

Aus dem
Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik (IMBEI)
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Der Zusammenhang zwischen speziellem medizinischen Versorgungsbedarf
und Bildungsergebnissen von Grundschulkindern

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der
physiologischen Wissenschaften
der Universitätsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Jennifer Schlecht
aus Bonn

Mainz, 2024

Wissenschaftlicher Vorstand:	Univ.-Prof. Dr. med. Philipp Drees
1. Gutachter:	Univ.-Prof. Dr. Michael S. Urschitz
2. Gutachter:	Univ.-Prof. Dr. Eva Mildenberger
3. Gutachter:	Univ.-Prof. Dr. Alexander K.-G. Schuster
4. Gutachter:	Univ.-Prof. Dr. Ute Thyen
Tag der Promotion:	28. November 2025
Nachnutzungslizenz:	CC-BY-4.0

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis.....	II
1 Wissenschaftlicher Hintergrund	1
1.1 Chronische Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter	1
1.2 Der Zusammenhang zwischen chronischen Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter und Bildung.....	4
2 Ziele.....	9
3 Methoden	11
3.1 Die Kindergesundheits- und Bildungsstudie ikidS.....	11
3.2 Statistische Analyse	12
3.2.1 Multivariable Regressionsmodelle.....	13
3.2.2 Auswahl der potentiell konfundierenden Faktoren.....	14
3.2.3 Umgang mit fehlenden Werten.....	16
4 Ergebnisse.....	19
4.1 Artikel 1: Chronisch krank in der Schule – schulische Fähigkeiten von Kindern mit speziellem Versorgungsbedarf. Ergebnisse der Kindergesundheitsstudie ikidS [Chronically ill at School - School Performance in Children with Special Health Care Needs. Results of the Child Health Study ikidS]	19
4.2 Artikel 2: School absenteeism in children with special health care needs. Results from the prospective cohort study ikidS	28
4.3 Artikel 3: Teachers reported that children with special health care needs displayed more attention problems.....	41
5 Diskussion	51
5.1 Diskussion der Ergebnisse.....	51
5.2 Stärken und Schwächen	60
5.3 Schlussfolgerung.....	62
Zusammenfassung.....	65
Literaturverzeichnis	69
Anhang.....	79

Abkürzungsverzeichnis

ADHS	Aufmerksamkeitsdefizit- und Hyperaktivitätsstörung
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CSHCN	Children with Special Health Care Needs
DAG	Directed Acyclic Graph
ikidS	Ich komme in die Schule
KiGGS	Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland
LOCF	Last Observation Carried Forward
MCHB	Maternal and Child Health Bureau
mice	Multivariate Imputation by Chained Equations
MSAS	Minimally Sufficient Adjustment Set
NEPS	National Educational Panel Study
QuICCC(-R)	Questionnaire for Identifying Children with Chronic Conditions (Revised)
RCT	Randomised Controlled Trial
RLP	Rheinland-Pfalz
SEU	Schuleingangsuntersuchung
SGF	Schulgesundheitsfachkraft
SHCN	Special Health Care Needs

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Kontinuum des generischen Ansatzes zur Definition chronischer Erkrankungen (Darstellung modifiziert nach Bethell et al.⁽¹²⁾)..... 3
- Abbildung 2: Analytisches Rahmenmodell zum Zusammenhang zwischen Gesundheit und Bildung (Quelle: Schlecht et al.,⁽³⁷⁾ basierend auf Suhrcke und de Paz Nieves⁽³³⁾ mit Änderungen durch Dadaczynski⁽³⁶⁾ und Urschitz et al.⁽³⁵⁾ in kursiver Schrift) 6

1 Wissenschaftlicher Hintergrund

1.1 Chronische Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter

Im Zuge des epidemiologischen Übergangs verloren von Person zu Person übertragbare Erkrankungen u.a. durch verbesserte hygienische Bedingungen, Ernährung und medizinische Versorgung zunehmend an Bedeutung. Nicht übertragbare Erkrankungen nahmen in großen Teilen der Erde stetig zu⁽¹⁾ und sind heutzutage auch im Kindes- und Jugendalter für einen Großteil der Krankheitslast verantwortlich. In Ländern mit hohem soziodemographischen Index sind bei Kindern und Jugendlichen mittlerweile neonatale Erkrankungen, Kopfschmerzen, Neurodermitis und psychische Erkrankungen die Hauptursachen für den Verlust von gesunden Lebensjahren aufgrund gesundheitlicher Einschränkungen (years of healthy life lost due to disability).⁽²⁾ Auch in Deutschland leidet ein bedeutender Anteil der Kinder und Jugendlichen an Erkrankungen wie Neurodermitis (13%), Heuschnupfen (11%), Asthma (6%), und Aufmerksamkeitsdefizit- und Hyperaktivitätsstörung (ADHS; 4%) oder an Risikofaktoren wie Adipositas (6%).⁽³⁻⁵⁾

Diese Erkrankungen werden im Allgemeinen auch als *chronische Erkrankungen* bezeichnet, wobei dieser Begriff nicht einheitlich verwendet wird.⁽⁶⁾ So setzt z.B. die Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization) chronische Erkrankungen und nicht-übertragbare Erkrankungen gleich und definiert diese über eine nicht konkret beschriebene Krankheitsdauer und gemeinsame Krankheitsursachen: "Noncommunicable diseases (...), also known as chronic diseases, tend to be of long duration and are the result of a combination of genetic, physiological, environmental and behavioural factors".⁽⁷⁾ Die Definition der Centers for Disease Control and Prevention (CDC) ist spezifischer bezüglich der Mindestdauer einer chronischen Erkrankung. Jedoch stehen hier nicht die Ursachen, sondern die Konsequenzen einer solchen Erkrankung im Vordergrund: „Chronic diseases are defined broadly as conditions that last 1 year or more and require ongoing medical attention or limit activities of daily living or both”.⁽⁸⁾ Wie im Folgenden ausgeführt wird, bezieht sich der Begriff chronische Erkrankung in der vorliegenden Arbeit auf die Definition der CDC.

Zur wissenschaftlichen Untersuchung von chronischen Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter bedurfte es neben einer Definition auch einer Operationalisierung. Dabei gibt es zwei verschiedene Ansätze zur Erfassung von Kindern und Jugendlichen mit chronischen Erkrankungen. Im Rahmen des kategorischen Ansatzes werden ebendiese Kinder und Jugendlichen über eine Liste an spezifischen Diagnosen chronischer Erkrankungen erfasst. Dieser Ansatz hat dann Vorteile, wenn es um die Erforschung z.B. der Häufigkeiten oder der Krankheitslast einzelner, in der Regel häufiger, chronischer Erkrankungen geht. Dieser Ansatz hat jedoch bedeutende Nachteile, wenn der Fokus auf der Bedeutung oder den Konsequenzen liegt, die mit der Erkrankung für das einzelne Kind, seine Familie oder das Bildungs- und Gesundheitssystem einhergehen.^(9, 10) So bleiben z.B. Kinder und Jugendliche mit seltenen Erkrankungen, Erkrankungen mit langwieriger Diagnosestellung oder Kinder, die keinen regelmäßigen Zugang zum Gesundheitssystem haben, untererfasst. Für diesen Fokus ist die Feststellung, dass eine spezifische chronische Erkrankung vorliegt oder nicht, nicht immer zielführend. Stein et al.⁽⁹⁾ begründeten dies wie folgt: „Disease manifestations may differ significantly in two individuals with the same condition; symptoms may differ in the same child with time; comparable consequences may be experienced with diverse conditions; and the combined effect of more than one chronic disorder may be more than simply additive. Therefore, if the purpose is to assess the consequences of such conditions, it follows logically that diagnostic lists are not well suited to the task“.⁽⁹⁾

Auch in Hinblick auf die Berechtigung chronisch kranker Kinder und Jugendlicher zur Teilnahme an öffentlichen Gesundheitsprogrammen wurden in den USA Alternativen für die Identifizierung ebendieser Kinder gefordert. Stein et al.⁽⁹⁾ und Perrin et al.⁽¹⁰⁾ entwickelten jeweils Anfang der 1990er Jahre einen konzeptionellen Rahmen für die Erfassung chronisch kranker Kinder auf Basis der Konsequenzen ihrer jeweiligen Erkrankung (nicht-kategorischer/generischer Ansatz). Der Begriff der *Kinder und Jugendlichen mit speziellem medizinischen Versorgungsbedarf* (special health care needs, SHCN) setzte sich zunehmend durch. Basierend auf diesen Vorarbeiten erarbeitete schließlich das US-amerikanische Maternal and Child Health Bureau (MCHB) Ende der 1990er Jahre eine Definition von SHCN: „Children with special health care needs are those who have or are at increased risk for a chronic physical, developmental, behavioral, or emotional condition and who also require health and related services of a type or amount beyond that required by children generally“.⁽¹¹⁾

Um die Jahrtausendwende wurden in Anlehnung an die Definition des MCHB verschiedene Instrumente zur Erfassung von Kindern und Jugendlichen mit SHCN entwickelt und

validiert, die sich u.a. hinsichtlich des Schwerpunkts der erfassten Zielgruppe unterscheiden. Bethell et al.⁽¹²⁾ beschreiben Kinder und Jugendliche mit SHCN in diesem Kontext auf einem Kontinuum, das durch die Art der chronischen Erkrankung sowie die Häufigkeit, Kontinuität, Umfang und Intensität der benötigten Gesundheitsleistungen gekennzeichnet ist (Abbildung 1). So beabsichtigen z.B. der Questionnaire for Identifying Children with Chronic Conditions (QICCC)⁽¹³⁾ und die überarbeitete, verkürzte Version QICCC-R,⁽¹⁴⁾ auch solche Kinder zu identifizieren, die ein erhöhtes Risiko für eine chronische Erkrankung haben oder deren Erkrankung aufgrund unklarer Definitionen im Grenzbereich zwischen chronisch und nicht chronisch liegt (z.B. Einnahme einer speziellen Diät, trotz Brille vorhandene Sehstörung, lebensbedrohliche allergische Reaktion; Gruppen A, B und C).^(15, 16) Das Screeninginstrument Children with Special Health Care Needs (CSHCN)⁽¹⁷⁾ dagegen soll vor allem solche Kinder identifizieren, die bereits eine chronische Erkrankung haben und damit deutlich vulnerabler hinsichtlich Schwächen in der Qualität und Versorgungsleistung des Gesundheitssystems sind (Gruppen B und C).⁽¹²⁾ Der Anteil der Kinder und Jugendlichen mit SHCN laut CSHCN Screeninginstrument unter den Kindern und Jugendlichen mit SHCN laut QICCC-R wird auf 63% geschätzt.⁽¹⁶⁾

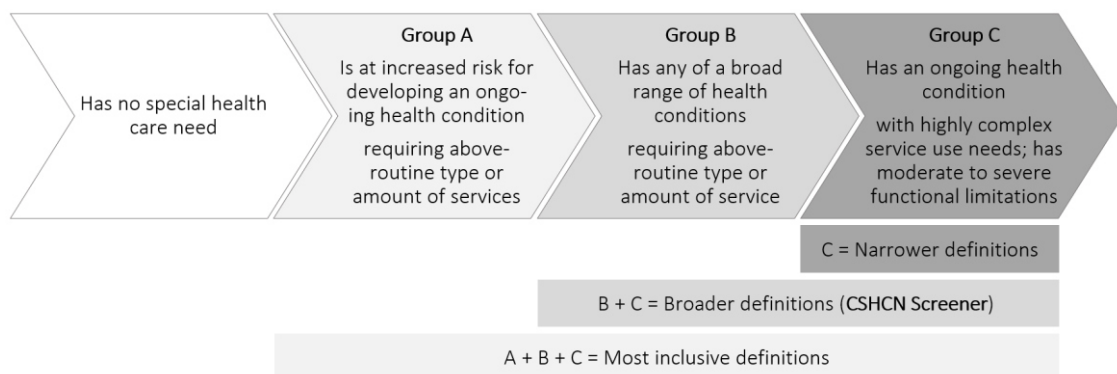


Abbildung 1: Kontinuum des generischen Ansatzes zur Definition chronischer Erkrankungen (Darstellung modifiziert nach Bethell et al.⁽¹²⁾)

Das CSHCN Screeninginstrument ist bis heute in der Gesundheitsberichterstattung und in wissenschaftlichen Untersuchungen etabliert und findet durch zahlreiche Übersetzungen national⁽¹⁸⁻²⁰⁾ wie international^(21, 22) Anwendung. Es deckt verschiedene Konsequenzen chronischer Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter ab: In fünf Hauptfragen wird

erfasst, ob das jeweilige Kind 1) ärztlich verschriebene Medikamente benötigt oder einnimmt (außer Vitamine), 2) mehr als altersübliche medizinische Versorgung oder psychosoziale oder pädagogische Unterstützung braucht, 3) eingeschränkt oder gehindert ist, altersentsprechende Dinge zu tun, 4) spezielle Therapien (z.B. Physio-, Ergo- oder Sprachtherapie) braucht oder erhält oder 5) emotionale, Entwicklungs- oder Verhaltensprobleme hat, für die es Behandlung oder Beratung benötigt oder erhält. In ein bis zwei gefilterten Unterfragen wird erfasst, ob die angegebene Konsequenz a) durch eine Krankheit, Verhaltensstörung oder ein anderes gesundheitliches Problem bedingt ist und b) dieses Problem bereits mindestens ein Jahr besteht oder voraussichtlich bestehen wird. Ein SHCN ist dann gegeben, wenn von den Eltern mindestens eine der Konsequenzen aufgrund einer mindestens ein Jahr andauernden Erkrankung berichtet wird.

Die Prävalenz von Kindern und Jugendlichen mit SHCN, die über das CSHCN Screeninginstrument erfasst werden,¹ variiert über die Zeit, überregional und hinsichtlich soziodemographischer Charakteristika. So wurden in den USA je nach Panel und Zeitpunkt der Erfassung Prävalenzen zwischen 13 und 19% berichtet,⁽²³⁾ in Deutschland lag die Prävalenz laut der bundesweiten KiGGS-Studie (Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland) Anfang bis Mitte der 2000er Jahre bei 14%.⁽²⁴⁾

1.2 Der Zusammenhang zwischen chronischen Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter und Bildung

Für Kinder und Jugendliche mit chronischen Erkrankungen werden in der wissenschaftlichen Literatur verschiedenste individuelle und gesellschaftliche sowie medizinische und nicht-medizinische potentielle Folgen ihrer chronischen Erkrankung beschrieben.^(25, 26) Im Rahmen der bundesweiten KiGGS-Studie wurden so z.B. gesundheitsbezogene Lebensqualität⁽²⁷⁾ und gesellschaftliche Teilhabe, definiert als anhaltende Aktivität in einem Sportverein,⁽²⁸⁾ von Kindern und Jugendlichen mit und ohne SHCN untersucht. Vor dem Hintergrund der Zunahme chronischer Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter,⁽²⁹⁾ der gestiegenen Überlebenschancen schwer kranker Kinder,^(30, 31) der voranschreitenden Inklusion in Regelschulen⁽³²⁾ sowie dem Trend zur Ganztagsbeschulung

¹ Wenn nicht explizit anders angegeben, bezieht sich der Begriff *Kinder/Jugendliche mit SHCN* ab diesem Absatz auf solche Kinder und Jugendliche, die mit dem CSHCN Screeninginstrument erfasst wurden.

rücken die Bedarfe chronisch kranker Kinder und Jugendlicher im Schul- und Bildungskontext schließlich immer weiter in den Vordergrund.

Immer mehr wissenschaftliche Studien zeigten, dass eine eingeschränkte Gesundheit im Kindes- und Jugendalter mit dem späteren Bildungserfolg in Zusammenhang stehen könnte.^(33, 34) Bildung kann in diesem Zusammenhang als Folge einer gelungenen Teilhabe im Kindes- und Jugendalter aber ebenso als Voraussetzung für eine gesellschaftliche Teilhabe im Erwachsenenalter verstanden werden.⁽³⁵⁾

2011 erstellten Suhrcke und de Paz Nieves⁽³³⁾ eine erste systematische Übersichtsarbeit zu den Bildungsfolgen von Kindern und Jugendlichen mit chronischen Erkrankungen und/oder gesundheitsbezogenen Risikofaktoren speziell in Industrieländern. Die Autoren entwickelten auf dieser Basis ein analytisches, Generationen-übergreifendes Rahmenmodell für den möglicherweise kausalen Zusammenhang zwischen Gesundheit im Kindes- und Jugendalter und Bildung. Bildung umfasst in diesem Rahmenmodell sowohl kurzfristige als auch langfristige Indikatoren. Der Effekt von Gesundheit auf Bildung wird laut den Autoren z.B. durch die Entwicklung kognitiver Fähigkeiten, Diskriminierung im Klassenzimmer oder die Lernfähigkeiten betroffener Kinder und Jugendlicher vermittelt. Das Einkommen und z.B. die Gesundheit im Erwachsenenalter als Folge einer eingeschränkten Bildung können dann wiederum einen Einfluss auf die Gesundheit der nächsten Generation haben. Daneben werden externe Faktoren auf der Mikro- (z.B. Geschlecht, Familienhintergrund), Meso- (z.B. schulische Faktoren, soziales Umfeld) und Makroebene (z.B. nationale politische Strategien) unterschieden. Diese externen Faktoren können einerseits als potentiell konfundierende oder moderierende Faktoren für den Zusammenhang zwischen Gesundheit und Bildung und andererseits als medierende Faktoren zwischen den Generationen interpretiert werden.

Im deutschsprachigen Raum folgten zwei Anpassungen des Rahmenmodells von Suhrcke und de Paz Nieves. Zunächst erstellte Dadaczynski⁽³⁶⁾ im Jahr 2012 eine Literaturübersicht zu den Bildungsfolgen speziell von Fehlernährung, mangelnder körperlicher Bewegung und psychischen Problemen. Er bestätigte das ursprüngliche Rahmenmodell mit seinen Ergebnissen grundlegend. Urschitz et al.⁽³⁵⁾ schlugen 2016 weitere potenzielle Mediatoren (z.B. Fehltage), Moderatoren (z.B. pädagogische Förderung) und bildungsbezogene Zielgrößen (z.B. relativer Schulerfolg im Vergleich zu Gleichaltrigen) vor (Abbildung 2).

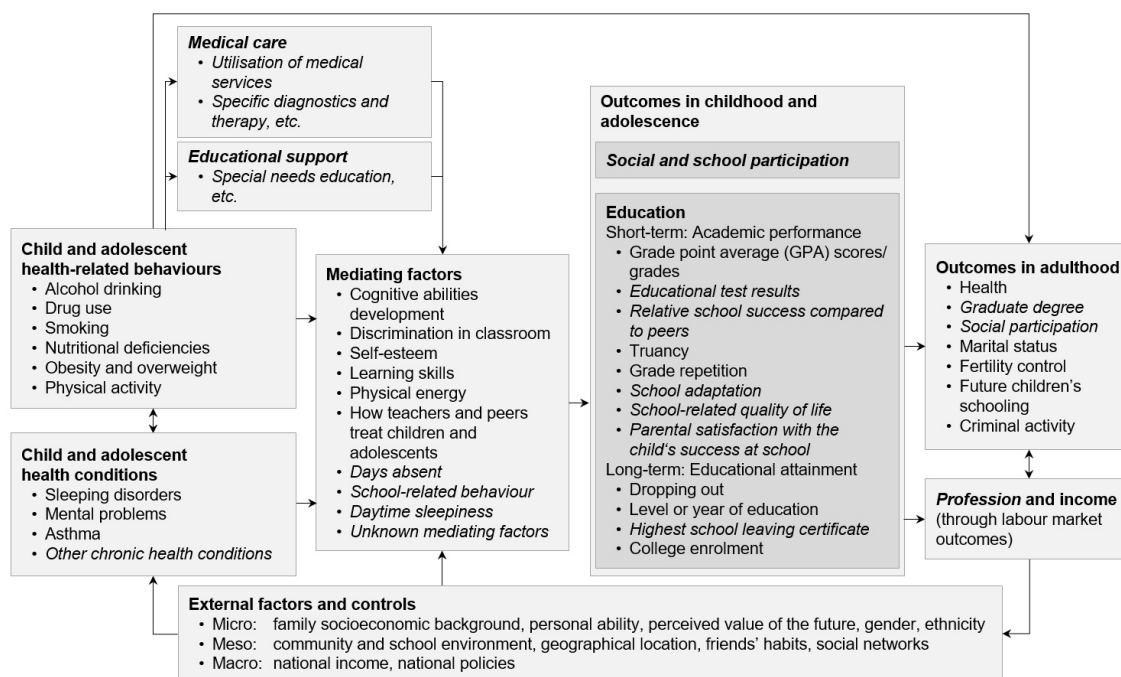


Abbildung 2: Analytisches Rahmenmodell zum Zusammenhang zwischen Gesundheit und Bildung (Quelle: Schlecht et al.,⁽³⁷⁾ basierend auf Suhrcke und de Paz Nieves⁽³³⁾ mit Änderungen durch Dadaczynski⁽³⁶⁾ und Urschitz et al.⁽³⁵⁾ in kursiver Schrift)

Neben der systematischen Literaturübersicht und der Entwicklung des Rahmenmodells stellten sowohl Suhrcke und de Paz Nieves⁽³³⁾ (n = 53 eingeschlossene Studien, keine Einschränkung bzgl. Studiendesign) als auch Dadaczynski⁽³⁶⁾ (n = 39, nur Längsschnittstudien) fest, dass die meisten Primärstudien in angloamerikanischen Ländern durchgeführt wurden. Nur neun bzw. zehn der eingeschlossenen Studien in den beiden Übersichtsarbeiten stammten aus Europa. Suhrcke und de Paz Nieves⁽³³⁾ bezogen die Ergebnisse von nur drei Studien aus Deutschland in ihre Untersuchung ein. Dadaczynski⁽³⁶⁾ dagegen konnte keine Längsschnittstudie aus Deutschland einschließen und schlussfolgerte, dass aufgrund der unklaren Übertragbarkeit der international erzielten Ergebnisse hierzulande mehr wissenschaftliche Untersuchungen erforderlich seien. Bis zu diesem Zeitpunkt beschränkten sich die Forschungsaktivitäten in Deutschland entweder auf die Gesundheit im Kindes- und Jugendalter⁽³⁸⁾ oder auf Bildungsaspekte.^(39, 40)

Diese Forschungslücke führte zur Initiierung der Kindergesundheits- und Bildungsstudie ikidS (ich komme in die Schule), die auf dem oben beschriebenen, analytischen Rahmenmodell basierte. Details zu den wissenschaftlichen Fragestellungen und Studiendesign wurden publiziert^(35, 41) und werden in Kapitel 3.1 zusammengefasst. Anhand der

ikidS-Studie untersuchten Hoffmann et al.⁽⁴¹⁾ im Jahr 2018 erstmalig den Zusammenhang zwischen chronischen Erkrankungen im Kindesalter und frühem Bildungserfolg auch für Deutschland. Dafür analysierten die Autor:innen den Einfluss von chronischen Erkrankungen anhand der zwei oben beschriebenen Möglichkeiten der Operationalisierung: i) aktuelle SHCN aufgrund einer chronischen Erkrankung, operationalisiert über das CSHCN Screeninginstrument, und ii) aktuelle oder zurückliegende Diagnose einer schulrelevanten chronischen Erkrankung. Etwa 15% der Kinder hatten einen SHCN und weitere 37% eine Diagnose einer chronischen Erkrankung, allerdings ohne SHCN. Die Autor:innen berichten, dass Kinder mit SHCN am Ende der ersten Klasse die niedrigsten schulischen Fähigkeiten, gemessen als Summenscore aus mathematischen, naturwissenschaftlichen, sprachlichen, schriftsprachlichen und sozialen Fähigkeiten, aufwiesen. Im Gegensatz dazu schienen Kinder mit einer Diagnose einer chronischen Erkrankung, aber ohne aktuellen SHCN, ähnlich gute schulische Fähigkeiten wie gesunde Kinder (d. h. ohne Diagnose einer chronischen Erkrankung und ohne SHCN) zu haben.

Die Ergebnisse von Hoffmann et al.⁽⁴¹⁾ haben zwei bedeutende Implikationen: Erstens scheint das Konzept von SHCN und das damit verbundene CSHCN Screeninginstrument besser geeignet zu sein als eine Liste einzelner Diagnosen, um gesundheitsbezogene Bildungsunterschiede in Deutschland aufzuzeigen. Und zweitens deutet sie darauf hin, dass die derzeitigen Versorgungs-, Förder- und Unterstützungsmaßnahmen gesundheitsbezogene Bildungsunterschiede von Kindern mit SHCN in Deutschland nicht ausreichend verhindern können.

Offen blieb allerdings die Frage, in welchen spezifischen schulischen Kernkompetenzen Kinder mit SHCN in Deutschland besonders benachteiligt sind. Wissenschaftliche Erkenntnisse in diesem Bereich würden die Priorisierung schulischer Bedarfe von Kindern mit SHCN in Deutschland ermöglichen. Internationale Forschungsarbeiten untersuchten insbesondere den Einfluss von SHCN auf mathematische und sprachliche bzw. Lesefähigkeiten und zeigten bereits gesundheitsbezogene Unterschiede auf.^(42, 43) Für Deutschland konnten diesbezüglich keine Studien identifiziert werden. Die umfassenden Daten der ikidS-Studie machten sowohl Untersuchungen hinsichtlich mathematischer und (schrift)sprachlicher als auch naturwissenschaftlicher und sozialer Fähigkeiten möglich.

Ebenfalls offen blieb, weshalb Kinder mit SHCN in Deutschland schulisch benachteiligt sein könnten. Wissenschaftliche Untersuchungen in diesem Bereich würden Einblicke in potentielle Ansatzpunkte für Interventionsmaßnahmen für Kinder mit SHCN in Deutsch-

land ermöglichen. In internationalen Forschungsarbeiten, basierend vor allem auf Bildungsunterschieden in Abhängigkeit von einzelnen chronischen Erkrankungen, wird regelmäßig ein mediierender Effekt von schulischen Fehlzeiten diskutiert.^(44, 45) Laut des oben beschriebenen analytischen Rahmenmodells ist außerdem ein mediierender Effekt von Lernfähigkeiten denkbar. Erste internationale Studien in diesem Bereich legen nahe, dass Kinder mit SHCN hinsichtlich ihrer Konzentrationsfähigkeit benachteiligt sein könnten.⁽⁴²⁾ Auch in diesem Kontext konnten für Deutschland keine Studien identifiziert werden.

Erste Erkenntnisse der ikidS-Studie legten nahe, dass es in Deutschland trotz des Angebots an Versorgungs-, Förder- und Unterstützungsmaßnahmen frühe Bildungsunterschiede zwischen Kindern mit und ohne SHCN geben könnte. Internationale Forschungsarbeiten geben Hinweise darauf, dass Kinder mit SHCN insbesondere hinsichtlich mathematischer sowie sprachlicher und Lesefähigkeiten benachteiligt sein könnten. Schulische Fehltage und Konzentrationsfähigkeit könnten mediierende Faktoren für diese Unterschiede sein und potentielle Ansatzpunkte für Interventionsmaßnahmen darstellen. Diese international vorliegenden Erkenntnisse könnten jedoch aufgrund der unterschiedlichen Gesundheits- und Bildungssysteme sowie der Einleitung, Inanspruchnahme und Art von Versorgungs-, Förder- und Unterstützungsmaßnahmen nur eingeschränkt auf Deutschland übertragbar sein. Es fehlten für Deutschland folglich Erkenntnisse zu spezifischen, zu priorisierenden schulischen Bedarfen und Ansatzpunkten für Interventionsmaßnahmen für Kinder mit SHCN. Insofern ergab sich ein Forschungsbedarf, diese Aspekte auch für das deutsche Bildungssystem zu untersuchen.

2 Ziele

Diese Forschungslücke wird in separaten Analysen auf Basis der ikidS-Daten bearbeitet. So wird zunächst die Stärke des Zusammenhangs zwischen SHCN und fünf unterschiedlichen schulischen Fähigkeiten geschätzt (Fragestellung 1). Darauf aufbauend werden die Zusammenhänge zwischen SHCN und zwei potentiellen Mediatoren des Zusammenhangs zwischen SHCN und frühem Bildungserfolg untersucht, die dem erweiterten Rahmenmodell von Urschitz et al.⁽³⁵⁾ entnommen wurden. Im Speziellen wird die Stärke des Zusammenhangs zwischen SHCN und i) krankheitsbedingten schulischen Fehltagen (Fragestellung 2) und ii) Lernfähigkeiten, definiert als schulische Konzentrationsfähigkeit (Fragestellung 3), geschätzt. Aufgrund der breit gefächerten Versorgungs-, Förder- und Unterstützungsmaßnahmen ist zu erwarten, dass SHCN – kontrolliert für potentiell konfundierende Faktoren – keinen Einfluss auf die jeweiligen Zielgrößen haben.

Es werden damit folgende drei Fragestellungen in separaten wissenschaftlichen Artikeln beantwortet:

1. Wie groß ist die Stärke des Zusammenhangs zwischen SHCN aufgrund einer chronischen Erkrankung und einzelnen schulischen Fähigkeiten in Deutschland (d.h. mathematische, naturwissenschaftliche, sprachliche, schriftsprachliche und soziale Fähigkeiten)?
2. Wie groß ist die Stärke des Zusammenhangs zwischen SHCN aufgrund einer chronischen Erkrankung und krankheitsbedingten schulischen Fehltagen in Deutschland?
3. Wie groß ist die Stärke des Zusammenhangs zwischen SHCN aufgrund einer chronischen Erkrankung und schulischer Konzentrationsfähigkeit in Deutschland?

Nach bestem Wissen und Gewissen der Autorin gibt es keine wissenschaftlichen Arbeiten, die diese Fragestellungen für Deutschland bereits untersucht haben.

3 Methoden

3.1 Die Kindergesundheits- und Bildungsstudie ikidS

Das ikidS-Projekt hat seit 2013 zum Ziel, den Effekt von chronischen Erkrankungen auf bildungsbezogene Zielgrößen (z.B. Schulerfolg und schulisches Verhalten) und die schulische Adaptation wissenschaftlich zu untersuchen. Die erste (ikidS I, 2013-2016) und auch die zweite Projektphase (ikidS II, 2016-2019) wurden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanziell unterstützt. Die letzte Befragung im Jahr 2021 zu Fragen rund um die Pandemie durch SARS-CoV-2 wurde vom Bundesministerium für Gesundheit finanziert. Die Ethikkommission der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz (RLP) und der Landesbeauftragte für den Datenschutz und die Informationsfreiheit RLP erteilten jeweils ein positives Votum. Das Studienprotokoll wurde darüber hinaus in enger Abstimmung mit dem Datenschutzbeauftragten der Universitätsmedizin Mainz und der Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion RLP erstellt.

Im Zuge des Projekts wurde u.a. eine populationsbezogene, prospektive, geschlossene Kohortenstudie durchgeführt. Die Zielpopulation waren alle Kinder, die im Rahmen ihrer Einschulung im Jahr 2015 in der Stadt Mainz oder im Landkreis Mainz-Bingen zur Schuleingangsuntersuchung (SEU) eingeladen wurden. Mit der Einladung zur SEU, die vor Schulbeginn für alle einzuschulenden Kinder verpflichtend ist, wurden Informationsmaterialien und Einwilligungserklärungen an alle Sorgeberechtigten versandt. Von den 3.683 eingeladenen Kindern konnten schließlich 2.003 Kinder für die Hauptphase der Studie rekrutiert werden. Abläufe und Studienfragebögen wurden ein Jahr zuvor mit einer deutlich kleineren Kohorte (n = 487) im Rahmen einer Pilotphase getestet.

Die für diese Arbeit relevanten Daten wurden zu vier Zeitpunkten im Rahmen von ikidS I erhoben: zur SEU innerhalb des letzten Kindergartenjahres (T0), 6 Wochen vor Schulbeginn (T1), 3 Monate nach Schulbeginn (T2) und am Ende der ersten Klasse (T3). Die amtlichen Daten der SEU, bestehend aus Elternangaben und den Untersuchungsdaten des schulärztlichen Personals, wurden vom Gesundheitsamt Mainz-Bingen für teilnehmende Kinder in personenidentifizierender Form und für alle einzuschulenden Kinder

des Jahrgangs in vollanonymisierter Form zur Verfügung gestellt. Zu den Erhebungszeitpunkten T1-T3 füllten die Sorgeberechtigten der teilnehmenden Kinder sogenannte Elternfragebögen aus. Daneben wurden die Lehrkräfte der teilnehmenden Kinder zu T3 schriftlich befragt (Anhang 1).

Im Rahmen von ikidS wurde der Bereich Gesundheit hinsichtlich chronischer Erkrankungen besonders umfassend anhand des kategorischen und des generischen Ansatzes abgedeckt. So wurden zunächst verschiedenste Diagnosen chronischer Erkrankungen und weitere gesundheitliche Auffälligkeiten, die routinemäßig zur SEU erfragt werden und durch das ikidS-Projekt noch erweitert wurden, im Längsschnitt erfasst. Daneben umfassten die Elternfragebögen zu T1 und T3 die deutsche Version des CSHCN Screeninginstruments.^(17, 24) Der Bereich Bildung und Schule wurde umfassend durch den Lehrkraftfragebogen zu T3 erfasst. So bewerteten die Lehrkräfte der teilnehmenden Kinder deren schulische Fähigkeiten in verschiedenen fachlichen (mathematische und naturwissenschaftliche Fähigkeiten) und weiteren fächerübergreifenden Bereichen (sprachliche, schriftsprachliche, soziale und Konzentrationsfähigkeiten). Die Einschätzung erfolgte auf einer 5-stufigen Skala von -2 (viel schlechter) und -1 (etwas schlechter) über 0 (genauso gut) bis +1 (etwas besser) und +2 (viel besser) im Vergleich zu anderen Kindern gleichen Alters.^(39, 40) Die Lehrkräfte wurden außerdem gebeten, die Anzahl der krankheitsbedingten schulischen Fehltag in der ersten Klasse anzugeben.

