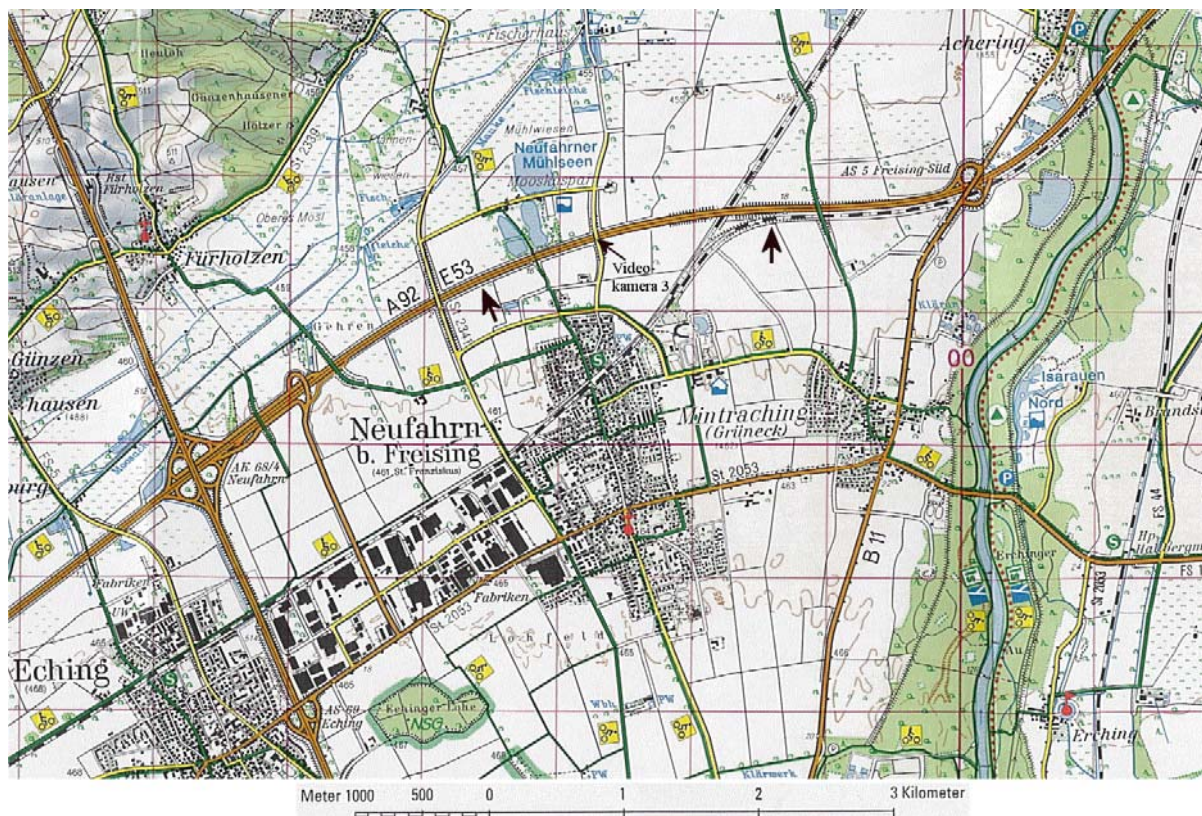


Abbildung 7-2: Ausschnitt aus der Umgebungskarte UK 50-40, 1:50 000, Auflage 2003. Zwischen den schwarzen Markierungspfeilen liegt der aufgenommene Autobahnabschnitt der A92 in der Nähe des Münchner Flughafens. Die benutzte Videokamera 3 befindet sich auf der Brücke östlich der Neufahrner Seen. Der Flughafen liegt nordöstlich des Kartenausschnitts.

Für die Videoauszählung um ca. 08:57 MEZ ergeben sich folgende Ergebnisse:

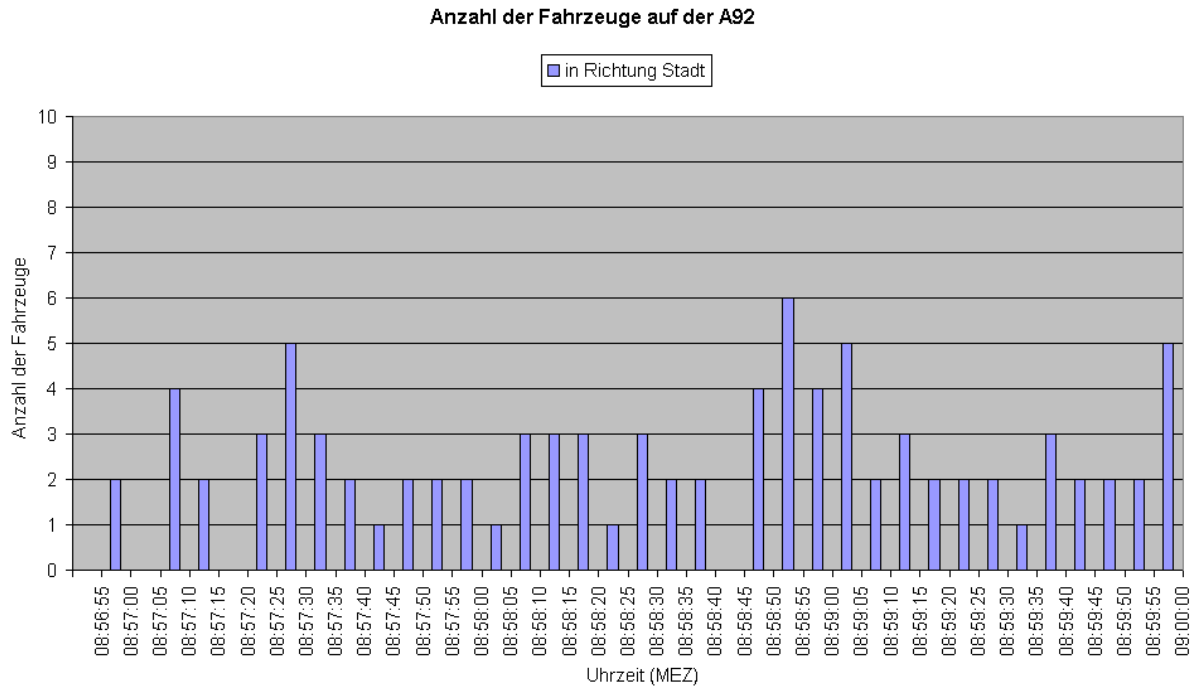


Abbildung 7-3: Anzahl der Fahrzeuge auf der A92 in Richtung Stadt um ca. 08:57 MEZ, gezählt auf einem ca. 150 m einseharen Abschnitt in Intervallen von jeweils 5 Sekunden.

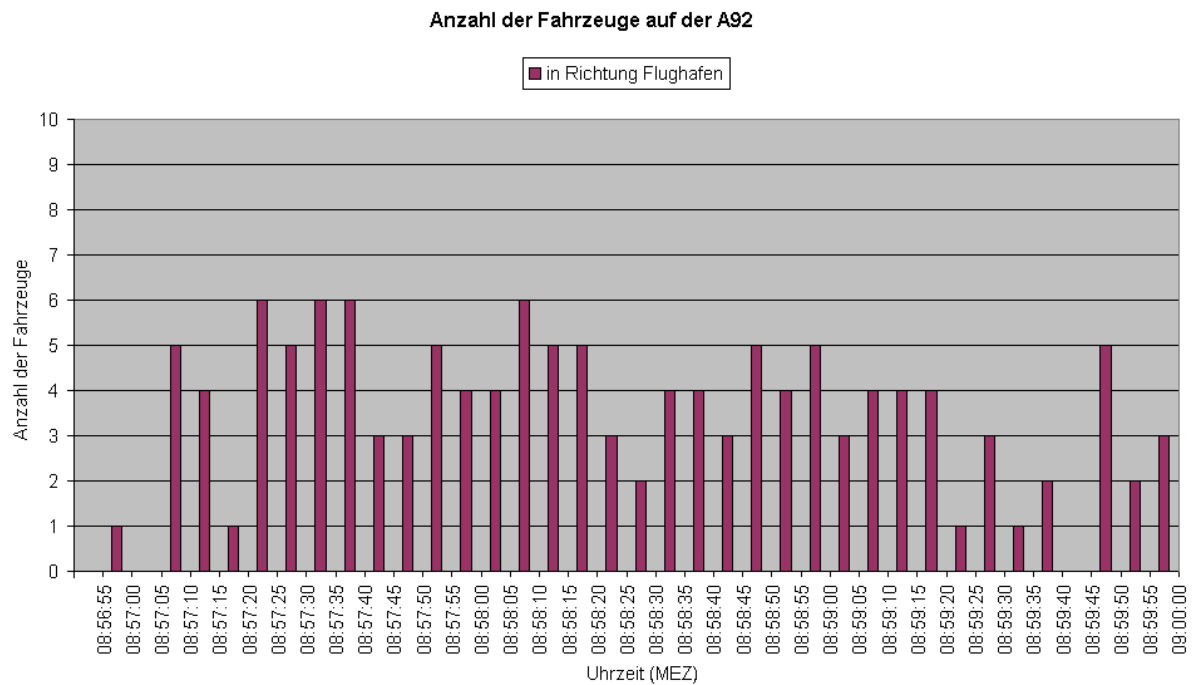


Abbildung 7-4: Anzahl der Fahrzeuge auf der A92 in Richtung Flughafen um ca. 08:57 MEZ, gezählt auf einem ca. 150 m einseharen Abschnitt in Intervallen von jeweils 5 Sekunden.

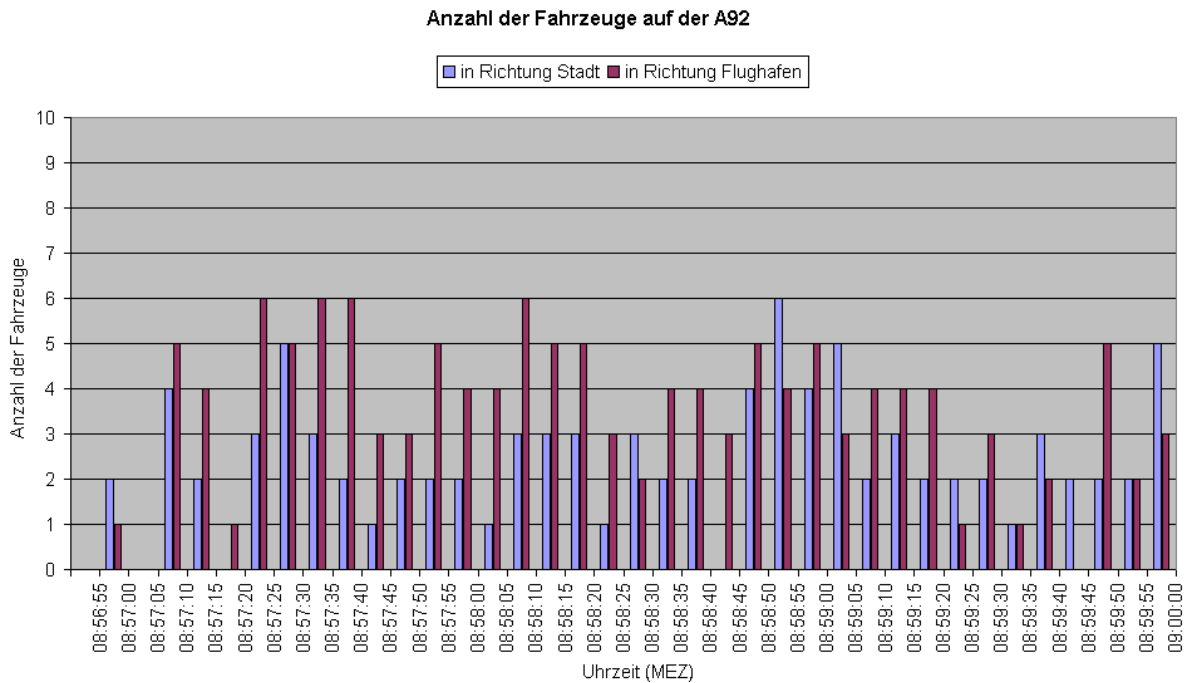


Abbildung 7-5: Anzahl der Fahrzeuge auf der A92 in beiden Fahrtrichtungen um ca. 08:57 MEZ, gezählt auf einem ca. 150 m einsehbaren Abschnitt in Intervallen von jeweils 5 Sekunden.

Für die Videoauszählung um ca. 09:08 MEZ ergeben sich folgende Ergebnisse:

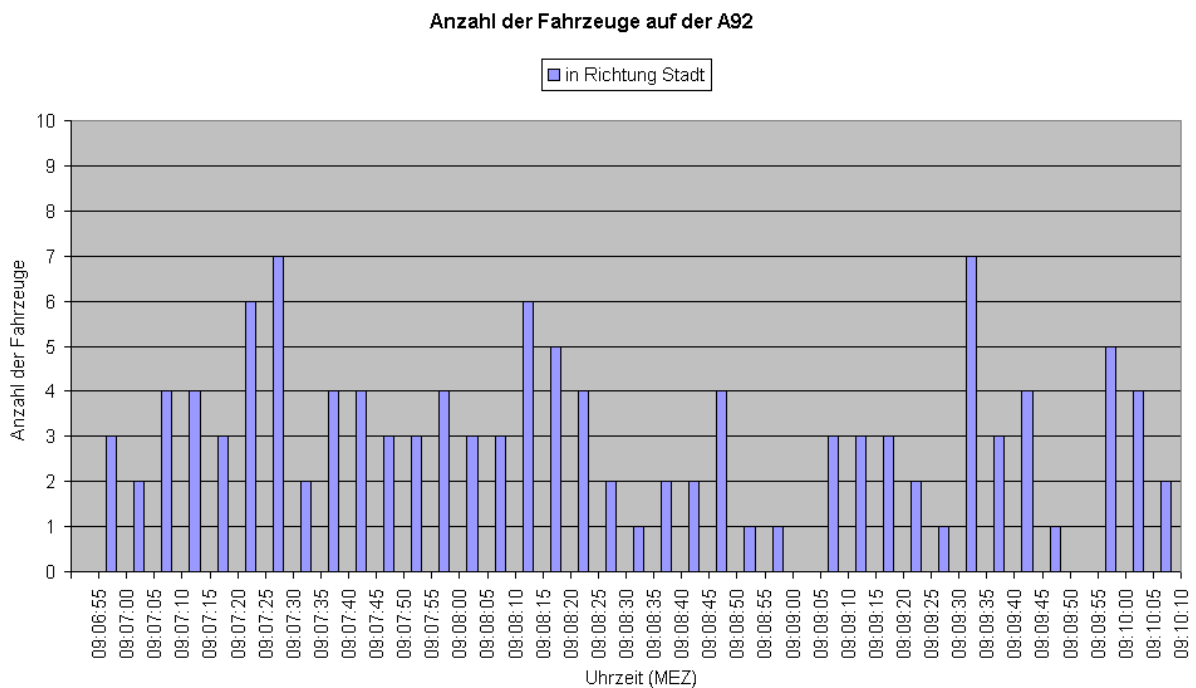


Abbildung 7-6: Anzahl der Fahrzeuge auf der A92 in Richtung Stadt um ca. 09:08 MEZ, gezählt auf einem ca. 150 m einsehbaren Abschnitt in Intervallen von jeweils 5 Sekunden.

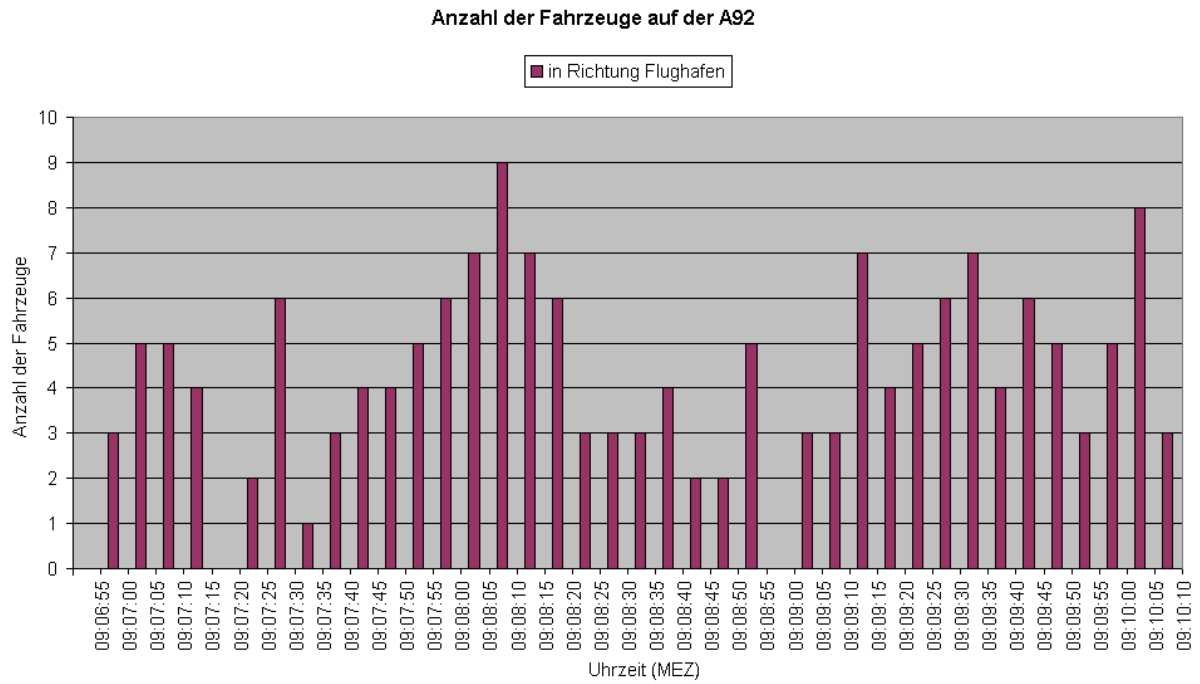


Abbildung 7-7: Anzahl der Fahrzeuge auf der A92 in Richtung Flughafen um ca. 09:08 MEZ, gezählt auf einem ca. 150 m einsehbaren Abschnitt in Intervallen von jeweils 5 Sekunden.

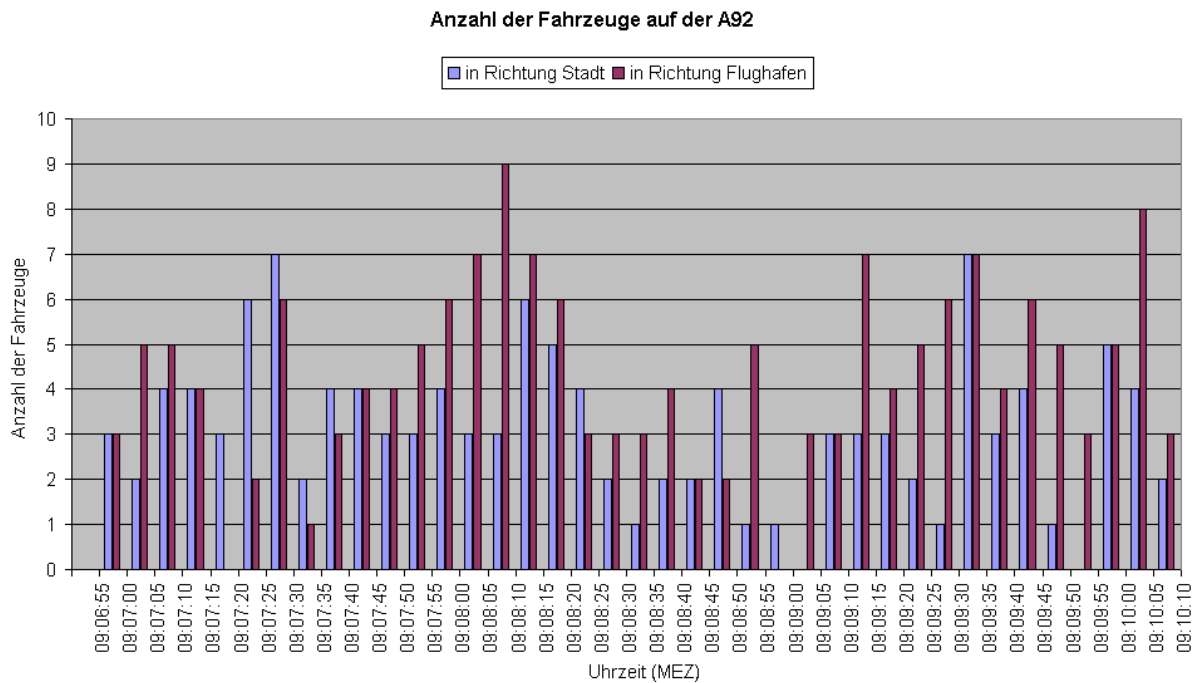


Abbildung 7-8: Anzahl der Fahrzeuge auf der A92 in beiden Fahrrichtungen um ca. 09:08 MEZ, gezählt auf einem ca. 150 m einsehbaren Abschnitt in Intervallen von jeweils 5 Sekunden.

Von einigen Fahrzeugen wurde stichprobenartig die Geschwindigkeit per Stopuhr ermittelt (siehe Tabellen 7-1 und 7-2). Dies konnte nicht bei allen Fahrzeugen durchgeführt werden, da die beiden 50 m voneinander entfernten Abstandsstreifen vor der Brücke teilweise von anderen Fahrzeugen verdeckt waren. Aus den Stichproben ergaben sich folgende Durchschnittsgeschwindigkeiten:

Uhrzeit [MEZ]	Richtung Stadt Überholspur [km/h]	Richtung Stadt rechte Spur [km/h]	Richtung Flughafen Überholspur [km/h]	Richtung Flughafen rechte Spur [km/h]
08:56:55 - 09:00:00	122,2	104,3	118,8	83,3
09:06:55 - 09:10:10	128,9	114,2	153,9	129,2

Tabelle 7-1: Durchschnittsgeschwindigkeiten auf der A92 in beide Fahrrichtungen getrennt für beide Fahrstreifen. Es standen zwei jeweils drei-minütige Videosequenzen zur Verfügung.

Bei dem Vergleich zwischen den aus den Radaraufnahmen gemessenen Geschwindigkeiten und den per Videoaufnahmen ermittelten Werten ist die unterschiedliche Meßmethode zu berücksichtigen. Das Radar benötigt für die Aufnahme des Autobahnabschnitts nur wenige Sekunden und mißt in einem direkten Verfahren die Geschwindigkeit jedes einzelnen Fahrzeugs. Daraus wurde dann die Durchschnittsgeschwindigkeit berechnet (siehe Tabelle 7-2). Die Videosequenz ist drei Minuten lang und innerhalb dieses Zeitraums wurde die Geschwindigkeit von einzelnen Fahrzeugen stichprobenartig erhoben und die Durchschnittsgeschwindigkeit berechnet. Vom Radar wurde die Autobahn von 07:57:29 - 07:57:31 GPST bzw. 08:57:16 - 08:57:18 MEZ und von 08:08:36 - 08:08:42 GPST bzw. 09:08:23 - 09:08:29 MEZ erfaßt. Die auswertbaren Videosequenzen erstrecken sich von 08:56:55 - 09:00:00 MEZ und von 09:06:55 - 09:10:10 MEZ, wobei die nicht vorgenommene Synchronisation der Uhren des Radar und der Videokamera berücksichtigt werden muß. Desweiteren ist die Methode die Fahrzeuggeschwindigkeiten per Stopuhr und zwei Abstandsstreifen zu ermitteln mit Ungenauigkeiten behaftet, so daß vorliegender Vergleich nur eine Plausibilitätsprüfung darstellt.

Uhrzeit [MEZ]	Richtung Stadt VIDEO [km/h]	Richtung Stadt RADAR [km/h]	Richtung Flughafen VIDEO [km/h]	Richtung Flughafen RADAR [km/h]
ca 08:57 h	113,2	154,1	101,0	110,9
ca. 09:07 h	121,5	124,9	141,5	119,9

Tabelle 7-2: Durchschnittsgeschwindigkeiten auf der A92 pro Fahrrichtung (über beide Fahrstreifen). Vergleich zwischen den aus dem Radar und aus dem Video ermittelten Geschwindigkeiten.

## 7.2 Floating Car Daten

Während die Untersuchungsgebiete mit dem AeS-1 Radar befliegen wurden, sind am Boden zeitgleich sogenannte Floating Cars in den beobachteten Straßen gefahren. Die Floating Cars sind Fahrzeuge, die im Verkehr quasi mitschwimmen und mit einem Navigationssystem (GPS) und einem Aufzeichnungsgerät (Laptop) ausgestattet sind und während der Fahrt kontinuierlich ihre Position, Geschwindigkeit und Fahrrichtung aufzeichnen. Diese Floating Car-Daten (FCD) dienen der Verifikation der per Radar gewonnenen Fahrzeugdaten. Es fuhren im Untersuchungsgebiet der Rosenheimer Straße drei Floating Cars ständig auf und ab.

Auf die Dächer der Fahrzeuge wurden sogenannte Corner Reflektoren (siehe Abb. 7-10 bis 7-13) montiert, die aus metallischen Tetraedern bestehen und die Radarpulse gebündelt reflektieren. Dadurch wird ein besonders markantes Rückstreusignal im Amplitudenbild in Form eines hellen Kreuzes erzeugt (siehe Abb. 7-9). Der helle Punkt in der Mitte des Kreuzes wird durch die Hauptkeule des Radarsignals erzeugt und die vier senkrecht aufeinander stehenden, sich punktförmig fortsetzenden Signaturen durch die sogenannten Nebenzipfel. Dieses markante Rückstreusignal sollte der Wiedererkennung der Floating Cars dienen. Leider konnte nur in Ausnahmefällen ein Floating Car dadurch tatsächlich auf den Radaraufnahmen identifiziert werden, da der Radarpuls in einem bestimmten Winkel in den Corner Reflektor fallen muß, um im Amplitudenbild eindeutig abgebildet zu werden. Dies ist theoretisch möglich, da die Radarpulse jeweils parallel zur Fahrbahn ausgesendet werden und die Corner Reflektoren so ausgerichtet sind, daß die Pulse direkt zurück zum Radarsensor reflektiert werden können. Praktisch jedoch wurde nur in sehr wenigen Fällen der richtige Winkel getroffen, da eine genaue Ausrichtung der Corner Reflektoren nötig ist, denn der Einfallswinkel verändert sich, je nach dem, ob das Fahrzeug bzw. der Corner Reflektor im near range- oder far range-Aufnahmebereich des Sensors liegt. Dazu hätte man während der Fahrt die Ausrichtung der Corner Reflektoren ständig verändern müssen, die Corner Reflektoren waren jedoch unverstellbar montiert.



Abbildung 7-9: Ausschnitt aus dem Amplitudenbild 06:43 MEZ mit dem Floating Car Nr. 5 in der Rosenheimer Straße. Deutlich ist das markante Rückstreusignal des Corner Reflektors in Form eines Kreuzes mit einem hellen Punkt in der Mitte zu sehen (mit gelben Kreis markiert). Gut zu erkennen sind in Form von dicken hellen Punkten die Ampelanlagen rund um die Kreuzung. Das Amplitudenbild ist in der Slant Range-Geometrie.

Auch auf der Autobahn hatte man ein Floating Car eingesetzt, das jedoch aufgrund der hohen Geschwindigkeiten, die auf der Autobahn gefahren werden, keinen Corner Reflektor auf dem Dach montiert hatte. Mit diesen großen Reflektoren ist aus Sicherheitsgründen nur eine Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h zulässig. Daher wurde ein wesentlich kleinerer, sogenannter Kugelreflektor, montiert (siehe Abb. 7-14). Leider konnte auch dieses Floating Car nicht auf den Radarbildern wiederentdeckt werden, denn dessen Daten gingen durch einen Totalausfall der Festplatte des Laptops komplett verloren, so daß die Position des Fahrzeugs zum Aufnahmezeitpunkt nicht verifiziert werden konnte.



Abbildung 7-10: Floating Car mit Corner Reflektor in der Rosenheimer Straße. An dieser Lichtsignalanlage quert die Orleansstraße, Blickrichtung Südost mit Eisenbahnbrücke, 11.11.99.



Abbildung 7-11: Floating Car mit Corner Reflektor in der Rosenheimer Straße. An dieser Lichtsignalanlage quert die Orleansstraße, Blickrichtung Südost mit Eisenbahnbrücke, 11.11.99.



Abbildung 7-12: Floating Car mit Corner Reflektor in der Rosenheimer Straße, an der Lichtsignalanlage quert die Pariser Straße, 11.11.99.



Abbildung 7-13: Floating Car mit Corner Reflektor in der Schrägansicht beim Wendemanöver in der Rosenheimer Straße, Ecke Wilramstraße, 11.11.99. Der milchig-trübe Himmel auf allen Fotos gibt die geschlossene Wolkendecke bzw. den Hochnebel wieder.

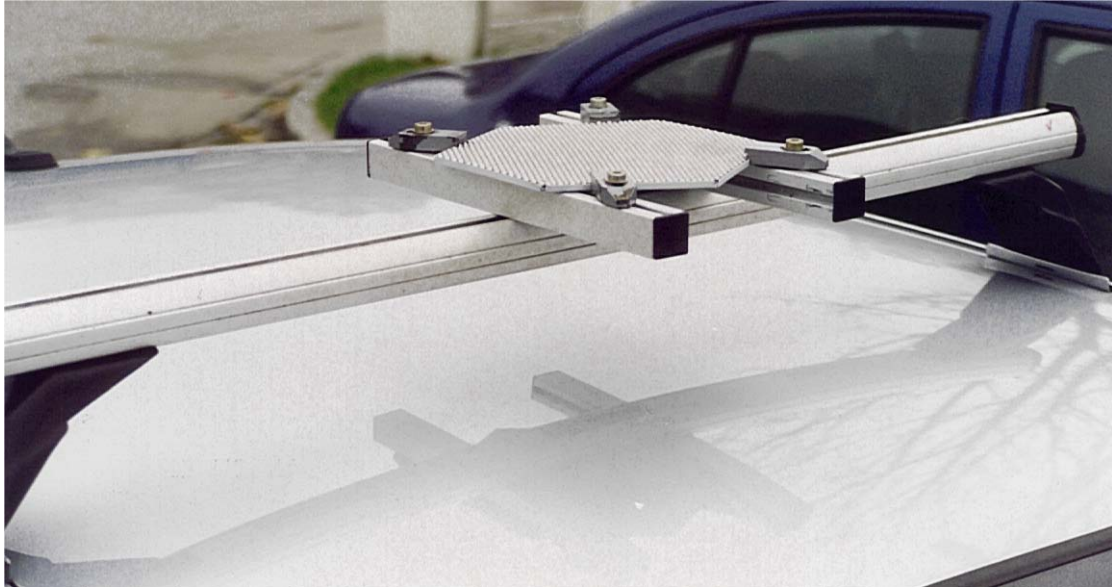


Abbildung 7-14: Kugelreflektor montiert auf dem Autodach eines Floating Cars, der auf der Autobahn fuhr. Die kleinen Kugeln sollen die Radarpulse gebündelt zum Sensor zurück reflektieren.

### 7.3 Sonstige Daten

Für den untersuchten Autobahnabschnitt standen Daten von Induktionsschleifen zur Verfügung, die sich aber als nicht verwendbar herausstellten, da sie eine zu hohe Fehlerquote aufwiesen. So sind 30-40% der aufgezeichneten Daten mit Meßfehlern behaftet. Damit konnten keine weiteren Ground Truth-Daten zur Verifikation der Aufnahmen der Autobahn mehr herangezogen werden. Auch für das Gebiet der Rosenheimer Straße standen keine weiteren Daten mehr zur Verfügung (siehe Kapitel 8).

## Kapitel 8 Verkehrssimulation

Nachdem aus den Radardaten die fahrzeugbezogenen Informationen extrahiert wurden (siehe Kapitel 5), wird zur Verifikation der Ergebnisse eine Verkehrssimulation herangezogen. Die Simulation wird nur für das innerstädtische Untersuchungsgebiet der Rosenheimer Straße durchgeführt, da für den untersuchten Autobahnabschnitt der A92 eine zu geringe Menge von nur zwei Radaraufnahmen vorhanden ist.

Ziel ist es, die Radardaten mit Hilfe einer Verkehrssimulation zu verifizieren. Dazu wird zu den Zeitpunkten der Radaraufnahmen, die in ca. 15-minütigen Abständen erfolgten, die Simulation angehalten, ein Standbild genommen und mit der jeweiligen Radaraufnahme verglichen. Bei der Durchführung ergibt sich die Schwierigkeit, Daten zweier unterschiedlicher Meßprinzipien miteinander vergleichen zu müssen. Die Radaraufnahmen wurden zeitlich-diskret aufgenommen, d.h. zu einem Zeitpunkt wurde die flächenhafte Verteilung des Verkehrs in der Rosenheimer Straße erfaßt. Die Verkehrssimulation bildet den Verkehr mit den Daten der terrestrischen Detektoren nach, die die Daten zeitlich-kontinuierlich, jedoch nur lokal, aufnehmen. So erfassen beispielsweise Induktionsschleifen Verkehrsdaten an einer Stelle und können die räumliche Verteilung der Fahrzeuge nicht wiedergeben. Diese wird dann mit Hilfe einer Verkehrssimulation rekonstruiert.

Da jedoch die Daten der terrestrischen Detektoren für den Beobachtungszeitraum der Radardatenaufnahme nicht vorhanden sind (siehe Kapitel 8.1), erweist sich die Verifikation der Radaraufnahmen mit Hilfe der Verkehrssimulation als schwierig. Daher muß die Untersuchung auf dem Aufzeigen des grundsätzlichen Prinzips des Vergleichs der unterschiedlichen Daten beschränkt bleiben. Die hier zur Verfügung stehende Menge von zehn Radaraufnahmen vom Berufsverkehr eines Vormittags stellt für eine Verkehrsuntersuchung nur eine Stichprobe dar. Somit lassen sich zwar keine statistisch relevanten Aussagen treffen, jedoch typische Verkehrszustände beschreiben.

### 8.1 Referenzdaten (Ground Truth)

Je mehr Parameter über den Verkehr bekannt sind, desto genauer kann die Simulation den tatsächlichen Verkehrsablauf wiedergeben. Als Eingangsdaten für die Simulation sind die Daten der Lichtsignalprogramme und der Induktionsschleifen, die die Anzahl der durchfahrenden Fahrzeuge während der Radarbefliegung am Donnerstag, den 11.11.1999 von 06:00-09:00h zählten, nötig.

Die Steuerungsdaten der Lichtsignalanlagen (LSA) wurden bis einschließlich November 1999 vom zuständigen Kreisverwaltungsreferat München nur in Papierform aufbewahrt, da die Steuerungsdaten nicht in digitaler Form ausgegeben werden konnten. Diese im Archiv aufzufinden und in eine für das Simulationsprogramm brauchbare digitale Form zu transferieren, hätte einen unverhältnismäßigen Aufwand erfordert, zumal die Existenz dieser Daten in Papierform nicht mit letzter Sicherheit bestätigt werden konnte und die Lichtsignalzeiten nicht für alle Verkehrsknoten in der Rosenheimer Straße mitprotokolliert wurden. Ab Dezember 1999 wurden die Daten digital gespeichert, jedoch in einer Form, die für das Simulationsprogramm nicht lesbar ist, so daß man auch nicht einen vergleichbaren Tag kurz nach der Radardatenaufnahme als Referenz benutzen konnte. Somit mußte auf die aktuellen Steuerungsdaten

der LSA zurückgegriffen werden.

Die Informationen über die Anzahl der auf der Rosenheimer Straße fahrenden Fahrzeuge, sowie der aus- und einfahrenden Fahrzeuge werden von Induktionsschleifen gemessen. Diese Daten sind jedoch nur für die jeweils letzten zurückliegenden 10 Tage verfügbar, eine längere Archivierung wurde bis zur Inbetriebnahme der Verkehrsmanagementzentrale in München im Rahmen des MOBINET-Projekts (siehe Kapitel 1) im Dezember 2002 nicht vorgenommen. Seitdem werden die Daten bis zu 6 Monate lang archiviert (Landeshauptstadt München, 2004a). Ende 2002 wurden die Detektoren, die sich an den verkehrsstrategisch wichtigen Stellen befinden und am sogenannten zentralen Bedienrechner angeschlossen sind, systematisch überprüft. Dabei wurde festgestellt, daß ca. 40% aller Schleifen in Münchner Stadtgebiet falsch zugeordnet waren, nicht mehr existierten oder keine oder nur Daten in unbrauchbarer Qualität lieferten. Leider konnten bis heute die Mängel in der Qualitätssicherung der Verkehrsdatenerfassung nicht vollständig behoben werden (Hecht, 2004).

Die Daten der Induktionsschleifen vom Zeitpunkt der Radarbefliegung im November 1999 wurden nicht archiviert, da ursprünglich kein Vergleich mit einer Simulation vorgesehen war. Selbst wenn Daten vorhanden wären, ist aufgrund der hohen Ausfallquote die Wahrscheinlichkeit hoch, daß die Daten für eine Verifikation nicht brauchbar gewesen sind. Im Jahre 2003 war die Rosenheimer Straße nur im geringen Maße von den Qualitätsproblemen der Schleifendaten betroffen, daher konnten ersatzweise aktuelle Schleifendaten vom Donnerstag, 13.11.2003 herangezogen werden. Bei der Auswahl dieses Tages wurde darauf geachtet, daß Wochentag, Monat und auch die Wetterbedingungen mit denen der Radarbefliegung übereinstimmen. So herrschten sehr ähnliche Wetterverhältnisse: Hochnebel, Temperaturen um Null Grad Celsius, aber kein Glatteis oder andere witterungsbedingte Einflüsse, die den Verkehr beeinträchtigen. Sechs von 43 Schleifen lieferten keine Daten, da sie defekt waren (eine Schleife am Gasteig und alle fünf an der Friedenstraße). Die Fahrzeugmengen dieser Schleifen wurden daher mit Hilfe der Daten der umliegenden Schleifen geschätzt.

## **8.2 Verkehrsraum**

Dem motorisierten Individualverkehr (MIV) stehen in der Rosenheimer Straße pro Fahrtrichtung 2-3 Fahrstreifen zur Verfügung. Die Straßenbahnen in der Rosenheimer Straße sind seit dem 18.10.1980 stillgelegt (Eberle, 2004) und die Busse fahren seitdem auf den teilweise zuasphaltierten alten Straßenbahnschienen. Die Busspur bzw. die alten Straßenbahngleise befinden sich in der Mitte des Straßenraumes zwischen den beiden Fahrtrichtungen des MIV (siehe Abb. 8-1).

In der südlichen Hälfte der Rosenheimer Straße verkehren die Linienbusse Nr. 95 und 96 zwischen der Orleansstraße und dem Anschluß an den Mittleren Ring. In der nördlichen Hälfte quert lediglich am Rosenheimer Platz eine Straßenbahnlinie die Rosenheimer Straße (siehe Abb. 8-2 und 8-3). Die bestehenden Bus- und Straßenbahnlinien wurden innerhalb des Untersuchungszeitraums von 1999 bis 2003 nicht verändert.



Abbildung 8-1: Die Busspur befindet sich auf den teilweise zuasphaltierten Straßenbahngleisen (siehe Bushaltestelle am linken Bildrand). Aufnahme im südlichen Abschnitt in der Rosenheimer Straße am Karl-Preis-Platz, Februar 2001.



Abbildung 8-2: Ausschnitt aus dem Verkehrslinienplan der Stadt München. Zwischen den beiden schwarzen Markierungspfeilen befindet sich der untersuchte Abschnitt der Rosenheimer Straße. Der dort eingezeichnete U- und S-Bahnverkehr verläuft unterirdisch, nur am Rosenheimer Platz kreuzt eine Straßenbahn den Verkehrsstrom, in der südlichen Hälfte verkehren Busse (Münchner Verkehrs- und Tarifverbund MVV, Stand Dezember 2003).

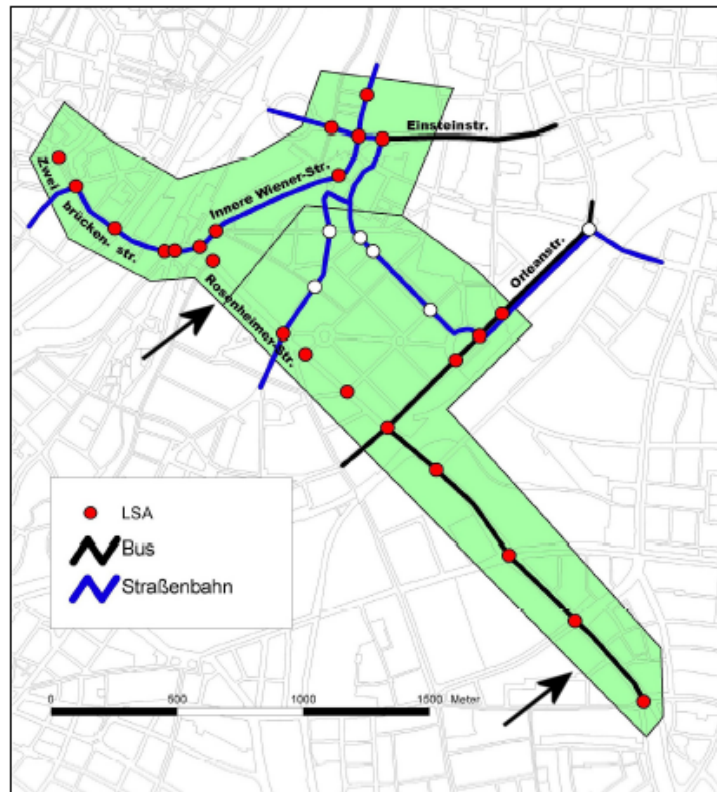


Abbildung 8-3: Netzumgriff der MOBINET-Quartiersteuerung im Stadtteil Haidhausen (grüne Fläche), durch den die Rosenheimer Straße als Hauptverkehrsstraße führt. Die Lichtsignalanlagen (LSA) sind als rote Punkte dargestellt. Der untersuchte Abschnitt befindet sich zwischen den beiden schwarzen Markierungspfeilen (aus Landeshauptstadt München, 2004a).

Seit der Radarbefliegung im November 1999 und der Durchführung der Simulation im November 2003 wurden verkehrliche Änderungen in der Rosenheimer Straße vorgenommen. Am 15.12.2002 wurde für die Busse eine Priorisierung bzw. Busbeschleunigung eingeführt, die zum Zeitpunkt der Radarbefliegung am 11.11.1999 noch nicht vorhanden war. Der Bus sendet an einem sogenannten Meldepunkt, der im Abstand von ca. 300-400m vor der Lichtsignalanlage liegt, ein Funksignal zur LSA. Das Lichtsignalsteuergerät wechselt dann zur ÖV-Phase und der Bus bekommt bevorzugt seine Spur freigeschaltet und muß nicht mehr oder weniger lange halten (siehe Abb. 8-4). Um die Reisezeit des Busses möglichst gering zu halten, kann sich der Bus bereits von der vorherigen Haltestelle aus zur nächsten anmelden. Fallen die Meldepunkte aufgrund eines technischen Defekts aus, dann wird der Bus durch die kurz vor den Haltebaken liegende Induktionsschleifen angemeldet (Rückfallebene). Es existieren auch lichtsignalgesteuerte Verkehrsknoten, die die Busse nur auf Anforderung freischalten, wie z.B. die linksabbiegenden Busse am Knoten Rosenheimer/Orleansstraße (Seifert, 2004).

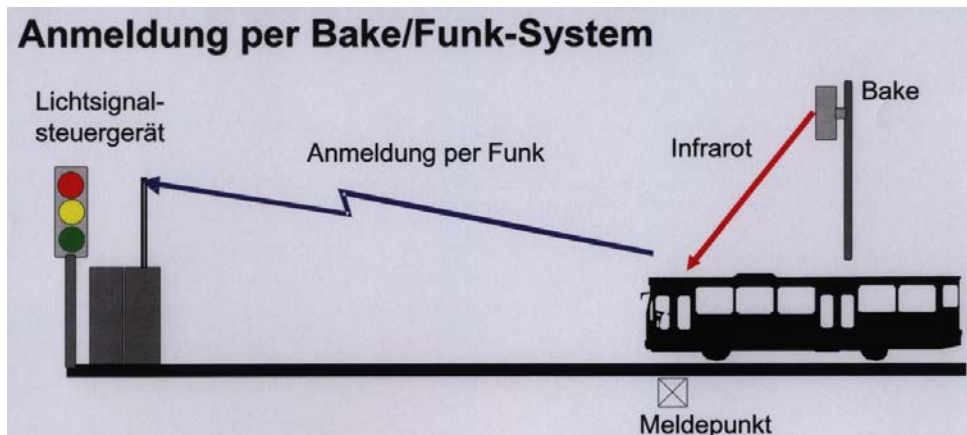


Abbildung 8-4: Priorisierung des Busverkehrs durch Anmelden der Busse per Bake/Funksystem (aus Stadtwerke München, 2003).

Vor Einführung der Busbeschleunigung waren die in der Rosenheimer Straße verkehrenden Busse der Linie 95 und 96 nur in 55% bzw. 67% aller Fahrten pünktlich. Dies ist unter bzw. im Durchschnitt aller Busse. Die Busse fahren im 10 Minutentakt, während der Hauptverkehrszeiten alle 7,5 Minuten. Durch die Buspriorisierung konnte laut Fahrplan die Reisezeit der Fahrgäste für die gesamte Strecke von 36 auf 31 Minuten verringert werden. Die sich anschließende Wendezeit konnte von 14 auf 9 Minuten gesetzt werden, so daß die gesamte Umlaufzeit statt bisher 50 jetzt nur noch 40 Minuten beträgt. So lassen sich Busse und damit Kosten einsparen, so daß für den 10 Minutentakt statt bisher 5 Busse nur noch 4 benötigt werden und für den 7,5 Minutentakt statt 7 nur noch 6 Busse (Stadtwerke München, 2000). Die Pünktlichkeit der Buslinien hat sich nach der Priorisierung nur leicht verbessert.

Seit 1989 hat die Stadt München die Umsetzung der ÖV-Priorisierung beschlossen, um den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) effizienter zu machen. Man hofft durch kürzere Reisezeiten mehr Fahrgäste zu gewinnen, die vom MIV auf den ÖPNV umsteigen und so wiederum die Straßen entlasten und damit die Verkehrslage in München verbessern. Dazu wurde der ÖPNV an der Oberfläche sukzessive beschleunigt, zuerst die Straßenbahnen, dann die Busse. Leider wurde in keinem Fall, weder in der Rosenheimer noch einer vergleichbaren Straße, eine Vorher-Nacher-Untersuchung in Hinblick auf die Auswirkungen auf den MIV durchgeführt. Tendenziell haben sich durch diese ÖV-Priorisierung die Reisezeiten für den MIV verlängert. In der Rosenheimer Straße sind so schätzungsweise 20-40% mehr Halte für den MIV entstanden (Mitterreiter, 2004). Auch die leicht verbesserte Pünktlichkeit der Buslinien durch Einführung der Priorisierung läßt kaum Rückschlüsse zu, da sich die angegebenen Werte zur Pünktlichkeit auf die gesamte Fahrstrecke beziehen, die Priorisierung jedoch nur in der südlichen Hälfte der Rosenheimer Straße stattfindet. Die Buslinien führen auch über den Mittleren Ring, auf dem es im morgendlichen Berufsverkehr häufig zu Staus kommt, die auch die Busse betreffen, da sie dort keine eigene Fahrstreifen haben. Nur mit diesen Angaben allein sind kaum Rückschlüsse auf die Beeinträchtigung des MIV durch die Buspriorisierung möglich. Damit ist eine Einschätzung der Veränderung der Verkehrssituation zwischen dem Zeitpunkt der Radaraufnahmen und der Durchführung der Verkehrssimulation erschwert.

### 8.3 Verkehrssimulation

Im folgenden werden die verschiedenen Verkehrssimulationsmodelle in knapper Form vorgestellt und die durchgeführte Simulation für die Rosenheimer Straße erläutert.

#### 8.3.1 Verkehrssimulationsmodelle

Verkehrssimulationsmodelle, auch Verkehrsablaufmodelle genannt, wurden entwickelt, um es Verkehrsplanern zu ermöglichen, die Auswirkungen, die verschiedene Eingriffe in das reale System haben, zu untersuchen und daraus Rückschlüsse auf deren Effektivität zu ziehen. Die Art der Informationen, die man aus einer Verkehrssimulation erhält, hängt sehr stark vom verwendeten Modell ab. Verkehrssimulationen betrachten den Verkehr aus der Vogelperspektive und untersuchen je nach Ausrichtung unterschiedliche Aspekte des Verkehrs. Sie werden daher grundsätzlich in makroskopische, mesoskopische und mikroskopische Modelle unterschieden (siehe Abb. 8-5).

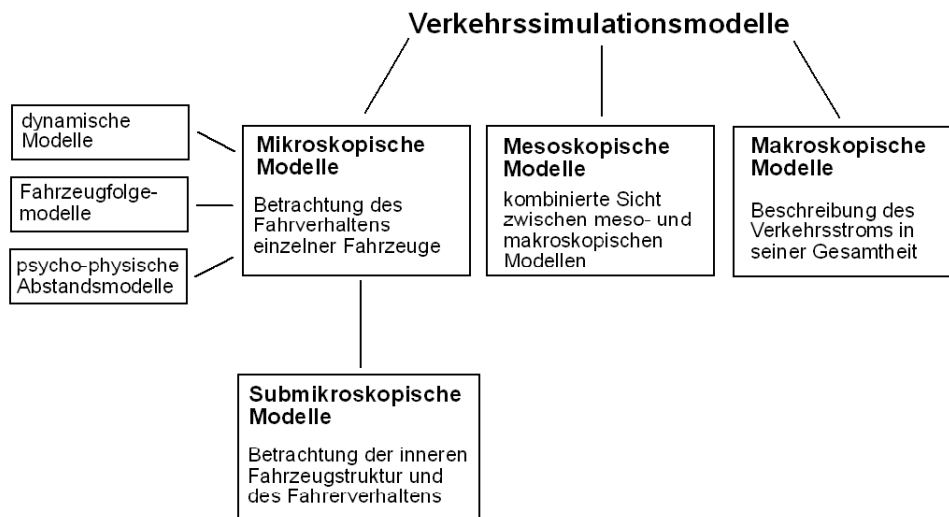


Abbildung 8-5: Übersicht über unterschiedliche Verkehrssimulationsmodelle (eigener Entwurf).

Makroskopische Modelle analysieren Fahrzeugströme, d.h. es werden nicht einzelne Fahrzeuge, sondern Gruppen von Fahrzeugen simuliert. Mit solchen Modellen werden z.B. Verkehrsverlagerungen in regionalen oder nationalen Verkehrsnetzen betrachtet oder auch das Verkehrsaufkommen in städtischen Netzen. Es wird also das Verkehrssystem als Ganzes, d.h. die Verteilung des Verkehrs in diesem System untersucht.

Mikroskopische Modelle dagegen geben das individuelle Verhalten der einzelnen Fahrzeuge wieder. Sie bilden das Verkehrsnetz relativ genau ab und können damit dynamische Abläufe oder Einflüsse, wie z.B. Steuerungen von Lichtsignalanlagen im Detail untersuchen. Das ermöglicht eine Betrachtung kleinerer Ausschnitte eines Gesamtsystems, z.B. das Straßennetz eines Stadtviertels oder ein definierter Autobahnabschnitt. Mikroskopische Modelle existieren in verschiedenen Ausprägungen mit dynamischen, Fahrzeugfolge- oder psycho-physischen Abstandsmodellen (siehe Abb. 8-5). Dynamische Modelle betrachten den Fahrzeugfluß mit Hilfe von sogenannten Einheitsfahrzeugen (gleiche Fahrzeuglänge und -geschwindigkeit). Im Gegensatz dazu gehen Fahrzeugfolgemodelle von unterschiedlichen Abständen und Geschwindigkeiten aus und untersuchen die diesbezüglichen Schwankungen beim Fahren in der Kolonne.

Die Erweiterung der Fahrzeugfolgemodelle stellen die psycho-physischen Abstandsmodelle dar, da die Fahrzeugfolgemodelle das Verhalten des Fahrers nicht ausreichend genau wiedergeben. Auf der Basis von wahrnehmungspsychologischen Untersuchungen analysieren die psycho-physischen Abstandsmodelle das abweichende Verhalten von Fahrzeugfolgmodellen (Leutzbach, 1972; Wiedemann, 1969; Wiedemann & Hubschneider, 1987; Schnabel & Lohse, 1997a).

Submikroskopische Simulationsmodelle sind darauf ausgerichtet die innere Struktur des Fahrzeugs (z.B. Motor, Antriebsstrang) und das Zusammenwirken mit dem Fahrer (Pedale, Lenkrad, etc.) zu modellieren (z.B. das Simulationsprogramm PELOPS, Wallentowitz & Neunzig, 2003).

Mesoskopische Modelle sind eine Vereinigung von makroskopischen und mikroskopischen Modellen und bieten eine kombinierte Sicht. So werden die einzelnen Fahrzeuge wie in einem mikroskopischen Modell mit individuellen Eigenschaften ausgestattet, aber die Bewegung durch das Verkehrsnetz findet nach makroskopischen Regeln statt. Das bedeutet, daß einerseits die einzelnen Fahrzeuge die Flußgeschwindigkeit beeinflussen und andererseits das individuelle Fahrtempo durch die Flußdichte des umgebenden Stroms mitbestimmt wird. Damit besteht eine Abhängigkeit zwischen mikroskopischen und makroskopischen Kenngrößen.

### 8.3.2 Durchgeführte Simulation

Zur Verifikation der aus den Radardaten extrahierten Informationen über die einzelnen Fahrzeuge und deren räumliche Verteilung ist ein mikroskopisches Simulationsmodell notwendig. Es wurde das Programm NONSTOP (Net Optimization and Simulation of Traffic Organization Programs) benutzt, das von der Firma GEVAS Software, Systementwicklung und Verkehrsformatik GmbH, München, als kommerzielles Simulationsprogramm entwickelt wurde. Es wird dabei ein heuristisches Fahrzeug-Folge-Modell verwendet, das einzelne Fahrzeuge nach dem Ansatz der psycho-physischen Abstandsmodelle durch das Netz bewegt (Ganser & Weichenmeier, 2002).

Das Verhalten der Fahrer wird in drei grundsätzliche Fahrklassen der Fahrer-Fahrzeug-Einheit unterschieden und als aggressiv, normal und defensiv beschrieben. Aufgrund des vorgegebenen Fahrverhaltens und der Umgebungsparameter (Wunschgeschwindigkeit, Anzahl der Fahrzeuge auf der Straße etc.) wird die Geschwindigkeit jedes Fahrzeugs ermittelt und entsprechend weiterbewegt. Innerhalb jeder Fahrklasse kann man eine statistische Variation vornehmen, um den Verkehr möglichst realitätsnah darzustellen. In der vorliegenden Untersuchung wurde darauf verzichtet, so daß eine gleiche Gewichtung der drei Fahrklassen zugrundeliegt.

Die Firma GEVAS Software stellte für diese Untersuchung in ihrem Simulationsmodell ein bereits fertig aufgebautes Straßennetz für das Münchner Stadtviertel Haidhausen, durch das die Rosenheimer Straße als Hauptverkehrsstraße führt, zur Verfügung. Das Verkehrsnetz ist im Detail abgebildet, d.h. Lichtsignalanlagen, Zu- und Abflüsse von Fahrzeugen, die Lage der Induktionsschleifen und die Standorte der Bushaltestellen sind modelliert. Da die Daten der Induktionsschleifen von Donnerstag, 11.11.1999 nicht vorliegen, wurden die Daten vom Donnerstag, 13.11.2003 herangezogen, wobei auf möglichst gleiche Bedingungen wie zum Radaraufnahmezeitpunkt geachtet wurde (siehe Kapitel 8.1). Die Verkehrsmenge bzw. die Anzahl der Fahrzeuge wurden an den Zuflüssen (einmündende Querstraßen, Kreuzungen) in das System eingegeben. An jeder Abbiegemöglichkeit werden die Verkehrsmengen entsprechend den Abbiegewahrscheinlichkeiten, die aus Knotenpunktzählungen ermittelt wurden, aufgeteilt.

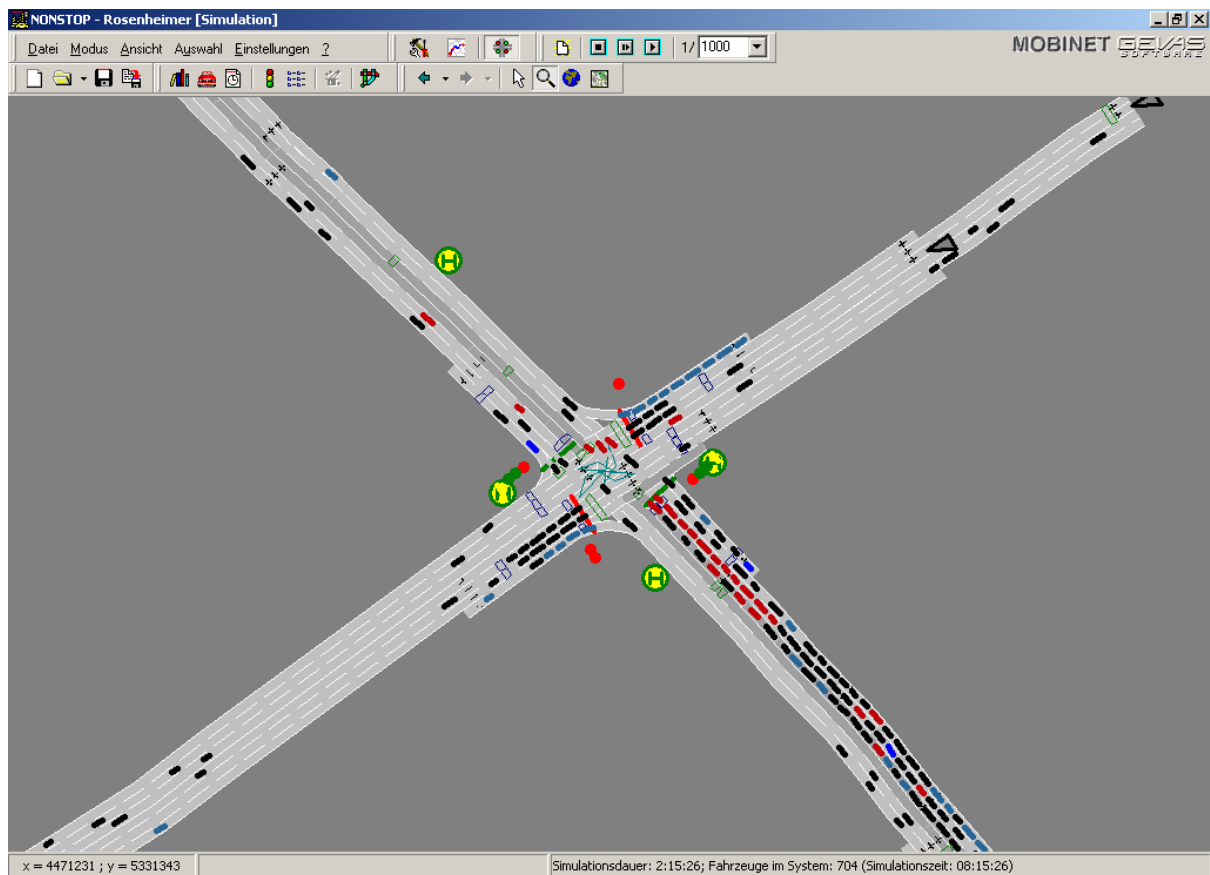


Abbildung 8-6: Ausschnitt aus einem Standbild der Simulation am Karl-Preis-Platz um 08:15:26h. Die Rosenheimer Straße führt von unten rechts nach links oben in Richtung stadteinwärts. Vor der Kreuzung bildet sich ein deutlicher Rückstau. Die schwarzen Ovale stellen Fahrzeuge dar, die geradeaus fahren, die blauen sind Rechtsabbieger, die roten Linksabbieger.

Das aktuelle Steuerungsverfahren für die LSA in der Rosenheimer Straße wurde von GEVAS Software mit Hilfe des Simulationsprogramms NONSTOP entwickelt. Damit wird bei der vorliegenden Untersuchung dasselbe Steuerungsverfahren zur Nachbildung des Verkehrs wie im November 2003 benutzt. Sowohl zum Zeitpunkt der Radaraufnahmen wie auch der Simulation wurden für die Steuerungen der Lichtsignalanlagen sogenannte meßwertbasierte Verfahren benutzt. Das heißt, die Schaltzeiten sind von der aktuellen Verkehrsmenge abhängig bzw. reagieren flexibel darauf. Diese werden mit festen Steuerungsprogrammen kombiniert, die in definierten Zeitbereichen ein bestimmtes Signalprogramm schalten (Festzeitsteuerung). So läuft beispielsweise während des Berufsverkehrs von 06:00-09:00h Programm Nr. 1 mit 90 Sekunden Umlaufzeit, von 09:00-15:00h Programm Nr. 2 mit 70 Sekunden Umlaufzeit. Unter Umlaufzeit versteht man die Zeitdauer für den einmaligen Ablauf eines Signalprogramms, d.h. den Durchlauf der Lichtsignale von rot über gelb und grün bis wieder rot. Kürzere Umlaufzeiten sind für geringere Verkehrsaufkommen günstiger, da dadurch weniger Wartezeit an den Ampeln entsteht. Längere Umlaufzeiten sind bei starkem Verkehr leistungsfähiger, da eine größere Menge an Fahrzeugen über eine Kreuzung fahren kann. Meßwertbasierte Verfahren variieren die Umlaufzeiten im gewissen Rahmen (um bis zu 5 Sekunden), um den Verkehr so flüssig wie möglich zu halten.

## 8.4 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Simulation werden mit den per Radar erhobenen verglichen und in den drei folgenden Unterkapiteln beschrieben. Zum einen werden die Floating Car Daten (FCD), die während der Radarbefliegung aufgenommen wurden, mit den simulierten verglichen (siehe Kapitel 8.4.1). Zum anderen wird die gesamte Menge der per Radar aufgenommenen Fahrzeuge mit der gesamten Menge der per Simulation generierten dargestellt (siehe Kapitel 8.4.2). Abschließend wird die räumlich-zeitliche Verteilung der Fahrzeuge in kartographischer Darstellung betrachtet (siehe Kapitel 8.4.3).

Um alle Daten miteinander vergleichen zu können, muß die jeweilige Zeiteinheit beachtet werden. Die FCD wurden in UTC, die Radaraufnahmen in GPST vorgenommen (siehe Kapitel 7). In den folgenden Unterkapiteln wurden für die graphische Darstellung der Ergebnisse alle Zeitangaben in MEZ umgerechnet.

Zur räumlichen Darstellung der Ergebnisse in Form von Karten (siehe Kapitel 8.4.3 und im Anhang) wurden die vom GPS aufgezeichneten geographischen Koordinaten der FCD in Gauß-Krüger umgerechnet. Hierbei ist unbedingt das Potsdam-Datum zu berücksichtigen, da sonst die Fahrzeuge bis zu 200 m nach Südwesten versetzt abgebildet werden (siehe Tabelle im Anhang).

### 8.4.1 Vergleich aufgenommener und simulierter Floating Cars

Die Reisezeiten der aufgenommenen realen und simulierten Floating Cars lassen sich mit der durchschnittlichen Reisezeit für das Durchfahren des untersuchten Streckenabschnitts der Rosenheimer Straße vergleichen. Die Daten der FCD sind die einzigen zur Verfügung stehenden Ground Truth Daten, die zum Zeitpunkt der Radarüberflüge aufgezeichnet wurden. Daher ist ihr Vergleich mit den simulierten FCD besonders interessant und läßt Rückschlüsse auf die generelle Übereinstimmung der Simulation mit den Radaraufnahmen zu. Es kursierten während der Radardatenaufnahme insgesamt fünf Floating Cars im Münchner Stadtgebiet. Es fuhren drei in der Rosenheimer Straße (FCD 1, FCD 4, FCD 5) und zwei weitere in der Einstein- und der Prinzregentenstraße (FCD 2, FCD 3), die jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht wurden. Leider war nur ein Fahrzeug (FCD 1) für den Vergleich der Reisezeiten geeignet. Die beiden anderen Fahrzeuge fuhren entweder nur in der südlichen oder nur in der nördlichen Hälfte der Rosenheimer Straße und bogen dann in die Orleansstraße in Richtung Ostbahnhof ab, so daß die Strecken nicht vergleichbar sind. In der Simulation sind 191 Fahrzeuge pro Fahrtrichtung als FCDs im Abstand von einer Minute zwischen 06:00 bis 09:10h durch die Rosenheimer Straße gefahren. Der Vergleich zwischen den aufgenommenen realen und simulierten FCDs wurde im Abschnitt zwischen dem Rosenheimer Platz und der querenden Kirchseeoner Straße durchgeführt. Dies entspricht einer Strecke von 1800 m.

Die Abb. 8-7 zeigt deutlich, daß die kürzesten Reisezeiten durch die Rosenheimer Straße in den frühen Morgenstunden (um 6h) für beide Fahrtrichtungen stadteinwärts und stadtauswärts erreicht werden. Für beide Fahrtrichtungen benötigt man zu diesem Zeitpunkt etwa 4 Minuten. Nach 06:30 h steigt das Verkehrsaufkommen in Richtung Innenstadt (siehe Abb. 8-13) und die Reisezeit nimmt deutlich zu. In Richtung stadtauswärts nimmt die Reisezeit ebenfalls zu, doch deutlich weniger als stadteinwärts (siehe Abb. 8-7). Stadteinwärts wird die längste Reisezeit ab 08:30h mit über 8 Minuten gemessen. Stadtauswärts wird die Spitze bereits gegen 08:00h mit über 6 Minuten erreicht und nimmt nach 08:00h wieder ab. Die Punkte, die den Zeitpunkt des

Beginns der Fahrt markieren, sind stadteinwärts und stadtauswärts jeweils zeitlich versetzt, da diese Meßwerte von nur einem FCD-Fahrzeug (FCD 1) aufgenommen wurden, das die Rosenheimer Straße in einem Rundkurs befuhr.

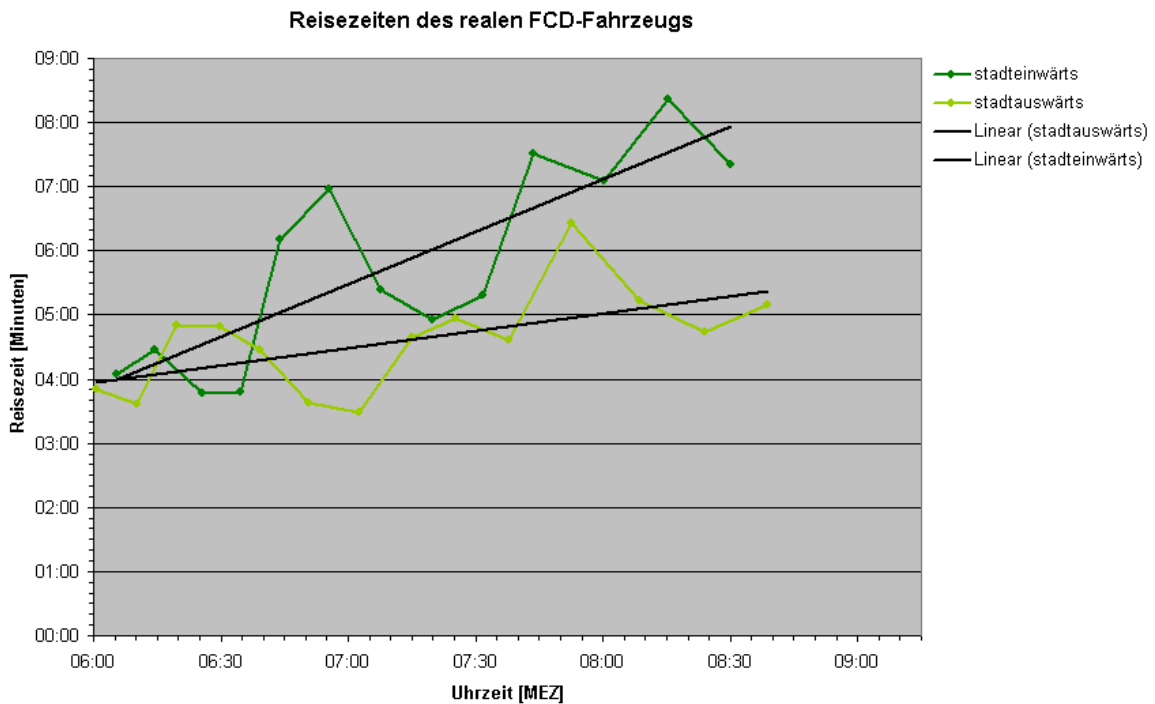


Abbildung 8-7: Reisezeiten des realen FCD-Fahrzeugs stadteinwärts und stadtauswärts. Der Zeitpunkt des Beginns einer Fahrt und die dann benötigte Reisezeit für die zurückgelegte Strecke ist mit jeweils einem Punkt in der Linie markiert. Die schwarzen Interpolationslinien verdeutlichen den Kurventrend.

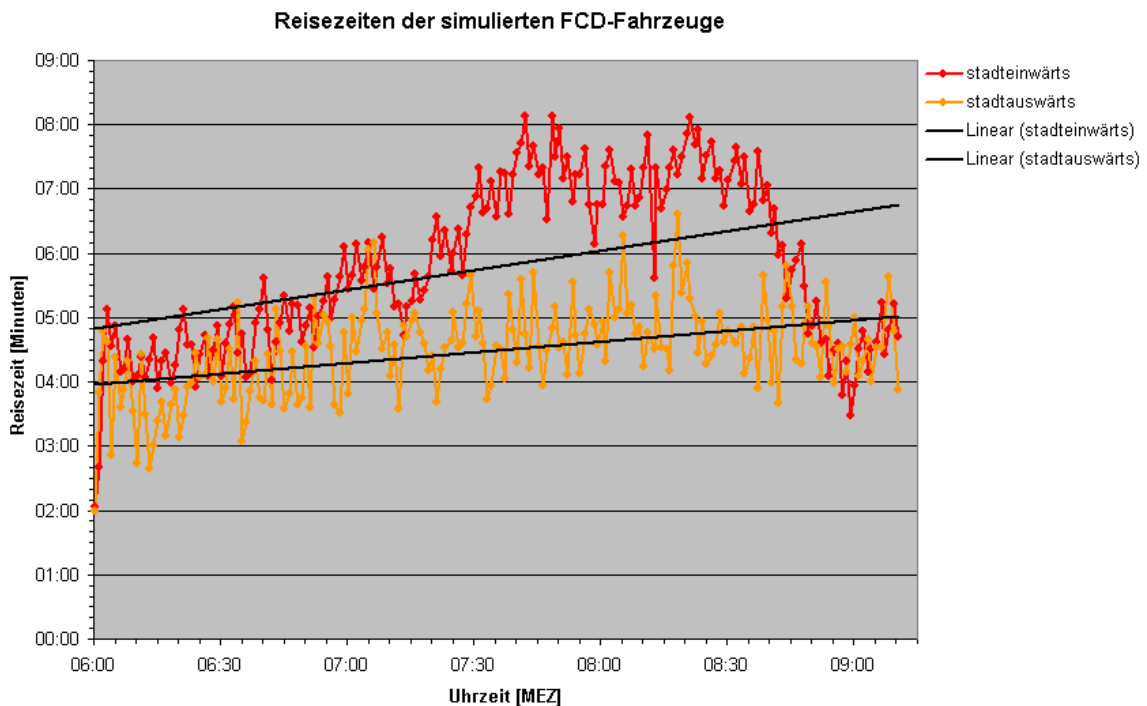


Abbildung 8-8: Reisezeiten der simulierten FCD-Fahrzeuge stadteinwärts und stadtauswärts. Weitere Erläuterungen siehe Abb. 8-7.

Die Reisezeiten der simulierten Floating Cars (siehe Abb. 8-8) ergeben ein ähnliches Bild wie die des realen FC (siehe Abb. 8-7). Für die simulierten FCs liegen die Meßwerte über einen etwas längeren Zeitraum vor als für das reale FC. In den nachfolgenden Vergleichen, getrennt nach Fahrtrichtungen, wird daher der Betrachtungszeitraum der simulierten FCs auf den des realen gekürzt.

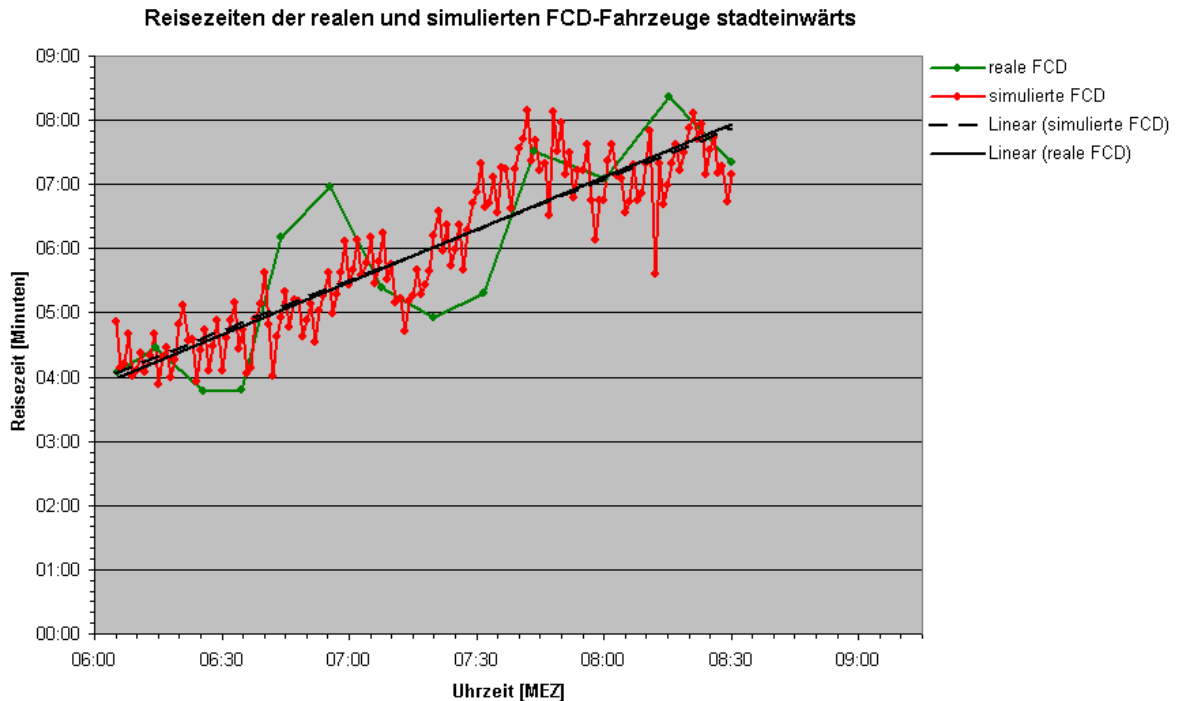


Abbildung 8-9: Reisezeiten im Vergleich zwischen realen und simulierten FCD stadteinwärts. Weitere Erläuterungen siehe Abb. 8-7.

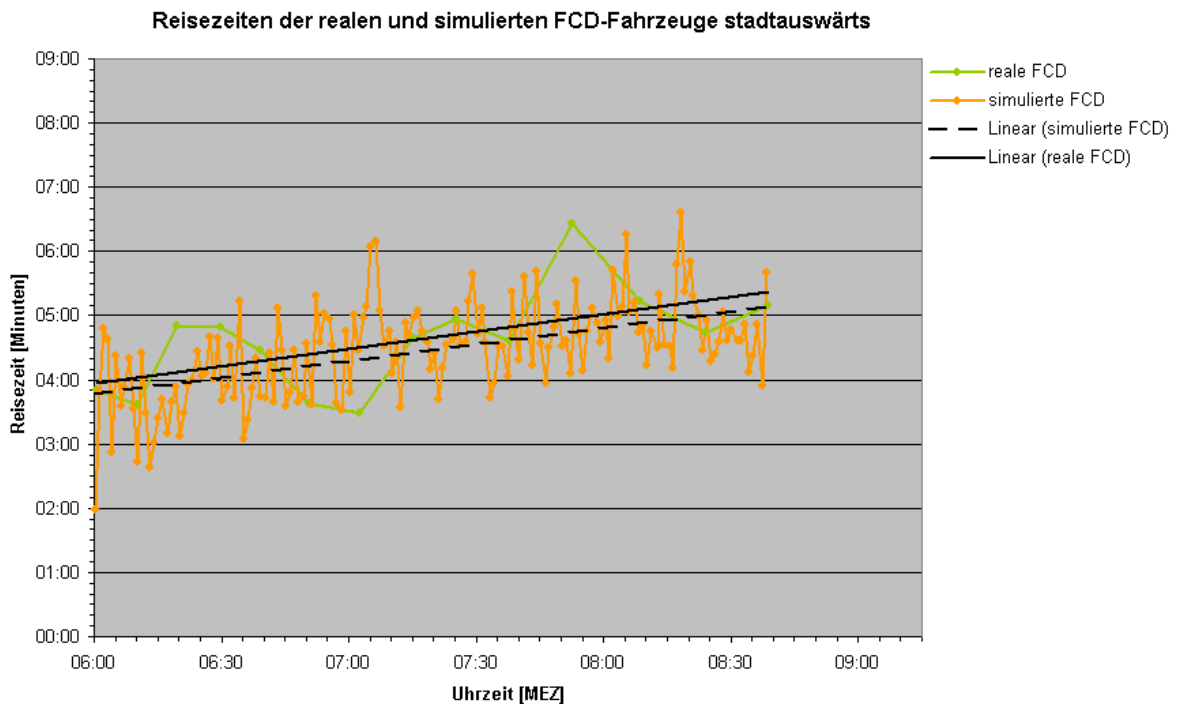


Abbildung 8-10: Reisezeiten im Vergleich zwischen realen und simulierten FCD stadtauswärts. Weitere Erläuterungen siehe Abb. 8-7.