3.2 Statistische Analyse

Die folgenden Kapitel behandeln Details zu den zentralen Aspekten der statistischen Analyse der drei Artikel. Zunächst werden die verschiedenen multivariablen Regressionsmodelle und das Verfahren zur Auswahl potentiell konfundierender Variablen anhand von Directed Acyclic Graphs (DAG, dt. gerichteter azyklischer Graph) spezifiziert. Im Anschluss folgen Details zum Umgang mit fehlenden Werten in den Analysedatensätzen.

3.2.1 Multivariable Regressionsmodelle

Die statistischen Analysen basieren auf zwei Typen von Regressionsmodellen, auf die im Folgenden kurz eingegangen wird.

Lineares gemischtes Regressionsmodell

Die statistischen Analysen zum Zusammenhang zwischen SHCN und einzelnen schulischen Fähigkeiten (Artikel 1) sowie schulischer Konzentrationsfähigkeit (Artikel 3) basierten auf einem linearen gemischten Regressionsmodell mit einem zufälligen Effekt auf Lehrkräftebene. Diese Entscheidung stützte sich auf zwei Überlegungen: i) Das Skalenniveau der abhängigen Variable (am Ende der ersten Klasse von Lehrkräften eingeschätzte schulische Fähigkeiten) wurde als stetig angenommen und erlaubte damit die Schätzung von Mittelwertdifferenzen anhand eines linearen Regressionsmodells. ii) Allerdings waren die Einschätzungen der schulischen Fähigkeiten zwischen den teilnehmenden Kindern nicht unabhängig voneinander: Alle Kinder einer Klasse wurden von derselben Lehrkraft bewertet, welche sich durch ihre Berufserfahrung und das wahrgenommene mittlere Klassenniveau von den anderen Lehrkräften unterscheiden haben könnte. Die Einschätzungen wären damit innerhalb einer Klasse ähnlicher als die Einschätzungen zwischen den Klassen. Eine zentrale Annahme des einfachen linearen Regressionsmodells wäre damit verletzt gewesen. Das verwendete Modell kompensierte folglich für diese potentiellen Unterschiede zwischen den Lehrkräften und Klassen durch die Berechnung eines Intercepts für jede Lehrkraft. Für mathematische Details wird auf Pinheiro und Bates⁽⁴⁶⁾ verwiesen. Für die Berechnung des linearen gemischten Regressionsmodells wurde die Funktion `lme` des R-Pakets `nlme`⁽⁴⁷⁾ herangezogen.

Negativ-binomiales Regressionsmodell

Die statistische Analyse zum Zusammenhang zwischen SHCN und krankheitsbedingten schulischen Fehltagen basierte auf einem negativ-binomialen Regressionsmodell. Diese Entscheidung stützte sich auf drei Überlegungen: i) Die abhängige Variable (von Lehrkräften angegebene Anzahl krankheitsbedingter schulischer Fehltag in der ersten Klasse) war eine diskrete Zählvariable. Dafür eignete sich ein Regressionsmodell für Zähldaten zur Schätzung von Rate Ratios. ii) Die abhängige Variable wurde zwar über die Lehrkräfte erfasst, aber es war nicht davon auszugehen, dass Faktoren auf Ebene der Lehrkräfte bzw. Klassen die Angaben beeinflussten. Insofern war an dieser Stelle

kein gemischtes Modell mit zufälligen Effekten nötig. iii) Die Verteilung der abhängigen Variable war stark rechts-schief, wodurch Überdispersion vermutet wurde. Daher wurde ein Likelihood Ratio Test zwischen einem negativ-binomialen und einem Poisson Regressionsmodell in einem der multipel imputierten Analysedatensätze (siehe Kapitel 3.2.3) durchgeführt. Dieser deutete darauf hin, dass die Schätzung des Dispersionsparameters λ über das negativ-binomiale Modell die Daten besser abbildete als die Annahme des Poisson Modells, dass λ sowohl dem Erwartungswert als auch der Varianz der abhängigen Variable entspricht. Für mathematische Details wird auf Venables und Ripley⁽⁴⁸⁾ verwiesen. Für die Berechnung des negativ-binomialen Regressionsmodells wurde die Funktion `glm.nb` des R-Pakets MASS⁽⁴⁹⁾ herangezogen.

3.2.2 Auswahl der potentiell konfundierenden Faktoren

Aufgrund des beobachtenden Studiendesigns der ikidS-Studie kann ein konfundierender Effekt von Faktoren auf Individual-, Familien-, Klassen-, Schul- oder Gemeindeebene nicht ausgeschlossen werden. Aufgründessen lag bei der Analyse des Zusammenhangs zwischen SHCN und den unterschiedlichen Zielgrößen ein besonderer Fokus auf der Kontrolle für ebendiese potentiell konfundierenden Faktoren. Wie in Kapitel 3.2.1 beschrieben, wurde in den Artikeln zum Zusammenhang zwischen SHCN und einzelnen schulischen Fähigkeiten (Artikel 1) sowie schulischer Konzentrationsfähigkeit (Artikel 3) bereits für potentielle Unterschiede zwischen den Lehrkräften bzw. Klassen durch die Verwendung gemischter Effekte im Rahmen von gemischten linearen Modellen kontrolliert. Im Folgenden wird das Vorgehen zur Auswahl potentiell konfundierender Faktoren für die fixen Effekte der Regressionsmodelle vorgestellt.

Im Artikel zum Zusammenhang zwischen SHCN und einzelnen schulischen Fähigkeiten (Artikel 1) wurde die Menge an potentiell konfundierenden Faktoren von Hoffmann et al.⁽⁴¹⁾ übernommen, um möglichst nahe an der ursprünglichen Analyse zu bleiben. Die jeweiligen Regressionsmodelle wurden folglich für den Effekt der folgenden potentiell konfundierenden Faktoren kontrolliert: Geschlecht, Migrationshintergrund, sozioökonomischer Status (Winkler Index), Mehrling bei Geburt, Stilldauer, alleinerziehendes Elternteil, Rauchen im Haushalt, Freizeitverhalten, Zeit im Freien, Fernseher im Kinderzimmer, musikalische Früherziehung, Alter bei Einschulung und Standort der Schule. Der Winkler Index und die Summenscores des Freizeitverhaltens und der Zeit im Freien

wurden vor der Regressionsanalyse z-standardisiert und die zugehörigen Effekte als linear angenommen.

In den Artikeln zum Zusammenhang zwischen SHCN und schulischen Fehltagen (Artikel 2) bzw. Konzentrationsfähigkeit (Artikel 3) basierte die Auswahl der potentiell konfundierenden Faktoren dagegen auf neu entwickelten kausalen Diagrammen. Diese Methode wird in der epidemiologischen Forschung häufig zur Identifizierung einer geeigneten Menge an potentiell konfundierenden Faktoren genutzt. In einem DAG werden die Beziehungen zwischen abhängiger, unabhängiger und potentiell konfundierender Variablen in Form von gerichteten Pfeilen visualisiert. So lassen sich kausale und nicht-kausale Pfade zwischen der unabhängigen und abhängigen Variable ableiten. Es wird angenommen, dass die zu analysierenden Daten durch diese zugrundeliegenden Prozesse generiert wurden. Durch Einhaltung formaler Regeln auf Basis bedingter Wahrscheinlichkeiten zwischen den Variablen kann schließlich anhand des DAGs ein Minimally Sufficient Adjustment Set (MSAS) identifiziert werden. Dieses beinhaltet die minimal notwendige Menge an konfundierenden Faktoren, für die kontrolliert werden muss, um den kausalen Effekt der unabhängigen auf die abhängige Variable unverzerrt schätzen zu können.⁽⁵⁰⁾ Auf diese Weise können systematische Fehler vermieden werden, die aufgrund einer unzureichenden (durch Residual Confounding) oder zu großzügigen Kontrolle (durch Noncollapsibility des Rate Ratios)⁽⁵¹⁾ konfundierender Variablen zustande kommen könnten.

Dazu wurde für beide Artikel jeweils ein separater DAG basierend auf dem in Kapitel 1.2 vorgestellten analytischen Rahmenmodell und weiteren relevanten Faktoren (z.B. Gesundheitsbewusstsein, Bildungsorientierung, vorschulische Fähigkeiten) erstellt. Diese DAGs wurden in einer Expert:innenrunde, bestehend aus zwei Pädiater:innen, zwei Psychologinnen, einem Mathematiker und drei Epidemiologinnen, umfassend diskutiert und konsentiert. Anhand der Funktion `dag_adjustment_sets` des R-Pakets `ggdag`⁽⁵²⁾ wurden daraufhin zwei MSAS identifiziert, die sich jedoch nicht zwischen den beiden Artikeln unterschieden. Der Grund dafür war, dass sich die DAGs nur hinsichtlich potentieller Mediatoren der jeweiligen Zusammenhänge unterschieden, welche nicht Bestandteil eines geeigneten MSAS sein dürfen.⁽⁵⁰⁾ Die jeweiligen Regressionsmodelle wurden folglich für den Effekt der folgenden potentiell konfundierenden Faktoren kontrolliert: Geschlecht, Migrationshintergrund, sozioökonomischer Status, Mehrling bei Geburt, Stilldauer, chronische Erkrankung einer im Haushalt lebenden Person, Gesundheitsbewusstsein der Eltern und Standort der Schule. Der Winkler Index wurde vor der Regressionsanalyse z-standardisiert und der zugehörige Effekt als linear angenommen.

3.2.3 Umgang mit fehlenden Werten

In der ikidS-Kohortenstudie zeigte sich ein bedeutender Anteil an Kindern mit unit und/oder item nonresponse. Dabei bezeichnet unit nonresponse in diesem Kontext den Umstand, dass für ein teilnehmendes Kind mindestens ein Studienfragebogen nicht vorlag. Obwohl der Anteil der Kinder, deren Sorgeberechtigte zu den jeweiligen Erhebungszeitpunkten angeschrieben wurden, durchgehend bei über 90%² lag, sank der Rücklauf der Elternfragebögen stetig. Den Elternfragebögen zu T1 füllten 73% der angeschriebenen Sorgeberechtigten aus, danach sank der Rücklauf nur noch langsam bis auf 67% zu T3 (Anhang 2). Item nonresponse bezieht sich auf den Umstand, dass einzelne Items eines vorliegenden Fragebogens nicht ausgefüllt wurden. Besonders hoch waren die fehlenden Werte in der ikidS-Studie bei sensiblen Variablen und/oder bei Variablen, die erst spät im Kohortenverlauf gemessen wurden. So fehlten insbesondere Daten zum beruflichen Status der Eltern (32%) oder dem Haushaltsnettoeinkommen (41%) der Kinder. Auch lagen häufig keine Daten zu den abhängigen Variablen der Analysen aus den Lehrkraftfragebögen vor (einzelne schulische Fähigkeiten: bis zu 26%, Fehltag: 29%, Konzentrationsfähigkeit: 24%).

Eine statistische Analyse mit ausschließlich vollständigen Datensätzen (engl. complete case analysis) hätte eine drastische Reduzierung der Analysestichprobe bedeutet. Die Analysen des Artikels zum Zusammenhang zwischen SHCN und einzelnen schulischen Fähigkeiten (Artikel 1) wären aufgrund der vielen potentiell konfundierenden Variablen nicht möglich gewesen. In den anderen beiden Artikeln hätten 65% (krankheitsbedingte schulische Fehltag; Artikel 2) und 62% (schulische Konzentrationsfähigkeit; Artikel 3) der Kinder, die die Ein- und Ausschlusskriterien erfüllten, von den Analysen ausgeschlossen werden müssen. Ein hohes Verzerrungspotential der Ergebnisse hätte nicht ausgeschlossen werden können.

Aufgrund der deutlichen Nachteile einer Complete Case Analysis entschieden sich die Autor:innen für eine statistische Analyse auf Basis zunächst einfach und im Anschluss multipel imputierter Daten. Die Imputation erlaubt es, fehlende Werte in einem Datensatz durch wahrscheinliche Werte zu ersetzen und damit für die finale Analyse verwertbar zu

² In Relation zu den ursprünglich 2.003 teilnehmenden Kindern. Gründe dafür, dass Sorgeberechtigte oder Lehrkräfte nicht angeschrieben wurden, waren Widerruf der Einwilligung durch die Sorgeberechtigten, Rückstellung des Kindes von der Einschulung oder Wegzug aus der Studienregion.

machen. Wenn möglich, wurden fehlende Werte in einem ersten Schritt anhand der LOCF-Methode (Last Observation Carried Forward) einfach imputiert: Ein zurückliegender Wert wurde dann übernommen, wenn der aktuellere Wert fehlend war (z.B. Schul- und Berufsabschluss der Eltern zu T1, Zeit im Freien zu T3). Außerdem war es bei vielen Kindern möglich, das Nettoeinkommen des Haushalts bei fehlender direkter Angabe über den mittleren Wert einer alternativen, kategorisierten Abfrage des Einkommens zu schätzen.

In einem zweiten Schritt wurden alle nach LOCF noch fehlenden Werte der unabhängigen (einzelne schulische Fähigkeiten; Artikel 1) bzw. der abhängigen und unabhängigen Variablen (schulische Fehltage und Konzentrationsfähigkeit; Artikel 2 und 3) und den potentiell konfundierenden Variablen der Regressionsmodelle multipel imputiert. Für jeden vorliegenden Artikel wurde ein eigener Analysedatensatz multipel imputiert. Dafür wurde auf Vorarbeiten von van Buuren und Groothuis-Oudshoorn⁽⁵³⁾ zurückgegriffen. Das R-Paket *mice* (Multivariate Imputation by Chained Equations)⁽⁵³⁾ mit der gleichnamigen Funktion bietet eine flexible Möglichkeit, Daten mit fehlenden Werten anhand des Fully Conditional Specification-Ansatzes zu imputieren. Bei diesem Ansatz wird für jede Variable mit mindestens einem fehlenden Wert ein separates Imputationsmodell³ mit einer individuellen Menge von Prädiktorvariablen aufgestellt. Zunächst werden für diese fehlenden Werte zufällige Werte aus der marginalen Verteilung gezogen. Ein seed gewährleistet dieselben zufälligen Startwerte bei wiederholter Ausführung der multiplen Imputation. In einem iterativen Prozess mit M Iterationen werden schließlich für jeden fehlenden Wert m Werte anhand der bedingten Imputationsmodelle vorhergesagt.⁽⁵⁴⁾ Für die vorliegende multiple Imputation wurden folgende Modellspezifika festgelegt: seed = 81091, M = 100, m = 10. Weitere Details zu den verwendeten Imputationsmodellen und der Auswahl der Prädiktorvariablen werden in Anhang 3 beschrieben.

Folglich lagen nach Abschluss der multiplen Imputation m = 10 vollständige Datensätze vor, die sich nur in den Werten unterschieden, wo der ursprüngliche Datensatz einen fehlenden Wert aufwies. Gemäß der Empfehlung der Autoren⁽⁵³⁾ des R-Pakets *mice* wurde zunächst jedes in den drei Artikeln beschriebene Regressionsmodell in jedem der zehn vervollständigten Datensätze berechnet (`mice::with.mids`). Die zehn Ergebnisse

³ Streng genommen sind Imputationsmodelle auch prädiktive Regressionsmodelle. Zur Differenzierung wird der Begriff Imputationsmodell genutzt, wenn anhand eines Regressionsmodells fehlende Werte multipel imputiert werden. Der Begriff Prädiktorvariable steht dann für die unabhängigen Variablen dieser Imputationsmodelle.

der zehn Regressionsmodelle wurden anschließend gemäß Rubin's Rule zusammengefasst (`mice::pool`).^(55, 56) Nur die gepoolten Ergebnisse wurden in den Artikeln berichtet.

4 Ergebnisse

4.1 Artikel 1: Chronisch krank in der Schule – schulische Fähigkeiten von Kindern mit speziellem Versorgungsbedarf. Ergebnisse der Kindergesundheitsstudie ikidS [Chronically ill at School - School Performance in Children with Special Health Care Needs. Results of the Child Health Study ikidS]

Der erste Artikel beschäftigt sich mit der Fragestellung, wie groß die Stärke des Zusammenhangs zwischen SHCN aufgrund einer chronischen Erkrankung und einzelnen schulischen Fähigkeiten (d.h. mathematische, naturwissenschaftliche, sprachliche, schriftsprachliche und soziale Fähigkeiten) ist. Wir konnten zeigen, dass der Unterschied zwischen Kindern mit und Kindern ohne SHCN in den Bereichen Mathematik und Schriftsprache am größten ist.

Zitation:

Schlecht J, König J, Urschitz MS. [Chronically ill at School - School Performance in Children with Special Health Care Needs. Results of the Child Health Study ikidS]. *Klin Padiatr.* 2022;234(2):88-95.

Das veröffentlichte Zusatzmaterial kann in Anhang 4 eingesehen werden.

Chronisch krank in der Schule – schulische Fähigkeiten von Kindern mit speziellem Versorgungsbedarf. Ergebnisse der Kindergesundheitsstudie ikidS

Chronically ill at School – School Performance in Children with Special Health Care Needs. Results of the Child Health Study ikidS

Autoren

Jennifer Schlecht, Jochem König, Michael S. Urschitz

Institut

Abteilung für Pädiatrische Epidemiologie; Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik, Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Mainz, Deutschland

Schlüsselwörter

Chronische Erkrankung, Spezieller medizinischer Versorgungsbedarf, Schulische Fähigkeiten, Bildung, Gesundheitsstudie, Kindergesundheit

Key words

Chronic disease, Special health care needs, Academic performance, Education, Health survey, Child health

online publiziert 09.02.2022

Bibliografie

Klin Padiatr 2022; 234: 88–95

DOI 10.1055/a-1672-4709

ISSN 0300-8630

© 2022, Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Jennifer Schlecht
Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Langenbeckstraße 1
55131 Mainz
Deutschland
Tel.: + 49/6131/17 4368, Fax: + 49/6131/17 2968
jennifer.schlecht@uni-mainz.de

 Zusätzliches Material finden Sie unter <https://doi.org/10.1055/a-1672-4709>.

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund Die Zusammenhänge zwischen kindlichem Gesundheitsstatus und weiterem Bildungsweg sind unklar. Wir beschreiben die Assoziation zwischen einer chronischen Erkrankung (CE) und schulischen Fähigkeiten am Ende der ersten Klasse.

Patienten Im Rahmen der Kindergesundheitsstudie ikidS wurden insgesamt 2003 Schulanfänger der Region Mainz-Bingen rekrutiert.

Methode In einer prospektiven Kohortenstudie wurden Kinder mit CE mittels Elternfragebögen über ihren speziellen medizinischen Versorgungsbedarf aufgrund einer CE identifiziert. Am Ende der ersten Klasse schätzten Lehrkräfte die schulischen Fähigkeiten auf einer 5-stufigen Skala von – 2 bis + 2 in 5 Bereichen ein: Mathematik, Naturwissenschaften, Sprache, Schriftsprache und soziale Fähigkeiten. Der Zusammenhang zwischen dem speziellen Versorgungsbedarf und den schulischen Fähigkeiten erfolgte jeweils mit linearen gemischten Regressionsmodellen unter Berücksichtigung potentieller Confounder.

Ergebnisse In die Analysen wurden 1463 Kinder (51 % männlich) eingeschlossen. 15 % der Kinder hatten einen speziellen Versorgungsbedarf. Diese Kinder zeigten in den Bereichen Mathematik (adjustierte Mittelwertsdifferenz: – 0,40; 95 % KI[– 0,57; – 0,23]) und Schriftsprache (– 0,22; 95 % KI[– 0,39; – 0,05]) niedrigere schulische Fähigkeiten als Kinder ohne Versorgungsbedarf.

Diskussion Wir haben erstmals für Deutschland Hinweise darauf gefunden, in welchen schulischen Fähigkeiten Kinder mit speziellem Versorgungsbedarf bereits früh in der Bildungslaufbahn Defizite aufweisen könnten. Dies könnte sich langfristig auf Bildungsabschlüsse und den späteren sozioökonomischen Status auswirken.

Schlussfolgerung Die vorliegenden Ergebnisse hinterfragen die Inanspruchnahme und/oder Wirksamkeit bestehender Versorgungs- und Fördermaßnahmen für Kinder mit CE.

ABSTRACT

Background The association between health status in childhood and later educational achievement is unknown. We de-

scribe the association between a chronic health condition (CHC) and school performance at the end of first grade.

Patients As part of the child health survey ikidS, 2,003 preschoolers from the Mainz-Bingen area (Rhineland-Palatinate; Germany) were recruited.

Method In a prospective cohort study, children with CHC were identified by the children with special health care needs screener. At the end of first grade, classroom teachers evaluated the child's school performance on a rating scale ranging from -2 through +2 in 5 domains: numeracy, science, reading, writing, and social competencies. Associations between special health care needs (SHCN) and each domain were assessed by linear mixed regression models adjusted for potential confounders.

Results 1,463 children (51 % males) were analyzed. Of these, 15 % had SHCN. Compared to their classmates, children with SHCN performed poorer in numeracy (adjusted mean difference: -0.40; 95 % CI[-0.57; -0.23]) and writing (-0.22; 95 % CI[-0.39; -0.05]).

Discussion For the first time in a German sample, we found an indication which educational competencies might be negatively impacted by SHCN early in school. This could have long-lasting effects on educational attainment and later socio-economic status.

Conclusion Our results question the uptake and/or effectiveness of existing medical care as well as educational support concepts for children with a CHC.

Einleitung

Das pädiatrische Krankheitsspektrum hat sich in den letzten Jahrzehnten zunehmend verändert. Immer mehr Kinder leiden an chronischen Erkrankungen (CE) oder gesundheitlichen Beeinträchtigungen [18]. Dabei ist die geschätzte Prävalenz stark von der Definition abhängig [19]. Diese kann auf ärztlichen Diagnosen (kategoriale Erfassung) oder auf dem speziellen medizinischen Versorgungsbedarf (generische Erfassung) basieren [19]. In der Basiserhebung der bundesweit repräsentativen „Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland“ (KiGGS) zeigte sich bei 17 % der Kinder zwischen 7 und 10 Jahren ein spezieller medizinischer Versorgungsbedarf, operationalisiert durch den Children with Special Health Care Needs (CSHCN) Screener [13].

CE im Kindesalter waren in internationalen Studien wiederholt mit Bildungsdefiziten assoziiert [9]. Vor allem in kognitiv anspruchsvollen schulischen Kernfächern wie Mathematik scheinen Kinder mit CE geringere Leistungen zu erzielen [3]. Dies kann die weitere Berufslaufbahn, den sozioökonomischen Status und schlussendlich die Gesundheit im Erwachsenenalter negativ beeinflussen [15]. Durch frühzeitige und spezifische Investitionen in bildungsfördernde Maßnahmen könnten für chronisch kranke Schüler diese negativen Folgen möglicherweise abgeschwächt werden. Dies würde im Sinne von Bildungsrendite auch die wirtschaftliche Produktivität der Gesellschaft stärken und könnte volkswirtschaftliche Belastungen durch z. B. Sozialhilfeleistungen verringern.

Für Deutschland lagen bis 2013 keine longitudinalen Studien zum Zusammenhang zwischen Gesundheit und Bildungserfolg im Grundschulalter vor. Um diese Forschungslücke zu füllen, wurde 2013 die Kindergesundheitsstudie ikidS (ich komme in die Schule) initiiert [16]. Erste Analysen zeigten, dass Kinder mit speziellem Versorgungsbedarf bereits am Ende der ersten Klasse deutlich geringere gesamtschulische Fähigkeiten aufwiesen als eine Referenzgruppe ohne CE. Dies traf für Kinder mit ärztlicher Diagnose einer CE aber ohne aktuellen speziellen Versorgungsbedarf nicht zu [6]. Unklar blieb jedoch, in welchen schulischen Bereichen Kinder mit speziellem Versorgungsbedarf besonders beeinträchtigt sind.

Methoden

Die Kindergesundheitsstudie ikidS

Die Grundlage der vorliegenden Untersuchung bildet die Kindergesundheitsstudie ikidS, eine populationsbasierte, repräsentative und prospektive Kohortenstudie mit Kindern der Stadt Mainz und des Landkreises Mainz-Bingen (Rheinland-Pfalz). Details zu Hintergrund, Zielen, Studiendesign, Stichprobenziehung und Repräsentativität der Kohorte sowie erste Ergebnisse sind anderenorts publiziert [6, 16]. Die lokale Ethikkommission (Antrag Nr. 837 544 13/9229-F), die Landesschulbehörde und der Landesdatenschützer hatten jeweils ein positives Votum für die Studie erteilt.

Probanden und Erhebungen

Von 3683 Schulanfängern der Studienregion des Schuljahres 2015/2016 wurden 2003 Kinder (54 % der Population) im Rahmen der Schuleingangsuntersuchung (SEU) rekrutiert. Erhebungen wurden zu 4 Messzeitpunkten durchgeführt: zur SEU innerhalb des letzten Kindergartenjahres (T0), 6 Wochen vor Schulbeginn (T1), 3 Monate nach Schulbeginn (T2), sowie am Ende der ersten Klasse (T3). Die amtlichen Daten der SEU wurden vom Gesundheitsamt Mainz-Bingen für teilnehmende Kinder in personenidentifizierender Form und für alle Schulanfänger des Jahrgangs in vollanonymisierter Form zur Verfügung gestellt. Es wurden nur Kinder nach informierter schriftlicher Einwilligung der Erziehungsberechtigten in die Kohorte aufgenommen. Für die vorliegende Analyse wurden Kinder eingeschlossen, i) die im Schuljahr 2015/2016 die erste Klasse einer Regelgrundschule besuchten und ii) zu denen Daten zu mindestens einer der untersuchten schulischen Fähigkeiten am Ende der ersten Klasse vorlagen. Kinder mit geistiger Behinderung oder mit schulärztlicher Empfehlung für eine Förderschule (unabhängig davon, ob sie später eine Förderschule oder inklusive Grundschule besuchten) wurden ausgeschlossen.

Spezieller medizinischer Versorgungsbedarf

Der spezielle medizinische Versorgungsbedarf aufgrund einer CE wurde zu T1 und T3 über eine validierte deutsche Version des CSHCN Screeners erfasst [1, 13]. Dieser Fragebogen erhebt den Versorgungsbedarf über die in Anspruch genommenen medizinischen Leistungen in 4 Versorgungsbereichen sowie über Einschränkungen.

kungen der Funktionalität: (1) Notwendigkeit verschreibungspflichtiger Medikamente, (2) Notwendigkeit medizinischer, sozialer oder spezieller pädagogischer Versorgung, (3) Funktionseinschränkungen, (4) Notwendigkeit spezieller Therapien und (5) Notwendigkeit einer Behandlung aufgrund von psychischen Problemen. Ein spezieller medizinischer Versorgungsbedarf ist dann gegeben, wenn ein Bedarf in wenigstens einem der 5 Bereiche aufgrund einer CE, die mindestens 12 Monate andauert oder voraussichtlich andauern wird, von den Eltern berichtet wird. Im Rahmen der Studie reichte es aus, wenn dieser Bedarf zu mindestens einem Zeitpunkt (T1 oder T3) vorlag.

Schulische Fähigkeiten

Die schulischen Fähigkeiten wurden entsprechend dem Nationalen Bildungspanel (National Educational Panel Study [NEPS] [2]) durch die Klassenlehrkraft zum Zeitpunkt T3 erfasst. Dazu beurteilte die Lehrkraft jedes Kind in den folgenden 5 Bereichen: (1) mathematische, (2) naturwissenschaftliche, (3) sprachliche, (4) schriftsprachliche und (5) soziale Fähigkeiten. Jede Fähigkeit wurde auf einer 5-stufigen Skala (von -2 für viel schlechter bis +2 für viel besser) im Vergleich zu Kindern gleichen Alters eingeschätzt. Höhere Werte bedeuten somit bessere Fähigkeiten im Vergleich zu Gleichaltrigen. Ein Skalenwert von Null entspricht durchschnittlichen Fähigkeiten; unterdurchschnittliche Fähigkeiten beziehen sich auf die Ausprägungen -2 oder -1.

Potentielle Confounder

Im Rahmen von ikidS wurden eine Reihe von potentiellen kindlichen, familiären und sozialen Confoundern für den Zusammenhang zwischen Gesundheit und Bildung identifiziert. Dies basierte vor allem auf dem Rahmenmodell von Suhrcke und de Paz Nieves [15] und einer eigenen Literaturrecherche [16]. Entsprechend ihrer Bedeutung für Gesundheit und Bildung wurden folgende Confounder in der Auswertung berücksichtigt: Geschlecht des Kindes, Mehrling bei Geburt, Stilldauer, sozioökonomischer Status der Eltern [8], Migrationshintergrund [10, 14], alleinerziehendes Elternteil, Rauchen im Haushalt, Freizeitverhalten, Zeit im Freien, Fernseher im Kinderzimmer, musikalische Früherziehung, vorgezogene Einschulung (Kann-Kind), verspätete Einschulung (Rückstellung) und Schulstandort. Die Erfassung der Confounder erfolgte anhand von Items der Elternfragebögen der rheinland-pfälzischen SEU und der KIGGS-Studie [6, 7]. Details zu den Operationalisierungen der Confounder sind anderenorts publiziert [6].

Statistische Methoden

Die deskriptive Auswertung umfasste eine Repräsentativitätsanalyse und bezog sich durchgehend auf nicht-fehlende Werte (*complete case analysis*). Annähernd normalverteilte stetige Variablen wurden durch Mittelwert (Mw) und Standardabweichung (SD) beschrieben. Absolute und relative Häufigkeiten wurden unter Angabe der Anzahl fehlender Werte für die Darstellung diskreter Variablen genutzt.

Die Zusammenhänge zwischen dem speziellen medizinischen Versorgungsbedarf und den 5 schulischen Fähigkeiten wurden durch 5 separate lineare gemischte Regressionsmodelle untersucht. Da die Fähigkeiten der Kinder einer Klasse von der gemeinsamen Lehrkraft bewertet wurden und somit statistisch abhängig

sind, wurde die Klasse als Zufallseffekt im Modell berücksichtigt (*random intercept model*). Rohe und adjustierte Effekte wurden mittels unstandardisierter (beta) und standardisierter Mittelwertdifferenzen (SMD) sowie mit Standardfehler (SE), 95%-Konfidenzintervall (95% KI) und p-Wert dargestellt. Dabei bildeten Kinder ohne Versorgungsbedarf die Referenzgruppe. Aufgrund des explorativen Ansatzes wurde kein Signifikanzniveau festgelegt und keine Adjustierung für multiples Testen durchgeführt. Ein p-Wert < 0,05 wurde als statistisch auffällig definiert.

Die Regressionsanalysen bezogen sich jeweils nur auf die Kinder, für die die jeweilige Zielgröße vorlag. Fehlende Werte in den Expositions- und Confoundervariablen wurden mithilfe einer multiplen Imputationsmethode mit 100 Iterationen ersetzt (*multivariate imputations by chained equations*, R-Paket mice [17]). Jedem fehlenden Wert wurden dabei 10 mögliche Werte zugewiesen und die Ergebnisse gepoolt.

Zuletzt wurden erwartete modellbasierte adjustierte Mittelwerte der schulischen Fähigkeiten in allen 5 Bereichen für Kinder mit und ohne speziellen Versorgungsbedarf anhand der finalen Regressionsmodelle berechnet und grafisch dargestellt (*Kleinste-Quadrat-Mittel*). Alle Analysen wurden mit der Statistiksoftware R (Version 3.6.0) [11] durchgeführt.

Ergebnisse

Von 2003 Kohortenteilnehmern nahmen am Ende der ersten Klasse noch 1834 Kinder an der Studie teil. 3 Kinder wurden aufgrund einer geistigen Behinderung, 24 Kinder wegen einer Empfehlung für eine Förderschule und 344 Kinder wegen fehlender Einschätzungen der schulischen Fähigkeiten ausgeschlossen. Insgesamt konnten folglich 1463 Kinder (40% der Population, 73% der Kohorte) in diese Analyse eingeschlossen werden (**Supplement Abb. 1, Im Internet**). Die Analysestichprobe unterschied sich lediglich im Merkmal Migrationshintergrund relevant von der Population aller Schulanfänger des Jahrgangs (22 vs. 26%) (**Tab. 1**).

Im Vergleich dazu unterschied sich die Subgruppe von Kindern mit speziellem Versorgungsbedarf (n = 171, 15% der Analysestichprobe) deutlich von der Population aller Schulanfänger. Sie waren häufiger männlich (59 vs. 52%), hatten seltener einen Migrationshintergrund (9 vs. 26%), häufiger Mütter mit Abitur oder Fachhochschulreife (67 vs. 60%) und gingen häufiger im Landkreis Mainz-Bingen zur Schule (63 vs. 52%) (**Tab. 1**).

Für 43% der Kinder mit speziellem Versorgungsbedarf wurde zu T1 und T3 ein entsprechender Bedarf berichtet; 26% dieser Kinder wiesen nur zu T1 und 31% nur zu T3 einen speziellen Versorgungsbedarf auf. Die meisten Kinder mit speziellem Versorgungsbedarf benötigten verschreibungspflichtige Medikamente (n = 81; 47% der Subgruppe), nahmen überdurchschnittlich häufig medizinische Versorgung oder anderweitige Unterstützung in Anspruch (n = 79; 46%) oder erhielten Behandlung oder Beratung aufgrund von psychischen Problemen (n = 72; 42%). 130 Kinder (76% der Subgruppe) hatten berichtete ärztliche Diagnosen oder gesundheitliche Beeinträchtigungen. Die 10 häufigsten Diagnosen waren Asthma (n = 36, 21%), Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS, n = 32, 19%), Neurodermitis (n = 29, 17%), Schlafstörung (n = 27, 16%), Heuschnupfen und Frühgeburt (jeweils n = 23, 14%), Untergewicht (n = 14, 8%), Sprachauffälligkeiten (n = 13, 8%), emo-

► **Tab. 1** Charakteristika der Population, der Kohortenteilnehmer, der Analysestichprobe und der Kinder mit speziellem Versorgungsbedarf.

n (%)	Population	Kohortenteilnehmer	Analysestichprobe	Kinder mit speziellem Versorgungsbedarf
	(n = 3683)	(n = 2003)	(n = 1463)	(n = 171)
Kind				
Geschlecht: Junge	1909 (51,9)	1042 (52,0)	751 (51,3)	100 (58,5)
Fehlend	7	0	0	0
Alter bei Schuleingangsuntersuchung, Mw (SD)	5,9 (0,4)	5,9 (0,4)	5,9 (0,4)	5,9 (0,4)
Fehlend	1	0	0	0
Migrationshintergrund	822 (25,5)	452 (23,8)	304 (21,9)	15 (9,3)
Fehlend	464	102	75	10
Mehrling zu Geburt	105 (2,9)	63 (3,2)	50 (3,4)	5 (3,0)
Fehlend	36	24	8	3
Stillen				
Nicht gestillt	573 (17,5)	326 (17,0)	231 (16,5)	38 (23,6)
Bis 6 Monate	1312 (40,2)	776 (40,4)	575 (41,0)	60 (37,3)
Mehr als 6 Monate	1382 (42,3)	817 (42,6)	596 (42,5)	63 (39,1)
Fehlend	416	84	61	10
Familie				
Abitur/Fachhochschulreife Mutter	1825 (60,4)	1117 (60,7)	828 (61,6)	106 (66,7)
Fehlend	662	162	118	12
Abitur/Fachhochschulreife Vater	1768 (61,0)	1042 (59,1)	765 (59,3)	88 (57,5)
Fehlend	784	240	172	18
Schulstandort				
Landkreis Mainz-Bingen	1910 (51,9)	1044 (52,1)	784 (53,6)	107 (62,6)
Stadt Mainz	1773 (48,1)	959 (47,9)	679 (46,4)	64 (37,4)

Mw – Mittelwert, SD – Standardabweichung.

tionale Probleme (n = 11, 6 %) und auffälliges Sozialverhalten (n = 10, 6 %).

In der deskriptiven Analyse hatten Kinder mit speziellem Versorgungsbedarf in allen schulischen Fähigkeiten durchgehend geringere Werte als Kinder der Referenzgruppe (► **Abb. 1**). Der Unterschied war am größten bei den mathematischen Fähigkeiten. Kinder mit speziellem Versorgungsbedarf hatten mit 30 % deutlich häufiger unterdurchschnittliche Fähigkeiten (Ausprägungen – 2 oder – 1) als Kinder der Referenzgruppe mit 13 % (Mw = 0,1; SD = 1,1 vs. Mw = 0,5; SD = 1,0). Auch bei den schriftsprachlichen Fähigkeiten zeigte sich ein deutlicher Unterschied: Kinder mit speziellem Versorgungsbedarf hatten mit 32 % häufiger unterdurchschnittliche Fähigkeiten als Kinder der Referenzgruppe mit 20 % (Mw = 0,0; SD = 1,1 vs. Mw = 0,2; SD = 1,0).

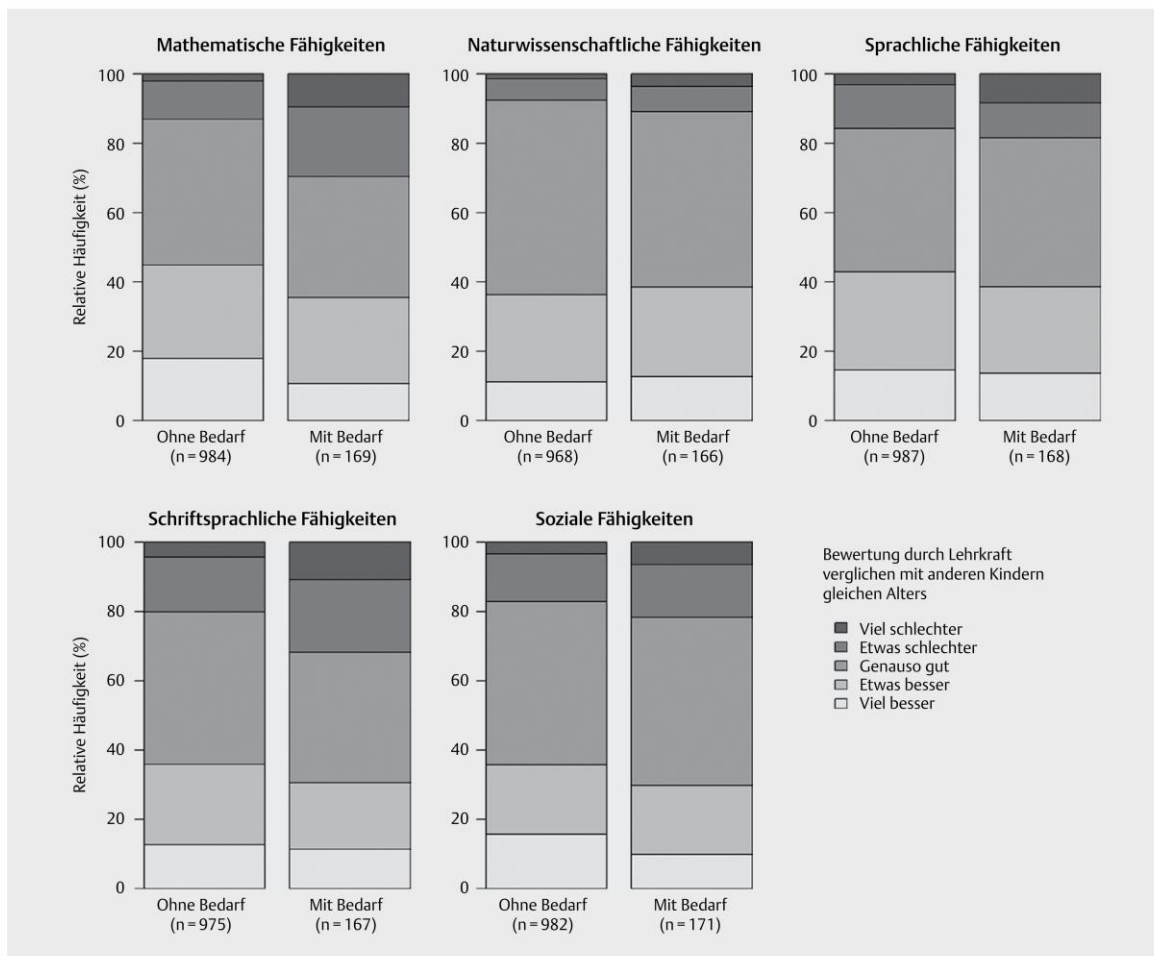
Die beobachteten Unterschiede blieben auch nach Adjustierung für potentielle Confounder in 4 Bereichen bestehen (► **Tab. 2**). Kinder mit speziellem Versorgungsbedarf zeigten v. a. in den Bereichen Mathematik (SMD = – 0,42) und Schriftsprache (SMD = – 0,23) deutlich geringere Fähigkeiten verglichen mit der Referenzgruppe (► **Tab. 2**) (► **Abb. 2**).

Diskussion

In dieser Auswertung der prospektiven Kindergesundheitsstudie ikidS fanden wir Hinweise darauf, dass Kinder mit CE und speziel-

lem medizinischen Versorgungsbedarf in Deutschland schon früh in ihrer Schullaufbahn Bildungsdefizite in schulischen Kernbereichen wie Mathematik und Schriftsprache haben können. Die beobachteten Zusammenhänge blieben auch nach Adjustierung für eine Reihe von bildungsrelevanten Confoundern bestehen. Dies ist besonders überraschend, da wir durch den Ausschluss von Kindern mit Behinderung oder Förderschulempfehlung nur CE untersucht haben, die keine offensichtlichen kognitiven Einschränkungen nach sich ziehen und eine normale schulische Entwicklung nicht beeinträchtigen sollten.

Kinder mit CE lagen mit ihren schulischen Fähigkeiten im Mittel teilweise im erwartbaren Durchschnitt aller Kinder. Für die Einordnung dieser Ergebnisse ist folgender Umstand zu beachten: An bevölkerungsbezogenen Gesundheitsstudien nehmen eher Probanden mit Gesundheits- und Bildungsorientierung teil. Dieser Selbstselektionseffekt zeigte sich auch in unserer Stichprobe, wo die Referenzgruppe (d. h. Kinder ohne CE) im Mittel überdurchschnittliche Fähigkeiten (d. h. > 0) aufwiesen. Auf Grund dieses Selektionseffektes und der vorgenommenen Adjustierung für andere Störgrößen sollten demzufolge auch Kinder mit Versorgungsbedarf im Mittel überdurchschnittliche Fähigkeiten aufweisen (da sie ebenfalls überwiegend aus Familien mit Gesundheits- und Bildungsorientierung stammen). De facto zeigten sie jedoch im Mittel oft nur durchschnittliche Fähigkeiten (z. B. in Mathematik) und blieben daher unter den Erwartungen, die sich aus dem familiären Hintergrund



► **Abb. 1** Unadjustierte Verteilung der Lehrkraft-Beurteilungen der schulischen Fähigkeiten für Kinder mit und ohne speziellen Versorgungsbedarf.

ergeben würden. Vor diesem Hintergrund ist nicht das absolute Niveau der schulischen Fähigkeiten entscheidend, sondern der bereinigte relative Unterschied zur Referenzgruppe. Letzterer ist aus unserer Sicht für einige Fähigkeiten aber trotz der oben genannten Einschränkungen als relevant einzuschätzen.

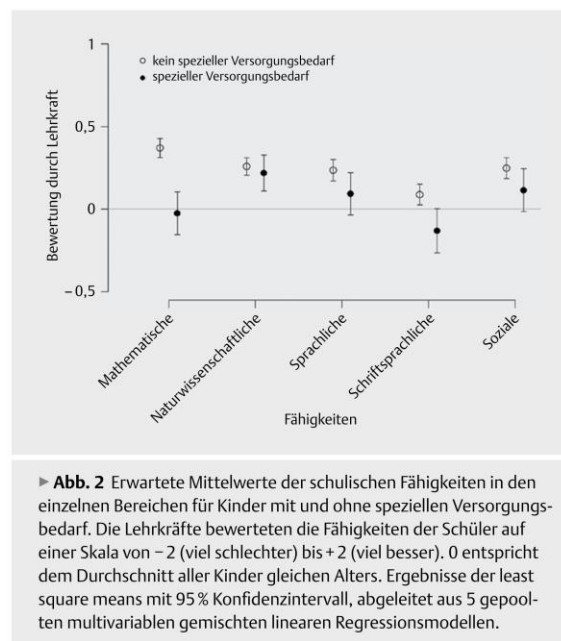
Dass der Zusammenhang überhaupt nachweisbar war, ist auch ein indirekter Hinweis darauf, dass bisherige Versorgungs- und/oder Förderkonzepte für Kinder mit CE und aktuellem Versorgungsbedarf möglicherweise noch nicht ausreichen, um die negativen Auswirkungen auf den Bildungserfolg auszugleichen. In diesem Sinne ist der beobachtete Effekt auch eher als Untergrenze des wahren Effekts von CE zu verstehen, da ein Teil des negativen Effekts durch die tatsächlich erfolgte Versorgung und/oder Förderung vermutlich ausgeglichen wird. Insgesamt zeigen die Ergebnisse mögliche Verbesserungspotentiale für die Versorgung und Förderung von Kindern mit CE und aktuellem Versorgungsbedarf auf. Insgesamt fehlen jedoch noch valide Erkenntnisse darüber, ob diese Kinder eher von einer verbesserten Gesundheitsversorgung, von einer um-

fangreicheren Bildungsförderung oder von beidem profitieren würden. Studien zu diesen potentiell veränderbaren Effekt-Mediatoren liegen derzeit nur vereinzelt vor und konzentrieren sich häufig nicht auf Bildungsendpunkte. Inwieweit eine Angleichung der schulischen Fähigkeiten an die von Kindern ohne gesundheitliche Beeinträchtigungen überhaupt möglich ist, muss ebenso in der Folge weiter untersucht werden. Eine weitere bislang unbeantwortete Frage ist die nach den möglichen Mechanismen des hier beobachteten Zusammenhangs. Kinder mit Versorgungsbedarf könnten unter einer CE leiden, die zu einer inhärenten Beeinträchtigung der schulischen Fähigkeiten führt, weil sie z. B. kognitive Entwicklung, Aufmerksamkeit oder Motivation unmittelbar negativ beeinflusst. Alternativ dazu könnten sekundäre Folgen der CE und das Attribut „chronisch krank“ die schulischen Fähigkeiten oder deren Wahrnehmung durch Lehrkräfte beeinflussen. In unserer Studie zeigten Kinder mit Versorgungsbedarf eine Überschneidung von somatischen, psychischen und Entwicklungsstörungen [6]. Die deskriptive Auswertung der berichteten Arztdiagnosen zeigte, dass der Sta-

► **Tab. 2** Zusammenhang zwischen speziellem Versorgungsbedarf und schulischen Fähigkeiten. Ergebnisse der gepoolten uni- und multivariablen linearen gemischten Regressionsmodelle.

Zielgröße ^a	Mittlere Differenz zwischen Kindern mit und ohne speziellem Versorgungsbedarf								
	n ^b	Beta (SE), roh	[95% KI]	SMD	P	Beta (SE), adjustiert	[95% KI]	SMD	P
Mathematische Fähigkeiten	1457	-0,38 (0,09)	[-0,57; -0,20]	-0,37	<0,001	-0,40 (0,09)	[-0,57; -0,23]	-0,42	<0,001
Naturwissenschaftliche Fähigkeiten	1426	-0,01 (0,08)	[-0,18; 0,16]	-0,01	0,950	-0,05 (0,07)	[-0,19; 0,10]	-0,06	0,527
Sprachliche Fähigkeiten	1459	-0,11 (0,10)	[-0,31; 0,08]	-0,11	0,253	-0,15 (0,08)	[-0,31; 0,01]	-0,16	0,068
Schriftsprachliche Fähigkeiten	1443	-0,24 (0,09)	[-0,42; -0,05]	-0,22	0,013	-0,22 (0,09)	[-0,39; -0,05]	-0,23	0,009
Soziale Fähigkeiten	1458	-0,19 (0,08)	[-0,35; -0,04]	-0,19	0,015	-0,13 (0,08)	[-0,28; 0,02]	-0,14	0,079

^a Die Lehrkräfte bewerteten die Schüler auf einer Skala von -2 (viel schlechter) bis +2 (viel besser); ^b Kinder mit fehlenden Werten in der Zielgröße wurden in dem jeweiligen Modell ausgeschlossen; KI – Konfidenzintervall, SE – Standardfehler, SMD – standardisierte Mittelwertdifferenz.



► **Abb. 2** Erwartete Mittelwerte der schulischen Fähigkeiten in den einzelnen Bereichen für Kinder mit und ohne speziellen Versorgungsbedarf. Die Lehrkräfte bewerteten die Fähigkeiten der Schüler auf einer Skala von -2 (viel schlechter) bis +2 (viel besser). 0 entspricht dem Durchschnitt aller Kinder gleichen Alters. Ergebnisse der least square means mit 95% Konfidenzintervall, abgeleitet aus 5 gepoolten multivariablen gemischten linearen Regressionsmodellen.

tus „spezieller Versorgungsbedarf“ v. a. durch somatische und psychische Auffälligkeiten und weniger durch Entwicklungsstörungen geprägt war. Dies ist auch eine Folge unserer Einschlusskriterien, wonach wir Kinder mit einer Empfehlung für die Förderschule aus der vorliegenden Studie ausgeschlossen haben. Der beobachtete Effekt lässt sich daher nicht alleine auf das Vorliegen einer Entwicklungsstörung zurückführen.

Unsere Ergebnisse decken sich mit internationalen Studien, sowohl mit generischer als auch mit kategorialer Operationalisierung von CE [3–5, 12]. In einer Studie mit über 22 000 Kindern aus Kalifornien waren CE mit geringeren Fähigkeiten in der englischen Sprache und Mathematik assoziiert. Die stärksten Zusammenhänge zeigten ADHS, Autismus und Epilepsie. Schwächer assoziiert war Asthma, während kardiovaskuläre Erkrankungen und Diabetes keinen Zusammenhang mit den schulischen Fähigkeiten zeigten [3]. In einer weiteren amerikanischen Studie mit fast 60 000 Kindern war spezieller medizinischer Versorgungsbedarf mit allen untersuchten Bildungsendpunkten wie Bedarf an Förderunterricht, Klassenwiederholung und schulischen Fehltagen assoziiert [12]. Auch in einer ähnlich gelagerten australischen Studie mit 720 Kindern konnte gezeigt werden, dass Kinder mit speziellem medizinischen Versorgungsbedarf häufiger eine schlechtere schulische Entwicklung in den Bereichen Lesen, Schreiben und Rechnen aufweisen. Die Unterschiede in den Bildungsverläufen begannen früh und zeigten in der Folge einen weiter divergierenden Verlauf [5].

Besonders auffällig war der starke Zusammenhang zwischen CE und mathematischen Fähigkeiten. Forrest et al. untersuchten den Zusammenhang zwischen einem speziellen medizinischen Versorgungsbedarf und schulischen Fähigkeiten, die sich aus mathematischen und sprachlichen Fähigkeiten zusammensetzen, unter 1457 Viert- bis Sechstklässlern in den USA. Kinder mit speziellem Versorgungsbedarf unterschieden sich sowohl in ihrem Notendurchschnitt als auch in einem standardisierten Leistungstest von Kin-

dem ohne Versorgungsbedarf [4]. Unklar blieb jedoch, ob der Effekt durch die mathematischen oder sprachlichen Fähigkeiten getrieben wird. Unsere Arbeit gibt erstmals Hinweise dafür, dass Kinder mit CE insbesondere in mathematischen Fähigkeiten Defizite aufzeigen könnten. Mögliche Gründe für diese Defizite in mathematischen Fähigkeiten wurden bisher nicht untersucht und könnten vielfältig sein. Zunächst könnten einzelne gesundheitliche Beeinträchtigungen mit einer verminderten Intelligenz (z. B. Epilepsie) oder Konzentration (z. B. ADHS) einhergehen. Auch eine regelmäßige Medikamenteneinnahme könnte als Nebenwirkung zu einer beeinträchtigten Konzentrationsfähigkeit führen, z. B. durch Müdigkeit, Kopfschmerzen oder Übelkeit. Ein weiterer möglicher Grund wäre, dass Kinder mit speziellem Versorgungsbedarf durch eine erhöhte Anzahl an schulischen Fehltagen [13] insbesondere in kognitiv anspruchsvollen Bereichen den Anschluss verlieren könnten. Insgesamt sind für den Matheunterricht Fähigkeiten wie analytisches Denken, komplexe Problemlösungsstrategien und Durchhaltevermögen notwendig. Diese Fähigkeiten dürften aufgrund der zunehmenden Digitalisierung der Arbeitswelt immer wichtiger werden. Es braucht daher Maßnahmen, die die Kinder mit speziellem Versorgungsbedarf ganzheitlicher als bislang fördern.

Stärken und Schwächen der Studie

Der Zusammenhang zwischen CE und schulischen Fähigkeiten wurde bisher vor allem im angelsächsischen Raum untersucht [15]. Nach unserem Wissen ist diese Studie eine der ersten bevölkerungsbasierten prospektiven Studien zu diesem Zusammenhang in Europa. Die große und annähernd repräsentative Stichprobe deckt städtische und ländliche Regionen ab. Die Ergebnisse lassen sich daher gut auf andere Regionen Deutschlands mit ähnlicher Struktur übertragen. Eine weitere Stärke liegt in der generischen Erfassung von speziellem Versorgungsbedarf mit Hilfe eines validierten Instruments und der Verfügbarkeit zahlreicher potentieller Confounder. Wir berichten zudem standardisierte Effektmaße (SMD), um die Vergleichbarkeit mit anderen Studien sicherzustellen.

In der vorliegenden Arbeit wurden nur Kinder mit speziellem Versorgungsbedarf und nicht mit Arzt Diagnosen-basierter CE betrachtet. Nicht jede CE ist mit einem Versorgungsbedarf verbunden und nicht jedes Kind mit einem Versorgungsbedarf hat bereits eine Diagnose. In unserer ikidS-Studie hatten 37 % der Kinder eine schulrelevante Diagnose aber keinen Versorgungsbedarf [6]. Daher findet sich oft auch nur eine moderate Übereinstimmung zwischen kategorialen und generischen Ansätzen zur Identifizierung von CE [6]. Der generische Ansatz basierend auf dem CSHCN-Screener erfasst eher schwere und komplexe Fälle mit hohem Versorgungsbedarf und geringeren globalen Ratings ihrer schulischen Fähigkeiten [6]. Dabei wird der spezielle Versorgungsbedarf über die tatsächlich in Anspruch genommenen medizinischen Leistungen oder die von Eltern eingeschätzten Funktionseinschränkungen (z. B. der Teilhabe) erhoben. Der Screener fokussiert also nicht auf den tatsächlichen Bedarf, sondern auf die faktische Inanspruchnahme von medizinischen Leistungen. Die Inanspruchnahme ist jedoch wiederum von zahlreichen sozialen Faktoren abhängig. Das könnte auch erklären, warum Kinder mit speziellem Versorgungsbedarf eher Kinder aus höheren sozialen Schichten sind und seltener einen Migrationshintergrund haben. Diese Kinder haben dann aber auch

ein generell geringeres Risiko für eine CE [7]. Diesen Umstand konnten wir in unseren Analysen durch entsprechendes Adjustieren für soziale Faktoren berücksichtigen.

Die Erfassung schulischer Fähigkeiten beruhte auf subjektiven Einschätzungen der Lehrkräfte mit einem Instrument des Nationalen Bildungspanels, da Noten und objektive Bildungstests in der untersuchten Altersgruppe unüblich sind. Die Einschätzungen könnten jedoch durch Berufserfahrung, Einstellung zum Kind und das mittlere Klassenniveau in jede Richtung beeinflusst sein. Wir denken aber, dass wir die statistische Abhängigkeit innerhalb einer Klasse durch die Nutzung hierarchischer Regressionsanalysen größtenteils kompensieren konnten. Wir weisen explizit darauf hin, dass wir im Rahmen dieser Studie nur statistische Assoziationen und keine kausalen Effekte berichtet haben. Trotz adjustierter Auswertung ist aufgrund des oben beschriebenen Selbstselektionsmechanismus eine vollständige Übertragung der Ergebnisse auch auf bildungsferne Schichten möglicherweise nur eingeschränkt möglich. Der Effekt einer CE könnte dort aufgrund einer möglicherweise geringeren Gesundheitsversorgung und Bildungsförderung noch deutlich größer sein.

FAZIT

Auch in Deutschland haben Kinder mit speziellem medizinischen Versorgungsbedarf bereits am Ende der ersten Klasse schlechtere schulische Fähigkeiten in wichtigen Kernkompetenzen wie Mathematik und Schriftsprache im Vergleich zu Kindern ohne Versorgungsbedarf. Dies könnte ihre weitere Bildungslaufbahn, Berufswahl sowie ihren sozioökonomischen Status und Gesundheit im Erwachsenenalter nachhaltig negativ beeinflussen. Die vorliegenden Ergebnisse könnten genutzt werden, um die Inanspruchnahme und/oder Wirksamkeit bestehender Versorgungs- und Fördermaßnahmen für Kinder mit CE kritisch zu hinterfragen. Weitere Studien zu möglichen Mechanismen und wirksamen Interventionen sollten durchgeführt werden.

Danksagung

Our thanks go to Susanne Blumenkamp, Christiane Diefenbach, Christine Gräf, Isabell Hoffmann, Martina F. Schmidt, Kathleen Schnick-Vollmer (ikidS Project Group); Dietmar Hoffmann and Gabriele von der Weiden (Department of Public Health, County Government Mainz-Bingen), Friederike Erdmann (German Childhood Cancer Registry); Maria Blettner, Heike Elflein, Jörg Faber, Stephan Gehring, Anne Läßig, Stephan Letzel, Christoph Matthias, Eva Mildener, Annette Queisser-Wahrendorf, Alexander K. Schuster, Jens Weusmann, Awi Wiesel, Brita Willershausen, and Fred Zepp (University Medical Center Mainz); Margarete Imhof and Perikles Simon (Johannes Gutenberg University Mainz). Diese Arbeit ist Teil der Promotion von Jennifer Schlecht.

Stellungnahme zur Autorenschaft

Contribution to study concept and design: J. Schlecht, J. König, M. S. Urschitz Acquisition of data: M. S. Urschitz Analysis of data:

J. Schlecht, J. König Interpretation of data: J. Schlecht, J. König, M. S. Urschitz Drafting the manuscript: J. Schlecht Revising the manuscript: J. König, M. S. Urschitz.

Interessenkonflikt

Diese Studie wurde durch Forschungsmittel des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert (BMBF Projekt Nr. 01ER1302 und 01ER1702). Der Förderer hatte keinen Einfluss auf Durchführung, Auswertung und Publikation der Studie. Darüber hinaus geben die Autorinnen/Autoren an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- [1] Bethell CD, Read D, Stein RE et al. Identifying children with special health care needs: development and evaluation of a short screening instrument. *Ambul Pediatr* 2002; 2: 38–48
- [2] Blossfeld HP, Maurice J, Schneider T. The National Educational Panel Study: need, main features, and research potential. *Z Erziehungswiss* 2011; 14: 5–17. doi:10.1007/s11618-011-0178-3
- [3] Crump C, Rivera D, London R et al. Chronic health conditions and school performance among children and youth. *Ann Epidemiol* 2013; 23: 179–184. doi:10.1016/j.annepidem.2013.01.001
- [4] Forrest CB, Bevans KB, Riley AW et al. School outcomes of children with special health care needs. *Pediatrics* 2011; 128: 303–312. doi:10.1542/peds.2010-3347
- [5] Goldfeld S, O'Connor M, Quach J et al. Learning trajectories of children with special health care needs across the severity spectrum. *Acad Pediatr* 2015; 15: 177–184. doi:10.1016/j.acap.2014.09.001
- [6] Hoffmann I, Diefenbach C, Gräf C et al. Chronic health conditions and school performance in first graders: a prospective cohort study. *PLoS One* 2018; 13: e0194846. doi:10.1371/journal.pone.0194846
- [7] Kurth BM, Kamtsiuris P, Holling H et al. The challenge of comprehensively mapping children's health in a nation-wide health survey: design of the German KiGGS-Study. *BMC Public Health* 2008; 8: 196. doi:10.1186/1471-2458-8-196
- [8] Lampert T, Müters S, Stolzenberg H et al. Messung des sozioökonomischen Status in der KiGGS-Studie: Erste Folgebefragung (KiGGS Welle 1). *Bundesgesundheitsblatt* 2014; 57: 762–770
- [9] Lum A, Wakefield CE, Donnan B et al. Understanding the school experiences of children and adolescents with serious chronic illness: a systematic meta-review. *Child Care Health Dev* 2017; 43: 645–662. doi:10.1111/cch.12475
- [10] Oberwöhrmann S, Bettge S, Hermann S. Einheitliche Erfassung des Migrationshintergrundes bei den Einschulungsuntersuchungen: Modellprojekt der Arbeitsgruppe Gesundheitsberichterstattung, Prävention, Rehabilitation, Sozialmedizin (AG GPRS) der Arbeitsgemeinschaft der obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG) – Abschlussbericht. Berlin 2013
- [11] R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2010
- [12] Reuben CA, Pastor PN. The effect of special health care needs and health status on school functioning. *Disabil Health J* 2013; 6: 325–332. doi:10.1016/j.dhjo.2013.03.003
- [13] Scheidt-Nave C, Ellert U, Thyen U et al. Prävalenz und Charakteristika von Kindern und Jugendlichen mit speziellem Versorgungsbedarf im Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS) in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2007; 50: 750–756. doi:10.1007/s00103-007-0237-3
- [14] Schenk L, Ellert U, Neuhauser H. Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund in Deutschland: Methodische Aspekte im Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2007; 50: 590–599. doi:10.1007/s00103-007-0220-z
- [15] Suhrcke M, de Paz Nieves C. The impact of health and health behaviours on educational outcomes in high-income countries: a review of the evidence. Kopenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2011
- [16] Urschitz MS, Gebhard B, Philippi H et al. Partizipation und Bildung als Endpunkte in der pädiatrischen Versorgungsforschung. *Kinder- und Jugendmedizin* 2016; 16: 206–217
- [17] van Buuren S, Groothuis-Oudshoorn K. Mice: multivariate imputation by chained equations in R. *J Stat Softw* 2011; 45
- [18] Van Cleave J, Gortmaker SL, Perrin JM. Dynamics of obesity and chronic health conditions among children and youth. *JAMA* 2010; 303: 623–630. doi:10.1001/jama.2010.104
- [19] van der Lee JH, Mokkink LB, Grootenhuys MA et al. Definitions and measurement of chronic health conditions in childhood: a systematic review. *JAMA* 2007; 297: 2741–2751

Entscheidend für die Anpassung bestehender oder Konzeption neuer Interventionsprogramme ist anschließend an den ersten Artikel die Frage, aus welchen Gründen diese Kinder in den entsprechenden Bereichen benachteiligt sein könnten. Ausgehend von dem analytischen Rahmenmodell (Kapitel 1.2) wird in den folgenden beiden Kapitel untersucht, ob für die gesundheitsbezogene Bildungsbenachteiligung in Teilen vermehrte krankheitsbedingte schulische Fehltage (Fragestellung 2) oder eine eingeschränkere schulische Konzentrationsfähigkeit (Fragestellung 3) verantwortlich sein könnten.

4.2 Artikel 2: School absenteeism in children with special health care needs. Results from the prospective cohort study ikidS

Der zweite Artikel beschreibt zunächst die Stärke des Zusammenhangs zwischen SHCN und krankheitsbedingten schulischen Fehltagen. Wir konnten zeigen, dass Kinder mit SHCN mehr krankheitsbedingte schulische Fehltage haben als ihre Mitschüler:innen ohne SHCN. Kinder mit funktionalen Limitationen (CSHCN Konsequenz 3) bzw. Behandlung oder Beratung aufgrund emotionaler, Entwicklungs- oder Verhaltensprobleme (CSHCN Konsequenz 5) scheinen besonders benachteiligt.

Zitation:

Schlecht J, König J, Kuhle S, Urschitz MS. School absenteeism in children with special health care needs. Results from the prospective cohort study ikidS. PLoS One. 2023;18(6):e0287408.

Das veröffentlichte Zusatzmaterial kann in Anhang 5 eingesehen werden.

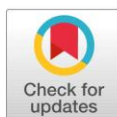
RESEARCH ARTICLE

School absenteeism in children with special health care needs. Results from the prospective cohort study ikidS

Jennifer Schlecht^{1*}, Jochem König¹, Stefan Kuhle^{1,2}, Michael S. Urschitz¹

1 Division of Pediatric Epidemiology, Institute of Medical Biostatistics, Epidemiology and Informatics, University Medical Center Mainz, Mainz, Germany, **2** Perinatal Epidemiology Research Unit, Departments of Obstetrics & Gynaecology and Pediatrics, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada

* jennifer.schlecht@uni-mainz.de



Abstract

Objective

Children with special health care needs (SHCN) due to a chronic health condition perform more poorly at school compared to their classmates. There is still little knowledge on the causal pathways and which factors could be targeted by interventions. We, therefore, investigated school absenteeism in children with SHCN compared to their peers.

Methods

This study was based on data from the German population-based prospective cohort study ikidS (German for: I will start school). Children with SHCN were identified by the Children with Special Health Care Needs screener that captures five consequences of physical or mental chronic health conditions: (1) use or need of prescription medication, (2) above average use or need of medical, mental health, or educational services, (3) functional limitations compared with others of the same age, (4) use or need of specialized therapies, and (5) treatment or counseling for emotional, behavioral, or developmental problems. School absenteeism was defined as days absent from school due to illness during first grade and was reported by classroom teachers. Associations between SHCN consequences and school absenteeism were investigated by negative binomial regression models. Effect estimates were adjusted for confounding variables identified by a causal framework and directed acyclic graphs.

Results

1,921 children (mean age at follow-up 7.3 years, standard deviation 0.3; 49% females) were included; of these, 14% had SHCN. Compared to their classmates, children with SHCN had more days absent (adjusted rate ratio: 1.37; 95% confidence interval 1.16, 1.62). The effect was strongest among children with i) functional limitations, ii) treatment or counseling for emotional, behavioral, or developmental problems, and iii) those who experienced two or more SHCN consequences.

OPEN ACCESS

Citation: Schlecht J, König J, Kuhle S, Urschitz MS (2023) School absenteeism in children with special health care needs. Results from the prospective cohort study ikidS. PLoS ONE 18(6): e0287408. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287408>

Editor: Dong Keon Yon, Kyung Hee University School of Medicine, REPUBLIC OF KOREA

Received: December 22, 2022

Accepted: June 5, 2023

Published: June 23, 2023

Copyright: © 2023 Schlecht et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: The parental consent form of the ikidS study did not specifically ask for consent to make the study data publicly available. Given the strict EU privacy laws (General Data Protection Regulation [GDPR]), we will not be able to make the ikidS data publicly available. Interested researchers may be granted access upon request via ikidS@uni-mainz.de.

Funding: This research was funded by the German Federal Ministry for Education and Research (Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF, www.bmbf.de), grant numbers 01ER1302

and 01ER1702. The funder had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.