Betrachtet man die Fahrtrichtung stadteinwärts so sieht man, daß die simulierten und die realen FCD-Reisezeiten eine übereinstimmende Tendenz haben (siehe lineare Interpolationslinien in Abb. 8-9). Für die stadtauswärtige Fahrtrichtung zeigt sich ebenfalls eine gute Übereinstimmung der Reisezeiten, wobei die simulierten FCDs eine etwas geringere Reisezeit aufweisen (gestrichelte Interpolationslinie in Abb. 8-10). Rechnet man die Reisezeiten in durchschnittliche Geschwindigkeiten um, ergeben sich die nachfolgenden Abbildungen 8-11 und 8-12.

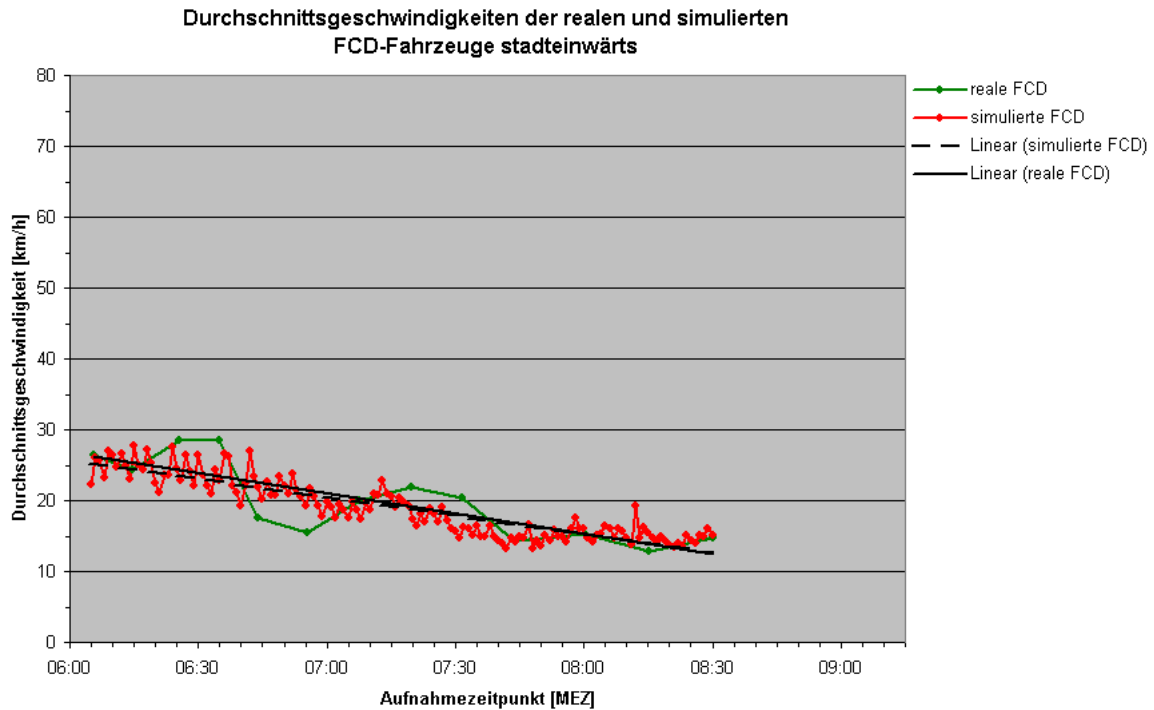


Abbildung 8-11: Vergleich der Durchschnittsgeschwindigkeiten der realen und simulierten FCD-Fahrzeuge in Richtung stadteinwärts. Die schwarzen Interpolationslinien verdeutlichen den Kurventrend.

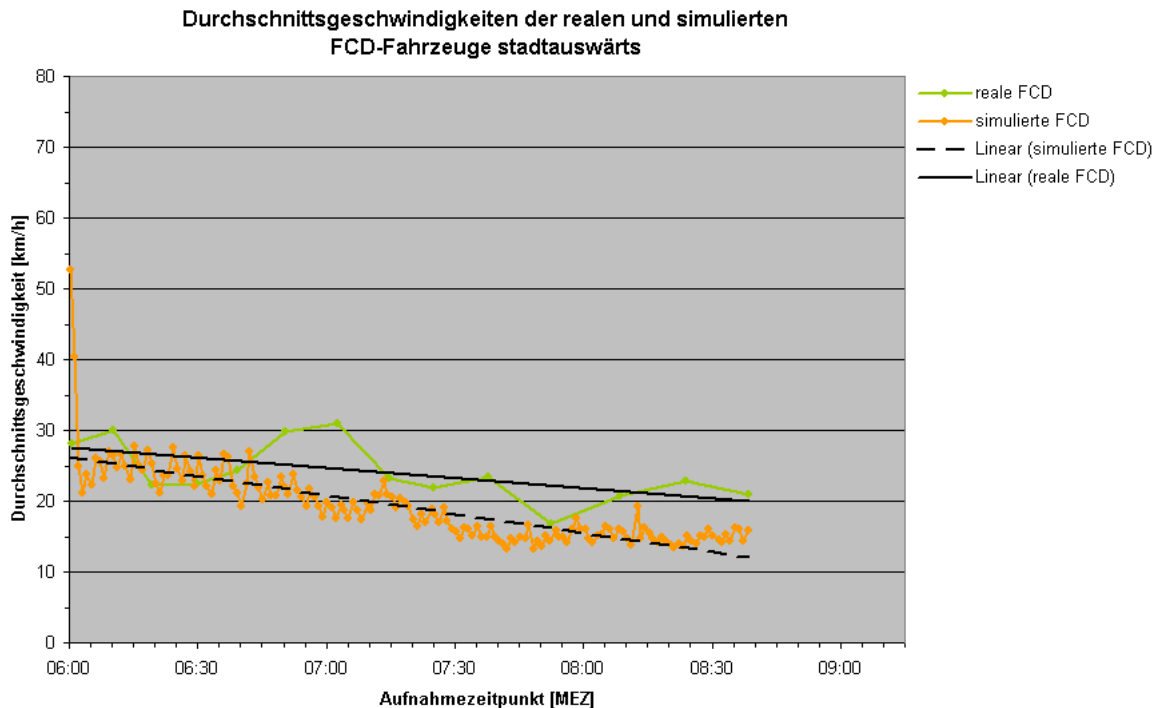


Abbildung 8-12: Vergleich der Durchschnittsgeschwindigkeiten der realen und simulierten FCD-Fahrzeuge in Richtung stadtauswärts. Die schwarzen Interpolationslinien verdeutlichen den Kurventrend.

Die FCDs zeigen hier viele kleine Kurvenschwankungen im Verlauf der Reisezeiten und der durchschnittlichen Geschwindigkeiten. Dies beruht auf der unterschiedlich großen Datenmenge der FCDs. Die simulierten FCDs umfassen 191 Fahrzeuge, die Schwankungen aufweisen, die realen nur ein einziges Fahrzeug, das herangezogen werden konnte. Daher sind Interpolationslinien zur besseren Erkennung des Trends nötig.

Bei der Interpretation der FCDs ist zu beachten, daß FCDs erfahrungsgemäß nicht immer den tatsächlichen Verkehrszustand gut wiedergeben. Mit einem Floating Car ist die Abbildung eines Fahrzeugpulkts bzw. des durchschnittlichen Verhaltens der Autofahrer in der Stadt schwierig, da der Verkehrsfluß immer wieder durch abbiegenden oder einbiegenden Verkehr und Lichtsignalanlagen unterbrochen wird. Vorteilhaft ist es, wenn die Fahrzeugmenge so groß ist, daß die Fortbewegung durch die umgebenden Fahrzeuge im sogenannten teilgebundenen oder gebundenen Verkehr mitbestimmt wird, so wie im hier vorliegenden Fall. Dann kann man den Verkehr mit Hilfe von Floating Cars gut wiedergeben (Beckmann, 2004).

#### **8.4.2 Vergleich aufgenommener und simulierter Fahrzeuge**

In diesem Abschnitt werden die Anzahl der per Radaraufnahme erfaßten Fahrzeuge mit der Anzahl der simulierten verglichen. Auch ein Vergleich der Durchschnittsgeschwindigkeiten der beiden Fahrzeuggruppen wird dargestellt.

Die Fahrstrecke, auf der die Radardaten mit den Simulationsdaten verglichen werden, stimmt nicht exakt überein. Die Radardaten umfassen 2080 m Strecke auf der Rosenheimer Straße zwischen dem südlichen Ende des Kulturzentrums Gasteig bis südlich des Karl-Preis-Platzes. Da das Simulationsprogramm nur die Daten auf ganzen Kanten, d.h. von Straßenkreuzung zu Straßenkreuzung ausgeben kann, ist die Strecke der Simulation gegenüber den Radardaten leicht nach Norden verschoben. So umfaßt sie die 2095 m zwischen dem Nordende des Gasteigs und der Mitte des Karl-Preis-Platzes. Um denselben Straßenabschnitt vergleichen zu können, hätte man auf die Daten nördlich des Rosenheimer Platzes verzichten müssen, ebenso auf die Radardaten südlich des Karl-Preis-Platzes. Der Datenverlust gerade nördlich des Rosenheimer Platzes wäre aber unverhältnismäßig hoch gegenüber der Streckendifferenz von 15 m gewesen, so daß auf die exakte Übereinstimmung der Streckenabschnitte zugunsten einer größeren vergleichbaren Datenmenge verzichtet wurde.

Im Stadtgebiet wurden in den Radarbilddaten auch Signale aufgezeichnet, die den Fahrzeugen sehr ähnlich sind und daher falsch interpretiert werden können. Diese Störungen werden durch Hausantennen oder andere metallische Gegenstände, die die Signale spiegeln, hervorgerufen. Ohne Filterung tritt dadurch eine Häufung von detektierten Objekten bzw. vermeintlichen Fahrzeugen um solche Gegenstände auf. Um diese Signale von denen der Fahrzeuge unterscheiden zu können, wurden die Radarbilddaten mit einem Kohärenztest gefiltert (siehe Kapitel 5.1.2). Es wurden bei der Radardatenverarbeitung zunächst zwei Kohärenzschwellwerte angewandt, da keine Ground Truth Daten vorlagen, mit denen die Anzahl der auf der Rosenheimer Straße fahrenden Fahrzeuge verifiziert werden konnte (siehe Kapitel 8.1). Daher war es zunächst nicht möglich den zutreffenden Schwellwert für den Kohärenzfilter zu ermitteln. Erst später wurde eine Verkehrssimulation durchgeführt, die dies ermöglichte.

Im Vergleich mit den Werten der Simulation erweist sich die Anzahl der Fahrzeuge bei einem Kohärenzschwellwert von 0,75 als zu hoch. Wird der höhere Schwellwert von 0,8 angewandt, ergibt dies eine realistischere Anzahl von Fahrzeugen in der Fahrtrichtung stadteinwärts (siehe

Abb. 8-13), wobei die Anzahl der per Radardaten ermittelten Fahrzeuge stets oberhalb der Anzahl der per Simulation ermittelten liegt. Die Anzahl der stadtauswärts fahrenden Fahrzeuge (siehe Abb. 8-14) ist insgesamt viel geringer als in Richtung stadteinwärts. Auch hier zeigen die mit dem höheren Kohärenzschwellwert von 0,8 gefilterten Daten Werte, die näher an den simulierten liegen, wobei in der zweiten Hälfte des Beobachtungszeitraums (ab 07:27 MEZ) die Werte beider Kohärenzfilterungen den simulierten Werten nahe kommen oder diese sogar unterschreiten.

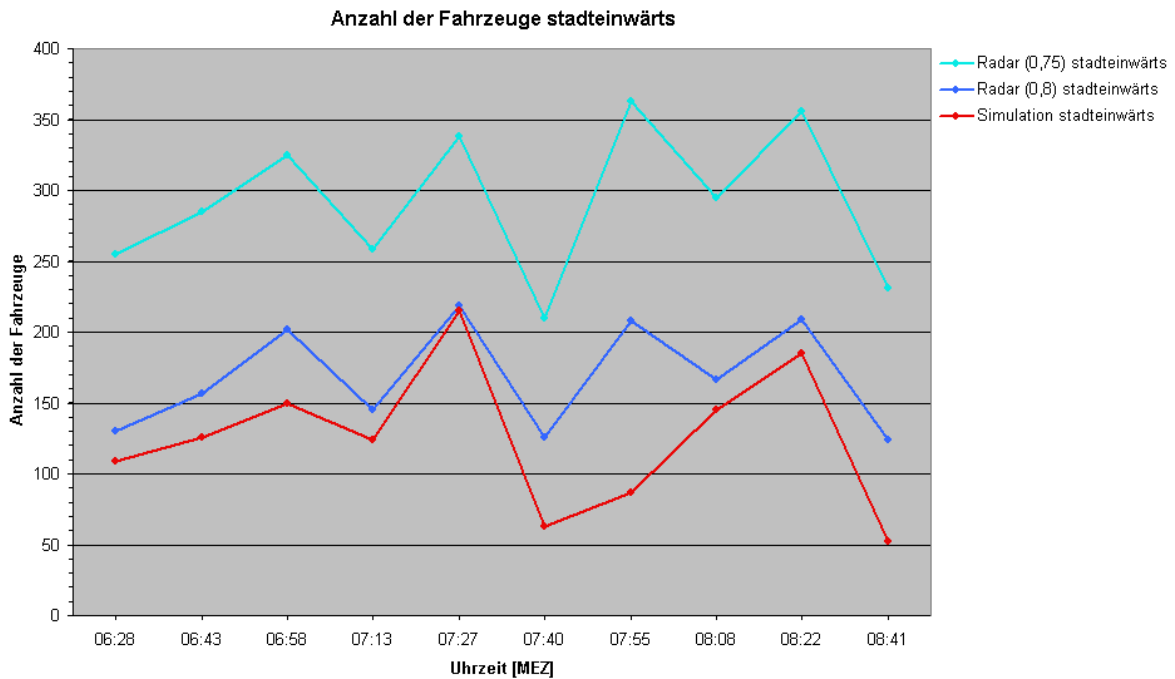


Abbildung 8-13: Vergleich der Anzahl der Fahrzeuge zwischen den aus den Radardaten extrahierten und den simulierten Fahrzeugen in Richtung stadteinwärts. Die Radardaten wurden mit den beiden Kohärenzschwellwerten 0,75 und 0,8 gefiltert.

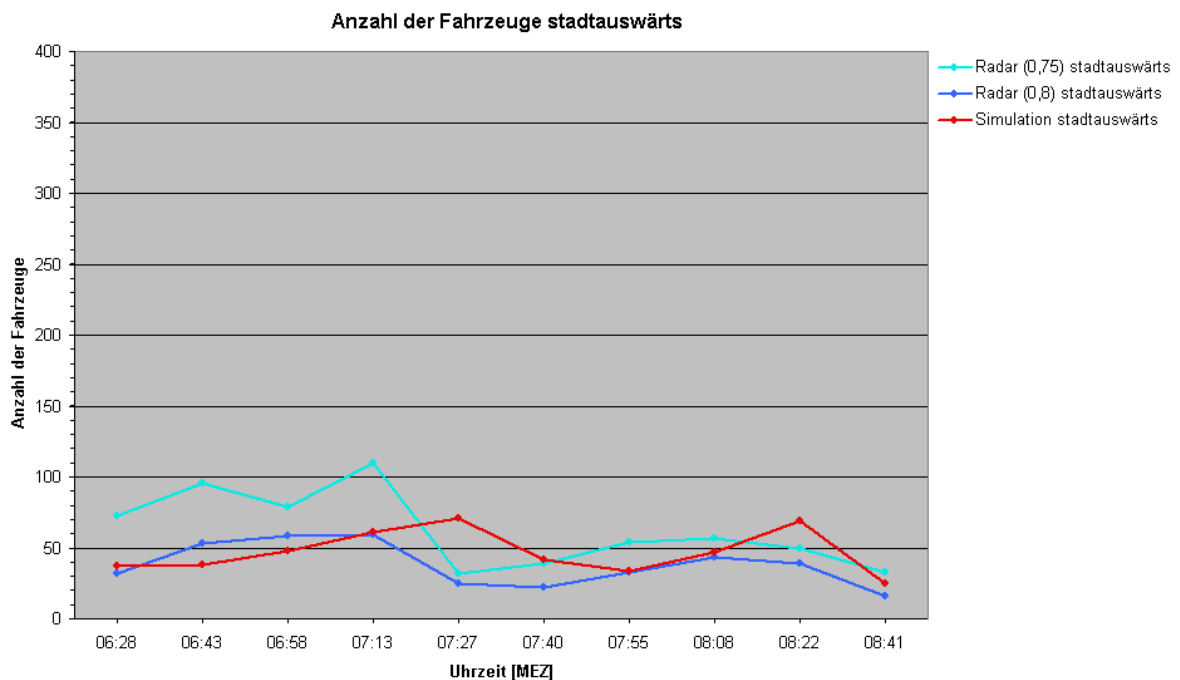


Abbildung 8-14: Vergleich der Anzahl der Fahrzeuge zwischen den aus den Radardaten extrahierten und den simulierten Fahrzeugen in Richtung stadtauswärts.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit wird von allen Fahrzeugen, die sich zum Aufnahmezeitpunkt im untersuchten Streckenabschnitt der Rosenheimer Straße befunden haben, getrennt nach Fahrtrichtung berechnet. Stadteinwärts wurden aufgrund des hohen Fahrzeugaufkommens nur relativ niedrige Durchschnittsgeschwindigkeiten erreicht (siehe Abb. 8-15). Stadtauswärts wurde nur eine geringe Menge an Fahrzeugen detektiert, die eine durchschnittlich höhere Geschwindigkeit fahren konnte (siehe Abb. 8-16).

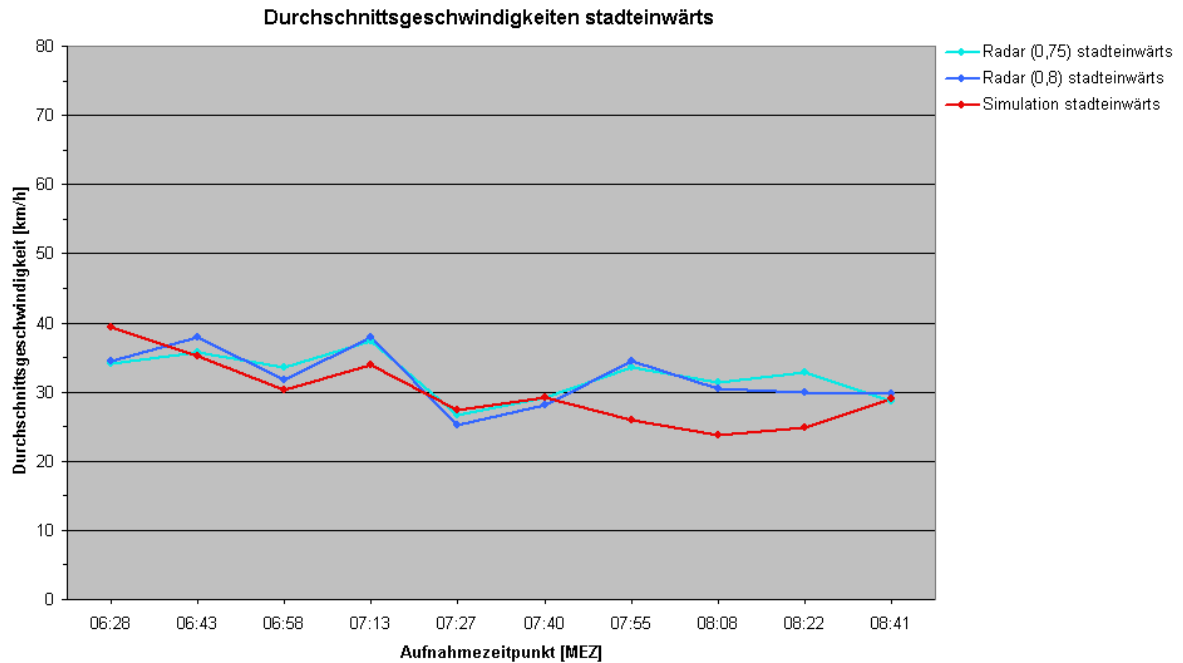


Abbildung 8-15: Vergleich zwischen den Durchschnittsgeschwindigkeiten der aus den Radardaten extrahierten und den simulierten Fahrzeugen in Richtung stadteinwärts.

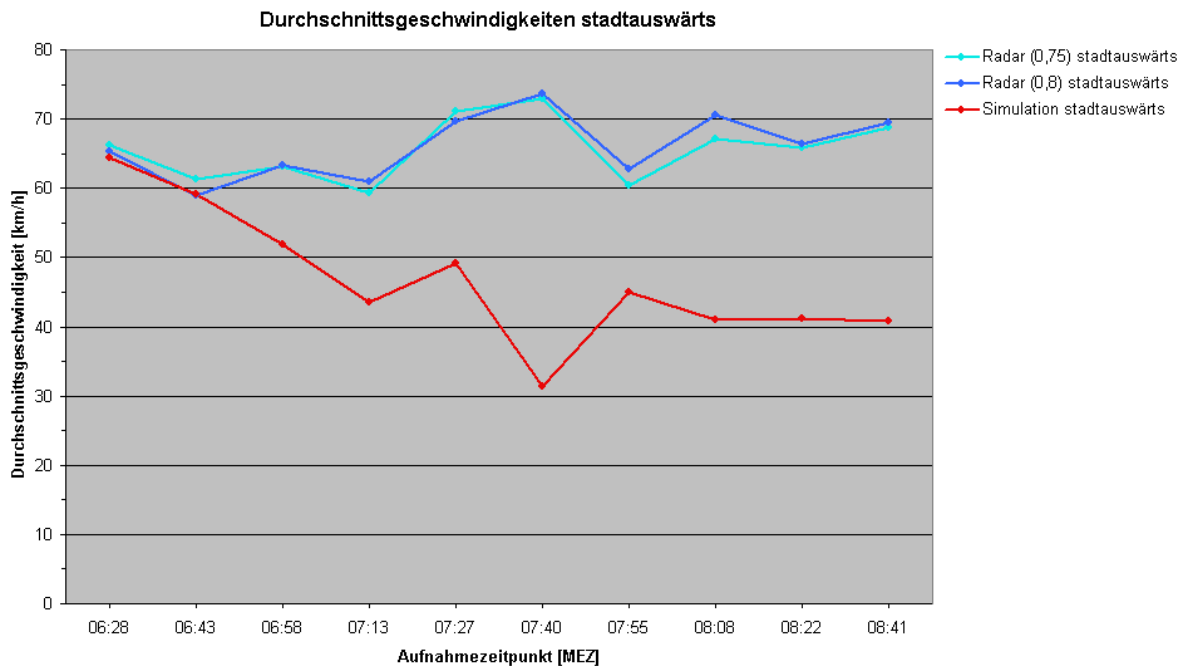


Abbildung 8-16: Vergleich zwischen den Durchschnittsgeschwindigkeiten der aus den Radardaten extrahierten und den simulierten Fahrzeugen in Richtung stadtauswärts.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit der aus den Radardaten extrahierten Fahrzeuge ist bei beiden angewandten Kohärenzfiltern fast gleich (siehe Abb. 8-15 und 8-16). Dies zeigt, daß die Kohärenzfilterung unabhängig von der Geschwindigkeit der einzelnen Fahrzeuge die Störsignale zuverlässig beseitigt.

Der Vergleich der Durchschnittsgeschwindigkeiten der unterschiedlich erhobenen Fahrzeugdaten zeigt in Richtung stadteinwärts eine relativ gute Übereinstimmung, wobei die Werte aus den Radardaten meist etwas höher sind als die der Simulation (siehe Abb. 8-15). In Richtung stadtauswärts jedoch ergeben sich größere Differenzen. Die hohe Durchschnittsgeschwindigkeit, die aus den Radardaten extrahiert wurde, erreicht die Simulation nur anfangs und fällt dann im weiteren Verlauf rapide ab (siehe Abb. 8-16).

Eine Erklärung für diese große Differenz ist die Änderung in der Verkehrsführung. Es wurden zwar sowohl 1999 als auch 2003 zuflußgesteuerte LSA-Steuerungen in der Rosenheimer Straße verwendet, aber offensichtlich waren diese unterschiedlich. Die Simulation berücksichtigt die seit dem 15.12.2002 eingeführte Buspriorisierung, doch wurden keine Busse eingegeben, da die Busse auf ihrer eigenen Busspur fahren und so den MIV in der Simulation kaum beeinflussen (Weichenmeier, 2003). Damit sind die beiden LSA-Steuerungen von 1999 und 2003 sehr ähnlich und lassen vergleichbare Ergebnisse erwarten. Die Ergebnisse sind tatsächlich jedoch sehr unterschiedlich, daher müssen sich die Verfahren unabhängig von der Buspriorisierung unterscheiden. Da die Steuerungsdaten der LSA und der Induktionsschleifen von 1999 nicht aufgezeichnet und archiviert wurden, kann kein Vergleich angestellt werden. Das Steuerungsverfahren von 2003 scheint die stadtauswärts fahrenden Fahrzeuge öfter zum Halten zu zwingen, als noch das alte Steuerungsverfahren von 1999. Daher ist die Durchschnittsgeschwindigkeit der simulierten Fahrzeuge 2003 stadtauswärts viel niedriger als die der per Radar 1999 detektierten Fahrzeuge. Stadteinwärts wirkt sich der Unterschied zwischen den beiden Verfahren kaum aus, da die geringe Durchschnittsgeschwindigkeit vor allem von der höheren Verkehrsmenge beeinflusst wird und weniger stark von der LSA-Steuerung.

Ein weiterer Grund für die große Differenz der Durchschnittsgeschwindigkeiten stadtauswärts liegt vermutlich darin begründet, daß die Radardatenaufnahme nur etwa eine Sekunde umfaßt und die Geschwindigkeitsverteilung des Verkehrs nur zu genau diesem Zeitpunkt wiedergibt. Es wäre möglich, daß die Radardaten genau zwischen den LSA-Schaltungen während der Grünphase aufgenommen wurden und die Simulationsdaten in einer anderen LSA-Schaltungsphase, während sich viele Fahrzeuge gerade in der Anfahr- oder Abbremsphase befanden. Würde man die Simulation zu einem um einige Sekunden verschobenen Zeitpunkt anhalten, würde sich ein ganz anderes Bild ergeben. Die Verteilung der Geschwindigkeiten der einzelnen Fahrzeuge, die mit Hilfe der nachfolgenden Graphiken deutlich wird, zeigt dies deutlich.

Stadteinwärts weisen die Radardaten eine große Bandbreite der aufgenommenen Geschwindigkeiten auf, wobei die Mehrheit der Fahrzeuge im Bereich deutlich unter 50 km/h liegt (siehe Abb. 8-17). Die Simulationsdaten streuen weniger, insbesondere fällt auf, daß bis auf einen Ausreißer alle Fahrzeuge im Bereich unter 60 km/h liegen (siehe Abb. 8-18). Beide Datenmen-gen besitzen ähnliche Durchschnittswerte (siehe Abb. 8-15).

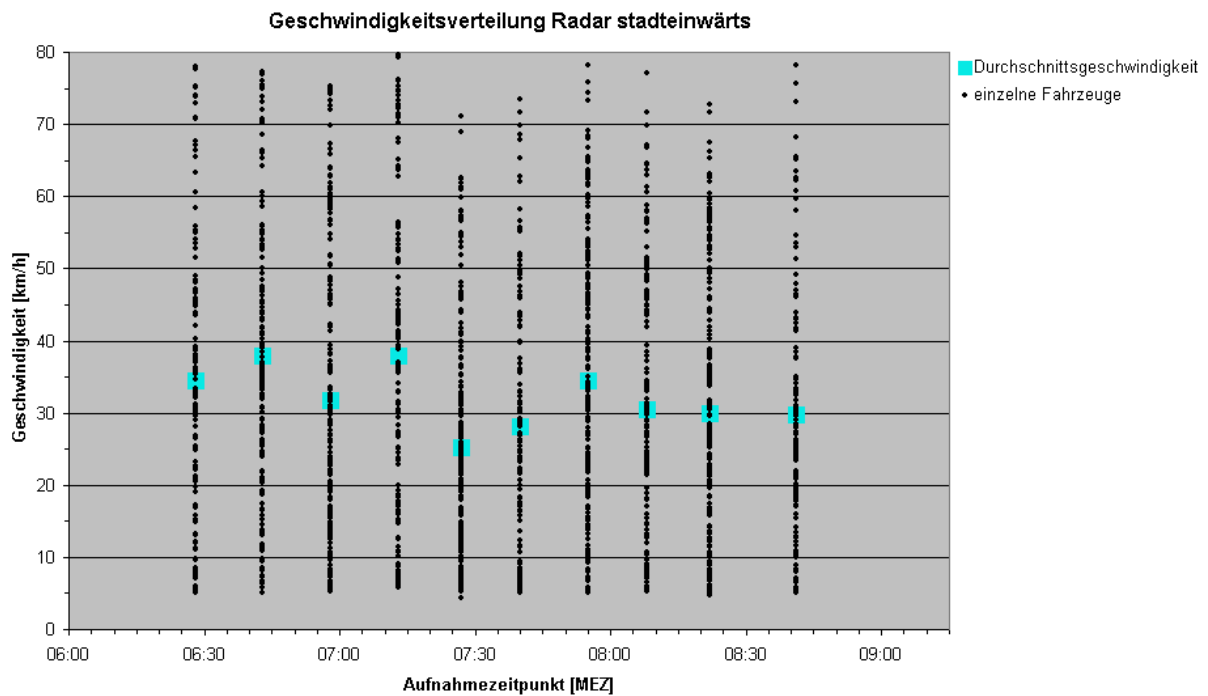


Abbildung 8-17: Geschwindigkeitsverteilung der per Radar aufgenommenen Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße in Fahrtrichtung stadteinwärts.

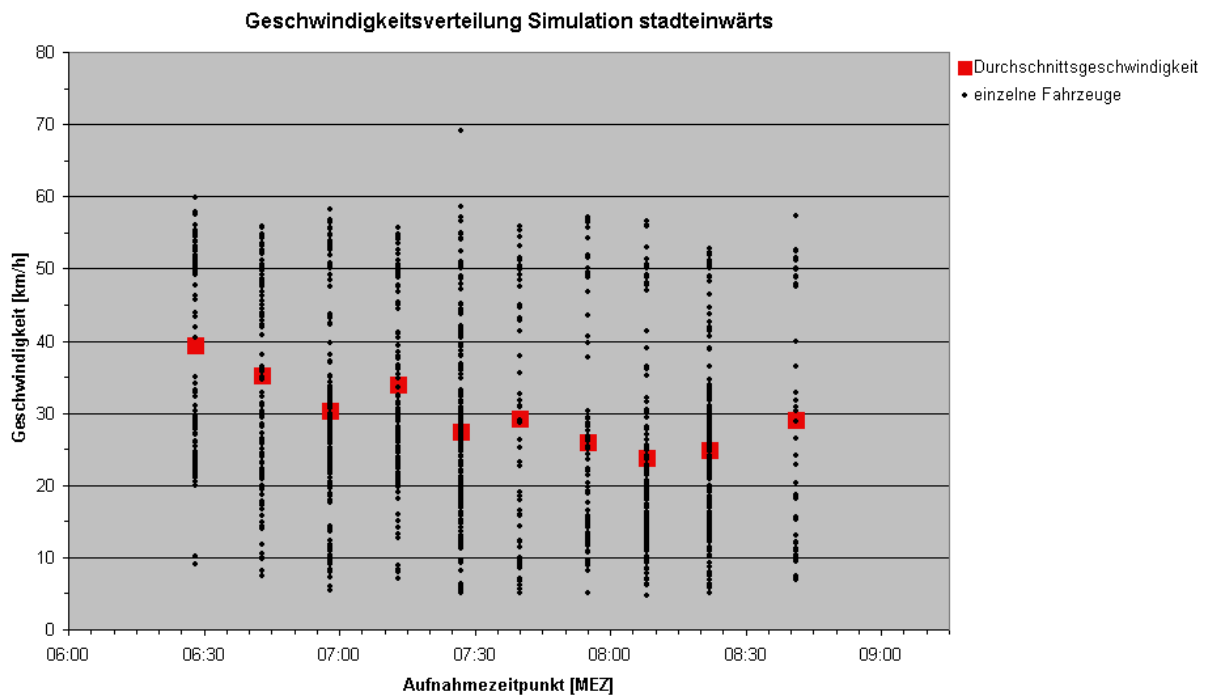


Abbildung 8-18: Geschwindigkeitsverteilung der per Simulation generierten Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße in Fahrtrichtung stadteinwärts.

Stadtauswärts liegt eine andere Verteilung vor. Während die vom Radar erfaßten Fahrzeuge fast alle im Bereich über 30 km/h liegen und damit eine geringere Spannweite des Bereichs aufweisen (siehe Abb. 8-19), ist der Geschwindigkeitsbereich der einzelnen per Simulation erzeugten Fahrzeuge viel größer (siehe Abb. 8-20). Die größere Häufung der niedrigeren Geschwindigkeiten der Simulation spricht dafür, daß die Standbilder offensichtlich überwiegend den Zeit-

punkt der Anfahr- und Abbremsphasen der Fahrzeuge erfaßt haben. Im Gegensatz dazu wurden vom Radar fast alle Fahrzeuge während einer Grünphase der LSA aufgenommen.

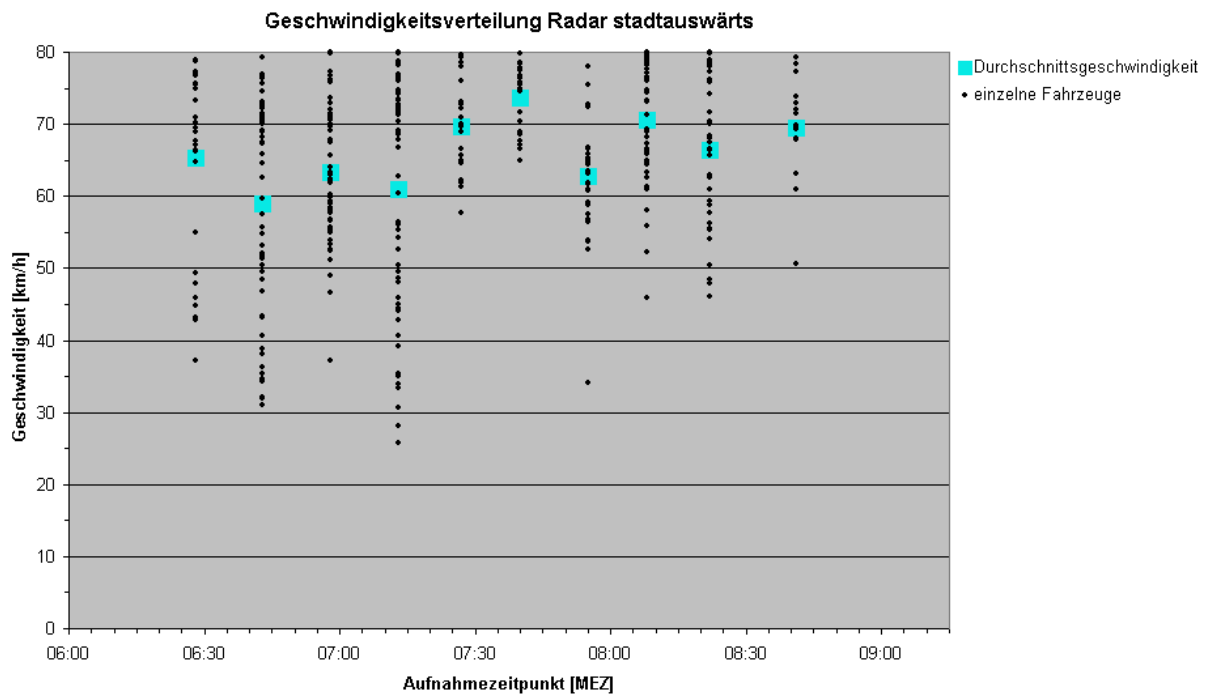


Abbildung 8-19: Geschwindigkeitsverteilung der per Radar aufgenommenen Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße in Fahrtrichtung stadtauswärts.

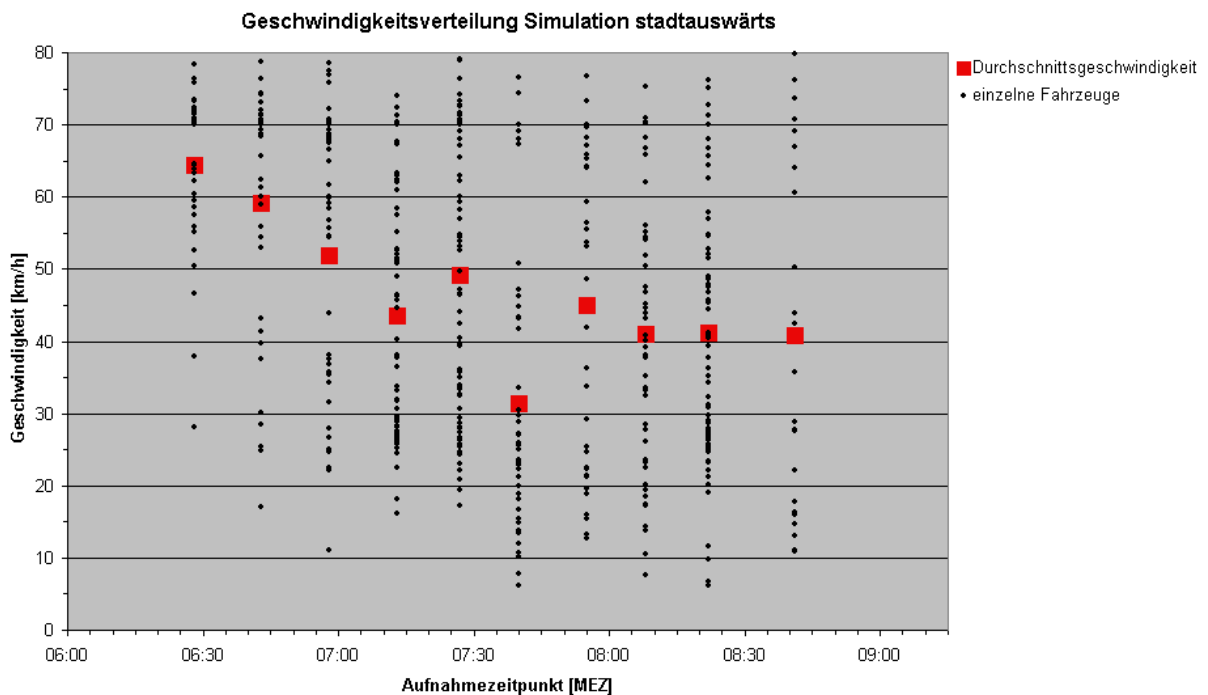


Abbildung 8-20: Geschwindigkeitsverteilung der per Simulation generierten Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße in Fahrtrichtung stadtauswärts.

Die Daten der FCD, der einzigen zur Verfügung stehenden Ground Truth, lassen sich nicht mit den per Radar und Simulation gewonnenen Daten vergleichen. Sowohl das Radar wie auch die dem Zeitpunkt der Radaraufnahme entsprechenden Standbilder der Simulation betrachten alle Fahrzeuge auf der untersuchten Strecke der Rosenheimer Straße zu einem Zeitpunkt und aus

dieser räumlich verteilten Fahrzeugmenge wird die durchschnittliche Geschwindigkeit berechnet. Es können per Radar nicht die Reisezeiten einzelner Fahrzeuge erhoben werden, da die Radaraufnahmen im Abstand von etwa 15 Minuten erfolgten, die Reisezeit durch die Rosenheimer Straße aber weit niedriger ist als die Wiederholung der Radaraufnahmen. Das Radar kann also einzelne Fahrzeuge nicht verfolgen bis sie die gesamte Strecke der Rosenheimer Straße durchfahren haben. Die Durchschnittsgeschwindigkeiten der FCDs hingegen stammen von jeweils einem Fahrzeug, das die gesamte Strecke durchfuhr. Da die Daten der FCDs und des Radars bzw. der Simulation unterschiedlichen Meßmethoden unterliegen, ist ein direkter Vergleich nicht möglich.

Für die Simulationen standen keine Ground Truth Daten (Daten der Detektoren und Lichtsignalanlagen) von den Zeitpunkten der Radaraufnahmen zu Verfügung. Es wurde zwar ein vergleichbarer Tag herangezogen mit dem die Simulation generiert wurde, jedoch entstanden diese Daten vier Jahre nach der Radardatenaufnahme. Sie geben einen plausiblen Verkehrsablauf zum Zeitpunkt der Radaraufnahmen wieder, aber da sie nicht die originären Daten sind, können sie nicht genau denselben Zustand wiedergeben. Zum Vergleich stehen nur jeweils 10 Radaraufnahmen und 10 Simulationsstandbilder zur Verfügung, was eine zu geringe Menge ist, um fundierte Aussagen treffen zu können. Jedoch kann damit das grundsätzliche Prinzip des Vergleichs zwischen Daten ganz unterschiedlicher Aufnahmemethoden wiedergegeben werden.

### 8.4.3 Räumlich-zeitliche Verteilung des Verkehrs

Um die Ergebnisse der Radardaten und der Simulation bildlich darstellen und die räumliche Verteilung der Fahrzeuge vergleichen zu können, müssen die jeweils benutzten Kartengrundlagen in genaue Übereinstimmung gebracht werden. Die kartographische Grundlage der Simulation ist der sogenannte Netzgraph. Dieser stellt eine linienhafte Darstellung des Straßennetzes dar und wurde aus der städtischen Grundkarte (Maßstab 1:1000) im Auftrag der Stadt München digitalisiert. Jede Straße ist mit einer Linie wiedergegeben, wobei diese nicht unbedingt in der Straßenmitte liegt, sie kann irgendwo in Straßenraum liegen. Die Rosenheimer Straße umfaßt je Fahrtrichtung für den MIV zwei bis drei Fahrstreifen und für den ÖPNV je Fahrtrichtung eine. Das heißt bei 3,75 m Breite pro Fahrstreifen, kann die digitalisierte Straßenlinie innerhalb der Straße in einem Bereich von 22,5 bis 30,0 m mäandrieren. Die aus der Radarbefliegung extrahierten Fahrzeuge wurden auf dem georeferenzierten Amplitudenbild dargestellt. Sowohl Netzgraph als auch Amplitudenbild sind auf das Gauß-Krüger-System mit dem 12. Längengrad als Hauptmeridian projiziert.

Die beiden Kartengrundlagen Netzgraph und geokodiertes Radaramplitudenbild wiesen trotz gleicher Projektionsparameter Abweichungen voneinander auf. Als Referenz wurden eine topographische Karte im Maßstab 1 : 25 000 und eine Stadtteilkarte im Maßstab 1 : 5 000 herangezogen. Die Abweichungen der Radardaten von der Stadtteilkarte betragen bei stichprobenartigen Vergleichen stellenweise zwischen 4 und 30 m. Auch der Netzgraph wich von der Stadtteilkarte zwischen 0 und 14 m ab.

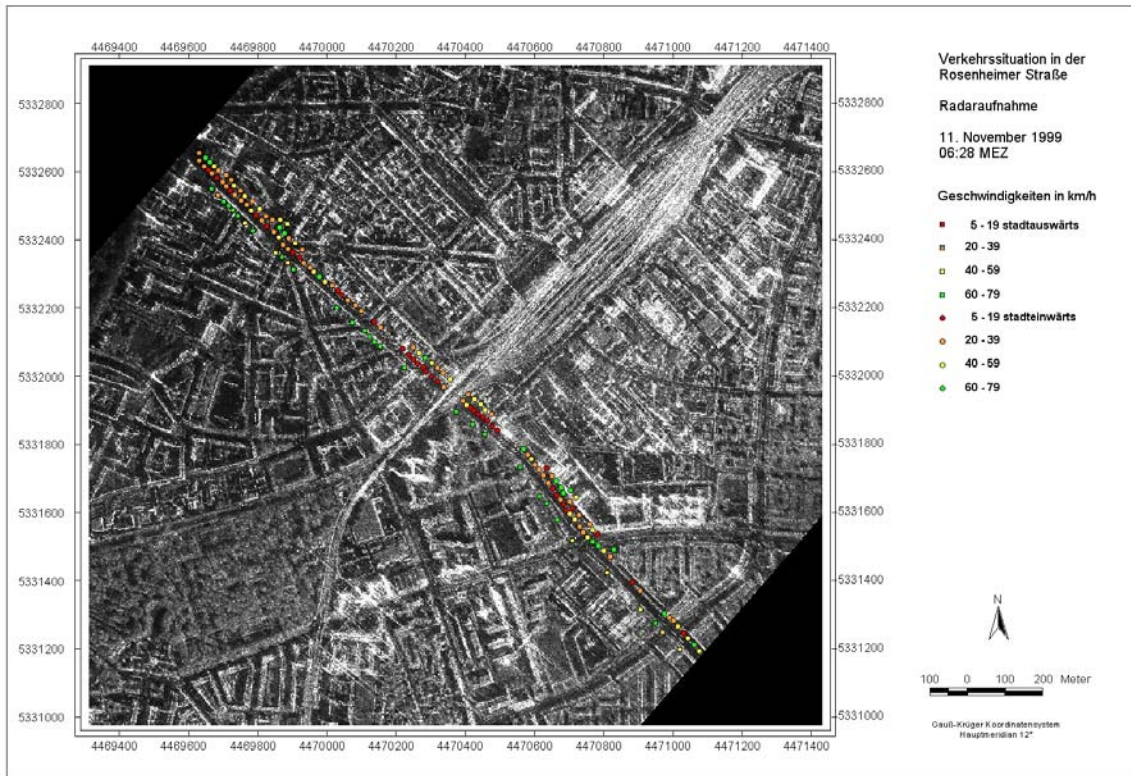


Abbildung 8-21: Ergebnis der räumlichen Verteilung des Verkehrs, Radaraufnahme 11.11.1999, 06:28 MEZ. Hier ein ausgewähltes Beispiel, alle Aufnahmen befinden sich in voller Größe im Anhang.

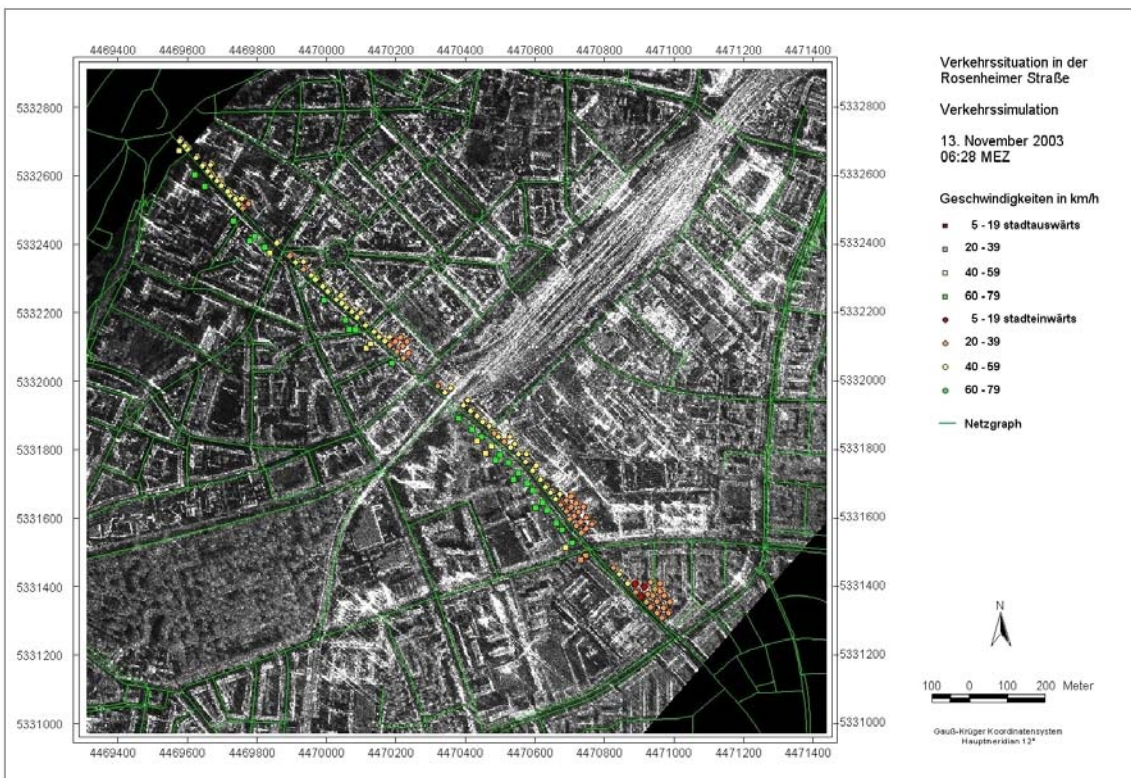


Abbildung 8-22: Ergebnis der räumlichen Verteilung des Verkehrs, Verkehrssimulation 13.11.2003, 06:28 MEZ. Hier ein ausgewähltes Beispiel, alle Aufnahmen befinden sich in voller Größe im Anhang.

Der Grund für die Abweichungen der Radardaten von den topographischen Karten ist, daß für die Geokodierung der Radardaten kein genaues Geländemodell zur Verfügung stand. Statt dessen wurde ein Modell, das an jedem Punkt den gleichen Wert der mittleren Geländehöhe enthält, verwendet (siehe Kapitel 5.4). Daraus ergeben sich Ungenauigkeiten, die im Bereich der festgestellten Abweichungen liegen. Desweiteren standen für die Along-Track-Interferometrie-Daten (ATI) keine Kalibrierungsmöglichkeiten in Bezug auf die geographische Lage zur Verfügung, wie sie bei Aufnahmen im Across-Track-Interferometrie-Modus (XTI) besteht (siehe Kapitel 3). Für XTI-Aufnahmen werden sogenannte Corner Reflektoren, metallische Tetraeder, im Gelände aufgestellt. Der genaue Standpunkt und Ausrichtung in alle drei Raumwinkel dieser Corner Reflektoren wird in Bezug auf die Flugbahn des Flugzeugs berechnet. Sie werden vor der Befliegung so ausgerichtet, daß beim Überflug die Radarpulse in genau dem Winkel in den Tetraeder fallen, daß die gesamte Energie wieder zum Radarsensor reflektiert wird. In den Bild-daten sind sie als kreuzförmige, helle Reflexionen erkennbar. Damit können dann gegebenenfalls auftretende Abweichungen der Daten von der wahren Lage (im Meterbereich) korrigiert und die Geokodierung mit genaueren Parametern durchgeführt werden. Diese Möglichkeit stand für die vorliegenden ATI-Aufnahmen nicht zur Verfügung, so daß es zu den beschriebenen Abweichungen der räumlichen Lage kommt.

Ein Vergleich der räumlichen Verteilung (siehe Anhang) der Fahrzeuge zeigt eine tendenzielle Übereinstimmung der Radaraufnahmen mit den Simulationsdaten. Eine genaue Übereinstimmung kann aus den bereits diskutierten Gründen der fehlenden Referenzdaten (siehe Kapitel 8.1 und 8.4.2) nicht erreicht werden.



## Kapitel 9 Analyse der extrahierten Fahrzeuginformation

Im folgenden wird die räumlich-zeitliche Verteilung der Fahrzeugmenge und der Geschwindigkeiten, der per Radarbefliegung erfaßten und per Simulation generierten Daten, dargestellt und interpretiert.

### 9.1 Räumlich-zeitliche Verteilung der Anzahl der Fahrzeuge

Die Anzahl der stadteinwärts und der stadtauswärts fahrenden Fahrzeuge auf der Rosenheimer Straße wurden zu den Aufnahmezeitpunkten des Radars von Querstraße zu Querstraße gezählt. Die per Simulation generierten Fahrzeuge wurden zur gleichen Uhrzeit wie die Radaraufnahmen entnommen, d.h. zu den jeweiligen Zeitpunkten wurde die Simulation angehalten und das Standbild ausgezählt. Um eine bessere Übersicht zu erhalten, wurde die Anzahl der Fahrzeuge in Intervallschritten von je 15 Fahrzeugen zusammengefaßt.

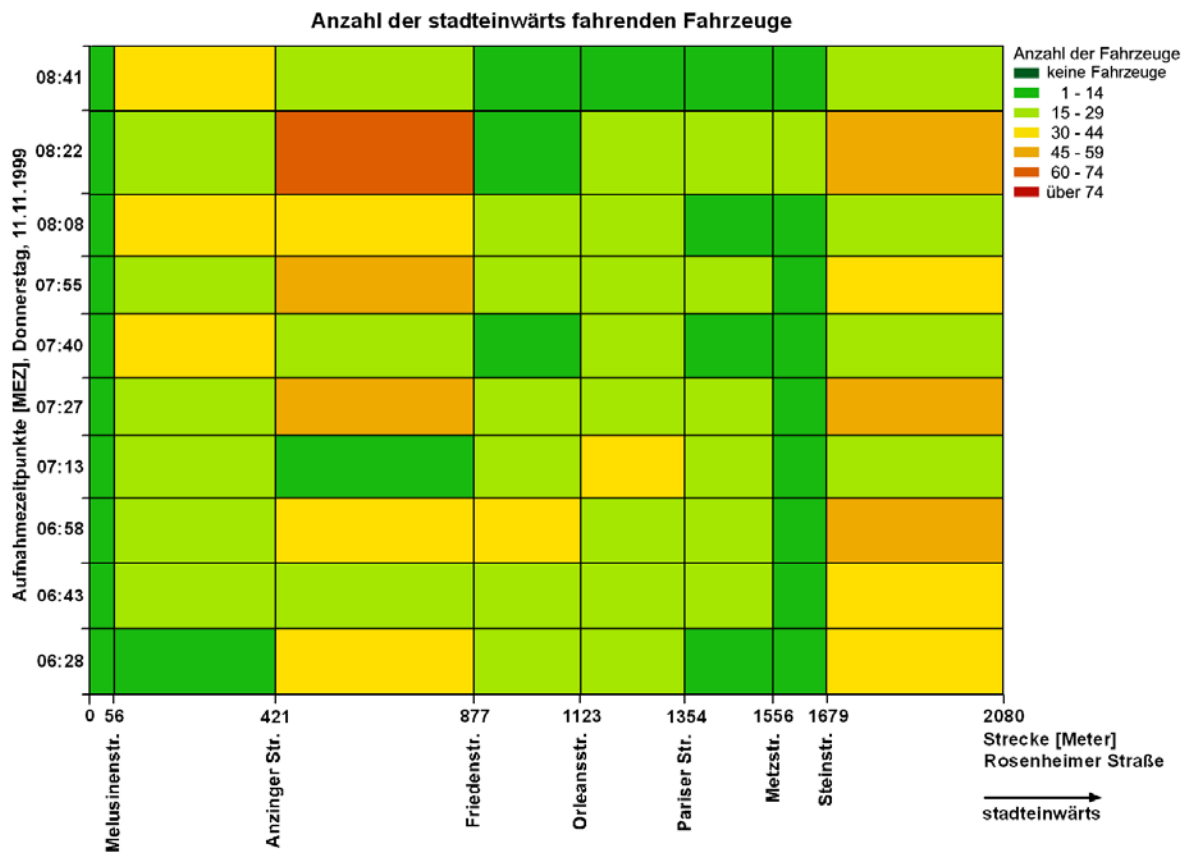


Abbildung 9-1: Anzahl der Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße in Fahrtrichtung stadteinwärts, die per Radar erfaßt wurden. Die Fahrzeuge wurden von Querstraße zu Querstraße gezählt und sind für die Zeitpunkte der Radaraufnahmen dargestellt.

Stadteinwärts sind die Gesamtmengen der Anzahl der Fahrzeuge der Radaraufnahme und der Simulation ähnlich hoch, wobei die Anzahl der per Radar detektierten Fahrzeuge zu allen Aufnahmezeitpunkten etwas überhalb der per Simulation generierten liegt (siehe Abb. 8-13). Auch die räumliche Verteilung der Fahrzeugmengen auf dem untersuchten Streckenabschnitt der Rosenheimer Straße ist zwischen den Radar- und den Simulationsdaten ähnlich (siehe Abb. 9-1 und 9-2). Die höchste Anzahl an Fahrzeugen wird im Abschnitt zwischen Anzinger und Frie-

denstraße zu fast allen Aufnahmezeitpunkten erreicht, wobei sie um 08:22 MEZ am höchsten ist. Weiterhin zeigen die Abschnitte zwischen der Melusinen- und der Anzinger Straße, sowie zwischen der Steinstraße und dem nördlichen Ende der Rosenheimer Straße, eine jeweils hohe Dichte, d.h. Anzahl an Fahrzeugen pro Streckenabschnitt, zu fast allen Aufnahmezeitpunkten.

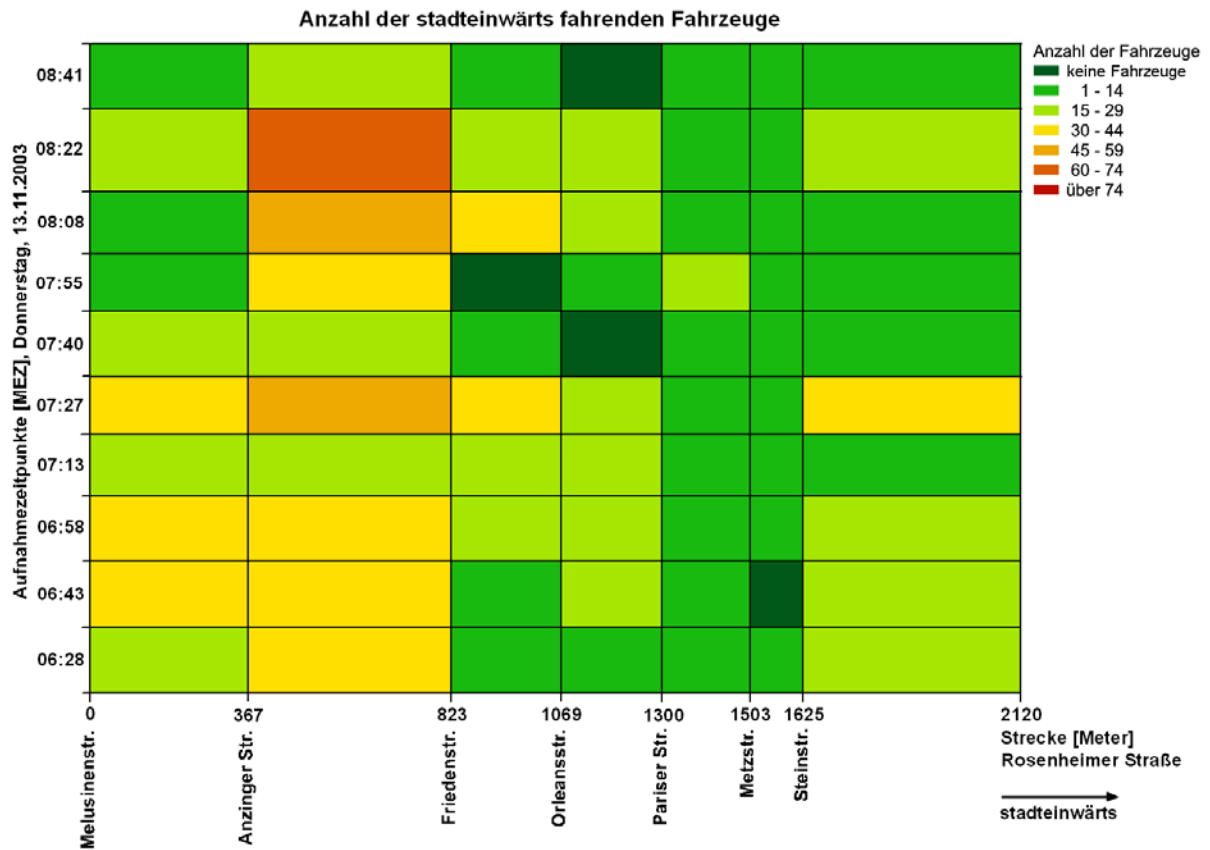


Abbildung 9-2: Anzahl der Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße in Fahrtrichtung stadteinwärts, die per Simulation generiert wurden.

Die Verteilung der Anzahl der Fahrzeuge in den jeweiligen Straßenabschnitten weist auf die Verkehrsströme hin. In Richtung stadteinwärts strömt viel Verkehr aus der Anzinger Straße in die Rosenheimer, da die Anzinger Straße über die Bad Schachener Straße mit dem Mittleren Ring verbunden ist (Stadtplan siehe Abb. 4-4). Die Rosenheimer stellt eine wichtige Verbindung zwischen dem Mittleren Ring und der Innenstadt dar. Berufspendler, die aus östlicher Richtung kommen, fahren vom Mittleren Ring an der Bad Schachener Straße ab und kommen über die Anzinger Straße auf die Rosenheimer, so daß der Abschnitt nach der Anzinger Straße stärker belastet ist. Erst an der nächsten Querstraße, der Friedenstraße, die zum Ostbahnhof führt, biegen viele Fahrzeuge ab, so daß im weiteren Verlauf der Rosenheimer Straße die Fahrzeugmengen geringer sind.

Der Abschnitt zwischen der Anzinger und der Orleansstraße ist der am stärksten befahrene. In diesem Abschnitt stehen dem MIV zusätzliche Abbiegespuren zur Verfügung, so daß teilweise mehr als zwei Fahrspuren pro Fahrtrichtung vorhanden sind. Im Abschnitt nördlich der Orleansstraße ist der Straßenraum enger und es existieren nur jeweils zwei Fahrspuren pro Fahrtrichtung. Dadurch ist die Anzahl der Fahrzeuge auf diesem Abschnitt geringer. Erst am Rosenheimer Platz fließt wieder viel Verkehr aus der Steinstraße in die Rosenheimer Straße, was in einer deutlichen Erhöhung der Anzahl der Fahrzeuge in den Radaraufnahmen zu sehen ist. In den Simulationsdaten ist dies weniger deutlich.

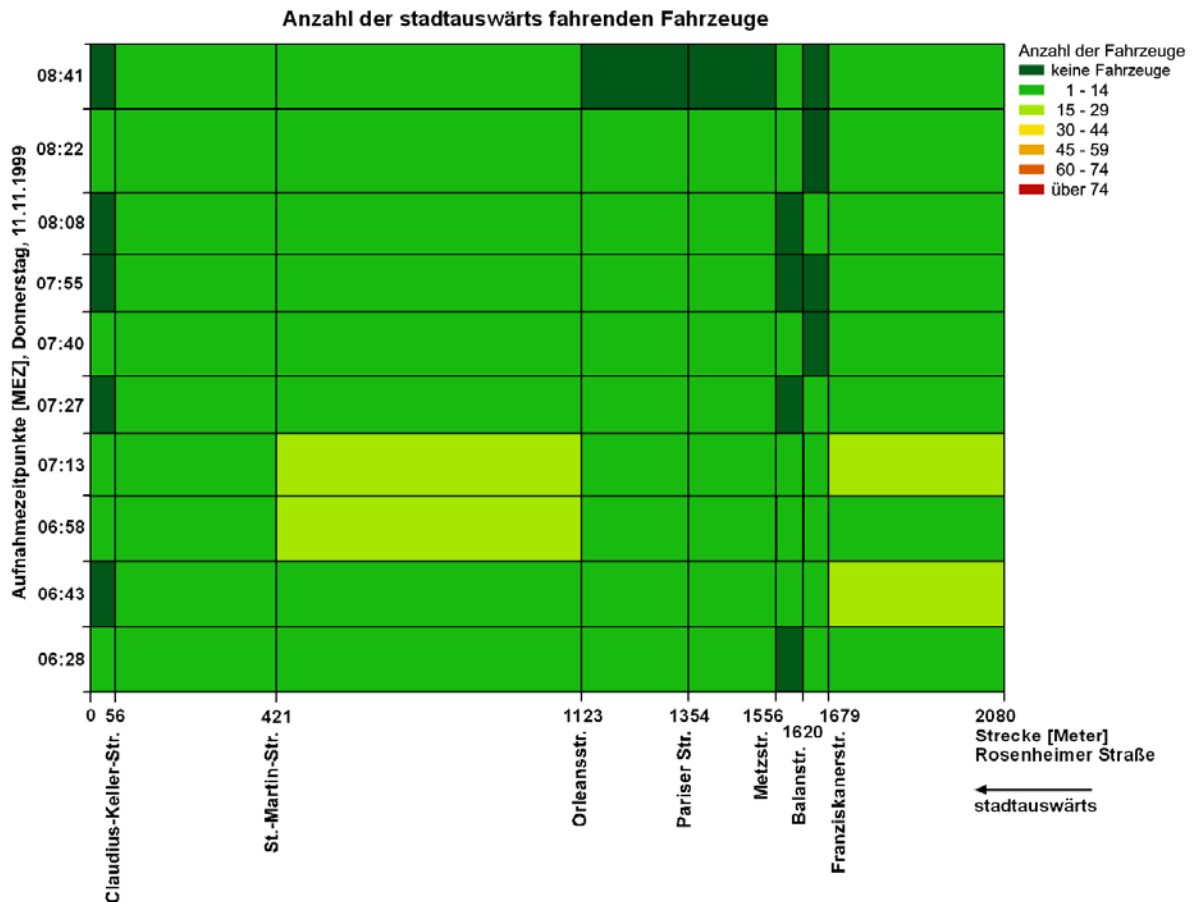


Abbildung 9-3: Anzahl der Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße in Fahrtrichtung stadtauswärts, die per Radar erfasst wurden.

Stadtauswärts sind die per Radar und per Simulation gewonnenen Fahrzeugmengen etwa gleich hoch (siehe Abb. 8-14). Die Verkehrsströme in Richtung stadtauswärts verteilen sich weniger stark wie stadteinwärts (siehe Abb. 9-3 und 9-4). Über die Balanstraße sind die Siemens-Werke erreichbar, zu denen im November 2001 noch ca. 4700, im Januar 2004 ca. 4100 Mitarbeiter täglich pendelten. Der Anteil derjenigen, die den ÖPNV benutzen, ist nicht bekannt, jedoch läßt sich die Annahme treffen, daß ein großer Teil des Verkehrsaufkommens des MIVs in der Rosenheimer Straße diesem Fahrziel zuzuordnen ist. Die Verkehrsteilnehmer, die aus der Innenstadt kommen und dann zu den Siemens-Werken in die Balanstraße abbiegen, befahren die Rosenheimer Straße nur einen kurzen Streckenabschnitt, so daß nach der Balanstraße die Verkehrsmenge geringer wird.

Aus der Orleansstraße biegt noch eine etwas größere Anzahl an Fahrzeugen in die Rosenheimer ab, so daß der Abschnitt zwischen der Orleans- und der St.-Martin-Straße der am stärksten befahrene ist. Dieser Abschnitt entspricht stadteinwärts dem Abschnitt zwischen der Anzinger und der Orleansstraße und weist dort ebenfalls die höchste Anzahl an Fahrzeugen pro Streckenabschnitt, sprich Fahrzeugdichte, auf. Für die Simulationsdaten tritt stadtauswärts die höchste Fahrzeugdichte um 08:22 MEZ auf, zum selben Zeitpunkt wie in Richtung stadteinwärts. Insgesamt weisen die Fahrzeugdichten stadtauswärts eine weniger hohe Variabilität von Straßenabschnitt zu Straßenabschnitt auf wie in Richtung stadteinwärts.

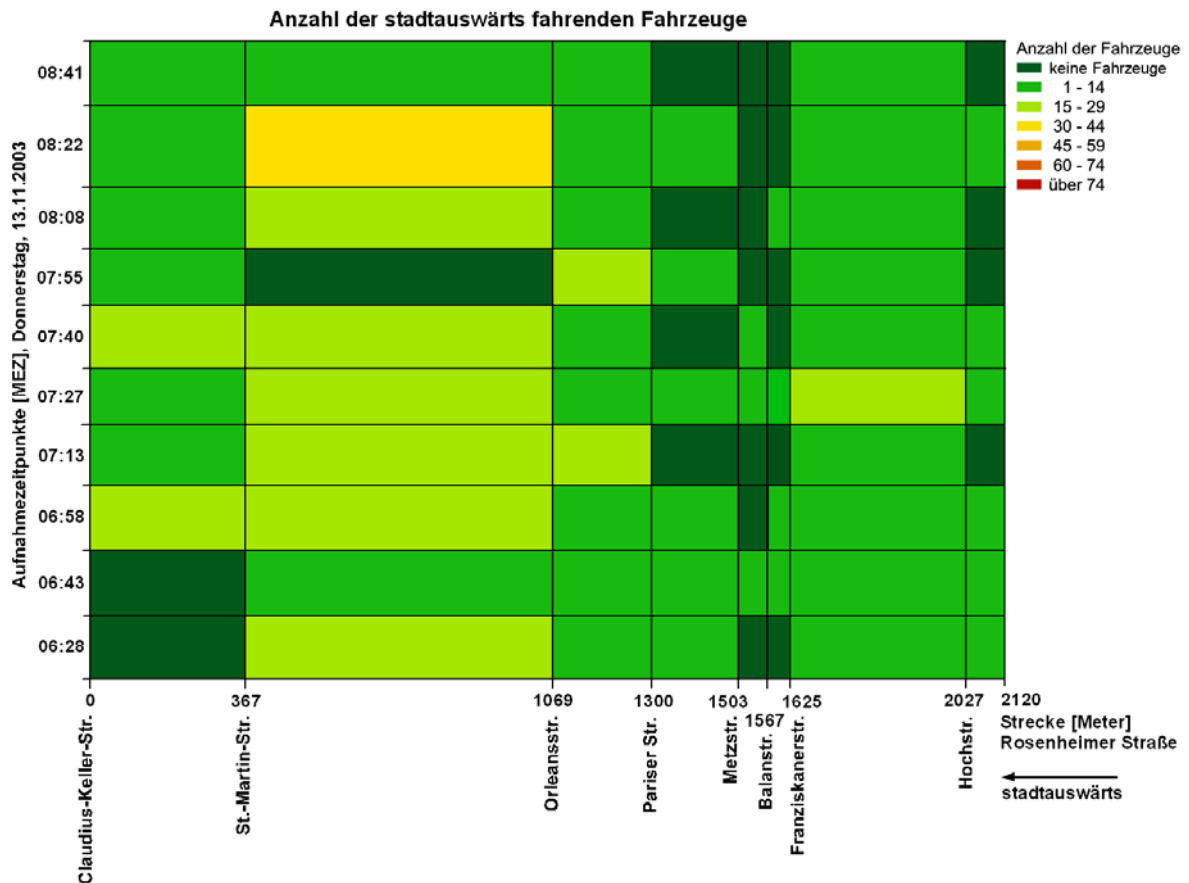


Abbildung 9-4: Anzahl der Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße in Fahrtrichtung stadtauswärts, die per Simulation dargestellt wurden.

## 9.2 Geschwindigkeitsverteilung

Um die mit Hilfe der Radaraufnahmen erfaßten Fahrzeuggeschwindigkeiten und die durch eine Verkehrssimulation generierten Daten im Überblick analysieren zu können, wurden sogenannte Konturplots erstellt. Sie geben in graphischer Form die räumliche und zeitliche Verteilung der Geschwindigkeiten wieder. Sie werden hier getrennt nach Fahrtrichtung stadtauswärts und stadteinwärts vorgestellt.

Die Radaraufnahmetechnik hat eine geschätzte Meßungenauigkeit von +/- 5 km/h (Moreira, J., 2001). Da mangels Ground Truth keine genaue Fehleranalyse durchgeführt werden konnte und mit dieser Meßungenauigkeit keine genaue Differenzierung zu stehenden Fahrzeugen gegeben ist, wurden Fahrzeuge mit einer Geschwindigkeit von weniger als 5 km/h ausgeschlossen. Die stehenden Fahrzeuge wurden nicht untersucht, da dazu eine andere Auswertetechnik nötig ist, die aus zeitlichen Gründen im Rahmen dieser Arbeit nicht durchgeführt werden konnte.

Die für diese Untersuchung erstellten Konturplots lehnen sich an die Studie der University of California, Berkeley (UCB), zur Untersuchung der meistbefahrenen Autobahnen rund um San Francisco zwischen 1967 und 1971 an (University of California, 1969; Makigami et al., 1970; Allen & May, 1970; Aidoo et al., 1971). Zweck dieser Studie war die Untersuchung des Verhaltens der Autofahrer, das vom umgebenden Verkehr und der Gestaltung der Autobahn beein-

flußt wird. Weiterhin diente die Studie der Identifizierung kritischer Streckenabschnitte und deren Verbesserungsmöglichkeiten. Zur Datenaufnahme wurde eine flugzeuggetragene optische Kamera benutzt. Aus den Luftaufnahmen wurden die Verkehrsdichten ermittelt und die Fahrzeuge in Klassen unterschieden. Gleichzeitig wurde eine Verkehrszählung am Boden durchgeführt.

Zusätzlich wurden die untersuchten Strecken mit Testfahrzeugen befahren, deren Fahrer die Anweisung hatten, sich wie der umgebende Verkehrstrom zu verhalten. Die Wagen hatten damals noch nicht die Ausstattung der heutigen modernen Floating Cars, zeichneten aber ebenfalls Reisezeit, Geschwindigkeit und Fahrzeugbeschleunigung auf. Mit diesen Fahrzeugdaten wurden die aus den Luftbildern ermittelten Fahrzeuggeschwindigkeiten verifiziert. Als Ergebnis liegen die Daten der Fahrzeugdichten der Autobahnen, deren Auf- und Abfahrten, sowie Reisezeiten und -geschwindigkeiten während der Verkehrsspitzenzeiten am Vormittag und Nachmittag vor.

Die Untersuchung unterlag den für optische Systeme typischen Einschränkungen, wie die der Tageslicht- und Wetterabhängigkeit (siehe Kapitel 1) und lokalen Besonderheiten, wie z.B. insgesamt 14 Nebeltagen im Jahr in San Francisco, die vorwiegend von September bis Februar auftreten. Daher wurden die Luftaufnahmen in den nebelfreien Monaten April und Mai im Jahre 1968 durchgeführt. Insgesamt sind jedoch die Wetterbedingungen in Kalifornien für optische Aufnahmen günstiger als in Mitteleuropa. Eine weitere Einschränkung war damals noch mehr wie heute, der sehr hohe Anteil an manuellen Verarbeitungsschritten bei der Bilddatenauswertung, so daß die große Menge erhobener Daten nur selektiv ausgewertet werden konnte. Die daraus abgeleiteten weiteren Analysen wurden damals mit den ersten Rechnersystemen durchgeführt und teilweise in Form von manuell erstellten Konturplots dargestellt. Man kann so bestimmte Geschwindigkeitsmuster erkennen, die für bestimmte Streckenabschnitte und Tageszeiten typisch sind.

Nach diesem Verfahren wurden die nachfolgenden Konturplots für die vorliegende Untersuchung der Rosenheimer Straße in München programmiert. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Methode der UCB auf 6 bis 8-spurigen Autobahnen pro Fahrtrichtung angewandt wurde und die vorliegende Arbeit eine Hauptverkehrsstraße im innerstädtischen Raum mit maximal 2-3 Fahrspuren pro Fahrtrichtung untersucht. Der innerstädtische Verkehr unterscheidet sich vom Autobahnverkehr vor allem durch häufige Halte an Lichtsignalanlagen (LSA). Dadurch kommt es kaum zu einem gleichmäßigen Verkehrsfluß, insbesondere stadteinwärts in der morgendlichen Verkehrsspitze mit hohem Fahrzeugaufkommen und stellenweisen Staus. Stadtauswärts ist ein gleichmäßigerer Verkehrsfluß aufgrund der geringen Verkehrsmenge in der Rosenheimer Straße während des Untersuchungszeitraums gegeben (siehe Kapitel 8.4.1), der jedoch durch LSA-bedingte Halte immer wieder unterbrochen wird. Ein gleichmäßigerer Verkehrsfluß wird nur auf längeren Strecken erreicht, die hier gegebenen Streckenabschnitte zwischen den LSA sind jedoch zu kurz. Ein zweiter Aspekt ist die Datenmenge, die auf Autobahnen, insbesondere mehrspurigen, zu den Verkehrsspitzenzeiten viel höher ist als auf der hier untersuchten innerstädtischen Straße. Dadurch kommt es hier stellenweise zu Datenlücken, die mit dem vorliegenden Verfahren interpoliert wurden.