Conclusions

Children with SHCN have higher school absenteeism, which could—at least partly—explain their poorer school performance and lower educational attainment. SHCN-specific targeted interventions may reduce the adverse effects of SHCN on educational outcomes in children.

Introduction

The number of children with special health care needs (SHCN) due to a chronic health condition has increased over the past decades [1], and the prevalence of SHCN is currently between 12% and 17% among children and adolescents [2, 3]. SHCN due to a chronic health condition are associated with poorer school performance [4], which in turn may adversely impact later educational outcomes, socio-economic status, and general health in adulthood [5].

The relationships between child health and educational outcomes and the potential mediating and moderating factors have been conceptualized in a theoretical framework by Suhrcke and de Paz Nieves [5]. This framework was later modified by Dadaczynski [6] and further extended by our group (Fig 1) by including additional potential mediators, moderators, and further school-related outcomes [7].

Within this framework, school absenteeism plays a crucial role for several reasons: i) It may hamper a child's ability to build relationships with classmates and keep it from participating in

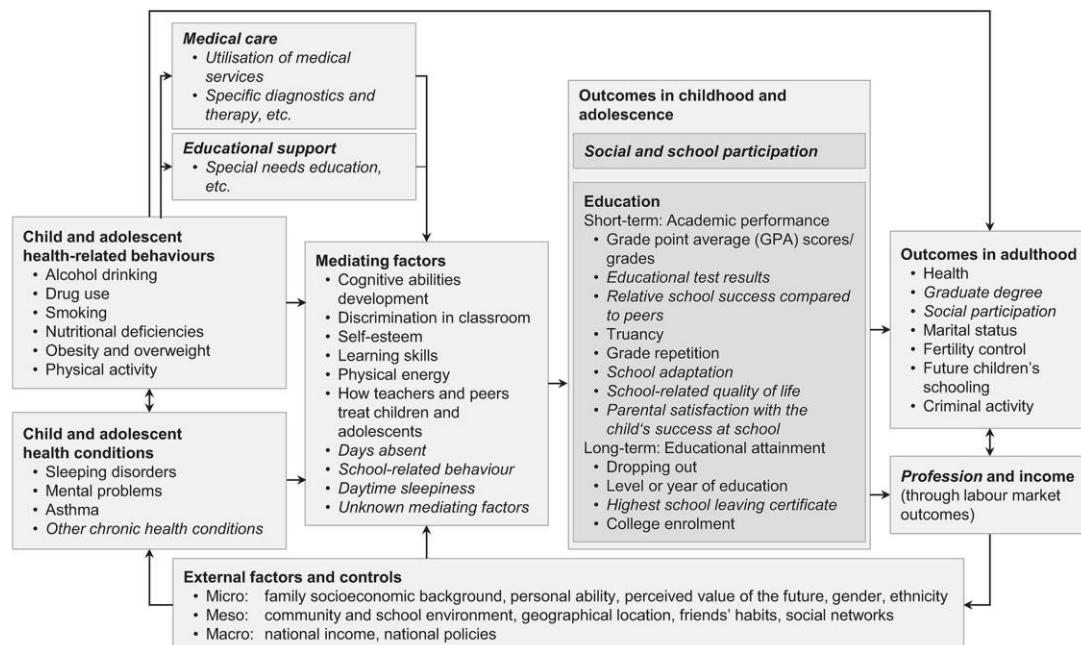


Fig 1. Analytical framework of the association between health and education. Based on Suhrcke and de Paz Nieves [5] with extensions by Dadaczynski [6] and Urschitz et al. [7] indicated in italics.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287408.g001>

school activities that may stimulate their learning and development, ii) it is an important predictor for academic achievement [8], iii) it has been suggested as a causal link (i.e., mediator) between SHCN and impaired educational outcomes [7], and iv) it may be a potentially modifiable target for specific health-related interventions [9].

There is substantial research showing that school absenteeism is negatively associated with students' academic achievement in children without SHCN. For instance, Klein et al. [8] studied the predictive power of overall and different types of school absence on academic achievement at the end of compulsory schooling in Scotland ($n = 4,419$). They found that sickness absence (standardized mean difference (SMD) -0.04) and truancy (SMD -0.04) and to a lesser extent family holidays (SMD -0.03) and exceptional domestic circumstances (SMD -0.02) were associated with academic achievement.

Most of the evidence, however, came from studies in North America, where children with mild to moderate SHCN usually attend regular schools without having the opportunity for supportive school health services as provided in special schools. For European countries such as Germany, where children with physical or mental disabilities, medical complexity and/or severe SHCN are commonly attending special schools with supportive school health services provided by trained nurses and other health professionals, the evidence is scarce. Due to this selection process prior to school entry, it is unclear, if children with SHCN who attend regular schools are still more likely to have poorer educational outcomes than their peers, and, therefore, may require support. In addition, most studies on the association between SHCN and educational outcomes used cross-sectional instead of longitudinal study designs [6], which may have introduced bias. These research gaps motivated the launch of the ikidS project in 2013 ("ich komme in die Schule" (German); I will start school) [7], which aimed to investigate the outcomes of children with SHCN in a regular school setting. We previously showed that a child's actual need for special health care due to a physical or mental chronic health condition (mean difference -0.95 ; 95% CI $-1.55, -0.35$)—and not the sole presence of a physician diagnosis of a condition (0.02 ; 95% CI $-0.38, 0.42$)—was associated with poor school performance at the end of first grade [10]. To further elucidate the causal structure of this association, we investigated in the present study the association between SHCN and health-related days absent from school as a marker of a specific form of school absenteeism.

Materials and methods

The ikidS project

The present study used data from the population-based prospective cohort study "ikidS". Details on the ikidS cohort have been published elsewhere [7, 10]. In short, first graders within the city of Mainz and the surrounding district of Mainz-Bingen (Rhineland-Palatinate, Germany) that started school in 2015 were enrolled within their pre-school health examination. Parents or guardians of 2,003 out of 3,683 eligible children agreed to participate. To date, data have been collected at six time points beginning at the pre-school health examination prior to school entry. The public health authority of the Mainz-Bingen district provided pre-school health examination data in person-identifying form for participants and in anonymized form for the entire population.

Approval was granted by the ethics committee of the regional medical association of Rhineland-Palatinate (Ethik-Kommission der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz, reference number: 837.544.13 (9229-F)), the regional supervisory school authority, and the state representative for data protection in Rhineland-Palatinate. Informed written consent was obtained from legal guardians of all children included in the study.

Study sample

Children who were eventually enrolled in an elementary school in 2015 were included in the present study. Children with mental disabilities or a recommendation for a special needs school were excluded.

Assessment of SHCN

Children with SHCN were identified prior to school entry and at the end of first grade according to their needs and use of special health care or functional limitations by a German version of the Children with Special Health Care Needs screener filled out by parents [11]. The screener consists of 14 items assessing five consequences of physical or mental chronic health conditions: (1) use or need of prescription medication, (2) more use or need of medical care, mental health, or educational services than is usual for most children of the same age, (3) functional limitations (i.e., the child being limited or prevented in any way in his or her ability to do the things most children of the same age can do), (4) use or need of specialized therapies (i.e., physical, occupational, or speech therapy), and (5) treatment or counseling for emotional, behavioral, or developmental problems. A SHCN consequence is considered present if i) the child experiences the respective consequence, ii) the consequence is due to a chronic health condition, and iii) the chronic health condition has lasted or is expected to last for at least 12 months. A SHCN due to a chronic health condition is present if at least one of five consequences is confirmed either prior to school entry or at the end of first grade. We further computed the number of SHCN consequences that a child experiences and categorized it into three levels (0, 1, or >1). Physician diagnoses were based on parental report only.

Assessment of outcome

The outcome was defined as total days absent from school due to illness during first grade and was reported by the child's classroom teacher at the end of first grade.

Confounding variables

A directed acyclic graph (DAG) for the association between chronic health condition and days absent from school was constructed to identify a minimally sufficient adjustment set [12]. Potentially confounding variables included gender, immigration status [13, 14], socio-economic status [15], multiple at birth, breastfeeding, chronic health condition in the family, completion of recommended well-child visits, and school location. Definitions and operationalizations of these variables are given elsewhere [10]. The DAG is provided in the S1 Fig.

Besides the overall effect, we studied the independent associations of each of the five SHCN consequences on days absent. Therefore, a second DAG was constructed including the five SHCN consequences as independent variables and days absent as the dependent variable (S2 Fig). This allowed us to identify minimally sufficient adjustment sets for each of the five SHCN consequences. The effect of each SHCN consequence was then adjusted for the above mentioned confounding variables and the respective confounding SHCN consequences listed in Table 1.

Statistical analysis

Descriptive statistics were based on complete cases only. Distributions of continuous variables are presented as mean and standard deviation (SD) or median and interquartile range (IQR) as appropriate; results of categorical variables are reported as absolute and relative frequencies.

Table 1. Minimally sufficient adjustment sets to study the independent effect of each SHCN consequence on days absent from school.

Consequence	Minimally sufficient adjustment set*
1. Use or need of prescription medication	Consequence 2 and 5
2. Above average use or need of medical, mental health, or educational services	Consequence 3, 4, and 5
3. Functional limitations compared with others of the same age	No adjustment was necessary
4. Use or need of specialized therapies	Consequence 3 and 5
5. Treatment or counseling for emotional, behavioral, or developmental problems	Consequence 3

*All models were further adjusted for gender, immigration status, socio-economic status, multiple at birth, breastfeeding, chronic health condition in the family, health care utilization, and school location.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287408.t001>

Pairwise correlations between the five binary SHCN consequences were given as phi correlation coefficients.

We estimated the effect of SHCN on days absent from school due to illness from a negative binomial regression model (R package *MASS* [16]) adjusted for confounding variables as described above. For the primary analysis, we used a single overall binary indicator for SHCN as the independent variable. For the secondary analysis, we used binary indicators for the five individual SHCN consequences and the 3-level sum of SHCN consequences, respectively, as independent variables. For each effect estimate, the SMD was computed by dividing the difference in predicted days absent between children with and without SHCN by the predicted standard deviation in children without SHCN. Effects are presented as adjusted rate ratios (RR) with 95% confidence intervals (CI) and SMD between children with SHCN compared to children without SHCN (i.e., not experiencing any SHCN consequence).

Missing values for SHCN status, confounding variables, and days absent from school due to illness during first grade were imputed 10 times using multivariate imputation by chained equations and 100 iterations (R package *mice* [17]) which is an adequate method for dealing with values missing at random in longitudinal studies [18]. Only pooled results are reported [19]. All analyses were carried out with R version 4.2.2 [20].

Results

Of 2,003 ikidS participants, 1,921 were included in the present analysis (96% of the cohort, 52% of the study population); reasons for exclusion were deferral from school entry ($n = 51$), recommendation for a special needs school ($n = 27$), and mental disability ($n = 4$) (S3 Fig). Children included in the present analysis had similar characteristics compared to the study population except that they were less likely to come from immigrant families (S1 Table).

Children with SHCN

In total, 202 children (14% of the analysis sample) had SHCN either prior to school entry or at the end of first grade; of these, 43% had SHCN at both time points. Seventy-nine percent of children with SHCN had at least one medical diagnosis that might negatively affect school performance. The most frequent diagnoses were asthma (22%), attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD; 17%), and atopic dermatitis (16%) (S2 Table). Compared to the study population, children with SHCN were more likely to be male, come from non-immigrant families, be formula-fed, have mothers with and fathers without high school diploma, and attend school in the rural district of Mainz-Bingen (Table 2).

Table 2. Characteristics of children included in the study sample and children with special health care needs*.

	Study sample (<i>n</i> = 1,921)	Children with special health care needs (<i>n</i> = 202)
Child		
Gender		
Male	988 (51.4)	118 (58.4)
Female	933 (48.6)	84 (41.6)
Missing, <i>n</i>	0	0
Age at preschool health examination (y), mean (SD)	5.9 (0.4)	5.9 (0.4)
Missing, <i>n</i>	0	0
Immigration status		
Yes	428 (23.5)	19 (9.9)
No	1396 (76.5)	172 (90.1)
Missing, <i>n</i>	97	11
Multiple at birth		
Yes	57 (3.0)	7 (3.6)
No	1842 (97.0)	189 (96.4)
Missing, <i>n</i>	22	6
Breastfeeding		
Not at all	304 (16.5)	42 (22.0)
Up to 6 months	741 (40.2)	70 (36.6)
More than 6 months	796 (43.2)	79 (41.4)
Missing, <i>n</i>	80	11
Family		
Abitur (A level exams)† Mother		
Yes	1095 (61.9)	123 (65.1)
No	673 (38.1)	66 (34.9)
Missing, <i>n</i>	153	13
Abitur (A level exams)† Father		
Yes	1017 (60.0)	102 (55.7)
No	677 (40.0)	81 (44.3)
Missing, <i>n</i>	227	19
School location		
District of Mainz-Bingen (rural)	996 (51.8)	125 (61.9)
City of Mainz	925 (48.2)	77 (38.1)
Days absent from school due to illness during first grade		
0–4 days	733 (53.8)	75 (48.7)
5–9 days	403 (29.6)	44 (28.6)
10–14 days	143 (10.5)	22 (14.3)
≥15 days	84 (6.2)	13 (8.4)
Missing, <i>n</i>	558	48

* Unless otherwise stated, values are expressed as *n* (%). % relate to non-missing values. Abbreviations: SD, standard deviation.

† Including advanced technical college entrance qualification.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287408.t002>

The most frequent SHCN consequences were above average use or need of medical, mental health, or educational services and use or need of prescription medication (each 46% among children with SHCN), treatment or counseling for emotional, behavioral, or developmental

Table 3. Pairwise correlations between consequences of chronic health conditions assessed by the children with special health care needs screener*.

Consequence	1	2	3	4	5
1 Use or need of prescription medication	1.00				
2 Above average use or need of medical, mental health, or educational services	0.45	1.00			
3 Functional limitations compared with others of the same age	0.22	0.52	1.00		
4 Use or need of specialized therapies	0.20	0.49	0.35	1.00	
5 Treatment or counseling for emotional, behavioral, or developmental problems	0.23	0.53	0.33	0.51	1.00

* Pairwise phi correlation coefficients are shown.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287408.t003>

problems (41%), use or need of specialized therapies (40%), and functional limitations compared with others of the same age (19%). Pairwise correlations (phi coefficient) were highest between above average use or need of medical, mental health, or educational services and each of the other consequences (range: 0.45; 0.53) and between use or need of specialized therapies and treatment or counseling for emotional, behavioral, or developmental problems (0.51) (Table 3).

About half of the children with SHCN experienced only one consequence (52% of children with SHCN), while the other half experienced more than one (2: 21%, 3: 12%, 4: 10%, 5: 4%).

Overall effect of SHCN on days absent from school due to illness

Children with SHCN had slightly more days absent from school than children without SHCN (median (IQR) 5 (7) vs. 4 (5)). The distribution of days absent from school for these children was slightly shifted towards more days absent from school (Table 2, Fig 2). In the adjusted analysis, the rate of days absent from school was 1.37 times higher (95% CI 1.16, 1.62; SMD 0.41) for children with SHCN compared to children without SHCN (Table 4).

Effect of individual SHCN consequences and number of consequences experienced on days absent from school due to illness

The strongest association between individual SHCN consequences and days absent from school due to illness was found for functional limitations compared with others of the same age (RR 1.58; 95% CI 1.15, 2.17; SMD 0.64) and treatment or counseling for emotional, behavioral, or developmental problems (RR 1.38; 95% CI 1.14, 1.68; SMD 0.41; Table 4). The overall effect of SHCN on days absent from school due to illness was primarily driven by children who experienced more than one consequence (RR 1.48; 95% CI 1.23, 1.77; SMD 0.52) and less by children who experienced only one consequence (RR 1.29; 95% CI 1.08, 1.54; SMD 0.32; Table 4).

Discussion

The results of this prospective cohort study suggest that children with SHCN miss more school days compared to children without SHCN, which is largely in line with evidence from other countries. In their systematic meta-review, Lum et al. [4] found that children with six defined chronic health conditions have greater school absence; 82 out of 88 studies reported an association with absence. By contrast to other studies that used a diagnosis-based framework for chronic health conditions, our study identified children on the basis of their actual needs or use of special health care services or functional limitations. This consequence-based framework covers varying diagnoses and disease severities as well as children without a definite

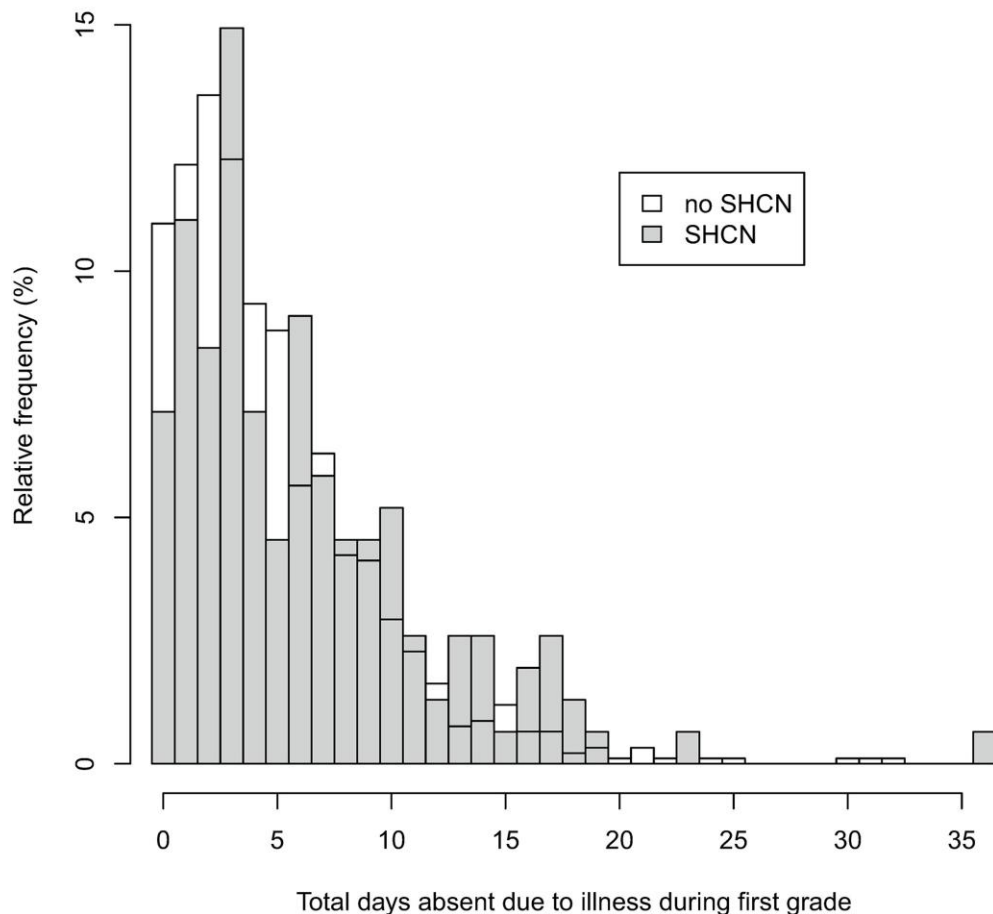


Fig 2. Distribution of days absent from school due to illness during first grade between children with and children without special health care needs.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287408.g002>

medical diagnosis [21]. In our sample of children with SHCN, the most frequent diagnoses were asthma, ADHD, and atopic dermatitis, which may be—at least partly—responsible for the observed association between SHCN and school absence.

We also found that children with functional limitations, treatment or counseling for emotional, behavioral, or developmental problems, or those who experienced more than one SHCN consequence were at highest risk for school absenteeism. In keeping with the latter finding, Lum et al. [4] also reported that children with more severe diseases or frequent hospitalizations were at higher risk for school absence. The Children with Special Health Care Needs screener does not inherently measure the severity of disease. However, being limited or prevented in the ability to do the same tasks most children of the same age can do (i.e., having functional limitations) and experience two or more SHCN consequences can be seen as an indicator of a more severe disease or medical complexity.

Table 4. Associations between special health care needs and days absent from school due to illness during first grade (n = 1,921)*.

		Rate Ratio, adjusted†	[95% CI]	SMD
Overall SHCN				
No SHCN		(ref)		
SHCN		1.37	[1.16; 1.62]	0.40
Individual SHCN consequences				
Use or need of prescription medication	No	(ref)		
	Yes	1.13	[0.89; 1.45]	0.15
Above average use or need of medical, mental health, or educational services	No	(ref)		
	Yes	1.13	[0.88; 1.46]	0.14
Functional limitations compared with others of the same age	No	(ref)		
	Yes	1.58	[1.15; 2.17]	0.64
Use or need of specialized therapies	No	(ref)		
	Yes	1.17	[0.88; 1.55]	0.19
Treatment or counseling for emotional, behavioral, or developmental problems	No	(ref)		
	Yes	1.38	[1.14; 1.68]	0.41
Number of SHCN consequences experienced				
0 consequences		(ref)		
1 SHCN consequence		1.29	[1.08; 1.54]	0.32
>1 SHCN consequences		1.48	[1.23; 1.77]	0.52

* Abbreviations: CI, confidence interval; SHCN, special health care needs; SMD, standardized mean difference.

† Adjusted for gender, immigration status, socio-economic status, multiple at birth, breastfeeding, chronic health condition in the family, health care utilization, and school location.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287408.t004>

Our results support the hypothesis that school absenteeism could be an important causal link in the relationship between SHCN and poor school performance in early childhood. In a Scottish study, Klein et al. examined associations between different forms of absenteeism and achievement. They found that all forms of school absences (i.e. truancy, sickness absence, exceptional domestic circumstances, and family holidays) were negatively associated with achievement at the end of compulsory and postcompulsory schooling [8]. The magnitude of the effect for truancy was similar to the effect for sickness absence, which supports the importance of school absenteeism due to health-related problems as investigated in the present study.

School absenteeism may therefore be a promising target for health-related interventions in children with SHCN. Generic interventions with specific measures for individual conditions aiming to reduce school absenteeism may potentially mitigate the negative effects of SHCN on educational outcomes. For example, a nurse-delivered asthma program to elementary schools led to a significant reduction in school absence and interrupted activities in children with asthma [9]. The effects of the program on school performance, however, were not reported. Future studies on health-related interventions for children with SHCN should examine their effects on both school absenteeism and school performance.

Strengths and limitations

Most studies on the association between health and educational outcomes have been conducted in the United States [4, 22, 23]. This is the first population-based, longitudinal study from Germany and one of the first in continental Europe. The study sample was largely representative of the underlying study population and covered rural and urban areas, which makes

our findings generalizable to regular schools in other areas in Germany with a similar population structure.

For the identification of affected children, we used a comprehensive consequences-based concept of chronic health conditions, the actual need for special health care as measured by the Children with Special Health Care Needs screener. This approach defines the presence of a relevant chronic condition through the parent-reported actual need or use of these services and perceived functional impairments. Thus, children with chronic health conditions but *without* current SHCN were not identified and remained in the comparison group for analysis. Any remaining misclassification may not be important, since a previous study from the ikidS project suggested that a chronic health condition *without* actual SHCN is not related to poorer school performance [10].

In many federal states of Germany, most children with severe disabilities and medical complexity attend special schools; our sample of children attending regular public schools, therefore, included only children with mild to moderate physical, developmental, and mental health conditions, as well as children who are currently medically evaluated and have no definitive diagnosis. Thus, our findings can not be generalized to children with SHCN attending special schools.

In our sample of children with SHCN, the majority of children had asthma or ADHD. Due to this heterogeneity, the effect on days absent from school reported in this study should be interpreted as the pooled effect of individual effects of the underlying conditions.

Conclusions

In a sample from children attending regular schools without children with severe disabilities and medical complexity, children with mild to moderate SHCN may still have more school days absent compared to children without SHCN. This is of importance as regular schools—in contrast to special schools—are usually not equipped with school health services and affected children are not identified and supported.

Our findings indicate issues with the allocation of children with SHCN to regular schools and the uptake and the effectiveness of existing medical care as well as educational support concepts for children with SHCN in regular schools. Our results also suggest that days absent should be monitored at school in particular in children with SHCN and reasons for the absence should be addressed.

Existing school health services may be extended with measures tailored for individual health conditions with the goal to reduce school absenteeism. In countries, where school health services are not yet fully established (as in Germany), our results may be used to indicate the urgent need for such services, especially for children with SHCN.

Finally, the fast growing body of evidence on school health interventions for children with SHCN should be evaluated regularly, and effective interventions should be identified, established in policies, and transferred to school health practice. Scoping reviews, implementation guidelines, and best practices would be in particular helpful to achieve those goals.

Supporting information

S1 Fig. Directed acyclic graph of the effect of special health care needs on days absent from school. Variables in red indicate the minimally sufficient adjustment set. Paths in grey were blocked by the adjustment set. Abbreviations: Accid, accidents; AgeSchEntr, age at school entry; BMI, body mass index; Breastf, breastfeeding; CHCfam, chronic health condition in the family; DaysAbs, days absent from school; EducOrient, educational orientation; HealCarUtiliz, health care utilization; HospStay, hospital stay; Infect, infections; MH, mental health;

MigrBackgr, migrant background; Multip, multiple at birth; Nutr, nutrition; PhysAct, physical activity; PreAcadSkills, pre-academic skills; SES, socio-economic status; SHCN, special health care needs; Sibl, siblings; SinglParFam, single-parent family; SocInt, social integration; and WorkTimMod, work time model.

(TIF)

S2 Fig. Directed acyclic graph of the effect of single special health care needs consequences on days absent from school. Abbreviations: SHCN, special health care needs, and DAS, days absent from school.

(TIF)

S3 Fig. Flow chart of ikidS participants.

(TIF)

S1 Table. Characteristics of children within the study region (population), children enrolled into the study (participants), and children included in the study sample.

(DOCX)

S2 Table. Diagnoses among children with special health care needs ($n = 202$).

(DOCX)

Acknowledgments

We wish to thank all participating parents, children, and teachers for their patience and cooperation; they made this study possible.

Author Contributions

Conceptualization: Jennifer Schlecht, Jochem König, Michael S. Urschitz.

Data curation: Jennifer Schlecht.

Formal analysis: Jennifer Schlecht, Jochem König.

Funding acquisition: Michael S. Urschitz.

Methodology: Jennifer Schlecht, Jochem König, Stefan Kuhle, Michael S. Urschitz.

Supervision: Stefan Kuhle, Michael S. Urschitz.

Writing – original draft: Jennifer Schlecht.

Writing – review & editing: Jennifer Schlecht, Jochem König, Stefan Kuhle, Michael S. Urschitz.

References

1. Van Cleave J, Gortmaker SL, Perrin JM. Dynamics of obesity and chronic health conditions among children and youth. *JAMA*. 2010; 303(7):623–30. <https://doi.org/10.1001/jama.2010.104> PMID: 20159870
2. Scheidt-Nave C, Ellert U, Thyen U, Schlaud M. Prävalenz und Charakteristika von Kindern und Jugendlichen mit speziellem Versorgungsbedarf im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS) in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2007; 50(5–6):750–6. Epub 2007/05/22. <https://doi.org/10.1007/s00103-007-0237-3> PMID: 17514460
3. Bethell CD, Read D, Blumberg SJ, Newacheck PW. What is the prevalence of children with special health care needs? Toward an understanding of variations in findings and methods across three national surveys. *Matern Child Health J*. 2008; 12(1):1–14. Epub 2007/06/15. <https://doi.org/10.1007/s10995-007-0220-5> PMID: 17566855
4. Lum A, Wakefield CE, Donnan B, Burns MA, Fardell JE, Marshall GM. Understanding the school experiences of children and adolescents with serious chronic illness: a systematic meta-review. *Child Care*

- Health Dev. 2017; 43(5):645–62. Epub 2017/05/26. <https://doi.org/10.1111/cch.12475> PMID: 28543609
5. Suhrcke M, de Paz Nieves C. The impact of health and health behaviours on educational outcomes in high-income countries: a review of the evidence. Kopenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2011.
 6. Dadaczynski K. Stand der Forschung zum Zusammenhang von Gesundheit und Bildung. Zeitschrift für Gesundheitspsychologie. 2012; 20(3):141–53. <https://doi.org/10.1026/0943-8149/a000072>
 7. Urschitz MS, Gebhard B, Philippi H, De Bock F. Partizipation und Bildung als Endpunkte in der pädiatrischen Versorgungsforschung. Kinder- und Jugendmedizin. 2016; 16(3):206–17.
 8. Klein M, Sosu EM, Dare S. School Absenteeism and Academic Achievement: Does the Reason for Absence Matter? AERA Open. 2022; 8. <https://doi.org/10.1177/23328584211071115>
 9. Cicutto L, To T, Murphy S. A Randomized Controlled Trial of a Public Health Nurse-Delivered Asthma Program to Elementary Schools. J Sch Health. 2013; 83(12):876–84. <https://doi.org/10.1111/josh.12106> PMID: 24261522
 10. Hoffmann I, Diefenbach C, Gräf C, König J, Schmidt MF, Schnick-Vollmer K, et al. Chronic health conditions and school performance in first graders: a prospective cohort study. PLoS One. 2018; 13(3): e0194846. Epub 2018/03/28. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194846> PMID: 29584786
 11. Bethell CD, Read D, Stein RE, Blumberg SJ, Wells N, Newacheck PW. Identifying children with special health care needs: development and evaluation of a short screening instrument. Ambul Pediatr. 2002; 2(1):38–48. [https://doi.org/10.1367/1539-4409\(2002\)002<0038:icwshc>2.0.co;2](https://doi.org/10.1367/1539-4409(2002)002<0038:icwshc>2.0.co;2) PMID: 11888437
 12. Greenland S, Pearl J, Robins JM. Causal diagrams for epidemiologic research. Epidemiology. 1999; 10(1):37–48. Epub 1999/01/15. PMID: 9888278
 13. Schenk L, Ellert U, Neuhauser H. Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund in Deutschland: Methodische Aspekte im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS). Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2007; 50(5–6):590–9. Epub 2007/05/22. <https://doi.org/10.1007/s00103-007-0220-z> PMID: 17514443
 14. Oberwöhrmann S, Bettge S, Hermann S. Einheitliche Erfassung des Migrationshintergrundes bei den Einschulungsuntersuchungen: Modellprojekt der Arbeitsgruppe Gesundheitsberichterstattung, Prävention, Rehabilitation, Sozialmedizin (AG GPRS) der Arbeitsgemeinschaft der obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG)—Abschlussbericht. Berlin 2013.
 15. Lampert T, Müters S, Stolzenberg H, Kroll LE. Messung des sozioökonomischen Status in der KiGGS-Studie: Erste Folgebefragung (KiGGS Welle 1). Bundesgesundheitsblatt. 2014; 57:762–70.
 16. Venables W, Ripley B. Modern Applied Statistics with S. 4 ed. New York: Springer; 2002.
 17. van Buuren S, Groothuis-Oudshoorn K. Mice: multivariate imputation by chained equations in R. J Stat Softw. 2011; 45(3).
 18. De Silva AP, Moreno-Betancur M, De Livera AM, Lee KJ, Simpson JA. A comparison of multiple imputation methods for handling missing values in longitudinal data in the presence of a time-varying covariate with a non-linear association with time: a simulation study. BMC Med Res Methodol. 2017; 17(1):114. <https://doi.org/10.1186/s12874-017-0372-y> PMID: 28743256
 19. Rubin DB. Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys. New York: John Wiley and Sons; 1987.
 20. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2010.
 21. van der Lee JH, Mookink LB, Grootenhuys MA, Heymans HS, Offringa M. Definitions and measurement of chronic health conditions in childhood: a systematic review. JAMA. 2007; 297(24):2741–51. <https://doi.org/10.1001/jama.297.24.2741> PMID: 17595275
 22. Pinquart M, Teubert D. Academic, physical, and social functioning of children and adolescents with chronic physical illness: a meta-analysis. J Pediatr Psychol. 2012; 37(4):376–89. Epub 2011/12/17. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jsr106> PMID: 22173882
 23. Forrest CB, Bevans KB, Riley AW, Crespo R, Louis TA. School outcomes of children with special health care needs. Pediatrics. 2011; 128(2):303–12. Epub 2011/07/27. <https://doi.org/10.1542/peds.2010-3347> PMID: 21788226

4.3 Artikel 3: Teachers reported that children with special health care needs displayed more attention problems

Der dritte Artikel untersucht schließlich die Stärke des Zusammenhangs zwischen SHCN und schulischer Konzentrationsfähigkeit. Hier berichten wir, dass Kinder mit SHCN eine eingeschränktere schulische Konzentrationsfähigkeit im Vergleich zu ihren Mitschüler:innen ohne SHCN zeigen. Auch hier scheinen Kinder mit Behandlung oder Beratung aufgrund emotionaler, Entwicklungs- oder Verhaltensprobleme (CSHCN Konsequenz 5) bzw. funktionalen Limitationen (CSHCN Konsequenz 3) besonders benachteiligt.

Zitation:

Schlecht J, Hammerle F, König J, Kuhle S, Urschitz MS. Teachers reported that children with special health care needs displayed more attention problems. *Acta Paediatr.* 2024;113(5):1051-8.

Das veröffentlichte Zusatzmaterial kann in Anhang 6 eingesehen werden.