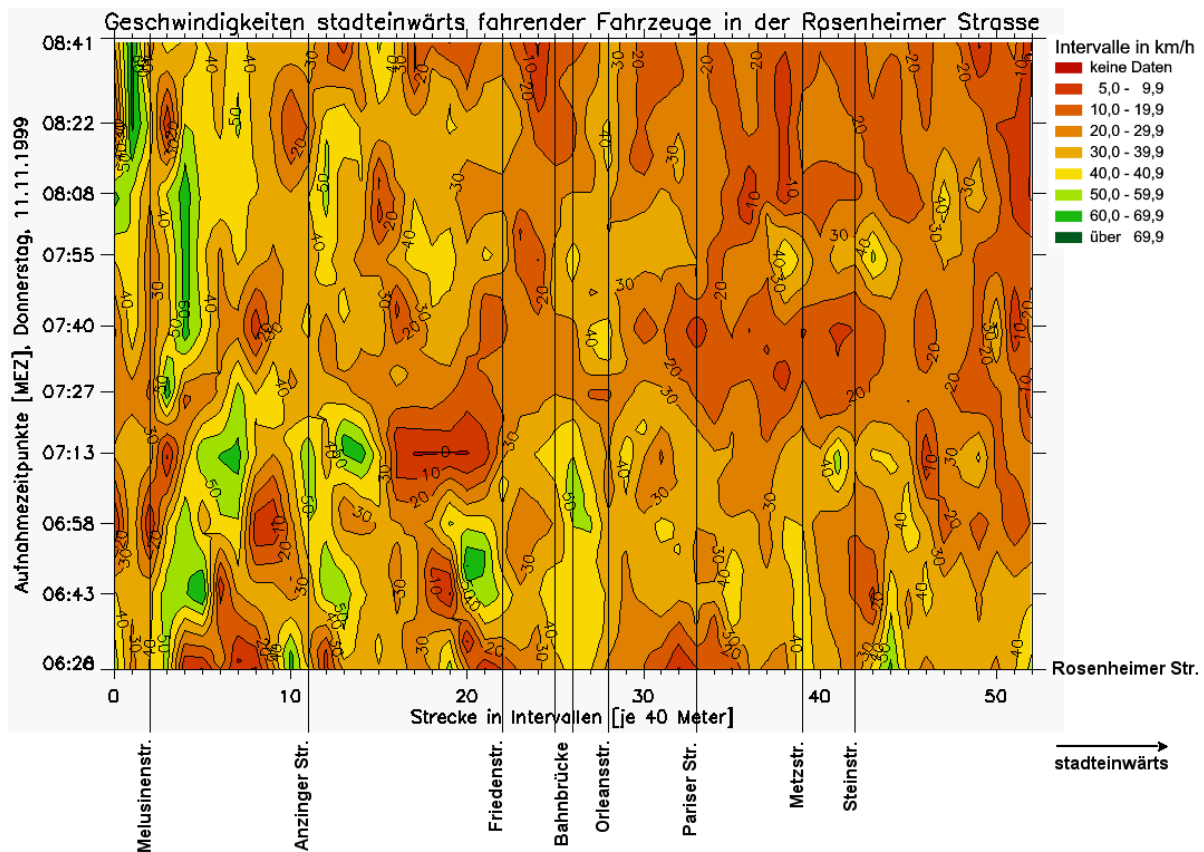


Abbildung 9-5: Geschwindigkeitsverteilung der stadteinwärts fahrenden Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße (Horizontalachse), die per Radar zu den Aufnahmezeitpunkten (Vertikalachse) erfaßt wurden. Der untersuchte Streckenabschnitt wurde in regelmäßige Intervalle von je 40 Metern eingeteilt, sowie die Querstraßen eingezeichnet.

Auch wenn die Methode mit Nachteilen für die Anwendung auf den innerstädtischen Verkehr behaftet ist, geben die Konturplots dennoch ein gutes Bild der Geschwindigkeitsverteilungen wieder. Ein Vorteil ist, daß die zeitlichen Lücken zwischen den Aufnahmen, die ungefähr alle 15 Minuten erfolgten, durch Interpolation geschlossen werden. Damit erhält man ein plausibles, zeitlich durchgehendes Bild des Verkehrsablaufs. Es wurde dabei der Durchschnitt der Geschwindigkeiten aller detektierten oder per Simulation generierten Fahrzeuge in jeweils einem 40m-Abschnitt der Rosenheimer Straße berechnet (siehe Abb. 9-5 bis 9-8).

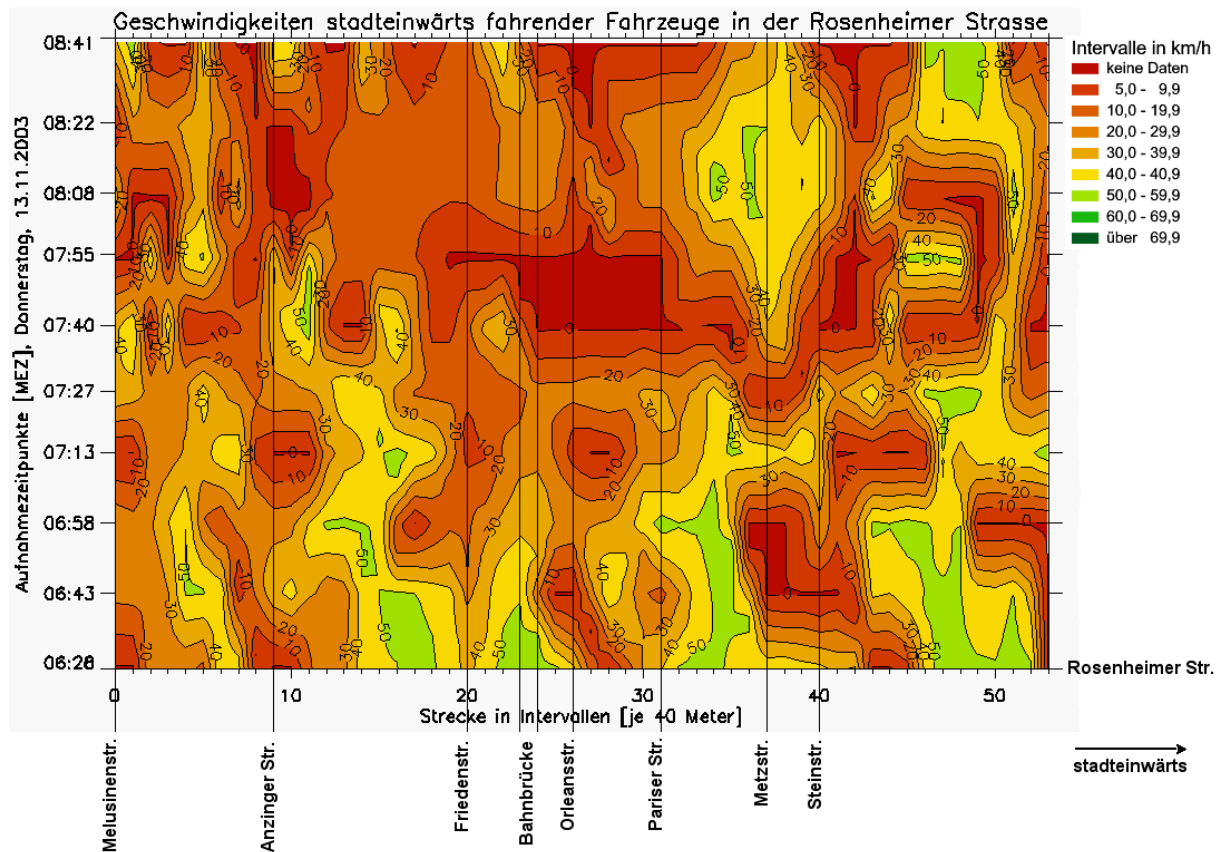


Abbildung 9-6: Geschwindigkeitsverteilung der stadteinwärts fahrenden Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße, die per Simulation zu den Aufnahmezeitpunkten der Radaraufnahmen generiert wurden.

Während bei den Radardaten (siehe Abb. 9-5) die höchsten Durchschnittsgeschwindigkeiten in dem Bereich auftreten, der weiter entfernt vom Innenstadtbereich liegt und sich dort die Geschwindigkeiten innerhalb kurzer Strecken stark differenzieren und erst in Innenstadtnähe langsamer und gleichmäßiger werden, ist dies bei den simulierten Daten (siehe Abb. 9-6) umgekehrt. Hohe Durchschnittsgeschwindigkeiten treten fast nur während des ersten Drittels der Aufnahmen auf. Auch zu späteren Zeitpunkten treten hohe Durchschnittsgeschwindigkeiten auf, jedoch nur in der Nähe der Innenstadt. Im Bereich der Rosenheimer Straße, der sich weiter entfernt von der Innenstadt befindetet, sind die Geschwindigkeiten etwas gleichmäßiger verteilt.

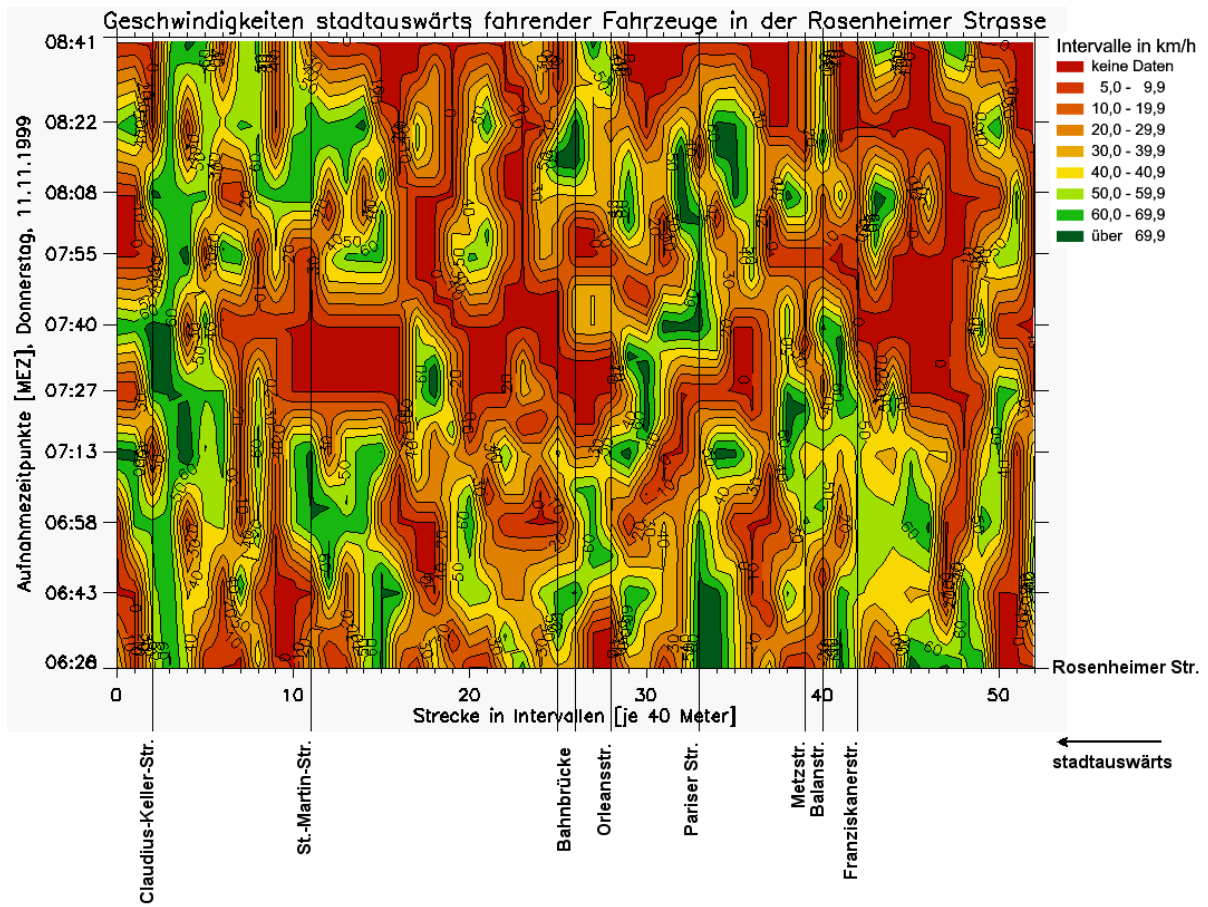


Abbildung 9-7: Geschwindigkeitsverteilung der stadtauswärts fahrenden Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße, die per Radar zu den Aufnahmezeitpunkten erfaßt wurden.

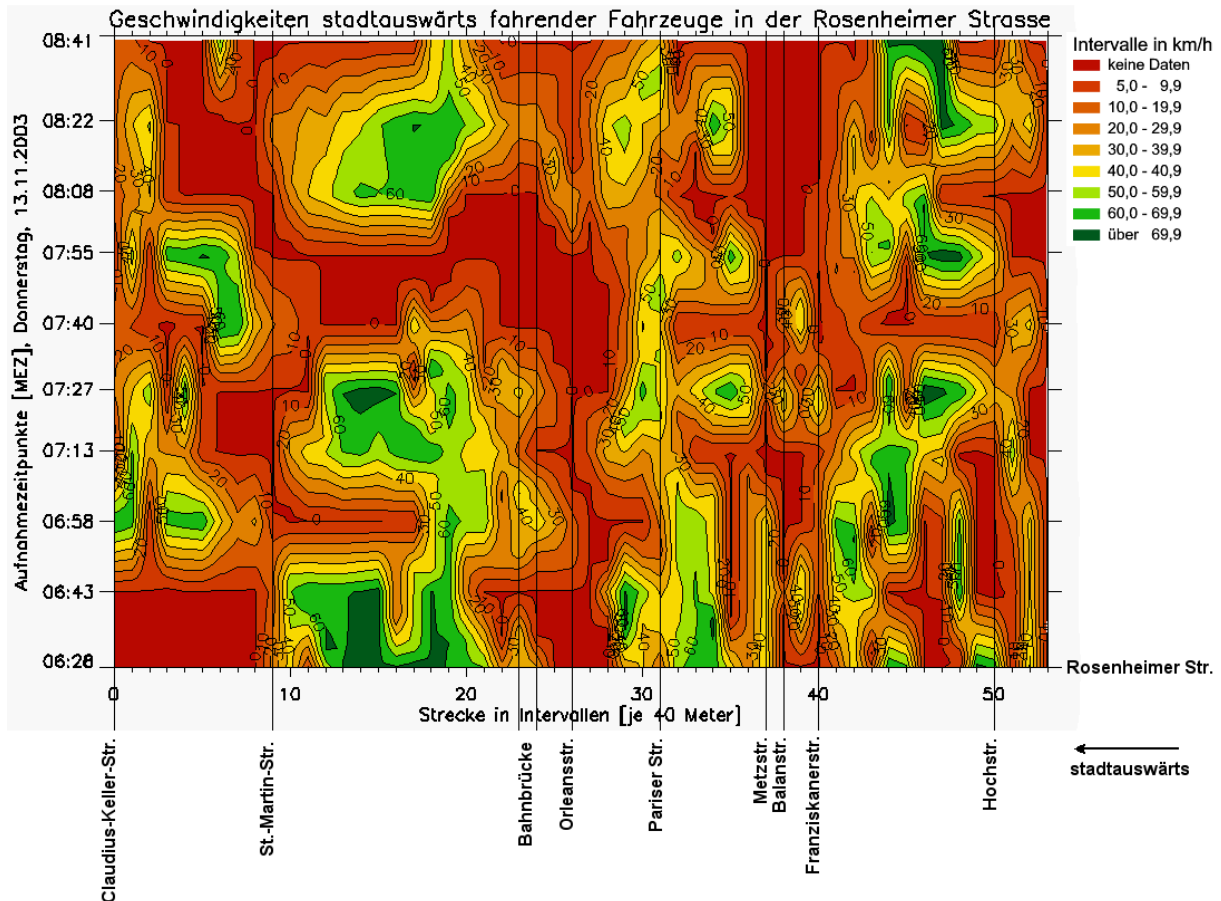


Abbildung 9-8: Geschwindigkeitsverteilung der stadtauswärts fahrenden Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße, die per Simulation zu den Aufnahmezeitpunkten der Radaraufnahmen generiert wurden.

Stadtauswärts ergibt sich für beide Datengrundlagen ein aus vielen inselartigen Bereichen hoher Durchschnittsgeschwindigkeit bestehendes Bild, wobei die Simulationsdaten flächigere Bereiche besitzen. Es ist kein Unterschied zwischen den in Innenstadtnähe liegenden Straßenabschnitten zu den stadtauswärtigen Abschnitten der Rosenheimer Straße und den Aufnahmezeitpunkten zu erkennen, so wie dies in den Konturplots für Fahrzeuge, die stadteinwärts fahren, der Fall ist. Dies wird verursacht durch die durchgehend geringeren Fahrzeugmengen zu allen Aufnahmezeitpunkten, die in Richtung stadtauswärts fahren. Die starken Unterschiede in den Durchschnittsgeschwindigkeiten auf sehr kurzer Distanz geben die LSA-bedingten Halte wieder. Je nachdem ob die LSA gerade auf grün oder rot stand, weist der Bereich der einmündenden Querstraße sehr hohe oder sehr niedrige Durchschnittsgeschwindigkeiten auf. Aufgrund der geringeren Fahrzeugmenge stadtauswärts (siehe Abb. 8-14) ergeben sich einige größere Datenlücken, die im Konturplot (siehe Abb. 9-7 und 9-8) interpoliert werden und als solche deutlich sichtbar sind.

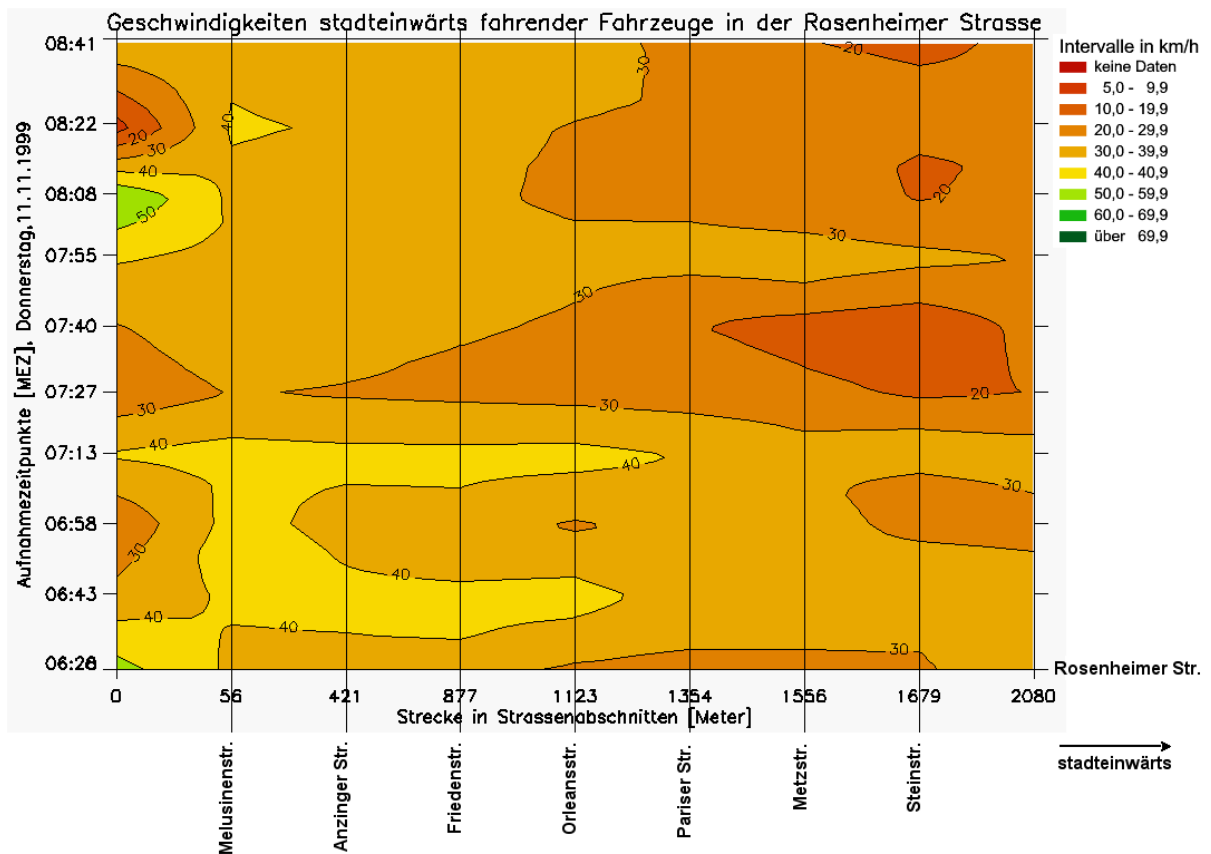


Abbildung 9-9: Geschwindigkeitsverteilung der stadteinwärts fahrenden Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße (Horizontalachse), die per Radar zu den Aufnahmezeitpunkten (Vertikalachse) erfasst wurden. Der untersuchte Streckenabschnitt ist in Querstraßen eingeteilt, jedoch geben die hier eingezeichneten Abstände der Querstraßen nicht die wahren Distanzen wieder.

Die hier gezeigten Konturplots (siehe Abb. 9-9 bis 9-12) besitzen dieselbe Datenbasis wie die vorhergehenden, jedoch wird nicht in 40m-Intervallen interpoliert, sondern von Querstraße zu Querstraße. Es wird nicht die wahre Distanz der Querstraßen zueinander maßstabsgerecht wiedergegeben, sondern ein gleichmäßiger Abstand zugrunde gelegt, da das Interpolationsverfahren keine unregelmäßigen Distanzen verarbeiten kann. In diesen Konturplots werden die Geschwindigkeiten aller Fahrzeuge, die sich zwischen zwei Querstraßen befinden, gemittelt. Daher ergibt sich eine gleichmäßigere Geschwindigkeitsverteilung. Bei der Interpretation der Radardaten ist zu berücksichtigen, daß der Bereich vor der Melusinstraße lediglich 56 Meter beträgt, also gerade etwas mehr als ein Intervall in den vorhergehenden Abbildungen (siehe Abb. 9-9 und 9-11). Die Simulationsdaten sind räumlich etwas nach Norden verschoben und beginnen genau auf der Kreuzung zwischen der Rosenheimer und der Melusinstraße.

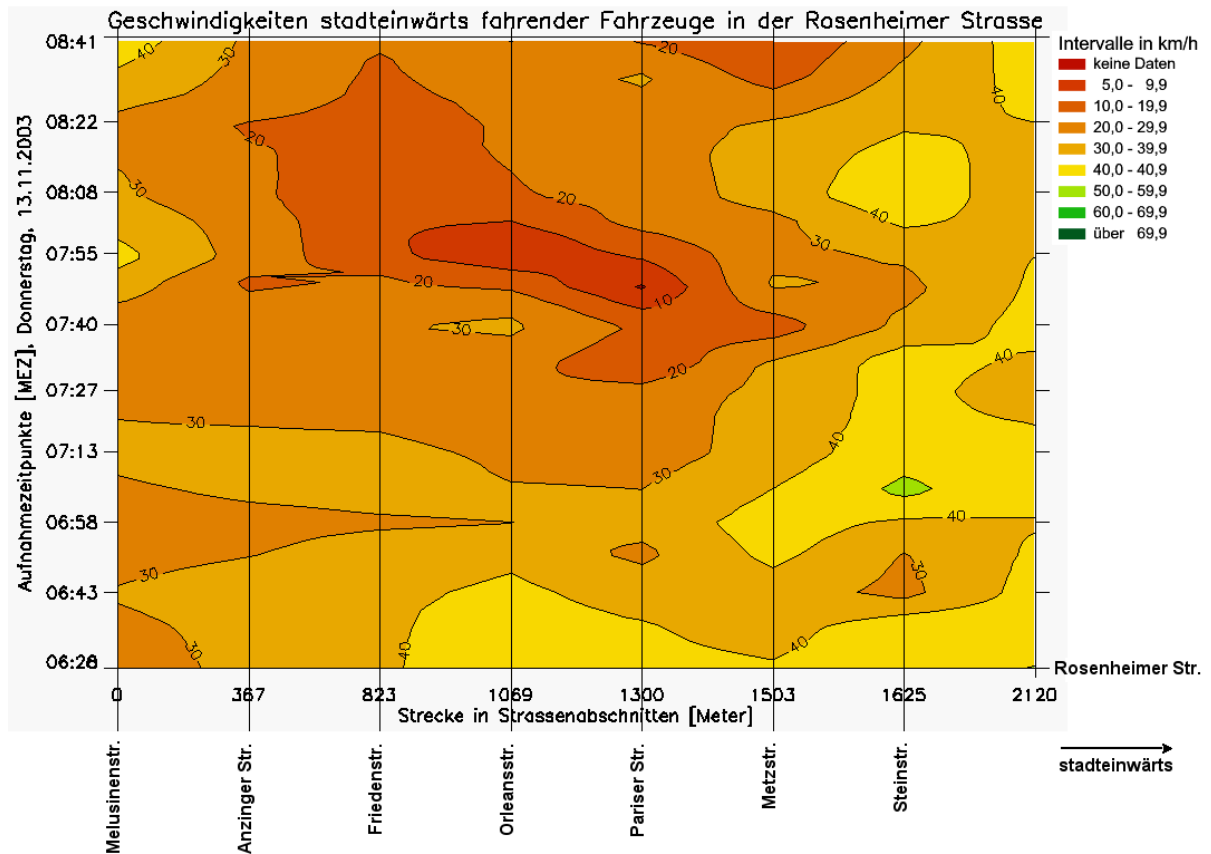


Abbildung 9-10: Geschwindigkeitsverteilung der stadteinwärts fahrender Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße, die per Simulation zu den Aufnahmezeitpunkten der Radaraufnahmen generiert wurden.

Man sieht deutlich, daß in den simulierten Daten (siehe Abb. 9-10) die niedrigsten Geschwindigkeiten zwischen der Frieden- und der Pariser Straße um 07:55 h erreicht wird. Die höchsten Geschwindigkeiten werden dagegen in Richtung Innenstadt vor und nach der einmündenden Steinstraße zu fast allen Aufnahmezeitpunkten erreicht. Dagegen ist bei den Radardaten (siehe Abb. 9-9) der Bereich der niedrigsten Geschwindigkeiten zwischen der Metz- und der Steinstraße zu bemerken, d.h. dieser Bereich ist gegenüber den Simulationsdaten in Richtung Innenstadt verschoben und liegt zeitlich etwas früher um 07:40 h. Der Bereich der höchsten Durchschnittsgeschwindigkeiten liegt bei den Radardaten in Richtung stadtauswärts und ist zeitlich vor 07:13h und ein kleinerer Bereich zwischen 07:55 und 08:08h festzustellen.

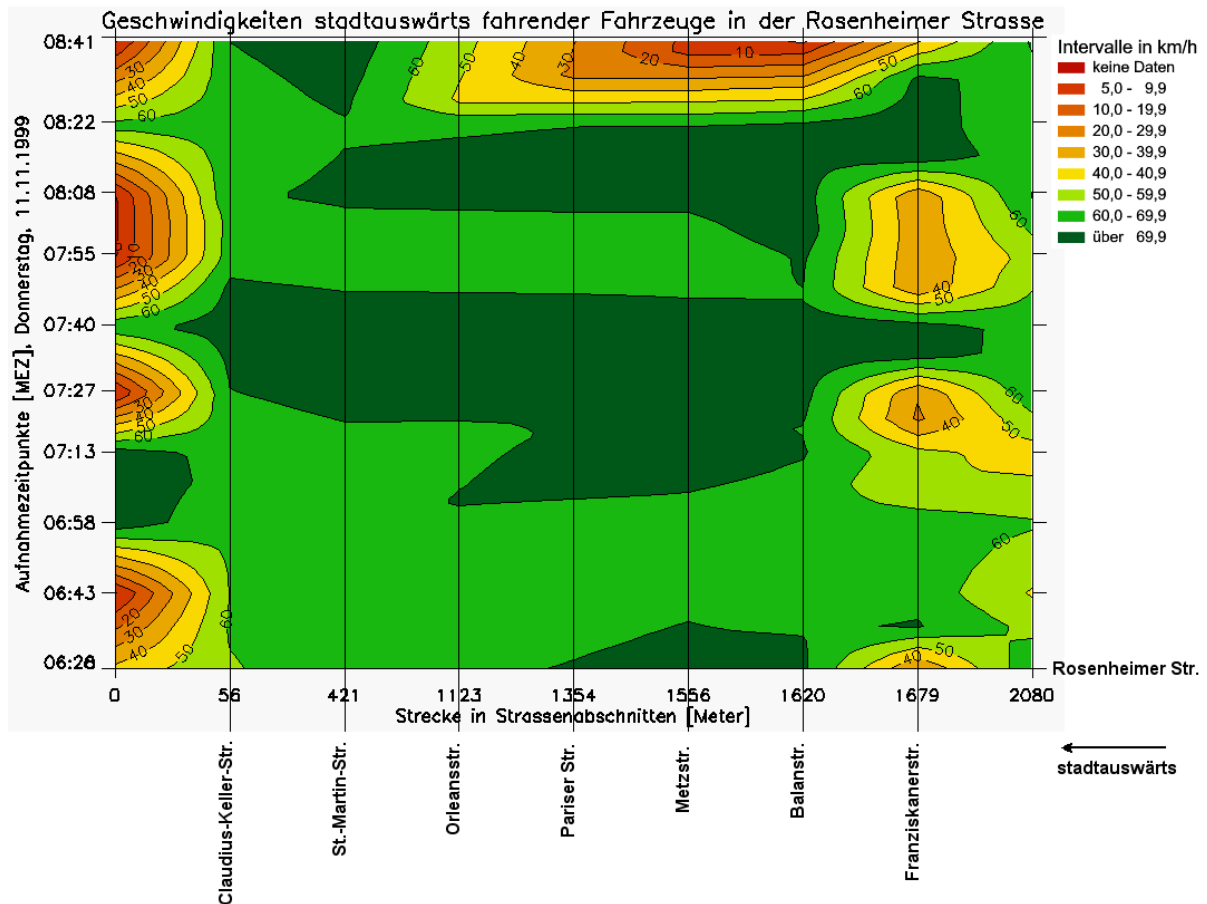


Abbildung 9-11: Geschwindigkeitsverteilung der stadtauswärts fahrenden Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße, die per Radar zu den Aufnahmezeitpunkten erfasst wurden.

Stadtauswärts zeigen die Radardaten (siehe Abb. 9-11) die höchsten Geschwindigkeiten über alle Aufnahmezeitpunkte hinweg. Der Bereich niedriger Geschwindigkeiten um 08:41h zwischen der Balan- und der Metzstraße wird durch nicht vorhandene Daten verursacht. Der Bereich vor der Claudius-Keller-Straße ist mit seinen 56 m sehr klein, so daß man ihn nur als Abbrems- oder Beschleunigungsphase vor der LSA betrachten kann. Insgesamt ergibt sich eine sehr gleichmäßige Geschwindigkeitsverteilung in Richtung stadtauswärts mit sehr hohen Durchschnittsgeschwindigkeiten, nur im Bereich in Richtung Innenstadt um die Franziskanerstraße sind niedrigere Durchschnittsgeschwindigkeiten festzustellen.

Für die Simulationsdaten ergibt sich stadtauswärts ein viel differenzierteres Bild (siehe Abb. 9-12). Es sind mehrere Bereiche zu sehen, die sehr hohe und sehr niedrige Geschwindigkeiten aufweisen. In den ersten Aufnahmen bis ca. 06:58 h sind die höchsten Geschwindigkeiten zu verzeichnen. Auch zu späteren Zeitpunkten sind an der Ausmündung der Balanstraße hohe Geschwindigkeiten festzustellen. Die Balanstraße ist eine Einbahnstraße, in die nur in Richtung stadtauswärts eingebogen werden kann. Da über sie die Siemenswerke erreicht werden können, biegt dort viel Verkehr ab, so daß nach der Balanstraße eine geringere Verkehrsmenge auf der Rosenheimer Straße unterwegs ist. In diesem Bereich sind auch die niedrigsten Geschwindigkeitsbereiche zu sehen, die durch nicht vorhandene Daten verursacht werden.

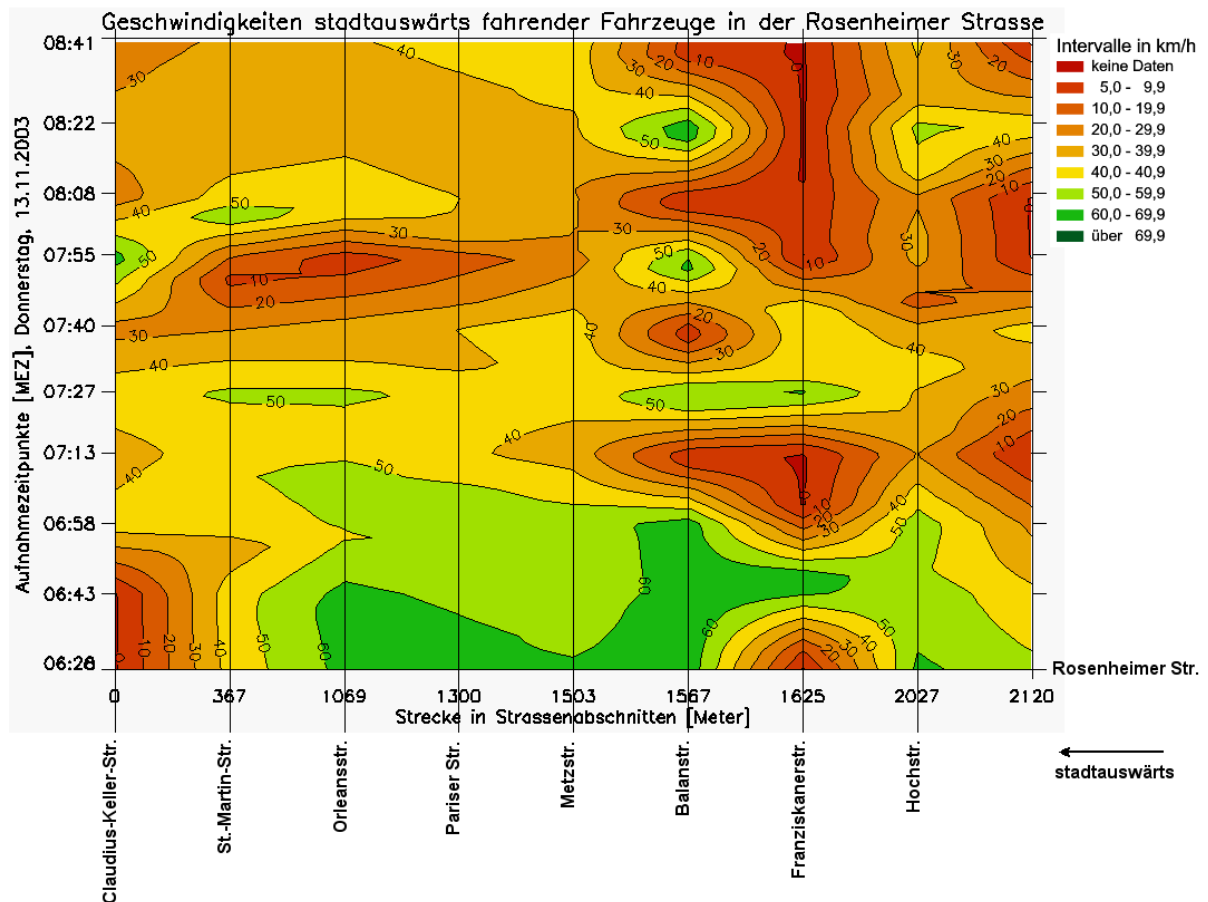


Abbildung 9-12: Geschwindigkeitsverteilung der stadtauswärts fahrenden Fahrzeuge in der Rosenheimer Straße, die per Simulation zu den Aufnahmezeitpunkten der Radaraufnahmen generiert wurden.

Insgesamt geben die Konturplots die Verteilung der durchschnittlichen Fahrzeuggeschwindigkeiten wieder. Mangels Ground Truth kann der Inhalt nicht verifiziert werden. Die Darstellungen geben jedoch ein plausibles Bild des Verkehrsablaufs wieder. Das Interpolationsverfahren hat den Nachteil, daß es auch Datenlücken schließt, sprich Daten produziert, die nicht per Radar gemessen oder per Simulation generiert wurden. Diese Stellen sind jedoch bei genauer Betrachtung deutlich sichtbar. Andererseits hat das Interpolationsverfahren den Vorteil, die zeitlichen Lücken zwischen den Aufnahmen zu schließen, so daß der Verkehrsfluß zeitlich durchgehend dargestellt werden kann.



## Kapitel 10 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Arbeit konnte zeigen, daß sich mit den Methoden der Radarfernerkundung erfolgreich Daten über den motorisierten Individualverkehr erheben lassen. Dazu wurde die neue Technologie der Along Track Interferometrie (ATI) angewandt, so daß der Verkehr zuverlässig und in seiner räumlichen Verteilung erfaßt werden konnte. Bisher waren nur theoretische Ansätze in der Literatur vorhanden, so daß diese Dissertationsarbeit erstmals in der Praxis erhobene Daten auswertet.

Die Radardaten bieten im Vergleich zu den zuvor aufgenommenen Daten der optischen und thermalen Infrarotsysteme zwei entscheidende Vorteile. Zum einen ermöglicht das Radarverfahren eine direkte Messung der Fahrzeuggeschwindigkeit inklusive einer Fahrtrichtungsbestimmung, die in einem hier vorgestellten automatisierten Verfahren für jedes einzelne detektierte Fahrzeug realisiert wurde. Im Gegensatz dazu läßt sich die Fahrzeuggeschwindigkeit aus den optischen und thermalen Infrarot-Aufnahmen nur indirekt über ein zweites zeitversetztes Bild ermitteln. Zum anderen lassen sich aus den Radarrohdaten mehrere unterschiedliche Datenprodukte (Amplituden-, Phasen- und Kohärenzbild) generieren, was bei den optischen und thermalen Infrarot-Aufnahmen nicht möglich ist. Dies bietet den Vorteil der größeren Informationsvielfalt, mit der sich durch kombinierte Abfragen verschiedener Eigenschaften eine Überprüfung der detektierten Fahrzeuge automatisiert erstellen läßt. Dazu wurde in der vorliegenden Dissertationsarbeit eine vollautomatisierte Verarbeitungskette prototypisch erarbeitet (siehe Kapitel 5).

Als Ergebnis wurden die sich bewegenden Fahrzeuge zuverlässig detektiert und ihre genaue Position, Geschwindigkeit und Fahrtrichtung ermittelt. Mangels Archivierung standen leider für das innerstädtische Untersuchungsgebiet keine Ground Truth Daten (Induktionsschleifen und Steuerung der Lichtsignalanlagen) für den Zeitraum der Radarüberflüge zur Verfügung, so daß auf Daten eines vergleichbaren, später aufgenommenen Zeitraums zurückgegriffen werden mußte. Damit wurde eine Verkehrssimulation durchgeführt, mit der die Radardaten als plausibel verifiziert werden konnten, auch wenn sich der Vergleich als schwierig erwies, da in der Zwischenzeit verkehrliche Änderungen im Untersuchungsgebiet vorgenommen worden sind (siehe Kapitel 8).

Die Daten der eingesetzten Floating Cars (FC) konnten nur zum Teil herangezogen werden, da für das Untersuchungsgebiet der Rosenheimer Straße nur die Daten eines von fünf Floating Cars zur Verfügung standen, da alle anderen nicht den gesamten per Radar aufgenommenen Streckenabschnitt durchfuhren oder in anderen Straßen kursierten. Die Auswertung der FCDs zeigt, daß bei einer sehr kleinen Stichprobe FCs nur bedingt den Verkehrsfluß wiedergeben können. Im städtischen Umfeld ist dies eher möglich als auf einer Bundesstraße oder Autobahn, da in der Stadt viele Halte durch Lichtsignalanlagen und insbesondere im Berufsverkehr durch die Menge der im Netz fahrenden Fahrzeuge bedingt sind. Dadurch haben die verkehrsbedingten Halte einen größeren Einfluß auf den Verkehrsfluß als das individuelle Fahrverhalten, das sehr unterschiedlich sein kann. Das individuelle Fahrverhalten tritt bei einer geringen Verkehrsmenge auf Bundesstraßen und Bundesautobahnen stärker zu Tage als im gebundenen Verkehr (siehe Kapitel 8.4.1). Für zuverlässige Aussagen bedarf es einer ausreichend hohen Anzahl an FCs, etwa 1-4% des Motorisierungsgrads eines Verkehrsgebiets. Für den in diesem Pilotprojekt aufgenommenen Autobahnabschnitt standen außer Videoaufnahmen keine Ground Truth zur Verfügung, nachdem die Daten des einzigen dort fahrenden FCs verloren gegangen waren und

die Daten der Induktionsschleifen eine zu hohe Fehlerquote für eine Auswertung aufwiesen. Da auch nur zwei Radaraufnahmen für die Autobahn vorhanden waren, konnten keine weiteren Untersuchungen vorgenommen werden.

Ursprünglich sollten die Ergebnisse der räumlichen Verteilung des Verkehrs, die mit den Radaraufnahmen gewonnen wurden, zur Kalibrierung und Verifizierung von Verkehrssimulationsmodellen dienen. Denn sowohl die Verkehrssimulation als auch die Radaraufnahmen generieren Bilder der räumlichen Verteilung des Verkehrs, die verglichen werden können. Bisher fehlten genau diese Vergleichsdaten. Wären die Ground Truth Daten vom Zeitraum der Radaraufnahmen aufgezeichnet worden, hätte man zwei Verifizierungen durchführen können: die der Radardaten und die des verwendeten Verkehrssimulationsmodells. So war nur eine Plausibilitätsprüfung zwischen den Ergebnissen der Radardaten und den der Verkehrssimulation möglich. Diese zeigten eine gute Übereinstimmung, so daß der Schluß gezogen werden kann, daß die Radardaten den Verkehrsablauf im Untersuchungsgebiet realistisch wiedergeben.

Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit erzielten Ergebnisse sind als Karten der räumlich-zeitlichen Verteilung der einzelnen Fahrzeuge dargestellt (siehe Anhang). Sie dienen als Ergänzung bisheriger Datengrundlagen um einen weiteren wichtigen Aspekt: die räumliche Verteilung des Verkehrs, die nur mit dem Blick von oben erfaßt werden kann. Diese Daten sind für langfristige Verkehrsplanung und -steuerung interessant, um effiziente Verkehrsstrategien zu entwickeln und z.B. Ausweichrouten auszuweisen, die im Falle einer Kapazitätsüberlastung der Straßen genutzt bzw. den Verkehrsteilnehmern empfohlen werden können. Damit kann die Belastung des Hauptverkehrsstraßennetzes besser verteilt werden, da ein weiterer Ausbau der Kapazitäten insbesondere im innerstädtischen Gebiet problematisch ist. Dazu genügen sporadische Aufnahmen, wobei je Verwendungszweck auf eine repräsentative Auswahl des Aufnahmezeitpunkts wie z. B. typische Alltagssituationen oder außergewöhnliche Ereignisse, zu achten ist.

Für einen Online-Einsatz sind die derzeitigen Prozessierungszeiten noch nicht geeignet. Die Radarrohdatenprozessierung nimmt auf einem PC-Cluster einige Stunden in Anspruch. Eine Nahe-Echtzeit-Prozessierung ist realisierbar, steht aber bislang noch nicht zur Verfügung. Für die anschließende Datenauswertung in der vollautomatisierten Verarbeitungskette werden etwa drei Stunden auf einem PC benötigt. Diese Rechenzeit ist durch weitere Optimierungen der jetzt vorliegenden prototypischen zu einer operationellen Verarbeitung und durch den Einsatz ständig schneller werdender Rechner noch deutlich reduzierbar. Mit einer Nahe-Echtzeit-Prozessierung kann die Radarfernerkundung zur permanenten Online-Datenaufnahme verwendet werden. Die Daten könnten dann direkt an eine Verkehrsmanagementzentrale gesendet werden, die die aktuellen Informationen zur Verkehrslage an die Verkehrsteilnehmer weitergibt.

Jedoch hat das hier untersuchte Radarverfahren auch Einschränkungen (Grüber & Holz, 2003; Grüber et al., 2003), die im Aufnahmeprinzip des Seitensichtradars begründet liegen. So können nur Straßen aufgenommen werden, die senkrecht zur Flugrichtung liegen, da von einem sich bewegenden Objekt auf der Erdoberfläche nur die Bewegungskomponente senkrecht zur Flugrichtung erfaßt werden kann (siehe Kapitel 5.2). Die Länge des aufgenommenen Straßenabschnitts wird damit von der Breite des Aufnahmestreifens bestimmt (siehe Abb. 2-8 und 3-3) und beträgt im vorliegenden Fall zwei Kilometer. Soll ein größeres Gebiet oder ein Gebiet in regelmäßigen Zeitabständen wiederholt aufgenommen werden, muß das Flugzeug zeitaufwendige Wendeschleifen fliegen.

Neben den Seitensichtradaren gibt es sogenannte Forward Looking Radars (F-SAR). Bei diesem Aufnahmeprinzip sind zwei Antennen in Flugrichtung montiert und nehmen das vor ihnen

liegende Gebiet auf. Durch das Verwenden von mehr als einer Antenne ist die räumliche Zuordnung der ausgesendeten Pulse möglich. Problematisch jedoch ist die Bildauflösung im Azimut, d.h. nur Objekte einer bestimmten Größe werden getrennt erkannt. Theoretische Lösungsmöglichkeiten werden derzeit erforscht (Dai, S. & Wiesbeck, W., 1999; Dai et al., 2001). Das F-SAR Aufnahmeprinzip würde für das Verkehrsmonitoring einen großen Vorteil bieten. Man könnte direkt über der zu untersuchenden Straße fliegen und sie in ihrer gesamten Länge aufnehmen. Mit einer geschickten Flugplanung könnte man mehrere Straßen in kurzen Zeitabständen so hintereinander aufnehmen, daß Wendeschleifen kaum mehr notwendig wären.

F-SAR-Systeme sind aber auch für andere Bereiche sehr interessant, wie z.B. militärische Aufklärung oder zivile Rettungsdienste. Die Weiterentwicklung wird daher vor allem vom Militär vorangetrieben, über die jedoch kaum Informationen zu erhalten sind. Praxistaugliche F-SAR-Systeme sind für Flugzeug- oder Hubschrauberlandesysteme nutzbringend, da sie es ihnen ermöglichen würden auch bei schlechten Wetterverhältnissen auf einem unbekanntem, schwer zugänglichen Gelände sicher zu landen. Mit einer Nahe-Echtzeit-Datenprozessierung könnte ein Radarbild von der aufgrund der Licht- und Wetterverhältnisse nicht erkennbaren Umgebung erzeugt werden, das dem Piloten die notwendige Orientierung beim Landemanöver ermöglicht. Für die Weiterentwicklung des F-SARs ist das Anwendungsgebiet der Verkehrsdatenerfassung von untergeordneter Bedeutung, so daß es sicherlich noch einige Jahre dauern wird, bis diese Technologie hierfür in der Praxis zur Verfügung steht.

Nicht nur über die Weiterentwicklung der Radartechnologie, auch über eine geeignete Plattform für einen operationellen, permanenten Einsatz wird derzeit diskutiert. Ein Flugzeug ist über städtischem Gebiet aufgrund der Lärmbelastung nicht geeignet, die sich nur durch eine entsprechend große Flughöhe reduzieren läßt. Leiser und wirtschaftlicher wären Zeppeline oder Blimps, die gleichzeitig auch für andere Zwecke genutzt werden könnten (Weiterleitung von Funksignalen, Telekommunikationsdienste, Werbeträger etc.). Aufgrund ihrer geringen Fluggeschwindigkeit (Maximalgeschwindigkeit ca. 80-100 km/h) benötigen sie jedoch mehr Zeit als Flugzeuge (Fluggeschwindigkeit ca. 400 km/h) für die Erfassung eines Gebiets. Insbesondere Blimps, die im Gegensatz zu Zeppelin, keine starre Hülle besitzen und ihre Form durch den Innendruck des Heliumgases erhalten, sind sehr wetterempfindlich. Sie können nur bei leichtem Wind starten und brauchen eine spezielle Lande- und Startvorrichtung in Form eines Anker-masts.

Eine andere mögliche Plattform sind Satelliten. Doch alle derzeit im All operationell betriebenen Radarsysteme haben eine nicht genügend hohe geometrische Auflösung, um einzelne Fahrzeuge eindeutig zu erkennen und können Interferometrie nur im Repeat-Pass-Mode betreiben, da sie nur über eine Antenne verfügen. Für die Verkehrsdatenerfassung ist jedoch der gleichzeitige Betrieb von zwei Antennen im Single-Pass-Mode erforderlich (siehe Kapitel 3). Für die Messung der Geschwindigkeit von Meeresoberflächenströmungen ist eine Basislinie von etwa 100 m nötig, für die Messung größerer Geschwindigkeiten, wie die von Fahrzeugen, wird eine kleinere Basislinie benötigt. Der dazu notwendige physikalische Abstand zwischen den beiden Antennen ist in beiden Fällen größer als ein Satellit, d. h. es können nicht beide Antennen auf einem Satelliten montiert werden. Es müßten also zwei Satelliten parallel mit sehr kleiner Distanz zueinander fliegen. Dies kann aber von den Bodenstationen, die die Satelliten steuern, nicht sicher bewerkstelligt werden, ohne die Gefahr einer Kollision auszuschließen. Daher wird über ultraleichte, ausfahrbare Antennenkonstruktionen auf einem Satellit mit einer Basislinie von bis zu 28 m nachgedacht (Bamler et al., 2003).

Ein weiteres Konzept zur Lösung dieses Problems ist das des Interferometric Cartwheel (inter-

ferometrisches Speichenrad). Dazu soll ein sogenannter Mastersatellit und drei Mikrosatelliten auf drei unterschiedliche elliptische Bahnen in der gleichen Orbitebene auf verschiedene Höhen gebracht werden, so daß sie eine Art rotierendes Dreieck bilden (Romeiser et al., 2002). Der Mastersatellit sendet und die drei Mikrosatelliten empfangen die von der Erdoberfläche reflektierten Radarpulse. Die Satelliten befinden sich bei ihrer Umkreisung der Erde immer in räumlicher Nachbarschaft. Betrachtet man die Relativbewegung dieser Satelliten zueinander, ergibt sich der Eindruck eines Rades, welches um einen virtuellen Mittelpunkt kreist, wobei dieser Mittelpunkt mit näherungsweise konstanter Geschwindigkeit um die Erde rotiert. Insgesamt bildet dies eine orbitmechanisch stabile geometrische Anordnung von Satelliten, welche für die interferometrische multistatische SAR-Bildgewinnung geeignet ist. Die räumliche Trennung der Sender- und Empfänger-Antenne führt allerdings auf bisher algorithmisch weitgehend ungelöste bi- oder multistatische SAR-Verarbeitungsprobleme, denn diese erfordert eine extrem genaue Bestimmung der relativen und absoluten Positionen der Empfängersatelliten. Die multistatische Prozessierung erweist sich als wesentlich komplexer als die bisher erforschte monostatische SAR-Verarbeitung (Loffeld et al., 2003). Das Cartwheel Konzept dient hauptsächlich zur topographischen Erfassung der Erdoberfläche und soll auch zur Erfassung der Meeresoberflächenströmung benutzt werden können (Moreira & Krieger, 2003).

Ein ATI-System im Weltall wurde bisher nur im Rahmen der 11-tägigen Space Shuttle Mission SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) im Februar 2000 experimentell getestet. Dabei wurde versucht, die Oberflächenströmung von Ozeanen zu erfassen, was jedoch nur teilweise möglich war (Romeiser et al., 2002). Das Space Shuttle, das die Radarinstrumente während der SRTM Mission trug, verfügte über einen 60 m langen ausfahrbaren Mast, an dessen Ende sich eine zweite Antenne befand. Damit war man erstmals in der Lage, die Topographie der Erdoberfläche zwischen 60° Nord und 56° Süd im Single-Pass-Interferometrie-Modus zu erfassen. Mit dieser Antennenkonfiguration wurde auch versucht Verkehr zu beobachten, denn obwohl diese für Across-Track Interferometrie (XTI) ausgelegt war, ergab sich aus technischen Gründen ein ATI-Antennenabstand von 7 m, mit dem experimentelle ATI-Aufnahmen möglich waren (Institut für Meereskunde, 2005). Es konnten jedoch nur sehr große Fahrzeuge detektiert werden, da die geometrische Auflösung für mehr Details nicht ausreichte (Bamler et al., 2003).

Das Problem, zwei Antennen gleichzeitig betreiben zu müssen, wird im Rahmen des TerraSAR-X Projektes auf eine andere Weise gelöst. Dieses Satellitensystem, das 2006 ins All gebracht werden soll, wird eine programmierbare 4,8 m lange SAR-Antenne haben. Sie wird in zwei Teilen, im sogenannten Split Antenna Mode, betrieben werden können, d.h. sie wird funktionieren, als ob es zwei physikalisch getrennte Antennen wären. Damit kann eine effektive ATI-Basislinie von 1,2 m erzeugt werden (Institut für Meereskunde, 2005; Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, 2005). Die Pulse werden im X-Band in verschiedenen SAR-Modi ausgesendet, so wird die höchste räumliche Auflösung von 1,3 m im sogenannten Spotlight Mode erreicht. Damit können Meeresoberflächenströmungen und Verkehrsflüsse auf Autobahnen beobachtet werden (Moreira & Krieger 2003). Für eine Detektion einzelner Fahrzeuge ist diese Auflösung zu gering. Hauptaufgabe dieses Satellitensystems wird die Aufnahme der Erdoberfläche mit XTI sein und ATI-Anwendungen werden nur experimentell durchgeführt werden.

Nicht nur die ungenügende räumliche Auflösung und der gleichzeitige Betrieb von zwei Antennen stellen Probleme bei der Verkehrsbeobachtung aus dem All dar, auch die Satellitenumlaufbahnen sind bei einem operationellen Betrieb zu berücksichtigen. Die Erdbeobachtungssatelliten, die über Jahre hinweg Daten aufnehmen, befinden sich auf einer polnahen, sonnensynchronen, ca. 98° gegen den Äquator geneigten Umlaufbahn. So wird auch das TerraSAR-X-Satellitensystem auf einer Umlaufbahn von 514 km Höhe mit 98° Inklination

betrieben werden (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, 2005). Die Umlaufbahnen sind nur im sehr engen Rahmen veränderbar, wodurch der Aufnahmezeitpunkt und die -geometrie für jedes Gebiet festgelegt ist. Für die Verkehrsbeobachtung ist dies jedoch problematisch, da nur die Fahrzeuge, die sich auf senkrecht zur Flugbahn verlaufenden Straßen befinden, erfaßbar sind. Das bedeutet, daß nicht alle Straßen, die man aufnehmen möchte, tatsächlich erfaßbar sind. Das TerraSAR-X-Satellitensystem wird nach 11 Tagen dasselbe Gebiet der Erdoberfläche erneut aufnehmen, was für seine Hauptaufgabe, der Aufnahme der Erdoberfläche, ausreichend ist. Das Problem einer ausreichenden Repetitionsrate für die Aufnahme eines Gebiets läßt sich nur mit mehreren, gleichzeitig betriebenen Satelliten lösen.

Mit den heute zur Verfügung stehenden Seitensichtradaren ist ein Flugzeug als Plattform geeigneter als ein Satellit, denn es bietet die Möglichkeit eines flexiblen örtlichen und zeitlichen Einsatzes. Zudem wurde im Rahmen dieses Pilotprojektes die Praxistauglichkeit des Systems bewiesen. Dieser Nachweis fehlt für eine Satellitenplattform noch, da aus den diskutierten Gründen bisher nur experimentelle ATI-Aufnahmen durchgeführt werden konnten.

Aufgrund der in dieser Arbeit erzielten Ergebnisse ist eine Weiterentwicklung der Radarfernerkundung zur Verkehrsdatenerfassung sehr empfehlenswert und vielversprechend. Für langfristige Verkehrsplanungen ist die vorliegende Methode ausreichend. Für einen operationellen Einsatz zur Erfassung der aktuellen Verkehrslage sind jedoch technische Weiterentwicklungen nötig. Auch wenn andere Verkehrsdatenerfassungsmethoden, wie terrestrische Detektoren, zur Verfügung stehen, ist nur mit dieser Methode die Erhebung von räumlich aufgelösten, d.h. den Verkehr in seiner flächenhaften Verteilung wiedergebende Daten, möglich.



## Literaturverzeichnis

**Aidoo, J. F.; Goedhart, R. W.; May, A. D. (1971):** Bay Area Freeway Operations Study - Final Report. Analytic Techniques for Evaluating Freeway Improvements. Part III of III: On the Eastshore Freeway (I-80) Northbound. University of California, Berkeley, Institute of Transportation and Traffic Engineering, Berkeley.

**Allen, B. L.; May, A. D. (1970):** Bay Area Freeway Operations Study - Final Report. Analytic Techniques for Evaluating Freeway Improvements. Part II of III: On the San Francisco-Oakland Bay Bridge. University of California, Berkeley, Institute of Transportation and Traffic Engineering, Berkeley.

**Bamler, R.; Schättler, B. (1993):** SAR Data Acquisition and Image Formation. -In: Schreier, G. (Hrsg.): SAR Geocoding: data and systems. Wichmann, Karlsruhe.

**Bamler, R.; Hartl, P. (1998):** Synthetic aperture radar interferometry. Inverse Problems, No. 14, R1-R54.

**Bamler, R.; Eineder, M.; Kampes, B.; Runge, H.; Adam, N. (2003):** SRTM and Beyond: Current Situation and New Developments in Spaceborne SAR. Proceedings of Joint Workshop of ISPRS Working Groups I/2, I/5, IC WG II/IV and EARSeL Special Interest Group: 3D Remote Sensing, High Resolution Mapping from Space 2003, Oct. 6-8, 2003, Hannover, <http://www.ipi.uni-hannover.de/html/publikationen/2003/workshop/bamler.pdf>.

**Bao, M. (1995):** On the Imaging of a Two-Dimensional Ocean Surface Wave Field by an Along-Track Interferometric Synthetic Aperture Radar. Dissertation, Geowissenschaften, Universität Hamburg.

**Beckmann, K. J. (2004a):** Verkehrsmanagement und Verkehrssteuerung, Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr der RWTH Aachen, Skript zur Vorlesung SS 2004.

**Beckmann, K. J. (2004b):** Demographischer Wandel: Mobilität und Verkehr im Kontext von Schrumpfung und Wachstum. Forschungskonferenz Mobilität. Politik und Wissenschaft im Dialog, 04.-05. November, Berlin.

**Börner, T. (2000):** Kohärente Modellierung von Radarrückstreuung für die Anwendung in polarimetrischer SAR Interferometrie. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Hochfrequenztechnik, Oberpfaffenhofen. DLR-Forschungsbericht 2000-11.

**BMW Group; Landeshauptstadt München (Hrsg.) (2004):** Verkehrsprobleme gemeinsam lösen. Eine Initiative von BMW und der Landeshauptstadt München. Dokumentation vom 5. Plenumworkshop am 2. März 2004 "Inzell V" in Germering.

**Buchroithner, M. F. (1989):** Fernerkundungskartographie mit Satellitenaufnahmen, Digitale Methoden, Reliefkartierung, geowissenschaftliche Applikationsbeispiele. -In: Arnberger, E. (Hrsg.): Die Kartographie und ihre Randgebiete. Enzyklopädie. In Verbindung mit der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Band IV/2. Franz Deuticke Verlag.

**Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.) (1999):** Motorisierungsgrad in Bayern. Datentabelle. Mit freundlicher Genehmigung von Herrn Gerd Würdemann und Frau Maria Schmitt, BBR, am 16.11.04 überlassen.

**Campbell, J. W. M.; Gray, A. L.; Clarke, J. H.; Gower, J.; Mattar, K. E. (1996):** Using the CCRS Along Track InSAR to Measure and Interpret Ocean Surface Currents. IGARSS'96, IGARSS'96, International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Lincoln, Nebraska, USA, May 27-31, 1996, pp. 1146-1148.

**Campbell, J. W. M.; Gray, A. L.; Mattar, K. E.; Clarke, J. H.; van der Kooij, M. W. A. (1997):** Ocean Surface Feature Detection With the CCRS Along-Track InSAR. Canadian Journal of Remote Sensing, Vol. 23, No. 1, March 1997, pp. 24-37.

**Carande, R. E. (1992):** Dual Baseline and Frequency Along-Track Interferometry. IGARSS'92, 12th Annual International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Houston, Texas, USA, May 26-29, 1992, Vol. 2, pp. 1585-1588.

**Carande, R. E. (1994):** Estimating Ocean Coherence Time using Dual-Baseline Interferometric Synthetic Aperture SAR. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 32, No. 4, July 1994, pp. 846-854.

**Chen, H.-C. (1990):** Target Motion Compensation in Synthetic Aperture Radar. Dissertation, Purdue University, USA.

**Curlander, J. C.; McDonough, R. N. (1991):** Synthetic Aperture Radar. Systems and Signal Processing. John Wiley, New York, Chichester.

**Damoiseaux, T. (2002):** Untersuchungen zum Einsatz von Flugzeug-InSAR in der Gebirgskartographie. Dissertation, Institut für Kartographie, Technische Universität Dresden.

**Detlefsen, J. (1979):** Abbildung mit Mikrowellen. Habilitationsschrift, Fachbereich Elektrotechnik, Technische Universität München.

**Detlefsen, J. (1989):** Radartechnik. Springer Verlag, Berlin.

**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (2005):** [http://www.eid.dlr.de/tsx/start\\_en.htm](http://www.eid.dlr.de/tsx/start_en.htm), Oberpfaffenhofen (19.01.2005).

**Eberle (2004):** mündliche Mitteilung, Stadtwerke München.

**Eckart, O.; Rombach, M.; Holz, A.; Hofmann, C.; Schwäbisch, M. (2000):** Traffic Monitoring Using Along Track Airborne Interferometric SAR Systems. Conference Proceedings of 7th World Congress on Intelligent Transport Systems (ITS), 6-9 November, Turin, Italien.

**Eckart, O.; Holz, A. (2000):** Verkehrszustandserfassung aus der Luft. In: Internationales Verkehrswesen, 52. Jahrgang, Nr. 11, November, S. 519.

**Elachi, C.; Ulaby, F. T. (1990):** Radar Polarimetry for Geoscience Applications, Artech House, Norwood, MA, USA.

- Ender, J. H. G. (1998):** Experimental results achieved with the airborne multi-channel SAR system AER-II. Proceedings of European Conference on Synthetic Aperture Radar, EUSAR, Friedrichshafen, Deutschland.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.) (2000):** Begriffsbestimmungen. Teil: Verkehrsplanung, Straßenentwurf und Straßenbetrieb. FGSV 220. Köln.
- Franceschetti, G.; Lanari, R. (1999):** Synthetic Aperture Radar Processing. CRC Press, Boca Raton, London.
- Friedrich, B.; Kemper, C.; Matschke, I. (2002):** M3 - Mainroad Management in Metropolitan Areas. M3-1 - Typisierung der Straßennetzfunktionen in Ballungsräumen und Systematisierung entwurfstechnischer und betrieblicher Elemente. Schlußbericht im Auftrag der BMW AG. Institut für Verkehrswirtschaft, Straßenwesen und Städtebau, Universität Hannover.
- Fung, A. K.; Ulaby, F. T. (1983):** Matter-Energy Interaction in the Microwave Region. In: Cowell, R.N. (Ed.): Manual of Remote Sensing. 2nd Edition, Vol. I Theory, Instruments and Techniques, American Society of Photogrammetry, Falls Church, Virginia, USA.
- Galati, G.; Crescimboni, R. (1993):** Basic Concepts on Detection, Estimation and Optimum Filtering. -In: Galati, G. (ed.): Advanced Radar Techniques and Systems. Chap. 1, IEE Radar, Sonar, Navigation and Avionics Series 4, London.
- Ganser, M.; Weichenmeier, F. (2002):** NONSTOP Beschreibung V1.2, NONSTOP Simulation, Test und Optimierung von Verkehrssystemen. GEVAS Software Systementwicklung und Verkehrsinformatik GmbH, München.
- Ghiglia, D. C.; Pritt, M. D. (1998):** Two-Dimensional Phase Unwrapping. Theory, Algorithms, and Software. John Wiley & Sons, Inc., New York, Chichester.
- Goldstein, G. B. (1973):** False-Alarm Regulation in Log-Normal and Weibull Clutter. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Vol. AES-9, No. 1, January.
- Goldstein, R. M.; Zebker, H. A. (1987):** Interferometric radar measurement of ocean surface currents. Nature, Vol. 328, 20 August 1987, pp. 707-709.
- Goldstein, R. M.; Barnett, T. P.; Zebker, H. A. (1989):** Remote Sensing of Ocean Currents. Science, Vol 246, pp. 1282-1285.
- Goodman, J. W. (1976):** Some fundamental properties of speckle. Journal of Optical Society of America, Vol. 66, No. 11, pp. 1145-1150.
- Goßel, S. (1992):** Moving Target Indication Using Synthetic Aperture Radar (SAR). Workshop on European Security & Remote Sensing under Changing Conditions, 18./19.02.1992.
- Gray, A. L.; van der Kooij, M. W. A.; Mattar, K. E.; Farris-Manning, P. J. (1994):** Progress in the Development of the CCRS Along-Track Interferometer. Proceedings of IGARSS'94, Pasadena, pp. 2285-2287.

**Grüber, B.; Holz, A. (2003):** Verkehrsdatenerfassung aus der Luft. Vergleich der verschiedenen Fernerkundungssysteme (Optik, Infrarot, Radar). Internationales Verkehrswesen, Nr. 3, 55. Jahrgang, S. 93-96.

**Grüber, B.; Holz, A.; Fischer, P. (2003):** Survey of Remote Sensing Methods used for Traffic Monitoring - a comparison between optical, infrared and radar. Conference Proceedings of 10th World Congress and Exhibition on Intelligent Transport Systems (ITS), 16-20 November, Madrid, Spanien.

**Hecht, C. (2004):** mündliche Mitteilung, Transver GmbH, München.

**Hein, A. (1998):** Verarbeitung von SAR-Daten unter besonderer Berücksichtigung interferometrischer Anwendungen. Dissertationsarbeit, Universität Siegen, Fachbereich Elektrotechnik und Informatik.

**Hellmann, M. (2000):** Classification of Fully Polarimetric SAR-Data for Cartographic Applications. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Hochfrequenztechnik, Oberpfaffenhofen. DLR-Forschungsbericht 2000-19.

**Henderson, F. M.; Lewis, A. J. (1998):** Chapter 1 - Introduction. -In: Henderson, F. M.; Lewis, A. J. (Hrsg.): Principles and Applications of Imaging Radar. -In: Robert A. Ryerson (Hrsg.): Manual of Remote Sensing. 3. Auflage, Band 2, New York, Chichester.

**Hering, E.; Martin, R.; Stohrer, M. (1997):** Physik für Ingenieure. 6. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

**Hirsch, O. (2002):** Neue Verarbeitungsverfahren von Along-Track Interferometrie Daten eines Radars mit synthetischer Apertur. Dissertation Universität-Gesamthochschule Siegen. Fachbereich Elektrotechnik und Informatik.

**Holecz, F. (1993):** Postprocessing von SAR-Satellitenbilddaten. Remote Sensing Series, Vol. 23, Geographisches Institut der Universität Zürich.

**Hoogendoorn, S. P.; Van Zuylen, H. J.; Schreuder, M.; Gorte, B.; Vosselman, G. (2003):** Traffic Data Collection from Aerial Imagery. CTS 2003, 10th IFAC Symposium on Control in Transportation Systems, Tokyo, Japan, 4-6 August.

**Institut für Meereskunde (2005):** Internet: [http://www.ifm.zmaw.de/~wwwrs/activity\\_insar\\_space.htm](http://www.ifm.zmaw.de/~wwwrs/activity_insar_space.htm), Universität Hamburg (05.01.2005).

**Jain, A. K.; Duin, R. P. W.; Mao, J. (2000):** Statistical Pattern Recognition: A Review. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 22, No.1, pp. 4-37.

**Janssen, L. J.; Kirchhoff, P. (1998):** München Mobil - Handbuch Verkehr und Umwelt in München und Region. München.

**Just, D.; Bamler, R. (1994):** Phase statistics of interferograms with applications to synthetic aperture radar. Applied Optics, Vol. 33, No. 20, pp. 4361-4368.

**Klausing, H.; Holpp, W. (Hrsg.) (2000):** Radar mit realer und synthetischer Apertur. Konzep-

tion und Realisierung, Oldenbourg Wissenschaftsverlag München Wien.

**Kramer, H. J. (2002):** Observation of the Earth and Its Environment. Survey of Missions and Sensors. 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

**Kraus, K.; Schneider, W. (1988):** Fernerkundung Band 1: Physikalische Grundlagen und Aufnahmetechniken. Ferdinand Dümmler Verlag, Bonn.

**Kronberg, P. (1985):** Fernerkundung der Erde. Grundlagen und Methoden des Remote Sensing in der Geologie. Stuttgart.

**Landeshauptstadt München (Hrsg.) (1996):** Kfz-Verkehr in München. Analysen und Netzbelastungen, Entwicklung 1970 bis 1995. C6 Perspektive München, Schriftenreihe zur Stadtentwicklung. Referat für Stadtplanung und Bauordnung. München.

**Landeshauptstadt München (Hrsg.) (2000a):** Mobilität in München. Vorentwurf Verkehrsentwicklungsplan. Referat für Stadtplanung und Bauordnung.

**Landeshauptstadt München (Hrsg.) (2000b):** Mittlerer Ring. Stadt- und freiraumplanerische Studie, Referat für Stadtplanung und Bauordnung. München.

**Landeshauptstadt München (Hrsg.) (2000c):** Handlungsprogramm Mittlerer Ring 2001-2005. Unveröffentlichter Entwurf. Referat für Stadtplanung und Bauordnung. München.

**Landeshauptstadt München (Hrsg.) (2003a):** Mobinet Abschlußbericht. 5 Jahre Mobilitätsforschung im Ballungsraum München. Kreisverwaltungsreferat München.

**Landeshauptstadt München (Hrsg.) (2003b):** Untersuchung zum Verkehrsentwicklungsplan der Landeshauptstadt München. Präsentation von R. Baier, K.J. Beckmann, R. Schwarzmann, Informationsveranstaltung des Planungsreferates der Landeshauptstadt München am 09.04.2003.

**Landeshauptstadt München (Hrsg.) (2004a):** Mobinet Abschlußbericht. Arbeitsbereich B - Optimierung des Verkehrs im Hauptstraßennetz. München.

**Landeshauptstadt München (Hrsg.) (2004b):** Der neue Verkehrsentwicklungsplan, Handlungs- und Maßnahmenkonzept im Rahmen der Verkehrsentwicklungsplanung. Entwurf Juni 2004, Referat für Stadtplanung und Bauordnung, Aachen, Karlsruhe.

**Leutzbach, W. (1972):** Einführung in die Theorie des Verkehrsflusses. Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag.

**Lewis, A. J.; Henderson, F. M. (1998):** Chapter 3 - Radar Fundamentals: The Geoscience Perspective. -In: Henderson, F. M.; Lewis, A. J. (Hrsg.): Principles and Application of Imaging Radar. -In: Robert A. Ryerson (Hrsg.): Manual of Remote Sensing. 3. Auflage, Band 2, New York, Chichester.

**Lillesand, T.; Kiefer, R. (1994):** Remote Sensing and Image Interpretation. Third Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, Chichester.

**Loffeld, O.; Nies, H.; Gebhardt, U. (2003):** Interferometric Cartwheel. Universität Siegen, Fachbereich Elektrotechnik und Informatik, <http://www.nv.et-inf.uni-siegen.de/pb2/research/sar/cartwheel/cartwheel.htm>.

**Makigami, Y.; Woodie, L.; May, A.D. (1970):** Bay Area Freeway Operations Study - Final Report. Analytic Techniques for Evaluating Freeway Improvements. Part I of III: The Freeway Model. University of California, Berkeley, Institute of Transportation and Traffic Engineering, Berkeley.

**Milman, A. S.; Scheffler, A. O.; Bennett, J. R. (1992):** Ocean Imaging with Two-Antenna Radars. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 40, No. 6, June 1992, pp. 597-605.

**Mitterreiter (2004):** mündliche Mitteilung, Kreisverwaltungsreferat München.

**Moreira, A. (1990):** An Improved Multi-Look Technique to Produce SAR Imagery. - In: IEEE International Radar Conference, Arlington, Virginia, USA, May 7-10, pp. 57-63.

**Moreira, A. (1993):** Ein Echtzeit-Subaperturverfahren zur digitalen Verarbeitung von SAR-Daten. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Hochfrequenztechnik, Oberpfaffenhofen. DLR-Forschungsbericht 93-22.

**Moreira, A.; Krieger, G. (2003):** Spaceborne Synthetic Aperture Radar (SAR) Systems: State of the Art and Future Developments. 11th GAAS Symposium, Munich, pp. 385-388.

**Moreira, J. (1990):** Estimating the Residual Error of the Reflectivity Displacement Method for Aircraft Motion Error Extraction from SAR Raw Data. - In: IEEE International Radar Conference, Arlington, Virginia, USA, May 7-10, pp. 70-75.

**Moreira, J. (1992):** Bewegungsextraktionsverfahren für Radar mit synthetischer Apertur. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Hochfrequenztechnik, Oberpfaffenhofen. DLR-Forschungsbericht 92-31.

**Moreira, J. (1994):** A New Solution for One Channel SAR-MTI. In: - Proceedings of the 1994 Progress in Electromagnetics Research Symposium (PIERS), European Space Agency, Noordwijk, The Netherlands, July 11-15, 1994, ISBN 0-7923-3019-6, ESA-WPP-073, Kluwer Academic Publishers, pp. 2170-2174.

**Moreira, J.; Keydel, W. (1995):** A New MTI-SAR Approach Using the Reflectivity Displacement Method. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 33, No. 5, September 1995, pp. 1238-1244.

**Moreira, J. (2000):** mündliche Mitteilung, AeroSensing GmbH, Weßling.

**Moreira, J. (2001):** mündliche Mitteilung, AeroSensing GmbH, Weßling.

**Musha, T.; Sekine, M. (1993):** CFAR Techniques in Clutter. -In: Galati, G. (Hrsg.): Advanced Radar Techniques and Systems. Kapitel 3, IEE Radar, Sonar, Navigation and Avionics Series 4, London.

**NASA (1989):** Instrument Panel Report. SAR Synthetic Aperture Radar (Earth Observation Sy-

stem, Vol. IIf), Earth Science and Application Division, NASA Headquarters, Washington, DC.

**Neyman, J.; Pearson, E. S. (1933):** On the Problem of the most Efficient Tests of Statistical Hypotheses. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A*, Vol. 231, pp. 289-337.

**Nüesch, D. (1999):** Einführung in die Radar-Fernerkundung. Geographisches Institut der Universität Zürich-Irchel. Vorlesung Fernerkundung III.

**Nussbächer, S. (2003):** Probleme der Orientierung auf innerstädtischen Ringstraßen - dargestellt am Beispiel des Mittleren Rings in München. Diplomarbeit an der Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für sozialwissenschaftliche Geographie.

**Oliver, C.; Quegan, S. (1998):** Understanding Synthetic Aperture Radar Images. Artech House, Norwood, Boston, London.

**Orwig, L. P.; Held, D. N. (1992):** Interferometric Ocean Surface Mapping and Moving Object Relocation with a Norden Systems Ku-Band SAR. Proceedings of the 12th Annual International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS'92, Houston, May 26-29, 1992, Vol. 2, pp. 1598-1600.

**Ouchi, K. (1994):** The Effect of SAR Bandwidth Ratio and Current Variation on Ocean Current Measurements by Along-Track SAR Interferometer. IGARSS'94, Pasadena, pp. 723-725.

**Papathanassiou, K. P. (1999):** Polarimetric SAR Interferometry. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Hochfrequenztechnik, Oberpfaffenhofen. DLR-Forschungsbericht 99-07.

**Pritt, M. D.; Shipman, J. S. (1994):** Least-Squares Two-Dimensional Phase-Unwrapping Using FFT's. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 32, No. 3, May 1994.

**Raney, R. K. (1971):** Synthetic Aperture Imaging Radar and Moving Targets, *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, Vol. AES-7, No. 3, May 1971, pp. 499-505.

**Raney, R. K. (1998):** Chapter 2 - Radar Fundamentals: Technical Perspective. -In: Henderson, F. M.; Lewis, A. J. (Hrsg.): Principles and Application of Imaging Radar. -In: Robert A. Ryerson (Hrsg.): Manual of Remote Sensing. 3. Auflage, Band 2, New York, Chichester.

**Regionaler Planungsverband München (2004):** Internet: <http://www.region-muenchen.com/region/region.htm> (16.11.04).

**Rieck, W. (1996):** SAR Imaging of Moving Targets: Application of Time-Frequency Distribution for Single- and Multichannel Data. EUSAR'96 - European Conference on Synthetic Aperture Radar, Königswinter, Germany, 26-28 March 1996, Proceedings, pp. 431-434.

**Romeiser, R.; Thompson, D. R. (1999):** Advanced Modeling of Microwave Doppler Spectra and Along-Track Interferometric SAR Signatures of Ocean Surface Currents. IGARSS'99, IEEE 1999 International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 28 June- 2 July 1999, Hamburg, Germany, Proceedings Vol V., pp. 2604-2606.

**Romeiser, R.; Thompson, D. R. (2000):** Numerical Study on the Along-Track Interferometric Radar Imaging Mechanism of Oceanic Surface Currents. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 38, No. 1, January 2000, pp. 446-458.

**Romeiser, R.; Gade, M.; Hirsch, O. (2000):** Remote Sensing of Surface Currents and Bathymetric Features in the German Bight by Along-Track SAR Interferometry. - In: Proceedings 2000 of the International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2000), pp. 1081-1083, Inst. of Elec. and Electron. Eng., Piscataway, N.J., USA.

**Romeiser, R.; Schwäbisch, M.; Schulz-Stellenfleth, J.; Thompson, D. R.; Siegmund, R.; Niedermeier, A.; Alpers, W.; Lehner, S. (2002):** Study on Concepts for Radar Interferometry from Satellites for Ocean (and Land) Applications. KoRIOLis. Final report, <http://www.ifm.uni-hamburg.de/~romeiser/koriolis.htm>.

**Rößing, L.; Skupin, U. (1996):** Multi-Channel SAR/MTI Processing - Simulation and Real SAR Data Results. Proceedings of European Conference on Synthetic Aperture Radar, EUSAR, Königswinter, Deutschland.

**Schanda, E. (1986):** Radar mit synthetischer Apertur (SAR). Mikrowellen Magazin, Vol. 12, No. 6, pp. 534-543.

**Schmieder, A. (2003):** mündliche Mitteilung, AeroSensing GmbH, Weßling.

**Schnabel, W.; Lohse, D. (1997a):** Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung. Band 1 Verkehrstechnik. 2. Auflage, Verlag für Bauwesen, Berlin.

**Schnabel, W.; Lohse, D. (1997b):** Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung. Band 2 Verkehrsplanung. 2. Auflage, Verlag für Bauwesen, Berlin.

**Schütte, C.; Bogenberger, K; Ernhofer, O. (1999):** Analyse der Verkehrsqualität mit innovativer Datenerfassung - Beispiel Mittlerer Ring München. -In: Strassenverkehrstechnik, Mai 1999, 43. Jahrgang, S. 212-219.

**Schwäbisch, M. (1995):** Die SAR-Interferometrie zur Erzeugung digitaler Geländemodelle. Dissertation Universität Stuttgart.

**Schwäbisch, M.; Moreira, J. (1999):** The High Resolution Airborne Interferometric SAR AeS-1. Fourth International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition, 21st Canadian Symposium on Remote Sensing, Ottawa, Ontario, Canada, 21-24 June 1999, pp. I 540-547.

**Seifert, P.; Zink, M. (1993):** Synthetik-Apertur-Radar-Technik und Anwendung. Physik in unserer Zeit, 24. Jahrgang, Nr. 1, S. 24-32.

**Seifert (2004):** mündliche Mitteilung, Stadtwerke München.

**Shengli Dai; Wiesbeck, W. (1999):** System Configuration And Processing Method For Forward Looking SAR With Two Receiving Antennas. Towards Digital Earth - Proceedings of the International Symposium on Digital Earth, Science Press.

**Shengli Dai; Min Liu; Yajun Sun; Wiesbeck, W. (2001):** The latest development of high resolution imaging for forward looking SAR with multiple receiving antennas. Geosciences and Remote Sensing Symposium, IGARSS'01 IEEE 2001 International, Sydney, Australia.

**Stadtwerke München (2000):** Beschleunigung Linie 95/96. Reisezeitanalyse und -prognose. B-31/Frieß.

**Stadtwerke München (2003):** 14. Siemens TTS Anwendertreffen, Sicherung der Qualität der LSA-Beeinflussung, Erfurt, 12.-14. Mai.

**Statistisches Amt München (2004a):** Jahreszahlen. Internet: <http://www.muenchen.de/Rathaus/referate/dir/statistik/37879/index.html> (15.11.04).

**Statistisches Amt München (2004b):** Jahreszahlen. Verkehr. Internet: [http://www.muenchen.info/sta/jahreszahlen/jahreszahlen\\_2002/07/jt020706\\_s%20222.pdf](http://www.muenchen.info/sta/jahreszahlen/jahreszahlen_2002/07/jt020706_s%20222.pdf) (16.11.04).

**Sullivan, R. J. (2000):** Microwave Radar - Imaging and Advanced Concepts. Artech House, Boston, London, USA.

**Sun, H. B.; Hong, G.; Su, W. M.; Liu, G. S. (2000):** A Review of Moving Target Detection and Imaging by Airborne Synthetic Aperture Radar. EUSAR 2000, 3rd European Conference on Synthetic Aperture Radar, 23-25 May 2000, Munich, Germany, ISBN 3-8007-2544-4, pp. 545-548.

**Ulaby, F. T.; Moore, R. K.; Fung, A. K. (1981):** Microwave Remote Sensing - active and passive. Vol. I: Microwave Remote Sensing Fundamentals and Radiometry. Addison-Wesley Publishing Company, London, Amsterdam.

**Ulaby, F. T.; Moore, R. K.; Fung, A. K. (1982):** Microwave Remote Sensing - active and passive. Vol. II: Radar Remote Sensing and Surface Scattering and Emission Theory. Addison-Wesley Publishing Company, London, Amsterdam.

**Ulaby, F. T.; Moore, R. K.; Fung, A. K. (1986):** Microwave Remote Sensing - active and passive. Vol. III: From Theory to Applications. Addison-Wesley Publishing Company, London, Amsterdam.

**Ulaby, F. T.; Dobson, M. C. (1989):** Handbook of radar scattering statistics for terrain, Artech House, Norwood.

**University of California (1969):** Bay Area Freeway Operations Study. Summary of the Comprehensive Phase. Institute of Transportation and Traffic Engineering, Berkeley.

**Vachon, P. W., Campbell, J. W. M.; Gray, A. L.; Dobson, F. W. (1999):** Validation of Along-Track Interferometric SAR Measurements of Ocean Surface Waves. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 37, No. 1, January 1999, pp. 150-162.

**Voigt, S. (1997):** Interferometrische Verarbeitung von Flugzeug-SAR-Daten zur operationellen Ableitung digitaler Oberflächenmodelle am Beispiel des AeS-1. Diplomarbeit, Geographisches Institut, Ludwig-Maximilians-Universität München.

**Voss, F. (1998):** Verkehrsbeobachtung aus der Luft. Farbluftbildaufnahmen und simultane Thermalinfrarotaufnahmen vom Flugzeug und vom Telefunkenhochhaus in Berlin, im Auftrag der BMW AG, Verkehrskonzepte Berlin.

**Voss, F; Grüber, B. (2003):** Verkehrslageerfassung aus der Luft - Automatisierte Auswertung von Thermal-IR Luftbildern. Straßenverkehrstechnik, 47. Jahrgang, Februar, S. 75-82.

**Wallentowitz, H.; Neunzig, D. (2003):** Submikroskopische Fahrzeug- und Verkehrssimulation mit PELOPS. Verkehrswissenschaftliches Kolloquium, Dresden, 25.06.03.

**Wang, G.; Xia, X.-G.; Chen, V. C.; Fiedler, R. L. (2000):** Detection, Location and Imaging of Fast Moving Targets Using Multi-Frequency Antenna Array SAR (MF-SAR). EUSAR 2000, 3rd European Conference on Synthetic Aperture Radar, 23-25 May 2000, Munich, Germany, ISBN 3-8007-2544-4, pp. 557-560.

**Weichenmeier, F. (2003):** mündliche Mitteilung, GEVAS Software, München.

**Wiedemann, R. (1969):** Pulkauflösung hinter Lichtsignalen - Anwendung eines Simulationsmodells. In: Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 86, Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Straßenbau, Bonn.

**Wiedemann, R.; Hubschneider, H. (1987):** Simulationsmodelle. In: Lappiere, R.; Steierwald, G. (Hrsg.): Verkehrsleittechnik für den Straßenverkehr. Band I, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, S.192-212.

**Zebker, H.; van Zyl, J. (1991):** Imaging Radar Polarimetry: A Review. Proceedings of the IEEE, Vol. 79, No. 11, pp. 1583-1606.

## **Anhang**

Datenliste der Floating-Cars in der Rosenheimer Straße

Datenlisten aller detektierten Fahrzeuge

Karten der räumlich-zeitlichen Verteilung des Verkehrs



### Floating Cars (FC) in der Rosenheimer Straße zu den Aufnahmezeitpunkten der Radarüberflüge

Die Datenaufnahme erfolgte am Donnerstag, 11.11.99. Die Radardaten wurden in GPST, die FCs in UTC aufgezeichnet. Zur kartographisch-räumlichen Darstellung der FCs ist die Umrechnung der per GPS aufgezeichneten geographischen Koordinaten in Gauß-Krüger notwendig. Dabei muß unbedingt das Potsdam-Datum berücksichtigt werden, da sonst die FCD etwa 200 m nach Südwesten versetzt werden. Bei den hier angegebenen GK-Koordinaten ist das Potsdam-Datum berücksichtigt. Nur das FC Nr. 1 ist für einen Vergleich geeignet, da es die gesamte Strecke der Rosenheimer Straße durchfuhr. Alle anderen FCs befuhren nur Teilstrecken.

Überflug-name	Überflugszeitpunkt des Radars in GPST (original)	Überflugszeitpunkt des Radars in UTC	Float-ing Car Nr.	Koordinaten des FCs in Grad dezimal N	Koordinaten des FCs in Grad dezimal E	Koordinaten in Grad, Minute, Sekunde N	Koordinaten in Grad, Minute, Sekunde E	Koordinaten in Gauß-Krüger Hochwert	Koordinaten in Gauß-Krüger Rechtswert	Heading / Fahrtrichtung	Empfangene GPS-Qualität 1=GPS 2=DGPS	Geschwindigkeit in km/h	
<b>0526</b>	05:28:26	05:28:13	1	48.12551	11.60013	48° 7' 31.836''	11° 36' 0.468''	5332018,184189	4470338,995319	307.8	1	42.0404	
	05:28:27	05:28:14	1	48.12558	11.60002	48° 7' 32.088''	11° 36' 0.072''	5332026,010162	4470330,846885	307.2	1	40.0032	
	05:28:28	05:28:15	1	48.12563	11.59991	48° 7' 32.268''	11° 35' 59.676''	5332031,612296	4470322,686926	305.7	1	38.1512	
	05:28:26	05:28:13	4	48.12090	11.60638	48° 7' 15.240''	11° 36' 22.968''	5331503,191570	4470801,651862	267.0	2	0.00000	
	05:28:27	05:28:14	4	48.12090	11.60638	48° 7' 15.240''	11° 36' 22.968''	5331503,191570	4470801,651862	267.0	1	0.00000	
	05:28:28	05:28:15	4	48.12090	11.60638	48° 7' 15.240''	11° 36' 22.968''	5331503,191570	4470801,651862	267.0	1	0.00000	
<b>0542</b>	05:44:07	05:43:54	5	48.12101	11.60585	48° 7' 15.636''	11° 36' 21.060''	5331515,624417	4470762,255584	140.1	2	0.00000	
	05:44:08	05:43:55	5	48.12101	11.60585	48° 7' 15.636''	11° 36' 21.060''	5331515,624417	4470762,255584	140.1	2	0.00000	
	05:44:09	05:43:56	5	48.12101	11.60585	48° 7' 15.636''	11° 36' 21.060''	5331515,624417	4470762,255584	140.1	2	0.00000	
<b>0557</b>	05:58:34	05:58:21	1	48.11823	11.61014	48° 7' 5.628''	11° 36' 36.504''	5331204,884959	4471080,084410	315.6	2	15.5568	
	05:58:35	05:58:22	1	48.11825	11.61010	48° 7' 5.700''	11° 36' 36.360''	5331207,123907	4471077,117496	316.2	2	14.4456	
	05:58:36	05:58:23	1	48.11826	11.61007	48° 7' 5.736''	11° 36' 36.252''	5331208,247149	4471074,889453	316.4	2	13.1492	
	05:58:37	05:58:24	1	48.11828	11.61005	48° 7' 5.808''	11° 36' 36.180''	5331210,478472	4471073,411654	316.2	2	12.0380	
<b>0612</b>	06:13:13	06:13:00	1	48.12848	11.59412	48° 7' 42.528''	11° 35' 38.832''	5332350,765050	4469893,326651	314.7	2	0.00000	
	06:13:14	06:13:01	1	48.12848	11.59410	48° 7' 42.528''	11° 35' 38.760''	5332350,772892	4469891,837865	314.7	2	0.00000	
	06:13:15	06:13:02	1	48.12848	11.59407	48° 7' 42.528''	11° 35' 38.652''	5332350,784657	4469889,604671	314.7	2	0.00000	
		06:13:13	06:13:00	4	48.12426	11.60117	48° 7' 27.336''	11° 36' 4.212''	5331878,792389	4470415,697675	307.1	2	40.3736
		06:13:14	06:13:01	4	48.12426	11.60117	48° 7' 27.336''	11° 36' 4.212''	5331878,792389	4470415,697675	307.1	2	40.3736
	06:13:15	06:13:02	4	48.12426	11.60117	48° 7' 27.336''	11° 36' 4.212''	5331878,792389	4470415,697675	307.1	2	40.3736	
<b>0625</b>	06:27:27	06:27:14	1	48.12398	11.60189	48° 7' 26.328''	11° 36' 6.804''	5331847,381336	4470469,137783	134.9	2	0.00000	
	06:27:28	06:27:15	1	48.12400	11.60189	48° 7' 26.400''	11° 36' 6.804''	5331849,605185	4470469,149272	134.9	2	0.00000	
	06:27:29	06:27:16	1	48.12400	11.60189	48° 7' 26.400''	11° 36' 6.804''	5331849,605185	4470469,149272	134.9	2	0.00000	
	06:27:30	06:27:17	1	48.12401	11.60189	48° 7' 26.436''	11° 36' 6.804''	5331850,717103	4470469,155017	134.9	2	0.00000	
	06:27:31	06:27:18	1	48.12401	11.60189	48° 7' 26.436''	11° 36' 6.804''	5331850,717103	4470469,155017	134.9	2	0.00000	

Überflug-name	Überflugszeitpunkt des Radars in GPST (original)	Überflugszeitpunkt des Radars in UTC	Float-ing Car Nr.	Koordinaten des FCs in Grad dezimal N	Koordinaten des FCs in Grad dezimal E	Koordinaten in Grad, Minute, Sekunde N	Koordinaten in Grad, Minute, Sekunde E	Koordinaten in Gauß-Krüger Hochwert	Koordinaten in Gauß-Krüger Rechtswert	Heading / Fahrtrichtung	Empfangene GPS-Qualität 1=GPS 2=DGPS	Geschwindigkeit in km/h
	06:27:27	06:27:14	5	48.12116	11.60575	48° 7' 16.176''	11° 36' 20.700''	5331532,341342	4470754,895869	134.9	2	24.0760
	06:27:28	06:27:15	5	48.12116	11.60574	48° 7' 16.176''	11° 36' 20.664''	5331532,345151	4470754,151355	134.9	2	20.3720
	06:27:29	06:27:16	5	48.12116	11.60574	48° 7' 16.176''	11° 36' 20.664''	5331532,345151	4470754,151355	134.9	2	18.5200
	06:27:30	06:27:17	5	48.12116	11.60573	48° 7' 16.176''	11° 36' 20.628''	5331532,348960	4470753,406872	134.9	2	16.6680
	06:27:31	06:27:18	5	48.12116	11.60573	48° 7' 16.176''	11° 36' 20.628''	5331532,348960	4470753,406872	134.9	2	0.00000
<b>0639</b>	06:41:10	06:40:57	1	48.12068	11.60629	48° 7' 14.448''	11° 36' 22.644''	5331478,763460	4470794,826351	140.3	2	51.3004
	06:41:11	06:40:58	1	48.12058	11.60641	48° 7' 14.088''	11° 36' 23.076''	5331467,598597	4470803,703662	139.7	2	51.4856
	06:41:12	06:40:59	1	48.12046	11.60652	48° 7' 13.656''	11° 36' 23.472''	5331454,213713	4470811,825160	136.7	2	51.6708
	06:41:13	06:41:00	1	48.12038	11.60665	48° 7' 13.368''	11° 36' 23.940''	5331445,268913	4470821,458420	135.7	2	53.3376
<b>0654</b>	06:55:37	06:55:24	1	48.12710	11.59605	48° 7' 37.560''	11° 35' 45.780''	5332196,564407	4470036,190774	133.1	2	39.8180
	06:55:38	06:55:25	1	48.12701	11.59615	48° 7' 37.236''	11° 35' 46.140''	5332186,518063	4470043,582491	133.0	2	39.4476
	06:55:39	06:55:26	1	48.12693	11.59626	48° 7' 36.948''	11° 35' 46.536''	5332177,579752	4470051,724479	132.9	2	41.1144
	06:55:40	06:55:27	1	48.12686	11.59638	48° 7' 36.696''	11° 35' 46.968''	5332169,749480	4470060,616738	132.8	2	43.7072
<b>0707</b>	07:08:56	07:08:43	1	48.12956	11.59264	48° 7' 46.416''	11° 35' 33.504''	5332471,434354	4469783,790822	132.3	2	49.8188
	07:08:57	07:08:44	1	48.12948	11.59277	48° 7' 46.128''	11° 35' 33.972''	5332462,487798	4469793,420774	131.7	2	46.8556
	07:08:58	07:08:45	1	48.12941	11.59289	48° 7' 45.876''	11° 35' 34.404''	5332454,657134	4469802,312237	132.2	2	43.8924
	07:08:59	07:08:46	1	48.12935	11.59300	48° 7' 45.660''	11° 35' 34.800''	5332447,942312	4469810,465201	132.3	2	37.9660
<b>0722</b>	07:22:59	07:22:46	1	48.12750	11.59570	48° 7' 39.000''	11° 35' 44.520''	5332241,178051	4470010,369560	311.1	2	12.7788
	07:23:00	07:22:47	1	48.12755	11.59562	48° 7' 39.180''	11° 35' 44.232''	5332246,768926	4470004,443451	311.2	2	13.7048
	07:23:01	07:22:48	1	48.12760	11.59555	48° 7' 39.360''	11° 35' 43.980''	5332252,355901	4469999,261762	311.3	2	14.6308
	07:23:02	07:22:49	1	48.12765	11.59546	48° 7' 39.540''	11° 35' 43.656''	5332257,950696	4469992,591265	311.9	2	29.2616
<b>0740</b>	07:41:37	07:41:24	1	48.12285	11.60375	48° 7' 22.260''	11° 36' 13.500''	5331721,020178	4470606,961615	134.9	2	46.3000
	07:41:38	07:41:25	1	48.12276	11.60387	48° 7' 21.936''	11° 36' 13.932''	5331710,966958	4470615,843866	136.5	2	33.3360
	07:41:39	07:41:26	1	48.12273	11.60396	48° 7' 21.828''	11° 36' 14.256''	5331707,596741	4470622,527080	136.1	2	31.8544
	07:41:40	07:41:27	1	48.12266	11.60404	48° 7' 21.576''	11° 36' 14.544''	5331699,782683	4470628,442896	140.9	2	35.3732

## Ergebnistabelle des Radarüberflugs 0526\_coher08, Rosenheimer Straße, 11. November 1999, 06:28 MEZ

Alle Angaben beziehen sich auf das jeweils detektierte Fahrzeug (Objekt):

**objnr** = Objektnummer, **area** = Fläche des detektierten Fahrzeugs in Pixel, **umfverh** = Verhältnis Umfang zu Durchmesser, **xmin** = kleinste X-Koordinate des Fahrzeugs, **xmax** = größte X-Koordinate, **ymin** = kleinste Y-Koordinate, **ymax** = größte Y-Koordinate, **phase** = Phasenwert, **coher** = Kohärenzwert, **centx** = X-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **centy** = Y-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **geschw\_sl** = Geschwindigkeit in Slant Range, **geschw\_gr** = Geschwindigkeit in Ground Range, ist die endgültige, **x\_koord** = X-Koordinate in Rechtswert (Gauß-Krüger), **y\_koord** = Y-Koordinate in Hochwert (Gauß-Krüger).

objnr	area	peri	umfverh	xmin	xmax	ymin	xmax	phase	coher	centx	centy	geschw_sl	geschw_gr	x_koord	y_koord
4	184	64	1.77	43	62	1183	1194	0.498	0.829	52	1188	24.710	46.773	4471057.50	5331199.50
6	32	28	1.95	46	54	1282	1286	0.425	0.800	50	1284	34.619	65.574	4471065.00	5331209.50
15	21	20	1.52	72	76	143	147	0.407	0.845	74	145	-22.777	-42.803	4471047.50	5331212.00
23	78	50	2.55	88	96	540	555	0.454	0.811	92	547	25.943	48.470	4471047.50	5331232.00
73	127	54	1.83	31	44	259	271	0.494	0.818	37	265	22.930	43.623	4469990.00	5332274.50
89	113	46	1.49	209	221	644	653	0.478	0.846	215	648	18.161	32.699	4470980.00	5331277.00
93	76	38	1.51	213	222	284	292	0.518	0.830	217	288	-39.401	-70.902	4470990.00	5331289.50
146	47	30	1.52	56	62	945	952	-0.546	0.804	59	948	32.042	60.511	4469972.50	5332269.50
156	62	38	1.85	397	404	1039	1049	-0.416	0.879	400	1044	18.123	31.096	4470907.50	5331369.50
172	26	24	1.76	455	459	920	926	0.438	0.845	457	923	7.150	12.106	4470872.50	5331384.50
210	58	36	1.78	549	556	87	96	0.457	0.896	552	91	-27.676	-45.888	4470832.50	5331427.00
240	61	34	1.51	629	637	1037	1044	-0.480	0.818	633	1040	20.360	33.201	4470810.00	5331472.00
267	116	56	2.15	679	695	161	171	0.410	0.886	687	166	46.572	75.149	4470787.50	5331497.00
310	26	24	1.76	742	746	824	830	-0.439	0.803	744	827	3.695	5.899	4470757.50	5331512.00
314	69	38	1.67	749	757	1184	1193	0.502	0.873	753	1188	33.120	52.788	4470762.50	5331524.50
329	77	40	1.65	769	776	324	335	-0.418	0.801	772	329	33.984	53.980	4470747.50	5331524.50
330	62	38	1.85	770	781	32	38	-0.408	0.807	775	35	-28.273	-44.884	4470745.00	5331527.00
371	52	38	2.21	171	181	697	704	0.459	0.894	176	700	13.830	25.184	4469940.00	5332317.00
415	32	26	1.68	858	864	1076	1081	-0.437	0.844	861	1078	24.822	38.821	4470715.00	5331567.00
434	58	36	1.78	903	912	1110	1117	-0.497	0.820	907	1113	28.304	43.930	4470697.50	5331587.00
446	23	22	1.67	921	925	339	344	-0.580	0.854	923	341	28.282	43.781	4470700.00	5331602.00
459	22	22	1.75	931	936	565	569	-0.407	0.838	933	567	11.108	17.167	4470697.50	5331607.00
471	43	32	1.90	945	954	540	545	-0.434	0.806	949	542	13.723	21.155	4470685.00	5331607.00
479	74	38	1.55	948	957	989	997	-0.412	0.808	952	993	21.159	32.603	4470690.00	5331614.50

480	78	46	2.16	236	250	1023	1030	0.411	0.906	243	1026	-44.077	-78.744	4469917.50	5332339.50
495	27	24	1.70	969	975	48	52	-0.537	0.857	972	50	49.067	75.366	4470682.50	5331624.50
506	80	44	1.93	980	989	292	303	-0.429	0.864	984	297	30.357	46.540	4470677.50	5331629.50
516	59	36	1.75	995	1001	528	538	-0.402	0.824	998	533	13.399	20.497	4470667.50	5331629.50
517	76	40	1.68	259	269	855	863	-0.454	0.835	264	859	20.454	36.332	4470465.00	5331862.00
522	135	56	1.85	1001	1015	43	55	-0.449	0.802	1008	49	48.344	73.844	4470670.00	5331639.50
537	32	24	1.43	268	273	13	18	-0.463	0.839	270	15	-36.508	-64.744	4470465.00	5331864.50
540	123	56	2.03	268	277	663	680	0.526	0.835	272	671	3.064	5.430	4470452.50	5331852.00
541	35	28	1.78	270	275	719	725	-0.479	0.920	272	722	15.864	28.119	4469907.50	5332347.00
553	57	36	1.81	1027	1036	231	238	-0.518	0.814	1031	234	-49.582	-75.470	4470655.00	5331644.50
563	84	42	1.67	274	284	761	770	-0.557	0.832	279	765	10.715	18.957	4470450.00	5331854.50
569	33	26	1.63	1042	1048	126	131	0.491	0.909	1045	128	41.682	63.312	4470655.00	5331657.00
573	186	80	2.74	278	304	739	748	-0.689	0.860	291	743	8.941	15.768	4470445.00	5331859.50
574	97	48	1.89	1048	1059	81	92	-0.462	0.810	1053	86	44.626	67.703	4470652.50	5331659.50
598	136	52	1.58	289	303	568	578	-0.442	0.828	296	573	4.838	8.521	4470442.50	5331862.00
640	54	34	1.70	318	327	429	435	0.509	0.892	322	432	7.462	13.053	4469890.00	5332362.00
643	202	72	2.04	318	338	1261	1274	0.631	0.856	328	1267	-24.681	-43.109	4469887.50	5332364.50
645	253	76	1.82	306	318	13	37	-0.978	0.886	312	25	-37.852	-66.387	4470447.50	5331879.50
669	81	52	2.66	315	329	721	731	-0.477	0.859	322	726	7.613	13.317	4470432.50	5331869.50
677	151	64	2.16	337	358	1217	1226	0.408	0.849	347	1221	-28.368	-49.311	4469882.50	5332372.00
679	35	26	1.54	1120	1127	477	481	0.422	0.892	1123	479	15.459	23.216	4470622.50	5331682.00
684	26	30	2.75	1123	1131	1032	1037	-0.455	0.855	1127	1034	25.389	38.106	4470620.00	5331684.50
688	79	48	2.32	350	359	392	405	0.416	0.824	354	398	11.873	20.603	4469870.00	5332362.00
689	32	26	1.68	352	357	174	180	-0.430	0.816	354	177	27.715	48.092	4469877.50	5332374.50
702	54	32	1.51	381	386	674	683	0.445	0.810	383	678	12.818	22.084	4469867.50	5332384.50
706	187	68	1.97	1142	1155	990	1009	0.491	0.831	1148	999	23.135	34.621	4470612.50	5331694.50
719	33	28	1.89	398	403	326	333	-0.459	0.864	400	329	16.909	29.012	4469855.00	5332377.00
755	29	24	1.58	1175	1179	521	527	-0.426	0.872	1177	524	10.017	14.930	4470610.00	5331712.00
756	34	26	1.58	351	356	977	983	-0.450	0.849	353	980	28.269	49.065	4470422.50	5331879.50
764	21	22	1.83	354	359	677	681	-0.416	0.814	356	679	4.054	7.032	4470420.00	5331882.00
767	43	34	2.14	356	364	323	329	-0.710	0.825	360	326	24.315	42.129	4470417.50	5331882.00
775	103	52	2.09	1187	1200	434	444	-0.418	0.840	1193	439	17.022	25.315	4470597.50	5331712.00
779	103	46	1.63	428	439	919	929	0.483	0.843	433	924	32.771	55.792	4469852.50	5332399.50
815	67	38	1.72	388	398	486	493	-0.457	0.802	393	489	8.824	15.167	4470415.00	5331907.00

847	61	34	1.51	1221	1229	957	964	-0.436	0.880	1225	960	22.489	33.301	4470592.50	5331734.50
870	26	24	1.76	418	421	273	280	-0.483	0.805	419	276	25.688	43.877	4470405.00	5331914.50
873	38	28	1.64	482	489	1061	1066	0.406	0.909	485	1063	42.173	70.951	4469827.50	5332407.00
887	172	66	2.02	427	439	383	402	-0.808	0.835	433	392	18.289	31.137	4470390.00	5331909.50
913	310	96	2.37	1253	1280	209	228	-0.519	0.826	1266	218	30.430	44.818	4470580.00	5331752.00
919	77	46	2.19	510	521	1075	1085	0.417	0.813	515	1080	43.610	72.885	4469817.50	5332417.00
927	251	76	1.83	444	460	337	356	-0.807	0.803	452	346	21.786	36.927	4470382.50	5331917.00
949	225	78	2.15	534	552	219	237	-0.731	0.846	543	228	23.325	38.748	4469807.50	5332424.50
963	90	44	1.71	1275	1285	452	462	-0.488	0.910	1280	457	14.199	20.875	4470567.50	5331749.50
973	56	36	1.84	547	555	71	79	-0.401	0.842	551	75	35.260	58.474	4469805.00	5332427.00
994	38	30	1.88	559	568	48	52	-0.548	0.871	563	50	-47.619	-78.771	4469802.50	5332432.00
1011	54	36	1.91	569	577	197	205	-0.579	0.819	573	201	23.657	39.051	4469805.00	5332442.00
1036	44	32	1.85	586	594	756	762	-0.412	0.818	590	759	20.110	33.080	4469800.00	5332449.50
1150	61	36	1.69	648	656	1165	1173	-0.429	0.897	652	1169	-33.832	-54.962	4469772.50	5332462.00
1156	22	20	1.45	655	659	574	578	0.823	0.931	657	576	4.847	7.867	4469770.00	5332462.00
1170	42	28	1.49	665	672	145	150	-0.406	0.879	668	147	26.937	43.625	4469775.00	5332472.00
1174	21	20	1.52	668	672	1001	1005	0.417	0.852	670	1003	-45.289	-73.318	4469772.50	5332474.50
1224	22	22	1.75	711	714	756	762	-0.806	0.815	712	759	20.791	33.391	4469760.00	5332489.50
1280	28	26	1.92	749	756	755	759	-0.506	0.824	752	757	20.914	33.340	4469747.50	5332502.00
1306	92	44	1.67	769	781	961	969	-0.451	0.858	775	965	-47.705	-75.733	4469740.00	5332509.50
1329	250	92	2.69	784	813	816	831	-0.536	0.838	798	823	24.459	38.671	4469725.00	5332504.50
1345	54	36	1.91	794	805	878	883	-0.570	0.841	799	880	28.813	45.547	4469722.50	5332507.00
1352	52	32	1.57	609	616	795	802	-0.450	0.824	612	798	16.382	26.826	4470332.50	5331979.50
1402	48	30	1.49	849	856	621	627	-0.514	0.802	852	624	9.671	15.149	4469705.00	5332524.50
1406	76	44	2.03	852	859	1270	1283	-0.423	0.833	855	1276	-23.778	-37.226	4469715.00	5332534.50
1411	27	24	1.70	866	873	13	16	-0.402	0.815	869	14	-48.327	-75.479	4469700.00	5332529.50
1419	22	22	1.75	876	880	1003	1008	-0.509	0.803	878	1005	-44.228	-68.974	4469707.50	5332544.50
1424	56	38	2.05	882	888	24	35	-0.422	0.831	885	29	-49.661	-77.357	4469695.00	5332534.50
1431	31	26	1.74	897	902	62	68	-0.503	0.815	899	65	30.337	47.147	4469700.00	5332549.50
1437	62	36	1.66	915	925	293	299	-0.421	0.801	920	296	14.510	22.472	4469685.00	5332547.00
1438	59	40	2.16	921	931	765	773	-0.449	0.881	926	769	22.910	35.447	4469692.50	5332559.50
1459	32	28	1.95	997	1002	109	116	-0.426	0.824	999	112	25.593	39.146	4469667.50	5332582.00
1471	64	40	1.99	1030	1040	162	170	-0.446	0.838	1035	166	22.741	34.594	4469650.00	5332584.50
1473	101	50	1.97	1037	1050	203	213	-0.657	0.809	1043	208	19.518	29.656	4469647.50	5332587.00

1474	103	50	1.93	1043	1055	54	65	-0.414	0.814	1049	59	28.923	43.906	4469652.50	5332599.50
1475	107	50	1.86	1047	1055	516	531	-0.439	0.830	1051	523	3.927	5.959	4469645.00	5332589.50
1478	37	28	1.69	1055	1061	346	352	-0.436	0.854	1058	349	7.341	11.129	4469650.00	5332602.00
1479	142	56	1.76	1063	1075	191	205	-0.703	0.859	1069	198	19.919	30.148	4469640.00	5332597.00
1491	24	22	1.60	1081	1087	740	743	-0.476	0.861	1084	741	21.852	33.001	4469642.50	5332609.50
1499	118	54	1.97	1087	1100	167	179	-0.628	0.842	1093	173	21.450	32.352	4469632.50	5332604.50
1521	28	24	1.64	1109	1114	1165	1170	-0.434	0.804	1111	1167	51.905	78.083	4469625.00	5332612.00
1544	20	20	1.59	1133	1136	1100	1105	-0.434	0.820	1134	1102	47.204	70.778	4469617.50	5332619.50
1563	88	44	1.75	1150	1162	784	792	-0.534	0.893	1156	788	24.291	36.310	4469612.50	5332624.50
1626	288	100	2.76	702	715	635	664	0.460	0.818	708	649	5.081	8.166	4470295.00	5332012.00
1647	20	20	1.59	710	713	444	449	-0.424	0.885	711	446	10.559	16.960	4470292.50	5332012.00
1741	76	40	1.68	745	753	207	217	0.418	0.844	749	212	28.321	45.173	4470280.00	5332024.50
1772	22	22	1.75	758	762	498	503	-0.427	0.957	760	500	6.168	9.818	4470275.00	5332027.00
1789	226	92	2.98	762	775	58	87	0.460	0.809	768	72	41.229	65.534	4470260.00	5332017.00
1813	245	96	2.99	773	785	525	556	0.480	0.867	779	540	5.356	8.496	4470255.00	5332019.50
1821	20	20	1.59	777	781	485	489	-0.460	0.915	779	487	7.074	11.223	4470267.50	5332034.50
1866	65	36	1.59	794	801	547	556	-0.434	0.855	797	551	4.456	7.046	4470247.50	5332027.00
1903	25	28	2.50	806	809	968	977	-0.430	0.856	807	972	27.666	43.672	4470245.00	5332029.50
1947	41	30	1.75	825	832	52	58	-0.517	0.842	828	55	-42.622	-67.036	4470235.00	5332037.00
2030	52	34	1.77	861	867	296	305	-0.441	0.869	864	300	23.190	36.250	4470222.50	5332047.00
2071	72	38	1.60	885	894	488	496	-0.423	0.928	889	492	6.215	9.675	4470227.50	5332069.50
2432	38	30	1.88	1060	1066	130	137	0.425	0.801	1063	133	-50.607	-76.663	4470150.00	5332112.00
2443	140	60	2.05	1066	1079	1100	1114	0.450	0.861	1072	1107	-44.739	-67.684	4470157.50	5332127.00
2461	68	38	1.69	1075	1084	1038	1046	0.405	0.838	1079	1042	-49.544	-74.877	4470155.00	5332129.50
2654	86	44	1.79	1156	1167	424	433	0.406	0.807	1161	428	11.568	17.279	4470115.00	5332144.50
2774	37	28	1.69	1233	1239	1016	1022	0.453	0.870	1236	1019	-51.160	-75.646	4470097.50	5332179.50
2895	35	28	1.78	1292	1297	763	770	-0.502	0.863	1294	766	15.396	22.593	4470077.50	5332199.50
2973	67	36	1.54	1338	1346	1093	1101	0.430	0.807	1342	1097	-45.374	-66.183	4470060.00	5332214.50
2976	17	20	1.87	117	122	887	890	0.462	0.851	119	888	2.768	5.129	4471035.00	5331244.50
2983	15	18	1.72	154	158	482	485	-0.467	0.847	156	483	30.201	55.320	4471017.50	5331262.00
2986	67	42	2.10	176	186	161	170	0.532	0.801	181	165	-26.357	-47.922	4470995.00	5331259.50
2990	19	20	1.68	186	190	1020	1024	0.507	0.845	188	1022	14.631	26.549	4471002.50	5331277.00
3002	16	18	1.61	240	244	357	360	0.508	0.817	242	358	41.436	74.045	4470967.50	5331289.50
3005	26	26	2.07	313	317	153	160	0.498	0.829	315	156	-28.196	-49.413	4470935.00	5331322.00

3041	29	26	1.85	707	712	336	342	-0.460	0.835	709	339	34.484	55.412	4470770.00	5331497.00
3045	21	20	1.52	714	718	133	137	0.429	0.865	716	135	48.388	77.653	4470777.50	5331509.50
3046	19	20	1.68	716	721	219	222	0.416	0.945	718	220	41.801	67.057	4470775.00	5331509.50
3054	50	40	2.55	765	777	1015	1020	0.500	0.836	771	1017	20.214	32.114	4470755.00	5331534.50
3062	347	94	2.03	784	796	547	580	1.149	0.801	790	563	15.753	24.941	4470740.00	5331532.00
3096	127	68	2.90	938	947	185	204	-0.961	0.845	942	194	-44.692	-68.974	4470687.50	5331604.50
3104	17	18	1.52	955	959	678	681	-0.492	0.809	957	679	3.274	5.041	4470682.50	5331612.00
3111	18	20	1.77	962	967	548	551	0.400	0.849	964	549	12.848	19.759	4470680.00	5331614.50
3116	29	32	2.81	1404	1414	910	913	0.409	0.838	1409	911	24.000	34.721	4470025.00	5332222.00
3120	31	28	2.01	1012	1019	644	649	-0.565	0.832	1015	646	3.773	5.757	4470667.50	5331642.00
3123	35	30	2.05	1024	1033	640	644	-0.482	0.838	1028	642	3.853	5.868	4470662.50	5331649.50
3135	127	54	1.83	1055	1070	171	181	-0.686	0.817	1062	176	-45.831	-69.439	4470645.00	5331657.00
3164	40	28	1.56	1432	1438	606	612	0.409	0.893	1435	609	4.882	7.041	4470027.50	5332244.50
3172	25	24	1.83	1439	1443	426	432	-0.768	0.801	1441	429	7.850	11.313	4470027.50	5332247.00
3218	101	52	2.13	1465	1478	229	240	0.441	0.881	1471	234	21.413	30.753	4470015.00	5332257.00
3318	123	54	1.89	1260	1277	140	148	-0.486	0.804	1268	144	-47.667	-70.186	4470572.50	5331744.50
3876	28	24	1.64	128	135	233	236	-0.470	0.808	131	234	24.851	45.867	4469957.50	5332304.50
3933	25	24	1.83	191	196	289	294	0.479	0.852	193	291	19.724	35.738	4469935.00	5332324.50
4005	50	40	2.55	271	282	631	637	0.652	0.812	276	634	6.758	11.965	4469895.00	5332339.50
4071	26	24	1.76	348	353	43	48	0.447	0.929	350	45	-44.341	-77.020	4469872.50	5332359.50
4122	22	20	1.45	446	450	126	130	0.439	0.852	448	128	32.368	54.914	4469840.00	5332394.50
4175	36	30	1.99	535	541	376	383	0.465	0.812	538	379	11.496	19.117	4469810.00	5332422.00
4192	47	32	1.73	566	573	735	742	-0.495	0.807	569	738	18.423	30.437	4469807.50	5332442.00
4196	26	26	2.07	572	576	916	923	-0.463	0.826	574	919	31.169	51.441	4469797.50	5332434.50
4331	112	48	1.64	811	823	783	793	-0.689	0.826	817	788	23.701	37.348	4469725.00	5332524.50
4344	42	32	1.94	837	846	789	793	-0.672	0.809	841	791	24.070	37.773	4469720.00	5332532.00
5290	14	16	1.46	21	23	208	212	-1.767	0.810	22	210	34.735	66.420	4470562.50	5331777.00
5893	178	78	2.72	366	385	301	319	-0.889	0.802	375	310	23.300	40.221	4470422.50	5331899.50
6107	28	26	1.92	496	501	97	103	-0.446	0.826	498	100	-43.659	-73.239	4470365.00	5331929.50
6159	128	58	2.09	522	539	995	1005	0.415	0.824	530	1000	32.144	53.548	4470362.50	5331952.00
6472	27	24	1.70	692	697	886	891	-1.033	0.803	694	888	23.496	37.863	4470300.00	5332007.00
6489	20	20	1.59	699	703	521	525	0.416	0.843	701	523	4.668	7.512	4470297.50	5332009.50
6515	80	54	2.90	714	724	305	320	0.550	0.847	719	312	20.838	33.421	4470290.00	5332014.50
7128	24	26	2.24	1114	1121	237	240	0.428	0.840	1117	238	23.987	36.053	4470142.50	5332142.00

7153	33	26	1.63	1129	1136	999	1003	0.579	0.807	1132	1001	-52.560	-78.832	4470135.00	5332144.50
7264	212	78	2.28	1249	1270	906	922	0.928	0.808	1259	914	24.162	35.619	4470080.00	5332177.00

## Ergebnistabelle des Radarüberflugs 0542\_coher08, Rosenheimer Straße, 11. November 1999, 06:43 MEZ

Alle Angaben beziehen sich auf das jeweils detektierte Fahrzeug (Objekt):

**objnr** = Objektnummer, **area** = Fläche des detektierten Fahrzeugs in Pixel, **umfverh** = Verhältnis Umfang zu Durchmesser, **xmin** = kleinste X-Koordinate des Fahrzeugs, **xmax** = größte X-Koordinate, **ymin** = kleinste Y-Koordinate, **ymax** = größte Y-Koordinate, **phase** = Phasenwert, **coher** = Kohärenzwert, **centx** = X-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **centy** = Y-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **geschw\_sl** = Geschwindigkeit in Slant Range, **geschw\_gr** = Geschwindigkeit in Ground Range, ist die endgültige, **x\_koord** = X-Koordinate in Rechtswert (Gauß-Krüger), **y\_koord** = Y-Koordinate in Hochwert (Gauß-Krüger).

objnr	area	peri	umfverh	xmin	xmax	ymin	xmax	phase	coher	centx	centy	geschw_sl	geschw_gr	x_koord	y_koord
1	97	54	2,39	13	24	20	30	0,418	0,849	18	25	-37,143	-71,401	4470567.50	5331767.00
3	56	34	1,64	29	37	812	819	-0,467	0,857	33	815	3,036	5,806	4471080.00	5331187
27	49	34	1,88	67	76	1248	1254	0,443	0,811	71	1251	34,563	65,256	4471060.00	5331207
41	23	22	1,67	105	111	808	811	-0,417	0,874	108	809	3,622	6,757	4471037.50	5331219,5
56	109	62	2,81	26	46	1028	1036	0,474	0,874	36	1032	-39,997	-76,41	4469987.50	5332257
75	91	58	2,94	35	51	810	821	0,419	0,807	43	815	26,252	50,031	4469985.00	5332259,5
77	27	28	2,31	35	42	1153	1158	0,455	0,827	38	1155	-27,845	-53,158	4469995.00	5332267
78	21	20	1,52	153	158	1196	1199	-0,406	0,831	155	1197	29,782	54,756	4471015.00	5331242
92	102	54	2,27	177	186	175	190	-0,401	0,875	181	182	-31,511	-57,487	4471010.00	5331262
97	28	26	1,92	183	188	547	553	0,423	0,864	185	550	22,385	40,789	4471010.00	5331264,5
109	83	40	1,53	193	202	946	955	0,625	0,807	197	950	11,178	20,298	4471002.50	5331269,5
123	57	40	2,23	55	67	1264	1270	0,538	0,812	61	1267	-20,114	-38,103	4469977.50	5332264,5
124	20	24	2,29	56	61	632	637	0,537	0,825	58	634	12,619	23,928	4469985.00	5332272
159	111	64	2,94	240	259	251	260	0,427	0,853	249	255	-39,211	-70,158	4470980.00	5331294,5
169	25	24	1,83	253	259	1218	1222	-0,671	0,845	256	1220	32,794	58,562	4470970.00	5331289,5
170	36	30	1,99	78	85	1247	1253	0,512	0,892	81	1250	-21,628	-40,701	4469970.00	5332269,5
205	44	36	2,34	97	104	130	138	-0,48	0,814	100	134	29,424	55,033	4469970.00	5332287
207	73	42	1,92	290	301	405	413	0,425	0,879	295	409	33,539	59,265	4470952.50	5331307
215	57	34	1,61	297	305	13	20	0,414	0,812	301	16	-20,598	-36,341	4470957.50	5331319,5
221	89	46	1,89	104	117	962	970	0,454	0,832	110	966	40,724	75,926	4469967.50	5332287
252	83	46	2,03	121	134	748	756	0,512	0,821	127	752	21,048	39,032	4469955.00	5332284,5
257	98	52	2,2	347	362	121	129	0,458	0,817	354	125	-29,025	-50,512	4470927.50	5331334,5
262	69	44	2,23	124	137	837	844	0,454	0,868	130	840	28,445	52,701	4469952.50	5332284,5

363	69	48	2,66	193	205	557	566	0,431	0,815	199	561	5,391	9,783	4469927.50	5332307
375	48	34	1,92	202	209	1039	1047	0,444	0,872	205	1043	-39,157	-70,937	4469927.50	5332309,5
424	33	28	1,89	237	244	588	593	0,487	0,859	240	590	8,06	14,458	4469915.00	5332319,5
450	48	34	1,92	258	265	597	605	0,442	0,924	261	601	10,563	18,837	4469915.00	5332334,5
463	34	28	1,83	107	115	1253	1257	-0,471	0,802	111	1255	-27,514	-51,281	4470530.00	5331799.50
469	28	28	2,23	268	274	839	844	0,51	0,839	271	841	28,963	51,509	4469902.50	5332332
485	157	62	1,95	502	515	1003	1019	-0,531	0,888	508	1011	20,082	33,702	4470867.50	5331412
528	32	28	1,95	520	527	1274	1279	-0,595	0,845	523	1276	-43,243	-72,334	4470862.50	5331419,5
551	138	66	2,51	321	340	1196	1207	0,468	0,937	330	1201	-24,705	-43,258	4469890.00	5332357
557	43	36	2,4	323	331	610	617	0,417	0,817	327	613	11,812	20,698	4469892.50	5332354,5
612	48	34	1,92	360	368	1095	1102	0,415	0,905	364	1098	-34,385	-59,691	4469872.50	5332359,5
624	20	22	1,93	570	575	1028	1032	-0,427	0,845	572	1030	22,306	36,922	4470840.00	5331439,5
691	38	30	1,88	607	614	305	311	-0,491	0,822	610	308	35,697	58,623	4470820.00	5331449,5
729	34	26	1,58	162	167	880	886	-0,424	0,824	164	883	24,369	44,682	4470502.50	5331809.50
735	129	64	2,53	443	452	1154	1174	0,487	0,872	447	1164	-27,522	-46,832	4469852.50	5332394,5
763	25	26	2,15	458	465	567	570	-0,456	0,841	461	568	7,895	13,391	4469840.00	5332392
765	65	40	1,96	458	467	889	898	0,404	0,803	462	893	35,361	59,963	4469847.50	5332399,5
781	32	28	1,95	657	663	622	628	0,41	0,837	660	625	8,51	13,836	4470805.00	5331477
800	90	54	2,58	668	679	452	464	0,465	0,811	673	458	21,417	34,734	4470800.00	5331484,5
847	24	24	1,91	499	505	64	68	0,451	0,865	502	66	32,021	53,81	4469827.50	5332404,5
855	91	46	1,85	502	513	1117	1126	0,529	0,811	507	1121	-30,842	-51,771	4469832.50	5332414,5
862	92	54	2,52	507	517	1130	1145	0,568	0,802	512	1137	-29,548	-49,544	4469830.00	5332414,5
864	28	24	1,64	709	716	646	649	0,416	0,893	712	647	5,95	9,577	4470785.00	5331499,5
869	154	68	2,39	711	721	921	942	-0,707	0,854	716	931	16,309	26,233	4470782.50	5331502
921	81	46	2,08	530	544	1278	1285	0,848	0,817	537	1281	-19,234	-32,075	4469815.00	5332417
941	39	34	2,36	540	548	246	253	-0,433	0,895	544	249	16,871	28,092	4469812.50	5332419,5
953	298	100	2,67	546	580	1275	1286	0,974	0,807	563	1280	-19,278	-31,97	4469807.50	5332424,5
954	21	24	2,18	547	554	607	610	-0,402	0,886	550	608	13,057	21,713	4469817.50	5332427
992	62	36	1,66	567	575	1174	1182	0,43	0,827	571	1178	-26,156	-43,303	4469810.00	5332437
1003	37	36	2,79	213	221	27	33	-0,402	0,819	217	30	-39,989	-72,196	4470487.50	5331837.00
1018	30	24	1,53	777	783	1110	1114	0,476	0,838	780	1112	31,078	49,402	4470757.50	5331529,5
1021	61	40	2,09	216	226	1260	1268	-0,418	0,872	221	1264	-26,88	-48,473	4470487.50	5331839.50
1063	65	44	2,37	599	609	1256	1265	0,492	0,804	604	1260	-20,803	-34,205	4469795.00	5332439,5

1074	92	52	2,34	801	811	543	556	0,476	0,828	806	549	13,248	20,962	4470742.50	5331534,5
1077	46	32	1,77	606	613	214	220	-0,46	0,862	609	217	18,668	30,663	4469792.50	5332439,5
1084	29	26	1,85	608	613	505	511	-0,41	0,857	610	508	4,377	7,187	4469792.50	5332442
1181	35	30	2,05	658	663	1201	1209	-0,406	0,883	660	1205	-23,89	-38,843	4469782.50	5332464,5
1193	50	34	1,84	846	855	293	299	-0,445	0,869	850	296	30,887	48,5	4470730.00	5331559,5
1197	27	26	1,99	666	673	88	91	-0,46	0,839	669	89	26,897	43,655	4469780.00	5332467
1201	34	26	1,58	669	674	1234	1240	-0,516	0,891	671	1237	-21,361	-34,657	4469777.50	5332467
1208	40	38	2,87	250	261	941	947	0,438	0,854	255	944	31,314	55,936	4470472.50	5331852.00
1216	63	44	2,45	676	688	930	938	0,437	0,848	682	934	-45,127	-73,058	4469775.00	5332472
1220	91	52	2,36	855	869	64	74	-0,415	0,824	862	69	48,052	75,298	4470727.50	5331567
1236	36	28	1,73	688	693	69	76	-0,405	0,824	690	72	27,983	45,233	4469772.50	5332474,5
1254	90	48	2,04	700	714	1274	1282	-0,46	0,857	707	1278	-19,229	-30,981	4469760.00	5332474,5
1311	54	34	1,7	736	745	667	673	-0,594	0,817	740	670	19,211	30,762	4469755.00	5332489,5
1317	21	22	1,83	739	743	141	146	-0,542	0,828	741	143	22,932	36,714	4469750.00	5332484,5
1359	38	34	2,42	761	773	817	820	-0,416	0,82	767	818	29,779	47,448	4469742.50	5332492
1374	73	52	2,95	926	936	1267	1281	0,42	0,82	931	1274	44,308	68,639	4470695.00	5331589,5
1400	24	24	1,91	784	791	574	577	-0,404	0,827	787	575	11,014	17,485	4469735.00	5332499,5
1445	71	42	1,98	813	824	810	818	-0,447	0,85	818	814	29,642	46,802	4469725.00	5332509,5
1457	130	68	2,83	819	842	752	760	-0,454	0,864	830	756	25,21	39,721	4469720.00	5332512
1489	20	24	2,29	962	967	556	560	0,41	0,83	964	558	8,433	12,996	4470690.00	5331612
1498	128	54	1,81	842	855	717	729	-0,61	0,825	848	723	24,062	37,795	4469720.00	5332527
1510	76	40	1,68	853	862	904	913	-0,483	0,829	857	908	-46,345	-72,684	4469717.50	5332529,5
1540	53	34	1,74	981	989	270	277	-0,421	0,817	985	273	29,612	45,48	4470682.50	5331622
1547	41	32	1,99	889	896	766	773	-0,509	0,835	892	769	26,445	41,231	4469700.00	5332532
1549	135	64	2,41	892	901	198	217	-0,499	0,8	896	207	16,543	25,776	4469697.50	5332534,5
1555	67	38	1,72	896	904	107	116	-0,448	0,801	900	111	22,383	34,852	4469705.00	5332542
1559	176	72	2,34	306	325	688	701	-0,704	0,834	315	694	9,527	16,746	4470442.50	5331864.50
1560	140	70	2,79	988	1007	1224	1237	0,434	0,838	997	1230	41,87	64,188	4470672.50	5331619,5
1575	56	36	1,84	927	934	719	727	-0,432	0,81	930	723	23,08	35,76	4469687.50	5332542
1581	43	32	1,9	940	947	1207	1214	-0,543	0,803	943	1210	-22,908	-35,419	4469692.50	5332557
1586	39	34	2,36	952	960	715	722	-0,41	0,898	956	718	22,936	35,389	4469680.00	5332552
1590	93	50	2,14	953	963	472	485	-0,421	0,915	958	478	4,722	7,284	4469680.00	5332554,5
1604	36	30	1,99	979	987	546	551	-0,476	0,872	983	548	10,314	15,847	4469672.50	5332562

1606	88	46	1,91	980	993	1027	1035	-0,439	0,839	986	1031	46,923	72,057	4469670.00	5332562
1613	21	28	2,97	1009	1015	344	350	-0,438	0,815	1012	347	23,439	35,849	4470675.00	5331632
1622	30	32	2,72	1012	1021	508	512	0,457	0,864	1016	510	12,186	18,626	4470665.00	5331629,5
1625	31	30	2,31	1013	1020	45	51	-0,463	0,825	1016	48	45,919	70,189	4470672.50	5331634,5
1642	32	26	1,68	1018	1025	163	167	0,421	0,808	1021	165	-46,588	-71,157	4470662.50	5331632
1659	44	36	2,34	1037	1045	663	671	-0,414	0,803	1041	667	21,264	32,379	4469660.00	5332589,5
1682	46	32	1,77	1033	1042	371	376	-0,466	0,804	1037	373	22,062	33,616	4470657.50	5331637
1684	85	48	2,16	1033	1047	973	980	0,467	0,804	1040	976	23,384	35,613	4470657.50	5331639,5
1729	73	38	1,57	341	350	829	837	0,471	0,816	345	833	21,078	36,766	4470432.50	5331874.50
1733	114	56	2,19	1104	1120	129	138	-0,664	0,826	1112	133	19,273	29,042	4469632.50	5332604,5
1782	35	30	2,05	1130	1137	1072	1078	-0,449	0,887	1133	1075	51,167	76,871	4469627.50	5332614,5
1831	138	72	2,99	1150	1172	790	801	0,433	0,837	1161	795	-52,924	-79,197	4469625.00	5332629,5
1854	34	30	2,11	370	377	630	636	-0,409	0,837	373	633	4,918	8,518	4470422.50	5331884.50
1876	70	48	2,62	1166	1178	692	699	-0,453	0,908	1172	695	23,09	34,501	4469615.00	5332624,5
1877	78	46	2,16	1166	1178	938	946	-0,467	0,876	1172	942	-41,909	-62,619	4469622.50	5332634,5
1905	35	32	2,33	1178	1186	978	983	-0,512	0,829	1182	980	44,253	66,029	4469612.50	5332629,5
1920	30	28	2,08	1184	1189	482	489	-0,488	0,901	1186	485	7,625	11,37	4469610.00	5332629,5
1927	80	40	1,59	1118	1127	1132	1140	-0,418	0,803	1122	1136	-46,869	-70,525	4470635.00	5331682
1957	26	28	2,4	1125	1132	404	409	0,471	0,845	1128	406	17,519	26,339	4470627.50	5331679,5
2007	30	28	2,08	1220	1225	421	428	-0,419	0,83	1222	424	3,392	5,033	4469600.00	5332642
2022	22	24	2,08	1225	1231	1051	1055	-0,444	0,836	1228	1053	49,78	73,812	4469595.00	5332644,5
2023	28	28	2,23	414	420	1112	1118	-0,41	0,831	417	1115	44,064	75,511	4470405.00	5331897.00
2032	29	26	1,85	419	426	329	333	-0,494	0,839	422	331	19,444	33,281	4470402.50	5331899.50
2086	45	36	2,29	434	443	1201	1208	0,418	0,895	438	1204	-32,118	-54,767	4470402.50	5331912.00
2169	515	130	2,61	459	482	329	359	-0,791	0,836	470	344	18,201	30,808	4470382.50	5331914.50
2176	24	26	2,24	1192	1197	916	921	-0,515	0,81	1194	918	22,955	34,194	4470612.50	5331717
2230	49	32	1,66	1208	1216	998	1004	0,401	0,806	1212	1001	28,249	41,977	4470600.00	5331717
2285	228	76	2,02	486	504	281	299	-0,659	0,819	495	290	22,437	37,763	4470372.50	5331922.00
2322	67	38	1,72	493	502	913	921	-0,433	0,922	497	917	27,883	46,908	4470370.00	5331924.50
2476	27	28	2,31	536	541	110	117	0,463	0,803	538	113	36,379	60,653	4470355.00	5331934.50
2510	27	28	2,31	544	547	30	38	-0,552	0,893	545	34	-42,052	-70,007	4470352.50	5331937.00
2519	20	22	1,93	546	552	68	71	-0,494	0,805	549	69	-44,87	-74,634	4470350.00	5331939.50
2528	26	24	1,76	549	556	949	952	0,543	0,869	552	950	31,988	53,172	4470357.50	5331949.50

2657	51	42	2,75	597	607	957	965	0,442	0,806	602	961	32,909	54,134	4470337.50	5331967.00
2769	35	32	2,33	630	636	1108	1116	0,427	0,866	633	1112	43,219	70,647	4470317.50	5331967.00
2772	154	68	2,39	631	654	508	517	-0,405	0,853	642	512	4,097	6,685	4470315.00	5331969.50
2894	50	34	1,84	666	675	145	151	0,508	0,838	670	148	32,568	52,848	4470305.00	5331979.50
2955	75	38	1,53	682	693	13	19	0,561	0,838	687	16	41,067	66,42	4470305.00	5331994.50
3047	67	48	2,74	707	722	981	988	0,501	0,84	714	984	34,884	56,131	4470295.00	5332004.50
3102	44	30	1,63	723	730	954	960	0,449	0,9	726	957	32,792	52,647	4470290.00	5332007.00
3129	84	48	2,18	729	741	614	624	0,434	0,815	735	619	4,687	7,512	4470280.00	5331999.50
3178	104	46	1,62	741	752	355	365	0,47	0,801	746	360	15,442	24,7	4470275.00	5332004.50
3223	132	56	1,89	750	764	463	475	0,522	0,882	757	469	5,113	8,161	4470280.00	5332017.00
3227	144	58	1,86	753	764	123	138	0,486	0,848	758	130	33,256	53,075	4470270.00	5332007.00
3232	169	62	1,81	754	766	153	170	0,538	0,851	760	161	29,041	46,332	4470277.50	5332019.50
3272	36	32	2,26	772	777	643	651	0,579	0,83	774	647	7,004	11,146	4470265.00	5332012.00
3292	35	28	1,78	779	783	374	382	-0,643	0,925	781	378	13,834	21,987	4470262.50	5332014.50
3315	124	50	1,6	787	798	178	189	-0,402	0,844	792	183	27,054	42,913	4470267.50	5332029.50
3332	75	44	2,05	792	802	656	666	0,561	0,835	797	661	9,991	15,833	4470265.00	5332029.50
3376	203	82	2,64	809	817	727	754	0,635	0,836	813	740	16,15	25,522	4470260.00	5332037.00
3410	117	56	2,13	819	830	624	638	0,435	0,82	824	631	6,005	9,472	4470245.00	5332027.00
3447	22	26	2,45	834	839	991	997	0,45	0,807	836	994	-48,905	-76,977	4470250.00	5332042.00
3533	49	34	1,88	874	882	1089	1096	-0,408	0,812	878	1092	-41,373	-64,656	4470235.00	5332057.00
3631	91	58	2,94	913	923	871	884	0,56	0,834	918	877	25,278	39,242	4470210.00	5332062.00
3705	44	34	2,09	949	958	684	690	0,508	0,864	953	687	12,498	19,294	4470207.50	5332082.00
3873	74	46	2,28	1033	1041	1042	1054	0,477	0,861	1037	1048	-44,712	-68,125	4470175.00	5332109.50
3879	27	28	2,31	1040	1045	968	975	0,456	0,82	1042	971	-50,5	-76,887	4470172.50	5332109.50
3896	125	54	1,86	1048	1062	1034	1045	0,551	0,881	1055	1039	-45,37	-68,941	4470170.00	5332114.50
3986	31	28	2,01	1092	1098	880	886	0,438	0,841	1095	883	26,213	39,597	4470145.00	5332119.50
4023	105	50	1,89	1109	1119	967	979	0,473	0,809	1114	973	-50,232	-75,672	4470147.50	5332132.00
4054	111	64	2,94	1125	1140	824	835	0,492	0,866	1132	829	22,282	33,48	4470132.50	5332129.50
4103	23	28	2,71	1144	1152	625	629	0,428	0,886	1148	627	7,311	10,961	4470127.50	5332134.50
4108	53	34	1,74	1145	1153	768	774	0,41	0,861	1149	771	19,5	29,23	4470135.00	5332144.50
4158	21	20	1,52	163	167	332	336	-0,431	0,837	165	334	13,816	25,326	4469940.00	5332294,5
4188	52	38	2,21	1202	1213	950	956	0,494	0,843	1207	953	-51,56	-76,668	4470112.50	5332164.50
4229	55	36	1,88	318	327	1112	1119	0,743	0,849	322	1115	-31,739	-55,689	4469892.50	5332352

4231	44	34	2,09	30	41	517	520	0,47	0,871	35	518	28,253	53,993	4471077.50	5331189,5
4262	25	24	1,83	1250	1257	1129	1132	0,438	0,809	1253	1130	44,71	66,075	4470090.00	5332169.50
4264	75	42	1,87	203	213	1022	1031	0,628	0,824	208	1026	17,68	32,001	4470997.50	5331274,5
4266	54	40	2,36	206	218	1187	1193	-0,496	0,807	212	1190	29,832	53,935	4470990.00	5331269,5
4310	76	48	2,41	1272	1283	856	864	0,4	0,846	1277	860	24,917	36,708	4470080.00	5332177.00
4323	32	30	2,24	484	489	1016	1024	-0,454	0,804	486	1020	44,42	74,915	4469832.50	5332399,5
4324	39	30	1,84	386	392	273	280	0,581	0,812	389	276	41,036	70,8	4470920.00	5331359,5
4328	58	34	1,59	1281	1290	738	744	0,436	0,808	1285	741	17,796	26,189	4470087.50	5332189.50
4376	48	38	2,39	1312	1320	91	99	0,431	0,814	1316	95	29,206	42,811	4470075.00	5332199.50
4385	14	18	1,84	575	578	783	787	-0,493	0,828	576	785	26,091	43,151	4469802.50	5332429,5
4418	135	62	2,27	1338	1351	849	863	0,489	0,807	1344	856	24,746	36,146	4470055.00	5332199.50
4436	182	62	1,68	1353	1366	834	850	0,644	0,812	1359	842	23,757	34,636	4470050.00	5332202.00
4502	31	30	2,31	763	770	691	696	-0,589	0,813	766	693	21,159	33,72	4469747.50	5332499,5
4525	27	22	1,43	1396	1401	858	862	0,494	0,808	1398	860	25,133	36,466	4470037.50	5332214.50
4529	25	22	1,54	791	795	102	107	0,605	0,809	793	104	24,265	38,483	4469737.50	5332507
4531	231	76	1,99	1400	1415	636	655	0,484	0,815	1407	645	11,348	16,448	4470042.50	5332229.50
4564	35	28	1,78	691	699	550	554	0,416	0,829	695	552	15,108	24,398	4470785.00	5331484,5
4564	81	50	2,46	878	895	723	729	-0,679	0,871	886	726	23,129	36,096	4469702.50	5332529,5
4566	25	30	2,86	879	885	944	951	-0,635	0,843	882	947	-43,223	-67,502	4469710.00	5332537
4569	26	24	1,76	703	709	523	527	0,406	0,833	706	525	17,058	27,489	4470780.00	5331489,5
4596	47	36	2,19	1081	1091	127	133	-0,845	0,876	1086	130	19,866	30,049	4469640.00	5332597
4599	17	20	1,87	1082	1086	460	464	-0,792	0,855	1084	462	4,966	7,514	4469642.50	5332597
4617	33	28	1,89	1446	1452	215	221	0,419	0,851	1449	218	19,266	27,784	4470027.50	5332242.00
4632	20	20	1,59	1132	1136	688	692	-0,672	0,857	1134	690	23,742	35,663	4469632.50	5332619,5
4649	48	36	2,15	1460	1469	746	753	0,422	0,803	1464	749	18,929	27,249	4470022.50	5332247.00
4650	15	20	2,12	819	822	216	221	0,593	0,8	820	218	-46,17	-72,874	4470737.50	5331542
4677	23	24	1,99	1476	1481	1025	1030	0,497	0,853	1478	1027	-45,821	-65,856	4470017.50	5332249.50
4717	23	28	2,71	867	874	324	329	0,496	0,901	870	326	28,129	44,019	4470725.00	5331569,5
4719	32	34	2,87	870	876	79	85	0,454	0,863	873	82	46,782	73,171	4470722.50	5331572
4735	17	18	1,52	882	884	1027	1032	-0,449	0,864	883	1029	24,975	38,998	4470712.50	5331569,5
4783	165	78	2,93	941	962	141	153	-0,986	0,814	951	147	-43,54	-67,233	4470687.50	5331599,5
4842	25	24	1,83	989	995	544	548	0,433	0,808	992	546	9,964	15,287	4470675.00	5331617
7009	17	20	1,87	126	131	77	80	0,505	0,816	128	78	41,733	77,369	4470525.00	5331807.00

7434	15	20	2,12	254	259	310	313	-0,609	0,825	256	311	22,509	40,196	4470465.00	5331842.00
7474	43	38	2,67	264	271	197	207	-0,595	0,844	267	202	29,916	53,262	4470470.00	5331854.50
7502	15	22	2,57	271	274	195	200	-0,64	0,873	272	197	30,279	53,836	4470467.50	5331857.00
7826	17	22	2,27	377	384	1225	1227	0,481	0,848	380	1226	-30,151	-52,134	4470425.00	5331894.50
8169	20	22	1,93	545	549	150	155	0,472	0,838	547	152	33,213	55,269	4470352.50	5331939.50
8304	28	26	1,92	623	629	176	181	0,462	0,874	626	178	28,908	47,32	4470330.00	5331974.50
8314	323	106	2,77	628	660	35	52	1,017	0,804	644	43	39,388	64,243	4470322.50	5331979.50
8327	22	24	2,08	635	643	816	818	0,404	0,816	639	817	19,945	32,564	4470317.50	5331967.00
8396	216	82	2,48	671	692	504	521	-0,582	0,923	681	512	3,911	6,333	4470300.00	5331982.00
8546	38	30	1,88	734	743	248	252	0,54	0,853	738	250	22,299	35,72	4470287.50	5332012.00
8573	28	30	2,56	749	754	34	40	-0,622	0,856	751	37	-44,139	-70,536	4470272.50	5332004.50
8596	124	56	2,01	764	775	298	312	0,792	0,813	769	305	17,777	28,315	4470275.00	5332022.00
8597	84	46	2	765	772	31	45	-0,734	0,837	768	38	-44,37	-70,685	4470267.50	5332009.50
8668	27	24	1,7	805	809	1226	1232	-0,401	0,821	807	1229	-32,54	-51,478	4470252.50	5332024.50
8738	40	32	2,04	871	879	955	960	0,429	0,843	875	957	32,964	51,54	4470237.50	5332054.50
8860	29	30	2,47	974	982	890	895	0,744	0,8	978	892	26,597	40,895	4470187.50	5332079.50
8879	39	38	2,95	995	1003	214	220	0,43	0,83	999	217	22,894	35,086	4470190.00	5332097.00
8948	19	26	2,83	1077	1084	789	792	0,586	0,828	1080	790	19,208	29,08	4470152.50	5332114.50
9066	24	28	2,6	1246	1254	115	118	0,486	0,882	1250	116	28,283	41,814	4470097.50	5332177.00
9069	31	28	2,01	1251	1257	1013	1019	0,805	0,812	1254	1016	-46,821	-69,185	4470097.50	5332179.50
9100	28	22	1,38	1290	1294	626	631	0,528	0,803	1292	628	7,973	11,724	4470075.00	5332182.00
9171	36	36	2,86	1408	1416	1138	1146	0,462	0,847	1412	1142	45,537	65,96	4470032.50	5332219.50

## Ergebnistabelle des Radarüberflugs 0557\_coher08, Rosenheimer Straße, 11. November 1999, 06:58 MEZ

Alle Angaben beziehen sich auf das jeweils detektierte Fahrzeug (Objekt):

**objnr** = Objektnummer, **area** = Fläche des detektierten Fahrzeugs in Pixel, **umfverh** = Verhältnis Umfang zu Durchmesser, **xmin** = kleinste X-Koordinate des Fahrzeugs, **xmax** = größte X-Koordinate, **ymin** = kleinste Y-Koordinate, **ymax** = größte Y-Koordinate, **phase** = Phasenwert, **coher** = Kohärenzwert, **centx** = X-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **centy** = Y-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **geschw\_sl** = Geschwindigkeit in Slant Range, **geschw\_gr** = Geschwindigkeit in Ground Range, ist die endgültige, **x\_koord** = X-Koordinate in Rechtswert (Gauß-Krüger), **y\_koord** = Y-Koordinate in Hochwert (Gauß-Krüger).

objnr	area	peri	umfverh	xmin	xmax	ymin	xmax	phase	coher	centx	centy	geschw_sl	geschw_gr	x_koord	y_koord
44	103	46	1,63	100	111	799	808	-0,441	0,836	105	803	4,076	7,621	4471040.00	5331219,5
54	106	50	1,88	112	124	322	333	-0,46	0,898	118	327	-40,818	-76,003	4471035.00	5331224,5
63	94	58	2,85	117	127	287	301	-0,402	0,839	122	294	-41,272	-76,751	4471045.00	5331244,5
94	43	32	1,9	155	160	353	362	0,726	0,808	157	357	40,492	74,491	4471015.00	5331244,5
143	192	70	2,03	202	211	175	199	-0,507	0,851	206	187	-34,318	-62,225	4471010.00	5331284,5
175	214	70	1,82	226	241	1060	1078	-0,54	0,887	233	1069	23,284	41,893	4470995.00	5331297
215	26	24	1,76	274	279	148	153	0,476	0,861	276	150	-29,623	-52,669	4470962.50	5331299,5
238	21	22	1,83	306	310	255	260	0,506	0,86	308	257	42,516	74,95	4470962.50	5331332
240	81	40	1,57	312	321	537	546	0,438	0,823	316	541	19,071	33,549	4470960.00	5331334,5
245	40	32	2,04	324	331	245	252	0,443	0,86	327	248	42,882	75,221	4470955.00	5331339,5
268	68	36	1,52	343	351	92	100	0,403	0,885	347	96	-26,752	-46,687	4470930.00	5331332
275	56	36	1,84	353	362	385	392	0,499	0,804	357	388	33,895	59,004	4470925.00	5331337
306	38	28	1,64	376	383	752	757	-0,411	0,869	379	754	3,698	6,403	4470917.50	5331347
349	21	24	2,18	407	413	142	146	0,513	0,835	410	144	-32,021	-55,019	4470902.50	5331362
370	95	48	1,93	436	448	396	406	0,52	0,862	442	401	28,31	48,274	4470905.00	5331392
405	62	40	2,05	477	487	394	402	0,461	0,923	482	398	27,853	47,06	4470887.50	5331409,5
448	29	26	1,85	506	513	1161	1165	0,436	0,819	509	1163	33,859	56,862	4470875.00	5331422
453	174	64	1,87	507	517	530	550	-0,493	0,882	512	540	18,883	31,69	4470860.00	5331407
472	64	42	2,19	523	534	318	324	-0,431	0,874	528	321	36,14	60,44	4470852.50	5331412
504	45	36	2,29	542	550	107	115	0,45	0,835	546	111	-35,027	-58,35	4470860.00	5331437
524	148	56	1,69	553	565	1216	1230	-0,627	0,812	559	1223	-45,598	-75,749	4470855.00	5331442
559	34	28	1,83	573	580	109	114	0,43	0,821	576	111	-35,604	-58,934	4470847.50	5331449,5
734	58	38	1,98	666	674	356	365	-0,459	0,853	670	360	27,749	45,066	4470807.50	5331489,5

743	81	44	1,9	672	683	454	463	0,46	0,828	677	458	19,945	32,347	4470805.00	5331492
780	31	34	2,97	690	701	532	535	0,457	0,849	695	533	16,757	27,082	4470782.50	5331484,5
785	171	80	2,98	692	723	123	130	0,421	0,934	707	126	45,397	73,203	4470795.00	5331504,5
821	27	22	1,43	708	712	637	642	0,477	0,872	710	639	5,218	8,408	4470792.50	5331507
825	94	50	2,12	711	723	763	774	-0,431	0,829	717	768	5,015	8,072	4470790.00	5331512
841	45	30	1,59	715	723	225	230	0,492	0,884	719	227	-44,433	-71,485	4470772.50	5331494,5
873	74	42	1,9	734	746	174	181	0,407	0,927	740	177	-44,165	-70,776	4470780.00	5331522
884	22	22	1,75	736	742	226	229	0,616	0,88	739	227	-44,967	-72,073	4470765.00	5331504,5
913	53	42	2,65	752	763	159	166	0,436	0,849	757	162	41,238	65,877	4470775.00	5331529,5
957	68	40	1,87	770	781	83	90	-0,411	0,811	775	86	46,652	74,283	4470767.50	5331537
987	24	28	2,6	782	791	195	198	0,409	0,84	786	196	-43,809	-69,618	4470750.00	5331524,5
1009	36	34	2,56	791	798	534	541	0,463	0,861	794	537	14,279	22,658	4470747.50	5331529,5
1021	97	60	2,95	795	812	215	223	0,402	0,847	803	219	-46,038	-72,939	4470742.50	5331534,5
1041	41	36	2,52	800	808	359	366	-0,424	0,816	804	362	24,528	38,853	4470757.50	5331552
1052	64	38	1,8	804	813	409	417	-0,461	0,839	808	413	23,531	37,248	4470740.00	5331537
1072	58	38	1,98	812	824	454	459	-0,46	0,888	818	456	19,968	31,552	4470737.50	5331539,5
1075	59	34	1,56	813	821	82	89	-0,512	0,9	817	85	45,588	72,046	4470752.50	5331557
1083	23	26	2,34	816	824	220	222	0,481	0,824	820	221	-46,639	-73,668	4470737.50	5331542
1140	89	46	1,89	835	845	132	142	-0,518	0,865	840	137	-40,695	-64,056	4470730.00	5331549,5
1218	36	28	1,73	862	870	1193	1197	0,479	0,906	866	1195	40,912	64,112	4470735.00	5331582
1234	47	34	1,96	871	880	547	552	0,425	0,899	875	549	11,477	17,959	4470717.50	5331567
1247	26	22	1,48	877	882	135	139	0,506	0,81	879	137	-44,752	-69,976	4470732.50	5331587
1283	22	24	2,08	900	904	834	840	-0,423	0,857	902	837	14,165	22,063	4470722.50	5331597
1369	22	24	2,08	938	944	1255	1259	-0,448	0,804	941	1257	-40,851	-63,226	4470695.00	5331597
1523	45	32	1,81	1000	1008	427	433	-0,42	0,847	1004	430	17,677	27,088	4470672.50	5331624,5
1539	28	26	1,92	1008	1013	151	157	0,536	0,817	1010	154	-46,315	-70,907	4470670.00	5331627
1640	53	38	2,17	1046	1055	368	376	-0,407	0,839	1050	372	21,027	31,996	4470657.50	5331647
1794	28	24	1,64	1125	1132	412	415	0,535	0,847	1128	413	16,27	24,477	4470630.00	5331679,5
1865	27	24	1,7	1147	1153	414	418	0,558	0,895	1150	416	15,599	23,393	4470620.00	5331689,5
1873	146	60	1,96	1150	1162	234	249	0,488	0,869	1156	241	25,395	38,053	4470635.00	5331712
1884	199	68	1,85	1157	1171	157	175	-0,533	0,849	1164	166	30,823	46,135	4470632.50	5331714,5
1982	21	20	1,52	1192	1197	702	705	0,401	0,819	1194	703	6,504	9,695	4470607.50	5331709,5
1983	29	22	1,33	1193	1197	458	463	-0,656	0,949	1195	460	8,559	12,756	4470622.50	5331727