Received: 28 August 2023 | Revised: 15 January 2024 | Accepted: 17 January 2024

DOI: 10.1111/apa.17125

ORIGINAL ARTICLE

ACTA PÆDIATRICA
WILEY

Teachers reported that children with special health care needs displayed more attention problems

Jennifer Schlecht¹ | Florian Hammerle² | Jochem König¹ | Stefan Kuhle¹ | Michael S. Urschitz¹

¹Division of Paediatric Epidemiology, Institute of Medical Biostatistics, Epidemiology and Informatics, University Medical Center of the Johannes Gutenberg University Mainz, Mainz, Germany

²Department of Child and Adolescent Psychiatry and Psychotherapy, University Medical Center of the Johannes Gutenberg University Mainz, Mainz, Germany

Correspondence

Jennifer Schlecht, Division of Paediatric Epidemiology, Institute of Medical Biostatistics, Epidemiology and Informatics, University Medical Center of the Johannes Gutenberg University Mainz, Langenbeckstr. 1, 55131 Mainz, Germany. Email: jennifer.schlecht@uni-mainz.de

Funding information

Bundesministerium für Bildung und Forschung, Grant/Award Number: 01ER1302 and 01ER1702

Abstract

Aim: Children with special health care needs (SHCN) perform more poorly at school compared to their classmates. Specific causal pathways have not yet been extensively studied. Therefore, we investigated teacher-rated global attention, an important prerequisite for educational attainment, in children with SHCN.

Methods: Data of a population-based prospective cohort study, which recruited preschool children from the Mainz-Bingen area, Germany, were analysed. Children with SHCN were identified by the Children with Special Health Care Needs screening tool. In 2016, global attention was reported by teachers at the end of first grade (mean age: 7.3 years) on a 5-point rating scale ranging from -2 through +2. Associations between SHCN consequences and teacher-rated attention were estimated by linear mixed models, adjusted for confounding variables.

Results: We included 1921 children (51% males); of these, 14% had SHCN. Compared to their classmates, children with SHCN had poorer teacher-rated attention scores (adjusted mean difference: -0.35, 95% CI: -0.52 to -0.17). The effect was strongest among children with treatment or counselling for mental health problems or functional limitations. The effect remained after excluding children with attention deficit hyperactivity disorder from the analysis.

Conclusion: Children with SHCN showed more teacher-rated attention problems, which could explain their lower educational attainment.

KEYWORDS

attention problems, child health, chronic disease, educational status, special health care needs

1 | INTRODUCTION

Over the past three decades, the proportion of children who suffer from chronic health conditions has increased.¹ Within this group, those with an increased need for or use of special health care

services are a particularly vulnerable group. In a population-based study in Germany, around 17% of children of primary school age had special health care needs (SHCN) due to any physical, developmental, or mental chronic health condition.² It has been shown that children with SHCN perform more poorly in school than their healthy

Abbreviations: ADHD, attention deficit hyperactivity disorder; CI, confidence interval; ikidS, ich komme in die Schule (I will start school); SD, standard deviation; SHCN, special health care needs; SMD, standardised mean difference.

This work is part of the doctoral thesis of Jennifer Schlecht.

This is an open access article under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) License, which permits use and distribution in any medium, provided the original work is properly cited, the use is non-commercial and no modifications or adaptations are made.

© 2024 The Authors. *Acta Paediatrica* published by John Wiley & Sons Ltd on behalf of Foundation Acta Paediatrica.

peers.³ This may have long-lasting effects on later educational attainment, socioeconomic status, and general health in adulthood.⁴ The causal pathways from poor health to educational outcomes are not well known, but learning skills have been suggested as a potential mediator in this association.⁴ Specifically, impaired attention at school might play a crucial role as it limits the time and intensity children are engaged in learning.^{5,6} In a systematic review on attention problems and academic achievement,⁷ inattentiveness rather than hyperactivity was associated with academic problems. In an analysis of six longitudinal studies,⁵ attention skills were related to academic achievement in math and reading. This relationship was independent of school-entry achievements, socioemotional behaviours, and social skills.

The relationship between attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and educational outcomes has been well researched. However, only few studies have investigated whether other chronic health conditions affect attention capacity in general and attention at school in particular. A study of 1457 fourth to sixth graders aged 9–11 years in the United States⁸ found that SHCN adversely affected students' self-reported attention. Studies on attention at school in children with SHCN in European countries are lacking.

To investigate the influence of health problems on academic achievement, we conducted the 'ich komme in die Schule' (ikidS) study, which translates as I will start school. We found that children with SHCN due to a physical, developmental, or mental chronic health condition had lower overall school performance ratings at the end of first grade.⁹ More specifically, they performed poorest in numeracy and writing compared to their classmates without SHCN.¹⁰

The present study aimed to investigate the association between SHCN and teacher-rated global attention as a marker of learning skills and a potential mediator between health problems and academic achievement.

2 | METHODS

2.1 | Study cohort

The present study used data from the German population-based prospective cohort study ikidS. Details on the ikidS cohort have been published elsewhere.^{9,11} In brief, we recruited kindergarten children who started school in 2015 in the city of Mainz and the surrounding district of Mainz-Bingen at their preschool health examination. The parents or guardians of 2003 of the 3683 eligible children agreed to participate. Data were collected at six time points from the preschool health examination at age 5–6 years through to the end of the sixth grade at age 11–12 years.

We obtained the preschool health examination data from the public health authority of the Mainz-Bingen district in two formats: first, in a de-identified form for the entire population, which did not include identifiers such as names and addresses, and second, in the original identified form for participants.

Key Notes

- The causal relationships, why children with special health care needs perform more poorly at school and have lower academic achievements, are not fully understood.
- We found teacher-rated global attention capacity to be lower in children with special health care needs, independent of the presence of attention deficit hyperactivity disorder.
- Addressing global attention capacity by effective interventions in children with special health care needs could mitigate negative long-term effects on their educational outcomes.

Only children who attended an elementary school in the study region in 2015 were included in the study. Children with a physician diagnosis of a mental disability or cerebral palsy during first grade or with a recommendation for a special needs school were excluded.

2.2 | Assessment of variables

We identified children with SHCN based on their needs and use of special health care or functional limitations using the German version of the Children with Special Health Care Needs screening tool¹² prior to school entry and at the end of first grade at age 6–7 years. The instrument consists of 14 items that assess five consequences of physical, developmental, or mental chronic health conditions. Consequences covered by the instrument are the use or need of prescription medication; the use or need of medical, mental health, or educational services; the presence of functional limitations compared with others of the same age; the use or need of specialised therapies; or the treatment or counselling for emotional, behavioural, or developmental problems. A physical, developmental, mental, or other chronic health condition is defined as having lasted or being expected to last for at least 12 months. A SHCN is present if at least one of five consequences due to any chronic health condition is confirmed either prior to school entry or at the end of first grade. Of note, the screening tool does not restrict the identified children to those with a specific diagnosis. Instead, it identifies children with any physical, developmental, mental, or other chronic health condition who need or use special health care services. Children were further categorised based on the number of SHCN consequences they experienced to study the different levels of need complexity.¹³ Due to the low number of children who experienced more than two consequences, children were grouped into three groups of 0, 1, or >1 consequences experienced.

Global attention of each participating child was evaluated by classroom teachers at the end of first grade using an item from the German National Educational Panel Study.¹⁴ Teachers were asked

to assess a child's persistence and the ability to concentrate, defined as remaining occupied with something for a longer period of time, on a 5-point Likert scale. The scale ranged from much worse than (-2) and slightly worse than (-1) to just as good as (0), slightly better than (+1), and much better than (+2) other children of the same age.

2.3 | Statistical methods

Descriptive statistics were based on complete cases only. Distributions of continuous variables are presented as mean and standard deviation (SD); results of categorical variables are reported as absolute and relative frequencies. We report pairwise correlations between the five binary SHCN consequences as phi correlation coefficients.

The effect of SHCN on teacher-rated attention at the end of first grade was estimated from a linear mixed-effects regression model adjusted for the confounding variables described below. For the primary analysis, the presence of SHCN was the independent variable. For the secondary analysis, each of the five individual SHCN consequences and the cumulative number of SHCN consequences (0, 1, >1), respectively, were the independent variables. For each effect estimate, we computed a standardised mean difference (SMD). Effects are presented as adjusted mean differences with 95% confidence intervals (CIs) and SMD between children with SHCN compared to children without SHCN.

The analysis was based on the theoretical framework conceptualised by Suhrcke and de Paz Nieves in 2011.⁴ They listed potential health problems, specific educational outcomes, and mediating, moderating, and confounding factors and proposed causal structures for these factors. The framework was later extended by Dadaczynski¹⁵ and our working group by proposing additional potential mediators, moderators, and potentially relevant school-related outcomes.^{11,16} Based on this framework, we constructed a directed acyclic graph for the relationship between SHCN and teacher-rated attention to identify a minimally sufficient adjustment set.¹⁷ This set included gender, immigration status,^{18,19} socioeconomic status,²⁰ multiple at birth, breastfeeding, chronic health condition in the family, completion of recommended well-child visits, and school location. Definitions and operationalisations of these variables are given elsewhere.⁹ The directed acyclic graph is provided in [Figure S1](#).

In addition to the overall effect, we were also interested in the independent effects of each of the five SHCN consequences on teacher-rated attention. We therefore constructed a second directed acyclic graph ([Figure S2](#)) that included all five SHCN consequences as independent variables and teacher-rated attention as the dependent variable. Based on this directed acyclic graph, we identified a minimally sufficient adjustment set for each of the five SHCN consequences. The effect of each SHCN consequence was then adjusted for the above confounding variables and the respective confounding SHCN consequences ([Table S1](#)).

In a sensitivity analysis, we repeated the analysis after excluding all children with ADHD, since the effect of SHCN on teacher-rated attention may be mainly driven by this group of children. Children with ADHD were identified using parental questionnaires. ADHD was present if a child met any of two conditions: first, a lifetime ADHD diagnosis made by a physician or psychologist, and second, at least two abnormal ratings on the German version of the Strengths and Difficulties Questionnaire²¹ either before school entry, after school entry, or at the end of first grade.

Missing values were frequent for SHCN status (25%), confounding variables (up to 45%), and teacher-rated attention at the end of first grade (24%). Therefore, we imputed missing values 10 times using multivariate imputation by chained equations and 100 iterations. Only pooled results are reported.²²

Analyses were carried out with the packages nlme and mice²³ of the statistical software R²⁴ (version 4.2.2., R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

2.4 | Ethics

This study was performed in line with the principles of the Declaration of Helsinki.²⁵ The study was approved by the Ethics Review Board of the Medical Association of Rhineland-Palatinate (reference number: 837.544.13, 9229-F), the regional supervisory school authority of Rhineland-Palatinate, and the state representative for data protection in Rhineland-Palatinate. Written informed consent was obtained from legal guardians of all children included in the study. Due to the young age of 5–6 years at study recruitment and in accordance with recommendations of the ethics board, no written informed consent was obtained from participating children.

3 | RESULTS

Of the 2003 participants of the ikids cohort study, 1921 were included in the present analysis. We excluded 51 children due to deferral from school entry, 27 due to a recommendation for a special needs school, and 4 due to mental disability or cerebral palsy. Diagnoses among children excluded from the analysis can be found in [Table S2](#). The characteristics of children included in the current study were similar to the overall study population except that they were less likely to come from immigrant families ([Table S3](#)).

3.1 | Children with SHCN

We identified 202 children (14%) who had SHCN either prior to school entry or at the end of first grade; of these, 43% had SHCN at both time points. While the majority of children with SHCN experienced one consequence (52%), 48% experienced more than one consequence (two, 21%; three, 12%; four, 10%; and five, 4%). We observed 171 children with SHCN (85%) who had at least one medical,

developmental, or mental diagnosis that may adversely affect school performance. The most frequent diagnoses were asthma (22%), global developmental delay (19%), and ADHD (17%) (Table S2). Children without a definitive diagnosis had health impairments such as language and speech problems, enuresis or encopresis, agitation, or anxiousness. Compared to all children in the sample, children with SHCN were more likely to be male and came from non-immigrant families. They were more often formula-fed and had mothers with and fathers without high school diploma. Regarding their location, more children with SHCN attended school in the rural district of Mainz-Bingen (Table 1).

Above-average use or need of medical, mental health, or educational services and use or need of prescription medication were the most frequent SHCN consequences (46% each). Compared to this, treatment or counselling for emotional, behavioural, or developmental problems (41%) and the use or need of specialised therapies (40%) were slightly rarer. Functional limitations compared with others of the same age were the rarest consequence (19%). The highest pairwise correlations (phi coefficient) were between above-average use or need of medical, mental health, or educational services and the other consequences (range: 0.45–0.53). We also observed high pairwise correlations between use or need of specialised therapies and treatment or counselling for emotional, behavioural, or developmental problems (0.51) (Table S4).

3.2 | SHCN and teacher-rated global attention

Children with SHCN had poorer teacher ratings on the global attention scale than children without SHCN (mean \pm SD: -0.2 ± 1.2 vs. 0.2 ± 1.1). This translates to a higher percentage of children who performed below average among children with SHCN compared to those without SHCN (41% vs. 23%) (Figure 1). In the adjusted analysis, children with SHCN performed on average 0.35 points lower on the teacher-rated attention scale compared to children without SHCN (95% CI: -0.52 to -0.17 ; SMD: -0.33) (Table 2). In the sensitivity analysis excluding children with ADHD, children with SHCN scored 0.27 points lower than children without SHCN (95% CI: -0.46 to -0.08 ; SMD: -0.26) (Table S5).

The strongest association between individual SHCN consequences and teacher-rated attention was found for treatment or counselling for emotional, behavioural, or developmental problems (adjusted mean difference: -0.58 ; 95% CI: -0.82 to -0.33 ; SMD: -0.55) and functional limitations compared with others of the same age (-0.34 ; 95% CI: -0.72 to 0.05 ; SMD: -0.32) (Table 2). The overall effect of SHCN on teacher-rated attention was primarily driven by children who experienced more than one SHCN consequence (-0.55 ; 95% CI: -0.81 to -0.30 ; SMD: -0.52) and less by children who experienced only one consequence (-0.14 ; 95% CI: -0.37 to 0.09 ; SMD: -0.13 ; Table 2). In the sensitivity analysis excluding children with ADHD, the effects of treatment or counselling for emotional, behavioural, or developmental problems and experiencing more than one consequence decreased considerably (Table S5).

TABLE 1 Characteristics of children included in the study sample and children with special health care needs.^a

	Study sample (n = 1921)	Children with special health care needs (n = 202)
Child		
Gender		
Male	988 (51.4)	118 (58.4)
Female	933 (48.6)	84 (41.6)
Missing, n	0	0
Age at preschool health examination (y), mean (SD)		
Mean (SD)	5.9 (0.4)	5.9 (0.4)
Missing, n	0	0
Immigration status		
Yes	428 (23.5)	19 (9.9)
No	1396 (76.5)	172 (90.1)
Missing, n	97	11
Multiple at birth		
Yes	57 (3.0)	7 (3.6)
No	1842 (97.0)	189 (96.4)
Missing, n	22	6
Breastfeeding		
Not at all	304 (16.5)	42 (22.0)
Up to 6 months	741 (40.2)	70 (36.6)
More than 6 months	796 (43.2)	79 (41.4)
Missing, n	80	11
Family		
Abitur (A-level examinations)^b Mother		
Yes	1095 (61.9)	123 (65.1)
No	673 (38.1)	66 (34.9)
Missing, n	153	13
Abitur (A-level examinations)^b Father		
Yes	1017 (60.0)	102 (55.7)
No	677 (40.0)	81 (44.3)
Missing, n	227	19
School location		
District of Mainz-Bingen (rural)	996 (51.8)	125 (61.9)
City of Mainz	925 (48.2)	77 (38.1)
School-related attention compared to children of the same age at the end of first grade^c, mean (SD)		
Mean (SD)	0.1 (1.1)	-0.2 (1.2)
Missing, n	460	32

Abbreviation: SD, standard deviation.

^aUnless otherwise stated, values are expressed as n (%). % relates to non-missing values.

^bIncluding advanced technical college entrance qualification.

^cTeachers rated the students' concentration abilities on a rating scale ranging from -2 (much worse) through +2 (much better than other children of the same age).

FIGURE 1 Distribution of teacher-rated global attention scores at the end of first grade between children with and children without special health care needs.

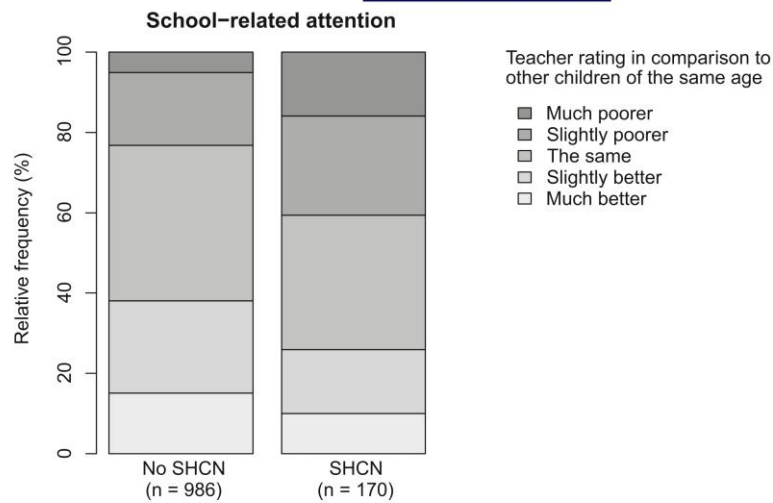


TABLE 2 Associations between special health care needs and school-related attention teacher rating at the end of first grade (n = 1921).

			Mean difference, adjusted ^a	[95% CI]	SMD
Overall SHCN					
	No SHCN		(ref)		
	SHCN		-0.35	[-0.52; -0.17]	-0.33
Individual SHCN consequences					
1	Use or need of prescription medication	No	(ref)		
		Yes	-0.14	[-0.39; 0.11]	-0.14
2	Above-average use or need of medical, mental health, or educational services	No	(ref)		
		Yes	-0.28	[-0.60; 0.05]	-0.26
3	Functional limitations compared with others of the same age	No	(ref)		
		Yes	-0.34	[-0.72; 0.05]	-0.32
4	Use or need of specialised therapies	No	(ref)		
		Yes	-0.12	[-0.42; 0.19]	-0.11
5	Treatment or counselling for emotional, behavioural, or developmental problems	No	(ref)		
		Yes	-0.58	[-0.82; -0.33]	-0.55
Number of SHCN consequences experienced					
	0 consequences		(ref)		
	1 SHCN consequence		-0.14	[-0.37; 0.09]	-0.13
	>1 SHCN consequences		-0.55	[-0.81; -0.30]	-0.52

Abbreviations: CI, confidence interval; SHCN, special health care needs; SMD, standardised mean difference.

^aMean difference between children with and children without special health care needs (reference group). Teachers rated the students' attention abilities on a rating scale ranging from -2 (much worse) through +2 (much better than other children of the same age). Adjusted for gender, immigration status, socioeconomic status, multiple at birth, breastfeeding, chronic health condition in the family, health care utilisation, and school location. Individual SHCN consequences were further adjusted for consequence 1, consequences 2 and 5; consequence 2, consequences 3-5; consequence 4, consequences 3 and 5; consequence 5, and consequence 3.

4 | DISCUSSION

Our study showed that children with SHCN had lower teacher ratings of global attention than children without SHCN. The lowest attention ratings were found among children with treatment or counselling for emotional, behavioural, or developmental problems,

functional limitations, and those who experienced two or more SHCN consequences. The observed effects decreased but generally remained after the exclusion of children with ADHD. Our results largely concur with the findings from a US study that found effects of SHCN, in particular functional impairments and use of or need for special mental health care services, on students' self-reported

attention.⁸ The results of the present study also support the hypothesis that attention problems at school are one of the causal pathways that link health problems to educational attainment.

Attention at school may be affected in children with SHCN in different ways. For example, impaired attention may be an inherent component of a specific mental health condition such as ADHD. However, our analysis showed that the negative effect of SHCN on teacher-rated attention remained even after excluding children with ADHD. First, this finding demonstrates that attention problems can also occur with conditions other than ADHD, for example pervasive disorders such as autism or specific developmental disorders such as learning disorders. Second, attention problems may occur as a psychosocial consequence of a specific chronic health condition. For instance, sleep disorder may result in daytime sleepiness. Third, attention problems could also emerge as a side effect of medication. For instance, antihistamines may lead to daytime sleepiness. The specific diagnoses among children with special health care needs due to treatment or counselling for mental health problems can be found in Table S2.

Irrespective of the individual cause, our findings suggest that attention could be a promising target for condition-specific interventions in children with SHCN. First, the underlying health condition that negatively affects attention could be treated. This would be the case for conditions such as ADHD. Second, conditions that indirectly affect attention could be diagnosed and treated in a way to minimise the negative effects on attention. Third, generic interventions to improve attention such as physical activity or working memory training may be offered to children with SHCN. In a meta-analysis, de Greeff et al.²⁶ reported that short-term physical activity (adjusted Hedge's *g*: 0.43, *n*=6 studies) and long-term physical activity (adjusted Hedge's *g*: 0.90, *n*=1 study with two comparisons) improved selective attention in children aged 6–12 years. However, the effect of physical activity on academic performance was much lower (short-term activity: 0.09, *n*=4; long-term activity: 0.26, *n*=3) and was mainly driven by improvements in spelling and less by improvements in reading or math. Besides physical activity, interventions that target the working memory directly to improve attention have been shown to be effective in children and adults as well as individuals with and without ADHD.²⁷

Our study also suggests that treatment or counselling for emotional, behavioural, or developmental problems, and functional limitations could be more strongly related to attention capacity at school than others. This finding could be used to identify children at risk during the preschool health examination and refer them to specialised outpatient clinics for children with SHCN. Based on the findings from the ikidS study, the Children with Special Health Care Needs Screener was recommended to be introduced as part of the preschool health examination in Rhineland-Palatine.

4.1 | Strengths and limitations

Our study had several strengths. Most research on the influence of child health on educational outcomes has been conducted in the

United States. This is the first population-based, longitudinal study from Germany and one of the first in continental Europe. The study sample was largely representative of the underlying population and covered rural and urban areas. This makes our findings largely generalisable to other areas in Germany with a similar population structure. We identified confounding variables by using a theoretical framework and directed acyclic graphs to minimise bias in the effect estimates.

The study also had a number of limitations. A comprehensive consequence-based concept of chronic health conditions and the actual needs for special health care were used for the identification of affected children. This approach defines the presence of a chronic health condition through the parent-reported actual need for and use of these services. Thus, children with chronic health conditions but *without* current SHCN were not identified and remained in the comparison group for analysis. Any remaining misclassification of the exposure is, however, likely negligible. In a previous analysis, we found chronic health conditions *without* actual SHCN were not associated with poorer school performance.⁹

The group of children with SHCN was very heterogeneous. It included children with physical, developmental, or mental health conditions, or a combination of these conditions. The group also comprised children, who were medically evaluated at that time point and had no definitive diagnosis, yet. In our group of children with SHCN, the majority had asthma, global developmental delay, or ADHD. Due to this heterogeneity, the estimated effect on global attention should be interpreted with caution. It can be seen as a pooled effect of various single effects of the underlying health conditions.

Global attention at school was rated by the classroom teacher using an instrument by the German National Educational Panel Study. This instrument, however, did not allow to differentiate between different types of attention such as selective or sustained attention. The ratings were also likely influenced by the teachers' experience, attitude towards the child, or the average performance level of the class. To correct for this potential bias by clustered data, we used hierarchical regression models.

5 | CONCLUSIONS

Children with SHCN may have lower global attention at school compared to children without SHCN. The effect decreased but generally remained after excluding children with ADHD. Children experiencing several SHCN consequences are particularly at higher risk for attention problems at school. Screening for SHCN and attention problems at or before school should be implemented in school health policies. The Children with Special Health Care Needs screening tool is convenient and could be integrated into the preschool health examination. This could help to identify a relevant subgroup of children at risk for attention problems and related subsequent educational problems at school. If feasible and accurate, the screening would help to identify children who would benefit from early interventions to improve attention in affected children.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Jennifer Schlecht: Conceptualization; methodology; formal analysis; writing – original draft; writing – review and editing. **Florian Hammerle:** Writing – review and editing. **Jochem König:** Methodology; formal analysis; writing – review and editing. **Stefan Kuhle:** Writing – review and editing; methodology. **Michael S. Urschitz:** Conceptualization; methodology; writing – review and editing; supervision; funding acquisition.

ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank all participating parents, children, and teachers for their patience and cooperation; they made this study possible.

FUNDING INFORMATION

This study received funding from the Federal Ministry of Education and Research of Germany (numbers: 01ER1302 and 01ER1702).

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

The authors have no conflicts of interest to declare.

ORCID

Jennifer Schlecht  <https://orcid.org/0000-0002-7432-0440>

REFERENCES

1. Van Cleave J, Gortmaker SL, Perrin JM. Dynamics of obesity and chronic health conditions among children and youth. *JAMA*. 2010;303(7):623-30. doi:10.1001/jama.2010.104
2. Scheidt-Nave C, Ellert U, Thyen U, Schlaud M. Prävalenz und Charakteristika von Kindern und Jugendlichen mit speziellem Versorgungsbedarf im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS) in Deutschland (prevalence and characteristics of children and youth with special health care needs (CSHCN) in the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS)). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2007;50(5-6):750-6. doi:10.1007/s00103-007-0237-3
3. Lum A, Wakefield CE, Donnan B, Burns MA, Fardell JE, Marshall GM. Understanding the school experiences of children and adolescents with serious chronic illness: a systematic meta-review. *Child Care Health Dev*. 2017;43(5):645-62. doi:10.1111/cch.12475
4. Suhrcke M, de Paz NC. The Impact of Health and Health Behaviours on Educational Outcomes in High-Income Countries: A Review of the Evidence. WHO Regional Office for Europe; 2011.
5. Duncan GJ, Dowsett CJ, Claessens A, et al. School readiness and later achievement. *Dev Psychol*. 2007;43(6):1428-46. doi:10.1037/0012-1649.43.6.1428
6. Commodari E. Attention skills and risk of developing learning difficulties. *Curr Psychol*. 2012;31:17-34. doi:10.1007/s12144-012-9128-3
7. Polderman TJC, Boomsma DI, Bartels M, Verhulst FC, Huizink AC. A systematic review of prospective studies on attention problems and academic achievement. *Review. Acta Psychiatr Scand*. 2010;122(4):271-84. doi:10.1111/j.1600-0447.2010.01568.x
8. Forrest CB, Bevans KB, Riley AW, Crespo R, Louis TA. School outcomes of children with special health care needs. *Pediatrics*. 2011;128(2):303-12. doi:10.1542/peds.2010-3347
9. Hoffmann I, Diefenbach C, Gräf C, et al. Chronic health conditions and school performance in first graders: a prospective cohort study. *PLoS One*. 2018;13(3):e0194846. doi:10.1371/journal.pone.0194846
10. Schlecht J, König J, Urschitz MS. Chronisch krank in der Schule – schulische Fähigkeiten von Kindern mit speziellem Versorgungsbedarf. Ergebnisse der Kindergesundheitsstudie ikidS (chronically ill at school – school performance in children with special health care needs. Results of the child health study ikidS). *Klin Padiatr*. 2022;234(2):88-95. doi:10.1055/a-1672-4709
11. Urschitz MS, Gebhard B, Philippi H, De Bock F. Partizipation und Bildung als Endpunkte in der pädiatrischen Versorgungsforschung (Participation and education as outcomes of paediatric health services research). *Kinder- Und Jugendmedizin*. 2016;16(3):206-17.
12. Bethell CD, Read D, Stein RE, Blumberg SJ, Wells N, Newacheck PW. Identifying children with special health care needs: development and evaluation of a short screening instrument. *Ambul Pediatr*. 2002;2(1):38-48.
13. Bramlett MD, Read D, Bethell C, Blumberg SJ. Differentiating subgroups of children with special health care needs by health status and complexity of health care needs. *Matern Child Health J*. 2009;13(2):151-63. doi:10.1007/s10995-008-0339-z
14. Blossfeld HP, Maurice J, Schneider T. The National Educational Panel Study: need, main features, and research potential. *Z Erziehungswiss*. 2011;14(2):5-17. doi:10.1007/s11618-011-0178-3
15. Dadaczynski K. Stand der Forschung zum Zusammenhang von Gesundheit und Bildung (State of research on the relationship between health and education: an empirical overview and implications for school health promotion). *Zeitschrift für Gesundheitspsychologie*. 2012;20(3):141-53. doi:10.1026/0943-8149/a000072
16. Schlecht J, König J, Kuhle S, Urschitz MS. School absenteeism in children with special health care needs. Results from the prospective cohort study ikidS. *PLoS One*. 2023;18(6):e0287408. doi:10.1371/journal.pone.0287408
17. Greenland S, Pearl J, Robins JM. Causal diagrams for epidemiologic research. *Epidemiology*. 1999;10(1):37-48.
18. Schenk L, Ellert U, Neuhauser H. Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund in Deutschland: Methodische Aspekte im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS) (Children and adolescents in Germany with a migration background. Methodical aspects in the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS)). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2007;50(5-6):590-9. doi:10.1007/s00103-007-0220-z
19. Oberwöhrmann S, Bettge S, Hermann S. Einheitliche Erfassung des Migrationshintergrundes bei den Einschulungsuntersuchungen: Modellprojekt der Arbeitsgruppe Gesundheitsberichterstattung, Prävention, Rehabilitation, Sozialmedizin (AG GPRS) der Arbeitsgemeinschaft der obersten Landesgesundheitsbehörden (AOLG) - Abschlussbericht (Uniform recording of the migration background during school enrollment examinations). *Gesundheitsberichterstattung Spezialbericht*. 2013;74:1-80.
20. Lampert T, Mütters S, Stolzenberg H, Kroll LE. Messung des sozioökonomischen Status in der KiGGS-Studie: Erste Folgebefragung (KiGGS Welle 1) (measurement of socioeconomic status in the KiGGS study: first follow-up (KiGGS wave 1)). *Bundesgesundheitsblatt*. 2014;57:762-70.
21. Woerner W, Becker A, Friedrich C, Rothenberger A, Klasen H, Goodman R. Normierung und Evaluation der deutschen Elternversion des Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ): Ergebnisse einer repräsentativen Felderhebung (Normal values and evaluation of the German parents' version of Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ): results of a representative field study). *Z Kinder Jugendpsychiatr Psychother*. 2002;30(2):105-12. doi:10.1024//1422-4917.30.2.105
22. Rubin DB. *Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys*. John Wiley and Sons; 1987.
23. van Buuren S, Groothuis-Oudshoorn K. Mice: multivariate imputation by chained equations in R. *J Stat Softw*. 2011;45(3):1-67.

24. R Foundation. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing; 2010. <https://www.R-project.org/>
25. World Medical Association. World Medical Association declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*. 2013;310(20):2191-4. doi:10.1001/jama.2013.281053
26. de Greeff JW, Bosker RJ, Oosterlaan J, Visscher C, Hartman E. Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *J Sci Med Sport*. 2018;21(5):501-7. doi:10.1016/j.jsams.2017.09.595
27. Spencer-Smith M, Klingberg T. Benefits of a working memory training program for inattention in daily life: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2015;10(3):e0119522. doi:10.1371/journal.pone.0119522

SUPPORTING INFORMATION

Additional supporting information can be found online in the Supporting Information section at the end of this article.

How to cite this article: Schlecht J, Hammerle F, König J, Kuhle S, Urschitz MS. Teachers reported that children with special health care needs displayed more attention problems. *Acta Paediatr*. 2024;00:1-8. <https://doi.org/10.1111/apa.17125>

5 Diskussion

Die vorliegende Arbeit erweitert die wissenschaftliche Evidenz rund um den Zusammenhang zwischen einer eingeschränkten Gesundheit im Kindesalter und Bildungserfolg am Ende der ersten Klasse in Deutschland. Zunächst fanden wir Hinweise darauf, dass Kinder mit SHCN insbesondere in mathematischen und schriftsprachlichen Fähigkeiten benachteiligt sein könnten. Daneben konnten erste Einblicke in potentielle Mediatoren dieses Zusammenhangs generiert werden: Kinder mit SHCN könnten mehr krankheitsbedingte schulische Fehltage und eine eingeschränktere schulische Konzentrationsfähigkeit haben als ihre Mitschüler:innen. Kinder mit Behandlung oder Beratung aufgrund emotionaler, Entwicklungs- oder Verhaltensprobleme (CSHCN Konsequenz 5) oder mit funktionalen Limitationen (CSHCN Konsequenz 3) oder die mindestens zwei der fünf CSHCN Konsequenzen erfüllten, schienen besonders benachteiligt im Hinblick auf schulische Fehltage und Konzentrationsfähigkeit.

5.1 Diskussion der Ergebnisse

Schulische Fehltage und Konzentrationsfähigkeit als möglicher Mediator des Zusammenhangs zwischen SHCN und schulischen Fähigkeiten

Kinder mit SHCN könnten in Deutschland niedrigere schulische Fähigkeiten in Mathematik und Schriftsprache aufweisen, weil sie mehr krankheitsbedingte schulische Fehltage und/oder eine eingeschränktere schulische Konzentrationsfähigkeit haben als ihre Mitschüler:innen. Diese gemeinsame Interpretation der drei Artikel würde Teile des analytischen Rahmenmodells (Kapitel 1.2) bestätigen.

Allerdings basiert diese kausale Interpretation der Zusammenhänge auf zwei Annahmen: Zunächst einmal konnten wir aufgrund des genutzten Designs der ikidS-Studie (Beobachtungsstudie) nur Assoziationen schätzen. Eine Interventionsstudie ist aufgrund der untersuchten Exposition (SHCN aufgrund einer chronischen Erkrankung) offensichtlich nicht umsetzbar, um die Fragestellungen dieser Arbeit zu beantworten. Basierend

auf dem longitudinalen Studiendesign und der rigorosen Adjustierung für potentiell konfundierende Faktoren erlauben wir uns allerdings eine vorsichtige kausale Interpretation der beobachteten Zusammenhänge.

Daneben basiert die Rolle schulischer Fehltage und Konzentrationsfähigkeit als Mediator des Zusammenhangs zwischen Gesundheit und Bildung auf einer weiteren Annahme. Diese stützt sich auf externe Evidenz, die einen Effekt der beiden potentiellen Mediatoren auf den Bildungserfolg der Kinder vermuten lässt (siehe Kapitel 4.2 und 4.3). Dieser Zusammenhang wurde im Rahmen dieser Arbeit allerdings nicht untersucht, ist aber entscheidend für die abschließende Interpretation der beiden Faktoren als Mediator.