2098	20	20	1,59	1236	1241	763	766	-0,517	0,868	1238	764	14,434	21,386	4470605.00	5331744,5
2300	88	48	2,08	1300	1313	13	21	0,508	0,831	1306	17	41,651	61,165	4470567.50	5331757
2311	33	30	2,17	1305	1315	56	59	0,453	0,821	1310	57	-46,005	-67,525	4470567.50	5331759,5
2360	38	30	1,88	1320	1328	13	18	0,41	0,931	1324	15	41,586	60,929	4470562.50	5331764,5
2495	121	58	2,21	1370	1387	63	72	0,475	0,848	1378	67	-47,499	-69,125	4470540.00	5331784,5
2574	68	40	1,87	1397	1405	61	71	0,581	0,801	1401	66	-47,683	-69,198	4470530.00	5331792
2593	69	40	1,85	1402	1412	426	434	0,409	0,835	1407	430	10,666	15,467	4470530.00	5331794,5
2637	44	34	2,09	1415	1422	73	81	0,403	0,855	1418	77	-48,664	-70,478	4470522.50	5331799,5
2665	114	62	2,68	1420	1440	1270	1277	0,426	0,805	1430	1273	50,22	72,626	4470520.00	5331802
2736	61	40	2,09	1442	1452	237	244	0,464	0,875	1447	240	21,444	30,948	4470527.50	5331824,5
2799	20	24	2,29	1463	1466	1114	1121	0,432	0,839	1464	1117	41,66	60,005	4470520.00	5331829,5
2822	120	62	2,55	1471	1491	153	162	-0,408	0,859	1481	157	27,003	38,817	4470515.00	5331837
3038	22	24	2,08	1567	1573	480	484	-0,638	0,828	1570	482	5,711	8,127	4470465.00	5331852
3047	33	28	1,89	1571	1577	920	926	0,517	0,849	1574	923	25,57	36,373	4470462.50	5331852
3083	206	76	2,23	1584	1594	429	454	0,676	0,82	1589	441	5,878	8,348	4470472.50	5331874,5
3197	122	66	2,84	1622	1630	586	605	0,404	0,817	1626	595	5,174	7,319	4470457.50	5331887
3224	66	40	1,93	1632	1640	180	189	-0,414	0,877	1636	184	23,725	33,521	4470452.50	5331892
3238	68	42	2,06	1636	1644	617	628	0,783	0,882	1640	622	4,514	6,375	4470437.50	5331874,5
3250	325	96	2,26	1641	1654	796	828	-0,734	0,804	1647	812	20,523	28,963	4470450.00	5331894,5
3263	20	22	1,93	1648	1652	398	403	-0,457	0,901	1650	400	8,437	11,903	4470447.50	5331894,5
3310	51	36	2,02	1665	1674	666	673	-0,64	0,901	1669	669	7,933	11,17	4470425.00	5331884,5
3337	34	28	1,83	1676	1684	923	927	0,405	0,935	1680	925	25,917	36,449	4470422.50	5331887
3345	47	36	2,19	1678	1688	472	478	-0,41	0,818	1683	475	5,605	7,88	4470420.00	5331889,5
3413	136	58	1,97	1709	1718	404	422	-0,443	0,809	1713	413	7,179	10,062	4470422.50	5331917
3431	119	58	2,25	1717	1730	1174	1186	0,47	0,802	1723	1180	43,789	61,311	4470405.00	5331902
3453	42	32	1,94	1729	1735	593	601	-0,461	0,884	1732	597	5,748	8,041	4470415.00	5331922
3523	76	40	1,68	1751	1761	941	949	0,485	0,811	1756	945	27,451	38,309	4470392.50	5331914,5
3551	26	24	1,76	1761	1765	596	602	-0,478	0,872	1763	599	6,012	8,384	4470402.50	5331934,5
3555	94	46	1,79	1763	1773	202	213	-0,545	0,877	1768	207	23,769	33,13	4470387.50	5331917
3561	260	86	2,26	1765	1785	319	337	-0,816	0,847	1775	328	15,324	21,344	4470385.00	5331919,5
3626	45	30	1,59	1786	1791	189	197	-0,527	0,857	1788	193	22,019	30,63	4470395.00	5331942
3649	93	58	2,88	1794	1804	889	903	-0,419	0,928	1799	896	24,135	33,537	4470375.00	5331927
3693	38	36	2,71	1808	1819	731	736	0,484	0,843	1813	733	15,429	21,411	4470385.00	5331949,5

3699	80	46	2,1	1811	1822	270	278	-0,567	0,853	1816	274	18,8	26,08	4470370.00	5331932
3711	30	32	2,72	1816	1825	975	980	-0,551	0,896	1820	977	29,768	41,28	4470367.50	5331934,5
3755	58	40	2,2	1839	1847	224	234	-0,562	0,809	1843	229	21,763	30,112	4470357.50	5331942
3811	24	26	2,24	1893	1901	1283	1286	-0,427	0,877	1897	1284	50,788	69,916	4470337.50	5331959,5
3815	134	64	2,43	1895	1914	984	994	0,434	0,802	1904	989	-51,751	-71,195	4470347.50	5331977
3898	72	46	2,34	1945	1959	825	831	0,491	0,881	1952	828	19,603	26,85	4470315.00	5331977
3909	21	24	2,18	1957	1961	1138	1144	-0,503	0,881	1959	1141	-41,514	-56,824	4470325.00	5331994,5
3946	37	32	2,2	1985	1994	103	108	0,406	0,864	1989	105	27,207	37,14	4470315.00	5332004,5
3990	100	52	2,15	2007	2021	165	174	-0,485	0,812	2014	169	22,769	31,014	4470302.50	5332012
3995	78	48	2,35	2012	2025	857	866	0,514	0,809	2018	861	21,897	29,815	4470287.50	5331999,5
3998	22	22	1,75	2014	2019	181	185	-0,609	0,943	2016	183	23,979	32,656	4470290.00	5331997
4083	143	54	1,62	2059	2068	185	201	0,492	0,812	2063	193	20,969	28,44	4470285.00	5332027
4098	124	54	1,87	2069	2082	642	654	0,493	0,805	2075	648	7,611	10,312	4470267.50	5332017
4125	45	34	2,04	2080	2085	134	144	-0,44	0,9	2082	139	24,53	33,217	4470277.50	5332032
4173	166	72	2,49	2104	2124	1205	1217	-0,545	0,806	2114	1211	45,443	61,369	4470252.50	5332029,5
4175	32	28	1,95	2109	2116	765	770	0,563	0,833	2112	767	17,762	23,99	4470265.00	5332042
4221	161	68	2,29	2152	2168	582	598	0,46	0,86	2160	590	4,042	5,438	4470235.00	5332042
4250	89	48	2,06	2173	2183	174	185	0,423	0,842	2178	179	21,181	28,454	4470240.00	5332062
4284	45	30	1,59	2192	2199	1280	1286	-0,447	0,897	2195	1283	50,233	67,386	4470222.50	5332054,5
4337	96	48	1,91	2219	2232	31	40	0,442	0,83	2225	35	-52,246	-69,919	4470210.00	5332064,5
4356	77	40	1,65	2229	2237	596	606	0,456	0,827	2233	601	5,079	6,793	4470207.50	5332067
4439	24	22	1,6	2283	2288	1194	1198	0,449	0,833	2285	1196	44,468	59,229	4470187.50	5332084,5
4461	33	28	1,89	2301	2308	759	764	0,402	0,87	2304	761	17,912	23,823	4470192.50	5332104,5
4503	35	32	2,33	2332	2339	611	618	0,479	0,82	2335	614	6,348	8,423	4470170.00	5332099,5
4521	122	60	2,35	2345	2360	1017	1029	0,416	0,825	2352	1023	-49,508	-65,607	4470175.00	5332117
4533	282	96	2,6	2354	2384	1052	1066	0,46	0,834	2369	1059	-47,139	-62,388	4470170.00	5332124,5
4541	77	42	1,82	2360	2372	70	77	0,572	0,854	2366	73	26,847	35,54	4470172.50	5332122
4588	173	64	1,88	2392	2406	1187	1203	0,518	0,871	2399	1195	44,422	58,661	4470145.00	5332122
4643	39	30	1,84	2433	2439	329	336	-0,476	0,888	2436	332	9,531	12,553	4470145.00	5332147
4659	231	80	2,2	2439	2452	918	942	0,587	0,876	2445	930	27,267	35,887	4470130.00	5332134,5
4671	26	26	2,07	2444	2449	701	707	0,54	0,803	2446	704	14,638	19,264	4470142.50	5332149,5
4697	21	22	1,83	2453	2459	987	990	0,41	0,886	2456	988	-51,626	-67,893	4470137.50	5332152
4715	31	26	1,74	2461	2467	1226	1231	-0,474	0,817	2464	1228	46,598	61,245	4470122.50	5332139,5

4733	45	34	2,04	2474	2482	1103	1110	-0,438	0,84	2478	1106	-43,952	-57,71	4470130.00	5332159,5
4753	21	24	2,18	2494	2500	113	117	0,448	0,804	2497	115	23,123	30,32	4470122.50	5332167
4761	33	26	1,63	2503	2507	331	338	0,469	0,944	2505	334	10,952	14,352	4470107.50	5332154,5
4788	22	24	2,08	2523	2529	812	816	-0,484	0,879	2526	814	22,043	28,845	4470112.50	5332174,5
4812	36	26	1,49	2542	2549	271	275	-0,466	0,859	2545	273	14,6	19,08	4470092.50	5332167
4829	31	30	2,31	2552	2556	107	115	0,559	0,882	2554	111	22,933	29,952	4470102.50	5332184,5
4876	26	24	1,76	2575	2581	639	643	-0,416	0,848	2578	641	9,169	11,956	4470082.50	5332179,5
4972	63	46	2,67	2648	2660	1202	1210	0,401	0,811	2654	1206	45,396	58,891	4470055.00	5332202
4998	121	66	2,86	2672	2686	658	672	0,409	0,824	2679	665	13,123	16,996	4470057.50	5332224,5
5011	90	48	2,04	2678	2690	371	380	0,48	0,819	2684	375	5,216	6,754	4470057.50	5332227
5044	44	38	2,61	2695	2703	928	937	-0,443	0,805	2699	932	28,124	36,378	4470040.00	5332217
5104	26	24	1,76	2731	2738	622	625	0,412	0,876	2734	623	10,678	13,781	4470040.00	5332242
5117	135	62	2,27	2739	2752	371	387	-0,429	0,807	2745	379	4,64	5,985	4470035.00	5332244,5
5191	74	42	1,9	2798	2808	172	181	0,414	0,889	2803	176	18,998	24,412	4470002.50	5332249,5
5230	33	28	1,89	2814	2821	353	358	-0,537	0,822	2817	355	5,782	7,423	4470010.00	5332269,5
5231	59	38	1,95	2814	2823	1270	1278	0,528	0,883	2818	1274	49,727	63,839	4469997.50	5332254,5
5270	30	28	2,08	2831	2837	1015	1020	0,429	0,812	2834	1017	-49,07	-62,934	4470002.50	5332274,5
5292	50	36	2,06	2847	2854	613	622	0,407	0,87	2850	617	10,713	13,726	4469997.50	5332277
5297	92	48	1,99	2851	2862	1260	1271	0,603	0,808	2856	1265	49,156	62,96	4469985.00	5332264,5
5306	24	26	2,24	2857	2864	1218	1222	0,599	0,812	2860	1220	46,354	59,357	4469982.50	5332267
5399	67	40	1,9	2922	2931	101	109	-0,432	0,854	2926	105	22,627	28,86	4469957.50	5332289,5
5400	58	34	1,59	2922	2929	344	352	-0,536	0,897	2925	348	5,67	7,232	4469970.00	5332302
5444	77	44	2	2945	2957	822	830	-0,426	0,827	2951	826	-62,651	-79,792	4469950.00	5332297
5466	112	48	1,64	2963	2974	180	191	0,505	0,85	2968	185	17,423	22,168	4469942.50	5332302
5480	103	48	1,78	2980	2989	159	172	0,44	0,921	2984	165	18,557	23,589	4469937.50	5332304,5
5483	108	58	2,48	2981	2992	997	1013	0,434	0,806	2986	1005	-49,635	-63,087	4469950.00	5332322
5485	51	32	1,6	2982	2989	735	742	0,402	0,867	2985	738	18,626	23,676	4469950.00	5332319,5
5492	25	22	1,54	2994	2999	633	637	-0,694	0,835	2996	635	10,405	13,217	4469932.50	5332309,5
5494	85	42	1,65	2995	3005	354	363	-0,51	0,839	3000	358	4,681	5,944	4469945.00	5332324,5
5525	20	24	2,29	3028	3033	127	132	-0,498	0,838	3030	129	20,482	25,968	4469922.50	5332319,5
5536	110	52	1,96	3036	3052	132	140	-0,526	0,805	3044	136	19,966	25,294	4469917.50	5332324,5
5553	76	40	1,68	3053	3062	241	250	-0,502	0,881	3057	245	11,252	14,244	4469925.00	5332342
5637	48	32	1,7	3125	3134	1088	1093	0,424	0,896	3129	1090	-44,102	-55,608	4469900.00	5332367

5642	46	28	1,36	3128	3134	70	76	-0,424	0,804	3131	73	23,077	29,094	4469887.50	5332352
5680	31	30	2,31	3155	3159	1089	1097	0,439	0,942	3157	1093	-43,845	-55,2	4469890.00	5332377
5731	76	48	2,41	3194	3205	360	370	0,453	0,882	3199	365	4,883	6,133	4469865.00	5332374,5
5765	171	76	2,69	3218	3230	208	229	-0,573	0,867	3224	218	11,636	14,597	4469867.50	5332397
5794	44	32	1,85	3233	3240	1028	1035	-0,619	0,849	3236	1031	-47,362	-59,378	4469865.00	5332402
5821	40	34	2,3	3246	3254	125	131	0,483	0,805	3250	128	18,764	23,507	4469847.50	5332389,5
5833	183	82	2,92	3252	3267	1160	1180	-0,684	0,826	3259	1170	-40,871	-51,179	4469845.00	5332394,5
5845	146	70	2,67	3259	3282	786	795	-0,417	0,88	3270	790	22,986	28,767	4469852.50	5332412
5855	47	34	1,96	3264	3271	1026	1033	-0,59	0,811	3267	1029	-47,39	-59,317	4469855.00	5332412
5890	34	28	1,83	3283	3288	1221	1228	-0,478	0,814	3285	1224	47,113	58,916	4469835.00	5332402
5904	29	28	2,15	3288	3295	1117	1122	-0,405	0,802	3291	1119	-41,935	-52,425	4469847.50	5332419,5
5912	97	50	2,05	3294	3302	1256	1270	-0,626	0,804	3298	1263	49,471	61,824	4469832.50	5332407
5925	27	30	2,65	3301	3307	1108	1114	0,414	0,844	3304	1111	-44,289	-55,331	4469830.00	5332409,5
5947	52	34	1,77	3311	3318	156	163	-0,402	0,846	3314	159	16,398	20,476	4469827.50	5332412
5976	37	34	2,49	3327	3335	622	628	-0,461	0,853	3331	625	13,435	16,762	4469832.50	5332432
6002	140	60	2,05	3340	3350	127	145	-0,557	0,828	3345	136	17,504	21,823	4469817.50	5332422
6013	38	32	2,14	3343	3352	1213	1218	0,461	0,85	3347	1215	46,729	58,252	4469815.00	5332422
6031	171	66	2,03	3350	3369	1226	1236	0,48	0,818	3359	1231	47,721	59,454	4469812.50	5332427
6073	20	24	2,29	3370	3377	806	809	-0,513	0,952	3373	807	-62,096	-77,309	4469807.50	5332432
6133	29	24	1,58	3396	3400	1049	1055	-0,619	0,91	3398	1052	-45,529	-56,613	4469812.50	5332454,5
6136	74	46	2,28	3397	3407	1130	1141	-0,421	0,857	3402	1135	44,093	54,817	4469810.00	5332454,5
6157	26	24	1,76	3406	3411	1087	1092	-0,557	0,899	3408	1089	-43,298	-53,812	4469807.50	5332457
6166	94	50	2,12	3412	3422	1187	1199	-0,645	0,872	3417	1193	45,668	56,733	4469795.00	5332444,5
6173	187	82	2,86	3414	3426	142	165	-0,542	0,807	3420	153	15,809	19,637	4469792.50	5332447
6255	30	26	1,79	3453	3460	1204	1208	-0,58	0,907	3456	1206	46,571	57,745	4469782.50	5332457
6262	160	72	2,58	3456	3476	110	124	-0,503	0,892	3466	117	17,514	21,706	4469777.50	5332462
6264	42	30	1,71	3456	3461	214	222	0,626	0,852	3458	218	11,636	14,427	4469780.00	5332459,5
6301	255	88	2,42	3471	3482	57	86	-0,803	0,805	3476	71	-64,562	-79,976	4469772.50	5332464,5
6326	60	42	2,34	3487	3494	1237	1249	-0,667	0,824	3490	1243	48,861	60,487	4469770.00	5332469,5
6341	24	22	1,6	3496	3501	769	773	0,468	0,8	3498	771	21,175	26,203	4469767.50	5332472
6361	52	36	1,98	3509	3519	869	875	-0,484	0,89	3514	872	27,187	33,618	4469762.50	5332477
6431	64	44	2,41	3548	3559	472	480	-0,501	0,82	3553	476	4,196	5,179	4469747.50	5332489,5
6446	25	24	1,83	3555	3562	284	287	-0,432	0,832	3558	285	5,073	6,26	4469760.00	5332507

6461	52	38	2,21	3565	3572	217	226	-0,407	0,842	3568	221	8,743	10,783	4469757.50	5332509,5
6468	270	90	2,39	3568	3588	629	650	-0,814	0,816	3578	639	15,692	19,346	4469752.50	5332512
6472	36	26	1,49	3570	3576	121	126	-0,514	0,814	3573	123	16,279	20,074	4469742.50	5332497
6521	122	64	2,67	3594	3602	156	173	-0,409	0,82	3598	164	13,708	16,884	4469735.00	5332504,5
6563	26	26	2,07	3611	3617	75	80	-0,509	0,8	3614	77	18,649	22,953	4469730.00	5332509,5
6624	26	26	2,07	3635	3642	908	911	-0,445	0,803	3638	909	29,778	36,611	4469722.50	5332517
6626	70	46	2,41	3636	3646	151	161	-0,671	0,906	3641	156	12,02	14,777	4469732.50	5332532
6634	27	26	1,99	3640	3645	572	578	-0,41	0,823	3642	575	10,431	12,822	4469720.00	5332517
6684	28	26	1,92	3676	3680	168	175	-0,537	0,846	3678	171	10,895	13,372	4469720.00	5332542
6701	28	24	1,64	3688	3694	240	244	-0,472	0,935	3691	242	6,708	8,228	4469715.00	5332549,5
6730	69	38	1,67	3710	3719	461	469	-0,533	0,882	3714	465	4,454	5,458	4469695.00	5332542
6744	60	34	1,53	3717	3725	887	894	-0,488	0,883	3721	890	28,958	35,472	4469692.50	5332544,5
6767	35	30	2,05	3738	3746	224	229	-0,423	0,85	3742	226	7,3	8,935	4469700.00	5332564,5
6779	27	24	1,7	3756	3761	741	746	-0,455	0,882	3758	743	-62,228	-76,104	4469695.00	5332569,5
6794	33	30	2,17	3772	3778	998	1005	-0,558	0,902	3775	1001	-47,387	-57,91	4469690.00	5332574,5
6806	105	54	2,21	3781	3797	995	1004	-0,51	0,85	3789	999	-47,47	-57,978	4469685.00	5332579,5
6808	138	54	1,68	3785	3796	62	76	-0,488	0,877	3790	69	17,851	21,801	4469672.50	5332564,5
6819	36	34	2,56	3794	3801	560	567	-0,452	0,876	3797	563	10,439	12,746	4469667.50	5332567
6849	35	32	2,33	3824	3833	588	593	-0,443	0,83	3828	590	13,98	17,047	4469670.00	5332592
6921	81	44	1,9	3873	3882	417	426	-0,555	0,838	3877	421	4,589	5,584	4469655.00	5332604,5
6924	134	52	1,61	3875	3889	129	139	-0,628	0,808	3882	134	11,678	14,207	4469652.50	5332607
6933	60	44	2,57	3884	3890	568	582	-0,456	0,8	3887	575	13,377	16,271	4469652.50	5332609,5
7002	24	22	1,6	3927	3931	566	571	0,551	0,826	3929	568	13,159	15,978	4469637.50	5332622
7078	258	84	2,18	3957	3983	765	779	0,653	0,837	3970	772	22,79	27,627	4469610.00	5332617
7086	56	32	1,46	3961	3968	428	435	-0,537	0,934	3964	431	5,585	6,772	4469627.50	5332632
7117	67	44	2,3	3973	3987	980	986	-0,497	0,845	3980	983	-47,955	-58,109	4469622.50	5332637
9220	15	16	1,36	120	124	615	617	0,416	0,823	122	616	19,496	36,256	4471032.50	5331227
9224	64	36	1,61	139	148	33	40	-0,529	0,802	143	36	-20,139	-37,207	4471037.50	5331254,5
9244	305	82	1,75	170	190	168	187	-1,16	0,81	180	177	-32,858	-60,032	4471020.00	5331272
9285	94	52	2,29	254	266	124	135	0,551	0,811	260	129	-40,818	-72,892	4470970.00	5331292
9319	46	38	2,5	393	404	271	276	0,456	0,898	398	273	-34,318	-59,138	4470922.50	5331372
9386	74	48	2,48	584	597	268	277	-0,457	0,898	590	272	-29,623	-48,891	4470827.50	5331439,5
9459	16	18	1,61	692	695	887	891	-0,439	0,809	693	889	19,071	30,834	4470797.50	5331499,5

9505	29	24	1,58	754	760	224	228	0,539	0,925	757	226	-38,757	-61,915	4470760.00	5331512
9714	26	24	1,76	960	965	62	67	0,593	0,876	962	64	30,875	47,625	4470702.50	5331624,5
9739	63	38	1,82	987	997	531	538	0,686	0,813	992	534	3,698	5,678	4470675.00	5331619,5
9841	55	36	1,88	1108	1117	408	414	0,672	0,813	1112	411	30,748	46,363	4470635.00	5331674,5
9858	17	20	1,87	1130	1134	576	580	0,506	0,881	1132	578	18,883	28,39	4470627.50	5331682
10067	42	34	2,19	1296	1305	228	234	0,559	0,816	1300	231	33,235	48,844	4470582.50	5331769,5
10470	22	24	2,08	1583	1588	597	602	0,641	0,915	1585	599	27,749	39,424	4470475.00	5331872
10785	33	26	1,63	1803	1808	1163	1169	0,43	0,814	1805	1166	48,408	67,227	4470372.50	5331929,5
10920	43	34	2,14	1984	1993	979	985	0,542	0,819	1988	982	-44,165	-60,297	4470312.50	5332002
10930	109	62	2,81	1997	2019	905	912	-0,506	0,906	2008	908	39,724	54,137	4470292.50	5331994,5
10964	30	26	1,79	2044	2051	349	353	-0,56	0,916	2047	351	41,238	56,008	4470290.00	5332022
11048	33	28	1,89	2201	2210	1259	1262	0,471	0,842	2205	1260	49,706	66,626	4470217.50	5332057
11088	96	60	2,98	2258	2273	133	146	-0,592	0,879	2265	139	37,831	50,468	4470207.50	5332089,5
11139	20	26	2,69	2376	2380	45	51	-0,78	0,902	2378	48	11,231	14,855	4470165.00	5332127
11194	17	20	1,87	2509	2514	201	204	-0,519	0,883	2511	202	38,652	50,632	4470105.00	5332157
11215	38	32	2,14	2579	2587	213	218	-0,466	0,829	2583	215	39,824	51,91	4470080.00	5332179,5
11221	91	46	1,85	2591	2604	210	218	-0,578	0,837	2597	214	23,531	30,643	4470075.00	5332184,5
11232	24	24	1,91	2631	2637	946	950	0,428	0,816	2634	948	19,968	25,939	4470062.50	5332197
11270	22	22	1,75	2721	2727	185	188	0,558	0,802	2724	186	48,627	62,797	4470030.00	5332224,5
11282	29	28	2,15	2746	2753	136	140	0,545	0,804	2749	138	35,014	45,145	4470032.50	5332247
11301	25	26	2,15	2777	2784	1254	1258	0,867	0,806	2780	1256	43,995	56,615	4470010.00	5332242
11338	17	20	1,87	2867	2871	1110	1114	0,634	0,806	2869	1112	-46,8	-59,895	4469977.50	5332272
11345	64	38	1,8	2883	2894	111	117	-0,698	0,9	2888	114	-41,735	-53,352	4469972.50	5332277
11384	62	42	2,26	2987	2997	669	676	-0,494	0,832	2992	672	46,925	59,621	4469947.50	5332322
11413	21	28	2,97	3093	3096	14	22	0,442	0,832	3094	18	14,474	18,285	4469912.50	5332354,5
11441	46	34	2	3173	3182	90	96	-0,414	0,831	3177	93	-46,315	-58,247	4469872.50	5332367
11464	26	26	2,07	3221	3227	517	522	0,596	0,857	3224	519	21,027	26,378	4469855.00	5332382
11477	18	22	2,14	3236	3243	103	105	-0,421	0,878	3239	104	16,27	20,395	4469850.00	5332389,5
11485	59	46	2,85	3251	3266	614	619	0,429	0,884	3258	616	12,497	15,65	4469857.50	5332407
11496	19	26	2,83	3263	3271	1208	1210	-0,694	0,836	3267	1209	28,467	35,632	4469842.50	5332397
11529	23	22	1,67	3313	3318	616	620	-0,672	0,851	3315	618	33,855	42,272	4469825.00	5332412
11548	39	38	2,95	3334	3340	255	262	0,434	0,874	3337	258	6,504	8,112	4469820.00	5332419,5
11585	102	60	2,81	3388	3401	127	140	-0,751	0,858	3394	133	11,768	14,635	4469800.00	5332437

11604	29	26	1,85	3410	3415	194	200	-0,453	0,839	3412	197	41,651	51,755	4469795.00	5332444,5
11656	36	28	1,73	3464	3469	268	275	-0,646	0,816	3466	271	39,247	48,64	4469790.00	5332477
11734	45	36	2,29	3619	3624	569	579	-0,722	0,833	3621	574	37,191	45,761	4469727.50	5332512
11798	28	30	2,56	3806	3816	504	507	-0,68	0,845	3811	505	37,007	45,157	4469662.50	5332572
11848	49	36	2,1	3919	3927	76	84	-0,636	0,805	3923	80	10,666	12,954	4469627.50	5332604,5
11913	95	52	2,27	3978	3995	39	46	-0,739	0,855	3986	42	23,526	28,5	4469605.00	5332622

## Ergebnistabelle des Radarüberflugs 0612\_coher08, Rosenheimer Straße, 11. November 1999, 07:13 MEZ

Alle Angaben beziehen sich auf das jeweils detektierte Fahrzeug (Objekt):

**objnr** = Objektnummer, **area** = Fläche des detektierten Fahrzeugs in Pixel, **umfverh** = Verhältnis Umfang zu Durchmesser, **xmin** = kleinste X-Koordinate des Fahrzeugs, **xmax** = größte X-Koordinate, **ymin** = kleinste Y-Koordinate, **ymax** = größte Y-Koordinate, **phase** = Phasenwert, **coher** = Kohärenzwert, **centx** = X-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **centy** = Y-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **geschw\_sl** = Geschwindigkeit in Slant Range, **geschw\_gr** = Geschwindigkeit in Ground Range, ist die endgültige, **x\_koord** = X-Koordinate in Rechtswert (Gauß-Krüger), **y\_koord** = Y-Koordinate in Hochwert (Gauß-Krüger).

objnr	area	peri	umfverh	xmin	xmax	ymin	xmax	phase	coher	centx	centy	geschw_sl	geschw_gr	x_koord	y_koord
10	61	44	2,53	34	46	968	975	0,47	0,803	40	971	12,34	23,599	4471077.50	5331194,5
15	74	38	1,55	39	49	802	809	0,45	0,826	44	805	3,798	7,254	4471067.50	5331187
24	96	52	2,24	47	63	329	337	0,498	0,836	55	333	-40,216	-76,519	4471062.50	5331192
44	147	72	2,81	89	110	443	455	0,511	0,801	99	449	33,478	62,78	4471042.50	5331214,5
48	27	24	1,7	18	23	1260	1265	0,589	0,804	20	1262	-25,25	-48,625	4470565.00	5331764,5
66	85	44	1,81	106	118	1261	1269	0,507	0,818	112	1265	38,896	72,638	4471045.00	5331232
75	26	26	2,07	113	121	1056	1059	0,412	0,82	117	1057	21,1	39,341	4471042.50	5331234,5
80	27	26	1,99	120	125	274	280	-0,534	0,813	122	277	-38,909	-72,432	4471040.00	5331237
84	111	62	2,76	33	53	1222	1231	0,542	0,804	43	1226	-20,474	-39,115	4469985.00	5332262
101	40	30	1,79	40	48	854	859	0,415	0,835	44	856	33,614	64,198	4469992.50	5332269,5
117	56	38	2,05	147	156	750	757	0,629	0,802	151	753	4,397	8,112	4471027.50	5331249,5
151	25	30	2,86	61	68	807	812	0,429	0,84	64	809	28,089	53,283	4469977.50	5332267
152	90	48	2,04	181	195	535	542	0,406	0,804	188	538	22,084	40,293	4471010.00	5331269,5
158	56	38	2,05	63	73	707	714	0,494	0,802	68	710	19,537	37,012	4469977.50	5332269,5
181	114	60	2,51	205	223	993	1002	0,482	0,826	214	997	17,354	31,423	4471000.00	5331279,5
197	31	32	2,63	80	84	441	451	-0,479	0,978	82	446	3,204	6,041	4469972.50	5332274,5
233	229	76	2,01	245	263	302	319	0,65	0,835	254	310	-44,594	-79,84	4470980.00	5331299,5
236	123	60	2,33	102	121	720	729	0,554	0,834	111	724	20,865	38,977	4469960.00	5332282
238	89	46	1,89	251	262	118	128	0,427	0,846	256	123	-26,89	-48,116	4470970.00	5331289,5
251	77	46	2,19	109	118	1115	1125	0,514	0,812	113	1120	-28,142	-52,538	4469967.50	5332292
291	62	40	2,05	300	310	1252	1259	0,437	0,852	305	1255	-44,586	-78,732	4470957.50	5331322
292	81	44	1,9	133	142	362	373	0,487	0,801	137	367	7,964	14,757	4469960.00	5332299,5
299	61	36	1,69	311	318	525	534	0,567	0,802	314	529	20,686	36,441	4470955.00	5331327

344	59	38	1,95	160	172	819	824	0,46	0,877	166	821	29,335	53,874	4469942.50	5332299,5
360	200	70	1,95	382	399	260	276	0,582	0,803	390	268	41,388	71,518	4470920.00	5331359,5
369	64	38	1,8	176	185	654	662	0,525	0,825	180	658	17,071	31,22	4469945.00	5332312
373	26	30	2,75	396	404	77	82	0,562	0,817	400	79	-26,087	-44,968	4470907.50	5331354,5
376	141	62	2,17	180	201	616	623	0,567	0,821	190	619	13,775	25,117	4469940.00	5332317
380	23	24	1,99	401	406	1125	1130	0,405	0,938	403	1127	28,309	48,764	4470905.00	5331354,5
386	85	46	1,98	406	418	253	262	0,452	0,844	412	257	41,964	72,128	4470910.00	5331369,5
391	78	46	2,16	411	423	386	393	0,461	0,925	417	389	32,628	56,013	4470900.00	5331362
406	28	26	1,92	196	204	938	941	0,526	0,848	200	939	41,004	74,548	4469937.50	5332319,5
416	25	24	1,83	435	443	1240	1242	-0,629	0,82	439	1241	-45,053	-76,941	4470897.50	5331379,5
418	65	42	2,16	439	452	386	392	0,503	0,894	445	389	32,162	54,849	4470887.50	5331374,5
427	68	40	1,87	211	220	1250	1258	0,406	0,819	215	1254	-18,479	-33,451	4469925.00	5332314,5
430	265	96	2,77	450	478	1219	1235	-0,727	0,801	464	1227	-46,016	-78,13	4470887.50	5331392
442	59	36	1,75	465	473	47	55	0,455	0,858	469	51	-25,2	-42,738	4470877.50	5331384,5
453	55	34	1,67	473	482	383	389	0,438	0,944	477	386	31,798	53,829	4470872.50	5331387
517	157	68	2,34	516	540	222	230	0,466	0,83	528	226	42,502	71,133	4470860.00	5331419,5
566	77	52	2,79	553	565	248	257	0,439	0,828	559	252	-44,86	-74,579	4470845.00	5331432
570	55	38	2,09	555	562	510	520	0,447	0,841	558	515	19,783	32,895	4470840.00	5331424,5
578	75	48	2,44	563	576	804	812	-0,423	0,81	569	808	4,204	6,974	4470835.00	5331429,5
598	154	58	1,74	582	594	1077	1092	0,564	0,867	588	1084	26,842	44,351	4470827.50	5331437
598	76	50	2,62	325	340	1086	1094	0,475	0,803	332	1090	-30,888	-54,16	4469892.50	5332359,5
608	39	28	1,6	591	597	547	553	0,448	0,874	594	550	16,328	26,946	4470825.00	5331439,5
624	46	32	1,77	612	618	611	619	0,455	0,815	615	615	10,745	17,656	4470815.00	5331449,5
655	56	38	2,05	634	643	121	129	0,454	0,896	638	125	48,487	79,301	4470812.50	5331467
657	53	36	1,95	635	644	790	797	-0,443	0,804	639	793	3,954	6,465	4470805.00	5331459,5
668	30	24	1,53	361	366	261	266	0,654	0,81	363	263	16,293	28,344	4469875.00	5332364,5
690	22	24	2,08	660	667	633	635	0,488	0,874	663	634	7,038	11,454	4470802.50	5331479,5
690	80	46	2,1	381	394	1188	1196	0,492	0,842	387	1192	-23,541	-40,71	4469867.50	5332372
699	103	50	1,93	386	395	821	835	0,423	0,873	390	828	32,27	55,763	4469872.50	5332379,5
707	95	48	1,93	674	684	216	227	0,419	0,814	679	221	-44,839	-72,743	4470797.50	5331484,5
744	42	36	2,46	416	429	406	409	0,415	0,843	422	407	3,659	6,274	4469857.50	5332382
747	37	30	1,94	704	713	661	665	0,411	0,885	708	663	3,914	6,314	4470785.00	5331499,5
751	38	30	1,88	707	714	248	254	0,502	0,802	710	251	-46,315	-74,691	4470777.50	5331489,5

754	58	40	2,2	421	433	255	260	0,481	0,885	427	257	16	27,402	4469855.00	5332384,5
782	42	32	1,94	729	736	1174	1181	0,502	0,8	732	1177	-47,294	-75,953	4470777.50	5331509,5
784	37	32	2,2	732	738	218	226	0,537	0,856	735	222	-44,55	-71,507	4470767.50	5331502
794	91	56	2,74	737	751	119	130	0,443	0,893	744	124	46,223	74,068	4470772.50	5331514,5
808	47	38	2,44	185	194	498	506	0,449	0,874	189	502	4,461	8,137	4470500.00	5331829,5
810	33	26	1,63	746	753	290	294	-0,415	0,887	749	292	32,767	52,457	4470770.00	5331517
811	33	30	2,17	443	451	1013	1018	-0,44	0,821	447	1015	46,727	79,651	4469847.50	5332392
814	47	36	2,19	749	760	272	277	0,423	0,804	754	274	-49,098	-78,529	4470760.00	5331509,5
843	33	34	2,79	766	771	212	220	0,535	0,855	768	216	-44,797	-71,466	4470755.00	5331517
868	49	34	1,88	457	465	61	68	0,402	0,855	461	64	30,169	51,259	4469850.00	5332402
899	71	38	1,62	467	476	165	173	0,409	0,805	471	169	21,416	36,304	4469847.50	5332407
913	27	26	1,99	798	804	214	219	0,537	0,918	801	216	-45,515	-72,182	4470742.50	5331532
943	27	24	1,7	480	486	672	676	0,4	0,837	483	674	20,163	34,085	4469842.50	5332409,5
1026	41	32	1,99	853	859	980	988	-0,414	0,828	856	984	23,548	36,988	4470727.50	5331562
1046	25	22	1,54	229	234	1260	1264	0,42	0,809	231	1262	-24,713	-44,532	4470482.50	5331842
1107	23	26	2,34	543	547	102	107	0,458	0,83	545	104	25,884	43,161	4469822.50	5332429,5
1140	100	46	1,68	557	564	541	555	-0,449	0,815	560	548	9,089	15,107	4469810.00	5332427
1143	109	48	1,68	558	569	506	517	0,441	0,846	563	511	6,104	10,139	4469810.00	5332429,5
1156	113	48	1,62	564	575	1062	1073	-0,538	0,809	569	1067	-33,384	-55,383	4469807.50	5332432
1175	165	72	2,5	572	590	155	169	-0,51	0,819	581	162	22,058	36,501	4469805.00	5332434,5
1203	111	48	1,65	254	264	36	47	-0,539	0,826	259	41	-41,477	-74,157	4470470.00	5331852
1206	66	44	2,33	942	948	157	170	-0,729	0,881	945	163	-44,303	-68,565	4470687.50	5331594,5
1226	53	34	1,74	594	602	923	930	0,556	0,809	598	926	41,258	68,03	4469805.00	5332447
1232	79	50	2,52	596	609	934	942	0,51	0,847	602	938	40,95	67,466	4469797.50	5332442
1237	34	28	1,83	957	965	153	157	-0,641	0,816	961	155	-44,003	-67,926	4470682.50	5331599,5
1272	68	36	1,52	611	619	381	389	0,461	0,866	615	385	3,657	6,01	4469792.50	5332444,5
1278	44	32	1,85	613	622	589	594	0,466	0,879	617	591	14,283	23,459	4469797.50	5332454,5
1339	85	46	1,98	1005	1016	148	158	0,413	0,858	1010	153	-45,108	-69,098	4470662.50	5331622
1342	88	44	1,75	1006	1018	1203	1211	0,5	0,834	1012	1207	41,718	63,886	4470665.00	5331624,5
1349	77	40	1,65	1009	1018	1147	1156	0,433	0,944	1013	1151	-45,978	-70,398	4470672.50	5331632
1358	89	46	1,89	633	647	1263	1270	0,542	0,803	640	1266	-17,166	-28,064	4469785.00	5332454,5
1366	60	38	1,92	282	293	49	55	0,493	0,83	287	52	42,095	74,691	4470460.00	5331859,5
1413	29	24	1,58	655	660	1125	1130	-0,602	0,873	657	1127	-27,046	-44,067	4469785.00	5332467

1415	30	30	2,39	656	663	1281	1286	0,434	0,804	659	1283	-15,779	-25,699	4469777.50	5332459,5
1420	111	48	1,65	657	667	1190	1202	-0,593	0,805	662	1196	-21,494	-34,987	4469782.50	5332469,5
1428	33	30	2,17	1041	1047	1115	1122	-0,404	0,8	1044	1118	-48,054	-73,23	4470660.00	5331644,5
1472	54	34	1,7	682	689	910	918	0,401	0,813	685	914	-44,049	-71,378	4469777.50	5332477
1534	27	28	2,31	309	316	694	699	-0,45	0,925	312	696	11,363	20,028	4470447.50	5331864,5
1552	32	28	1,95	716	723	731	736	0,604	0,808	719	733	25,095	40,401	4469760.00	5332479,5
1554	53	36	1,95	716	724	1103	1111	0,412	0,837	720	1107	-28,514	-45,896	4469765.00	5332487
1561	47	38	2,44	315	324	862	869	0,429	0,883	319	865	25,537	44,929	4470442.50	5331867
1590	70	44	2,2	731	742	694	702	-0,423	0,873	736	698	22,413	35,968	4469752.50	5332487
1624	26	22	1,48	753	757	351	356	0,419	0,837	755	353	3,631	5,806	4469755.00	5332499,5
1625	94	54	2,47	753	771	635	642	-0,445	0,824	762	638	19,056	30,434	4469752.50	5332502
1717	35	36	2,95	801	808	52	59	0,424	0,827	804	55	26,688	42,301	4469737.50	5332514,5
1760	78	38	1,47	830	839	518	526	0,422	0,84	834	522	10,434	16,451	4469727.50	5332524,5
1795	25	24	1,83	866	870	672	678	-0,41	0,891	868	675	22,698	35,579	4469717.50	5332534,5
1822	26	24	1,76	915	920	744	749	-0,427	0,852	917	746	27,338	42,503	4469695.00	5332544,5
1827	45	32	1,81	924	930	1138	1146	-0,434	0,821	927	1142	-25,226	-39,154	4469697.50	5332554,5
1850	34	28	1,83	981	988	530	535	-0,499	0,861	984	532	11,246	17,297	4469675.00	5332567
1876	30	28	2,08	389	395	927	933	0,475	0,89	392	930	31,689	54,733	4470417.50	5331894,5
1903	28	28	2,23	1031	1037	928	934	-0,439	0,828	1034	931	-41,122	-62,761	4469665.00	5332589,5
1912	70	40	1,82	1221	1229	1100	1110	0,453	0,854	1225	1105	-46,316	-68,78	4470597.50	5331724,5
1936	25	24	1,83	1080	1086	141	145	-0,585	0,925	1083	143	17,589	26,648	4469645.00	5332599,5
1950	64	42	2,19	416	427	1169	1177	0,55	0,866	421	1173	-32,884	-56,399	4470407.50	5331904,5
1994	24	24	1,91	1116	1123	199	202	0,452	0,805	1119	200	12,796	19,285	4469632.50	5332609,5
2126	75	46	2,25	461	470	815	826	0,413	0,813	465	820	21,826	37,05	4470385.00	5331914,5
2138	123	52	1,75	464	475	338	351	-0,471	0,819	469	344	17,303	29,345	4470382.50	5331914,5
2155	39	32	2,09	1188	1194	1145	1152	-0,405	0,824	1191	1148	-23,701	-35,359	4469617.50	5332644,5
2172	35	26	1,54	1195	1201	866	871	-0,461	0,811	1198	868	-44,781	-66,745	4469615.00	5332647
2210	20	22	1,93	1212	1216	552	557	-0,541	0,823	1214	554	16,41	24,406	4469612.50	5332652
2226	172	68	2,14	485	495	277	299	-0,464	0,846	490	288	21,787	36,773	4470375.00	5331922
2299	55	34	1,67	500	508	1128	1135	0,484	0,836	504	1131	47,298	79,582	4470370.00	5331927
2431	47	34	1,96	533	541	1205	1212	0,459	0,862	537	1208	-30,223	-50,484	4470360.00	5331944,5
2453	38	34	2,42	538	548	1104	1109	0,428	0,899	543	1106	45,155	75,327	4470355.00	5331939,5
2458	165	66	2,1	539	559	923	933	0,533	0,853	549	928	31,662	52,75	4470357.50	5331947

2584	83	46	2,03	574	583	138	149	0,413	0,837	578	143	33,059	54,739	4470340.00	5331949,5
3013	24	22	1,6	688	693	1170	1174	0,403	0,905	690	1172	-34,623	-56,05	4470295.00	5331987
3168	43	28	1,45	725	731	145	151	0,696	0,804	728	148	31,645	50,86	4470280.00	5331997
3170	44	34	2,09	725	735	189	194	0,496	0,816	730	191	26,718	42,925	4470287.50	5332007
3224	114	64	2,86	735	753	592	603	0,439	0,817	744	597	4,17	6,682	4470275.00	5332002
3302	275	86	2,14	753	765	145	173	0,574	0,871	759	159	29,006	46,35	4470277.50	5332017
3372	49	36	2,1	768	776	1018	1025	0,42	0,826	772	1021	-45,255	-72,144	4470272.50	5332019,5
3421	76	40	1,68	780	788	108	118	0,53	0,818	784	113	33,965	54,028	4470260.00	5332014,5
3428	27	26	1,99	781	786	212	218	-0,474	0,807	783	215	24,37	38,773	4470267.50	5332024,5
3487	30	26	1,79	799	804	623	629	0,452	0,832	801	626	6,737	10,684	4470255.00	5332022
3513	90	44	1,71	808	817	961	972	0,437	0,819	812	966	-49,586	-78,484	4470257.50	5332034,5
3577	33	30	2,17	831	838	772	776	0,423	0,853	834	774	20,011	31,551	4470250.00	5332042
3933	23	22	1,67	948	953	592	596	0,421	0,899	950	594	5,062	7,828	4470200.00	5332072
3944	30	24	1,53	951	956	777	782	0,595	0,813	953	779	19,437	30,043	4470197.50	5332072
4023	23	24	1,99	980	988	141	143	0,538	0,809	984	142	28,516	43,86	4470192.50	5332089,5
4034	26	22	1,48	372	377	113	117	0,601	0,833	374	115	-28,576	-49,575	4470917.50	5331342
4067	24	24	1,91	999	1004	907	912	0,441	0,82	1001	909	29,633	45,457	4470180.00	5332087
4123	44	38	2,61	522	534	1281	1286	0,453	0,849	528	1283	42,377	70,925	4470852.50	5331412
4144	63	44	2,45	555	568	1275	1282	0,441	0,932	561	1278	42,296	70,286	4470837.50	5331427
4192	49	42	2,86	1042	1051	1143	1153	0,409	0,839	1046	1148	48,08	73,247	4470165.00	5332102
4196	27	26	1,99	697	705	122	125	0,447	0,94	701	123	47,204	76,255	4470787.50	5331497
4223	15	18	1,72	15	19	134	137	0,51	0,92	17	135	29,223	56,335	4470002.50	5332262
4230	39	36	2,64	789	795	1227	1237	0,456	0,842	792	1232	40,977	65,09	4470745.00	5331527
4246	21	22	1,83	812	817	608	612	0,557	0,874	814	610	6,464	10,227	4470745.00	5331544,5
4302	16	20	1,99	875	881	85	87	0,402	0,888	878	86	46,448	72,683	4470720.00	5331572
4310	34	30	2,11	1083	1088	785	793	0,549	0,8	1085	789	20,635	31,254	4470150.00	5332114,5
4317	29	32	2,81	139	143	555	564	0,457	0,825	141	559	6,825	12,631	4469950.00	5332292
4349	82	48	2,24	1099	1112	1066	1074	0,425	0,828	1105	1070	42,13	63,624	4470142.50	5332122
4379	43	40	2,96	257	267	780	786	-0,466	0,802	262	783	26,4	47,161	4469910.00	5332329,5
4411	27	22	1,43	1123	1128	865	869	0,613	0,818	1125	867	26,695	40,198	4470135.00	5332127
4444	100	58	2,68	1133	1150	801	809	0,547	0,841	1141	805	22,024	33,088	4470130.00	5332132
4463	17	20	1,87	1064	1069	357	360	-0,531	0,802	1066	358	22,454	34,105	4470645.00	5331647
4476	28	24	1,64	1145	1152	890	893	0,419	0,838	1148	891	28,572	42,884	4470127.50	5332134,5

4478	38	32	2,14	1146	1153	351	357	0,476	0,833	1149	354	12,181	18,28	4470127.50	5332134,5
4520	93	54	2,5	1167	1179	1138	1148	0,465	0,858	1173	1143	47,7	71,342	4470117.50	5332142
4525	29	30	2,47	1170	1176	655	662	0,435	0,816	1173	658	11,899	17,797	4470122.50	5332149,5
4532	42	34	2,19	1176	1184	455	462	0,421	0,804	1180	458	4,105	6,134	4470115.00	5332144,5
4562	238	90	2,71	1190	1200	329	361	0,582	0,87	1195	345	12,561	18,73	4470110.00	5332149,5
4570	267	100	2,98	482	513	1248	1262	1,735	0,805	497	1255	-18,153	-30,591	4469832.50	5332407
4574	62	40	2,05	1198	1208	129	137	0,417	0,819	1203	133	27,575	41,072	4470112.50	5332159,5
4577	219	78	2,21	489	513	1225	1238	1,365	0,814	501	1231	-20,116	-33,869	4469830.00	5332409,5
4604	74	46	2,28	1218	1226	212	224	0,471	0,878	1222	218	20,981	31,169	4470105.00	5332164,5
4635	16	22	2,41	543	550	1031	1033	-0,543	0,842	546	1032	-36,289	-60,498	4469815.00	5332424,5
4638	20	22	1,93	1233	1239	904	907	0,548	0,831	1236	905	-53,905	-79,932	4470100.00	5332169,5
4655	27	24	1,7	1240	1244	836	842	0,497	0,827	1242	839	24,811	36,76	4470092.50	5332164,5
4673	53	36	1,95	1245	1254	292	299	0,504	0,833	1249	295	16,004	23,689	4470090.00	5332167
4673	160	76	2,87	582	599	994	1011	-0,96	0,827	590	1002	46,09	76,124	4469800.00	5332437
4692	78	46	2,16	1250	1262	695	703	0,418	0,844	1256	699	15,413	22,794	4470095.00	5332177
4695	40	36	2,58	1252	1262	98	104	0,452	0,873	1257	101	29,419	43,501	4470092.50	5332174,5
4698	107	52	2,01	1252	1265	390	400	0,493	0,822	1258	395	7,367	10,892	4470092.50	5332177
4718	33	28	1,89	1264	1271	970	975	0,47	0,907	1267	972	-48,77	-72,021	4470090.00	5332179,5
4719	23	28	2,71	1264	1271	1082	1086	0,504	0,884	1267	1084	43,199	63,793	4470082.50	5332172
4764	51	36	2,02	1282	1291	968	974	0,476	0,805	1286	971	-48,785	-71,863	4470082.50	5332184,5
4768	25	28	2,5	1285	1292	134	139	0,54	0,827	1288	136	26,48	38,996	4470082.50	5332187
4831	36	30	1,99	1308	1316	372	377	0,454	0,894	1312	374	8,501	12,481	4470072.50	5332194,5
4988	140	72	2,95	1364	1386	406	417	0,435	0,844	1375	411	5,256	7,655	4470052.50	5332214,5
5003	39	38	2,95	1371	1381	235	241	0,428	0,821	1376	238	19,455	28,334	4470045.00	5332207
5060	33	28	1,89	1388	1395	840	845	0,435	0,844	1391	842	25,261	36,721	4470037.50	5332212
5085	20	22	1,93	1396	1400	883	888	0,432	0,854	1398	885	28,458	41,334	4470035.00	5332214,5
5110	98	50	2,03	1406	1418	567	577	0,505	0,806	1412	572	5,435	7,881	4470030.00	5332219,5
5149	202	76	2,28	1418	1442	616	628	0,563	0,885	1430	622	10,554	15,27	4470032.50	5332232
5213	58	44	2,66	1441	1454	339	346	0,437	0,827	1447	342	11,249	16,243	4470017.50	5332229,5
5288	63	42	2,23	1468	1480	339	346	0,411	0,846	1474	342	11,044	15,896	4470010.00	5332239,5
5316	54	34	1,7	1478	1486	941	948	0,459	0,856	1482	944	-50,479	-72,587	4470012.50	5332247
8164	26	30	2,75	267	276	490	494	0,409	0,912	271	492	5,135	9,15	4470467.50	5331854,5
8529	21	22	1,83	384	389	264	268	-0,559	0,842	386	266	23,461	40,581	4470420.00	5331892

8799	16	20	1,99	510	515	477	480	0,572	0,811	512	478	5,181	8,702	4470372.50	5331934,5
9017	40	32	2,04	604	611	917	924	0,567	0,914	607	920	31,123	51,224	4470335.00	5331967
9240	20	26	2,69	697	701	415	422	0,569	0,81	699	418	10,249	16,563	4470292.50	5331987
9351	25	28	2,5	734	739	1101	1107	-0,554	0,834	736	1104	44,512	71,432	4470277.50	5331999,5
9380	56	44	2,75	748	753	50	64	0,647	0,908	750	57	-45,958	-73,56	4470272.50	5332004,5
9388	50	34	1,84	750	756	74	83	0,6	0,846	753	78	-47,648	-76,224	4470270.00	5332007
9452	32	26	1,68	784	788	93	100	0,668	0,817	786	96	-49,401	-78,555	4470260.00	5332017
9475	19	22	2,03	793	798	1145	1149	0,648	0,81	795	1147	47,891	76,031	4470257.50	5332019,5
9566	26	24	1,76	849	855	1124	1128	0,603	0,827	852	1126	46,281	72,745	4470235.00	5332037
9647	24	26	2,24	890	896	605	610	0,46	0,921	893	607	5,755	8,984	4470220.00	5332052
9758	60	38	1,92	951	960	718	726	0,692	0,803	955	722	16,271	25,141	4470202.50	5332079,5
9777	26	28	2,4	962	968	853	859	0,747	0,816	965	856	25,449	39,26	4470192.50	5332077
9843	17	20	1,87	1004	1007	269	274	0,507	0,814	1005	271	19,579	30,015	4470180.00	5332089,5
9956	43	32	1,9	1084	1092	576	582	0,463	0,838	1088	579	4,596	6,959	4470147.50	5332117
10063	19	22	2,03	1153	1157	70	75	0,577	0,832	1155	72	-51,163	-76,714	4470125.00	5332137
10174	43	32	1,9	1247	1256	646	651	0,755	0,819	1251	648	11,559	17,106	4470095.00	5332174,5

## Ergebnistabelle des Radarüberflugs 0625\_coher08, Rosenheimer Straße, 11. November 1999, 07:27 MEZ

Alle Angaben beziehen sich auf das jeweils detektierte Fahrzeug (Objekt):

**objnr** = Objektnummer, **area** = Fläche des detektierten Fahrzeugs in Pixel, **umfverh** = Verhältnis Umfang zu Durchmesser, **xmin** = kleinste X-Koordinate des Fahrzeugs, **xmax** = größte X-Koordinate, **ymin** = kleinste Y-Koordinate, **ymax** = größte Y-Koordinate, **phase** = Phasenwert, **coher** = Kohärenzwert, **centx** = X-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **centy** = Y-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **geschw\_sl** = Geschwindigkeit in Slant Range, **geschw\_gr** = Geschwindigkeit in Ground Range, ist die endgültige, **x\_koord** = X-Koordinate in Rechtswert (Gauß-Krüger), **y\_koord** = Y-Koordinate in Hochwert (Gauß-Krüger).

objnr	area	peri	umfverh	xmin	xmax	ymin	xmax	phase	coher	centx	centy	geschw_sl	geschw_gr	x_koord	y_koord
81	66	36	1,56	133	141	830	838	-0,662	0,817	137	834	3,691	6,869	4471050.00	5331239,5
92	28	28	2,23	139	145	601	606	0,403	0,807	142	603	18,443	34,269	4471047.50	5331244,5
105	41	30	1,75	159	166	876	882	-0,541	0,972	162	879	2,845	5,254	4471025.00	5331237
114	58	36	1,78	164	173	316	323	-0,474	0,923	168	319	38,577	71,107	4471022.50	5331239,5
131	136	58	1,97	182	197	848	860	-0,554	0,922	189	854	4,065	7,445	4471012.50	5331252
170	24	24	1,91	212	219	920	923	-0,416	0,882	215	921	2,921	5,308	4471012.50	5331277
171	219	72	1,88	212	231	1043	1057	0,436	0,837	221	1050	11,185	20,295	4471010.00	5331279,5
176	44	40	2,89	216	229	206	210	0,423	0,893	222	208	-40,056	-72,66	4470997.50	5331267
188	53	34	1,74	223	231	141	148	0,534	0,849	227	144	-38,426	-69,602	4471007.50	5331284,5
194	155	74	2,81	228	252	186	195	0,402	0,971	240	190	-39,266	-70,861	4470987.50	5331274,5
227	57	40	2,23	252	264	257	263	0,628	0,805	258	260	38,382	68,916	4470992.50	5331297
282	69	38	1,67	318	328	788	795	-0,467	0,803	323	791	4,002	7,061	4470965.00	5331327
287	22	28	2,84	325	330	133	139	0,484	0,804	327	136	-39,676	-69,92	4470960.00	5331327
293	168	74	2,59	329	349	577	590	0,428	0,8	339	583	16,827	29,561	4470957.50	5331334,5
345	39	28	1,6	388	393	13	20	0,507	0,821	390	16	-33,296	-57,743	4470932.50	5331354,5
368	36	36	2,86	410	418	1026	1032	-0,425	0,8	414	1029	11,864	20,454	4470922.50	5331367
371	96	44	1,6	416	426	101	111	-0,509	0,834	421	106	-37,507	-64,554	4470907.50	5331357
395	59	46	2,85	437	448	1179	1187	-0,467	0,858	442	1183	19,756	33,832	4470900.00	5331367
404	99	48	1,85	447	455	70	83	-0,479	0,895	451	76	-36,191	-61,845	4470895.00	5331369,5
460	83	50	2,4	516	529	282	289	-0,402	0,927	522	285	34,439	57,903	4470865.00	5331402
513	92	46	1,83	567	578	415	425	-0,486	0,804	572	420	23,57	39,2	4470855.00	5331434,5
516	30	30	2,39	569	576	562	567	0,441	0,809	572	564	16,663	27,713	4470845.00	5331424,5
518	39	30	1,84	570	578	528	533	0,443	0,873	574	530	16,851	28,013	4470852.50	5331437

536	53	34	1,74	580	589	561	567	0,463	0,866	584	564	16,496	27,366	4470837.50	5331429,5
560	78	44	1,98	594	608	1126	1132	-0,415	0,802	601	1129	19,83	32,778	4470842.50	5331447
575	26	26	2,07	605	612	80	84	-0,485	0,808	608	82	-39,331	-64,919	4470830.00	5331439,5
582	149	60	1,92	608	621	271	286	-0,657	0,85	614	278	33,392	55,048	4470827.50	5331442
589	23	24	1,99	612	619	1128	1131	-0,508	0,908	615	1129	19,958	32,895	4470837.50	5331454,5
656	81	42	1,73	650	658	312	323	-0,578	0,874	654	317	28,597	46,761	4470820.00	5331469,5
690	20	22	1,93	667	671	235	240	-0,409	0,878	669	237	34,991	57,046	4470802.50	5331464,5
761	33	32	2,47	691	697	358	366	-0,422	0,861	694	362	25,203	40,888	4470805.00	5331487
763	47	34	1,96	692	700	459	466	0,429	0,94	696	462	19,161	31,073	4470805.00	5331489,5
765	46	34	2	692	698	876	885	-0,421	0,805	695	880	4,029	6,536	4470792.50	5331477
829	29	26	1,85	724	729	925	930	-0,576	0,882	726	927	7,363	11,873	4470780.00	5331489,5
840	49	34	1,88	733	741	964	970	-0,526	0,812	737	967	11,931	19,197	4470790.00	5331509,5
862	54	38	2,13	742	750	424	433	-0,404	0,819	746	428	20,004	32,133	4470785.00	5331512
870	79	46	2,13	745	757	299	308	-0,54	0,833	751	303	27,328	43,857	4470785.00	5331517
928	82	44	1,88	762	772	423	432	-0,438	0,848	767	427	19,566	31,307	4470777.50	5331522
934	38	30	1,88	765	771	157	164	0,408	0,929	768	160	35,409	56,646	4470780.00	5331524,5
945	72	44	2,14	768	778	862	870	-0,41	0,905	773	866	4,517	7,219	4470765.00	5331512
947	108	62	2,83	769	785	298	310	-0,421	0,84	777	304	26,631	42,534	4470775.00	5331527
1011	109	52	1,97	793	806	296	307	-0,431	0,843	799	301	26,272	41,793	4470767.50	5331539,5
1086	251	78	1,93	815	833	925	943	0,799	0,829	824	934	11,704	18,536	4470757.50	5331552
1102	25	24	1,83	820	826	974	978	-0,46	0,801	823	976	14,164	22,436	4470760.00	5331549,5
1121	24	24	1,91	825	830	476	481	-0,717	0,898	827	478	17,477	27,664	4470745.00	5331537
1135	105	56	2,38	830	845	620	631	-0,508	0,81	837	625	6,253	9,88	4470755.00	5331557
1170	41	28	1,52	837	842	56	63	-0,481	0,907	839	59	39,565	62,494	4470752.50	5331557
1213	110	60	2,6	854	866	111	125	-0,558	0,886	860	118	38,006	59,812	4470732.50	5331552
1243	49	32	1,66	862	869	49	56	-0,549	0,887	865	52	39,308	61,808	4470745.00	5331569,5
1247	85	44	1,81	863	873	121	131	0,411	0,826	868	126	34,884	54,825	4470745.00	5331572
1255	155	70	2,52	866	878	338	355	-0,521	0,826	872	346	21,869	34,345	4470742.50	5331572
1286	28	30	2,56	876	882	652	658	-0,478	0,816	879	655	3,578	5,613	4470740.00	5331577
1289	24	24	1,91	877	882	694	699	0,465	0,902	879	696	3,691	5,79	4470725.00	5331559,5
1303	25	24	1,83	884	889	994	999	-0,493	0,817	886	996	16,558	25,943	4470737.50	5331579,5
1325	40	32	2,04	895	904	688	693	0,44	0,836	899	690	3,691	5,77	4470717.50	5331569,5
1388	21	22	1,83	920	924	309	314	0,53	0,89	922	311	22,748	35,428	4470725.00	5331597

1457	43	34	2,14	954	960	1174	1183	-0,448	0,809	957	1178	25,719	39,826	4470697.50	5331594,5
1480	33	26	1,63	962	968	202	207	-0,441	0,806	965	204	30,726	47,518	4470695.00	5331599,5
1484	81	52	2,66	963	979	88	96	-0,458	0,815	971	92	37,096	57,315	4470692.50	5331602
1519	31	28	2,01	977	982	1132	1139	-0,418	0,901	979	1135	23,559	36,353	4470690.00	5331604,5
1547	104	56	2,4	987	1002	1275	1285	-0,541	0,839	994	1280	34,831	53,619	4470700.00	5331629,5
1571	50	38	2,3	996	1004	794	803	-0,482	0,854	1000	798	4,389	6,75	4470682.50	5331614,5
1593	37	30	1,94	1007	1015	471	476	0,437	0,834	1011	473	14,193	21,791	4470677.50	5331619,5
1605	89	56	2,8	1011	1023	907	918	-0,406	0,802	1017	912	13,909	21,335	4470692.50	5331642
1615	65	40	1,96	1017	1025	533	543	0,455	0,86	1021	538	10,246	15,706	4470675.00	5331624,5
1618	118	54	1,97	1018	1031	453	465	-0,409	0,836	1024	459	14,745	22,593	4470672.50	5331627
1657	31	24	1,48	1036	1040	647	653	0,459	0,847	1038	650	3,47	5,305	4470670.00	5331632
1684	52	40	2,45	1049	1061	360	366	-0,525	0,81	1055	363	19,654	29,973	4470662.50	5331639,5
1852	27	26	1,99	1117	1123	1160	1164	-0,423	0,849	1120	1162	27,237	41,138	4470642.50	5331669,5
1854	22	24	2,08	1118	1122	1175	1181	-0,442	0,815	1120	1178	30,732	46,417	4470657.50	5331687
1862	22	20	1,45	1121	1125	1056	1060	0,504	0,817	1123	1058	21,35	32,232	4470640.00	5331669,5
1879	27	22	1,43	1128	1131	411	417	-0,466	0,836	1129	414	15,257	23,014	4470637.50	5331672
1907	35	34	2,63	1138	1146	277	283	-0,4	0,857	1142	280	20,124	30,298	4470650.00	5331697
2027	38	28	1,64	1174	1180	459	465	-0,451	0,834	1177	462	9,205	13,79	4470637.50	5331712
2054	193	72	2,14	1181	1193	141	163	-0,506	0,842	1187	152	26,599	39,794	4470632.50	5331714,5
2088	33	32	2,47	1189	1197	98	103	-0,518	0,835	1193	100	-52,982	-79,197	4470617.50	5331702
2148	28	24	1,64	1207	1213	1087	1091	-0,41	0,812	1210	1089	24,53	36,582	4470610.00	5331709,5
2171	33	26	1,63	1214	1221	96	100	-0,543	0,844	1217	98	-53,405	-79,567	4470607.50	5331712
2172	27	26	1,99	1214	1220	490	495	-0,59	0,951	1217	492	6,876	10,245	4470622.50	5331729,5
2304	93	52	2,31	1247	1257	941	954	-0,406	0,808	1252	947	18,917	28,051	4470607.50	5331739,5
2352	25	24	1,83	1262	1266	1235	1241	-0,466	0,847	1264	1238	-51,377	-76,061	4470590.00	5331729,5
2658	30	30	2,39	1344	1352	902	906	-0,415	0,896	1348	904	16,614	24,329	4470567.50	5331772
2834	20	22	1,93	1393	1398	682	686	-0,401	0,83	1395	684	4,495	6,545	4470550.00	5331789,5
2945	69	46	2,44	1417	1431	432	438	-0,539	0,815	1424	435	9,166	13,298	4470535.00	5331799,5
3193	81	44	1,9	1476	1489	520	527	-0,437	0,846	1482	523	4,015	5,784	4470512.50	5331817
3362	55	34	1,67	1546	1555	1031	1037	-0,423	0,84	1550	1034	22,698	32,447	4470477.50	5331832
3446	198	70	1,97	1569	1584	299	317	-1,18	0,813	1576	308	16,668	23,759	4470465.00	5331839,5
3487	58	36	1,78	1577	1585	365	373	0,788	0,823	1581	369	13,335	18,998	4470465.00	5331842
3514	74	42	1,9	1586	1595	1098	1108	-0,493	0,811	1590	1103	26,468	37,668	4470460.00	5331844,5

3763	62	40	2,05	1646	1654	415	424	-0,412	0,8	1650	419	8,598	12,157	4470447.50	5331877
3841	23	26	2,34	1683	1688	718	724	-0,466	0,908	1685	721	6,022	8,483	4470422.50	5331877
3905	53	40	2,4	1734	1740	448	460	-0,459	0,907	1737	454	6,177	8,655	4470415.00	5331907
4046	57	42	2,46	1783	1792	826	833	-0,499	0,863	1787	829	13,898	19,375	4470392.50	5331922
4048	73	50	2,73	1783	1796	957	965	-0,409	0,879	1789	961	19,016	26,504	4470380.00	5331909,5
4072	29	26	1,85	1791	1798	318	322	0,417	0,834	1794	320	14,956	20,836	4470380.00	5331912
4115	20	22	1,93	1805	1812	1284	1286	-0,475	0,837	1808	1285	38,066	52,958	4470385.00	5331929,5
4236	20	24	2,29	1843	1847	326	332	-0,412	0,841	1845	329	14,213	19,703	4470357.50	5331929,5
4305	60	36	1,72	1864	1870	214	224	-0,502	0,935	1867	219	19,857	27,468	4470350.00	5331934,5
4352	53	38	2,17	1882	1890	1273	1281	-0,465	0,804	1886	1277	37,568	51,874	4470355.00	5331954,5
4392	52	38	2,21	1907	1913	723	733	-0,417	0,823	1910	728	7,102	9,784	4470335.00	5331949,5
4404	122	66	2,84	1911	1932	918	925	0,409	0,89	1921	921	17,244	23,732	4470330.00	5331952
4440	55	40	2,31	1920	1930	667	674	-0,431	0,836	1925	670	4,133	5,686	4470327.50	5331954,5
4703	21	22	1,83	1990	1995	749	753	-0,545	0,846	1992	751	8,642	11,816	4470302.50	5331977
4838	44	38	2,61	2033	2040	373	381	-0,416	0,919	2036	377	9,093	12,385	4470295.00	5332004,5
4862	50	32	1,63	2040	2047	192	199	0,467	0,818	2043	195	18,467	25,137	4470292.50	5332004,5
4899	249	96	2,95	2052	2068	145	170	0,515	0,821	2060	157	20,312	27,609	4470287.50	5332009,5
4905	105	54	2,21	2053	2069	960	968	-0,479	0,831	2061	964	19,901	27,047	4470277.50	5331999,5
4979	204	74	2,14	2078	2088	78	101	0,493	0,856	2083	89	23,605	32,02	4470280.00	5332019,5
5004	50	32	1,63	2084	2091	210	217	-0,429	0,913	2087	213	18,635	25,269	4470267.50	5332007
5009	23	22	1,67	2087	2092	239	243	0,808	0,864	2089	241	15,735	21,334	4470277.50	5332022
5047	114	60	2,51	2101	2106	133	156	-0,531	0,867	2103	144	20,596	27,892	4470270.00	5332027
5078	49	38	2,35	2109	2115	301	312	-0,494	0,862	2112	306	13,66	18,484	4470257.50	5332017
5146	94	44	1,64	2124	2133	1064	1075	-0,46	0,859	2128	1069	-57,697	-77,968	4470262.50	5332034,5
5158	20	22	1,93	2128	2133	965	969	-0,495	0,848	2130	967	20,319	27,453	4470252.50	5332024,5
5174	31	30	2,31	2132	2140	1167	1172	-0,495	0,869	2136	1169	-54,011	-72,938	4470250.00	5332024,5
5202	33	34	2,79	2138	2148	1209	1214	-0,411	0,802	2143	1211	-51,842	-69,967	4470247.50	5332027
5229	42	34	2,19	2146	2156	980	985	-0,409	0,846	2151	982	21,173	28,557	4470245.00	5332032
5324	69	44	2,23	2177	2185	935	946	-0,528	0,801	2181	940	20,638	27,766	4470242.50	5332052
5399	69	46	2,44	2195	2204	1166	1176	-0,518	0,807	2199	1171	-53,712	-72,159	4470227.50	5332047
5420	31	28	2,01	2202	2208	478	484	-0,638	0,881	2205	481	4,062	5,454	4470225.00	5332049,5
5628	179	82	2,99	2262	2286	203	218	0,473	0,919	2274	210	17,281	23,078	4470200.00	5332072
5949	39	30	1,84	2369	2376	166	172	-0,45	0,86	2372	169	18,562	24,602	4470165.00	5332104,5

6067	68	38	1,69	2397	2405	120	129	-0,47	0,858	2401	124	20,627	27,28	4470155.00	5332114,5
6268	64	40	1,99	2457	2466	333	342	-0,499	0,854	2461	337	8,071	10,628	4470145.00	5332147
6381	150	64	2,17	2484	2498	444	459	-0,663	0,813	2491	451	3,941	5,178	4470122.50	5332144,5
6403	35	26	1,54	2492	2499	371	375	-0,603	0,826	2495	373	6,074	7,978	4470132.50	5332157
6491	40	32	2,04	2522	2531	1014	1019	-0,509	0,833	2526	1016	24,016	31,477	4470110.00	5332154,5
6493	85	50	2,34	2523	2538	186	194	-0,477	0,918	2530	190	16,613	21,768	4470107.50	5332154,5
6523	30	24	1,53	2532	2537	153	158	-0,586	0,859	2534	155	18,312	23,987	4470107.50	5332157
6549	54	42	2,6	2544	2554	268	276	-0,468	0,913	2549	272	12,481	16,332	4470100.00	5332162
6567	88	52	2,45	2549	2563	388	398	0,524	0,808	2556	393	4,711	6,161	4470112.50	5332179,5
6633	22	22	1,75	2574	2580	970	973	-0,426	0,802	2577	971	21,893	28,594	4470090.00	5332169,5
6637	24	22	1,6	2576	2582	681	684	-0,517	0,838	2579	682	7,747	10,117	4470090.00	5332172
6709	101	50	1,97	2597	2610	200	209	-0,542	0,803	2603	204	15,526	20,242	4470082.50	5332179,5
6750	21	24	2,18	2612	2614	171	178	0,479	0,841	2613	174	16,936	22,065	4470077.50	5332182
6757	64	36	1,61	2613	2622	256	263	-0,519	0,875	2617	259	12,767	16,629	4470075.00	5332182
6923	30	30	2,39	2678	2684	1276	1282	-0,458	0,805	2681	1279	38,917	50,473	4470067.50	5332219,5
6999	24	24	1,91	2706	2713	763	766	0,436	0,893	2709	764	14,019	18,149	4470055.00	5332227
7054	23	24	1,99	2725	2731	960	964	-0,49	0,9	2728	962	21,741	28,111	4470035.00	5332217
7163	88	48	2,08	2752	2764	290	299	-0,434	0,826	2758	294	8,477	10,94	4470037.50	5332242
7211	36	28	1,73	2765	2772	685	690	-0,452	0,833	2768	687	8,602	11,095	4470020.00	5332229,5
7329	96	44	1,6	2812	2821	410	421	-0,43	0,876	2816	415	4,256	5,473	4470005.00	5332247
7338	38	36	2,71	2817	2826	1151	1156	-0,402	0,86	2821	1153	-53,621	-68,925	4470002.50	5332247
7456	104	46	1,62	2863	2875	405	414	-0,454	0,858	2869	409	4,303	5,515	4469985.00	5332262
7493	42	32	1,94	2876	2882	948	956	0,559	0,829	2879	952	-61,31	-78,53	4469995.00	5332279,5
7620	182	64	1,79	2922	2937	73	88	-0,676	0,861	2929	80	19,612	25,045	4469965.00	5332282
7657	88	50	2,26	2934	2947	328	336	-0,512	0,8	2940	332	5,852	7,468	4469975.00	5332299,5
7659	20	22	1,93	2934	2939	680	684	0,51	0,847	2936	682	10,693	13,649	4469975.00	5332297
7670	119	66	2,91	2939	2955	348	359	-0,467	0,834	2947	353	4,829	6,16	4469972.50	5332302
7774	51	34	1,8	2968	2976	869	876	-0,478	0,866	2972	872	19,752	25,16	4469962.50	5332309,5
7797	29	26	1,85	2975	2980	247	253	0,422	0,845	2977	250	11,315	14,409	4469947.50	5332294,5
8028	123	60	2,33	3073	3083	225	243	-0,467	0,831	3078	234	9,695	12,274	4469925.00	5332342
8042	38	32	2,14	3077	3083	594	601	-0,461	0,857	3080	597	5,556	7,033	4469912.50	5332329,5
8050	64	46	2,63	3080	3092	1029	1037	0,47	0,821	3086	1033	-57,048	-72,197	4469922.50	5332344,5
8207	44	38	2,61	3154	3161	20	27	-0,409	0,883	3157	23	20,582	25,946	4469887.50	5332354,5

8232	34	28	1,83	3162	3169	52	57	-0,56	0,899	3165	54	19,078	24,04	4469885.00	5332357
8285	56	38	2,05	3187	3198	566	572	-0,464	0,841	3192	569	4,944	6,221	4469875.00	5332364,5
8296	67	38	1,72	3192	3200	1179	1188	-0,462	0,823	3196	1183	-51,361	-64,611	4469875.00	5332367
8335	53	34	1,74	3218	3228	211	216	-0,443	0,863	3223	213	9,685	12,166	4469877.50	5332389,5
8348	30	28	2,08	3223	3229	980	986	-0,67	0,875	3226	983	24,223	30,423	4469865.00	5332377
8372	25	26	2,15	3236	3244	695	698	-0,433	0,921	3240	696	12,649	15,875	4469870.00	5332394,5
8401	38	30	1,88	3244	3251	53	59	-0,613	0,816	3247	56	18,305	22,965	4469857.50	5332384,5
8405	88	44	1,75	3244	3253	524	533	-0,612	0,821	3248	528	4,964	6,227	4469867.50	5332397
8456	29	26	1,85	3255	3261	846	851	-0,477	0,801	3258	848	19,715	24,719	4469867.50	5332402
8466	25	26	2,15	3260	3266	34	39	-0,402	0,874	3263	36	19,091	23,931	4469852.50	5332389,5
8603	75	46	2,25	3295	3309	861	867	-0,47	0,819	3302	864	20,623	25,8	4469850.00	5332414,5
8691	23	24	1,99	3318	3323	984	989	0,442	0,808	3320	986	-58,425	-73,022	4469845.00	5332422
8808	58	40	2,2	3352	3364	870	876	-0,509	0,853	3358	873	19,785	24,681	4469820.00	5332419,5
8831	61	42	2,3	3357	3364	698	709	-0,489	0,834	3360	703	13,524	16,869	4469832.50	5332434,5
8867	50	40	2,55	3366	3378	873	879	-0,596	0,831	3372	876	19,988	24,916	4469815.00	5332424,5
8922	105	54	2,21	3383	3398	31	40	-0,451	0,803	3390	35	18,095	22,536	4469812.50	5332432
8929	45	36	2,29	3384	3390	570	578	0,592	0,808	3387	574	6,349	7,908	4469810.00	5332429,5
8961	85	44	1,81	3391	3402	875	884	-0,44	0,816	3396	879	20,236	25,195	4469810.00	5332434,5
9041	58	34	1,59	3413	3422	851	857	-0,724	0,842	3417	854	20,581	25,599	4469812.50	5332452
9144	152	68	2,42	3434	3445	161	181	-0,551	0,845	3439	171	10,222	12,7	4469805.00	5332459,5
9268	57	44	2,7	3456	3463	190	200	-0,528	0,819	3459	195	9,033	11,213	4469797.50	5332464,5
9351	51	34	1,8	3476	3483	1183	1190	-0,4	0,874	3479	1186	35,687	44,253	4469792.50	5332472
9371	37	28	1,69	3486	3492	558	564	-0,545	0,823	3489	561	6,237	7,73	4469777.50	5332462
9408	26	28	2,4	3498	3507	714	717	-0,415	0,828	3502	715	14,553	18,026	4469782.50	5332477
9437	30	28	2,08	3510	3516	308	313	-0,428	0,842	3513	310	4,923	6,095	4469770.00	5332469,5
9748	42	32	1,94	3615	3622	668	675	-0,567	0,806	3618	671	12,95	15,955	4469745.00	5332514,5
9763	42	34	2,19	3619	3628	821	827	-0,451	0,856	3623	824	19,767	24,347	4469742.50	5332514,5
9779	23	24	1,99	3623	3628	873	878	-0,43	0,843	3625	875	20,788	25,602	4469732.50	5332504,5
9849	58	40	2,2	3641	3649	727	736	-0,494	0,803	3645	731	15,716	19,338	4469735.00	5332522
9909	28	26	1,92	3661	3667	155	160	-0,534	0,871	3664	157	9,616	11,822	4469730.00	5332529,5
9920	74	48	2,48	3663	3675	125	135	-0,557	0,851	3669	130	12,057	14,82	4469717.50	5332517
9959	28	26	1,92	3679	3684	738	744	-0,618	0,816	3681	741	16,328	20,059	4469725.00	5332534,5
10040	117	52	1,84	3711	3722	229	241	-0,538	0,896	3716	235	5,817	7,135	4469712.50	5332544,5

10054	156	70	2,5	3718	3735	155	171	-0,663	0,839	3726	163	8,923	10,94	4469710.00	5332549,5
10087	46	34	2	3732	3740	491	498	-0,431	0,907	3736	494	4,375	5,361	4469695.00	5332539,5
10119	27	22	1,43	3748	3751	45	51	-0,472	0,806	3749	48	15,155	18,562	4469692.50	5332544,5
10275	51	34	1,8	3795	3804	140	146	0,542	0,838	3799	143	10,618	12,977	4469675.00	5332559,5
10287	115	58	2,33	3799	3816	1087	1097	-0,608	0,861	3807	1092	-53,744	-65,66	4469672.50	5332562
10324	22	26	2,45	3819	3823	995	1002	-0,536	0,802	3821	998	-56,454	-68,93	4469680.00	5332579,5
10334	31	26	1,74	3824	3828	231	238	-0,477	0,928	3826	234	5,09	6,214	4469677.50	5332579,5
10355	40	32	2,04	3831	3840	103	108	-0,433	0,833	3835	105	12,019	14,666	4469665.00	5332572
10371	45	32	1,81	3834	3842	1203	1209	-0,559	0,845	3838	1206	37,425	45,663	4469672.50	5332584,5
10385	34	28	1,83	3838	3845	1068	1073	-0,496	0,848	3841	1070	-54,582	-66,589	4469662.50	5332574,5
10429	36	30	1,99	3848	3855	229	235	-0,544	0,864	3851	232	4,937	6,021	4469670.00	5332589,5
10431	316	96	2,32	3849	3872	550	572	0,57	0,872	3860	561	9,473	11,548	4469667.50	5332592
10518	91	48	2,01	3875	3884	574	586	0,449	0,827	3879	580	10,457	12,737	4469662.50	5332599,5
10567	20	20	1,59	3892	3897	819	822	-0,45	0,937	3894	820	19,447	23,672	4469645.00	5332589,5
10596	80	42	1,75	3901	3911	1141	1150	-0,674	0,814	3906	1145	-51,096	-62,166	4469642.50	5332594,5
10611	41	26	1,31	3909	3914	595	601	-0,434	0,819	3911	598	11,501	13,99	4469652.50	5332609,5
10674	23	26	2,34	3933	3938	793	799	-0,503	0,826	3935	796	18,593	22,595	4469632.50	5332604,5
12950	35	34	2,63	39	45	1095	1102	0,407	0,845	42	1098	12,113	23,26	4471095.00	5331194,5
12979	273	88	2,26	145	169	847	863	-1,004	0,881	157	855	4,452	8,234	4471027.50	5331234,5
12998	17	18	1,52	181	186	560	562	-0,474	0,855	183	561	20,473	37,567	4471027.50	5331262
13097	19	22	2,03	565	571	300	303	-0,584	0,844	568	301	32,726	54,474	4470847.50	5331422
13224	26	26	2,07	770	777	391	395	-0,596	0,896	773	393	21,443	34,273	4470777.50	5331524,5
13237	38	34	2,42	781	791	393	397	-0,491	0,845	786	395	21,015	33,509	4470772.50	5331532
13320	19	20	1,68	852	854	193	199	0,429	0,826	853	196	33,568	52,893	4470735.00	5331549,5
13348	28	26	1,92	876	879	293	301	-0,413	0,843	877	297	24,625	38,642	4470742.50	5331574,5
13440	19	22	2,03	995	1000	1051	1055	-0,574	0,839	997	1053	6,084	9,362	4470682.50	5331612
13485	17	20	1,87	1076	1078	1029	1035	-0,494	0,814	1077	1032	20,835	31,668	4470655.00	5331649,5
13498	27	22	1,43	1088	1094	404	407	-0,835	0,814	1091	405	2,845	4,316	4470650.00	5331654,5
13544	18	20	1,77	1136	1142	464	466	-0,467	0,827	1139	465	4,065	6,123	4470635.00	5331677
14528	24	26	2,24	1652	1656	490	497	-0,435	0,839	1654	493	43,119	60,941	4470445.00	5331877
14569	18	18	1,43	1683	1686	1100	1104	0,476	0,854	1684	1102	-43,519	-61,311	4470435.00	5331889,5
14608	19	24	2,41	1725	1730	530	535	0,643	0,806	1727	532	40,647	57,01	4470405.00	5331889,5
14719	14	18	1,84	1791	1796	659	661	-0,467	0,839	1793	660	4,002	5,576	4470390.00	5331924,5

14766	86	42	1,63	1820	1829	955	965	-0,706	0,802	1824	960	45,015	62,527	4470380.00	5331934,5
15242	45	32	1,81	2110	2116	391	399	-0,427	0,83	2113	395	45,256	61,234	4470267.50	5332029,5
15375	64	46	2,63	2207	2214	993	1004	-0,591	0,872	2210	998	19,756	26,517	4470222.50	5332049,5
15421	30	26	1,79	2230	2238	339	342	-0,689	0,824	2234	340	46,587	62,41	4470225.00	5332069,5
15432	73	44	2,11	2236	2248	228	234	0,506	0,901	2242	231	34,439	46,106	4470212.50	5332062
15496	82	42	1,71	2288	2299	110	118	-0,684	0,905	2293	114	23,57	31,429	4470205.00	5332092
15603	15	20	2,12	2363	2366	678	683	0,58	0,844	2364	680	14,81	19,641	4470180.00	5332114,5
15624	72	42	1,95	2385	2392	81	93	0,774	0,807	2388	87	16,851	22,307	4470170.00	5332122
15926	23	22	1,67	2564	2568	671	676	0,639	0,848	2566	673	14,649	19,146	4470107.50	5332182
16042	21	26	2,56	2664	2671	46	49	0,413	0,819	2667	47	19,83	25,742	4470072.50	5332214,5
16265	26	22	1,48	2888	2892	406	411	-0,547	0,896	2890	408	45,359	58,06	4469977.50	5332269,5
16386	42	36	2,46	3000	3009	658	665	0,446	0,82	3004	661	28,597	36,359	4469952.50	5332319,5
16570	83	54	2,8	3199	3215	660	668	-0,509	0,838	3207	664	21,007	26,41	4469870.00	5332372
16699	71	46	2,37	3283	3298	653	658	-0,663	0,826	3290	655	9,932	12,432	4469842.50	5332397
16856	24	24	1,91	3384	3388	1211	1216	0,481	0,822	3386	1213	29,379	36,598	4469812.50	5332429,5
16949	28	28	2,23	3436	3444	909	912	-0,584	0,804	3440	910	21,676	26,93	4469795.00	5332447
17041	24	24	1,91	3476	3482	19	23	-0,473	0,826	3479	21	37,523	46,53	4469782.50	5332459,5
17179	36	28	1,73	3586	3591	820	827	-0,647	0,812	3588	823	26,631	32,855	4469755.00	5332504,5
17181	75	42	1,87	3589	3599	306	315	-0,657	0,844	3594	310	28,5	35,151	4469742.50	5332494,5
17205	15	18	1,72	3620	3624	505	508	0,495	0,804	3622	506	9,385	11,561	4469735.00	5332504,5
17265	72	42	1,95	3670	3679	518	527	0,456	0,802	3674	522	11,849	14,561	4469715.00	5332519,5
17267	28	32	2,91	3674	3686	93	95	-0,428	0,83	3680	94	17,477	21,471	4469715.00	5332522
17450	81	44	1,9	3900	3911	675	684	-0,748	0,805	3905	679	39,565	48,139	4469655.00	5332609,5

## Ergebnistabelle des Radarüberflugs 0639\_coher08, Rosenheimer Straße, 11. November 1999, 07:40 MEZ

Alle Angaben beziehen sich auf das jeweils detektierte Fahrzeug (Objekt):

**objnr** = Objektnummer, **area** = Fläche des detektierten Fahrzeugs in Pixel, **umfverh** = Verhältnis Umfang zu Durchmesser, **xmin** = kleinste X-Koordinate des Fahrzeugs, **xmax** = größte X-Koordinate, **ymin** = kleinste Y-Koordinate, **ymax** = größte Y-Koordinate, **phase** = Phasenwert, **coher** = Kohärenzwert, **centx** = X-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **centy** = Y-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **geschw\_sl** = Geschwindigkeit in Slant Range, **geschw\_gr** = Geschwindigkeit in Ground Range, ist die endgültige, **x\_koord** = X-Koordinate in Rechtswert (Gauß-Krüger), **y\_koord** = Y-Koordinate in Hochwert (Gauß-Krüger).

objnr	area	peri	umfverh	xmin	xmax	ymin	xmax	phase	coher	centx	centy	geschw_sl	geschw_gr	x_koord	y_koord
4	195	74	2,23	31	55	1062	1072	0,402	0,801	43	1067	12,435	23,836	4471090.00	5331197
27	20	22	1,93	57	63	218	221	-0,504	0,854	60	219	-36,153	-68,897	4471070.00	5331192
38	58	40	2,2	74	86	180	186	-0,521	0,802	80	183	-36,218	-68,56	4471072.50	5331214,5
50	99	50	2,01	99	110	858	869	-0,414	0,875	104	863	2,922	5,488	4471050.00	5331212
51	51	42	2,75	100	113	148	154	0,476	0,833	106	151	-34,623	-64,984	4471060.00	5331227
54	23	24	1,99	102	108	1209	1213	-0,46	0,834	105	1211	21,23	39,86	4471050.00	5331214,5
70	26	26	2,07	123	130	343	347	0,458	0,817	126	345	38,41	71,633	4471040.00	5331224,5
94	32	24	1,43	142	146	409	415	-0,445	0,916	144	412	33,426	61,986	4471032.50	5331232
112	174	64	1,87	156	170	826	842	-0,509	0,815	163	834	4,005	7,383	4471022.50	5331242
121	170	74	2,56	172	197	823	833	-0,495	0,884	184	828	4,09	7,492	4471012.50	5331252
155	28	30	2,56	203	209	572	578	0,402	0,858	206	575	18,647	33,94	4471015.00	5331277
171	186	82	2,88	220	233	1079	1100	0,507	0,871	226	1089	16,856	30,503	4471007.50	5331287
193	21	22	1,83	238	242	960	965	0,419	0,886	240	962	5,913	10,658	4470987.50	5331279,5
206	66	38	1,74	248	257	136	144	0,408	0,9	252	140	-37,341	-67,077	4470995.00	5331299,5
228	223	76	2,06	263	288	245	255	0,587	0,825	275	250	-42,742	-76,291	4470972.50	5331294,5
236	29	28	2,15	268	275	1101	1106	-0,407	0,807	271	1103	18,421	32,916	4470987.50	5331309,5
259	35	28	1,78	292	299	245	250	0,46	0,854	295	247	39,314	69,792	4470977.50	5331319,5
265	26	30	2,75	300	303	210	219	-0,426	0,835	301	214	41,447	73,461	4470972.50	5331322
277	76	42	1,85	314	323	243	253	0,435	0,833	318	248	38,866	68,576	4470965.00	5331329,5
288	106	46	1,59	320	330	1218	1229	0,432	0,832	325	1223	24,567	43,267	4470950.00	5331319,5
306	74	42	1,9	336	347	241	249	0,52	0,813	341	245	38,69	67,857	4470955.00	5331339,5
320	55	38	2,09	355	366	130	136	0,427	0,878	360	133	-38,789	-67,702	4470947.50	5331349,5
338	20	22	1,93	371	375	415	420	0,412	0,888	373	417	29,036	50,514	4470930.00	5331339,5

349	28	26	1,92	376	381	372	378	0,426	0,837	378	375	31,772	55,203	4470925.00	5331342
366	160	58	1,67	391	405	495	508	-0,536	0,812	398	501	20,647	35,697	4470930.00	5331364,5
394	22	26	2,45	419	422	954	961	0,437	0,801	420	957	10,062	17,304	4470920.00	5331374,5
424	48	32	1,7	454	462	409	415	0,402	0,923	458	412	25,715	43,825	4470905.00	5331392
429	21	22	1,83	461	466	953	957	0,413	0,854	463	955	10,368	17,65	4470902.50	5331394,5
438	91	44	1,69	470	480	553	563	0,426	0,85	475	558	18,099	30,724	4470882.50	5331384,5
449	51	40	2,5	481	490	618	627	0,454	0,816	485	622	13,723	23,242	4470880.00	5331389,5
457	45	36	2,29	490	500	407	413	0,438	0,838	495	410	25,309	42,769	4470887.50	5331407
501	49	32	1,66	533	540	868	875	-0,436	0,821	536	871	3,343	5,599	4470860.00	5331412
503	52	32	1,57	534	541	1152	1159	0,414	0,817	537	1155	22,02	36,864	4470857.50	5331412
621	135	56	1,85	627	642	423	434	0,412	0,881	634	428	21,956	36,013	4470830.00	5331469,5
707	44	32	1,85	684	692	1194	1200	0,465	0,811	688	1197	28,812	46,755	4470810.00	5331494,5
715	32	32	2,55	689	696	474	481	0,455	0,837	692	477	17,574	28,496	4470807.50	5331497
732	84	48	2,18	698	710	521	530	0,449	0,866	704	525	16,567	26,801	4470792.50	5331487
738	45	34	2,04	702	707	972	980	-0,413	0,853	704	976	14,816	23,968	4470805.00	5331502
743	35	26	1,54	705	710	140	146	0,531	0,846	707	143	38,774	62,691	4470802.50	5331502
773	51	36	2,02	730	738	221	229	0,41	0,896	734	225	35,239	56,684	4470780.00	5331499,5
790	143	62	2,14	742	752	988	1005	-0,52	0,804	747	996	16,81	26,973	4470787.50	5331522
879	28	26	1,92	793	797	301	308	-0,423	0,867	795	304	26,51	42,167	4470770.00	5331544,5
1056	22	26	2,45	886	894	1283	1286	0,558	0,901	890	1284	37,255	58,286	4470737.50	5331587
1062	45	30	1,59	889	895	531	538	0,401	0,922	892	534	12,407	19,404	4470722.50	5331572
1063	44	30	1,63	891	896	199	207	0,439	0,863	893	203	33,241	51,98	4470720.00	5331572
1095	59	44	2,61	911	922	1028	1037	0,442	0,828	916	1032	19,329	30,11	4470712.50	5331582
1194	43	36	2,4	968	975	194	201	0,409	0,902	971	197	32,03	49,45	4470692.50	5331607
1226	111	60	2,58	986	996	521	536	0,472	0,849	991	528	11,047	17,001	4470685.00	5331614,5
1247	46	34	2	1004	1013	886	892	-0,508	0,879	1008	889	14,078	21,608	4470692.50	5331639,5
1285	23	26	2,34	1028	1035	527	531	0,41	0,957	1031	529	10,354	15,835	4470670.00	5331634,5
1291	84	52	2,56	1037	1051	168	177	0,5	0,813	1044	172	32,253	49,231	4470667.50	5331639,5
1292	82	40	1,55	1038	1048	143	151	0,455	0,803	1043	147	33,819	51,63	4470665.00	5331637
1636	24	24	1,91	1191	1196	1069	1074	0,476	0,867	1193	1071	25,138	37,551	4470612.50	5331702
1660	259	98	2,95	1198	1210	1039	1070	-0,468	0,832	1204	1054	24,23	36,139	4470610.00	5331707
1666	20	26	2,69	1201	1205	89	94	-0,443	0,928	1203	91	-52,711	-78,63	4470622.50	5331722
1684	31	26	1,74	1208	1213	876	882	-0,459	0,849	1210	879	16,024	23,88	4470620.00	5331724,5

1713	147	62	2,08	1220	1228	420	439	-0,473	0,803	1224	429	13,456	20,015	4470600.00	5331714,5
1832	27	24	1,7	1261	1266	1121	1126	0,518	0,82	1263	1123	31,232	46,213	4470600.00	5331744,5
2077	208	72	1,98	1335	1355	46	58	0,453	0,833	1345	52	34,486	50,49	4470555.00	5331762
2150	207	82	2,58	1362	1390	45	55	0,584	0,84	1376	50	34,152	49,807	4470545.00	5331774,5
2393	66	38	1,74	1448	1457	533	541	0,423	0,811	1452	537	4,243	6,131	4470517.50	5331804,5
2430	60	42	2,34	1466	1480	512	517	0,443	0,909	1473	514	3,498	5,042	4470520.00	5331827
2476	20	22	1,93	1480	1485	771	775	0,427	0,814	1482	773	11,859	17,076	4470517.50	5331829,5
2793	23	22	1,67	1565	1570	847	851	0,529	0,91	1567	849	16,461	23,473	4470482.50	5331857
2810	148	66	2,34	1569	1584	290	306	0,451	0,87	1576	298	17,456	24,867	4470467.50	5331847
3097	28	30	2,56	1645	1655	882	885	0,458	0,879	1650	883	18,465	26,093	4470450.00	5331884,5
3196	267	84	2,1	1701	1719	279	300	-0,661	0,918	1710	289	17,428	24,475	4470415.00	5331892
3526	34	32	2,4	1828	1838	947	951	0,478	0,817	1833	949	20,556	28,513	4470365.00	5331929,5
3577	31	28	2,01	1842	1847	287	294	-0,463	0,885	1844	290	16,822	23,309	4470360.00	5331934,5
3646	23	22	1,67	1866	1870	88	93	-0,429	0,855	1868	90	-56,656	-78,324	4470352.50	5331942
3755	192	68	1,92	1924	1940	181	197	-0,534	0,868	1932	189	20,427	28,071	4470337.50	5331974,5
3958	58	36	1,78	1998	2008	1276	1282	-0,439	0,829	2003	1279	40,725	55,606	4470310.00	5331997
4002	103	58	2,6	2020	2032	1029	1043	-0,452	0,839	2026	1036	-57,528	-78,389	4470300.00	5332004,5
4016	95	46	1,77	2028	2039	1009	1019	-0,497	0,812	2033	1014	24,255	33,03	4470287.50	5331994,5
4121	110	58	2,43	2080	2088	217	235	0,445	0,811	2084	226	17,664	23,948	4470277.50	5332022
4146	69	42	2,03	2088	2099	1106	1113	0,47	0,819	2093	1109	-55,15	-74,713	4470265.00	5332014,5
4169	112	56	2,23	2099	2111	989	1001	-0,445	0,837	2105	995	23,261	31,481	4470260.00	5332017
4174	296	102	2,8	2101	2126	408	427	-0,593	0,942	2113	417	6,983	9,444	4470267.50	5332032
4193	106	54	2,19	2107	2116	480	495	-0,578	0,866	2111	487	4,76	6,439	4470257.50	5332019,5
4264	22	22	1,75	2129	2134	762	766	0,674	0,808	2131	764	12,195	16,468	4470260.00	5332037
4281	179	72	2,3	2133	2143	652	674	-0,427	0,926	2138	663	5,055	6,823	4470247.50	5332029,5
4346	28	24	1,64	2157	2162	705	710	0,501	0,932	2159	707	9,118	12,284	4470250.00	5332047
4416	68	46	2,48	2188	2200	987	996	-0,427	0,84	2194	991	23,215	31,187	4470225.00	5332047
4417	74	44	2,08	2188	2197	1052	1062	0,419	0,844	2192	1057	-57,867	-77,75	4470227.50	5332047
4556	36	28	1,73	2247	2252	638	645	-0,419	0,834	2249	641	4,275	5,718	4470205.00	5332064,5
4609	20	22	1,93	2271	2276	57	61	-0,468	0,866	2273	59	-57,463	-76,709	4470197.50	5332072
4610	26	22	1,48	2271	2276	784	788	0,455	0,837	2273	786	13,652	18,225	4470205.00	5332084,5
4621	95	46	1,77	2281	2290	25	36	-0,405	0,895	2285	30	-57,371	-76,515	4470202.50	5332087
4630	20	22	1,93	2285	2290	101	105	-0,466	0,856	2287	103	23,35	31,137	4470200.00	5332087

4643	414	104	2,08	2293	2320	1047	1069	-1,07	0,855	2306	1058	-56,265	-74,917	4470195.00	5332094,5
4751	29	28	2,15	2367	2374	1120	1124	-0,45	0,815	2370	1122	-54,095	-71,679	4470162.50	5332104,5
4880	127	56	1,96	2431	2441	703	719	-0,475	0,832	2436	711	8,719	11,496	4470137.50	5332124,5
4944	57	44	2,7	2461	2475	968	973	0,456	0,831	2468	970	-60,674	-79,82	4470135.00	5332147
5171	166	66	2,09	2585	2596	101	119	0,456	0,802	2590	110	20,793	27,122	4470092.50	5332187
5216	47	30	1,52	2619	2625	367	374	-0,459	0,837	2622	370	6,901	8,983	4470080.00	5332197
5285	44	32	1,85	2679	2687	751	757	-0,446	0,85	2683	754	13,522	17,528	4470060.00	5332217
5318	59	46	2,85	2692	2703	373	380	0,433	0,821	2697	376	6,098	7,898	4470055.00	5332222
5559	41	36	2,52	2805	2811	1019	1028	0,417	0,806	2808	1023	-58,705	-75,494	4470002.50	5332242
5602	31	26	1,74	2826	2832	178	183	0,425	0,891	2829	180	17,329	22,256	4469995.00	5332249,5
5650	27	26	1,99	2850	2856	407	412	-0,415	0,86	2853	409	5,443	6,981	4469987.50	5332257
5663	42	36	2,46	2860	2868	642	648	0,472	0,833	2864	645	6,702	8,59	4469982.50	5332259,5
5826	36	28	1,73	2933	2941	987	991	-0,55	0,847	2937	989	-58,444	-74,573	4469970.00	5332297
6009	28	32	2,91	3026	3030	27	35	0,453	0,837	3028	31	-60,96	-77,374	4469925.00	5332312
6090	77	50	2,58	3075	3085	600	612	0,425	0,897	3080	606	5,47	6,923	4469907.50	5332329,5
6164	133	58	2,01	3119	3133	899	912	0,415	0,818	3126	905	20,583	25,983	4469890.00	5332342
6203	25	22	1,54	3134	3139	547	551	0,405	0,82	3136	549	4,539	5,727	4469900.00	5332359,5
6256	78	54	2,97	3157	3170	584	594	0,464	0,802	3163	589	4,959	6,247	4469877.50	5332354,5
6291	31	32	2,63	3170	3177	365	372	0,43	0,821	3173	368	4,312	5,429	4469887.50	5332372
6349	69	40	1,85	3223	3230	606	617	0,402	0,809	3226	611	6,433	8,077	4469857.50	5332374,5
6371	35	28	1,78	3235	3241	235	241	-0,46	0,913	3238	238	11,959	15,006	4469855.00	5332379,5
6518	22	22	1,75	3281	3287	209	212	0,445	0,843	3284	210	12,99	16,26	4469840.00	5332394,5
6610	37	28	1,69	3315	3321	13	18	0,427	0,816	3318	15	20,917	26,137	4469837.50	5332417
6674	24	22	1,6	3345	3350	879	883	-0,429	0,891	3347	881	20,379	25,428	4469817.50	5332414,5
6787	43	32	1,9	3395	3402	586	593	-0,729	0,819	3398	589	6,368	7,926	4469802.50	5332432
6816	74	46	2,28	3405	3416	1210	1220	0,532	0,872	3410	1215	36,946	45,955	4469797.50	5332437
7147	46	40	2,77	3520	3529	568	574	0,447	0,827	3524	571	6,155	7,614	4469760.00	5332472
7221	153	66	2,27	3545	3554	551	573	0,527	0,884	3549	562	5,836	7,211	4469752.50	5332479,5
7408	94	46	1,79	3633	3645	775	784	-0,467	0,899	3639	779	17,893	22,017	4469732.50	5332519,5
7483	29	28	2,15	3667	3676	117	120	-0,461	0,804	3671	118	14,75	18,123	4469712.50	5332519,5
7540	25	26	2,15	3702	3708	1230	1235	-0,547	0,823	3705	1232	39,671	48,67	4469710.00	5332542
7603	148	60	1,94	3742	3754	737	753	-0,596	0,805	3748	745	16,867	20,654	4469697.50	5332554,5
7631	65	34	1,42	3757	3765	497	504	0,507	0,86	3761	500	5,391	6,597	4469695.00	5332562

7679	83	46	2,03	3786	3797	1050	1059	-0,436	0,807	3791	1054	-54,429	-66,526	4469672.50	5332559,5
7833	20	22	1,93	3864	3868	1131	1136	-0,513	0,813	3866	1133	35,911	43,752	4469662.50	5332597
8015	52	44	2,96	3979	3988	841	850	-0,508	0,844	3983	845	21,635	26,234	4469615.00	5332622
10048	40	32	2,04	31	40	927	931	0,525	0,805	35	929	2,647	5,088	4471092.50	5331192
10088	266	98	2,87	182	215	250	261	0,833	0,81	198	255	-41,545	-75,794	4471007.50	5331259,5
10121	94	52	2,29	244	257	1193	1203	0,556	0,804	250	1198	22,125	39,767	4470985.00	5331284,5
10137	14	18	1,84	265	270	331	333	0,418	0,908	267	332	36,518	65,326	4470975.00	5331292
10220	37	34	2,49	543	549	518	526	0,437	0,818	546	522	17,223	28,777	4470865.00	5331429,5
10271	45	30	1,59	668	674	1030	1037	0,468	0,802	671	1033	17,951	29,227	4470817.50	5331487
10375	16	18	1,61	891	894	329	333	0,442	0,832	892	331	22,764	35,602	4470735.00	5331587
10468	14	18	1,84	1060	1065	98	100	-0,406	0,852	1062	99	36,437	55,467	4470660.00	5331647
10750	24	22	1,6	1296	1302	478	481	-0,567	0,855	1299	479	7,299	10,75	4470585.00	5331759,5
10761	31	30	2,31	1306	1313	52	58	0,495	0,815	1309	55	34,837	51,239	4470570.00	5331749,5
10874	18	20	1,77	1390	1394	407	411	0,513	0,833	1392	409	12,542	18,255	4470540.00	5331782
10893	20	22	1,93	1402	1405	1066	1072	0,461	0,806	1403	1069	28,835	41,913	4470547.50	5331799,5
11150	24	22	1,6	1559	1565	179	182	0,758	0,813	1562	180	22,646	32,311	4470485.00	5331854,5
11280	14	18	1,84	1608	1611	424	428	-0,421	0,862	1609	426	8,122	11,528	4470467.50	5331872
11923	24	24	1,91	2106	2111	165	170	0,975	0,836	2108	167	20,802	28,146	4470270.00	5332032
11929	50	30	1,43	2115	2121	208	215	0,526	0,824	2118	211	18,324	24,771	4470265.00	5332034,5
11945	35	30	2,05	2127	2131	480	488	-0,857	0,933	2129	484	4,839	6,535	4470250.00	5332024,5
12355	38	30	1,88	2469	2476	635	641	0,573	0,805	2472	638	4,952	6,513	4470125.00	5332137
12526	48	38	2,39	2692	2702	417	423	0,555	0,8	2697	420	5,592	7,242	4470042.50	5332207
12825	16	24	2,86	2992	2995	679	686	0,414	0,829	2993	682	10,767	13,694	4469950.00	5332314,5
12826	103	54	2,25	2995	3007	1078	1090	-1,006	0,815	3001	1084	-55,312	-70,314	4469935.00	5332304,5
12965	59	34	1,56	3168	3175	538	546	0,54	0,817	3171	542	4,344	5,47	4469890.00	5332372
13417	21	22	1,83	3559	3562	1236	1242	0,47	0,803	3560	1239	38,44	47,472	4469750.00	5332484,5

## Ergebnistabelle des Radarüberflugs 0654\_coher08, Rosenheimer Straße, 11. November 1999, 07:55 MEZ

Alle Angaben beziehen sich auf das jeweils detektierte Fahrzeug (Objekt):

**objnr** = Objektnummer, **area** = Fläche des detektierten Fahrzeugs in Pixel, **umfverh** = Verhältnis Umfang zu Durchmesser, **xmin** = kleinste X-Koordinate des Fahrzeugs, **xmax** = größte X-Koordinate, **ymin** = kleinste Y-Koordinate, **ymax** = größte Y-Koordinate, **phase** = Phasenwert, **coher** = Kohärenzwert, **centx** = X-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **centy** = Y-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **geschw\_sl** = Geschwindigkeit in Slant Range, **geschw\_gr** = Geschwindigkeit in Ground Range, ist die endgültige, **x\_koord** = X-Koordinate in Rechtswert (Gauß-Krüger), **y\_koord** = Y-Koordinate in Hochwert (Gauß-Krüger).

objnr	area	peri	umfverh	xmin	xmax	ymin	xmax	phase	coher	centx	centy	geschw_sl	geschw_gr	x_koord	y_koord
14	102	50	1,95	40	55	925	933	0,401	0,817	47	929	3,819	7,297	4471070.00	5331184,5
36	29	30	2,47	21	30	340	343	0,411	0,804	25	341	18,744	36,088	4470557.50	5331754,5
37	155	70	2,52	21	42	519	531	0,563	0,826	31	525	3,006	5,775	4470565.00	5331767
45	66	46	2,55	76	91	318	323	0,435	0,86	83	320	39,445	74,461	4471062.50	5331214,5
47	47	32	1,73	20	27	367	374	-0,465	0,856	23	370	5,52	10,635	4470002.50	5332257
54	28	26	1,92	21	28	814	818	-0,421	0,82	24	816	27,091	52,175	4469997.50	5332252
66	51	38	2,25	25	33	888	897	-0,474	0,861	29	892	34,046	65,455	4470000.00	5332259,5
82	36	28	1,73	110	117	338	342	0,419	0,813	113	340	39,235	73,348	4471040.00	5331217
91	146	58	1,83	116	133	889	899	0,454	0,878	124	894	4,33	8,066	4471042.50	5331234,5
102	247	80	2,06	124	145	264	279	-0,585	0,813	134	271	42,065	78,118	4471040.00	5331239,5
146	63	36	1,64	55	61	997	1007	0,666	0,868	58	1002	33,237	63,268	4470555.00	5331777
163	177	62	1,73	164	183	781	791	-0,477	0,914	173	786	2,927	5,371	4471020.00	5331257
173	43	34	2,14	57	65	13	20	-0,414	0,826	61	16	33,151	63,04	4469982.50	5332262
174	31	28	2,01	57	63	849	855	0,464	0,83	60	852	31,073	59,108	4469990.00	5332269,5
175	154	58	1,74	178	192	1054	1067	0,549	0,883	185	1060	17,619	32,215	4471015.00	5331264,5
185	127	62	2,41	193	214	537	545	0,439	0,804	203	541	20,552	37,379	4471007.50	5331272
186	37	34	2,49	69	76	987	995	0,468	0,852	72	991	32,478	61,532	4470550.00	5331782
204	20	22	1,93	207	212	909	913	0,441	0,824	209	911	5,132	9,318	4470995.00	5331264,5
215	78	46	2,16	79	92	19	27	0,536	0,832	85	23	40,229	75,891	4470545.00	5331787
243	106	52	2,03	240	252	114	125	0,408	0,861	246	119	-33,891	-60,888	4470987.50	5331292
266	221	90	2,92	255	280	293	309	0,43	0,895	267	301	38,714	69,149	4470970.00	5331292
269	107	58	2,5	102	119	416	424	-0,482	0,831	110	420	10,122	18,941	4470535.00	5331797
270	217	74	2,01	257	279	220	232	0,703	0,814	268	226	-42,26	-75,462	4470980.00	5331302

281	43	34	2,14	106	116	1252	1257	0,519	0,831	111	1254	-33,719	-63,077	4470527.50	5331789,5
286	29	26	1,85	275	282	771	775	-0,453	0,801	278	773	3,845	6,847	4470965.00	5331297
296	53	40	2,4	88	93	654	667	0,512	0,815	90	660	16,702	31,456	4469980.00	5332279,5
308	82	52	2,62	300	316	299	307	0,41	0,949	308	303	37,792	66,759	4470952.50	5331312
316	88	46	1,91	310	321	218	227	0,421	0,856	315	222	-41,1	-72,469	4470950.00	5331314,5
319	24	24	1,91	93	99	835	839	0,406	0,862	96	837	30,011	56,412	4469975.00	5332282
330	158	74	2,76	97	117	546	561	-0,511	0,841	107	553	7,566	14,171	4469967.50	5332277
338	71	36	1,45	330	338	217	225	0,422	0,913	334	221	-41,355	-72,559	4470940.00	5331322
340	98	50	2,03	122	137	530	538	0,45	0,879	129	534	2,74	5,097	4470520.00	5331794,5
358	47	32	1,73	348	354	480	488	-0,416	0,832	351	484	22,308	38,969	4470940.00	5331339,5
368	92	52	2,34	107	120	627	637	0,413	0,809	113	632	14,688	27,458	4469972.50	5332284,5
377	113	62	2,71	366	378	1130	1145	0,423	0,878	372	1137	23,733	41,24	4470922.50	5331339,5
427	47	32	1,73	124	130	392	400	0,588	0,807	127	396	2,905	5,406	4469965.00	5332289,5
482	31	24	1,48	474	479	964	969	-0,404	0,922	476	966	13,845	23,466	4470885.00	5331392
495	99	58	2,7	172	185	195	205	0,422	0,809	178	200	25,756	47,192	4470507.50	5331822
506	91	48	2,01	497	509	320	328	0,462	0,87	503	324	32,978	55,556	4470867.50	5331394,5
507	57	36	1,81	502	512	252	258	-0,452	0,878	507	255	37,823	63,661	4470865.00	5331397
519	33	30	2,17	507	514	129	135	0,513	0,816	510	132	-39,539	-66,504	4470870.00	5331407
522	134	66	2,59	182	200	113	125	-0,47	0,858	191	119	32,809	59,884	4470497.50	5331819,5
529	62	46	2,72	159	166	145	158	0,429	0,837	162	151	20,93	38,534	4469952.50	5332299,5
546	37	28	1,69	529	533	1092	1100	0,412	0,873	531	1096	22,443	37,574	4470855.00	5331409,5
605	89	48	2,06	191	202	521	532	0,421	0,802	196	526	5,987	10,911	4469935.00	5332304,5
649	32	24	1,43	619	624	24	29	0,501	0,843	621	26	-34,346	-56,42	4470825.00	5331457
650	84	46	2	619	629	567	578	0,413	0,881	624	572	13,289	21,816	4470817.50	5331449,5
659	46	32	1,77	625	631	504	512	0,427	0,898	628	508	17,722	29,07	4470815.00	5331452
664	67	36	1,54	214	223	899	906	-0,422	0,836	218	902	35,046	63,465	4469932.50	5332319,5
682	65	48	2,82	638	654	91	97	0,405	0,922	646	94	-39,639	-64,785	4470815.00	5331469,5
714	21	24	2,18	659	663	861	866	0,452	0,83	661	863	7,727	12,591	4470802.50	5331467
720	68	42	2,06	662	674	198	205	0,45	0,827	668	201	38,454	62,576	4470797.50	5331469,5
721	32	24	1,43	665	670	619	624	0,467	0,832	667	621	7,719	12,563	4470805.00	5331477
730	57	38	2,02	673	680	30	40	0,53	0,848	676	35	-36,186	-58,792	4470802.50	5331482
742	26	24	1,76	243	248	407	412	-0,621	0,914	245	409	9,495	17,064	4470482.50	5331844,5
743	79	46	2,13	680	692	521	530	0,427	0,837	686	525	15,432	25,025	4470792.50	5331477

753	67	42	2,1	685	695	193	202	0,438	0,869	690	197	38,234	61,95	4470790.00	5331479,5
779	71	42	1,98	701	711	334	343	-0,431	0,821	706	338	26,723	43,166	4470790.00	5331494,5
806	63	40	2,02	714	725	633	640	0,406	0,926	719	636	5,743	9,254	4470785.00	5331502
821	50	40	2,55	721	732	194	200	0,473	0,836	726	197	37,42	60,216	4470777.50	5331497
822	43	36	2,4	721	729	253	261	0,446	0,847	725	257	33,275	53,555	4470777.50	5331494,5
834	145	60	1,98	269	278	319	337	0,537	0,846	273	328	16,439	29,315	4470465.00	5331847
842	27	26	1,99	278	284	163	168	0,405	0,903	281	165	18,961	33,738	4469910.00	5332337
879	67	42	2,1	285	294	416	425	-0,416	0,823	289	420	8,215	14,585	4470467.50	5331862
882	39	32	2,09	291	296	65	73	-0,41	0,874	293	69	25,902	45,94	4469907.50	5332342
891	36	28	1,73	743	749	656	662	0,428	0,811	746	659	3,673	5,888	4470775.00	5331512
896	92	50	2,16	290	302	891	901	0,448	0,849	296	896	25,376	44,97	4470457.50	5331857
906	75	36	1,38	297	305	19	27	-0,451	0,803	301	23	29,202	51,68	4469902.50	5332344,5
923	50	36	2,06	299	309	787	793	0,481	0,883	304	790	19	33,599	4470462.50	5331867
939	24	22	1,6	307	313	364	367	-0,448	0,838	310	365	13,35	23,57	4470452.50	5331862
961	30	28	2,08	314	321	786	791	0,522	0,866	317	788	18,947	33,391	4470457.50	5331872
966	52	32	1,57	316	323	304	311	-0,452	0,803	319	307	17,493	30,811	4470450.00	5331864,5
972	87	46	1,94	781	792	418	427	0,491	0,856	786	422	19,326	30,757	4470760.00	5331529,5
1057	21	24	2,18	810	815	423	428	-0,538	0,822	812	425	19,828	31,409	4470745.00	5331534,5
1062	36	26	1,49	813	820	120	124	0,48	0,863	816	122	39,371	62,324	4470750.00	5331544,5
1078	37	34	2,49	819	827	599	605	-0,411	0,911	823	602	6,259	9,896	4470747.50	5331547
1084	42	30	1,71	821	828	43	49	-0,489	0,891	824	46	-39,081	-61,778	4470740.00	5331539,5
1091	69	50	2,88	823	833	266	278	-0,463	0,877	828	272	28,82	45,525	4470745.00	5331549,5
1109	54	34	1,7	828	836	865	871	0,443	0,835	832	868	12,146	19,173	4470742.50	5331552
1124	69	48	2,66	358	372	542	550	0,517	0,809	365	546	9,3	16,189	4469880.00	5332364,5
1125	73	44	2,11	834	844	173	183	0,494	0,842	839	178	36,214	57,095	4470735.00	5331547
1140	97	46	1,74	842	851	96	108	-0,575	0,837	846	102	41,265	64,979	4470732.50	5331549,5
1153	52	32	1,57	848	854	36	44	-0,605	0,816	851	40	-39,298	-61,828	4470730.00	5331552
1189	20	26	2,69	859	866	215	218	0,546	0,814	862	216	33,098	51,976	4470725.00	5331557
1192	76	44	2,03	398	407	1243	1253	0,423	0,8	402	1248	-33,34	-57,506	4470417.50	5331894,5
1200	34	28	1,83	383	389	1067	1073	-0,473	0,826	386	1070	-38,521	-66,704	4469867.50	5332362
1202	41	34	2,24	406	415	1187	1192	-0,487	0,817	410	1189	-37,582	-64,697	4470415.00	5331897
1214	91	52	2,36	389	400	709	721	-0,415	0,818	394	715	21,645	37,407	4469872.50	5332372
1224	23	28	2,71	869	877	32	35	-0,438	0,842	873	33	-39,346	-61,671	4470722.50	5331562

1225	26	26	2,07	869	876	303	307	0,465	0,889	872	305	25,66	40,226	4470730.00	5331569,5
1231	24	24	1,91	398	403	913	918	-0,457	0,857	400	915	36,154	62,39	4469870.00	5332374,5
1242	51	32	1,6	875	883	192	198	0,42	0,834	879	195	34,149	53,471	4470720.00	5331564,5
1252	93	50	2,14	882	895	595	604	0,593	0,839	888	599	5,295	8,278	4470722.50	5331577
1275	55	36	1,88	891	899	24	32	0,473	0,826	895	28	-40,639	-63,463	4470720.00	5331579,5
1284	31	26	1,74	445	450	1214	1220	0,415	0,811	447	1217	-35,607	-60,76	4470400.00	5331909,5
1291	25	22	1,54	414	419	1176	1180	-0,436	0,819	416	1178	-30,557	-52,528	4469857.50	5332372
1306	23	24	1,99	907	911	490	495	0,422	0,923	909	492	13,282	20,693	4470707.50	5331579,5
1336	31	28	2,01	464	469	469	476	-0,408	0,861	466	472	2,989	5,078	4470397.50	5331924,5
1345	34	28	1,83	926	930	308	316	0,413	0,828	928	312	24,042	37,339	4470707.50	5331594,5
1360	22	26	2,45	936	942	133	138	-0,469	0,916	939	135	36,868	57,158	4470697.50	5331592
1380	23	26	2,34	946	955	487	489	0,435	0,922	950	488	12,733	19,705	4470695.00	5331597
1392	34	30	2,11	479	486	944	949	0,462	0,873	482	946	30,972	52,424	4470392.50	5331927
1417	109	58	2,46	959	970	486	501	0,509	0,829	964	493	12,117	18,71	4470690.00	5331602
1446	23	26	2,34	972	978	305	309	0,494	0,81	975	307	23,433	36,12	4470690.00	5331614,5
1448	79	48	2,32	973	985	477	487	0,664	0,801	979	482	12,562	19,351	4470682.50	5331609,5
1462	96	48	1,91	498	512	904	912	-0,519	0,896	505	908	26,959	45,395	4470377.50	5331927
1482	134	62	2,28	996	1011	471	483	0,575	0,873	1003	477	12,491	19,17	4470675.00	5331619,5
1503	30	30	2,39	458	462	958	967	-0,419	0,821	460	962	39,99	68,032	4469850.00	5332394,5
1524	28	24	1,64	1015	1020	711	716	-0,408	0,826	1017	713	3,59	5,497	4470670.00	5331627
1531	75	42	1,87	1017	1027	1224	1233	0,406	0,824	1022	1228	39,308	60,147	4470672.50	5331634,5
1546	43	32	1,9	1023	1031	423	428	0,401	0,902	1027	425	15,577	23,816	4470665.00	5331629,5
1623	81	54	2,86	1062	1076	810	821	0,408	0,802	1069	815	12,338	18,745	4470657.50	5331654,5
1633	115	56	2,17	1069	1081	857	871	0,486	0,869	1075	864	15,701	23,833	4470655.00	5331657
1648	34	28	1,83	1074	1081	1254	1259	0,557	0,802	1077	1256	-42,818	-64,976	4470655.00	5331659,5
1680	86	56	2,9	592	602	766	779	0,404	0,808	597	772	18,614	30,728	4470347.50	5331964,5
1708	85	44	1,81	1101	1111	1009	1019	0,52	0,822	1106	1014	24,912	37,642	4470637.50	5331664,5
1752	59	40	2,16	1120	1130	1217	1225	0,432	0,882	1125	1221	38,912	58,636	4470630.00	5331672
1761	35	30	2,05	617	623	924	931	0,44	0,892	620	927	29,567	48,579	4470337.50	5331972
1796	24	28	2,6	1135	1141	209	214	0,415	0,801	1138	211	26,534	39,908	4470632.50	5331684,5
1806	66	44	2,33	522	533	792	799	-0,436	0,828	527	795	27,472	46,035	4469822.50	5332412
1808	29	28	2,15	634	642	239	243	-0,422	0,832	638	241	19,734	32,305	4470325.00	5331969,5
1815	40	30	1,79	1139	1146	841	847	0,467	0,885	1142	844	15,462	23,243	4470630.00	5331687

1841	20	26	2,69	642	646	613	619	-0,428	0,828	644	616	6,605	10,8	4470322.50	5331972
1890	66	46	2,55	1165	1175	68	76	-0,401	0,841	1170	72	36,08	54,022	4470615.00	5331694,5
1912	33	28	1,89	545	554	191	194	-0,494	0,815	549	192	15,124	25,223	4469815.00	5332419,5
1914	43	34	2,14	674	681	80	87	-0,496	0,807	677	83	29,341	47,662	4470315.00	5331989,5
1934	44	36	2,34	1181	1192	64	69	-0,603	0,824	1186	66	36,047	53,852	4470610.00	5331699,5
1952	38	30	1,88	688	696	409	413	-0,491	0,833	692	411	6,344	10,276	4470310.00	5331994,5
1972	29	24	1,58	695	699	360	366	-0,562	0,876	697	363	9,663	15,636	4470307.50	5331997
2018	56	44	2,75	708	722	917	923	-0,501	0,888	715	920	27,936	45,049	4470295.00	5331994,5
2042	33	30	2,17	715	723	949	954	0,53	0,88	719	951	31,34	50,498	4470300.00	5332004,5
2073	26	24	1,76	583	589	97	101	-0,433	0,826	586	99	21,19	35,062	4469805.00	5332429,5
2095	38	36	2,71	736	743	75	82	0,414	0,824	739	78	30,458	48,894	4470285.00	5332002
2126	137	60	2,09	1239	1257	362	372	-0,428	0,825	1248	367	14,783	21,9	4470590.00	5331729,5
2131	44	36	2,34	753	761	137	144	0,412	0,838	757	140	24,756	39,607	4470285.00	5332014,5
2180	44	28	1,42	771	777	183	189	-0,487	0,873	774	186	21,452	34,215	4470280.00	5332022
2193	54	34	1,7	776	783	63	71	-0,772	0,826	779	67	29,631	47,217	4470275.00	5332024,5
2200	65	44	2,37	1262	1273	52	60	-0,472	0,8	1267	56	34,742	51,337	4470585.00	5331737
2229	20	24	2,29	615	621	281	285	0,428	0,836	618	283	6,705	11,021	4469800.00	5332449,5
2357	21	22	1,83	829	834	305	309	-0,509	0,889	831	307	14,108	22,274	4470250.00	5332032
2367	32	30	2,24	831	836	1121	1129	0,508	0,823	833	1125	-41,321	-65,216	4470255.00	5332039,5
2490	70	40	1,82	664	671	169	179	0,693	0,854	667	174	14,992	24,401	4469777.50	5332457
2533	28	24	1,64	884	889	739	744	0,499	0,828	886	741	17,219	26,931	4470235.00	5332057
2538	36	32	2,26	678	685	65	72	-0,631	0,841	681	68	22,25	36,115	4469775.00	5332462
2545	40	34	2,3	679	687	206	213	-0,448	0,824	683	209	12,383	20,092	4469772.50	5332462
2614	39	32	2,09	909	917	966	972	0,447	0,885	913	969	32,816	51,093	4470227.50	5332067
2658	21	22	1,83	924	929	679	683	-0,721	0,857	926	681	13,301	20,665	4470222.50	5332072
2708	61	38	1,88	719	729	213	220	-0,429	0,857	724	216	10,378	16,706	4469765.00	5332482
2720	60	40	2,12	721	731	88	96	-0,513	0,806	726	92	20,083	32,318	4469760.00	5332477
2861	32	28	1,95	1005	1010	174	181	0,454	0,831	1007	177	20,236	31,035	4470192.50	5332097
2865	23	22	1,67	1007	1013	374	377	-0,441	0,836	1010	375	6,906	10,587	4470190.00	5332097
2884	36	36	2,86	1013	1024	1055	1059	0,423	0,832	1018	1057	38,933	59,61	4470187.50	5332099,5
2928	20	22	1,93	1032	1037	314	318	-0,406	0,863	1034	316	12,028	18,37	4470175.00	5332097
2942	72	42	1,95	1038	1048	139	148	0,469	0,88	1043	143	22,222	33,894	4470180.00	5332109,5
2959	61	40	2,09	1044	1055	22	28	0,412	0,804	1049	25	31,387	47,83	4470170.00	5332102

3022	92	58	2,91	1064	1081	20	27	0,551	0,859	1072	23	31,305	47,54	4470160.00	5332109,5
3047	46	32	1,77	1075	1081	86	94	0,771	0,877	1078	90	25,467	38,64	4470165.00	5332119,5
3071	32	34	2,87	802	810	119	125	-0,41	0,886	806	122	17,096	27,111	4469732.50	5332502
3119	37	28	1,69	1109	1117	13	17	-0,402	0,814	1113	15	30,148	45,508	4470155.00	5332132
3160	37	30	1,94	823	828	181	189	-0,419	0,809	825	185	12,543	19,823	4469727.50	5332507
3163	55	34	1,67	1135	1143	415	422	-0,54	0,87	1139	418	4,507	6,778	4470137.50	5332132
3172	31	28	2,01	1139	1145	1222	1228	0,4	0,831	1142	1225	-35,756	-53,748	4470135.00	5332132
3253	38	28	1,64	1165	1171	1102	1108	0,535	0,813	1168	1105	-42,249	-63,276	4470132.50	5332149,5
3276	31	26	1,74	849	854	721	727	-0,408	0,908	851	724	24,648	38,78	4469720.00	5332517
3301	67	38	1,72	854	862	961	970	-0,408	0,926	858	965	41,18	64,712	4469717.50	5332519,5
3402	23	24	1,99	882	885	489	496	-0,425	0,809	883	492	9,054	14,167	4469710.00	5332527
3419	68	38	1,69	1250	1258	234	243	-0,406	0,841	1254	238	15,448	22,867	4470095.00	5332167
3424	45	32	1,81	1251	1258	701	708	0,498	0,913	1254	704	16,593	24,562	4470105.00	5332179,5
3438	66	42	2,13	1257	1266	640	649	-0,427	0,867	1261	644	12,724	18,817	4470102.50	5332182
3561	25	28	2,5	1309	1315	768	774	0,49	0,828	1312	771	19,653	28,871	4470075.00	5332187
3622	44	40	2,89	1336	1345	96	105	0,482	0,839	1340	100	21,971	32,162	4470075.00	5332207
3655	65	48	2,82	961	972	475	484	-0,463	0,823	966	479	8,92	13,769	4469682.50	5332554,5
3657	23	22	1,67	961	966	1253	1257	-0,496	0,802	963	1255	-22,071	-34,085	4469692.50	5332562
3677	30	26	1,79	1357	1362	946	952	-0,508	0,803	1359	949	-53,462	-78,073	4470057.50	5332202
3682	110	54	2,11	968	980	431	444	-0,414	0,858	974	437	6,174	9,517	4469680.00	5332557
3712	20	26	2,69	1367	1372	695	701	0,422	0,84	1369	698	16,798	24,5	4470065.00	5332217
3737	88	46	1,91	982	991	119	131	0,707	0,849	986	125	14,715	22,642	4469677.50	5332562
3842	50	36	2,06	1402	1409	612	621	-0,417	0,864	1405	616	9,824	14,265	4470040.00	5332217
3951	106	52	2,03	1055	1072	1013	1020	-0,409	0,819	1063	1016	-38,85	-59,078	4469655.00	5332589,5
3959	26	24	1,76	1059	1063	53	59	-0,448	0,87	1061	56	18,308	27,848	4469655.00	5332587
3980	21	22	1,83	1067	1072	363	367	-0,945	0,829	1069	365	3,56	5,409	4469657.50	5332597
3988	106	50	1,88	1070	1085	456	464	0,486	0,86	1077	460	9,975	15,137	4469655.00	5332599,5
4021	57	36	1,81	1087	1095	1030	1038	-0,434	0,951	1091	1034	-37,466	-56,737	4469645.00	5332597
4056	26	26	2,07	1471	1478	1076	1080	-0,499	0,82	1474	1078	39,524	56,921	4470015.00	5332237
4164	34	32	2,4	1142	1152	539	543	0,416	0,882	1147	541	15,986	24,013	4469635.00	5332624,5
4206	47	40	2,71	1155	1166	176	183	-0,433	0,848	1160	179	7,771	11,652	4469630.00	5332629,5
4224	153	66	2,27	112	125	532	550	0,724	0,81	118	541	22,185	41,408	4471047.50	5331232
4290	45	30	1,59	1178	1184	154	161	-0,407	0,838	1181	157	8,911	13,322	4469625.00	5332634,5

4345	204	80	2,5	1192	1207	395	415	-0,649	0,811	1199	405	6,436	9,598	4469612.50	5332632
4354	17	20	1,87	417	421	1024	1028	-0,503	0,803	419	1026	17,619	30,265	4470910.00	5331369,5
4355	36	28	1,73	418	424	212	218	0,539	0,812	421	215	-42,408	-72,811	4470900.00	5331359,5
4361	26	24	1,76	433	440	212	215	0,506	0,936	436	213	-42,517	-72,739	4470895.00	5331367
4374	92	56	2,71	1200	1213	56	67	-0,551	0,828	1206	61	16,108	23,998	4469610.00	5332637
4384	26	26	2,07	510	514	739	745	0,468	0,833	512	742	3,017	5,073	4470862.50	5331399,5
4394	20	20	1,59	539	541	292	298	-0,454	0,854	540	295	34,342	57,384	4470850.00	5331412
4406	35	32	2,33	582	589	972	979	-0,593	0,829	585	975	15,937	26,375	4470840.00	5331442
4411	78	50	2,55	593	607	398	405	0,488	0,834	600	401	24,343	40,161	4470832.50	5331447
4577	17	20	1,87	786	791	550	553	0,603	0,838	788	551	11,626	18,495	4470752.50	5331524,5
4690	33	28	1,89	859	865	108	114	0,652	0,806	862	111	39,127	61,444	4470732.50	5331564,5
4713	43	32	1,9	874	881	261	268	-0,595	0,822	877	264	28,355	44,414	4470727.50	5331572
4747	14	16	1,46	908	911	281	284	0,698	0,899	909	282	26,466	41,234	4470715.00	5331584,5
4801	14	16	1,46	970	972	19	23	0,566	0,832	971	21	-41,872	-64,582	4470692.50	5331612
4818	19	26	2,83	999	1003	831	836	-0,549	0,828	1001	833	12,469	19,141	4470680.00	5331627
4861	46	32	1,77	1050	1058	415	421	0,453	0,812	1054	418	15,584	23,73	4470657.50	5331642
4889	27	22	1,43	1078	1082	255	260	-0,495	0,848	1080	257	24,687	37,445	4470652.50	5331659,5
4999	121	58	2,21	1160	1170	202	216	0,655	0,824	1165	209	26,032	39,004	4470622.50	5331699,5
5061	33	24	1,39	1201	1207	62	66	-0,732	0,828	1204	64	35,697	53,198	4470605.00	5331707
6170	14	22	2,75	86	92	1239	1242	0,664	0,907	89	1240	-34,91	-65,77	4470535.00	5331779,5
6177	24	22	1,6	92	96	226	231	0,403	0,849	94	228	24,707	46,471	4470540.00	5331789,5
6355	22	24	2,08	209	217	1284	1286	0,479	0,8	213	1285	-29,744	-53,941	4470495.00	5331832
6390	15	20	2,12	14	16	907	913	-0,619	0,878	15	910	35,391	68,377	4470005.00	5332254,5
6553	112	58	2,39	108	122	62	74	-0,755	0,885	115	68	27,542	51,455	4469970.00	5332287
6634	71	42	1,98	179	188	656	666	-0,621	0,807	183	661	17,11	31,304	4469945.00	5332307
6676	73	48	2,51	458	473	801	807	0,606	0,902	465	804	19,453	33,055	4470392.50	5331914,5
6724	83	42	1,69	261	270	201	211	-0,755	0,837	265	206	17,223	30,779	4469910.00	5332324,5
6759	15	20	2,12	285	291	464	466	0,6	0,881	288	465	3,071	5,453	4469907.50	5332339,5
6912	68	42	2,06	358	367	475	484	0,562	0,813	362	479	3,283	5,72	4469877.50	5332354,5
6928	21	24	2,18	610	616	191	195	-0,512	0,836	613	193	22,118	36,392	4470340.00	5331969,5
6931	23	24	1,99	370	374	756	762	0,564	0,849	372	759	23,63	41,062	4469872.50	5332357
6971	47	32	1,73	397	403	823	830	-0,546	0,819	400	826	28,613	49,377	4469862.50	5332367
7065	83	52	2,59	443	459	916	924	-0,597	0,808	451	920	36,909	62,921	4469855.00	5332392

7076	31	28	2,01	695	703	61	65	0,472	0,834	699	63	31,785	51,413	4470300.00	5331989,5
7132	56	42	2,51	730	745	912	916	-0,493	0,918	737	914	27,522	44,197	4470287.50	5332002
7136	14	18	1,84	733	737	714	717	0,46	0,806	735	715	14,978	24,061	4470292.50	5332009,5
7162	30	28	2,08	752	759	908	913	-0,556	0,902	755	910	27,248	43,611	4470280.00	5332007
7179	40	30	1,79	475	483	837	842	0,439	0,883	479	839	31,326	53,06	4469845.00	5332402
7299	30	28	2,08	841	846	1092	1098	-0,436	0,867	843	1095	41,308	65,081	4470252.50	5332044,5
7317	55	44	2,8	857	866	337	346	-0,56	0,834	861	341	10,224	16,058	4470245.00	5332049,5
7399	28	30	2,56	545	552	656	662	-0,619	0,808	548	659	19,123	31,898	4469822.50	5332424,5
7438	146	70	2,67	948	969	183	194	0,672	0,858	958	188	19,89	30,742	4470210.00	5332082
7581	351	114	2,95	1071	1098	1115	1135	1,542	0,89	1084	1125	-42,454	-64,357	4470155.00	5332114,5
7637	20	22	1,93	1124	1130	383	386	0,517	0,853	1127	384	5,543	8,35	4470147.50	5332134,5
7641	57	42	2,46	1130	1142	1151	1157	-0,619	0,821	1136	1154	-39,14	-58,887	4470145.00	5332139,5
7653	20	22	1,93	627	632	117	121	-0,979	0,888	629	119	19,251	31,571	4469790.00	5332447
7733	33	30	2,17	1216	1220	101	108	0,669	0,817	1218	104	23,043	34,275	4470117.50	5332167
7800	27	30	2,65	1284	1289	627	633	-0,815	0,849	1286	630	10,353	15,26	4470085.00	5332179,5
7841	25	28	2,5	1323	1328	927	934	0,45	0,802	1325	930	31,752	46,567	4470080.00	5332202
7951	24	30	2,98	1399	1408	683	686	0,54	0,813	1403	684	15,957	23,176	4470052.50	5332227
7989	42	32	1,94	758	765	752	759	-0,705	0,829	761	755	26,158	41,82	4469747.50	5332487
8053	42	38	2,74	790	799	168	175	-0,609	0,845	794	171	13,865	22,033	4469737.50	5332497
8139	27	26	1,99	824	830	488	493	-0,483	0,802	827	490	8,415	13,296	4469727.50	5332509,5

## Ergebnistabellen des Radarüberflugs 0707\_coher08, Rosenheimer Straße, 11. November 1999, 08:08 MEZ

Alle Angaben beziehen sich auf das jeweils detektierte Fahrzeug (Objekt):

**objnr** = Objektnummer, **area** = Fläche des detektierten Fahrzeugs in Pixel, **umfverh** = Verhältnis Umfang zu Durchmesser, **xmin** = kleinste X-Koordinate des Fahrzeugs, **xmax** = größte X-Koordinate, **ymin** = kleinste Y-Koordinate, **ymax** = größte Y-Koordinate, **phase** = Phasenwert, **coher** = Kohärenzwert, **centx** = X-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **centy** = Y-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **geschw\_sl** = Geschwindigkeit in Slant Range, **geschw\_gr** = Geschwindigkeit in Ground Range, ist die endgültige, **x\_koord** = X-Koordinate in Rechtswert (Gauß-Krüger), **y\_koord** = Y-Koordinate in Hochwert (Gauß-Krüger).

objnr	area	peri	umfverh	xmin	xmax	ymin	xmax	phase	coher	centx	centy	geschw_sl	geschw_gr	x_koord	y_koord
61	82	46	2,05	97	110	479	487	0,468	0,8	103	483	34,156	64,323	4471052.50	5331212
74	33	32	2,47	115	121	381	388	0,464	0,836	118	384	38,283	71,746	4471060.00	5331237
83	123	68	2,99	122	130	570	590	0,536	0,805	126	580	23,354	43,656	4471055.00	5331239,5
111	149	70	2,62	138	149	363	384	-0,478	0,851	143	373	41,433	77,037	4471032.50	5331232
146	45	34	2,04	157	164	1239	1247	0,422	0,839	160	1243	24,192	44,744	4471025.00	5331239,5
164	219	70	1,78	169	186	1229	1245	0,661	0,894	177	1237	24,015	44,186	4471020.00	5331249,5
202	170	76	2,7	210	233	269	279	0,521	0,813	221	274	-40,33	-73,243	4471012.50	5331284,5
245	107	62	2,86	251	269	601	609	0,413	0,815	260	605	19,093	34,292	4470995.00	5331302
269	199	70	1,96	268	289	295	307	0,695	0,811	278	301	-43,454	-77,658	4470987.50	5331312
295	60	38	1,92	299	308	347	355	-0,445	0,862	303	351	39,331	69,814	4470965.00	5331309,5
300	28	30	2,56	306	313	83	87	0,504	0,839	309	85	-25,933	-45,958	4470960.00	5331312
315	50	36	2,06	324	333	377	384	0,46	0,895	328	380	36,638	64,604	4470952.50	5331322
329	188	70	2,07	339	362	292	302	0,496	0,837	350	297	-42,429	-74,388	4470942.50	5331332
343	45	34	2,04	350	360	164	169	0,429	0,802	355	166	-35,053	-61,377	4470952.50	5331347
350	35	30	2,05	357	367	429	432	0,408	0,919	362	430	32,328	56,505	4470937.50	5331337
352	116	54	2	358	373	184	194	0,444	0,803	365	189	-36,916	-64,474	4470947.50	5331352
403	83	42	1,69	403	414	183	191	0,43	0,901	408	187	-37,544	-64,872	4470927.50	5331369,5
424	20	20	1,59	419	424	1105	1108	-0,418	0,836	421	1106	19,74	34	4470922.50	5331374,5
426	90	52	2,39	424	437	453	464	0,445	0,913	430	458	27,12	46,61	4470920.00	5331377
431	24	24	1,91	430	434	552	558	0,442	0,889	432	555	20,063	34,466	4470917.50	5331379,5
465	49	38	2,35	485	494	1207	1214	0,406	0,829	489	1210	25,874	43,858	4470882.50	5331392
469	79	42	1,78	489	497	871	882	0,46	0,82	493	876	3,894	6,595	4470890.00	5331407
479	64	44	2,41	503	513	316	326	0,424	0,928	508	321	37,742	63,701	4470872.50	5331402

490	74	44	2,08	521	535	1160	1166	0,419	0,815	528	1163	22,875	38,437	4470865.00	5331409,5
513	67	50	2,97	537	554	279	284	0,405	0,892	545	281	39,968	66,907	4470860.00	5331414,5
527	79	40	1,61	547	557	451	459	0,446	0,885	552	455	25,482	42,592	4470865.00	5331432
537	48	34	1,92	554	560	229	237	0,509	0,842	557	233	-41,506	-69,301	4470852.50	5331422
558	86	48	2,13	574	585	173	184	0,445	0,898	579	178	-40,011	-66,491	4470852.50	5331444,5
566	28	30	2,56	581	590	396	399	0,433	0,906	585	397	31,022	51,487	4470840.00	5331434,5
604	22	24	2,08	617	621	594	599	0,449	0,932	619	596	16,294	26,851	4470827.50	5331449,5
620	24	22	1,6	633	638	580	584	0,449	0,934	635	582	17,011	27,942	4470820.00	5331454,5
625	41	32	1,99	635	644	170	175	0,47	0,928	639	172	-41,039	-67,354	4470830.00	5331469,5
633	21	26	2,56	641	649	447	449	0,409	0,938	645	448	24,026	39,384	4470827.50	5331474,5
635	57	40	2,23	643	654	654	661	0,454	0,913	648	657	11,498	18,836	4470815.00	5331462
662	27	26	1,99	658	664	1047	1051	-0,488	0,837	661	1049	18,659	30,488	4470822.50	5331482
670	45	30	1,59	667	673	121	128	0,498	0,806	670	124	-38,404	-62,639	4470817.50	5331487
673	74	44	2,08	669	680	275	284	0,415	0,81	674	279	37,661	61,377	4470805.00	5331472
698	87	48	2,11	681	691	1035	1047	0,41	0,823	686	1041	18,51	30,095	4470812.50	5331492
712	58	46	2,9	691	702	491	500	0,455	0,847	696	495	19,629	31,853	4470807.50	5331497
729	43	38	2,67	700	707	196	204	0,428	0,806	703	200	-42,054	-68,15	4470792.50	5331484,5
746	31	26	1,74	711	717	491	496	0,437	0,879	714	493	19,391	31,357	4470802.50	5331504,5
763	90	48	2,04	724	734	1096	1107	-0,517	0,854	729	1101	20,843	33,609	4470782.50	5331494,5
772	57	36	1,81	729	738	328	335	0,499	0,809	733	331	32,889	52,992	4470780.00	5331499,5
773	36	30	1,99	730	738	712	716	0,478	0,883	734	714	3,539	5,7	4470795.00	5331514,5
799	30	28	2,08	740	746	1100	1105	-0,542	0,925	743	1102	21,086	33,912	4470777.50	5331502
812	51	40	2,5	746	756	172	178	0,481	0,809	751	175	-41,266	-66,265	4470772.50	5331507
930	24	30	2,98	789	797	217	222	0,483	0,884	793	219	39,539	63,003	4470757.50	5331524,5
945	81	46	2,08	794	801	864	878	0,459	0,819	797	871	5,736	9,133	4470755.00	5331524,5
1108	92	48	1,99	852	864	323	332	0,404	0,824	858	327	30,853	48,601	4470732.50	5331552
1155	100	46	1,68	870	881	161	171	0,406	0,881	875	166	38,617	60,654	4470742.50	5331577
1165	104	48	1,76	873	883	253	264	0,478	0,873	878	258	35,186	55,236	4470725.00	5331562
1187	126	68	2,92	881	900	223	232	0,41	0,847	890	227	37,052	58,047	4470720.00	5331567
1252	71	40	1,79	921	929	995	1005	-0,446	0,833	925	1000	19,379	30,182	4470722.50	5331599,5
1253	69	42	2,03	922	932	553	562	0,47	0,844	927	557	13,716	21,355	4470705.00	5331582
1286	78	48	2,35	941	955	118	125	0,487	0,848	948	121	-41,678	-64,668	4470700.00	5331592
1409	119	60	2,41	999	1011	241	256	0,436	0,83	1005	248	33,151	50,972	4470677.50	5331617

1422	31	28	2,01	1010	1018	281	285	0,438	0,867	1014	283	30,595	46,977	4470675.00	5331619,5
1423	73	46	2,31	1010	1019	587	598	0,42	0,837	1014	592	6,959	10,685	4470690.00	5331637
1632	79	44	1,95	1105	1114	420	431	0,421	0,823	1109	425	19,146	28,978	4470640.00	5331662
1636	53	38	2,17	1106	1114	361	370	0,422	0,82	1110	365	20,526	31,062	4470655.00	5331679,5
1832	90	50	2,21	1172	1179	278	293	0,403	0,843	1175	285	24,797	37,177	4470630.00	5331707
1953	174	74	2,5	1214	1233	67	76	0,479	0,841	1223	71	38,138	56,801	4470612.50	5331724,5
2192	56	38	2,05	1283	1293	137	144	0,402	0,817	1288	140	34,587	51,066	4470577.50	5331737
2214	46	32	1,77	1286	1294	715	721	0,426	0,823	1290	718	5,442	8,033	4470587.50	5331752
2522	73	44	2,11	1375	1385	875	885	0,441	0,827	1380	880	16,742	24,43	4470555.00	5331787
2640	26	24	1,76	1416	1421	393	398	0,429	0,84	1418	395	16,375	23,783	4470527.50	5331787
2645	68	40	1,87	1418	1428	509	517	-0,402	0,848	1423	513	6,693	9,715	4470537.50	5331802
2799	30	28	2,08	1463	1470	545	550	0,495	0,86	1466	547	4,138	5,976	4470520.00	5331817
2824	45	34	2,04	1471	1479	268	275	-0,427	0,869	1475	271	21,783	31,422	4470517.50	5331819,5
2842	60	40	2,12	1477	1487	1022	1030	0,463	0,802	1482	1026	24,702	35,604	4470502.50	5331809,5
2865	48	32	1,7	1483	1491	669	675	0,495	0,852	1487	672	4,051	5,835	4470512.50	5331824,5
2913	40	30	1,79	1501	1507	943	950	0,425	0,817	1504	946	19,689	28,306	4470495.00	5331817
2988	27	24	1,7	1528	1534	1048	1052	0,44	0,874	1531	1050	26,47	37,937	4470485.00	5331827
3066	71	38	1,62	1558	1568	379	386	-0,45	0,908	1563	382	15,86	22,649	4470472.50	5331839,5
3209	34	28	1,83	1600	1607	980	985	0,423	0,833	1603	982	22,496	31,983	4470455.00	5331854,5
3295	73	44	2,11	1633	1647	943	949	0,589	0,827	1640	946	20,362	28,832	4470442.50	5331864,5
3317	56	42	2,51	1642	1657	891	895	0,438	0,87	1649	893	19,038	26,931	4470450.00	5331882
3348	119	54	1,95	1653	1669	943	952	0,443	0,887	1661	947	20,461	28,907	4470432.50	5331872
3501	55	40	2,31	1711	1720	966	974	0,406	0,93	1715	970	21,99	30,893	4470412.50	5331889,5
3528	35	26	1,54	1724	1729	991	997	0,436	0,832	1726	994	23,507	32,986	4470407.50	5331892
3529	49	32	1,66	1724	1731	1075	1082	0,461	0,947	1727	1078	-55,934	-78,481	4470407.50	5331894,5
3636	21	22	1,83	1762	1766	680	685	-0,443	0,886	1764	682	4,139	5,785	4470392.50	5331904,5
3943	54	40	2,36	1849	1856	422	432	-0,46	0,859	1852	427	9,141	12,668	4470370.00	5331949,5
3971	52	38	2,21	1857	1867	1108	1114	0,439	0,851	1862	1111	33,053	45,759	4470367.50	5331952
4046	52	36	1,98	1905	1911	836	845	0,456	0,855	1908	840	16,497	22,739	4470350.00	5331969,5
4095	62	36	1,66	1915	1923	944	952	0,402	0,82	1919	948	20,946	28,842	4470332.50	5331957
4149	29	32	2,81	1929	1936	170	177	0,411	0,959	1932	173	24,223	33,314	4470340.00	5331974,5
4207	117	52	1,84	1945	1958	13	24	0,593	0,819	1951	18	35,767	49,106	4470320.00	5331967
4270	72	38	1,6	1968	1976	14	23	0,463	0,871	1972	18	35,611	48,798	4470312.50	5331974,5

4369	50	34	1,84	2003	2010	236	243	0,411	0,856	2006	239	19,692	26,902	4470312.50	5331999,5
4429	41	32	1,99	2023	2032	780	785	0,472	0,818	2027	782	13,319	18,162	4470305.00	5332007
4447	380	112	2,63	2029	2044	13	46	0,891	0,849	2036	29	34,453	46,942	4470287.50	5331994,5
4512	22	26	2,45	2053	2057	207	213	0,509	0,857	2055	210	21,147	28,765	4470292.50	5332017
4544	121	50	1,64	2064	2073	24	38	0,539	0,829	2068	31	34,069	46,29	4470275.00	5332004,5
4564	80	44	1,93	2069	2078	91	102	0,469	0,806	2073	96	-56,783	-77,119	4470287.50	5332022
4612	53	38	2,17	2088	2095	189	198	-0,461	0,867	2091	193	21,948	29,761	4470280.00	5332027
4681	41	30	1,75	2107	2114	396	402	-0,547	0,866	2110	399	9,459	12,806	4470272.50	5332034,5
4694	200	76	2,3	2110	2121	517	540	0,593	0,86	2115	528	3,858	5,221	4470257.50	5332019,5
4703	87	46	1,94	2114	2122	462	475	-0,461	0,927	2118	468	5,28	7,143	4470270.00	5332037
4758	128	56	1,95	2129	2137	727	745	0,483	0,876	2133	736	10,843	14,651	4470265.00	5332042
4982	108	46	1,56	2206	2217	1182	1192	-0,483	0,876	2211	1187	37,872	50,845	4470235.00	5332067
4996	47	32	1,73	2210	2218	828	834	0,418	0,821	2214	831	16,72	22,442	4470232.50	5332067
5314	37	36	2,79	2316	2323	241	249	0,408	0,813	2319	245	19,484	25,936	4470180.00	5332084,5
5331	54	40	2,36	2324	2332	134	144	0,458	0,842	2328	139	-59,038	-78,534	4470177.50	5332087
5480	79	50	2,52	2383	2396	138	148	0,447	0,862	2389	143	-59,704	-79,055	4470155.00	5332107
5486	74	46	2,28	2385	2398	285	293	0,45	0,823	2391	289	16,449	21,777	4470155.00	5332109,5
5666	28	24	1,64	2461	2466	259	264	0,468	0,821	2463	261	17,63	23,218	4470127.50	5332132
5809	37	34	2,49	2518	2528	1255	1260	0,474	0,813	2523	1257	-42,609	-55,874	4470117.50	5332164,5
5814	73	46	2,31	2520	2532	144	152	0,48	0,864	2526	148	-60,957	-79,916	4470105.00	5332152
5848	94	48	1,95	2537	2552	220	227	0,432	0,859	2544	223	19,293	25,261	4470097.50	5332157
5884	121	58	2,21	2549	2565	100	110	0,408	0,824	2557	105	-60,661	-79,357	4470105.00	5332177
5926	53	34	1,74	2566	2573	628	636	0,577	0,832	2569	632	4,336	5,667	4470087.50	5332164,5
6036	62	40	2,05	2601	2609	54	63	0,526	0,819	2605	58	-58,353	-76,086	4470090.00	5332192
6108	39	34	2,36	2625	2634	137	143	0,468	0,866	2629	140	-61,227	-79,704	4470067.50	5332184,5
6239	74	46	2,28	2676	2688	164	173	0,44	0,808	2682	168	19,476	25,264	4470062.50	5332217
6375	74	46	2,28	2717	2730	188	196	0,422	0,949	2723	192	17,818	23,051	4470047.50	5332229,5
6684	28	32	2,91	2825	2833	47	51	0,479	0,855	2829	49	-59,628	-76,628	4470010.00	5332262
6761	45	32	1,81	2850	2859	206	211	0,443	0,852	2854	208	18,121	23,252	4469987.50	5332254,5
6804	39	36	2,64	2866	2877	204	209	0,438	0,908	2871	206	18,125	23,232	4469980.00	5332259,5
6848	91	46	1,85	2885	2895	206	217	0,417	0,874	2890	211	17,726	22,695	4469975.00	5332267
6871	31	28	2,01	2898	2902	643	650	0,482	0,807	2900	646	6,511	8,332	4469970.00	5332269,5
6878	20	22	1,93	2901	2906	14	18	0,423	0,848	2903	16	-58,351	-74,649	4469985.00	5332287

7029	20	26	2,69	2958	2967	416	418	0,402	0,809	2962	417	5,827	7,429	4469950.00	5332289,5
7122	68	40	1,87	2994	3001	421	432	-0,475	0,909	2997	426	5,107	6,498	4469937.50	5332299,5
7207	28	24	1,64	3028	3034	735	739	0,433	0,844	3031	737	14,14	17,954	4469940.00	5332327
7213	26	28	2,4	3029	3035	838	844	0,494	0,857	3032	841	17,893	22,719	4469925.00	5332312
7263	64	40	1,99	3051	3060	695	704	0,406	0,888	3055	699	12,136	15,389	4469930.00	5332332
7336	40	34	2,3	3082	3092	806	811	0,525	0,823	3087	808	18,198	23,035	4469920.00	5332344,5
7391	37	36	2,79	3103	3109	1023	1032	0,405	0,835	3106	1027	-56,351	-71,252	4469900.00	5332334,5
7404	104	46	1,62	3110	3120	1120	1131	0,41	0,803	3115	1125	35,545	44,922	4469910.00	5332352
7454	22	24	2,08	3130	3134	670	676	0,414	0,825	3132	673	10,985	13,87	4469902.50	5332357
7517	86	50	2,31	3149	3162	296	305	0,444	0,807	3155	300	10,959	13,819	4469882.50	5332352
7530	34	28	1,83	3152	3159	326	331	0,412	0,843	3155	328	7,657	9,656	4469895.00	5332364,5
7601	57	40	2,23	3176	3187	551	557	0,402	0,854	3181	554	4,738	5,967	4469885.00	5332374,5
7620	49	34	1,88	3186	3193	13	21	0,453	0,813	3189	17	-60,425	-76,058	4469882.50	5332377
7698	54	38	2,13	3222	3230	980	988	-0,466	0,863	3226	984	-58,267	-73,197	4469860.00	5332374,5
7753	29	32	2,81	3242	3248	1101	1107	0,451	0,828	3245	1104	34,719	43,571	4469865.00	5332392
7762	58	36	1,78	3244	3252	747	754	0,409	0,895	3248	750	15,68	19,675	4469865.00	5332394,5
7770	20	22	1,93	3246	3253	693	695	0,444	0,965	3249	694	12,672	15,9	4469862.50	5332394,5
7856	103	50	1,93	3271	3283	267	277	0,493	0,846	3277	272	11,581	14,509	4469842.50	5332389,5
7863	28	26	1,92	3272	3275	891	899	0,416	0,868	3273	895	-61,104	-76,573	4469855.00	5332402
7880	34	30	2,11	3276	3285	306	310	0,486	0,832	3280	308	9,627	12,059	4469840.00	5332392
7923	46	32	1,77	3290	3297	230	237	0,533	0,85	3293	233	13,551	16,964	4469837.50	5332394,5
8081	67	44	2,3	3341	3352	54	63	0,434	0,874	3346	58	-62,211	-77,669	4469820.00	5332412
8369	151	72	2,73	3424	3445	348	357	0,41	0,889	3434	352	4,482	5,571	4469802.50	5332454,5
8624	45	40	2,83	3490	3497	1266	1275	0,41	0,809	3493	1270	-42,157	-52,253	4469770.00	5332459,5
8763	27	24	1,7	3530	3535	837	842	-0,48	0,825	3532	839	21,744	26,901	4469770.00	5332484,5
8770	36	34	2,56	3532	3540	605	612	0,439	0,902	3536	608	9,652	11,939	4469770.00	5332487
8807	24	24	1,91	3539	3544	1179	1184	0,576	0,8	3541	1181	38,016	47,013	4469755.00	5332474,5
9122	36	34	2,56	3641	3651	1194	1199	0,457	0,824	3646	1196	39,154	48,186	4469722.50	5332509,5
9249	57	38	2,02	3687	3695	559	567	-0,401	0,861	3691	563	6,567	8,065	4469707.50	5332522
9317	68	36	1,52	3717	3724	1086	1095	0,437	0,809	3720	1090	35,599	43,665	4469710.00	5332547
9413	40	30	1,79	3768	3775	1184	1190	-0,441	0,842	3771	1187	40,768	49,894	4469692.50	5332562
9430	32	26	1,68	3778	3784	591	596	-0,658	0,829	3781	593	8,659	10,593	4469677.50	5332552
9682	23	24	1,99	3896	3901	468	472	-0,417	0,838	3898	470	4,774	5,811	4469652.50	5332602