In der Zusammenschau der hier gezeigten Ergebnisse mit den Ergebnissen von Hoffmann et al.⁽⁴¹⁾ sind die Ergebnisse allerdings nicht deckungsgleich. Die hier vorliegenden Analysen legen nahe, dass Kinder mit Behandlung oder Beratung aufgrund emotionaler, Entwicklungs- oder Verhaltensprobleme (CSHCN Konsequenz 5) bzw. funktionalen Limitationen (CSHCN Konsequenz 3) besonders benachteiligt sind in Hinblick auf schulische Fehltage und Konzentrationsfähigkeit (vgl. Artikel 2 und 3). In der Analyse von Hoffmann et al.⁽⁴¹⁾ hatten aber die Kinder mit erhöhter Nutzung von Versorgungs- und Unterstützungsmaßnahmen (CSHCN Konsequenz 2) und Bedarf an speziellen Therapie (CSHCN Konsequenz 4) niedrigere schulische Fähigkeiten. Es sind also offensichtlich nicht dieselben Kinder betroffen, was gegen die Rolle der schulischen Fehltage und Konzentrationsfähigkeit als Mediatoren in Hinblick auf Bildungserfolg spricht. Alle drei Analysen stützen sich auf dieselben Daten der ikidS-Studie, wodurch die geschätzten Effekte und abgeleiteten Zusammenhänge in hohem Maße vergleichbar sind.

Internationale Forschungsarbeiten zum mediierenden Effekt von schulischen Fehltagen fokussierten bisher vor allem auf den Zusammenhang zwischen einzelnen chronischen Erkrankungen im Kindesalter und bildungsbezogenen Zielgrößen. Jay et al.⁽⁴⁴⁾ erstellten 2023 ein systematisches Umbrella Review, in dem sie 27 systematische Übersichtsarbeiten mit 441 Studien zum Zusammenhang zwischen chronischen Erkrankungen und bildungsbezogenen Zielgrößen zusammentrugen. Ein Fokus der Arbeit war der mediierende Effekt von schulischen Fehltagen auf diesen Zusammenhang, der allerdings nur in sieben dieser Studien statistisch untersucht wurde. Die darin untersuchten chronischen Erkrankungen umfassten Adipositas (n = 3), Asthma (n = 2) und Lippen-Kiefer-Gaumenspalte (n = 1); in einer Studie wurden Asthma und Herzkrankheiten sowie ein kombinierter Faktor aus einer Tumor-, Diabetes- oder Epilepsie-Erkrankung untersucht.

Keine der sieben Studien konnte laut Jay et al.⁽⁴⁴⁾ bzw. der Autor:innen der einzelnen Studien⁽⁵⁷⁻⁶³⁾ schulische Fehltage als Mediator bestätigen. Die Validität und Übertragbarkeit dieser Studienergebnisse auf das deutsche System muss allerdings kritisch hinterfragt werden. Zunächst basieren drei der Studien auf Eltern- oder Eigenangaben der bildungsbezogenen Zielgrößen, welche durch soziale Erwünschtheit verzerrt sein könnten. Daneben wurden nur zwei der sieben Studien in Europa durchgeführt. Am problematischsten sind allerdings die statistische Analysemethodik und die daraus gezogenen Schlussfolgerungen, welche im folgenden Absatz erläutert werden.

Sechs der sieben Autor:innen der einzelnen Studien berichten den Effektschätzer der chronischen Erkrankung auf die bildungsbezogenen Zielgrößen in zwei Schritten: 1) adjustiert für potentiell konfundierende Faktoren (Schätzung des totalen Effekts der chronischen Erkrankung) und 2) adjustiert für potentiell konfundierende Faktoren *und* schulische Fehltage, den potentiellen Mediator (kontinuierlich oder kategorisch; Schätzung des direkten Effekts der chronischen Erkrankung). Der indirekte Effekt der chronischen Erkrankung auf die bildungsbezogene Zielgröße, der durch die schulischen Fehltage vermittelt wird, wird jeweils als Differenz zwischen totalem und direktem Effekt berechnet. Ein mediiender Effekt der schulischen Fehltage wird dann angenommen, wenn der indirekte Effekt einen ausreichend hohen Anteil an dem totalen Effekt ausmacht. Dieser Schluss ist allerdings nur in einem Analysemodell mit kontinuierlicher Zielgröße valide, wie z.B. MacKinnon et al.⁽⁶⁴⁾ oder Rijnhart et al.⁽⁶⁵⁾ ausführen. Im Falle einer binären Zielgröße unterschätzt die beschriebene Art der Schätzung des indirekten Effekts den wahren, über die potentiell mediiierende Variable vermittelten, Effekt. Selbst im Falle von keinem mediienden Effekt kann die beschriebene Berechnung zu falschen Schlüssen führen.⁽⁶⁴⁾ Da drei der sechs genannten Studien⁽⁵⁷⁻⁵⁹⁾ binäre Zielgrößen analysierten, könnten die Schätzungen der indirekten Effekte damit sowohl unter- als auch überschätzt sein. In einer der Studien⁽⁶⁰⁾ lässt sich der indirekte Effekt nicht aus den präsentierten Ergebnissen berechnen, da es kein Modell gibt, in dem nur für potentiell konfundierende Variablen adjustiert wird. Die verbleibenden drei Studien auf Basis einer kontinuierlichen bildungsbezogenen Zielgröße⁽⁶¹⁻⁶³⁾ beschäftigen sich ausschließlich mit den Effekten von Adipositas. Da adipöse Kinder jedoch nur etwa 6% der Kinder mit SHCN ausmachen,⁽⁶⁶⁾ ist es denkbar, dass beim Effekt der anderen chronischen Erkrankungen, die mit SHCN einhergehen, schulische Fehltage als Mediator eine Rolle spielen könnten.

Zur Rolle der Konzentrationsfähigkeit als Mediator konnte auch international keine wissenschaftliche Untersuchung gefunden werden. Weitere Forschungsarbeiten könnten

z.B. auf Basis von Mediationsanalysen⁽⁶⁷⁾ ein tiefergehendes Verständnis der zugrundeliegenden Prozesse im deutschen System schaffen. Diese Mediationsanalysen könnten auch weitere potentielle Mediatoren wie z.B. Diskriminierung im Klassenzimmer oder Schlafquantität bzw. -qualität⁽³⁵⁾ umfassen.

Fehlende Prävention gesundheitsbezogener Bildungsunterschiede durch bestehende Versorgungs-, Förder- und Unterstützungsmaßnahmen

Die umfassenden Analysen und Schlussfolgerungen von Hoffmann et al.⁽⁴¹⁾ lassen vermuten, dass die derzeitigen Versorgungs-, Förder- und Unterstützungsmaßnahmen in Deutschland nicht ausreichen, um frühe Bildungsunterschiede zwischen Kindern mit und ohne SHCN effektiv zu verhindern. Entscheidend für die folgende Diskussion ist nun, ob die gezeigten Bildungsunterschiede im weiteren schulischen Verlauf durch bestehende Interventionsmaßnahmen ausgeglichen werden können. Damit wären die bildungsbezogenen Ergebnisse am Ende der ersten Klasse nicht prädiktiv für spätere Bildungserfolge und die frühen Bildungsunterschiede damit wenig praktisch relevant.

In der Bildungsforschung wird diese Frage unter den Begriffen Matthäus- vs. kompensatorische Effekte (engl. Matthew vs. compensatory effects) diskutiert. Matthäus-Effekte beschreiben den Umstand, dass die Bildungsunterschiede im Laufe der Zeit größer werden. Vorläufige, noch nicht publizierte, Ergebnisse der ikidS-Studie ergeben, dass der Unterschied zwischen Kindern mit und ohne SHCN bis zum Ende der dritten Klasse auf konstant hohem Niveau bleibt (Standardisierte Mittelwertdifferenz: 1. Klasse -0,27 vs. 3. Klasse -0,29). Die Empfehlung durch die Lehrkräfte, welcher Schultyp ab der 5. Klasse besucht werden soll, ist maßgeblich von den schulischen Fähigkeiten bis zur dritten Klasse abhängig. Dadurch, dass Schulwechsel im Rahmen der weiterführenden Schule relativ selten sind,⁽⁶⁸⁾ kommt diesen Bildungsunterschieden in der dritten Klasse also besondere Bedeutung zu.

Wissenschaftlich publizierte Untersuchungen zu gesundheitsbezogenen Bildungsunterschieden über die Zeit sind darüber hinaus selten. Goldfeld et al.⁽⁶⁹⁾ untersuchten im Rahmen einer Kohortenstudie in Australien den Zusammenhang zwischen SHCN und Bildungsverläufen. SHCN wurden in dieser Untersuchung anhand des generischen Australian Early Development Index operationalisiert, der von der Lehrkraft ausgefüllt wurde. Anhand einer Analyse latenter Klassen (engl. latent class analysis) unterschieden sie alle Kinder in vier Gruppen basierend auf ihren Bildungsverläufen (hoch, mittel,

niedrig und sehr niedrig) zwischen 4/5 Jahren und 10/11 Jahren. Die Autor:innen konnten zunächst zeigen, dass neben sozial schwächer gestellten Kindern auch solche mit SHCN häufiger einen sehr niedrigen oder niedrigen Bildungsverlauf hatten. Die beschriebenen Bildungsverläufe lassen auf leichte Matthäus-Effekte schließen.

Weitere Forschungsarbeiten zum zeitlichen Verlauf von Bildungsunterschieden basierten auf Vergleichen zwischen Kindern mit initial besseren und initial niedrigeren Leistungen. Nennstiel⁽⁷⁰⁾ folgert in einem Überblick zu Forschungsarbeiten aus Deutschland, dass diese Frage bisher nicht abschließend geklärt ist. Jedoch lassen die bisher veröffentlichten Studienergebnisse leichte kompensatorische Effekte vermuten. In eigenen Analysen basierend auf den Daten der bundesweiten NEPS-Studie (National Educational Panel Study) kommt Nennstiel⁽⁷⁰⁾ zu dem Schluss, dass es zwar kompensatorische Effekte in den Bereichen Mathematik und Sprache gibt. Die Kinder, die initial niedrigere Leistungen in diesen Bereichen hatten, konnten aber nicht vollständig zu den Kindern aufschließen, die initial bessere Leistungen zeigten. Dieser Effekt zeigte sich für beide Leistungsbereiche und sowohl für Grundschulen als auch weiterführende Schulen. Zusammenfassend muss also angenommen werden, dass die Bildungsunterschiede in Deutschland über die Zeit nicht vollständig ausgeglichen werden.

Infolgedessen kommt den Gründen für die bleibenden Bildungsunterschiede besondere Aufmerksamkeit zu, welche im Folgenden ausgeführt werden. Zunächst könnte es theoretisch sein, dass Kinder mit SHCN trotz bester Versorgungs-, Förder- und Unterstützungsmaßnahmen aufgrund ihrer zugrundeliegenden Einschränkungen (z.B. Intelligenzminderung oder geistige Behinderung) effektiv nicht das Bildungsniveau von Kindern ohne SHCN erreichen können. Dagegen spricht zunächst, dass sowohl in der Arbeit von Hoffmann et al.⁽⁴¹⁾ als auch in den vorliegenden Analysen Kinder mit geistiger Behinderung bzw. einem hohen Risiko aufgrund einer Zerebralparese oder einer Empfehlung für eine Förderschule ausgeschlossen wurden. Von den Kindern, die in die Analysen eingeschlossen wurden, war folglich ein Bildungsverlauf zu erwarten, der nicht in besonderem Maße durch kognitive Einschränkungen ihrer zugrundeliegenden chronischen Erkrankung beeinflusst wird. Daneben gibt es vielversprechende Ansätze für Interventionsmaßnahmen, die gesundheitsbezogene Bildungsunterschiede verhindern und/oder verringern könnten.⁽⁷¹⁻⁷³⁾ Beides spricht dafür, dass der gezeigte Unterschied zwischen Kindern mit und ohne SHCN möglicherweise doch ausgleichbar ist.

Ein zweiter Grund könnten systemische Barrieren in der Einleitung von entsprechenden Versorgungs-, Förder- und Unterstützungsmaßnahmen sein. Die derzeitige Empfehlungspraxis durch das schulärztliche Personal im Rahmen der SEU basiert vor allem auf subjektiven Einschätzungen, die wiederum auf nicht einheitlich standardisierten Beobachtungen basieren.⁴ Dabei könnten Kinder mit SHCN regelmäßig als unauffällig wahrgenommen werden, trotz eines potentiellen Förderbedarfs. Denkbar wäre nun, neben anderen Instrumenten auch das CSHCN Screeninginstrument im Rahmen der SEU als Entscheidungskriterium für die Einleitung von Versorgungs-, Förder- und Unterstützungsmaßnahmen einzuführen. Dies könnte die bislang vor allem subjektive Beurteilung des schulärztlichen Personals im Rahmen der SEU um ein wissenschaftlich fundiertes Entscheidungskriterium ergänzen. An dieser Stelle wären wissenschaftliche Untersuchungen z.B. zur Machbarkeit und Akzeptanz des CSHCN als Entscheidungskriterium in der täglichen Praxis des schulärztlichen Personals nötig.

Die oben diskutierten Mediationsanalysen würden in dem Zusammenhang auch erlauben, spezifische Subgruppen an Kindern mit einem hohen Bedarf zu identifizieren, die besonders von Interventionsmaßnahmen profitieren könnten. Die vorliegenden Ergebnisse deuten darauf hin, dass die gesamte Gruppe der Kinder mit SHCN einen Bedarf für Interventionsmaßnahmen bezüglich mathematischer und schriftsprachlicher Fähigkeiten hat und von Interventionen bezüglich schulischer Fehltag und Konzentrationsfähigkeit profitieren könnte. Bei einer Prävalenz von 14 bis 17% aller Kinder im Grundschulalter^(24, 37, 41) könnten die knappen finanziellen Ressourcen und der Personalmangel im Bildungs- und Gesundheitssektor dem Bedarf jedoch nicht gewachsen sein. Eine weitere Eingrenzung der Kinder mit dem höchsten Bedarf und gleichzeitig hoher Ansprechquote auf Interventionsmaßnahmen erscheint deshalb unumgänglich. Auf Basis der Erkenntnisse dieser Arbeit sowie von Hoffmann et al.⁽⁴¹⁾ wäre es denkbar, die Einleitung von Interventionsmaßnahmen abhängig von der Erfüllung von mindestens zwei der fünf CSHCN Konsequenzen zu machen. Damit würde der Anteil der Kinder, die einen Bedarf für Interventionsmaßnahmen haben, auf 7% fallen.

⁴ Vgl. hier auch das Projekt KOMET-SEU der Abteilung für Pädiatrische Epidemiologie am Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik der Universitätsmedizin Mainz. Dieses basiert auf der Beobachtung, dass die Validität des Sozialpädiatrischen Entwicklungsscreenings für Schuleingangsuntersuchungen in Teilen eingeschränkt ist. Die Annahme ist, dass hierfür methodenbedingte Heterogenität aufgrund von Unterschieden in der Testanwendung, -durchführung und/oder -dokumentation verantwortlich ist.

Ein dritter Grund könnten Barrieren in der Inanspruchnahme von entsprechenden Versorgungs-, Förder- und Unterstützungsmaßnahmen sein. Soziale Unterschiede in der Inanspruchnahme von medizinischen Leistungen sind weithin beschrieben worden.^(74, 75) Bezüglich schulischer Interventionsmaßnahmen gibt es dagegen nur wenig Evidenz aus Deutschland. Eine Untersuchung zu lerntherapeutischen Hilfen in Berlin ergab beispielsweise, dass es soziale Unterschiede in der Inanspruchnahme gibt.⁽⁷⁶⁾ Obwohl davon auszugehen ist, dass Kinder mit SHCN nicht unbedingt Lerntherapien aufgrund von Lese-Rechtschreib- oder Rechenschwäche benötigen, lässt diese Studie doch ein systematisches Problem in der Inanspruchnahme von bildungsbezogenen Maßnahmen in Deutschland vermuten.

Ein vierter Grund könnte schließlich eine mangelnde Wirksamkeit bestehender Versorgungs-, Förder- und Unterstützungsmaßnahmen sein. Diese könnte wiederum dadurch bedingt sein, dass die Ansatzpunkte existierender Maßnahmen unpassend oder die Maßnahmen in sich nicht ausreichend wirksam sind. Die Ergebnisse dieser Arbeit erweitern die Diskussion um nötige Interventionsmaßnahmen nun um folgende Erkenntnisse: Sie spezifiziert neben möglichen schulischen Bedarfen von Kindern mit SHCN (Mathematik, Schriftsprache) auch mögliche Ansatzpunkte für Interventionsmaßnahmen (krankheitsbedingte Fehltag, Konzentrationsfähigkeit).

Weiterentwicklung bestehender Versorgungs-, Förder- und Unterstützungsmaßnahmen

Beispiele für Interventionsmaßnahmen, die über das derzeitige Regelangebot in Deutschland hinausgehen, gibt es international und seit kurzem auch national. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der ausführenden Personen/Institutionen (z.B. Eltern, Krankenhaus, Schule, Organisationen in der Gemeinde), der Zielgruppen (z.B. Kind, Familie, Schule, Krankenhaus, Gemeinde) und des Settings (z.B. zu Hause, Krankenhaus, Schule, Gemeinde).⁽⁷⁷⁾ Dabei liegt der Fokus vieler Ansätze auf einzelnen chronischen Erkrankungen wie z.B. Asthma. Systematische Übersichtsarbeiten konzentrierten sich in diesem Bereich beispielsweise auf die Effekte von schulbasierten Interventionen zum Eigenmanagement der erkrankten Schüler:innen,⁽⁷⁸⁾ zum Training von Schulpersonal⁽⁷⁹⁾ oder zu telemedizinischen Ansätzen.⁽⁸⁰⁾ Untersuchte Zielgrößen umfassten neben der Inanspruchnahme von Gesundheitsleistungen oder der gesundheitsbezogenen Lebensqualität auch schulische Zielgrößen wie z.B. Fehlzeiten. Bezüglich schulischer Fehlzeiten kann jedoch kein klarer Trend für oder gegen die untersuchten Interventionen abge-

leitet werden. Die Autor:innen aller drei Arbeiten beschreiben, dass eine hohe Heterogenität zwischen den Studien und/oder Probleme im Studiendesign (z.B. keine Kontrollgruppe, unklare Randomisierung/verdeckte Zuteilung, kleine Fallzahlen) die Vergleichbarkeit und Aussagekraft einschränken.⁽⁷⁸⁻⁸⁰⁾

Übersichtsarbeiten zu den Effekten von Interventionsmaßnahmen unabhängig von einer spezifischen chronischen Erkrankung – also in einem generischen Sinn – gibt es dagegen nur wenige. Barnett et al.⁽⁷⁷⁾ untersuchten beispielsweise in ihrem 2023 veröffentlichten Cochrane Review den Einfluss von bildungsbezogenen Interventionen (engl. education support services) auf sowohl Bildungserfolg als auch schulisches Engagement, darunter schulische Fehlzeiten, von Kindern und Jugendlichen mit chronischen Erkrankungen. Die zugrundeliegenden randomisierten kontrollierten Studien (RCT, engl. randomised controlled trial) umfassten drei Studien zu Krebserkrankungen und eine Studie zu ADHS. Auch Barnett et al. fassen die Studienlage als unklar zusammen, begründet mit einer „infancy of quality research“.⁽⁷⁷⁾ Zudem stellen die Autor:innen fest, dass zwingend auch qualitativ hochwertige Studien auf Basis des nicht-kategorischen Ansatzes vonnöten sind.

Einen erfolgsversprechenden Ansatz könnten an dieser Stelle Schulgesundheitsfachkräfte (SGF, engl. school health nurses) darstellen. SGF übernehmen in einer Schule je nach Ausrichtung unterschiedlichste Aufgaben: In 55% der in eine Übersichtsarbeit eingeschlossenen Studien übernahmen sie koordinativ-pflegerische Aufgaben wie die Versorgung chronisch kranker Kinder, medizinisches Fallmanagement oder die Kommunikation zwischen schulischem Personal und Eltern. Die Tätigkeiten sind allerdings von Projekt zu Projekt sehr unterschiedlich und wenig standardisiert.⁽⁸¹⁾ Pawils et al.⁽⁸²⁾ trugen 2023 die vorhandene Evidenz zu SGF in Form eines Umbrella Reviews zusammen, in das sie 16 Übersichtsarbeiten einschlossen. Auf Basis vorher definierter inhaltlicher und methodischer Kriterien bezogen sie 74 von 289 distinkten Primärstudien dieser Übersichtsarbeiten in ihre Zusammenfassung ein. Von diesen hatten nur 16 Primärstudien ein niedriges Verzerrungsrisiko (engl. risk of bias). In einem RCT mit niedrigem Verzerrungsrisiko wurden beispielsweise positive Effekte einer SGF auf schulische Fehlzeiten unter Kindern, die initial >14 Fehltage pro Jahr aufwiesen, beschrieben.⁽⁸³⁾ Eine weitere RCT mit unklarem Verzerrungsrisiko zeigte ebenso positive Effekte eines schulbasierten Asthma-Fallmanagements auf schulische Fehlzeiten.⁽⁸⁴⁾ Daneben gibt es breit gefächerte positive Effekte auf Basis qualitativ hochwertiger Studien insbesondere für Kinder und Jugendliche mit Asthma oder Diabetes. Diese Effekte sprechen laut der Autor:innen auch in Deutschland für eine flächendeckende Implementierung von SGFs.⁽⁸²⁾

Die Implementierung und wissenschaftliche Evaluation von SGFs an Schulen in Deutschland steckt allerdings noch in den Kinderschuhen. Ein erstes Modellprojekt mit insgesamt zehn SGF an allgemeinbildenden Grund- und weiterführenden Schulen gab es seit 2016 in Hessen und Brandenburg.^(85, 86) Im Rahmen von ikidS II gibt es seit 2018 auch in der Stadt Mainz zwei Grundschulen, an denen jeweils eine SGF tätig ist.⁽⁷³⁾ Weitere Bundesländer folgten.⁽⁸⁷⁾ Dabei haben die Projekte auch innerhalb Deutschlands einen leicht unterschiedlichen Schwerpunkt. In RLP liegt der Fokus der SGFs beispielsweise auf der medizinischen Versorgung von sowohl akuten physischen wie psychischen Beschwerden und Unfällen als auch chronischen Erkrankungen. Letzteres umfasst insbesondere ein Fallmanagement, welches die Ausarbeitung eines Arzneimittel- und Notfallplans, die Unterstützung bei der Medikamenteneinnahme, die Beratung der Lehrkräfte im Umgang mit der chronischen Erkrankung sowie die interdisziplinäre Vernetzung beispielsweise mit Kinderärzt:innen oder der Schulsozialarbeit einschließt.⁽⁷³⁾

Die Evaluationen der Modellprojekte in Hessen, Brandenburg und Mainz hinsichtlich gesundheitlicher und bildungsbezogener Effekte basieren bislang auf qualitativen und quantitativ-deskriptiven Forschungsmethoden unter Alltagsbedingungen und ohne Kontrollgruppen.⁽⁷¹⁻⁷³⁾ Alle drei Evaluationen kommen zu dem Schluss, dass der Einsatz von SGF an Schulen in Deutschland machbar und ungedeckte Bedarfe adressieren kann. Die Ergebnisse lassen u.a. drei distinkte Effekte vermuten, die die medizinische Versorgung insbesondere chronisch kranker Kinder und Jugendlicher durch die SGF direkt in der Schule haben könnte: Erstens beschreiben die Befragten, dass die Schüler:innen häufiger in der Schule verbleiben können statt von den Eltern abgeholt werden zu müssen. Sie erfahren dadurch einen direkten Teilhabe-Effekt. Zweitens nehmen Schulleitungen und Lehrkräfte eine unmittelbare Entlastung wahr, wodurch sie den regulären Unterricht weitestgehend aufrechterhalten und ihre pädagogischen Aufgaben erfüllen können. Und drittens wird ein gestiegenes Sicherheitsgefühl und Wohlbefinden auf Seiten der chronisch kranken Kinder und Jugendlichen beschrieben, welches sich auf die Lernfähigkeit dieser Schüler:innen auswirken könnte.⁽⁷¹⁻⁷³⁾ Durch diese drei Wirkmechanismen ist sowohl ein Effekt auf schulische Fähigkeiten wie Mathematik und Schriftsprache als auch auf schulische Fehltage und die Konzentrationsfähigkeit denkbar.

Eine gutachterliche Stellungnahme auf Basis von Daten aus Hessen und Brandenburg kommt außerdem zu dem Schluss, dass SGF ein positives Kosten-Nutzen Verhältnis haben. Fiktive Fallbeispiele lassen v.a. langfristig gestiegene Steuer- und Sozialleistungen sowie gesunkene staatliche Transferleistungen für Kinder und Jugendliche, die das Angebot einer SGF wahrnehmen konnten, erwarten. Daneben könnten die tatsächlichen

Kosten für Rettungswageneinsätze und Heilbehandlungen auf Seiten der Krankenkassen durch den Einsatz einer SGF sinken.⁽⁸⁷⁾

Seit 2022 läuft im Rahmen des ikidS II Nachfolge-Projekts SGF-MINZE (Mechanismen, Implementierungsqualität, Nutzung, Zufriedenheit und Effekte) in 24 Grundschulen in RLP eine weitere, großflächig angelegte Studie. Diese erforscht die Effekte von SGFs anhand qualitativer und quantitativer Datenerhebungen im Prä-Post Design. Auch hier liegt der Fokus im Vergleich zu den Projekten in Hessen und Brandenburg deutlich stärker auf der Versorgung von chronisch kranken Kindern und Ergebnisse sind in naher Zukunft zu erwarten. Es besteht jedoch weiterhin Forschungsbedarf in diesem Bereich anhand belastbarer Methoden wie z.B. Cluster-randomisierter kontrollierter Studien.

5.2 Stärken und Schwächen

Wissenschaftliche Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen eingeschränkter Gesundheit im Kindesalter und frühem Bildungserfolg in Europa fehlten bislang. Ein Großteil der Forschung stammt aus dem außereuropäischen angelsächsischen Raum, dabei ist unklar, ob die Ergebnisse auf den europäischen bzw. deutschen Kontext übertragbar sind. Die ikidS-Kohorte erlaubte erstmalig die systematische Untersuchung dieses Zusammenhangs für Deutschland. Aufgrund des populationsbezogenen Studiendesigns und der annähernd repräsentativen Analysestichproben könnten die Ergebnisse auf Regionen mit ähnlicher Bevölkerungsstruktur verallgemeinerbar sein.

Daneben lag beim Design der ikidS-Fragebögen ein besonderes Augenmerk auf der umfassenden und validen Erfassung von gesundheitsbezogenen Einflussgrößen, potentiell konfundierenden Faktoren und Mediatoren sowie bildungsbezogenen Zielgrößen. Dabei konnte auf Expertise aus wissenschaftlichen Untersuchungen zu Bildung⁽³⁹⁾ oder Gesundheit im Kindes- und Jugendalter⁽³⁸⁾ in Deutschland zurückgegriffen werden. Ein analytisches Rahmenmodell⁽³⁵⁾ unterstützte bei der Fragebogenentwicklung und systematischen Auswahl potentiell konfundierender Faktoren für die statistischen Analysen. Dadurch konnte für die Effekte ebendieser Störfaktoren weitestgehend kontrolliert werden, ein verbleibendes Verzerrungspotential kann aber nicht ausgeschlossen werden (engl. residual confounding). Das längsschnittliche Studiendesign minimierte darüber hinaus Verzerrungen aufgrund von umgekehrter Kausalität (engl. reverse causation).

Zur Identifizierung von Kindern mit SHCN wurde auf ein vielfach wissenschaftlich validiertes Screeninginstrument zurückgegriffen.^(12, 16, 17, 19) Das CSHCN Screeninginstrument erlaubt die Erfassung des medizinischen Versorgungsbedarfs aufgrund einer chronischen Erkrankung über den von den Eltern wahrgenommenen Versorgungsbedarf, bereits in Anspruch genommene Versorgungsleistungen oder von den Eltern wahrgenommene funktionale Einschränkungen im Vergleich zu Gleichaltrigen. Die dadurch resultierende Inklusion von Kindern und Jugendlichen mit verschiedensten chronischen Erkrankungen unabhängig von einer spezifischen Liste an Diagnosen hat zwei bedeutende Vorteile: Sie erhöht die Wahrscheinlichkeit, Kinder und Jugendliche zu identifizieren, i) die bereits einen erhöhten medizinischen Versorgungsaufwand, aber noch keine Diagnose haben und ii) deren Eltern ihre Diagnose nicht namentlich nennen können oder möchten. Dabei ist die eingeschlossene Zielgruppe homogener als bei ähnlichen generischen Screeninginstrumenten wie z.B. dem QuI CCC(-R), da Kinder, die ein erhöhtes Risiko für eine chronische Erkrankung haben, nicht erfasst werden.⁽¹²⁾

Die Erfassung von Kindern mit chronischen Erkrankungen mithilfe eines generischen Screeninginstruments hat jedoch auch bedeutende Nachteile. In der Abgrenzung zwischen chronisch krank und nicht chronisch krank bleibt eine Grauzone, in der die Zuordnung uneindeutig ist. Stein et al. beschreiben dieses Problem folgendermaßen: „The gray zone reflects the problem that the construct, chronic condition, is a social notion and that health and illness occur on a spectrum. There is no absolute cutoff or threshold.“⁽¹⁵⁾ Beim CSHCN Screeninginstrument kommt dazu, dass die Erfassung des SHCN auch von der subjektiven Einschätzung der Eltern zum medizinischen Versorgungsbedarf bzw. funktionaler Einschränkungen im Vergleich zu Gleichaltrigen abhängig ist. Eine in sieben europäischen Ländern durchgeführte Validierungsstudie⁽¹⁹⁾ kam in diesem Zusammenhang zu dem Schluss, dass von Kindern und Jugendlichen mit Diabetes mellitus nur 70% durch das CSHCN Screeninginstrument identifiziert wurden. Bei diesen Kindern ist von einer Insulinsubstitution auszugehen und dadurch von einem Bedarf an verschreibungspflichtigen Arzneimitteln. Auch andere Autor:innen berichten davon, dass die Güte des CSHCN Screeninginstruments von der Art, Schwere und dem Krankheitsverlauf abhängig ist.^(16, 17) Eine Untererfassung von Kindern mit tatsächlichem medizinischen Versorgungsbedarf (laut CSHCN-Operationalisierung) und hohem Risiko für eine Benachteiligung hinsichtlich der untersuchten Zielgrößen könnte zu einer Unterschätzung des wahren Effekts geführt haben.

Im Rahmen dieser Arbeit kann außerdem nicht abschließend bestätigt werden, dass mehr krankheitsbedingte schulische Fehltage und/oder eine eingeschränkte schulische

Konzentrationsfähigkeit einen Teil des Effekts zwischen SHCN und frühem Bildungserfolg erklären. Die Annahme, dass schulische Fehltage und Konzentrationsfähigkeit mit schulischen Fähigkeiten einhergehen, basiert bisher auf externer wissenschaftlicher Evidenz. Hier bedarf es weiterer Untersuchungen zur Rolle von schulischen Fehltagen und Konzentrationsfähigkeit als Mediator im Zusammenhang zwischen chronischer Krankheit im Kindesalter und Bildungserfolg.

Ein weiterer Diskussionspunkt liegt darin, dass die Zielgrößen bereits früh in der Schullaufbahn, nämlich am Ende der ersten Klasse, erfasst wurden. Es bleibt zum derzeitigen Zeitpunkt unklar, inwiefern sich diese gesundheitsbezogenen Unterschiede insbesondere in Deutschland tatsächlich auf langfristige bildungsbezogene Zielgrößen wie Schulabschluss, Aufnahme eines Studiums oder Berufswahl auswirken. Weitere wissenschaftliche Untersuchungen im Rahmen der ikidS-Studie werden diese Fragestellungen in den Fokus nehmen.

Zuletzt sei noch auf die Tatsache hingewiesen, dass die genutzten Daten der ikidS-Studie vor dem Ausbruch der Pandemie durch SARS-CoV-2 erhoben wurden. Es ist unklar, inwiefern die Ergebnisse und Schlussfolgerungen dieser Arbeit auf die derzeitige Post-Pandemie Situation oder zukünftige Pandemien übertragbar sind. Forschungsarbeiten berichten von einem Pandemie-bedingten Anstieg der Inzidenz vor allem psychischer Erkrankungen.⁽⁸⁸⁾ Bei einer weiteren Verschiebung des Spektrums chronischer Krankheiten hin zu mehr psychischen Krankheiten ist von einer Verstärkung der beschriebenen Effekte von SHCN auf bildungsbezogene Zielgrößen auszugehen (vgl. auch Gräf et al.⁽⁸⁹⁾).

5.3 Schlussfolgerung

Die vorliegende Arbeit liefert für Deutschland erste Hinweise darauf, dass Kinder mit SHCN schon früh in ihrer Schullaufbahn hinsichtlich mathematischer und schriftsprachlicher Fähigkeiten benachteiligt sein könnten. Dieser Zusammenhang könnte unter anderem durch mehr schulische Fehltage und eine eingeschränktere Konzentrationsfähigkeit erklärbar sein. Derzeitige Versorgungs-, Förder- und Unterstützungsmaßnahmen scheinen diese frühen gesundheitsbezogenen Bildungsunterschiede nicht effektiv verhindern zu können. Auf Basis der wissenschaftlichen Literatur muss außerdem davon ausgegangen werden, dass derzeitige Maßnahmen diese Bildungsunterschiede auch im

weiteren Schulverlauf nicht vollständig kompensieren können. Es ist denkbar, dass systemische Barrieren in den Zugangswegen bzw. der Inanspruchnahme und/oder eine mangelnde Wirksamkeit existierender Maßnahmen hierfür verantwortlich sind. Vielversprechend ist der steigende Einsatz von SGF im Rahmen von Modellprojekten in verschiedenen Bundesländern, wissenschaftlich belastbare Ergebnisse stehen hier noch aus.

Zusammenfassung

Im Zuge des epidemiologischen Übergangs hat sich das Spektrum der Erkrankungen auch im Kindes- und Jugendalter verschoben. Die Hauptursache für den Verlust von gesunden Lebensjahren sind mittlerweile chronische Erkrankungen.⁽²⁾ Eine besondere Untergruppe sind Kinder mit speziellem medizinischen Versorgungsbedarf (SHCN, special health care needs) aufgrund einer chronischen Erkrankung, die in Deutschland 15 bis 17% aller Kinder im Grundschulalter ausmachen.^(24, 41) Die Inklusionsbestrebungen rücken die Bedarfe chronisch kranker Kinder und Jugendlicher im Schul- und Bildungskontext in den Vordergrund.

In vielfältigen wissenschaftlichen Untersuchungen wurde ein positiver Zusammenhang zwischen Gesundheit im Kindes- und Jugendalter und Bildung beschrieben.^(33, 34) Aufgrund fehlender Längsschnittuntersuchungen zu diesem Zusammenhang in Deutschland⁽³⁶⁾ wurde die Kindergesundheits- und Bildungsstudie ikidS (ich komme in die Schule) initiiert.⁽³⁵⁾ Auf Basis der ikidS-Daten berichten Hoffmann et al.,⁽⁴¹⁾ dass Kinder mit SHCN am Ende der ersten Klasse niedrigere schulische Fähigkeiten aufwiesen als Kinder ohne SHCN.

Offen blieb in dieser Untersuchung allerdings, in welchen schulischen Kernkompetenzen Kinder mit SHCN besonders benachteiligt sind und wo potentielle Ansatzpunkte für Interventionsmaßnahmen liegen. Internationale Forschungsergebnisse zu möglichen Effekten hinsichtlich mathematischer, sprachlicher und Lesefähigkeiten^(42, 43) sowie schulischen Fehltagen^(44, 45) und Konzentrationsfähigkeit⁽⁴²⁾ könnten nur eingeschränkt auf Deutschland übertragbar sein.

Die vorliegende kumulative Dissertationsschrift hat zum Ziel, diese Forschungslücke in Deutschland zu schließen. Es wird zunächst die Stärke des Zusammenhangs zwischen SHCN, gemessen über das Children with Special Health Care Needs Screeninginstrument, und fünf schulischen Fähigkeiten geschätzt (Artikel 1). Darauf aufbauend werden die Zusammenhänge zwischen SHCN und zwei potentiellen Mediatoren des Zusammenhangs zwischen SHCN und frühem Bildungserfolg untersucht.⁽³⁵⁾ Im Speziellen wurde hier die Stärke des Zusammenhangs zwischen SHCN und i) krankheitsbedingten

schulischen Fehltagen (Artikel 2) und ii) Lernfähigkeiten im Sinne von schulischer Konzentrationsfähigkeit (Artikel 3) geschätzt.

Der erste Artikel beschäftigt sich mit der Stärke der Zusammenhänge zwischen SHCN und fünf schulischen Fähigkeiten: i) mathematische, ii) naturwissenschaftliche, iii) sprachliche, iv) schriftsprachliche und v) soziale Fähigkeiten. Alle Fähigkeiten wurden am Ende der ersten Klasse von der Lehrkraft jedes Kindes auf einer fünfstufigen Skala von -2 (viel schlechter) bis +2 (viel besser im Vergleich zu Kindern gleichen Alters) eingeschätzt. Kinder mit SHCN scheinen im Vergleich zu Kindern ohne SHCN insbesondere in mathematischen (adjustierte Mittelwertdifferenz: -0,40; 95% KI [-0,57; -0,23]) und schriftsprachlichen Fähigkeiten (-0,22; 95% KI [-0,39; -0,05]) benachteiligt zu sein.

Wir schätzen in dem zweiten Artikel, dass Kinder mit SHCN im ersten Schuljahr eine um 37% erhöhte Rate (95% KI [1,16; 1,62] nach Adjustierung für potentielle Störvariablen) krankheitsbedingter schulischer Fehltag im Vergleich zu Kindern ohne SHCN haben. Insbesondere Kinder mit i) funktionellen Einschränkungen, ii) Behandlung oder Beratung aufgrund von emotionalen, Entwicklungs- oder Verhaltensproblemen benötigen und iii) Kinder, bei denen mindestens zwei der fünf über das Screeninginstrument abgedeckten Konsequenzen einer chronischen Erkrankung vorlagen, scheinen mehr krankheitsbedingte Fehltag zu haben.

In dem dritten Artikel schätzen wir die Stärke des Zusammenhangs zwischen SHCN und Konzentrationsfähigkeit. Diese wurde am Ende der ersten Klasse von der Lehrkraft jedes Kindes auf einer fünfstufigen Skala von -2 (viel schlechter) bis +2 (viel besser im Vergleich zu Kindern gleichen Alters) eingeschätzt. Kinder mit SHCN scheinen eine eingeschränktere Konzentrationsfähigkeit im Vergleich zu Kindern ohne SHCN zu haben (adjustierte Mittelwertdifferenz: -0,35; 95% KI [-0,52; -0,17]). Auch hier wurden vor allem Kinder mit i) Behandlung oder Beratung aufgrund von emotionalen, Entwicklungs- oder Verhaltensproblemen, ii) funktionellen Einschränkungen und iii) Kinder, bei denen mindestens zwei der fünf über das Screeninginstrument abgedeckten Konsequenzen einer chronischen Erkrankung vorlagen, am niedrigsten bewertet.

Kinder mit SHCN scheinen bereits früh in ihrer Schullaufbahn in den Bereichen Mathematik und Schriftsprache benachteiligt zu sein, welches u.a. durch mehr schulische Fehltag und eine eingeschränktere Konzentrationsfähigkeit bedingt sein könnte. Derzeitige Versorgungs-, Förder- und Unterstützungsmaßnahmen scheinen diese frühen gesund-

heitsbezogenen Bildungsunterschiede nicht effektiv verhindern zu können. Wissenschaftliche Forschungsarbeiten lassen außerdem vermuten, dass derzeitige Maßnahmen diese Bildungsunterschiede auch im weiteren Schulverlauf nicht vollständig ausgleichen können. Mögliche Gründe hierfür sind ein fehlendes Angebot, unpassende Zugangswege, Barrieren in der Inanspruchnahme und/oder mangelnde Wirksamkeit existierender Maßnahmen. Schulgesundheitsfachkräfte könnten ein wirkungsvoller Ansatz sein, um gesundheitsbezogene Bildungsunterschiede zu verhindern und/oder zu verringern.

Literaturverzeichnis

1. Perrin JM, Bloom SR, Gortmaker SL. The Increase of Childhood Chronic Conditions in the United States. *JAMA*. 2007;297(24):2755-9.
2. Reiner RC, Jr., Olsen HE, Ikeda CT, Echko MM, Ballestreros KE, Manguerra H, Martopullo I, Milliar A, Shields C, Smith A, Strub B, Abebe M, Abebe Z, Adhena BM, Adhikari TB, Akibu M, Al-Raddadi RM, Alvis-Guzman N, Antonio CAT, Aremu O, Asgedom SW, Asseffa NA, Avila-Burgos L, Barac A, Bärnighausen TW, Bassat Q, Bensenor IM, Bhutta ZA, Bijani A, Bililign N, Cahuana-Hurtado L, Malta DC, Chang JC, Charlson FJ, Dharmaratne SD, Doku DT, Edessa D, El-Khatib Z, Erskine HE, Ferrari AJ, Fullman N, Gupta R, Hassen HY, Hay SI, Ilesanmi OS, Jacobsen KH, Kahsay A, Kasaeian A, Kassa TD, Kebede S, Khader YS, Khan EA, Khan MN, Khang YH, Khubchandani J, Kinfu Y, Kochhar S, Kokubo Y, Koyanagi A, Defo BK, Lal DK, Kumsa FA, Larson HJ, Leung J, Mamun AA, Mehata S, Melku M, Mendoza W, Mezgebe HB, Miller TR, Moges NA, Mohammed S, Mokdad AH, Monasta L, Neupane S, Nguyen HLT, Ningrum DNA, Nirayo YL, Nong VM, Ogbo FA, Olagunju AT, Olusanya BO, Olusanya JO, Patton GC, Pereira DM, Pourmalek F, Qorbani M, Rafay A, Rai RK, Ram U, Ranabhat CL, Renzaho AMN, Rezai MS, Ronfani L, Roth GA, Safiri S, Sartorius B, Scott JG, Shackelford KA, Sliwa K, Sreeramareddy C, Sufiyan MB, Terkawi AS, Topor-Madry R, Tran BX, Ukwaja KN, Uthman OA, Vollset SE, Weldegewergs KG, Werdecker A, Whiteford HA, Wijeratne T, Yonemoto N, Yotebieng M, Zuhlke LJ, Kyu HH, Naghavi M, Vos T, Murray CJL, Kassebaum NJ. Diseases, Injuries, and Risk Factors in Child and Adolescent Health, 1990 to 2017: Findings From the Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors 2017 Study. *JAMA Pediatr*. 2019;173(6):e190337.
3. Thamm R, Poethko-Müller C, Hüther A, Thamm M. Allergische Erkrankungen bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland – Querschnittergebnisse aus KiGGS Welle 2 und Trends. *J Health Monit*. 2018;3(3):3-18.
4. Göbel K, Baumgarten F, Kuntz B, Hölling H, Schlack R. ADHS bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland – Querschnittergebnisse aus KiGGS Welle 2 und Trends. *J Health Monit*. 2018;3(3):46-53.

5. Schienkiewitz A, Brettschneider A-K, Damerow S, Rosario AS. Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter in Deutschland – Querschnittergebnisse aus KiGGS Welle 2 und Trends. *J Health Monit.* 2018;3(1):16-23.
6. Bernell S, Howard SW. Use Your Words Carefully: What Is a Chronic Disease? *Front Public Health.* 2016;4:159.
7. World Health Organization. Noncommunicable diseases [Internet]. September 2023 [zitiert am 26.06.2024]. URL: <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/noncommunicable-diseases>
8. Centers for Disease Control and Prevention. About Chronic Diseases [Internet]. Mai 2024 [zitiert am 26.06.2024]. URL: <https://www.cdc.gov/chronic-disease/about/index.html>
9. Stein RE, Bauman LJ, Westbrook LE, Coupey SM, Ireys HT. Framework for identifying children who have chronic conditions: the case for a new definition. *J Pediatr.* 1993;122(3):342-7.
10. Perrin EC, Newacheck P, Pless IB, Drotar D, Gortmaker SL, Leventhal J, Perrin JM, Stein RE, Walker DK, Weitzman M. Issues involved in the definition and classification of chronic health conditions. *Pediatrics.* 1993;91(4):787-93.
11. McPherson M, Arango P, Fox H, Lauver C, McManus M, Newacheck PW, Perrin JM, Shonkoff JP, Strickland B. A new definition of children with special health care needs. *Pediatrics.* 1998;102(1 Pt 1):137-40.
12. Bethell CD, Blumberg SJ, Stein RE, Strickland B, Robertson J, Newacheck PW. Taking stock of the CSHCN screener: a review of common questions and current reflections. *Acad Pediatr.* 2015;15(2):165-76.
13. Stein RE, Westbrook LE, Bauman LJ. The Questionnaire for Identifying Children with Chronic Conditions: a measure based on a noncategorical approach. *Pediatrics.* 1997;99(4):513-21.
14. Stein RE, Silver EJ, Bauman LJ. Shortening the questionnaire for identifying children with chronic conditions: what is the consequence? *Pediatrics.* 2001;107(4):e61.
15. Stein RE, Bauman LJ, Epstein SG, Gardner JD, Walker DK. How well does the questionnaire for identifying children with chronic conditions identify individual children who have chronic conditions? *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2000;154(5):447-52.
16. Bethell CD, Read D, Neff J, Blumberg SJ, Stein RE, Sharp V, Newacheck PW. Comparison of the children with special health care needs screener to the questionnaire for identifying children with chronic conditions--revised. *Ambul Pediatr.* 2002;2(1):49-57.

17. Bethell CD, Read D, Stein RE, Blumberg SJ, Wells N, Newacheck PW. Identifying children with special health care needs: development and evaluation of a short screening instrument. *Ambul Pediatr.* 2002;2(1):38-48.
18. Geweniger A, Haddad A, Barth M, Högl H, Mund A, Insan S, Langer T. Mental health of children with and without special healthcare needs and of their caregivers during COVID-19: a cross-sectional study. *BMJ Paediatr Open.* 2022;6(1).
19. Schmidt S, Thyen U, Petersen C, Bullinger M. The performance of the screener to identify children with special health care needs in a European sample of children with chronic conditions. *Eur J Pediatr.* 2004;163(9):517-23.
20. Mauz E, Schmitz R, Poethko-Müller C. Kinder und Jugendliche mit besonderem Versorgungsbedarf im Follow-up: Ergebnisse der KiGGS-Studie 2003 – 2012. *J Health Monit.* 2017;2(4):45-65.
21. Kaji N, Ando S, Nishida A, Yamasaki S, Kuwabara H, Kanehara A, Satomura Y, Jinde S, Kano Y, Hiraiwa-Hasegawa M, Igarashi T, Kasai K. Children with special health care needs and mothers' anxiety/depression: Findings from the Tokyo Teen Cohort study. *Psychiatry Clin Neurosci.* 2021;75(12):394-400.
22. United States Census Bureau. 2021 National Survey of Children's Health. Methodology Report. 2023.
23. Bethell CD, Read D, Blumberg SJ, Newacheck PW. What is the prevalence of children with special health care needs? Toward an understanding of variations in findings and methods across three national surveys. *Matern Child Health J.* 2008;12(1):1-14.
24. Scheidt-Nave C, Ellert U, Thyen U, Schlaud M. Prävalenz und Charakteristika von Kindern und Jugendlichen mit speziellem Versorgungsbedarf im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS) in Deutschland (Prevalence and characteristics of children and youth with special health care needs (CSHCN) in the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS)). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz.* 2007;50(5-6):750-6.
25. Barlow JH, Ellard DR. The psychosocial well-being of children with chronic disease, their parents and siblings: an overview of the research evidence base. *Child Care Health Dev.* 2006;32(1):19-31.
26. Rommel A, Hintzpeter B, Urbanski D. Inanspruchnahme von Physiotherapie, Logopädie und Ergotherapie bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland – Querschnittergebnisse aus KiGGS Welle 2 und Trends. *J Health Monit.* 2018;3(4):22-37.

27. Ellert U, Brettschneider AK, Ravens-Sieberer U, Ki GGSSG. [Health-related quality of life in children and adolescents in Germany: results of the KiGGS study: first follow-up (KiGGS Wave 1)]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2014;57(7):798-806.
28. Manz K, Krug S, Schienkiewitz A, Finger JD. Determinants of organised sports participation patterns during the transition from childhood to adolescence in Germany: results of a nationwide cohort study. *BMC Public Health*. 2016;16(1):939.
29. Van Cleave J, Gortmaker SL, Perrin JM. Dynamics of obesity and chronic health conditions among children and youth. *JAMA*. 2010;303(7):623-30.
30. Cao G, Liu J, Liu M. Global, Regional, and National Incidence and Mortality of Neonatal Preterm Birth, 1990-2019. *JAMA Pediatr*. 2022;176(8):787-96.
31. Bertuccio P, Alicandro G, Malvezzi M, Carioli G, Boffetta P, Levi F, La Vecchia C, Negri E. Childhood cancer mortality trends in Europe, 1990-2017, with focus on geographic differences. *Cancer Epidemiol*. 2020;67:101768.
32. Hasselhorn M, Baethge M, Füssel H-P, Hetmeier H-W, Maaz K, Rauschenbach T, Rockmann U, Seeber S, Weishaupt H, Wolter A. *Bildung in Deutschland 2014. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zur Bildung von Menschen mit Behinderungen. Autorengruppe Bildungsberichterstattung, Hrsg. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag; 2014.*
33. Suhrcke M, de Paz Nieves C. *The impact of health and health behaviours on educational outcomes in high-income countries: a review of the evidence. Kopenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2011.*
34. Cutler D, Lleras-Muney A. *Education and Health: Evaluating Theories and Evidence. In: House J, Schoeni R, Kaplan G, Pollack H, Hrsg. Making Americans Healthier: Social and Economic Policy as HealthPolicy. New York: Russell Sage Foundation; 2008: 29-60.*
35. Urschitz MS, Gebhard B, Philippi H, De Bock F. *Partizipation und Bildung als Endpunkte in der pädiatrischen Versorgungsforschung (Participation and education as outcomes of paediatric health services research). Kinder- und Jugendmedizin*. 2016;16(3):206-17.
36. Dadaczynski K. *Stand der Forschung zum Zusammenhang von Gesundheit und Bildung (State of research on the relationship between health and education: An empirical overview and implications for school health promotion). Zeitschrift für Gesundheitspsychologie*. 2012;20(3):141-53.

37. Schlecht J, König J, Kuhle S, Urschitz MS. School absenteeism in children with special health care needs. Results from the prospective cohort study ikidS. *PLoS One*. 2023;18(6):e0287408.
38. Kurth BM, Kamtsiuris P, Holling H, Schlaud M, Dolle R, Ellert U, Kahl H, Knopf H, Lange M, Mensink GB, Neuhauser H, Rosario AS, Scheidt-Nave C, Schenk L, Schlack R, Stolzenberg H, Thamm M, Thierfelder W, Wolf U. The challenge of comprehensively mapping children's health in a nation-wide health survey: design of the German KiGGS-Study. *BMC Public Health*. 2008;8:196.
39. Blossfeld HP, Maurice J, Schneider T. The National Educational Panel Study: need, main features, and research potential. *Z Erziehungswiss*. 2011;14(2):5-17.
40. Maurice Jv, Artelt C, Blossfeld H-P, Faust-Siehl G, Roßbach H-G, Weinert S. Bildungsprozesse, Kompetenzentwicklung und Formation von Selektionsentscheidungen im Vor- und Grundschulalter: Überblick über die Erhebungen in den Längsschnitten BiKS-3-8 und BiKS-8-12 in den ersten beiden Projektjahren. Bamberg: BiKS-Forscherguppe; 2007.
41. Hoffmann I, Diefenbach C, Gräf C, König J, Schmidt MF, Schnick-Vollmer K, Blettner M, Urschitz MS, ikidS Study Group. Chronic health conditions and school performance in first graders: a prospective cohort study. *PLoS One*. 2018;13(3):e0194846.
42. Forrest CB, Bevans KB, Riley AW, Crespo R, Louis TA. School outcomes of children with special health care needs. *Pediatrics*. 2011;128(2):303-12.
43. Quach J, Jansen PW, Mensah FK, Wake M. Trajectories and outcomes among children with special health care needs. *Pediatrics*. 2015;135(4):e842-50.
44. Jay MA, Sanders-Ellis D, Blackburn R, Deighton J, Gilbert R. Umbrella systematic review finds limited evidence that school absence explains the association between chronic health conditions and lower academic attainment. *Front Public Health*. 2023;11.
45. Lum A, Wakefield CE, Donnan B, Burns MA, Fardell JE, Marshall GM. Understanding the school experiences of children and adolescents with serious chronic illness: a systematic meta-review. *Child Care Health Dev*. 2017;43(5):645-62.
46. Pinheiro J, Bates D. *Mixed-Effects Models in S and S-PLUS*. New York: Springer; 2000.
47. Pinheiro J, Bates D, DebRoy S, Sarkar D, EISPACk authors, Heisterkamp S, Willigen BV, Ranke J, R Core Team. *nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models* [Internet]. Juni 2024 [zitiert am 26.06.2024]. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=MASS>

48. Venables W, Ripley B. Modern Applied Statistics with S. 4. Auflage. New York: Springer; 2002.
49. Ripley B, Venables B, Bates DM, Hornik K, Gebhardt A, Firth D, R Core Team. MASS: Support Functions and Datasets for Venables and Ripley's MASS [Internet]. Juni 2024 [zitiert am 26.06.2024]. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=MASS>
50. Greenland S, Pearl J, Robins JM. Causal diagrams for epidemiologic research. *Epidemiology*. 1999;10(1):37-48.
51. Sjölander A, Dahlqvist E, Zetterqvist J. A Note on the Noncollapsibility of Rate Differences and Rate Ratios. *Epidemiology*. 2016;27(3):356-9.
52. Barrett M. ggdag: Analyze and Create Elegant Directed Acyclic Graphs [Internet]. März 2024 [zitiert am 26.06.2024]. URL: <https://cran.r-project.org/web/packages/ggdag/index.html>
53. van Buuren S, Groothuis-Oudshoorn K. Mice: multivariate imputation by chained equations in R. *J Stat Softw*. 2011;45(3).
54. van Buuren S. Flexible Imputation of Missing Data. 2. Auflage. New York: Chapman & Hall/CRC; 2018.
55. Rubin DB. Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys. New York: John Wiley and Sons; 1987.
56. R Documentation. pool {mice}. Combine estimates by pooling rules [Internet]. o.D. [zitiert am 26.06.2024]. URL: <https://search.r-project.org/CRAN/refmans/mice/html/pool.html>
57. Crump C, Rivera D, London R, Landau M, Erlendson B, Rodriguez E. Chronic health conditions and school performance among children and youth. *Ann Epidemiol*. 2013;23(4):179-84.
58. Kohen DE. Asthma and school functioning. *Health Rep*. 2010;21(4):35-45.
59. Champaloux SW, Young DR. Childhood chronic health conditions and educational attainment: a social ecological approach. *J Adolesc Health*. 2015;56(1):98-105.
60. Fitzsimons KJ, Deacon SA, Copley LP, Park MH, Medina J, van der Meulen JH. School absence and achievement in children with isolated orofacial clefts. *Arch Dis Child*. 2021;106(2):154-9.
61. Black N, Johnston DW, Peeters A. Childhood Obesity and Cognitive Achievement. *Health Econ*. 2015;24(9):1082-100.
62. Sabia JJ. The effect of body weight on adolescent academic performance. *South Econ J*. 2007;73(4):871-900.
63. Veldwijk J, Fries MC, Bemelmans WJ, Haveman-Nies A, Smit HA, Koppelman GH, Wijga AH. Overweight and school performance among primary school

- children: the PIAMA birth cohort study. *Obesity* (Silver Spring, Md). 2012;20(3):590-6.
64. MacKinnon DP, Lockwood CM, Brown CH, Wang W, Hoffman JM. The intermediate endpoint effect in logistic and probit regression. *Clin Trials*. 2007;4(5):499-513.
65. Rijnhart JJM, Twisk JWR, Eekhout I, Heymans MW. Comparison of logistic-regression based methods for simple mediation analysis with a dichotomous outcome variable. *BMC Med Res Methodol*. 2019;19(1):19.
66. Schlecht J, Hammerle F, König J, Kuhle S, Urschitz MS. Teachers reported that children with special health care needs displayed more attention problems. *Acta Paediatr*. 2024;113(5):1051-8.
67. MacKinnon D. *Introduction to statistical mediation analysis*. New York: Routledge; 2008.
68. Wohlkinger F, Ditton H. Inequality in Educational Transitions During Secondary School: Results from the German National Educational Panel Study. In: Weinert S, Blossfeld GJ, Blossfeld H-P, Hrsg. *Education, Competence Development and Career Trajectories: Analysing Data of the National Educational Panel Study (NEPS)*. Cham: Springer International Publishing; 2023: 179-204.
69. Goldfeld S, O'Connor M, Quach J, Tarasuik J, Kvalsvig A. Learning trajectories of children with special health care needs across the severity spectrum. *Acad Pediatr*. 2015;15(2):177-84.
70. Nennstiel R. No Matthew effects and stable SES gaps in math and language achievement growth throughout schooling: Evidence from Germany. *Eur Sociol Rev*. 2022;39(5):724-40.
71. Heinrichs K, Romberg A, Ewers M. *Schulgesundheitspflege in Brandenburg – SPLASH II. Ergebnisse einer Evaluationsstudie zu ausgewählten Gesundheitsindikatoren*. Working Paper No. 21-01 der Unit Gesundheitswissenschaften und ihre Didaktik. Berlin: Charité - Universitätsmedizin Berlin; 2021.
72. Paulus P, Petzel T. *Evaluation der vierten Phase des Modellprojekts Schulgesundheitsfachkräfte in Brandenburg (2019 – 2020, Bereich Bildung). Abschlussbericht*. Lüneburg / Lübeck: Leuphana Universität Lüneburg & Evaluation und Wissenschaftliche Methodenberatung; 2021.
73. Fischer J, Diefenbach C, Eichinger M, Schmidt MF, Urschitz MS. *Machbarkeitsstudie zur Schulgesundheitsfachkraft. Abschlussbericht*. Mainz: Universitätsmedizin Mainz; o.D.

74. Wölfle S, Jost D, Oades R, Schlack R, Hölling H, Hebebrand J. Somatic and mental health service use of children and adolescents in Germany (KiGGS-study). *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2014;23(9):753-64.
75. Klein J, von dem Knesebeck O. Inequalities in health care utilization among migrants and non-migrants in Germany: a systematic review. *Int J Equity Health*. 2018;17(1):160.
76. Huck L, Schmidt G-D. Duden-Lerntherapie-Studie. Integrative Lerntherapie – Wer benötigt und wer bekommt lerntherapeutische Hilfe beim Lesen-, Schreiben- und Rechnenlernen. Eine Analyse von Dokumenten aus 25 Jahren zur Inanspruchnahme und zum Bedarf an integrativer Lerntherapie. Berlin: Duden Institute für Lerntherapie; 2017.
77. Barnett T, Tollit M, Ratnapalan S, Sawyer SM, Kelaher M. Education support services for improving school engagement and academic performance of children and adolescents with a chronic health condition. *Cochrane Database Syst Rev*. 2023;2(2):CD011538.
78. Harris K, Kneale D, Lasserson TJ, McDonald VM, Grigg J, Thomas J. School-based self-management interventions for asthma in children and adolescents: a mixed methods systematic review. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;1(1):CD011651.
79. Kew KM, Carr R, Donovan T, Gordon M. Asthma education for school staff. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;4(4):CD012255.
80. Kim CH, Lieng MK, Rylee TL, Gee KA, Marcin JP, Melnikow JA. School-Based Telemedicine Interventions for Asthma: A Systematic Review. *Acad Pediatr*. 2020;20(7):893-901.
81. Best NC, Oppewal S, Travers D. Exploring School Nurse Interventions and Health and Education Outcomes: An Integrative Review. *J Sch Nurs*. 2018;34(1):14-27.
82. Pawils S, Heumann S, Schneider SA, Metzner F, Mays D. The current state of international research on the effectiveness of school nurses in promoting the health of children and adolescents: An overview of reviews. *PLoS One*. 2023;18(2):e0275724.
83. Long GV, Whitman C, Johansson MS, Williams CA, Tuthill RW. Evaluation of a school health program directed to children with history of high absence. *Am J Public Health*. 1975;65(4):388-93.
84. Levy M, Heffner B, Stewart T, Beeman G. The efficacy of asthma case management in an urban school district in reducing school absences and hospitalizations for asthma. *J Sch Health*. 2006;76(6):320-4.

85. Tannen A, Adam Y, Ebert J, Ewers M. Schulgesundheitspflege an allgemeinbildenden Schulen: Teil 1 – Analyse der Ausgangslage. Working Paper No. 18-02 der Unit Gesundheitswissenschaften und ihre Didaktik. Berlin: Charité - Universitätsmedizin Berlin; 2018.
86. Tannen A, Adam Y, Ebert J, Ewers M. Schulgesundheitspflege an allgemeinbildenden Schulen: Teil 2 – Implementationsbegleitung und Wirkungsanalyse. Working Paper No. 18-03 der Unit Gesundheitswissenschaften und ihre Didaktik. Berlin: Charité - Universitätsmedizin Berlin; 2018.
87. Maulbecker-Armstrong C, Schulenberg D, Binder D. Gutachterliche Stellungnahme im Rahmen von Projektphase IV des länderübergreifenden Modellprojektes „Schulgesundheitsfachkräfte“ in Brandenburg und Hessen. Gießen: TransMIT Gesellschaft für Technologietransfer mbH; 2020.
88. Hansen J, Galimov A, Unger JB, Sussman SY, Hanewinkel R. Mental Health and Physical Complaints of German Children and Adolescents before and during the COVID-19 Pandemic: A Repeated Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(5).
89. Gräf C, Hoffmann I, Diefenbach C, König J, Schmidt MF, Schnick-Vollmer K, Huss M, Urschitz MS. Mental health problems and school performance in first graders: results of the prospective cohort study ikidS. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2019;28(10):1341-52.
90. Robitzsch A, Grund S. miceadds: Some Additional Multiple Imputation Functions, Especially for 'mice' [Internet]. Januar 2024 [zitiert am 26.06.2024]. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=miceadds>
91. Goodman R. The Strengths and Difficulties Questionnaire: a research note. *J Child Psychol Psychiatry*. 1997;38(5):581-6.
92. Kontopantelis E, White IR, Sperrin M, Buchan I. Outcome-sensitive multiple imputation: a simulation study. *BMC Med Res Methodol*. 2017;17(1):2.

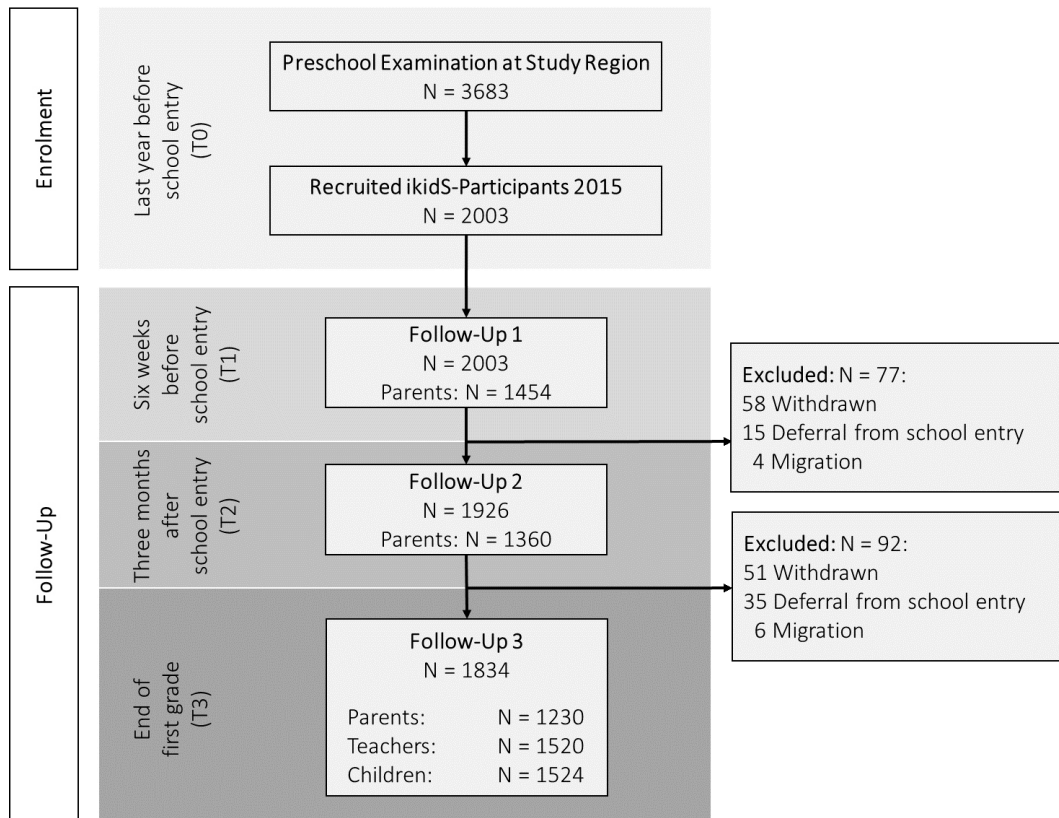
Anhang

Anhang 1: Zeitpunkte der Fragebogenerhebungen und jeweilige Ausfüllende im Rahmen der ikidS-Studie.....	80
Anhang 2: Entwicklung der Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer sowie Rücklauf der Studienfragebögen der ikidS-Kohorte zwischen T0 und T3 (modifiziert nach Hoffmann et al.⁽⁴¹⁾)	81
Anhang 3: Details der Imputationsmodelle	82
Anhang 4: Zusatzmaterial zum Artikel 1: SHCN und einzelne schulische Fähigkeiten	85
Anhang 5: Zusatzmaterial zum Artikel 2: SHCN und krankheitsbedingte schulische Fehltage.....	86
Anhang 6: Zusatzmaterial zum Artikel 3: SHCN und schulische Konzentrationsfähigkeit	91

Anhang 1: Zeitpunkte der Fragebogenerhebungen und jeweilige Ausfüllende im Rahmen der ikidS-Studie

Einschluss	ikidS I	Letztes Jahr im Kindergarten (Herbst 2014 – Sommer 2015)	Schuleingangsuntersuchung Schulärztliches Personal Sorgeberechtigte	
		Sechs Wochen vor Einschulung (Sommer 2015)	Follow-Up 1 Sorgeberechtigte	
Drei Monate nach Einschulung (Herbst 2015)		Follow-Up 2 Sorgeberechtigte		
Ende der ersten Klasse (Sommer 2016)		Follow-Up 3 Sorgeberechtigte Lehrkräfte i) zum Kind ii) zur Klasse Schulleitungen Kinder		
Follow-Up		ikidS II	Ende der dritten Klasse (Sommer 2018)	Follow-Up 4 Sorgeberechtigte
			Ende der vierten Klasse (Sommer 2019)	Follow-Up 5 Sorgeberechtigte Lehrkräfte zum Kind Kinder
	Ende der sechsten Klasse (Sommer 2021)		Follow-Up 6 Sorgeberechtigte	

Anhang 2: Entwicklung der Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmer sowie Rücklauf der Studienfragebögen der ikidS-Kohorte zwischen T0 und T3 (modifiziert nach Hoffmann et al.⁽⁴¹⁾)



Anhang 3: Details der Imputationsmodelle

Im Folgenden werden Details zu den verwendeten Imputationsmodellen, d.h. der Typen der Modelle (`method`-Argument) und den Prädiktorvariablen (`predictorMatrix`-Argument der Funktion `mice::mice`) dargelegt.

method-Argument der Funktion `mice::mice`

Die spezifischen Charakteristika der Imputationsmodelle⁵ wurden manuell festgelegt. Ein besonderer Fokus galt dabei der Aufrechterhaltung von deterministischen Zusammenhängen mithilfe der passiven Imputation.⁽⁵⁴⁾ Folgende Variablen wurden auf diese Weise imputiert: der binäre SHCN-Status zu T1 oder T3, Anzahl der zutreffenden CSHCN Konsequenzen und der Winkler Index. Bei einfacher Anwendung des `mice`-Algorithmus wären diese Zusammenhänge nur probabilistisch geschätzt worden, auch bekannt als Just Another Variable-Methode.⁽⁵⁴⁾ Im Zuge der passiven Imputation wurden automatisch zunächst solche Variablen imputiert, die die passiv zu imputierenden Variablen deterministisch vorhersagen (Prädiktorvariablen): Beim SHCN-Status zu T1 oder T3 waren das der SHCN-Status zu T1 und zu T3; bei der Anzahl der zutreffenden CSHCN Konsequenzen die fünf CSHCN Konsequenzen 1-5, jeweils zu T1 oder T3; und beim Winkler Index z.B. die drei Dimensionen Schul-/Berufsabschluss der Eltern, berufliche Stellung der Eltern und Netto-Äquivalenzeinkommen⁶. Im Anschluss wurden die passiv zu imputierenden Variablen durch oder-Verknüpfungen (SHCN-Status zu T1 oder T3) oder Addition (Anzahl der zutreffenden CSHCN Konsequenzen, Winkler Index) aus den bereits imputierten Prädiktorvariablen berechnet.