9749	29	26	1,85	3937	3942	1018	1024	-0,499	0,87	3939	1021	-53,405	-64,899	4469627.50	5332602
12002	37	32	2,2	170	178	862	868	-0,599	0,913	174	865	3,856	7,102	4471020.00	5331247
12011	43	30	1,67	184	192	859	864	-0,646	0,94	188	861	3,896	7,144	4471012.50	5331254,5
12012	172	66	2,02	187	208	605	615	0,784	0,809	197	610	19,782	36,18	4471022.50	5331274,5
12032	21	24	2,18	220	226	1098	1101	0,642	0,813	223	1099	17,009	30,873	4471010.00	5331287
12066	45	32	1,81	277	286	172	177	0,622	0,8	281	174	-34,14	-60,962	4470985.00	5331312
12069	24	26	2,24	282	290	378	381	0,462	0,889	286	379	37,652	67,143	4470970.00	5331302
12114	28	28	2,23	444	451	288	292	0,719	0,86	447	290	39,004	66,765	4470910.00	5331387
12127	62	44	2,48	543	553	600	610	0,43	0,801	548	605	16,778	28,069	4470857.50	5331417
12152	21	26	2,56	675	680	573	579	0,611	0,801	677	576	16,72	27,232	4470802.50	5331474,5
12170	15	20	2,12	719	725	166	168	0,438	0,83	722	167	-42,667	-68,892	4470800.00	5331509,5
12192	40	30	1,79	750	756	412	419	0,464	0,803	753	415	24,012	38,545	4470787.50	5331524,5
12205	91	48	2,01	762	775	164	172	0,626	0,805	768	168	-41,118	-65,819	4470767.50	5331514,5
12261	22	22	1,75	811	815	248	253	0,497	0,829	813	250	37,006	58,757	4470750.00	5331532
12396	23	24	1,99	974	980	1253	1257	-0,83	0,806	977	1255	37,417	57,787	4470702.50	5331622
12432	19	22	2,03	1019	1025	928	931	0,503	0,908	1022	929	15,935	24,436	4470687.50	5331642
12465	14	18	1,84	1059	1063	41	44	0,456	0,951	1061	42	-41,546	-63,332	4470672.50	5331657
12597	26	24	1,76	1164	1168	1039	1045	0,526	0,854	1166	1042	22,899	34,375	4470620.00	5331684,5
12665	21	28	2,97	1208	1216	108	111	0,406	0,941	1212	109	38,148	56,902	4470602.50	5331707
12667	19	22	2,03	1211	1216	895	899	-0,455	0,833	1213	897	16,271	24,266	4470617.50	5331722
12901	16	20	1,99	1342	1346	67	71	0,42	0,816	1344	69	38,308	56,153	4470557.50	5331759,5
12983	29	28	2,15	1390	1395	936	942	0,43	0,816	1392	939	18,624	27,136	4470537.50	5331777
13057	47	38	2,44	1449	1457	561	569	0,482	0,844	1453	565	5,107	7,386	4470515.00	5331799,5
13104	17	20	1,87	1473	1476	1134	1139	-0,565	0,851	1474	1136	-52,964	-76,412	4470507.50	5331807
13345	15	18	1,72	1603	1606	477	481	0,459	0,819	1604	479	7,312	10,394	4470467.50	5331867
13573	142	70	2,75	1767	1790	1021	1030	0,594	0,863	1778	1025	-57,091	-79,692	4470400.00	5331924,5
13700	38	34	2,42	1829	1836	1108	1115	0,609	0,857	1832	1111	33,014	45,839	4470380.00	5331944,5
13783	41	34	2,24	1875	1882	1007	1014	0,434	0,884	1878	1010	-57,829	-79,938	4470360.00	5331959,5
13954	43	34	2,14	1991	1998	464	472	0,578	0,815	1994	468	5,852	8,003	4470317.50	5331997
14086	80	44	1,93	2073	2083	323	332	0,459	0,815	2078	327	16,155	21,931	4470270.00	5332007
14114	14	20	2,27	2088	2093	688	691	0,549	0,826	2090	689	5,702	7,733	4470267.50	5332012
14180	51	40	2,5	2115	2125	1250	1257	0,538	0,801	2120	1253	-42,872	-57,992	4470267.50	5332037
14210	67	40	1,9	2133	2139	773	784	0,735	0,898	2136	778	13,367	18,057	4470262.50	5332042

14258	17	24	2,7	2178	2183	1177	1181	0,403	0,825	2180	1179	37,391	50,326	4470245.00	5332057
14544	25	22	1,54	2408	2412	943	948	0,539	0,861	2410	945	21,891	28,94	4470147.50	5332114,5
14572	25	26	2,15	2428	2435	19	23	0,544	0,806	2431	21	31,786	41,957	4470140.00	5332122
14607	16	24	2,86	2452	2460	881	883	0,467	0,852	2456	882	18,345	24,172	4470130.00	5332129,5
14626	119	64	2,74	2465	2479	218	232	0,512	0,805	2472	225	17,759	23,372	4470137.50	5332149,5
14653	46	32	1,77	2478	2484	255	263	0,459	0,836	2481	259	17,633	23,191	4470120.00	5332137
14687	17	22	2,27	2503	2507	1195	1200	0,559	0,843	2505	1197	38,591	50,669	4470125.00	5332159,5
14757	16	18	1,61	2568	2572	819	822	0,51	0,806	2570	820	17,085	22,331	4470100.00	5332179,5
14827	108	54	2,15	2611	2621	944	959	0,535	0,876	2616	951	-59,946	-78,104	4470085.00	5332194,5
14862	27	24	1,7	2643	2648	973	978	0,726	0,834	2645	975	-60,494	-78,666	4470062.50	5332189,5
15359	32	28	1,95	3005	3009	148	156	0,621	0,803	3007	152	18,125	23,046	4469947.50	5332319,5
15368	32	32	2,55	3015	3019	664	673	0,411	0,91	3017	668	10,301	13,091	4469945.00	5332322
15556	16	18	1,61	3164	3168	236	239	0,403	0,832	3166	237	14,3	18,022	4469880.00	5332354,5
15651	68	46	2,48	3250	3264	977	984	-0,526	0,83	3257	980	-58,356	-73,191	4469847.50	5332384,5
15886	24	24	1,91	3387	3394	358	361	0,637	0,821	3390	359	4,403	5,485	4469817.50	5332439,5
15933	32	28	1,95	3408	3415	874	879	-0,471	0,945	3411	876	21,435	26,674	4469797.50	5332432
15941	19	22	2,03	3412	3417	852	856	-0,675	0,871	3414	854	21,993	27,365	4469807.50	5332447
15996	18	20	1,77	3436	3441	637	640	0,452	0,827	3438	638	10,671	13,262	4469800.00	5332454,5
16089	34	34	2,71	3470	3478	297	303	0,52	0,81	3474	300	6,959	8,633	4469790.00	5332467
16090	30	30	2,39	3470	3477	890	896	-0,538	0,84	3473	893	22,605	28,045	4469777.50	5332452
16522	21	22	1,83	3851	3858	777	779	-0,526	0,83	3854	778	20,193	24,626	4469667.50	5332589,5

## Ergebnistabellen des Radarüberflugs 0722\_coher08, Rosenheimer Straße, 11. November 1999, 08:22 MEZ

Alle Angaben beziehen sich auf das jeweils detektierte Fahrzeug (Objekt):

**objnr** = Objektnummer, **area** = Fläche des detektierten Fahrzeugs in Pixel, **umfverh** = Verhältnis Umfang zu Durchmesser, **xmin** = kleinste X-Koordinate des Fahrzeugs, **xmax** = größte X-Koordinate, **ymin** = kleinste Y-Koordinate, **ymax** = größte Y-Koordinate, **phase** = Phasenwert, **coher** = Kohärenzwert, **centx** = X-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **centy** = Y-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **geschw\_sl** = Geschwindigkeit in Slant Range, **geschw\_gr** = Geschwindigkeit in Ground Range, ist die endgültige, **x\_koord** = X-Koordinate in Rechtswert (Gauß-Krüger), **y\_koord** = Y-Koordinate in Hochwert (Gauß-Krüger).

objnr	area	peri	umfverh	xmin	xmax	ymin	xmax	phase	coher	centx	centy	geschw_sl	geschw_gr	x_koord	y_koord
48	29	28	2,15	88	96	222	226	0,412	0,83	92	224	-35,161	-66,334	4471072.50	5331217
58	59	38	1,95	106	115	865	873	-0,477	0,834	110	869	3,249	6,093	4471050.00	5331212
62	33	26	1,63	110	115	246	252	0,414	0,862	112	249	-37,535	-70,354	4471062.50	5331227
125	47	30	1,52	181	187	359	366	-0,412	0,824	184	362	39,678	72,728	4471017.50	5331247
152	175	60	1,64	210	223	1008	1023	0,689	0,801	216	1015	12,225	22,197	4471015.00	5331277
233	47	34	1,96	278	286	285	292	0,468	0,875	282	288	-41,667	-74,266	4470972.50	5331292
305	72	44	2,14	358	371	396	403	0,414	0,892	364	399	33,275	58,045	4470937.50	5331329,5
316	21	22	1,83	366	372	417	420	0,418	0,829	369	418	31,796	55,395	4470935.00	5331332
340	29	28	2,15	399	404	143	150	-0,647	0,823	401	146	-36,42	-62,949	4470935.00	5331362
364	99	48	1,85	419	427	164	178	-0,5	0,882	423	171	-38,692	-66,518	4470925.00	5331369,5
366	112	50	1,78	421	430	411	425	0,501	0,823	425	418	30,75	52,84	4470910.00	5331357
384	21	22	1,83	439	445	694	697	-0,447	0,839	442	695	7,773	13,303	4470915.00	5331379,5
394	20	20	1,59	454	459	1272	1275	-0,419	0,82	456	1273	34,109	58,183	4470910.00	5331384,5
395	74	42	1,9	455	465	32	41	0,423	0,88	460	36	-27,068	-46,128	4470895.00	5331372
402	75	42	1,87	463	474	419	427	0,454	0,898	468	423	26,934	45,816	4470905.00	5331392
420	84	44	1,83	481	491	504	514	-0,45	0,87	486	509	20,43	34,608	4470897.50	5331399,5
460	21	24	2,18	508	514	417	421	0,483	0,913	511	419	26,438	44,534	4470885.00	5331409,5
471	92	46	1,83	516	528	364	373	0,483	0,888	522	368	32,547	54,69	4470867.50	5331397
487	111	52	1,94	524	536	290	301	-0,428	0,854	530	295	37,611	63,088	4470865.00	5331402
556	28	26	1,92	566	571	45	51	0,427	0,819	568	48	-30,275	-50,365	4470847.50	5331419,5
560	21	24	2,18	566	571	915	920	0,476	0,812	568	917	9,95	16,553	4470862.50	5331434,5
588	38	34	2,42	579	588	1067	1073	0,446	0,807	583	1070	18,445	30,587	4470842.50	5331424,5
597	113	64	2,88	585	602	132	145	0,45	0,843	593	138	-39,736	-65,755	4470852.50	5331444,5

646	61	38	1,88	606	615	1063	1070	0,448	0,801	610	1066	18,515	30,53	4470832.50	5331437
676	43	28	1,45	620	626	1036	1042	-0,439	0,872	623	1039	19,256	31,668	4470837.50	5331457
699	45	32	1,81	633	641	569	575	0,486	0,827	637	572	15,966	26,182	4470820.00	5331449,5
799	97	54	2,39	673	688	898	906	0,42	0,818	680	902	10,292	16,735	4470817.50	5331479,5
814	78	44	1,98	678	689	639	647	0,41	0,861	683	643	10,202	16,578	4470800.00	5331469,5
817	43	34	2,14	678	686	1216	1223	0,456	0,818	682	1219	32,549	52,901	4470815.00	5331482
900	29	24	1,58	710	715	61	66	0,423	0,845	712	63	-36,747	-59,378	4470802.50	5331494,5
915	127	66	2,73	715	730	150	165	0,405	0,814	722	157	-41,201	-66,449	4470785.00	5331484,5
997	21	20	1,52	747	752	132	135	0,453	0,909	749	133	-42,417	-68,062	4470787.50	5331512
1007	41	32	1,99	749	756	715	722	0,427	0,819	752	718	3,856	6,185	4470772.50	5331497
1035	58	40	2,2	760	769	32	41	0,41	0,895	764	36	-36,078	-57,73	4470782.50	5331519,5
1088	101	46	1,67	774	785	123	133	0,452	0,883	779	128	-42,865	-68,402	4470775.00	5331524,5
1130	35	34	2,63	785	796	418	422	-0,477	0,897	790	420	21,317	33,948	4470772.50	5331529,5
1170	35	32	2,33	799	805	823	831	0,519	0,822	802	827	4,657	7,4	4470755.00	5331519,5
1268	52	34	1,77	827	835	23	30	0,441	0,807	831	26	-37,203	-58,817	4470757.50	5331549,5
1288	24	26	2,24	832	837	460	466	-0,445	0,922	834	463	19,827	31,329	4470742.50	5331534,5
1338	54	36	1,91	846	854	74	82	-0,445	0,924	850	78	-38,733	-61,034	4470737.50	5331542
1361	54	36	1,91	851	861	1232	1238	0,432	0,839	856	1235	36,251	57,064	4470747.50	5331562
1365	108	58	2,48	854	864	211	225	0,476	0,851	859	218	36,122	56,831	4470735.00	5331547
1381	59	42	2,38	859	869	155	163	0,518	0,862	864	159	37,472	58,904	4470747.50	5331564,5
1408	77	42	1,82	867	876	130	140	-0,585	0,888	871	135	41,538	65,216	4470730.00	5331552
1418	110	48	1,67	869	880	812	823	0,44	0,826	874	817	5,294	8,307	4470727.50	5331552
1441	20	20	1,59	876	881	1217	1220	0,551	0,897	878	1218	35,461	55,61	4470740.00	5331572
1453	127	60	2,26	879	889	150	168	0,475	0,805	884	159	39,585	62,014	4470725.00	5331557
1518	51	34	1,8	897	906	183	189	0,409	0,858	901	186	37,341	58,332	4470720.00	5331564,5
1525	72	46	2,34	899	910	234	242	0,41	0,904	904	238	33,719	52,646	4470717.50	5331567
1531	27	26	1,99	900	905	1247	1253	0,478	0,889	902	1250	38,058	59,442	4470732.50	5331579,5
1532	24	24	1,91	901	907	38	42	-0,403	0,816	904	40	-40,11	-62,625	4470732.50	5331582
1546	55	36	1,88	910	918	69	76	0,565	0,874	914	72	-42,555	-66,332	4470727.50	5331587
1601	41	34	2,24	926	932	315	324	0,411	0,866	929	319	24,934	38,77	4470722.50	5331594,5
1676	141	58	1,9	949	959	287	303	-0,537	0,845	954	295	25,993	40,252	4470712.50	5331604,5
1745	47	34	1,96	970	976	154	162	0,45	0,807	973	158	37,522	57,929	4470692.50	5331594,5
1754	31	32	2,63	973	981	107	113	-0,446	0,847	977	110	40,677	62,76	4470692.50	5331597

1841	93	48	1,97	1000	1010	507	518	0,548	0,839	1005	512	12,843	19,728	4470680.00	5331612
1885	26	26	2,07	1017	1024	250	254	-0,584	0,828	1020	252	27,387	41,97	4470690.00	5331634,5
1889	86	50	2,31	1019	1031	555	565	0,569	0,832	1025	560	6,52	9,984	4470690.00	5331637
1939	20	22	1,93	1037	1041	135	139	-0,509	0,846	1039	137	37,346	57,066	4470670.00	5331627
1963	38	30	1,88	1048	1053	275	283	0,416	0,8	1050	279	24,886	37,963	4470680.00	5331647
1975	22	22	1,75	1051	1056	1236	1240	-0,404	0,897	1053	1238	39,59	60,366	4470680.00	5331649,5
2005	57	40	2,23	1059	1069	1033	1041	0,51	0,82	1064	1037	23,623	35,961	4470660.00	5331637
2008	80	50	2,49	1063	1075	429	439	-0,48	0,807	1069	434	16,716	25,427	4470660.00	5331639,5
2090	54	36	1,91	1089	1099	288	294	-0,403	0,811	1094	291	23,094	34,999	4470665.00	5331667
2129	31	28	2,01	1101	1109	137	141	0,404	0,96	1105	139	35,637	53,92	4470647.50	5331654,5
2133	117	50	1,7	1102	1112	502	515	0,538	0,813	1107	508	10,959	16,576	4470645.00	5331654,5
2197	121	52	1,78	1122	1134	1079	1091	0,494	0,817	1128	1085	30,536	46,048	4470652.50	5331682
2358	180	70	2,17	1184	1193	227	250	0,449	0,867	1188	238	24,516	36,658	4470632.50	5331709,5
2374	72	50	2,76	1189	1200	1140	1150	0,547	0,812	1194	1145	35,568	53,138	4470632.50	5331712
2378	219	80	2,33	1191	1204	150	172	-0,527	0,835	1197	161	-52,788	-78,832	4470617.50	5331697
2408	34	26	1,58	1199	1204	175	181	0,717	0,895	1201	178	30,68	45,792	4470612.50	5331699,5
2483	79	40	1,61	1223	1232	468	477	-0,442	0,915	1227	472	8,239	12,253	4470620.00	5331727
2507	100	58	2,68	1233	1241	99	116	0,444	0,869	1237	107	34,466	51,19	4470602.50	5331714,5
2508	29	24	1,58	1233	1236	408	415	-0,425	0,85	1234	411	14,537	21,6	4470605.00	5331712
2572	23	22	1,67	1258	1263	911	915	0,401	0,84	1260	913	18,99	28,118	4470595.00	5331724,5
2598	104	60	2,75	1267	1284	388	397	-0,411	0,857	1275	392	14,852	21,948	4470590.00	5331732
2654	106	50	1,88	1282	1292	13	25	0,462	0,802	1287	19	38,979	57,511	4470587.50	5331737
2736	47	36	2,19	1304	1313	463	469	-0,416	0,822	1308	466	7,306	10,75	4470592.50	5331759,5
2757	63	42	2,23	1307	1317	222	231	0,413	0,814	1312	226	22,923	33,711	4470587.50	5331762
2824	100	50	1,99	1327	1338	215	227	0,47	0,82	1332	221	23,022	33,77	4470580.00	5331767
2832	37	30	1,94	1331	1339	984	989	0,423	0,884	1335	986	24,687	36,199	4470567.50	5331754,5
2939	25	28	2,5	1362	1368	196	201	0,504	0,872	1365	198	24,141	35,264	4470567.50	5331779,5
2969	50	32	1,63	1373	1380	960	967	0,482	0,802	1376	963	23,455	34,215	4470552.50	5331769,5
3006	38	32	2,14	1384	1390	43	51	0,438	0,943	1387	47	35,734	52,057	4470547.50	5331774,5
3085	145	68	2,54	1414	1427	252	269	0,451	0,839	1420	260	19,519	28,321	4470547.50	5331799,5
3118	75	48	2,44	1427	1440	442	451	-0,426	0,849	1433	446	7,406	10,729	4470542.50	5331804,5
3167	43	36	2,4	1443	1449	37	46	0,481	0,915	1446	41	35,363	51,148	4470525.00	5331794,5
3176	30	26	1,79	1446	1451	56	62	0,749	0,894	1448	59	34,181	49,426	4470525.00	5331797

3233	87	50	2,29	1466	1480	1274	1282	-0,468	0,837	1473	1278	-38,396	-55,358	4470527.50	5331819,5
3292	90	50	2,21	1482	1494	974	983	0,534	0,8	1488	978	25,124	36,16	4470507.50	5331809,5
3314	37	30	1,94	1492	1498	1006	1013	0,477	0,869	1495	1009	-55,515	-79,835	4470517.50	5331827
3363	26	26	2,07	1507	1514	223	227	0,537	0,842	1510	225	20,779	29,83	4470512.50	5331832
3379	134	58	2	1512	1530	131	140	-0,443	0,814	1521	135	26,39	37,836	4470507.50	5331837
3633	30	32	2,72	1594	1600	186	193	0,514	0,844	1597	189	22,056	31,355	4470480.00	5331864,5
3675	120	58	2,23	1611	1629	22	31	0,414	0,868	1620	26	34,26	48,581	4470457.50	5331857
3787	24	22	1,6	1656	1661	822	826	0,47	0,809	1658	824	18,54	26,184	4470455.00	5331887
3828	62	38	1,85	1672	1680	271	279	-0,404	0,823	1676	275	18,025	25,407	4470437.50	5331877
3962	29	28	2,15	1730	1736	451	457	-0,467	0,843	1733	454	3,982	5,581	4470430.00	5331912
4334	36	30	1,99	1874	1882	1028	1033	-0,431	0,809	1878	1030	-54,931	-75,884	4470357.50	5331942
4393	93	46	1,81	1910	1921	72	81	-0,445	0,813	1915	76	-56,14	-77,284	4470342.50	5331954,5
4558	29	28	2,15	1976	1981	1232	1239	-0,49	0,801	1978	1235	42,269	57,854	4470317.50	5331972
4806	51	36	2,02	2057	2064	1244	1252	-0,469	0,847	2060	1248	-39,782	-54,056	4470297.50	5332012
4837	84	42	1,67	2067	2075	262	273	0,466	0,806	2071	267	16,032	21,764	4470280.00	5332004,5
4848	111	54	2,09	2071	2087	152	161	0,503	0,868	2079	156	20,701	28,083	4470290.00	5332019,5
4926	162	74	2,69	2100	2109	176	201	0,431	0,868	2104	188	18,563	25,129	4470280.00	5332029,5
4928	31	28	2,01	2100	2107	646	651	-0,413	0,807	2103	648	7,017	9,499	4470270.00	5332014,5
4991	121	56	2,06	2120	2127	203	220	-0,423	0,83	2123	211	19,06	25,76	4470262.50	5332019,5
5193	74	40	1,72	2193	2202	264	273	0,4	0,803	2197	268	15,193	20,409	4470232.50	5332044,5
5233	26	24	1,76	2205	2210	176	181	-0,659	0,902	2207	178	20,473	27,479	4470230.00	5332047
5386	35	26	1,54	2241	2246	343	349	-0,646	0,88	2243	346	8,048	10,771	4470230.00	5332072
5423	29	26	1,85	2252	2258	118	123	-0,642	0,908	2255	120	21,306	28,488	4470225.00	5332079,5
5466	22	22	1,75	2265	2269	411	415	-0,443	0,806	2267	413	3,919	5,236	4470222.50	5332082
5538	28	26	1,92	2283	2289	35	40	0,553	0,883	2286	37	-58,766	-78,383	4470215.00	5332087
5611	38	30	1,88	2315	2323	892	897	-0,476	0,825	2319	894	22,276	29,636	4470187.50	5332082
5644	37	30	1,94	2329	2334	36	44	-0,577	0,81	2331	40	-59,352	-78,889	4470197.50	5332102
5867	46	32	1,77	2402	2410	579	585	-0,461	0,841	2406	582	4,394	5,808	4470155.00	5332109,5
5937	26	24	1,76	2425	2431	118	122	0,435	0,839	2428	120	19,857	26,204	4470162.50	5332134,5
6072	24	22	1,6	2464	2469	424	428	-0,419	0,895	2466	426	4,245	5,587	4470135.00	5332129,5
6091	24	28	2,6	2469	2477	1113	1117	0,431	0,855	2473	1115	37,998	49,978	4470147.50	5332149,5
6105	54	40	2,36	2474	2484	135	142	-0,505	0,828	2479	138	20,786	27,327	4470130.00	5332134,5
6262	33	28	1,89	2516	2524	43	47	-0,416	0,836	2520	45	-58,916	-77,233	4470115.00	5332147

6375	98	46	1,72	2557	2569	239	248	-0,5	0,829	2563	243	14,035	18,343	4470100.00	5332159,5
6402	37	28	1,69	2561	2567	1051	1057	-0,47	0,872	2564	1054	-52,263	-68,303	4470100.00	5332162
6435	29	24	1,58	2573	2578	545	550	0,65	0,854	2575	547	5,717	7,466	4470110.00	5332182
6485	22	22	1,75	2593	2597	365	370	-0,518	0,864	2595	367	4,457	5,812	4470102.50	5332187
6527	111	60	2,58	2603	2615	261	275	0,407	0,856	2609	268	12,238	15,944	4470082.50	5332174,5
6551	73	48	2,51	2610	2622	873	881	-0,436	0,808	2616	877	-59,951	-78,073	4470095.00	5332194,5
6563	52	36	1,98	2615	2622	600	609	-0,488	0,825	2618	604	6,978	9,087	4470080.00	5332177
6571	109	50	1,83	2617	2629	172	183	-0,469	0,806	2623	177	17,31	22,532	4470077.50	5332179,5
6622	43	34	2,14	2632	2640	167	173	-0,516	0,842	2636	170	17,599	22,888	4470075.00	5332184,5
6665	84	46	2	2644	2656	168	177	-0,49	0,862	2650	172	17,368	22,567	4470070.00	5332189,5
6856	21	22	1,83	2703	2706	398	404	0,658	0,86	2704	401	4,024	5,21	4470050.00	5332207
7057	81	40	1,57	2753	2761	164	174	0,436	0,851	2757	169	16,804	21,683	4470030.00	5332222
7533	127	52	1,69	2883	2898	354	363	-0,515	0,812	2890	358	5,498	7,036	4469982.50	5332262
7680	77	40	1,65	2924	2935	365	372	-0,41	0,849	2929	368	4,748	6,063	4469967.50	5332274,5
7743	68	40	1,87	2942	2951	90	99	-0,448	0,845	2946	94	19,796	25,249	4469962.50	5332279,5
7746	180	68	2,04	2943	2954	57	78	-0,557	0,826	2948	67	21,274	27,131	4469960.00	5332282
7771	74	48	2,48	2951	2964	713	721	-0,416	0,808	2957	717	17,041	21,722	4469975.00	5332302
7885	23	24	1,99	2982	2988	855	859	-0,437	0,817	2985	857	-59,84	-76,152	4469965.00	5332309,5
7893	42	32	1,94	2985	2993	59	65	0,444	0,864	2989	62	18,865	24,002	4469965.00	5332312
8028	24	24	1,91	3025	3033	124	126	-0,402	0,898	3029	125	17,409	22,098	4469935.00	5332307
8097	26	28	2,4	3043	3047	647	654	-0,535	0,882	3045	650	13,703	17,378	4469945.00	5332329,5
8231	64	42	2,19	3081	3087	293	306	0,477	0,845	3084	299	5,277	6,678	4469930.00	5332339,5
8264	34	30	2,11	3090	3098	561	566	-0,536	0,856	3094	563	7,041	8,905	4469912.50	5332327
8273	98	50	2,03	3092	3104	193	204	-0,567	0,883	3098	198	10,696	13,524	4469925.00	5332344,5
8370	38	30	1,88	3119	3126	734	740	0,452	0,838	3122	737	18,736	23,66	4469917.50	5332352
8439	64	44	2,41	3143	3150	222	233	0,51	0,835	3146	227	10,817	13,642	4469895.00	5332344,5
8552	20	24	2,29	3176	3181	98	103	-0,404	0,885	3178	100	17,392	21,896	4469885.00	5332354,5
8616	150	70	2,6	3195	3214	690	701	-0,458	0,81	3204	695	16,943	21,301	4469890.00	5332379,5
8654	121	62	2,53	3206	3223	14	23	-0,417	0,841	3214	18	21,461	26,967	4469872.50	5332367
8680	56	36	1,84	3216	3223	90	99	-0,429	0,903	3219	94	17,319	21,756	4469872.50	5332369,5
8791	94	44	1,64	3253	3264	15	24	-0,684	0,886	3258	19	20,967	26,285	4469860.00	5332382
8794	138	58	1,94	3254	3263	193	211	-0,436	0,815	3258	202	9,146	11,465	4469872.50	5332397
8820	203	76	2,26	3260	3270	158	184	-0,498	0,88	3265	171	12,748	15,975	4469857.50	5332384,5

8840	94	44	1,64	3265	3274	145	156	-0,43	0,824	3269	150	13,836	17,336	4469855.00	5332384,5
9167	117	64	2,79	3335	3346	231	247	0,422	0,803	3340	239	6,435	8,034	4469845.00	5332424,5
9330	21	26	2,56	3382	3385	647	654	-0,678	0,82	3383	650	15,724	19,587	4469832.50	5332439,5
9345	37	34	2,49	3385	3395	263	267	-0,426	0,843	3390	265	4,667	5,812	4469827.50	5332442
9618	191	74	2,28	3450	3463	126	147	-0,419	0,864	3456	136	13,019	16,16	4469792.50	5332444,5
9773	34	32	2,4	3479	3485	188	195	-0,455	0,821	3482	191	8,138	10,088	4469797.50	5332467
9817	65	40	1,96	3488	3499	35	42	-0,457	0,9	3493	38	17,919	22,202	4469780.00	5332454,5
9868	75	48	2,44	3497	3505	129	142	0,484	0,901	3501	135	12,771	15,817	4469777.50	5332459,5
9893	115	56	2,17	3504	3516	158	171	-0,405	0,879	3510	164	9,417	11,659	4469787.50	5332477
9913	155	60	1,85	3507	3519	51	66	-0,659	0,91	3513	58	16,728	20,707	4469772.50	5332462
9938	138	64	2,36	3514	3522	13	34	-0,689	0,866	3518	23	18,528	22,929	4469772.50	5332464,5
10016	97	54	2,39	3533	3547	1099	1108	0,432	0,883	3540	1103	38,122	47,128	4469765.00	5332472
10023	74	46	2,28	3535	3549	141	148	-0,409	0,877	3542	144	10,304	12,738	4469775.00	5332487
10077	84	44	1,83	3550	3561	174	183	-0,52	0,81	3555	178	8,463	10,455	4469772.50	5332489,5
10117	45	36	2,29	3566	3573	168	177	-0,475	0,884	3569	172	8,708	10,75	4469767.50	5332494,5
10190	160	66	2,17	3590	3604	52	67	-0,576	0,873	3597	59	16,092	19,841	4469745.00	5332487
10211	34	30	2,11	3597	3604	138	144	-0,477	0,901	3600	141	10,169	12,537	4469755.00	5332502
10244	29	26	1,85	3606	3610	675	682	-0,49	0,861	3608	678	17,799	21,934	4469752.50	5332504,5
10248	163	78	2,97	3607	3633	189	198	-0,642	0,807	3620	193	7,306	8,999	4469750.00	5332509,5
10273	63	40	2,02	3614	3623	1107	1115	-0,454	0,803	3618	1111	40,362	49,718	4469750.00	5332507
10391	97	54	2,39	3643	3654	795	808	-0,449	0,834	3648	801	22,742	27,975	4469727.50	5332504,5
10413	57	38	2,02	3647	3655	125	133	-0,477	0,863	3651	129	10,334	12,71	4469740.00	5332519,5
10495	68	42	2,06	3664	3673	632	641	-0,507	0,819	3668	636	16,05	19,725	4469735.00	5332524,5
10608	22	20	1,45	3691	3696	741	744	-0,468	0,822	3693	742	21,7	26,639	4469727.50	5332534,5
10668	143	68	2,57	3707	3730	102	109	-0,56	0,837	3718	105	10,934	13,408	4469720.00	5332542
10790	199	86	2,96	3738	3750	106	133	-0,587	0,84	3744	119	9,967	12,209	4469710.00	5332549,5
10797	29	28	2,15	3738	3744	1106	1111	-0,437	0,848	3741	1108	40,828	50,016	4469712.50	5332549,5
10862	104	52	2,07	3752	3765	417	428	-0,401	0,874	3758	422	5,712	6,993	4469707.50	5332554,5
10967	49	42	2,86	3779	3787	1222	1231	-0,419	0,806	3783	1226	-39,545	-48,356	4469685.00	5332547
11011	48	36	2,15	3790	3801	918	923	-0,454	0,84	3795	920	-55,163	-67,418	4469680.00	5332552
11064	32	26	1,68	3801	3806	1190	1195	-0,522	0,843	3803	1192	-39,261	-47,967	4469692.50	5332569,5
11135	29	28	2,15	3822	3829	846	851	-0,412	0,827	3825	848	-58,711	-71,663	4469670.00	5332559,5
11195	153	68	2,41	3841	3858	376	389	-0,526	0,866	3849	382	4,388	5,35	4469677.50	5332584,5

11202	36	36	2,86	3842	3849	869	877	-0,494	0,83	3845	873	-57,349	-69,941	4469665.00	5332567
11348	70	44	2,2	3889	3897	58	67	-0,507	0,819	3893	62	13,355	16,255	4469650.00	5332584,5
11388	191	76	2,41	3900	3915	440	460	0,424	0,937	3907	450	6,476	7,877	4469647.50	5332589,5
11430	92	50	2,16	3912	3926	365	374	-0,753	0,882	3919	369	4,249	5,166	4469655.00	5332607
11491	28	26	1,92	3934	3938	151	158	-0,41	0,801	3936	154	6,489	7,884	4469650.00	5332612
11525	30	24	1,53	3946	3952	455	459	-0,464	0,807	3949	457	7,288	8,85	4469635.00	5332604,5
11584	39	30	1,84	3960	3965	551	558	-0,507	0,896	3962	554	13,893	16,862	4469642.50	5332622
11596	35	32	2,33	3963	3973	184	188	-0,474	0,819	3968	186	4,611	5,594	4469640.00	5332624,5
13614	35	30	2,05	86	94	183	187	0,499	0,832	90	185	-29,452	-55,6	4471060.00	5331202
13661	14	18	1,84	213	217	355	358	0,446	0,895	215	356	39,408	71,577	4471002.50	5331262
13712	15	18	1,72	310	314	345	348	0,452	0,936	312	346	38,158	67,466	4470960.00	5331307
13720	40	30	1,79	328	336	346	351	0,527	0,957	332	348	37,618	66,162	4470950.00	5331314,5
13728	53	40	2,4	351	363	636	642	0,516	0,815	357	639	15,898	27,782	4470940.00	5331327
13757	16	20	1,99	423	426	557	562	0,479	0,848	424	559	17,903	30,771	4470925.00	5331372
13810	21	24	2,18	554	559	141	146	0,475	0,828	556	143	-39,378	-65,678	4470867.50	5331429,5
13839	15	20	2,12	598	601	54	59	0,533	0,929	599	56	-34,042	-56,263	4470847.50	5331447
13853	37	30	1,94	612	620	353	358	0,442	0,91	616	355	31,667	52,153	4470827.50	5331439,5
13854	33	34	2,79	613	621	437	443	0,521	0,921	617	440	23,15	38,118	4470842.50	5331454,5
14271	35	30	2,05	905	912	287	293	0,449	0,879	908	290	27,402	42,754	4470730.00	5331584,5
14368	54	36	1,91	974	984	210	216	-0,587	0,879	979	213	-51,039	-78,721	4470690.00	5331599,5
14386	15	18	1,72	984	988	1047	1050	0,653	0,801	986	1048	23,027	35,477	4470687.50	5331602
14425	23	24	1,99	1017	1023	1275	1279	0,5	0,866	1020	1277	39,05	59,844	4470675.00	5331617
14434	41	36	2,52	1027	1038	442	447	-0,453	0,879	1032	444	16,846	25,77	4470672.50	5331622
14519	14	18	1,84	1081	1084	985	989	0,516	0,816	1082	987	20,582	31,247	4470655.00	5331644,5
14684	43	30	1,67	1182	1189	499	505	0,72	0,811	1185	502	9,639	14,418	4470620.00	5331692
14715	83	44	1,86	1204	1214	83	93	-0,63	0,823	1209	88	36,422	54,302	4470612.50	5331702
14867	15	18	1,72	1292	1296	229	232	1,144	0,808	1294	230	22,867	33,707	4470597.50	5331754,5
15022	73	46	2,31	1394	1408	1260	1266	-0,708	0,804	1401	1263	42,993	62,524	4470542.50	5331779,5
15143	82	48	2,24	1473	1486	231	239	0,56	0,877	1479	235	20,485	29,513	4470525.00	5331822
15157	72	42	1,95	1485	1496	141	149	-0,744	0,871	1490	145	26,122	37,587	4470520.00	5331824,5
15223	29	28	2,15	1530	1535	1088	1094	0,662	0,804	1532	1091	34,621	49,576	4470502.50	5331839,5
15246	65	36	1,59	1543	1551	89	97	0,526	0,807	1547	93	-55,947	-79,977	4470497.50	5331844,5
15722	26	26	2,07	1862	1869	377	381	0,49	0,829	1865	379	10,261	14,192	4470362.50	5331937

15764	61	46	2,76	1887	1893	319	331	0,446	0,877	1890	325	13,452	18,562	4470352.50	5331947
16307	66	42	2,13	2283	2295	106	113	-0,574	0,838	2289	109	12,225	16,301	4470215.00	5332089,5
16312	87	44	1,77	2285	2298	199	206	0,649	0,888	2291	202	43,024	57,363	4470197.50	5332072
16336	92	52	2,34	2302	2316	97	106	-0,619	0,922	2309	101	30,61	40,756	4470207.50	5332097
16405	32	26	1,68	2350	2357	319	323	-0,615	0,843	2353	321	29,131	38,656	4470190.00	5332109,5
16835	53	40	2,4	2628	2636	1196	1203	-0,524	0,801	2632	1199	28,087	36,537	4470090.00	5332199,5
17078	94	46	1,79	2768	2776	31	43	-0,654	0,823	2772	37	34,109	43,97	4470040.00	5332244,5
17302	66	42	2,13	2873	2883	262	271	-0,619	0,822	2878	266	20,43	26,164	4470002.50	5332277
17342	24	24	1,91	2890	2895	14	19	-0,505	0,824	2892	16	26,438	33,83	4469997.50	5332282
17372	52	38	2,21	2905	2912	681	689	0,467	0,827	2908	685	29,886	38,204	4469992.50	5332287
17424	128	58	2,09	2933	2947	159	172	0,803	0,859	2940	165	37,611	47,989	4469965.00	5332277
17556	53	38	2,17	3020	3029	666	673	-0,605	0,806	3024	669	20,997	26,661	4469950.00	5332324,5
17595	20	20	1,59	3048	3053	600	603	0,415	0,881	3050	601	44,955	56,996	4469942.50	5332332
17788	18	20	1,77	3155	3160	482	485	-0,593	0,859	3157	483	21,018	26,49	4469905.00	5332364,5
17836	41	32	1,99	3185	3192	302	308	0,557	0,808	3188	305	19,256	24,23	4469895.00	5332374,5
17868	25	24	1,83	3209	3213	185	191	0,42	0,858	3211	188	15,966	20,065	4469875.00	5332367
17976	32	30	2,24	3272	3280	21	25	-0,477	0,816	3276	23	7,917	9,916	4469852.50	5332387
18106	17	18	1,52	3321	3324	72	76	0,431	0,88	3322	74	10,202	12,748	4469837.50	5332402
18278	15	22	2,57	3389	3393	16	21	-0,72	0,811	3391	18	30,178	37,577	4469815.00	5332424,5
18488	23	24	1,99	3462	3467	64	69	-0,599	0,825	3464	66	43,489	53,958	4469790.00	5332447
18593	83	52	2,59	3493	3501	165	180	0,648	0,878	3497	172	3,856	4,777	4469780.00	5332457
18847	61	38	1,88	3616	3628	13	18	-0,967	0,812	3622	15	44,233	54,476	4469737.50	5332497
18936	15	22	2,57	3663	3670	477	479	-0,52	0,836	3666	478	4,657	5,723	4469722.50	5332509,5
18964	14	20	2,27	3682	3687	87	90	-0,717	0,886	3684	88	19,827	24,35	4469717.50	5332517
18985	21	24	2,18	3693	3699	463	467	0,657	0,945	3696	465	45,957	56,41	4469712.50	5332519,5
19037	17	22	2,27	3735	3739	40	45	-0,738	0,808	3737	42	33,683	41,27	4469700.00	5332532
19165	22	22	1,75	3809	3814	460	464	-0,604	0,813	3811	462	36,122	44,118	4469675.00	5332557

## Ergebnistabellen des Radarüberflugs 0740\_coher08, Rosenheimer Straße, 11. November 1999, 08:41 MEZ

Alle Angaben beziehen sich auf das jeweils detektierte Fahrzeug (Objekt):

**objnr** = Objektnummer, **area** = Fläche des detektierten Fahrzeugs in Pixel, **umfverh** = Verhältnis Umfang zu Durchmesser, **xmin** = kleinste X-Koordinate des Fahrzeugs, **xmax** = größte X-Koordinate, **ymin** = kleinste Y-Koordinate, **ymax** = größte Y-Koordinate, **phase** = Phasenwert, **coher** = Kohärenzwert, **centx** = X-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **centy** = Y-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **geschw\_sl** = Geschwindigkeit in Slant Range, **geschw\_gr** = Geschwindigkeit in Ground Range, ist die endgültige, **x\_koord** = X-Koordinate in Rechtswert (Gauß-Krüger), **y\_koord** = Y-Koordinate in Hochwert (Gauß-Krüger).

objnr	area	peri	umfverh	xmin	xmax	ymin	xmax	phase	coher	centx	centy	geschw_sl	geschw_gr	x_koord	y_koord
6	48	36	2,15	33	38	963	972	0,483	0,805	35	967	2,943	5,657	4471100.00	5331189,5
35	31	32	2,63	56	65	447	451	0,5	0,935	60	449	34,178	65,128	4471075.00	5331187
39	28	26	1,92	60	65	574	580	0,461	0,821	62	577	23,071	43,933	4471087.50	5331202
49	41	38	2,8	67	80	957	961	-0,468	0,804	73	959	3,078	5,839	4471082.50	5331209,5
81	108	54	2,15	117	132	352	362	0,416	0,86	124	357	36,595	68,286	4471057.50	5331232
145	56	36	1,84	167	175	269	277	-0,665	0,821	171	273	41,16	75,694	4471037.50	5331257
156	124	54	1,87	178	188	241	254	-0,528	0,839	183	247	42,621	78,099	4471032.50	5331262
166	116	60	2,47	188	206	854	863	-0,434	0,865	197	858	3,596	6,562	4471015.00	5331257
194	20	20	1,59	206	209	961	966	0,59	0,962	207	963	3,606	6,562	4471010.00	5331259,5
202	427	106	2,09	212	243	1043	1063	1,102	0,831	227	1053	12,02	21,744	4471012.50	5331282
204	143	62	2,14	213	229	973	986	0,534	0,86	221	979	4,938	8,948	4471005.00	5331267
225	241	74	1,81	223	238	1080	1100	0,763	0,823	230	1090	14,529	26,261	4471012.50	5331284,5
283	191	76	2,41	256	277	1238	1251	0,706	0,844	266	1244	23,274	41,643	4470985.00	5331289,5
304	110	56	2,27	265	282	439	447	0,459	0,885	273	443	29,635	52,921	4470982.50	5331292
305	27	26	1,99	265	272	1115	1119	0,439	0,888	268	1117	16,879	30,184	4470995.00	5331302
352	32	28	1,95	297	303	31	37	0,4	0,804	300	34	-28,545	-50,604	4470970.00	5331304,5
371	150	64	2,17	309	328	338	348	0,449	0,91	318	343	35,463	62,568	4470960.00	5331312
383	191	64	1,71	319	334	968	983	0,71	0,823	326	975	6,201	10,918	4470957.50	5331314,5
396	37	30	1,94	327	335	1211	1216	0,46	0,822	331	1213	21,89	38,489	4470955.00	5331317
453	108	62	2,83	364	385	397	403	0,416	0,926	374	400	30,775	53,521	4470935.00	5331334,5
478	55	36	1,88	383	391	136	143	0,521	0,85	387	139	-39,124	-67,821	4470940.00	5331354,5
480	56	38	2,05	385	397	337	342	0,407	0,901	391	339	34,468	59,691	4470927.50	5331344,5
494	66	46	2,55	395	407	1151	1160	0,445	0,846	401	1155	18,822	32,515	4470922.50	5331347

507	59	32	1,38	407	415	444	450	0,468	0,823	411	447	25,089	43,236	4470930.00	5331364,5
515	33	32	2,47	413	419	1060	1067	-0,509	0,849	416	1063	15,018	25,85	4470927.50	5331367
550	87	42	1,61	439	449	535	544	0,435	0,812	444	539	18,595	31,793	4470915.00	5331379,5
591	48	36	2,15	492	497	1188	1199	0,504	0,829	494	1193	22,231	37,573	4470882.50	5331387
619	28	26	1,92	527	532	609	615	0,436	0,803	529	612	14,656	24,577	4470867.50	5331402
641	26	22	1,48	547	551	69	74	-0,413	0,856	549	71	-37,778	-63,076	4470870.00	5331424,5
651	149	60	1,92	555	571	181	192	0,404	0,851	563	186	39,312	65,439	4470865.00	5331432
679	52	36	1,98	596	605	677	684	0,452	0,86	600	680	9,322	15,397	4470837.50	5331434,5
689	36	34	2,56	610	621	364	368	0,408	0,905	615	366	29,033	47,804	4470830.00	5331439,5
699	43	38	2,67	621	633	35	40	0,43	0,847	627	37	-37,124	-60,977	4470837.50	5331457
714	150	70	2,6	638	660	916	926	0,523	0,853	649	921	6,629	10,84	4470817.50	5331454,5
719	38	28	1,64	644	651	178	183	0,442	0,842	647	180	38,087	62,305	4470830.00	5331467
753	24	26	2,24	668	673	526	532	0,46	0,875	670	529	17,771	28,938	4470807.50	5331462
796	92	50	2,16	705	719	343	352	-0,464	0,87	712	347	26,256	42,408	4470805.00	5331494,5
843	20	22	1,93	743	748	366	370	-0,443	0,86	745	368	24,302	39,009	4470790.00	5331509,5
865	100	48	1,83	758	769	165	175	0,443	0,935	763	170	36,295	58,065	4470785.00	5331517
877	26	24	1,76	769	775	597	601	0,404	0,853	772	599	11,688	18,668	4470767.50	5331507
893	69	42	2,03	782	792	110	117	0,411	0,951	787	113	39,344	62,667	4470775.00	5331527
898	70	42	2,01	785	796	306	314	-0,42	0,893	790	310	27,044	43,053	4470772.50	5331529,5
911	95	52	2,27	797	813	602	609	0,441	0,818	805	605	10,783	17,12	4470755.00	5331522
966	25	26	2,15	828	832	613	620	0,414	0,844	830	616	9,704	15,338	4470745.00	5331532
1041	107	52	2,01	875	891	558	566	0,411	0,81	883	562	12,142	19,018	4470725.00	5331554,5
1245	122	58	2,19	1007	1023	194	205	0,452	0,816	1015	199	31,197	47,83	4470680.00	5331614,5
1316	82	46	2,05	1059	1072	30	38	-0,401	0,846	1065	34	39,92	60,738	4470662.50	5331637
1476	29	28	2,15	1133	1142	125	128	0,495	0,88	1137	126	32,664	49,178	4470637.50	5331669,5
1524	34	32	2,4	1153	1162	514	517	0,413	0,947	1157	515	6,889	10,342	4470645.00	5331694,5
1920	85	48	2,16	1273	1286	208	216	0,401	0,829	1279	212	22,615	33,392	4470600.00	5331744,5
1963	40	30	1,79	1285	1293	141	146	-0,403	0,853	1289	143	26,477	39,042	4470597.50	5331749,5
2423	20	24	2,29	1449	1456	721	724	-0,44	0,807	1452	722	6,857	9,909	4470522.50	5331794,5
2592	108	54	2,15	1495	1509	102	113	-0,417	0,814	1502	107	26,21	37,651	4470515.00	5331827
2672	23	24	1,99	1538	1544	368	372	0,482	0,939	1541	370	12,614	18,039	4470487.50	5331827
2753	26	28	2,4	1570	1578	270	273	-0,41	0,878	1574	271	17,946	25,57	4470477.50	5331839,5
2949	21	20	1,52	1641	1646	136	139	-0,484	0,805	1643	137	23,199	32,807	4470460.00	5331874,5

2991	71	48	2,58	1662	1676	1048	1055	0,517	0,802	1669	1051	-56,264	-79,347	4470450.00	5331884,5
3392	124	58	2,16	1826	1843	947	957	-0,671	0,939	1834	952	21,415	29,701	4470372.50	5331924,5
3556	71	46	2,37	1901	1913	1031	1039	-0,479	0,865	1907	1035	-56,856	-78,311	4470355.00	5331959,5
3726	33	32	2,47	1977	1986	1129	1134	-0,405	0,858	1981	1131	-53,243	-72,838	4470315.00	5331972
3730	22	22	1,75	1978	1982	1252	1257	-0,501	0,898	1980	1254	39,857	54,531	4470327.50	5331984,5
3883	27	24	1,7	2027	2033	1210	1214	0,467	0,809	2030	1212	37,651	51,285	4470307.50	5331999,5
3907	83	54	2,8	2032	2049	960	968	-0,471	0,838	2040	964	22,511	30,635	4470292.50	5331989,5
4125	59	40	2,16	2083	2093	946	953	-0,433	0,85	2088	949	21,86	29,626	4470275.00	5332004,5
4395	39	28	1,6	2159	2166	142	147	0,427	0,864	2162	144	19,225	25,893	4470257.50	5332044,5
4495	41	28	1,52	2189	2195	571	577	-0,469	0,816	2192	574	3,928	5,278	4470247.50	5332052
4719	34	34	2,71	2249	2257	328	333	-0,476	0,822	2253	330	8,685	11,612	4470225.00	5332072
4857	37	30	1,94	2296	2303	207	213	0,505	0,887	2299	210	16,43	21,887	4470197.50	5332074,5
4885	123	60	2,33	2305	2324	84	93	-0,445	0,87	2314	88	21,04	27,997	4470202.50	5332092
4995	25	28	2,5	2348	2356	635	638	-0,524	0,801	2352	636	6,296	8,354	4470177.50	5332092
5159	20	22	1,93	2400	2404	858	863	0,485	0,816	2402	860	18,262	24,14	4470157.50	5332107
5339	49	30	1,46	2458	2464	372	379	-0,413	0,849	2461	375	4,973	6,545	4470150.00	5332139,5
5391	114	56	2,19	2478	2497	184	191	0,448	0,808	2487	187	16,223	21,313	4470127.50	5332134,5
5410	59	40	2,16	2484	2496	22	28	-0,403	0,87	2490	25	22,902	30,081	4470140.00	5332149,5
5425	108	52	1,99	2489	2505	209	217	0,464	0,817	2497	213	14,803	19,433	4470125.00	5332137
5619	21	26	2,56	2563	2568	195	200	-0,776	0,817	2565	197	15,121	19,757	4470100.00	5332159,5
5782	22	24	2,08	2606	2611	245	250	0,593	0,843	2608	247	12,245	15,952	4470085.00	5332174,5
5818	26	26	2,07	2618	2623	345	351	-0,41	0,82	2620	348	5,347	6,96	4470092.50	5332189,5
5831	24	26	2,24	2621	2627	912	917	-0,458	0,878	2624	914	21,943	28,556	4470080.00	5332179,5
5967	35	26	1,54	2668	2674	1149	1154	-0,41	0,883	2671	1151	35,812	46,459	4470075.00	5332207
6161	34	28	1,83	2734	2741	204	209	-0,458	0,802	2737	206	13,41	17,322	4470040.00	5332214,5
7011	32	34	2,87	2978	2991	98	100	-0,41	0,926	2984	99	17,042	21,685	4469952.50	5332292
7108	32	34	2,87	3004	3011	1046	1053	0,408	0,817	3007	1049	-54,775	-69,607	4469945.00	5332299,5
7145	33	26	1,63	3015	3021	144	149	0,403	0,82	3018	146	14,493	18,405	4469942.50	5332304,5
7232	36	28	1,73	3045	3050	31	38	-0,449	0,838	3047	34	19,795	25,098	4469930.00	5332312
7313	72	48	2,55	3076	3090	694	702	0,431	0,817	3083	698	14,546	18,405	4469930.00	5332337
7367	24	26	2,24	3100	3108	191	194	-0,529	0,878	3104	192	10,056	12,709	4469922.50	5332344,5
7645	24	24	1,91	3176	3182	189	193	0,429	0,846	3179	191	11,172	14,062	4469885.00	5332354,5
7671	47	34	1,96	3181	3191	598	603	0,447	0,843	3186	600	10,284	12,939	4469895.00	5332369,5

7823	44	34	2,09	3231	3238	858	866	-0,409	0,807	3234	862	21,589	27,095	4469867.50	5332372
7889	23	22	1,67	3256	3259	660	666	-0,422	0,833	3257	663	13,677	17,144	4469870.00	5332394,5
8041	50	36	2,06	3292	3299	1034	1042	-0,42	0,824	3295	1038	-54,405	-68,064	4469847.50	5332392
8104	84	48	2,18	3310	3325	40	46	-0,42	0,842	3317	43	17,277	21,59	4469840.00	5332399,5
8118	108	48	1,7	3313	3325	843	853	0,423	0,867	3319	848	-61,864	-77,3	4469850.00	5332412
8545	157	76	2,93	3403	3424	695	705	-0,409	0,821	3413	700	16,17	20,11	4469820.00	5332442
8851	33	28	1,89	3470	3477	22	27	-0,459	0,837	3473	24	16,973	21,046	4469787.50	5332447
9029	100	50	1,99	3518	3529	13	24	-0,56	0,847	3523	18	16,857	20,853	4469772.50	5332464,5
9031	54	40	2,36	3518	3526	203	211	-0,418	0,816	3522	207	6,441	7,968	4469782.50	5332474,5
9084	125	58	2,14	3533	3547	127	139	-0,407	0,811	3540	133	9,785	12,095	4469777.50	5332482
9285	29	26	1,85	3571	3579	715	718	0,437	0,831	3575	716	17,747	21,901	4469765.00	5332494,5
9373	50	36	2,06	3597	3605	31	39	-0,455	0,866	3601	35	15,447	19,04	4469745.00	5332489,5
9465	195	84	2,88	3620	3645	969	978	0,429	0,86	3632	973	-56,239	-69,221	4469735.00	5332497
9537	91	58	2,94	3639	3654	923	931	-0,435	0,82	3646	927	-56,783	-69,847	4469742.50	5332514,5
9573	40	32	2,04	3648	3656	802	808	0,462	0,809	3652	805	20,724	25,484	4469730.00	5332504,5
9656	57	36	1,81	3670	3679	54	61	-0,413	0,932	3674	57	13,863	17,031	4469722.50	5332512
10360	71	40	1,79	3872	3882	769	777	0,406	0,932	3877	773	20,21	24,612	4469655.00	5332574,5
10460	50	32	1,63	3908	3916	386	392	-0,47	0,84	3912	389	4,129	5,021	4469655.00	5332597
10573	153	58	1,75	3942	3957	739	751	0,466	0,86	3949	745	19,236	23,355	4469632.50	5332597
12740	49	36	2,1	161	171	295	300	-0,435	0,908	166	297	39,667	73,059	4471040.00	5331252
12788	51	30	1,4	218	226	1024	1029	0,808	0,881	222	1026	10,141	18,371	4471015.00	5331279,5
12832	15	20	2,12	251	255	237	241	0,722	0,813	253	239	-41,162	-73,914	4470990.00	5331282
12856	28	30	2,56	285	295	346	349	0,414	0,933	290	347	35,687	63,435	4470972.50	5331299,5
12868	43	32	1,9	303	310	183	190	0,537	0,808	306	186	-40,674	-71,99	4470977.50	5331319,5
12907	30	30	2,39	391	400	526	530	0,567	0,891	395	528	20,074	34,729	4470937.50	5331357
12940	43	34	2,14	544	552	1222	1229	0,635	0,801	548	1225	24,811	41,434	4470860.00	5331412
12945	19	22	2,03	555	562	246	248	-0,416	0,889	558	247	37,549	62,572	4470855.00	5331414,5
13004	66	36	1,56	735	745	112	118	0,461	0,912	740	115	-42,24	-67,865	4470780.00	5331492
13005	23	26	2,34	735	742	556	560	0,474	0,852	738	558	14,803	23,793	4470782.50	5331492
13017	50	42	2,81	760	770	1096	1104	-0,433	0,821	765	1100	19,411	31,042	4470770.00	5331504,5
13053	28	28	2,23	831	838	304	309	-0,401	0,853	834	306	26,44	41,763	4470757.50	5331549,5
13181	25	24	1,83	1069	1076	189	192	0,514	0,815	1072	190	30,365	46,153	4470660.00	5331642
13234	31	28	2,01	1146	1154	1037	1041	-0,655	0,803	1150	1039	22,03	33,107	4470632.50	5331677

13288	38	36	2,71	1177	1186	1041	1047	-0,536	0,821	1181	1044	22,822	34,146	4470622.50	5331689,5
13530	47	38	2,44	1307	1319	432	437	-0,47	0,806	1313	434	9,174	13,485	4470590.00	5331759,5
13688	22	24	2,08	1456	1462	147	151	-0,551	0,87	1459	149	24,261	35,027	4470532.50	5331812
13756	44	32	1,85	1493	1501	659	665	0,459	0,916	1497	662	3,731	5,362	4470505.00	5331812
13846	42	32	1,94	1549	1556	892	898	0,423	0,875	1552	895	17,412	24,871	4470485.00	5331832
14290	126	62	2,43	1820	1838	995	1004	0,644	0,905	1829	999	24,006	33,311	4470375.00	5331922
14830	20	22	1,93	2130	2136	752	755	-0,562	0,814	2133	753	13,22	17,848	4470270.00	5332034,5
14964	14	18	1,84	2203	2205	953	958	-0,63	0,828	2204	955	22,562	30,285	4470232.50	5332044,5
15716	26	28	2,4	2687	2694	94	99	-0,442	0,893	2690	96	19,331	25,047	4470057.50	5332202
15725	23	26	2,34	2696	2704	24	27	-0,453	0,896	2700	25	21,223	27,48	4470065.00	5332217
15921	36	28	1,73	2813	2820	266	271	-0,442	0,806	2816	268	8,147	10,472	4470025.00	5332254,5
16112	19	22	2,03	2898	2903	714	718	0,494	0,845	2900	716	14,673	18,763	4469992.50	5332279,5
16163	17	20	1,87	2921	2925	561	565	-0,562	0,809	2923	563	5,567	7,109	4469975.00	5332274,5
16691	28	24	1,64	3228	3233	880	885	-0,482	0,92	3230	882	22,538	28,291	4469870.00	5332372
17181	16	20	1,99	3419	3425	22	24	-0,439	0,825	3422	23	17,428	21,665	4469805.00	5332432
17618	31	30	2,31	3612	3616	1145	1154	-0,444	0,904	3614	1149	38,126	46,966	4469752.50	5332504,5
17753	39	28	1,6	3675	3681	687	693	-0,547	0,86	3678	690	17,05	20,942	4469732.50	5332527
17769	20	26	2,69	3686	3691	890	896	-0,461	0,862	3688	893	-58,188	-71,441	4469730.00	5332529,5

## Ergebnistabelle des Radarüberflugs a99\_0756, Autobahnabschnitt A92, 11. November 1999, 08:57 MEZ

Alle Angaben beziehen sich auf das jeweils detektierte Fahrzeug (Objekt):

**objnr** = Objektnummer, **area** = Fläche des detektierten Fahrzeugs in Pixel, **umfverh** = Verhältnis Umfang zu Durchmesser, **xmin** = kleinste X-Koordinate des Fahrzeugs, **xmax** = größte X-Koordinate, **ymin** = kleinste Y-Koordinate, **ymax** = größte Y-Koordinate, **phase** = Phasenwert, **coher** = Kohärenzwert, **centx** = X-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **centy** = Y-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **geschw\_sl** = Geschwindigkeit in Slant Range, **geschw\_gr** = Geschwindigkeit in Ground Range, ist die endgültige, **x\_koord** = X-Koordinate in Rechtswert (Gauß-Krüger), **y\_koord** = Y-Koordinate in Hochwert (Gauß-Krüger).

objnr	area	peri	umfverh	xmin	xmax	ymin	xmax	phase	coher	centx	centy	geschw_sl	geschw_gr	x_koord	y_koord
3	146	66	2.37	60	75	1094	1107	-0.818	0.387	67	1100	-83.989	-174.520	4474272.50	5354622.50
4	196	64	1.66	108	126	1095	1107	-0.695	0.511	117	1101	-84.239	-171.453	4474305.00	5354632.50
8	92	54	2.52	398	411	1329	1338	-0.737	0.439	404	1333	-65.122	-120.072	4474487.50	5354690.00
10	128	58	2.09	413	424	1356	1370	1.179	0.312	418	1363	104.235	191.401	4474487.50	5354707.50
11	65	36	1.59	419	427	1333	1341	0.804	0.258	423	1337	-67.280	-123.362	4474490.00	5354710.00
12	255	84	2.20	421	440	1390	1410	1.378	0.555	430	1400	107.282	196.311	4474495.00	5354710.00
21	723	130	1.86	448	485	1389	1413	2.133	0.446	466	1401	107.373	194.480	4474517.50	5354717.50
24	642	146	2.64	459	488	1354	1388	0.979	0.358	473	1371	104.924	189.674	4474522.50	5354717.50
33	234	72	1.76	523	539	1464	1481	0.963	0.457	531	1472	-53.688	-95.544	4474565.00	5354712.50
35	267	74	1.63	600	619	840	856	-0.677	0.902	609	848	-63.194	-110.253	4474602.50	5354742.50
37	146	56	1.71	617	629	1458	1470	0.904	0.437	623	1464	-54.198	-94.235	4474620.00	5354727.50
38	466	100	1.71	655	677	1433	1457	1.173	0.451	666	1445	111.296	191.537	4474635.00	5354752.50
47	940	154	2.01	694	742	1419	1445	1.792	0.724	718	1432	-56.597	-96.246	4474675.00	5354742.50
51	33	34	2.79	706	710	1271	1281	0.444	0.549	708	1276	-69.005	-117.611	4474667.50	5354742.50
52	71	46	2.37	713	721	1401	1412	0.453	0.498	717	1406	108.308	184.225	4474665.00	5354760.00
55	122	66	2.84	723	735	1373	1389	0.685	0.516	729	1381	106.356	180.420	4474675.00	5354762.50
68	49	40	2.60	791	802	1118	1125	0.976	0.561	796	1121	86.096	143.945	4474712.50	5354772.50
70	217	68	1.70	990	1007	1466	1481	1.515	0.463	998	1473	-52.972	-85.128	4474832.50	5354787.50
77	216	68	1.70	1023	1039	1289	1305	-0.584	0.947	1031	1297	-66.392	-106.063	4474850.00	5354792.50
85	547	116	1.96	1086	1124	1065	1083	-0.909	0.806	1105	1074	-83.099	-131.062	4474892.50	5354805.00
87	101	54	2.30	1103	1120	1097	1105	0.696	0.704	1111	1101	86.107	135.669	4474887.50	5354822.50
93	801	136	1.84	1278	1310	1410	1444	1.899	0.645	1294	1427	-55.587	-85.080	4474995.00	5354830.00
95	691	136	2.13	1294	1328	1084	1116	1.258	0.719	1311	1100	87.443	133.501	4474995.00	5354847.50

103	785	150	2.28	1444	1496	1053	1074	1.092	0.882	1470	1063	85.904	128.252	4475080.00	5354867.50
107	1246	216	2.98	1506	1552	1422	1470	2.356	0.437	1529	1446	-53.162	-78.756	4475120.00	5354860.00
110	2141	240	2.14	1562	1635	1405	1448	2.623	0.737	1598	1426	-54.311	-79.756	4475155.00	5354867.50
111	316	98	2.42	1577	1611	1040	1053	-0.614	0.872	1594	1046	-83.789	-123.106	4475145.00	5354882.50
113	1114	160	1.83	1659	1701	1386	1421	2.003	0.628	1680	1403	-55.522	-80.726	4475200.00	5354875.00
116	434	106	2.06	1777	1803	1046	1070	0.981	0.586	1790	1058	88.197	126.620	4475250.00	5354902.50
117	642	134	2.23	1837	1885	1015	1032	1.134	0.790	1861	1023	86.376	123.044	4475285.00	5354910.00
120	707	136	2.08	1932	1972	966	991	-0.917	0.754	1952	978	-83.483	-117.791	4475340.00	5354905.00
121	1153	206	2.93	1968	2047	990	1009	1.123	0.870	2007	999	86.015	120.690	4475360.00	5354925.00
125	304	98	2.51	2140	2171	1300	1314	0.748	0.806	2155	1307	108.337	149.864	4475437.50	5354937.50
128	422	106	2.12	2168	2199	594	612	-0.701	0.715	2183	603	-62.751	-86.581	4475457.50	5354927.50
130	309	90	2.09	2611	2640	510	524	-0.792	0.714	2625	517	-61.768	-82.171	4475675.00	5354967.50
131	233	70	1.67	2655	2670	1300	1317	0.734	0.520	2662	1308	-139.114	-184.562	4475700.00	5354955.00
132	444	108	2.09	2666	2696	979	1001	0.915	0.811	2681	990	-74.711	-98.981	4475710.00	5354955.00
133	659	124	1.86	3270	3305	629	652	-1.360	0.461	3287	640	91.003	115.962	4476002.50	5355002.50
141	555	130	2.42	3812	3856	610	629	0.928	0.841	3834	619	85.267	105.645	4476272.50	5355012.50
2154	57	40	2.23	521	534	1362	1367	1.170	0.518	527	1364	104.425	186.034	4474555.00	5354727.50
2160	446	106	2.00	1219	1255	1085	1100	1.249	0.899	1237	1092	86.294	133.228	4474955.00	5354837.50

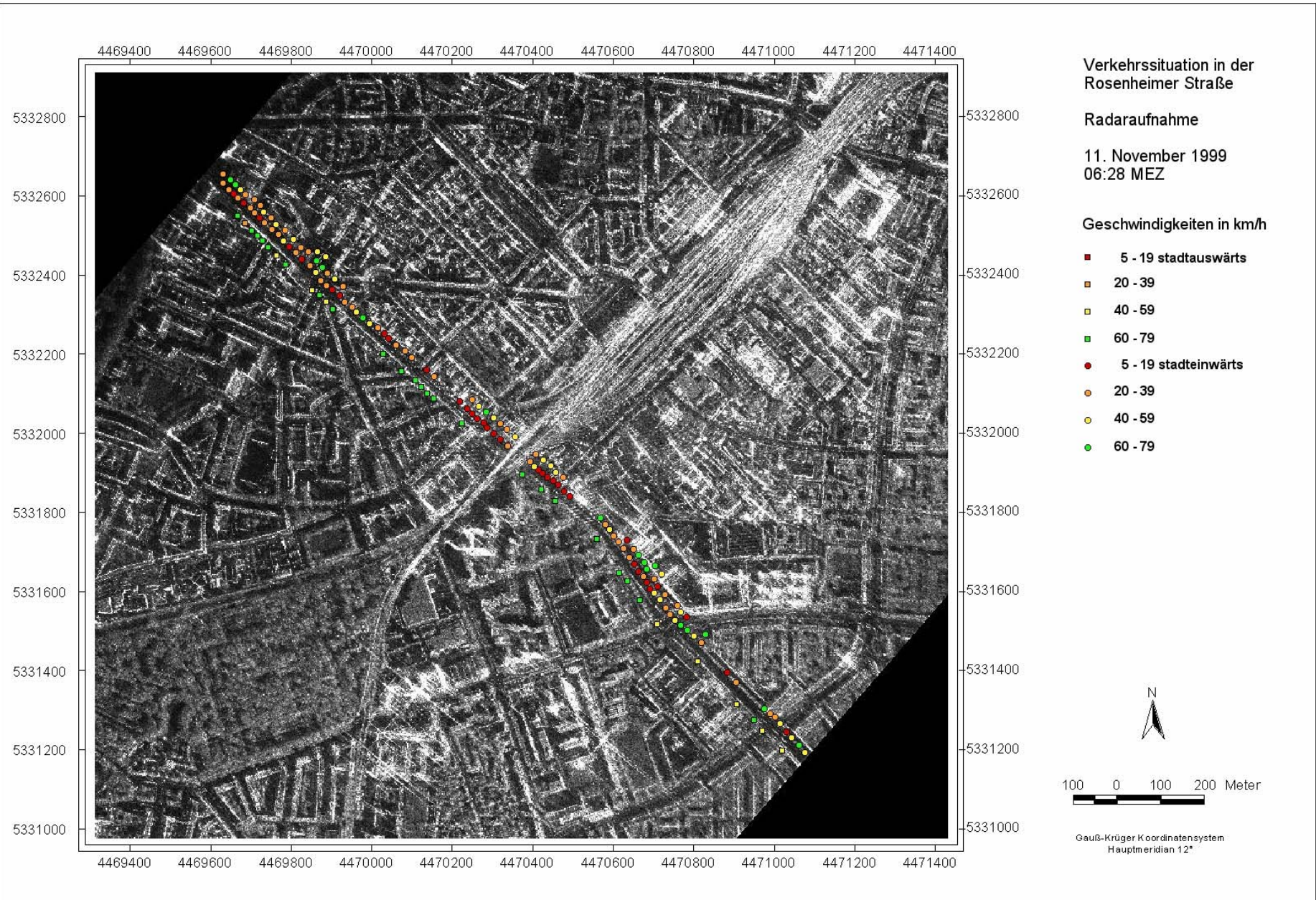
## Ergebnistabelle des Radarüberflugs a99\_0807, Autobahnabschnitt A92, 11. November 1999, 09:07 MEZ

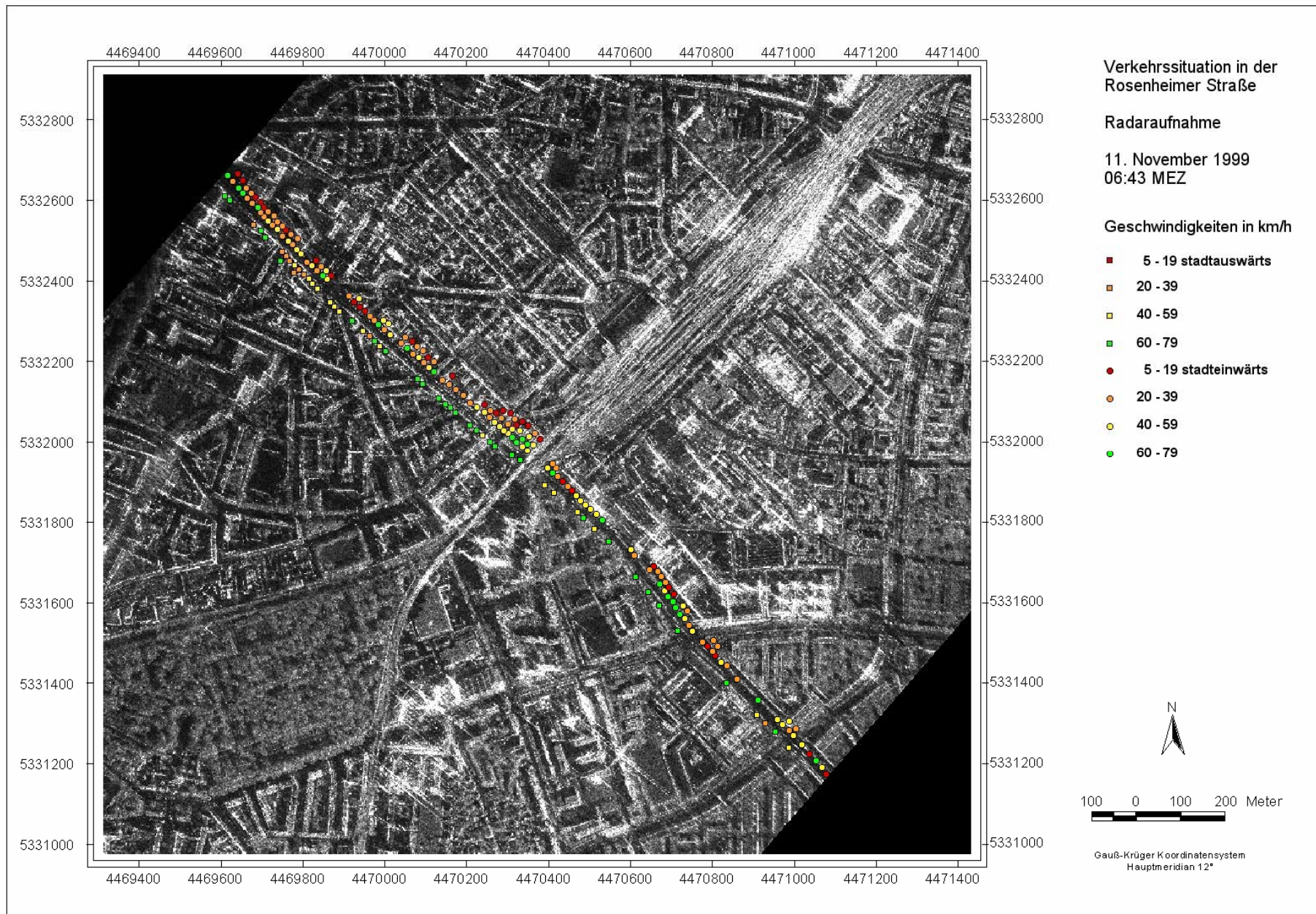
Alle Angaben beziehen sich auf das jeweils detektierte Fahrzeug (Objekt):

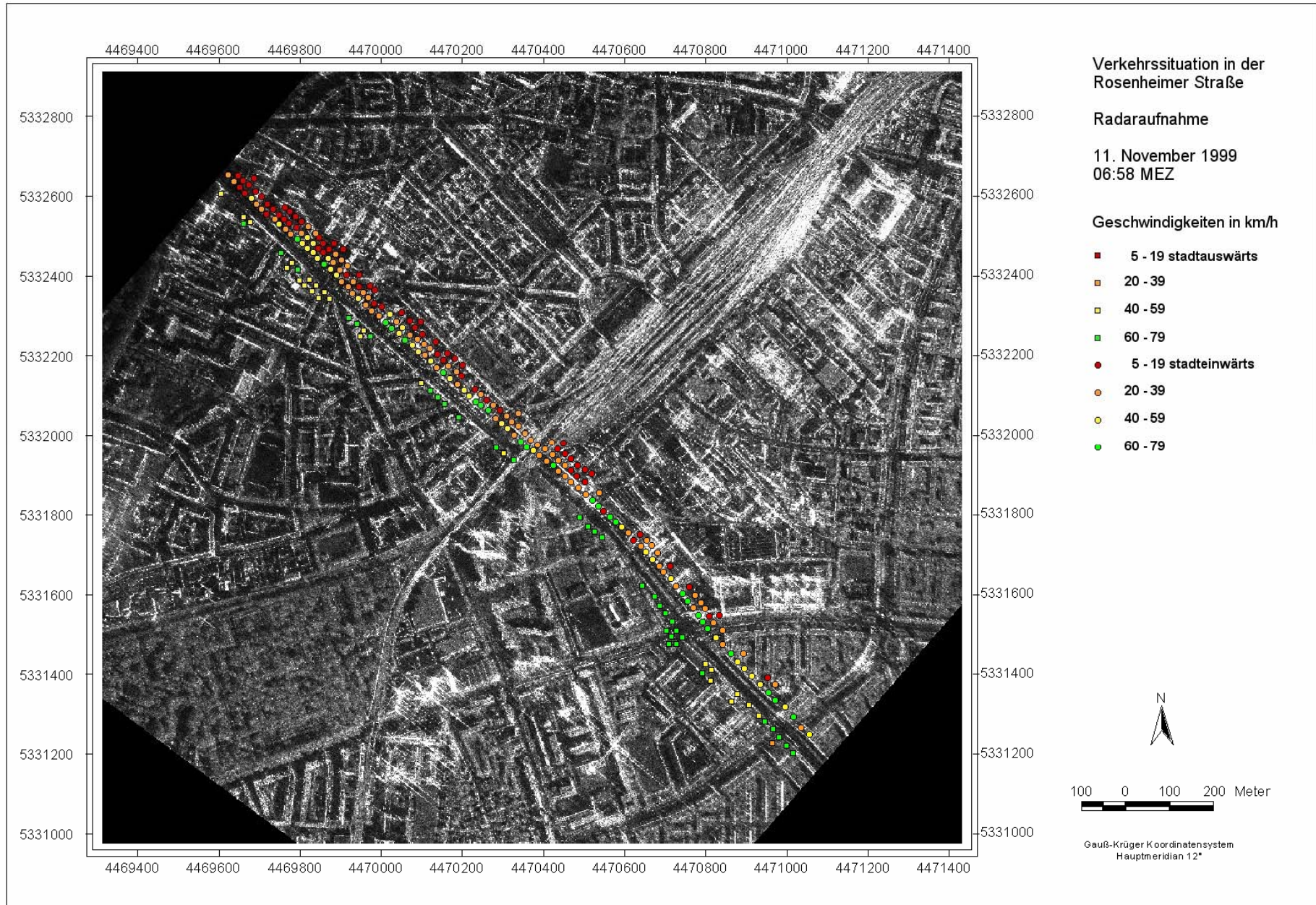
**objnr** = Objektnummer, **area** = Fläche des detektierten Fahrzeugs in Pixel, **umfverh** = Verhältnis Umfang zu Durchmesser, **xmin** = kleinste X-Koordinate des Fahrzeugs, **xmax** = größte X-Koordinate, **ymin** = kleinste Y-Koordinate, **ymax** = größte Y-Koordinate, **phase** = Phasenwert, **coher** = Kohärenzwert, **centx** = X-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **centy** = Y-Koordinate in der Mitte des Fahrzeugs, **geschw\_sl** = Geschwindigkeit in Slant Range, **geschw\_gr** = Geschwindigkeit in Ground Range, ist die endgültige, **x\_koord** = X-Koordinate in Rechtswert (Gauß-Krüger), **y\_koord** = Y-Koordinate in Hochwert (Gauß-Krüger).