Für alle weiteren Variablen, die nicht passiv imputiert werden konnten, wurde auf Imputationsmodelle für probabilistische Zusammenhänge der R-Pakete `mice`⁽⁵³⁾ und

⁵ Streng genommen sind Imputationsmodelle prädiktive Regressionsmodelle. Zur Differenzierung wird der Begriff Imputationsmodell genutzt, wenn anhand eines Regressionsmodells fehlende Werte multipel imputiert wurden. Der Begriff Prädiktorvariable steht dann für die unabhängigen Variablen dieser Imputationsmodelle. Die Begriffe Regressionsmodell, abhängige und unabhängige Variablen beziehen sich dagegen auf die Modelle, die in den multipel imputierten Daten berechnet wurden und deren Ergebnisse in den Artikeln beschrieben werden.

⁶ Jeweils als Score von 1 (niedrig) bis 7 (hoch) operationalisiert. Zur Vereinfachung wird hier nur der letzte Schritt bei der passiven Imputation des Winkler Index dargestellt. Der Schul-/Berufsabschluss der Eltern, die berufliche Stellung der Eltern und das Netto-Äquivalenzeinkommen wurden ebenfalls passiv imputiert.

`miceadds`⁽⁹⁰⁾ zurückgegriffen. So wurden binäre Variablen über logistische Imputationsmodelle (`mice::mice.impute.logreg`), Variablen mit mehr als zwei Kategorien über ein multinomiales Logit-Imputationsmodell (`mice::mice.impute.polyreg`) und diskrete oder stetige Variablen über Predictive Mean Matching (`mice::mice.impute.pmm`) imputiert. Für die Artikel zum Zusammenhang zwischen SHCN und einzelnen schulischen Fähigkeiten und der Konzentrationsfähigkeit (Artikel 1 und 3) wurde jeweils versucht, ein hierarchisches Imputationsmodell zu nutzen, was jedoch aufgrund der erhöhten Komplexität dieser Imputationsmodelle nicht überall möglich war. Hier wurde, wenn möglich, auf das hierarchische logistische Imputationsmodell (`mice::mice.impute.2l.bin`) und die hierarchische Version des Predictive Mean Matchings (`miceadds::mice.impute.2l.pmm`) zurückgegriffen. Die zufälligen Effekte bezogen sich bei der abhängigen Variable jeweils auf die Lehrkraft, bei den unabhängigen und potentiell konfundierenden Variablen der Regressionsmodelle zur Vereinfachung der Imputationsmodelle auf die vom Kind besuchte Schule.

predictorMatrix-Argument der Funktion `mice::mice`

Die Auswahl der Prädiktorvariablen der Imputationsmodelle erfolgte i) wo nötig und sinnvoll manuell und ii) anderenfalls automatisiert. Die Standardeinstellung, dass jede Variable Prädiktorvariable für jede andere Variable im zu imputierenden Datensatz ist, war aufgrund der Komplexität der Analysedatensätze und der Restriktionen durch die passive Imputation nicht möglich. Es wurde deshalb für jeden der drei multipel zu imputierenden Analysedatensätze eine Prädiktormatrix aufgestellt, die für jede Variable dieses Datensatzes angab, welche spezifischen anderen Variablen als Prädiktorvariablen dienen sollten.

Diese Prädiktormatrix wurde zunächst wo nötig und sinnvoll manuell gefüllt:

- Vollständig vorliegende Variablen durften keine Prädiktorvariablen haben, da sie nicht multipel imputiert wurden.
- Bei passiv imputierten Variablen durften ausschließlich solche Variablen als Prädiktorvariablen dienen, die in deterministischem Zusammenhang mit der jeweils zu imputierenden Variable standen (z.B. Schul-/Berufsabschluss der Eltern, berufliche Stellung der Eltern und Netto-Äquivalenzeinkommen für den Winkler Index).
- Inhaltlich ähnliche Variablen wurden ebenso gegenseitig als zwingende Prädiktorvariablen festgelegt (z.B. Konsequenz 1 für Konsequenz 2 des CSHCN).

- Bei den abhängigen und unabhängigen Variablen der Regressionsmodelle dienten sogenannte Hilfsvariablen als zwingende Prädiktorvariablen für einzelne oder mehrere zu imputierende Variablen, obwohl die Hilfsvariablen nicht Teil der finalen statistischen Analyse waren (z.B. Diagnose einer chronischen Erkrankung für den SHCN-Status, SDQ-Hyperaktivitätsscore⁽⁹¹⁾ des Lehrkraftfragebogens für die Einschätzung der Konzentrationsfähigkeit durch die Lehrkraft).
- Die jeweiligen abhängigen Variablen der Regressionsmodelle wurden untereinander als zwingende Prädiktorvariablen festgelegt (mathematische, naturwissenschaftliche, sprachliche, schriftsprachliche und soziale Fähigkeiten).
- Der SHCN-Status war für jede abhängige Variable der Regressionsmodelle eine zwingende Prädiktorvariable (z.B. SHCN-Status für die Konzentrationsfähigkeit).
- Die jeweils abhängigen Variablen waren für die Artikel zum Zusammenhang zwischen SHCN und schulischen Fehltagen und Konzentrationsfähigkeit (Artikel 2 und 3) zwingende Prädiktorvariablen für die SHCN-Variablen (z.B. Konzentrationsfähigkeit für die fünf CSHCN Konsequenzen 1-5).⁽⁹²⁾

Daneben wurde manuell festgelegt, welche Variablen nicht gemeinsam als Prädiktorvariablen für andere zu imputierende Variablen dienen durften:

- Variablen, die passiv imputiert wurden, durften nicht gemeinsam mit ihren Prädiktorvariablen oder inhaltlich zu stark korrelierten Variablen andere Variablen vorhersagen, um Multikollinearität in den Imputationsmodellen zu vermeiden (z.B. Schul-/Berufsabschluss der Eltern und Winkler Index, binärer SHCN-Status und Anzahl der zutreffenden CSHCN Konsequenzen).
- Außerdem durften passiv imputierte Variablen nicht Prädiktorvariablen für ihre jeweiligen Prädiktorvariablen sein, um Zirkularität zu vermeiden (z.B. Winkler Index durfte nicht die berufliche Stellung der Eltern imputieren).

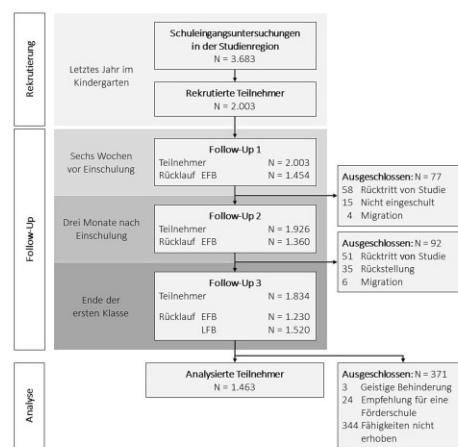
Wo nach dieser manuellen Bearbeitung der Prädiktormatrix noch unklar war, welche Variablen als Prädiktorvariablen gelten sollten, wurde auf die Funktion `mice::quickpred` zurückgegriffen. Eine Variable wurde dann automatisch als Prädiktorvariable festgelegt, wenn die paarweise Korrelation $>0,1$ (einzelne schulische Fähigkeiten; Artikel 1) bzw. $>0,05$ (schulische Fehltagen und Konzentrationsfähigkeit; Artikel 2 und 3) war. Der Unterschied im gewählten Schwellenwert wurde in Artikel 1 höher gewählt, da die Vielzahl der hierarchisch zu imputierenden potentiell konfundierenden Variablen zu Problemen geführt hat.

Anhang 4: Zusatzmaterial zum Artikel 1: SHCN und einzelne schulische Fähigkeiten

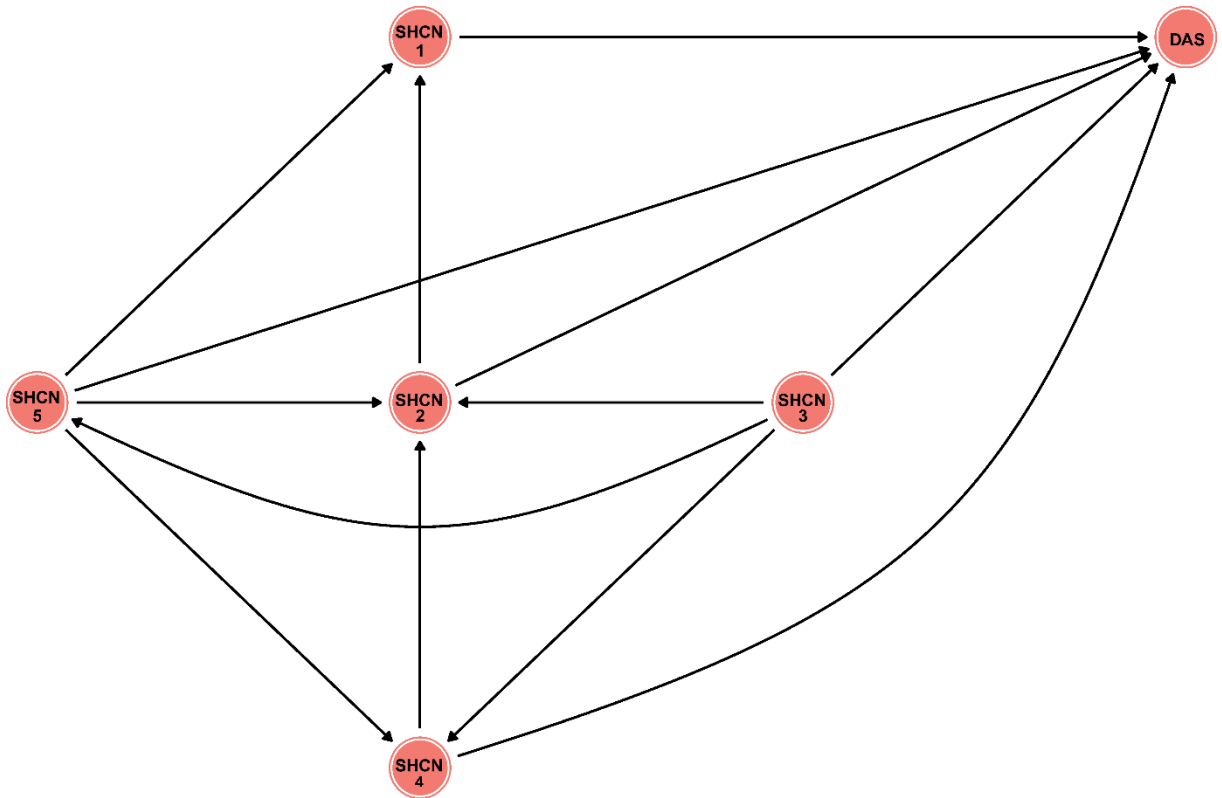
Original Article

 Thieme

Zusatzmaterial



► Supplement Abb. 1: Flussdiagramm zur Bestimmung der Analysesubstanz.

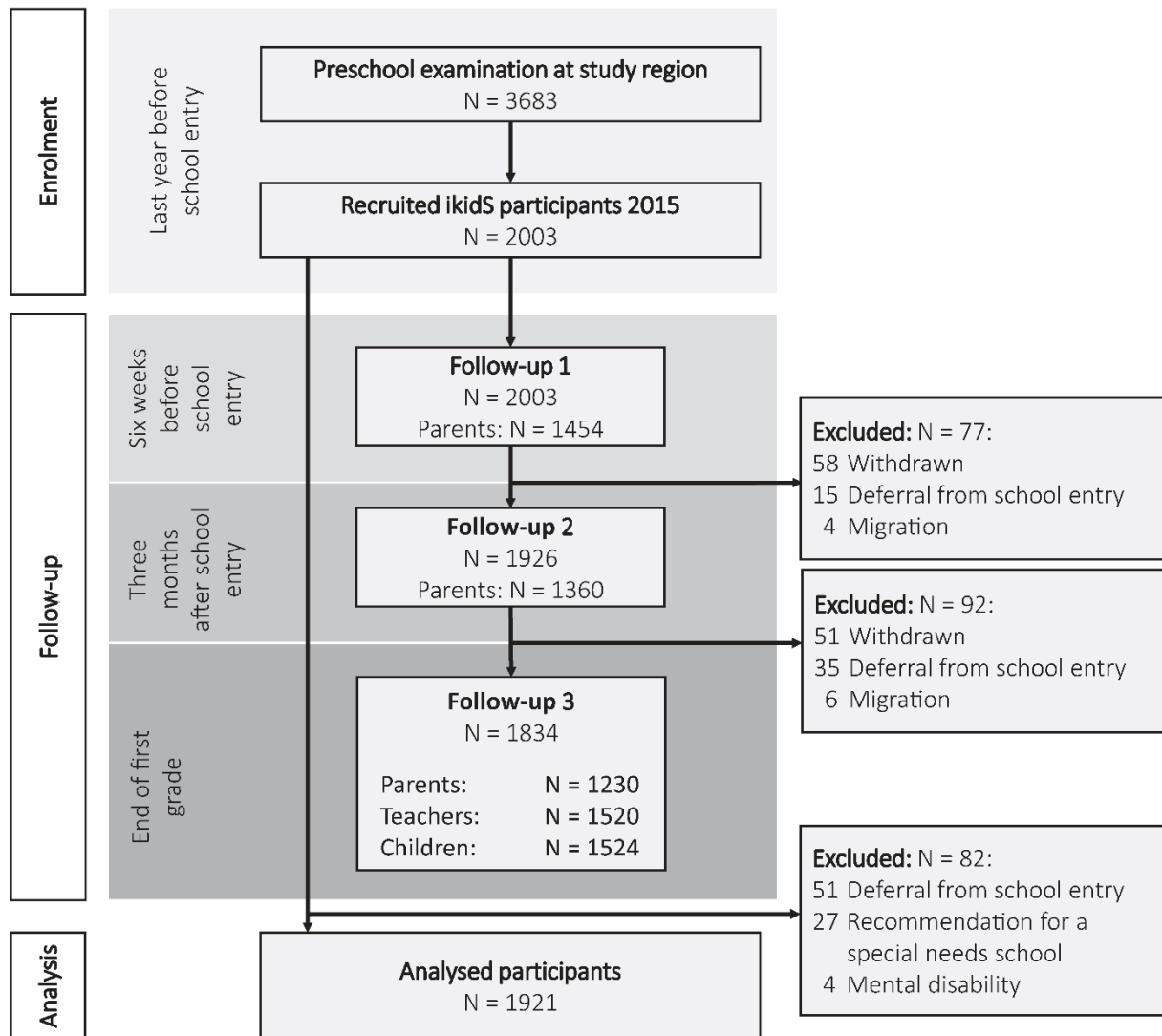


S2 Fig. Directed acyclic graph of the effect of single special health care needs consequences on days absent from school.

Abbreviations: SHCN, special health care needs, and DAS, days absent from school.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287408.s002>

(TIF)



S3 Fig. Flow chart of ikidS participants.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287408.s003>

(TIF)

S1 Table. Characteristics of children within the study region (population), children enrolled into the study (participants), and children included in the study sample*

	Study population (n = 3,683)	Study participants (n = 2,003)	Study sample (n = 1,921)
Child			
Gender			
Male	1,909 (51.9)	1,042 (52.0)	988 (51.4)
Female	1,767 (48.1)	961 (48.0)	933 (48.6)
Missing, n	7	0	0
Age at preschool health examination (y), mean (SD)	5.9 (0.4)	5.9 (0.4)	5.9 (0.4)
Missing, n	1	0	0
Immigration status			
Yes	822 (25.5)	452 (23.8)	428 (23.5)
No	2,397 (74.5)	1,449 (76.2)	1396 (76.5)
Missing, n	464	102	97
Multiple at birth			
Yes	105 (2.9)	63 (3.2)	57 (3.0)
No	3,542 (97.1)	1,916 (96.8)	1842 (97.0)
Missing, n	36	24	22
Breastfeeding			
Not at all	573 (17.5)	326 (17.0)	304 (16.5)
Up to 6 months	1,312 (40.2)	776 (40.4)	741 (40.2)
More than 6 months	1,382 (42.3)	817 (42.6)	796 (43.2)
Missing, n	416	84	80
Family			
Abitur (A level exams)† Mother			
Yes	1,825 (60.4)	1,117 (60.7)	1095 (61.9)
No	1,196 (39.6)	724 (39.3)	673 (38.1)
Missing, n	662	162	153
Abitur (A level exams)† Father			
Yes	1,768 (61.0)	1,042 (59.1)	1017 (60.0)
No	1,131 (39.0)	721 (40.9)	677 (40.0)
Missing, n	784	240	227
School location			
District of Mainz-Bingen (rural)	1,910 (51.9)	1,044 (52.1)	996 (51.8)
City of Mainz	1,773 (48.1)	959 (47.9)	925 (48.2)

* Unless otherwise stated, values are expressed as n (%). % relate to non-missing values. SD indicates standard deviation.

† Including advanced technical college entrance qualification.

S2 Table. Diagnoses among children with special health care needs ($n = 202$) *

Diagnosis	
Any diagnosis	159 (78.7)
No diagnosis	43 (21.3)
Asthma	45 (22.3)
Attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD)	35 (17.3)
Atopic dermatitis	33 (16.3)
Premature birth	30 (14.9)
Sleepiness	29 (14.4)
Hay fever	27 (13.4)
Underweight	27 (13.4)
Overweight	16 (7.9)
Language development disorder	14 (6.9)
Emotional problems	12 (5.9)

* Values are expressed as n (%). % relate to non-missing values. The table is limited to the ten most frequent diagnoses among children with special health care needs. One child may have several diagnoses.

Anhang 6: Zusatzmaterial zum Artikel 3: SHCN und schulische Konzentrationsfähigkeit

Supplementary Material

Manuscript title: Teacher-rated global attention in children with special health care needs. Results from the prospective cohort study ikidS.

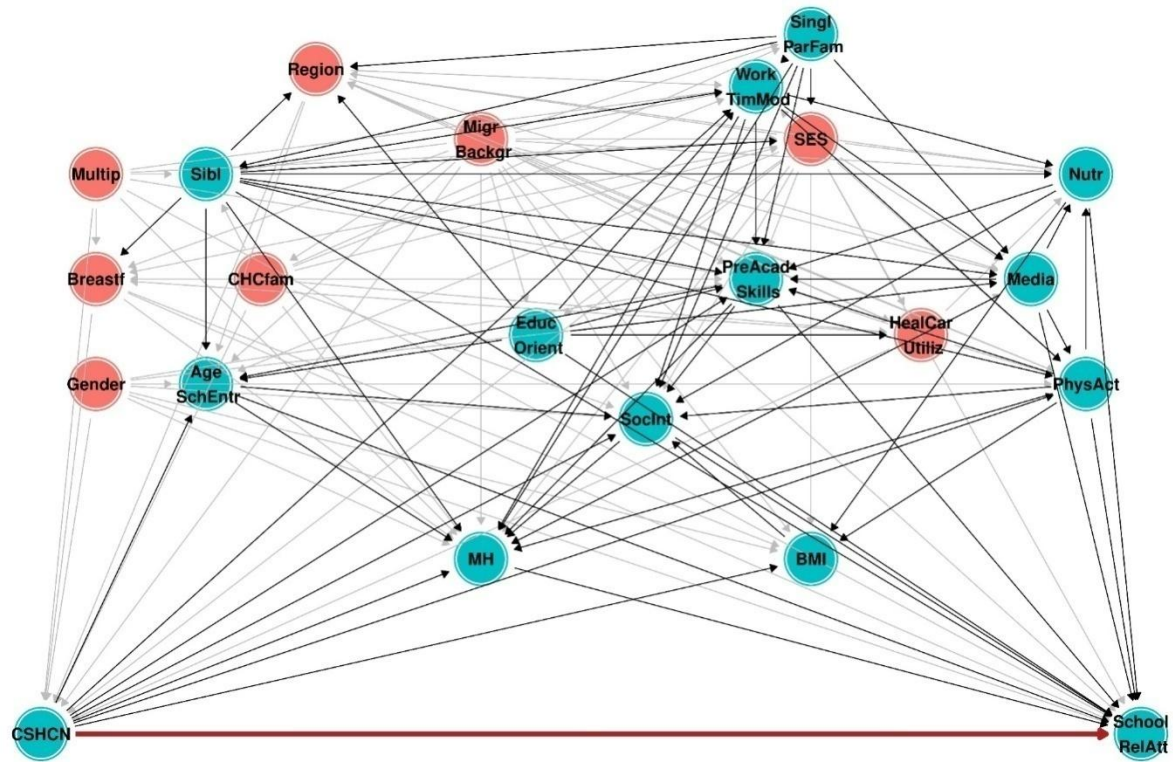
Authors: Jennifer Schlecht, Florian Hammerle, Jochem König, Stefan Kuhle, Michael S. Ur-schitz

Corresponding author:

Jennifer Schlecht

Division of Pediatric Epidemiology, Institute of Medical Biostatistics, Epidemiology and Informatics, University Medical Center of the Johannes Gutenberg University Mainz, Mainz, Germany.

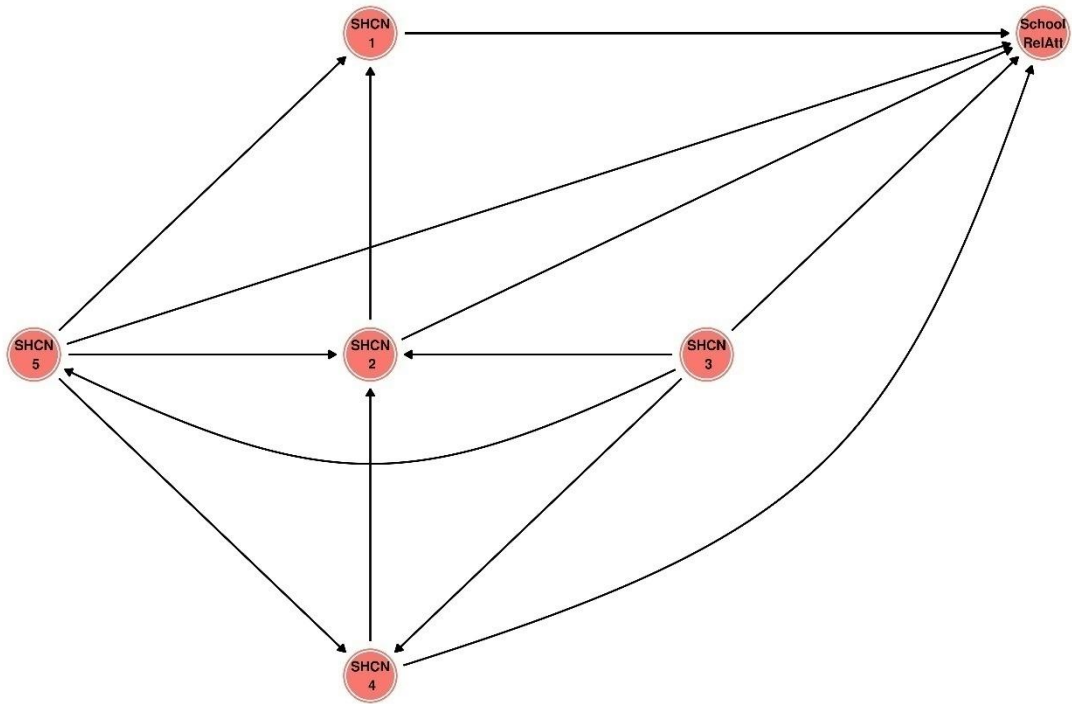
E-Mail: jennifer.schlecht@uni-mainz.de



Variables in red indicate the minimally sufficient adjustment set. Paths in grey were blocked by the adjustment set.

Abbreviations: Accid, accidents; AgeSchEntr, age at school entry; BMI, body mass index; Breastf, breastfeeding; CHCfam, chronic health condition in the family; EducOrient, educational orientation; HealCarUtiliz, health care utilization; HospStay, hospital stay; Infect, infections; MH, mental health; MigrBackgr, migrant background; Multip, multiple at birth; Nutr, nutrition; PhysAct, physical activity; PreAcadSkills, pre-academic skills; SchoolRelAtt, school-related attention; SES, socio-economic status; SHCN, special health care needs; Sibl, siblings; SinglParFam, single-parent family; SocInt, social integration; and WorkTimMod, work time model.

Figure S2. Directed acyclic graph of the effect of single special health care needs consequences on school-related attention



Abbreviations: SHCN, special health care needs, and SchoolRelAtt, school-related attention.

Table S1. Minimally sufficient adjustment sets to study the independent effect of each SHCN consequence on school-related attention

Consequence	Minimally sufficient adjustment set*
1 Use or need of prescription medication	Consequence 2 and 5
2 Above average use or need of medical, mental health, or educational services	Consequence 3, 4, and 5
3 Functional limitations compared with others of the same age	No adjustment was necessary
4 Use or need of specialized therapies	Consequence 3 and 5
5 Treatment or counseling for emotional, behavioral, or developmental problems	Consequence 3

*All models were further adjusted for gender, immigration status, socio-economic status, multiple at birth, breastfeeding, chronic health condition in the family, health care utilization, and school location.

Table S2. Diagnoses among children excluded from the analysis, children with special health care needs, and children with special health care needs due to treatment or counseling for mental health problems*

Diagnosis	Children excluded from the analysis (<i>n</i> = 82)	Children with special health care needs (<i>n</i> = 202)	Children with special health care needs due to treatment or counseling for mental health problems (<i>n</i> = 83)
Any diagnosis	60 (73.2)	171 (84.7)	72 (86.7)
No diagnosis	22 (26.8)	31 (15.3)	11 (13.3)
Asthma	6 (7.3)	45 (22.3)	8 (9.6)
Global developmental delay	30 (36.6)	39 (19.3)	28 (33.7)
Attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD)	4 (4.9)	35 (17.3)	28 (33.7)
Atopic dermatitis	7 (8.5)	33 (16.3)	13 (15.7)
Visual impairment	9 (11.0)	33 (16.3)	17 (20.5)
Premature birth	19 (23.2)	30 (14.9)	17 (20.5)
Sleepiness	4 (4.9)	29 (14.4)	10 (12.0)
Hay fever	2 (2.4)	27 (13.4)	2 (2.4)
Underweight	9 (11.0)	22 (10.9)	10 (12.0)
Language development disorder	6 (7.3)	14 (6.9)	5 (6.0)
Overweight	8 (9.8)	12 (5.9)	3 (3.6)
Emotional problems	0 (0.0)	12 (5.9)	9 (10.8)
Snoring	2 (2.4)	11 (5.4)	4 (4.8)
Conduct disorder	0 (0.0)	11 (5.4)	8 (9.6)
Low birthweight	9 (11.0)	10 (5.0)	7 (8.4)

* Values are expressed as n (%). % relate to non-missing values. The table is limited to and sorted by the 15 most frequent diagnoses among children with special health care needs. One child may have several diagnoses.

Table S3. Characteristics of children within the study region (population), children enrolled into the study (participants), and children included in the study sample*

	Study population (n = 3,683)	Study participants (n = 2,003)	Study sample (n = 1,921)
Child			
Gender			
Male	1,909 (51.9)	1,042 (52.0)	988 (51.4)
Female	1,767 (48.1)	961 (48.0)	933 (48.6)
Missing, n	7	0	0
Age at preschool health examination (y), mean (SD)	5.9 (0.4)	5.9 (0.4)	5.9 (0.4)
Missing, n	1	0	0
Immigration status			
Yes	822 (25.5)	452 (23.8)	428 (23.5)
No	2,397 (74.5)	1,449 (76.2)	1,396 (76.5)
Missing, n	464	102	97
Multiple at birth			
Yes	105 (2.9)	63 (3.2)	57 (3.0)
No	3,542 (97.1)	1,916 (96.8)	1,842 (97.0)
Missing, n	36	24	22
Breastfeeding			
Not at all	573 (17.5)	326 (17.0)	304 (16.5)
Up to 6 months	1,312 (40.2)	776 (40.4)	741 (40.2)
More than 6 months	1,382 (42.3)	817 (42.6)	796 (43.2)
Missing, n	416	84	80
Family			
Abitur (A level exams)† Mother			
Yes	1,825 (60.4)	1,117 (60.7)	1,095 (61.9)
No	1,196 (39.6)	724 (39.3)	673 (38.1)
Missing, n	662	162	153
Abitur (A level exams)† Father			
Yes	1,768 (61.0)	1,042 (59.1)	1,017 (60.0)
No	1,131 (39.0)	721 (40.9)	677 (40.0)
Missing, n	784	240	227
School location			
District of Mainz-Bingen (rural)	1,910 (51.9)	1,044 (52.1)	996 (51.8)
City of Mainz	1,773 (48.1)	959 (47.9)	925 (48.2)

* Unless otherwise stated, values are expressed as n (%). % relate to non-missing values. SD indicates standard deviation.

† Including advanced technical college entrance qualification.

Table S4. Pairwise correlations between consequences of chronic health conditions assessed by the Children with Special Health Care Needs screener*

Consequence	1	2	3	4	5
1 Use or need of prescription medication	1.00				
2 Above average use or need of medical, mental health, or educational services	0.45	1.00			
3 Functional limitations compared with others of the same age	0.22	0.52	1.00		
4 Use or need of specialized therapies	0.20	0.49	0.35	1.00	
5 Treatment or counseling for emotional, behavioral, or developmental problems	0.23	0.53	0.33	0.51	1.00

* Pairwise phi correlation coefficients are shown.

Table S5. Sensitivity analysis of the associations between special health care needs and school-related attention teacher rating at the end of first grade ($n = 1,847$)*

		Mean Difference, adjusted†	[95% CI]	SMD
Overall SHCN				
No SHCN		(ref)		
SHCN		-0.27	[-0.46; -0.08]	-0.26
Individual SHCN consequences				
1 Use or need of prescription medication	No	(ref)		
	Yes	-0.09	[-0.36; 0.18]	-0.09
2 Above average use or need of medical, mental health, or educational services	No	(ref)		
	Yes	-0.23	[-0.59; 0.14]	-0.22
3 Functional limitations compared with others of the same age	No	(ref)		
	Yes	-0.31	[-0.77; 0.15]	-0.30
4 Use or need of specialized therapies	No	(ref)		
	Yes	-0.06	[-0.40; 0.28]	-0.06
5 Treatment or counseling for emotional, behavioral, or developmental problems	No	(ref)		
	Yes	-0.43	[-0.72; -0.15]	-0.41
Number of SHCN consequences experienced				
0 consequences		(ref)		
1 SHCN consequence		-0.13	[-0.36; 0.11]	-0.12
>1 SHCN consequences		-0.43	[-0.73; -0.14]	-0.41

* In this sensitivity analysis, children with attention deficit disorder or attention deficit hyperactivity disorder were excluded. Abbreviations: CI, confidence interval; SHCN, special health care needs; SMD, standardized mean difference.

† Mean difference between children with and children without special health care needs (reference group). Teachers rated the students' attention abilities on a rating scale ranging from -2 (much worse) through +2 (much better than other children of the same age). Adjusted for gender, immigration status, socio-economic status, multiple at birth, breastfeeding, chronic health condition in the family, health care utilization, and school location. Individual SHCN consequences were further adjusted for: consequence 1, consequences 2 and 5; consequence 2, consequences 3-5; consequence 4, consequences 3 and 5; consequence 5, consequence 3.