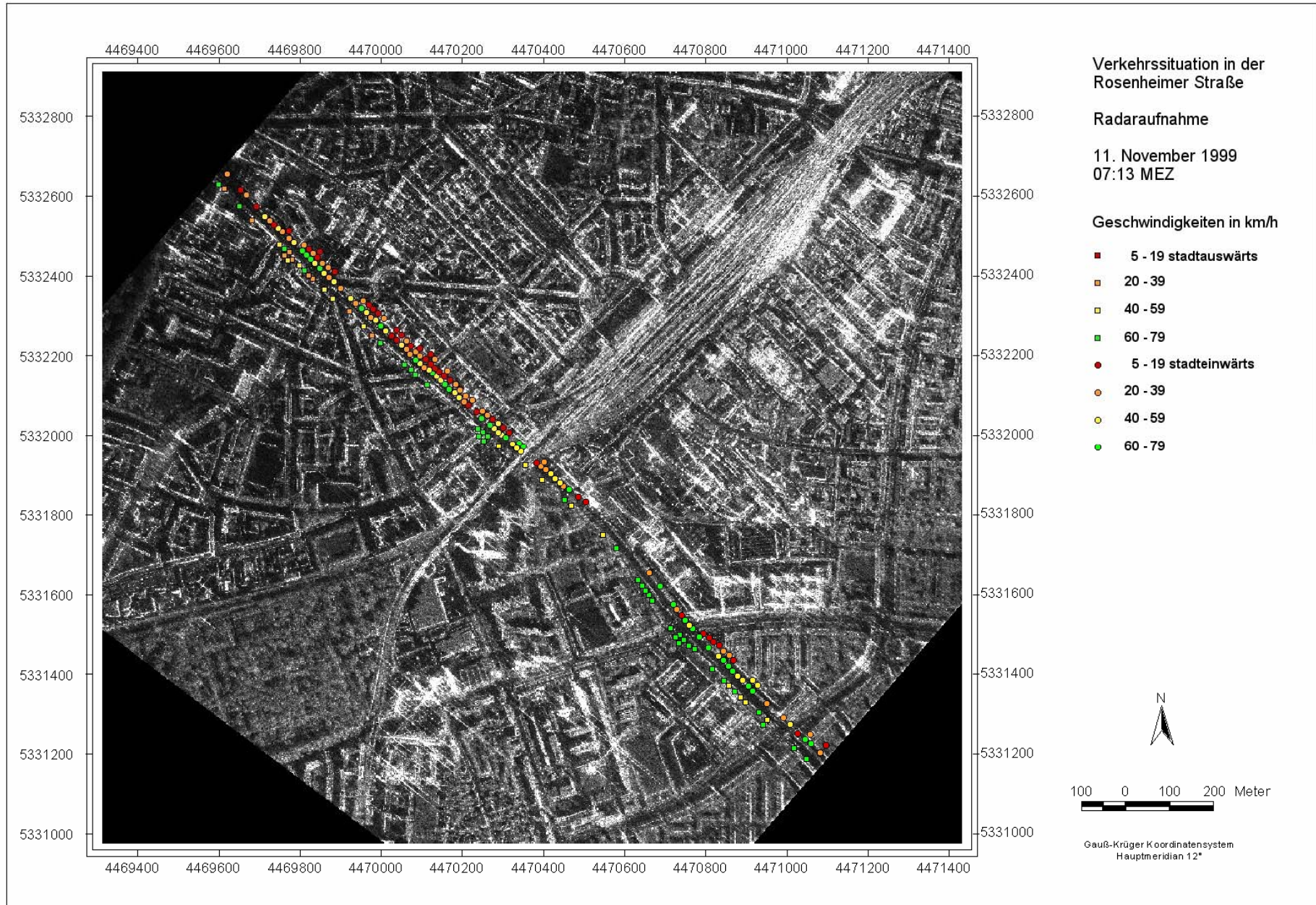
objnr	area	peri	umfverh	xmin	xmax	ymin	xmax	phase	coher	centx	centy	geschw_sl	geschw_gr	x_koord	y_koord
3	261	86	2.25	933	956	1502	1520	0.742	0.906	944	1511	86.483	140.188	4475632.50	5354980.00
4	154	68	2.39	942	962	1476	1488	0.725	0.921	952	1482	85.966	139.141	4475635.00	5354965.00
5	331	88	1.86	1017	1039	1469	1489	0.779	0.746	1028	1479	86.549	138.158	4475580.00	5354975.00
6	124	52	1.74	2012	2026	1156	1166	-0.620	0.808	2019	1161	-84.607	-118.478	4475042.50	5354860.00
7	145	58	1.85	2079	2091	1105	1120	-0.835	0.837	2085	1112	-84.580	-117.682	4475005.00	5354865.00
8	435	108	2.13	2145	2170	1075	1102	-1.053	0.841	2157	1088	-84.220	-116.392	4474967.50	5354855.00
12	123	54	1.89	2213	2226	1076	1088	-1.002	0.662	2219	1082	-84.585	-116.239	4474937.50	5354847.50
13	442	104	1.95	2493	2524	1049	1068	0.879	0.774	2508	1058	86.377	115.865	4474795.00	5354812.50
14	500	108	1.86	2541	2571	1272	1294	1.363	0.375	2556	1283	-74.142	-99.084	4474777.50	5354790.00
15	1056	166	2.08	2626	2661	845	882	-1.355	0.894	2643	863	91.817	121.905	4474735.00	5354777.50
16	137	56	1.82	2806	2821	990	1001	0.672	0.912	2813	995	86.098	112.939	4474650.00	5354770.00
17	159	70	2.45	2807	2827	960	973	0.634	0.927	2817	966	85.864	112.601	4474655.00	5354755.00
18	75	48	2.44	2840	2851	1398	1409	0.527	0.702	2845	1403	103.866	135.950	4474635.00	5354765.00
19	215	80	2.37	2862	2878	1322	1342	-0.926	0.621	2870	1332	-68.419	-89.403	4474622.50	5354762.50
24	116	58	2.31	3141	3154	682	695	-0.888	0.666	3147	688	94.066	120.782	4474497.50	5354720.00
29	54	40	2.36	3222	3231	356	365	-0.534	0.743	3226	360	108.390	138.528	4474467.50	5354695.00
30	1388	210	2.53	3229	3298	543	574	1.554	0.717	3263	558	99.961	127.484	4474450.00	5354687.50
35	200	72	2.06	3280	3299	581	595	1.027	0.588	3289	588	-72.078	-91.788	4474432.50	5354697.50
38	429	102	1.93	3337	3366	468	488	-1.011	0.868	3351	478	-67.915	-86.188	4474405.00	5354687.50
42	974	160	2.09	3424	3448	657	707	-1.663	0.618	3436	682	92.658	117.045	4474367.50	5354675.00
46	221	72	1.87	3514	3531	1182	1198	-0.862	0.490	3522	1190	-156.378	-196.645	4474330.00	5354660.00
47	30	28	2.08	3616	3622	1125	1131	-1.318	0.755	3619	1128	94.389	118.109	4474292.50	5354632.50
48	628	146	2.70	3637	3656	1120	1165	-1.265	0.795	3646	1142	-157.878	-197.289	4474275.00	5354640.00

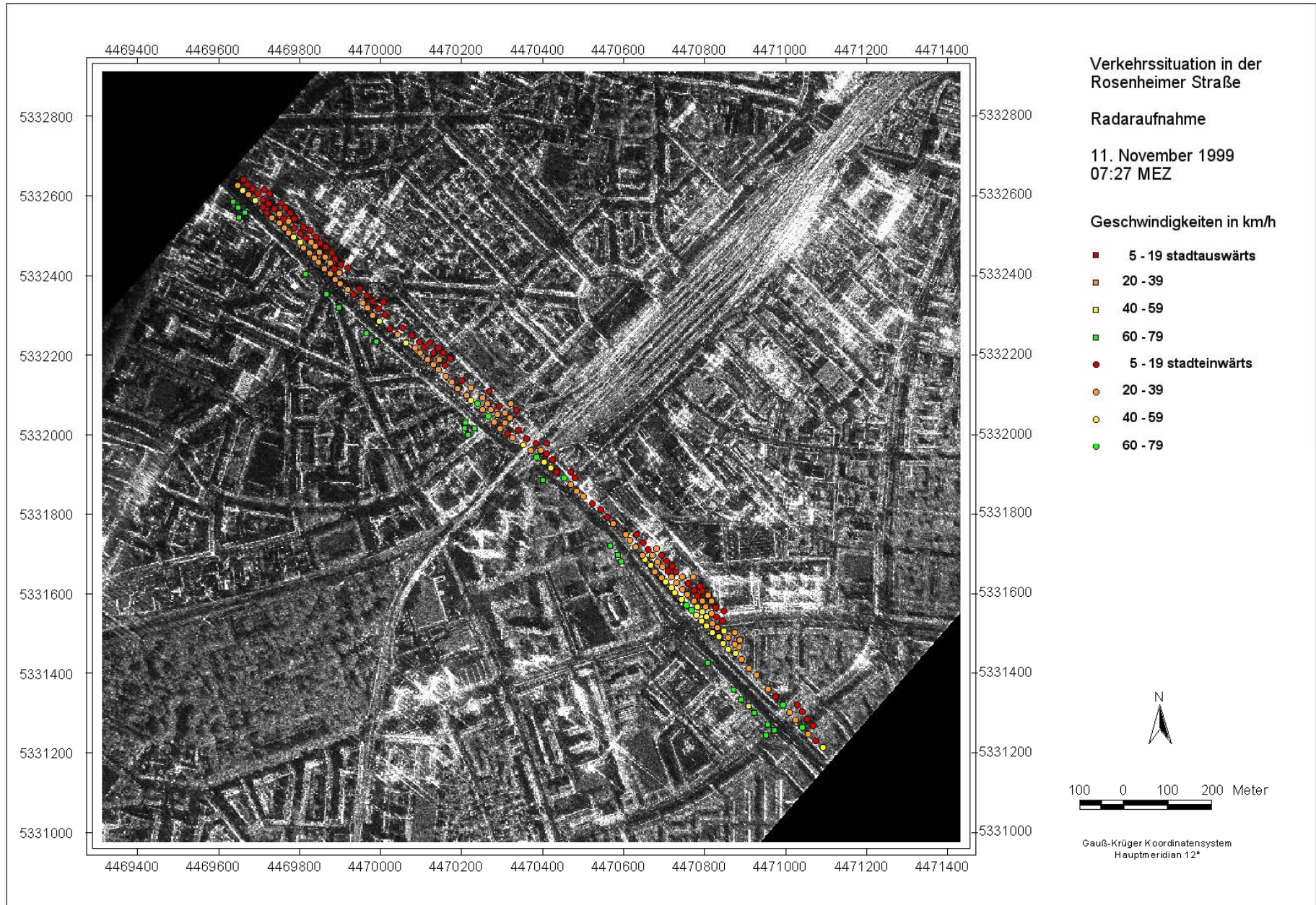
49	109	54	2.13	3730	3744	539	549	0.910	0.494	3737	544	-72.786	-90.553	4474237.50	5354627.50
51	55	36	1.88	4004	4013	655	662	-1.050	0.612	4008	658	91.008	111.831	4474120.00	5354580.00

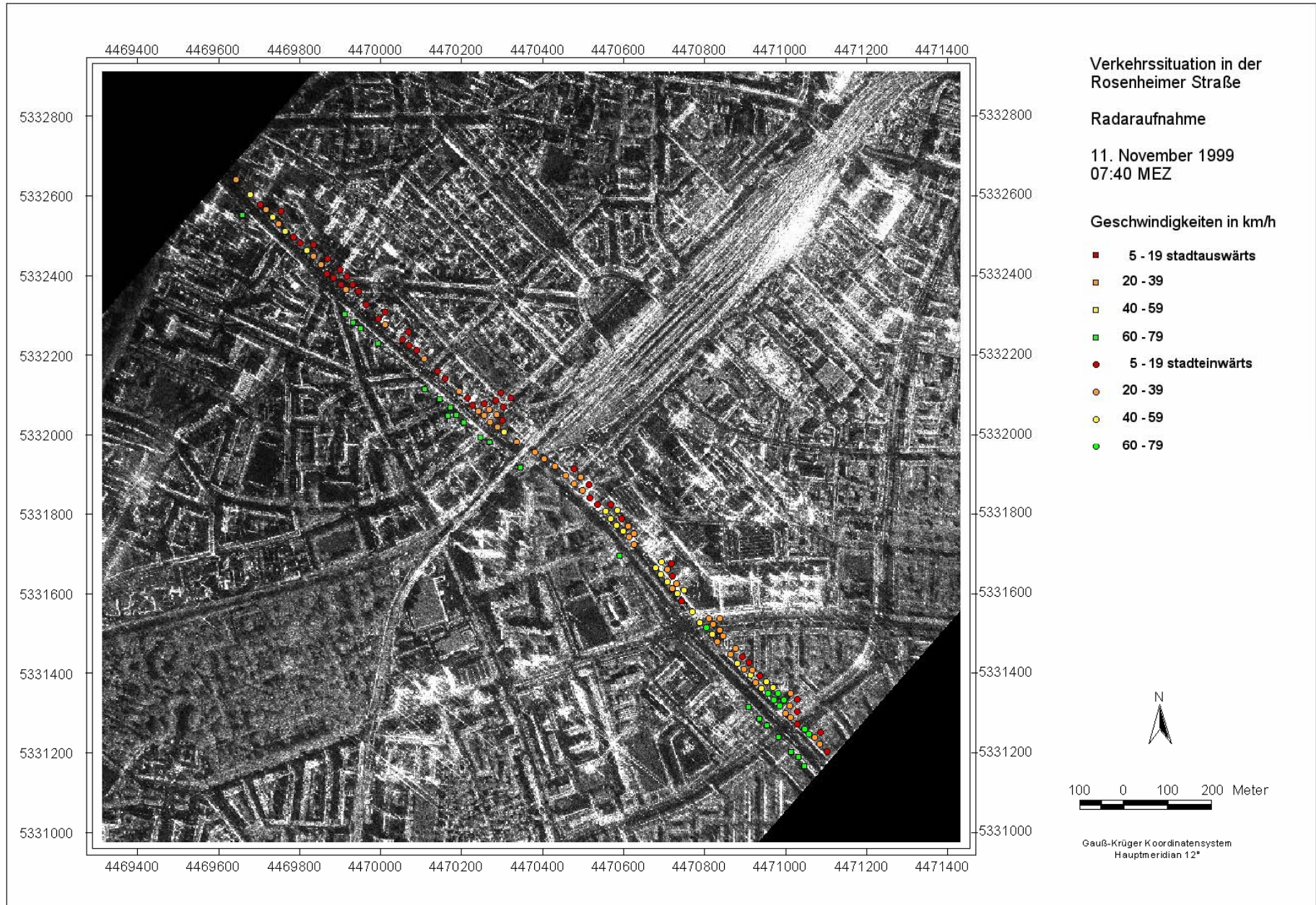


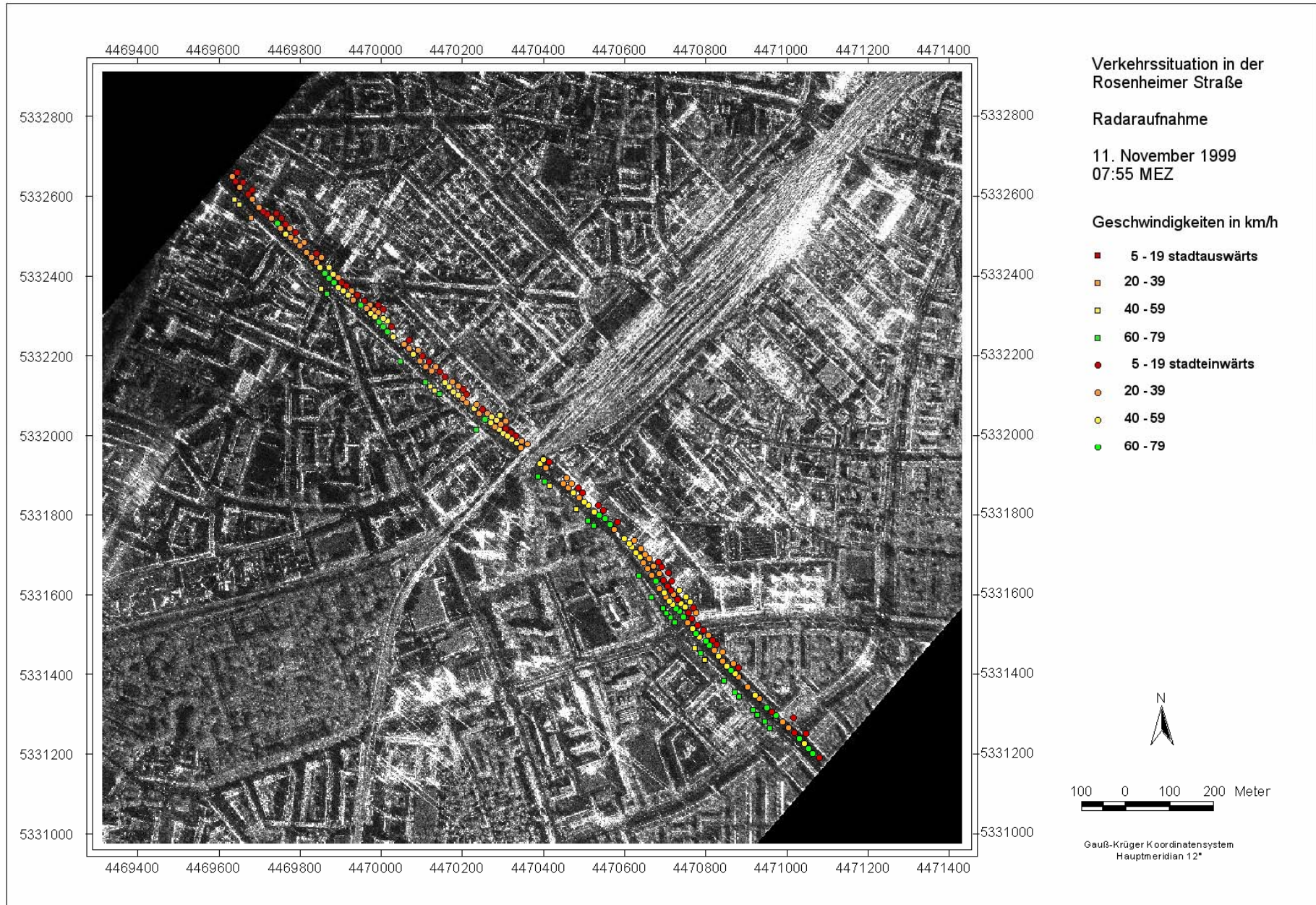






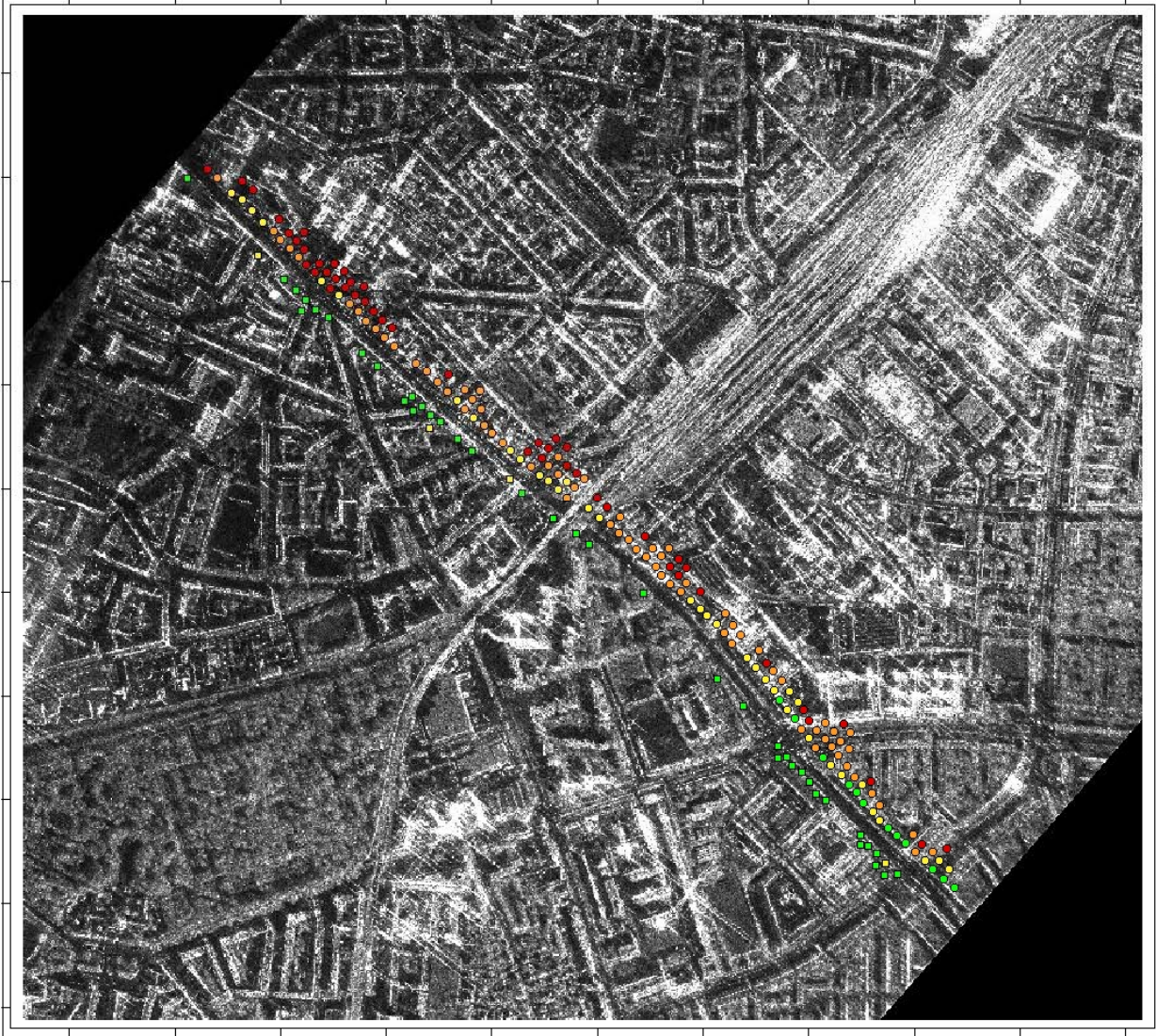






4469400 4469600 4469800 4470000 4470200 4470400 4470600 4470800 4471000 4471200 4471400

5332800  
5332600  
5332400  
5332200  
5332000  
5331800  
5331600  
5331400  
5331200  
5331000



5332800  
5332600  
5332400  
5332200  
5332000  
5331800  
5331600  
5331400  
5331200  
5331000

### Verkehrssituation in der Rosenheimer Straße

Radaraufnahme

11. November 1999  
08:08 MEZ

Geschwindigkeiten in km/h

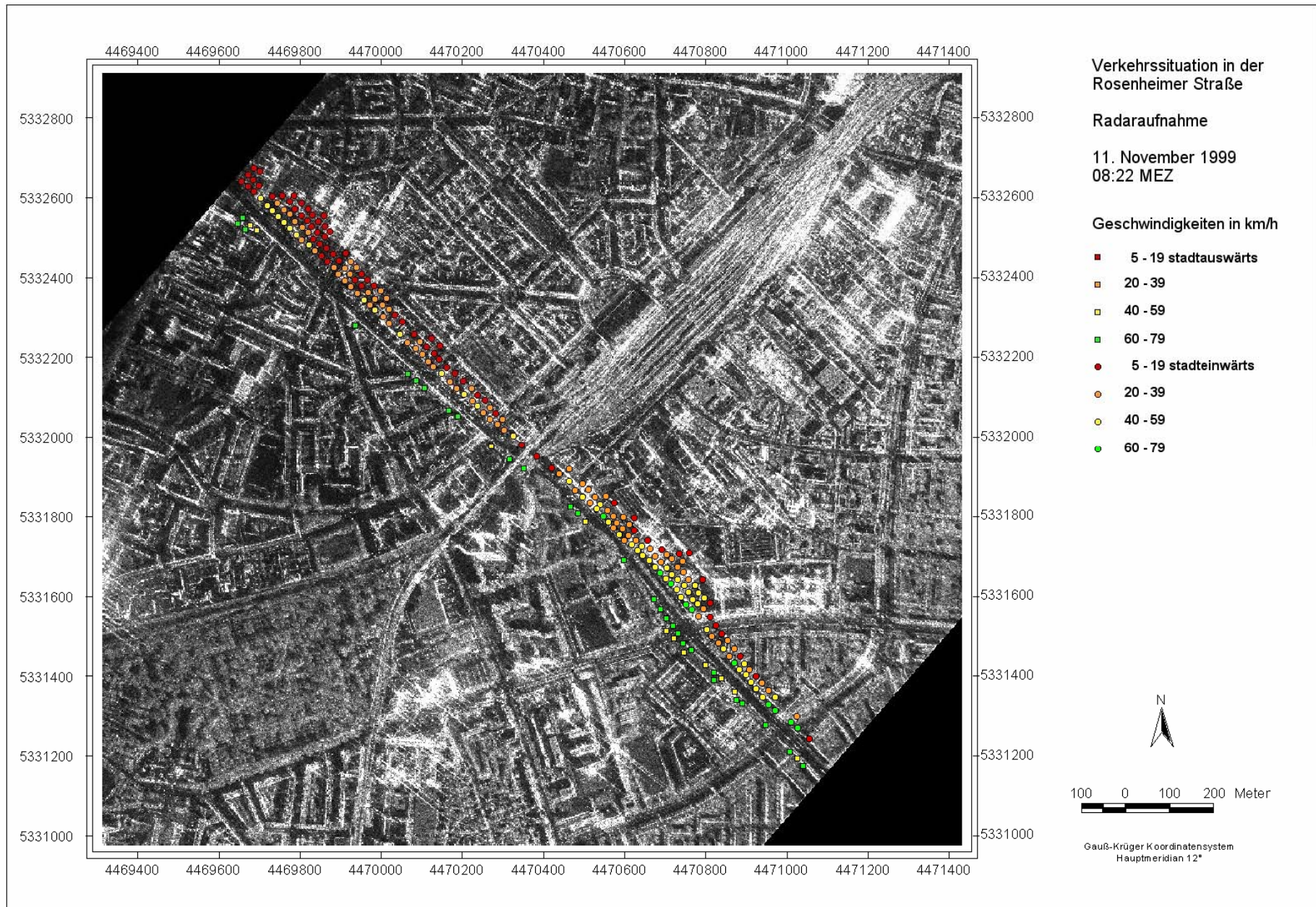
- 5 - 19 stadtauswärts
- 20 - 39
- 40 - 59
- 60 - 79
- 5 - 19 stadteinwärts
- 20 - 39
- 40 - 59
- 60 - 79

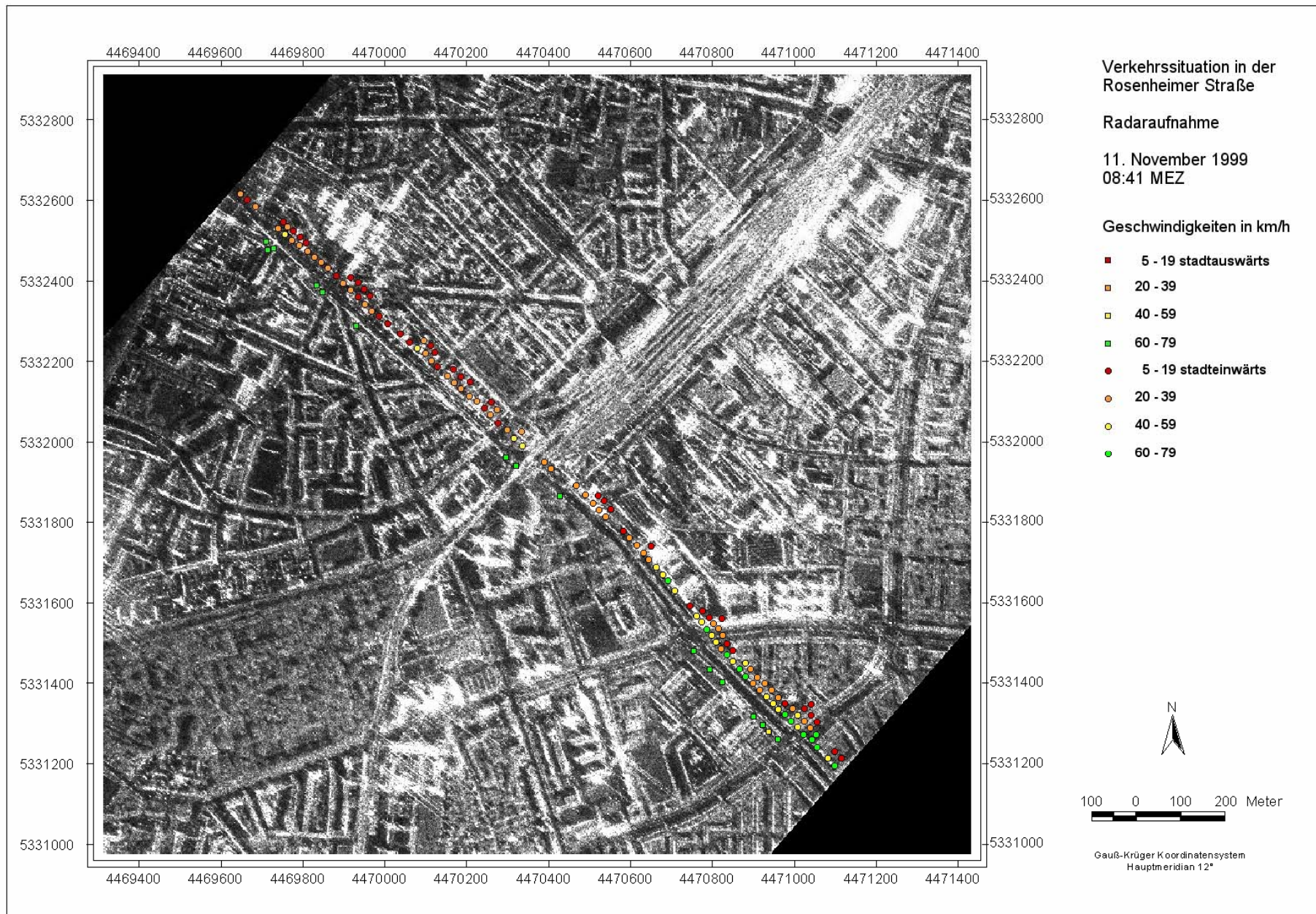


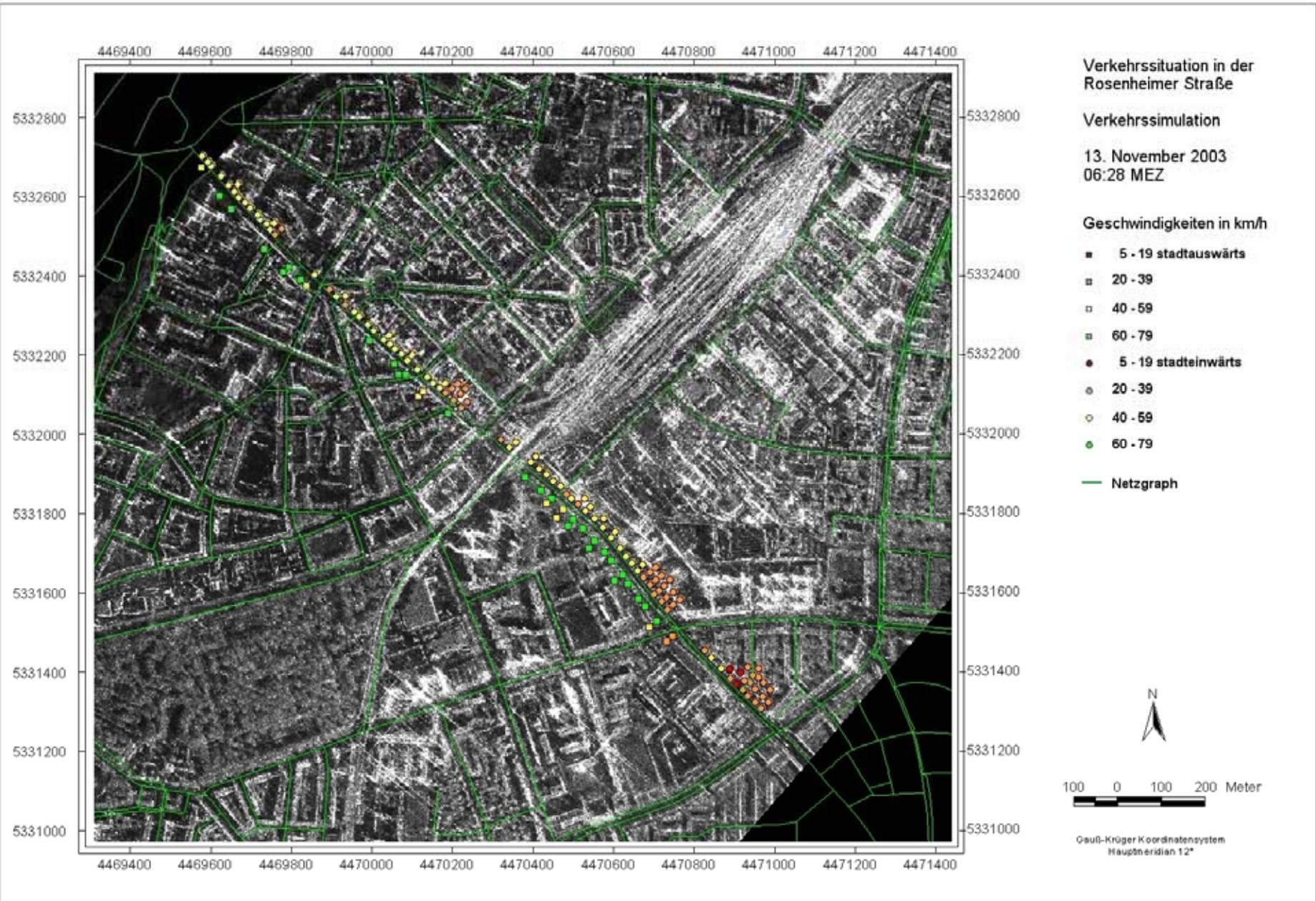
100 0 100 200 Meter

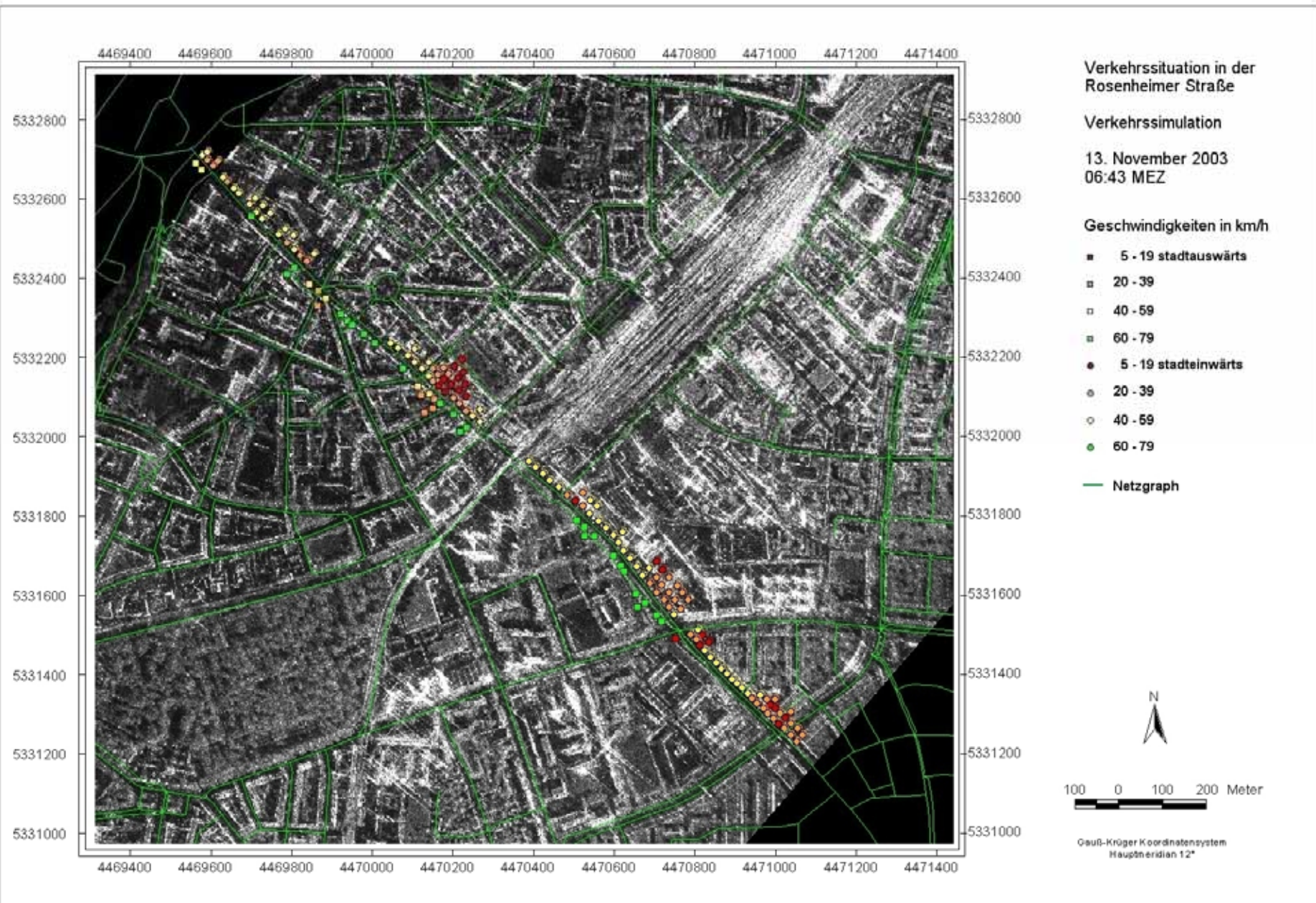
Gauß-Krüger Koordinatensystem  
Hauptmeridian 12°

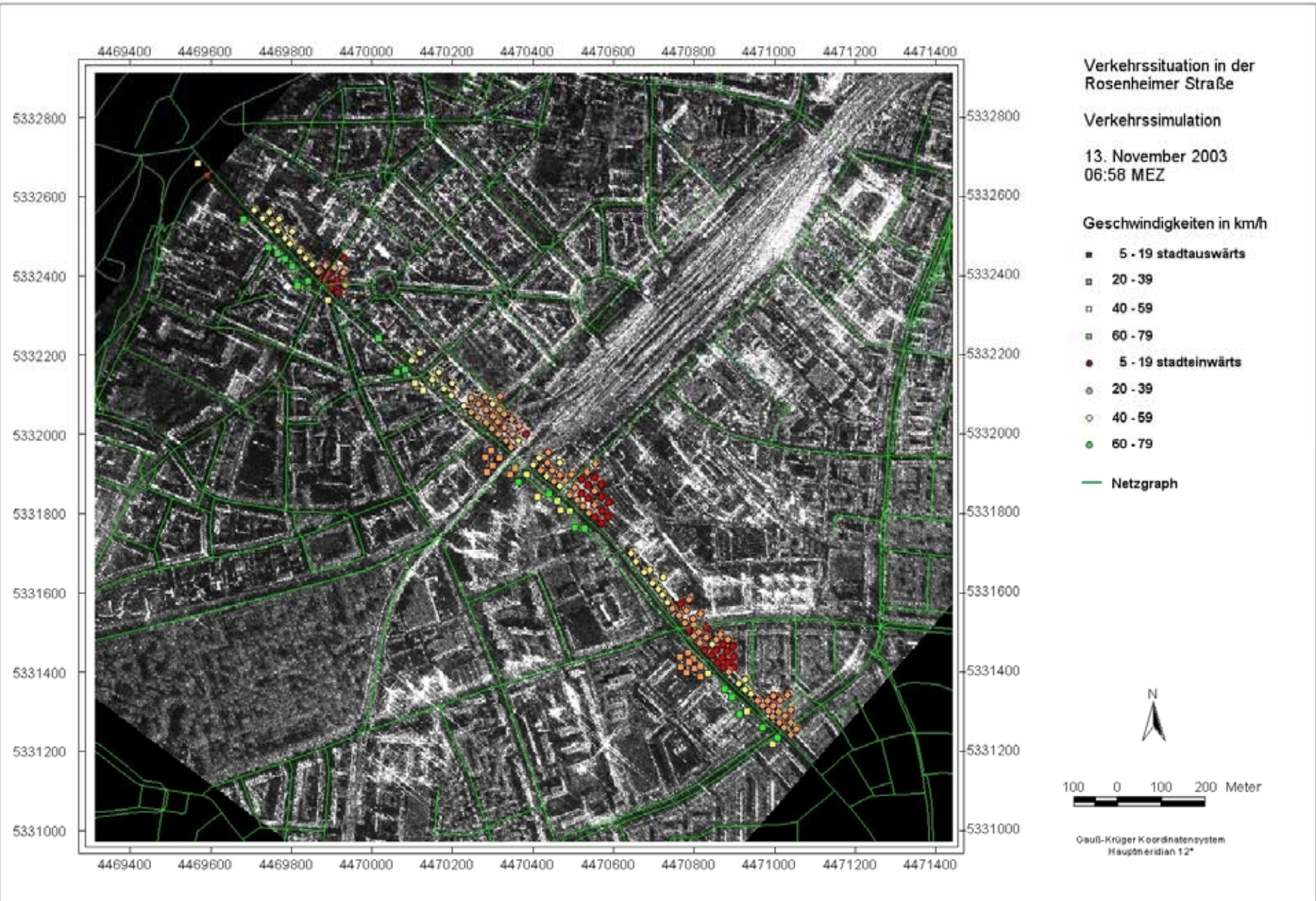
4469400 4469600 4469800 4470000 4470200 4470400 4470600 4470800 4471000 4471200 4471400

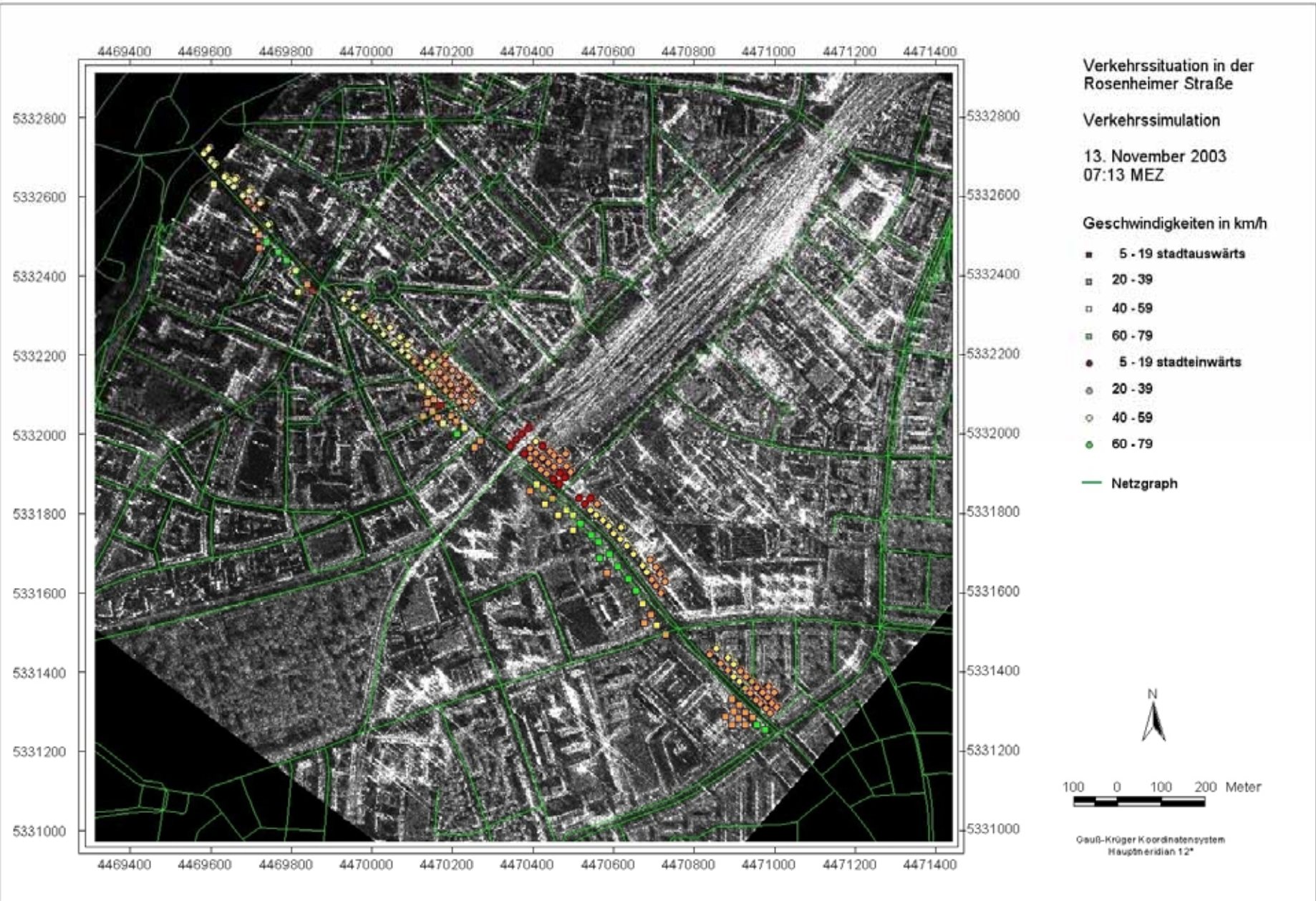


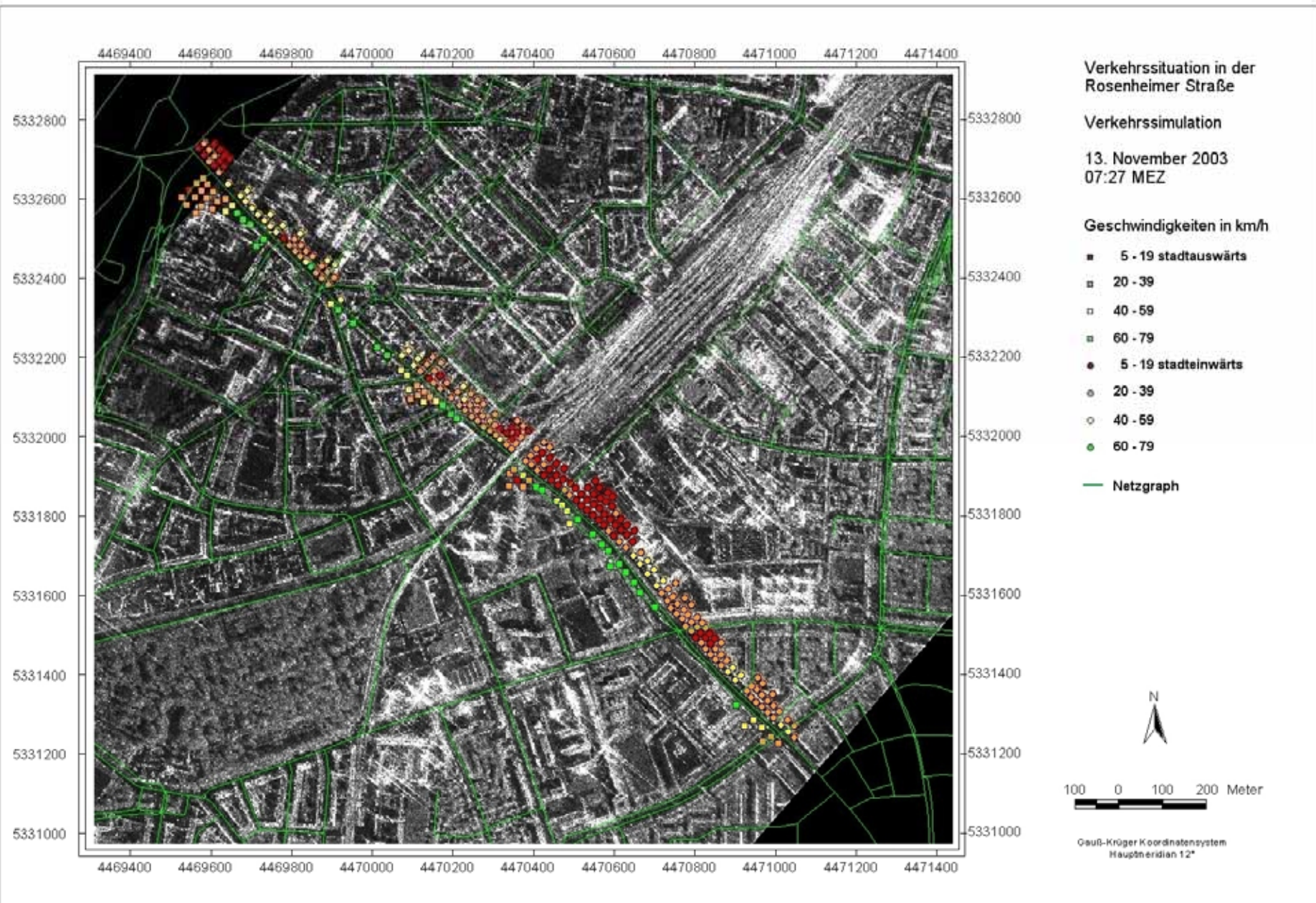


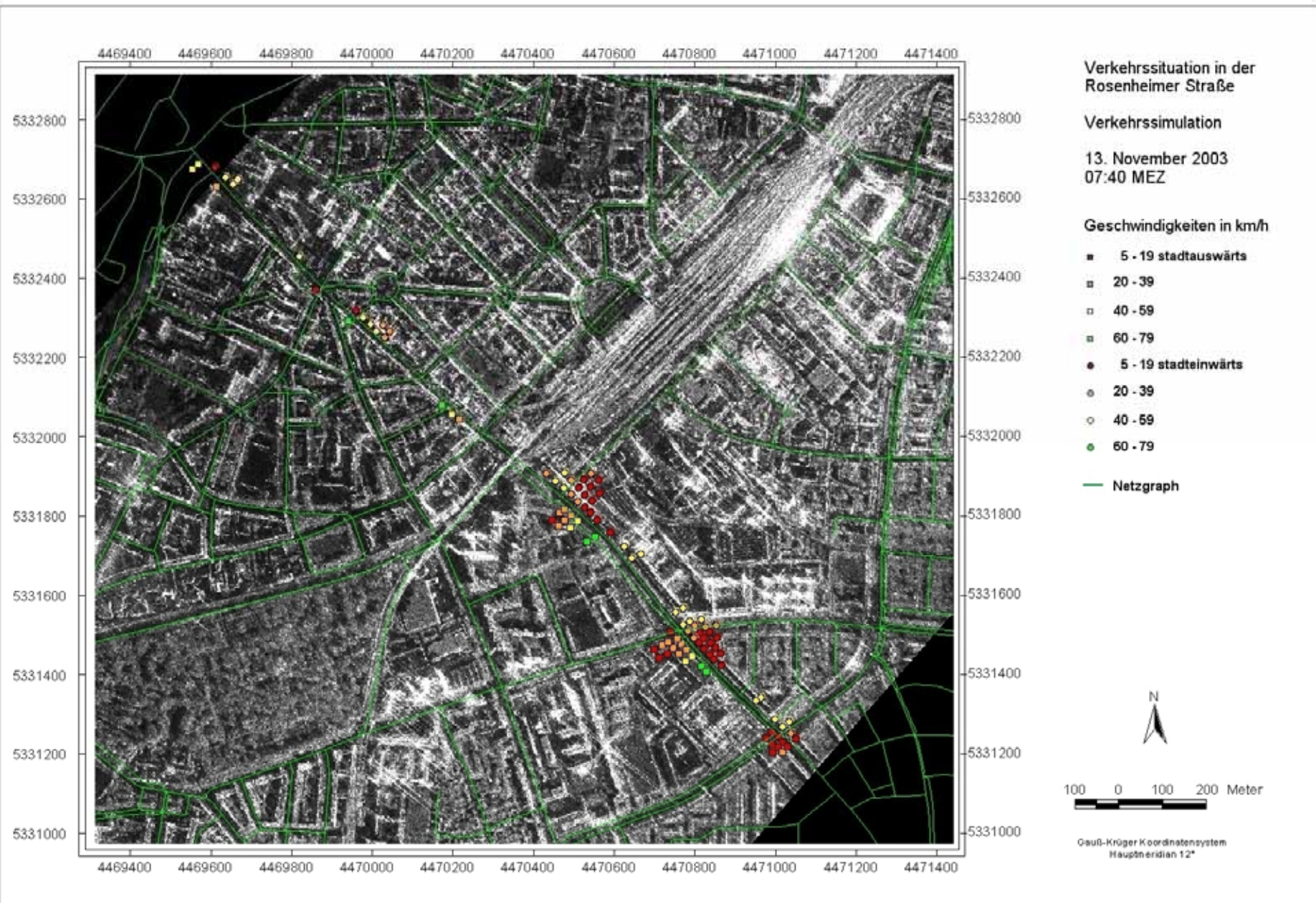


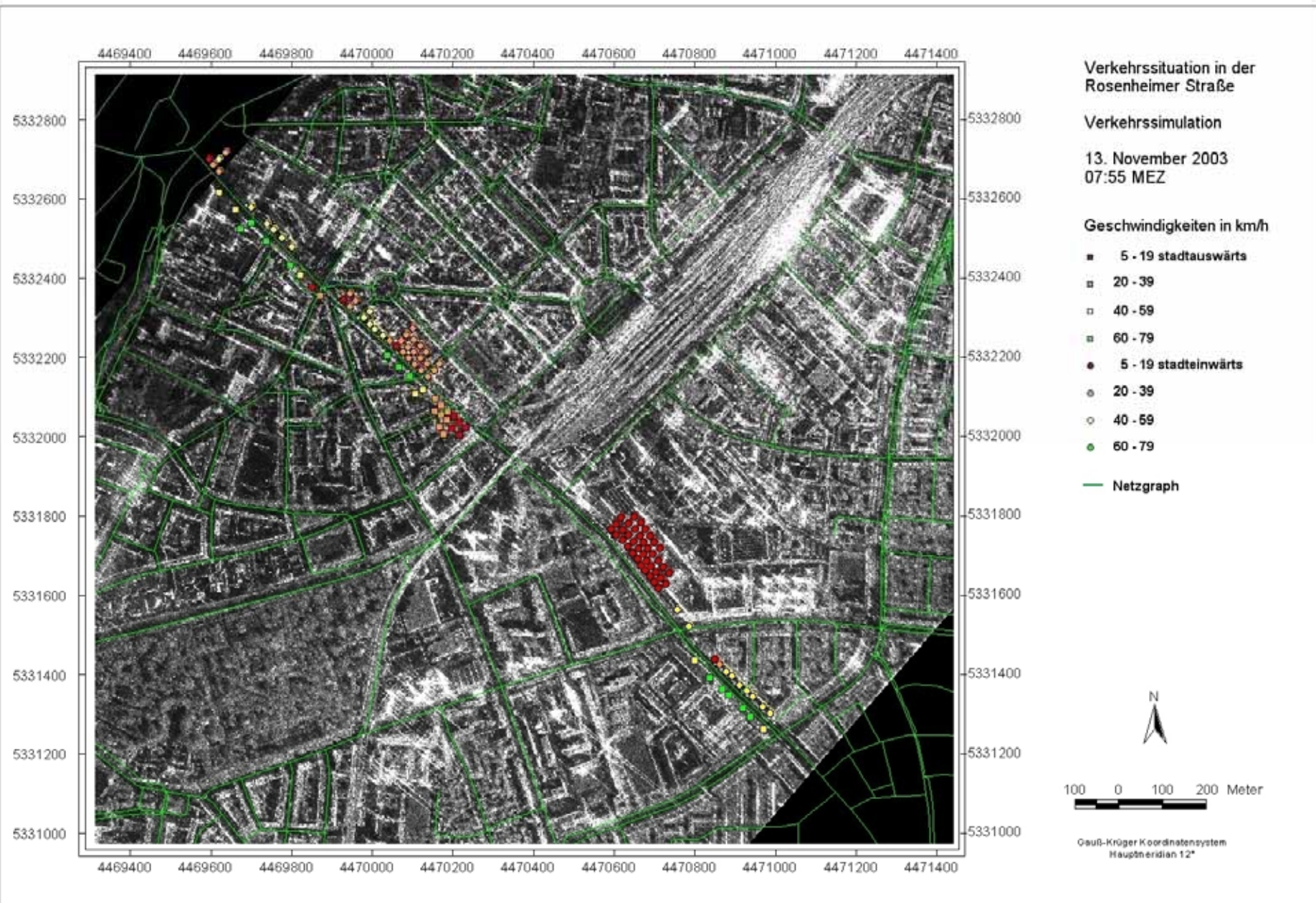


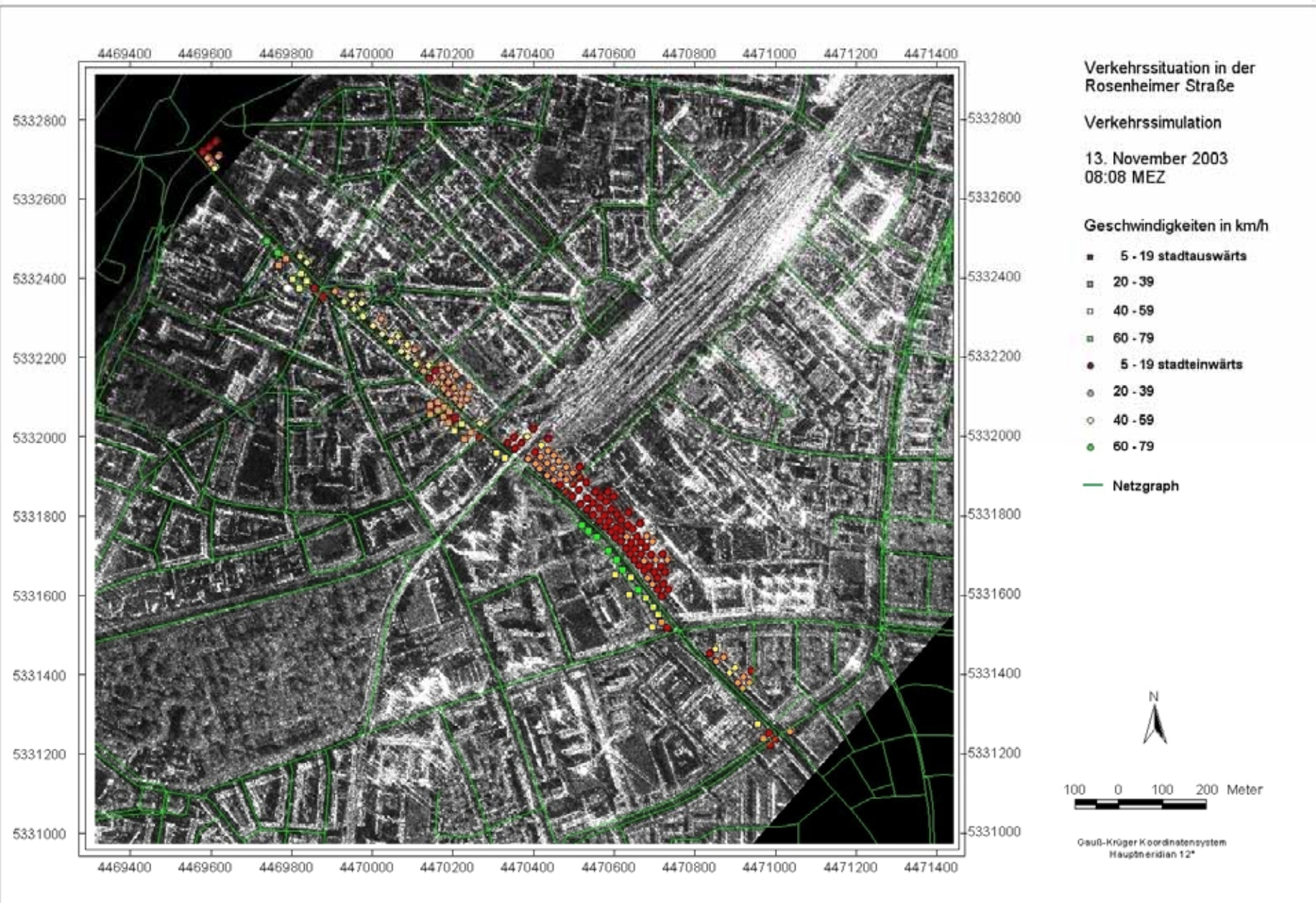


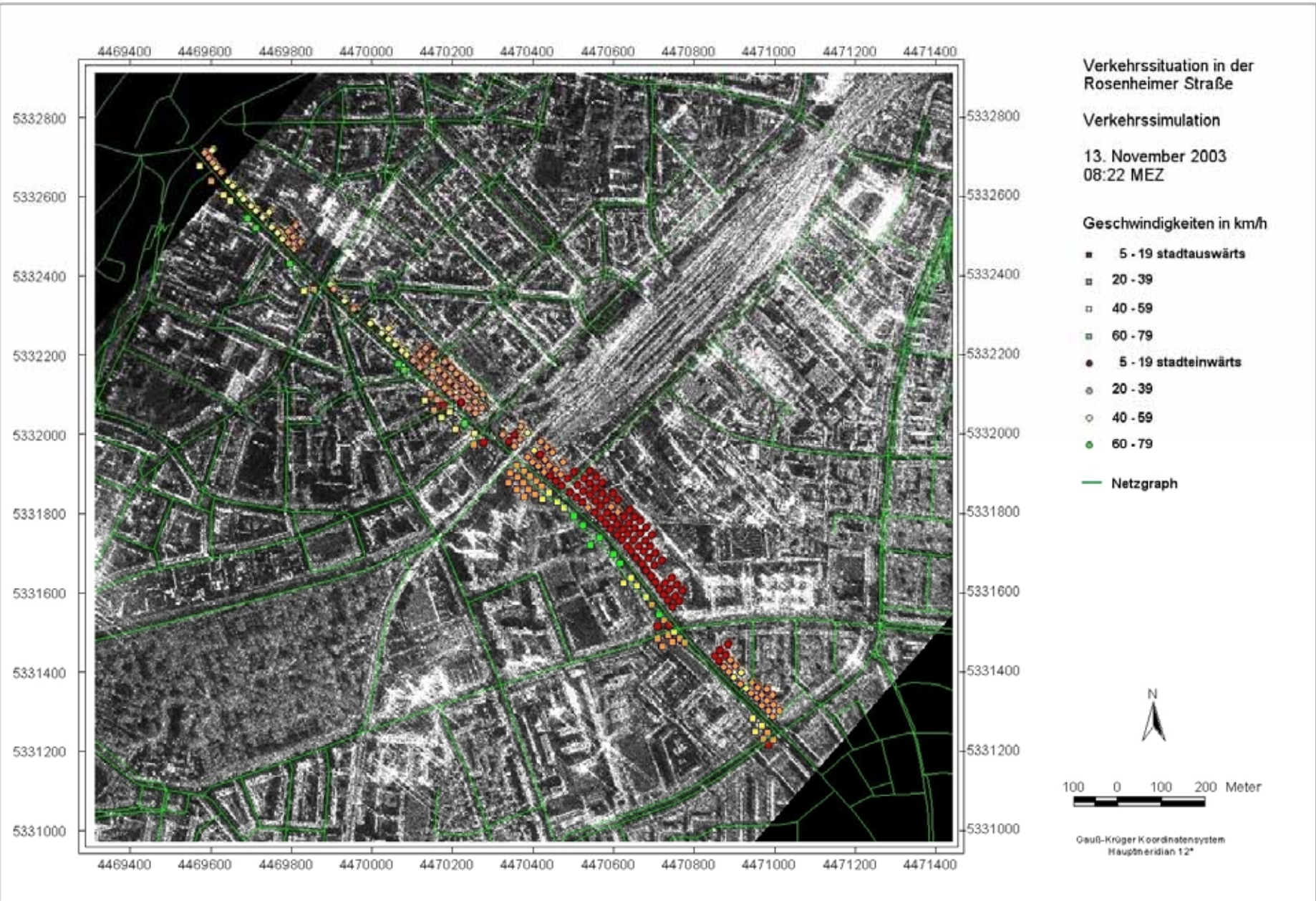


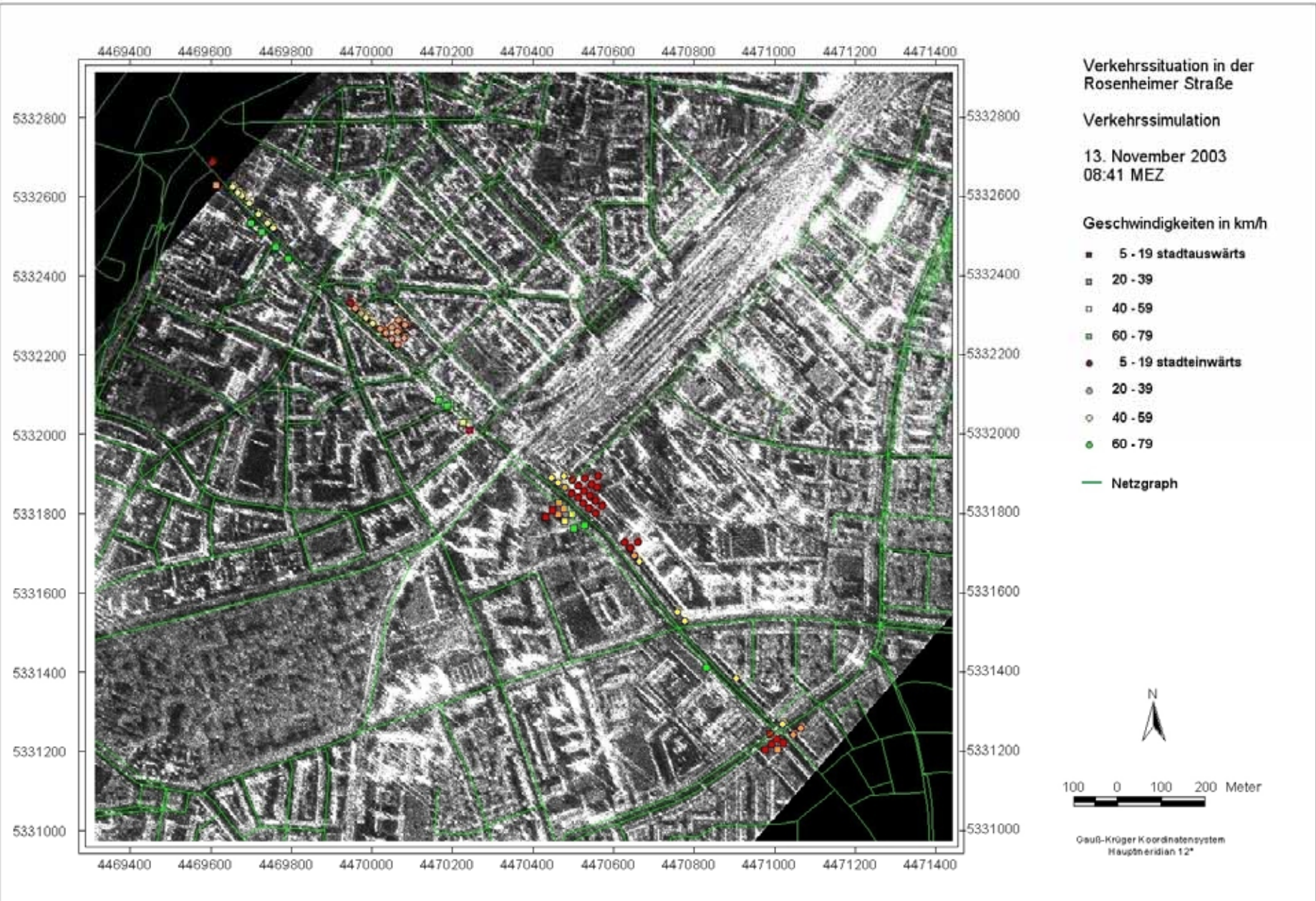


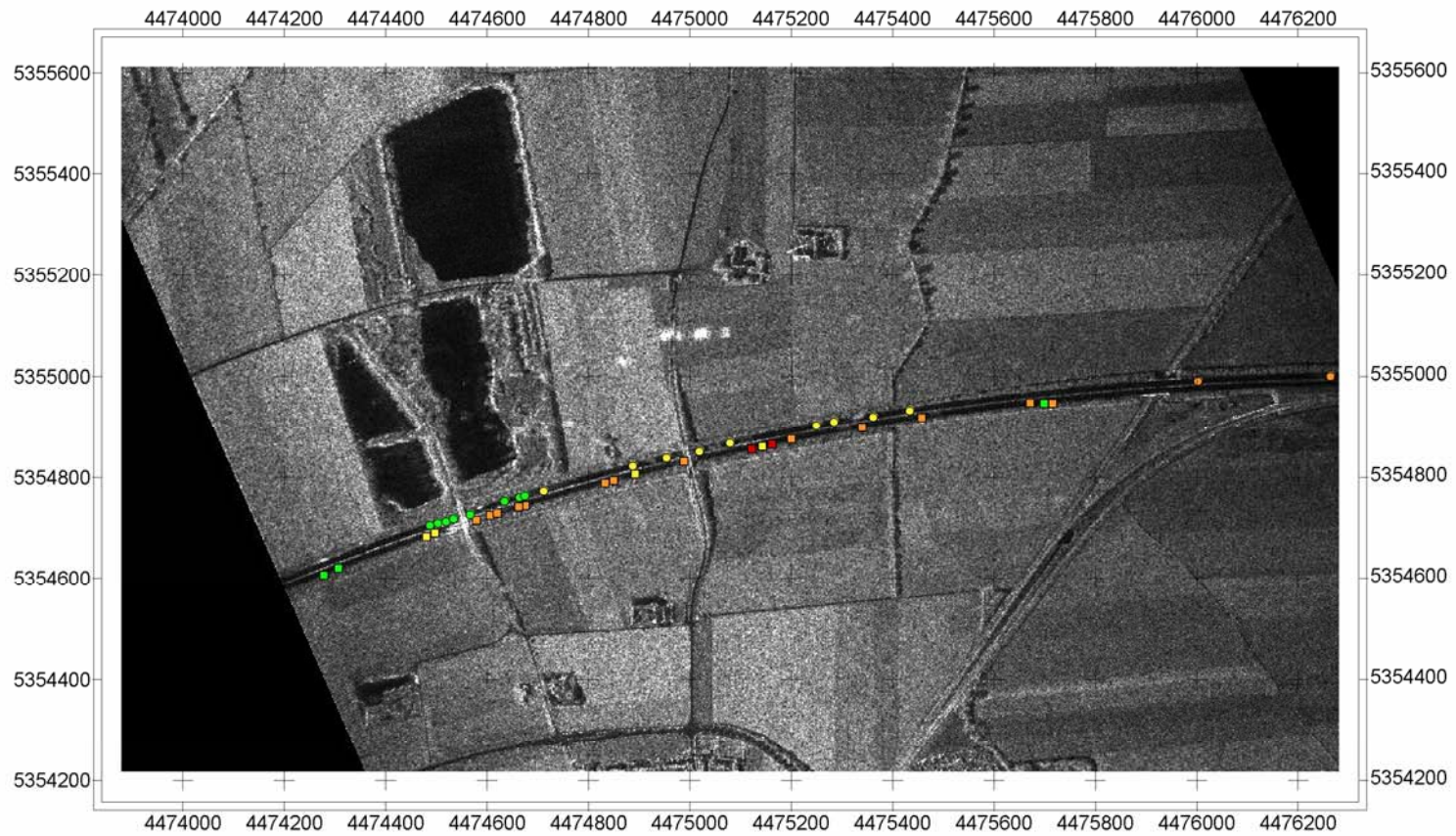










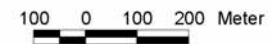


Verkehrssituation auf  
der A92 bei München  
11. November 1999

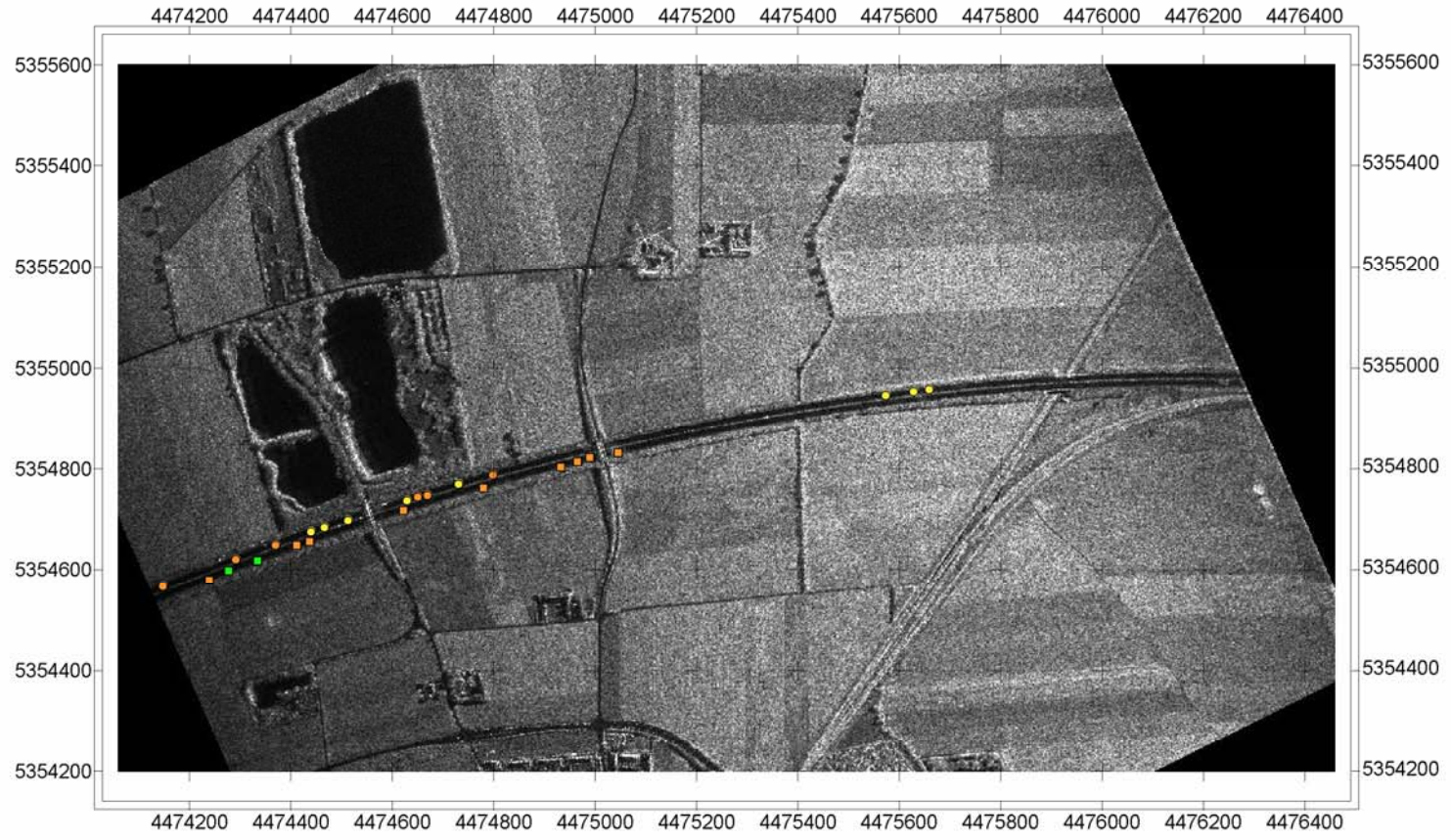
08:56 MEZ

*Geschwindigkeiten in km/h*

- 60 - 80 Richtung Flughafen
- 80 - 120
- 120 - 160
- 160 - 200
- 60 - 80 Richtung Stadt
- 80 - 120
- 120 - 160
- 160 - 200



Gauß-Krüger Koordinatensystem  
Hauptmeridian 12°

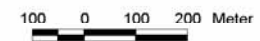


Verkehrssituation auf  
der A92 bei München  
11. November 1999

09:07 MEZ

*Geschwindigkeiten in km/h*

- 60 - 80 Richtung Flughafen
- 80 - 120
- 120 - 160
- 160 - 200
- 60 - 80 Richtung Stadt
- 80 - 120
- 120 - 160
- 160 - 200



Gauß-Krüger Koordinatensystem  
Hauptmeridian 12°