

Journal of Health Monitoring · 2023 8(2)
DOI 10.25646/11385.2
Robert Koch-Institut, Berlin

Maike Buchmann^{1*}, Oktay Tuncer^{1*},
Marie Auzanneau^{2,4}, Alexander J. Eckert^{2,4},
Joachim Rosenbauer^{3,4}, Lukas Reitzle¹,
Christin Heidemann¹, Reinhard W. Holl^{2,4},
Roma Thamm¹

* geteilte Erstautorenschaft

¹ Robert Koch-Institut, Berlin
Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring

² Universität Ulm, Institut für Epidemiologie und medizinische Biometrie, ZIBMT

³ Deutsches Diabetes-Zentrum, Leibniz-Institut für Diabetesforschung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Institut für Biometrie und Epidemiologie

⁴ Deutsches Zentrum für Diabetesforschung (DZD), München-Neuherberg

Eingereicht: 19.01.2023

Akzeptiert: 21.04.2023

Veröffentlicht: 14.06.2023

Inzidenz, Prävalenz und Versorgung von Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland: Zeittrends und sozialräumliche Lage

Abstract

Hintergrund: Zeitliche Trends und mögliche sozialräumliche Ungleichheiten hinsichtlich der Häufigkeit und Versorgung von Typ-1-Diabetes mellitus (T1D) bei Kindern und Jugendlichen sind für die Planung von zielgerechten Behandlungsstrukturen von Bedeutung.

Methode: Mit Daten der bundesweiten Diabetes-Patienten-Verlaufsdokumentation (DPV) und des Diabetesregisters in Nordrhein-Westfalen wurden für unter 18-Jährige Inzidenz und Prävalenz des Typ-1-Diabetes sowie HbA_{1c}-Wert, diabetische Ketoazidosen und schwere Hypoglykämien dargestellt. Die Indikatoren wurden im Verlauf zwischen 2014 und 2020 nach Geschlecht und für 2020 stratifiziert nach Geschlecht, Alter und regionaler sozioökonomischer Deprivation abgebildet.

Ergebnisse: 2020 betrug die Inzidenz 29,2 pro 100.000 Personenjahre und die Prävalenz 235,5 pro 100.000 Personen, mit jeweils höheren Werten bei Jungen als bei Mädchen. Der HbA_{1c}-Wert betrug im Median 7,5%. Bei 3,4% der Behandelten trat eine Ketoazidose auf, signifikant häufiger in Regionen mit sehr hoher (4,5%) als in Regionen mit sehr niedriger Deprivation (2,4%). Der Anteil schwerer Hypoglykämien lag bei 3,0%. Zwischen 2014 und 2020 änderten sich Inzidenz, Prävalenz und HbA_{1c}-Wert kaum, während die Anteile von Ketoazidosen und schweren Hypoglykämien abnahmen.

Schlussfolgerungen: Die Abnahme von Akutkomplikationen weist auf eine verbesserte Versorgung des Typ-1-Diabetes hin. Ähnlich wie in früheren Studien deuten die Ergebnisse eine Ungleichheit in der Versorgung nach sozialräumlicher Lage an.

📌 TYP-1-DIABETES · VERSORGUNG · KOMPLIKATIONEN · DIABETES-SURVEILLANCE · GESUNDHEITSMONITORING

1. Einleitung

Typ-1-Diabetes mellitus (T1D) wird als Autoimmunerkrankung verstanden: eine immunologisch bedingte Zerstörung der insulinproduzierenden Zellen im Pankreas, die zu einem absoluten Insulinmangel führt [1]. Es wird angenommen, dass die Entstehung der Erkrankung durch ein Zusammenspiel

von genetischen und Umweltfaktoren bestimmt wird [2, 3]. T1D entwickelt sich im Vergleich zu dem mit einem relativen Insulinmangel einhergehenden Typ-2-Diabetes (T2D) häufiger im Kindes- und Jugend- als im Erwachsenenalter [4]. Die Erkrankung kann zu Schäden an kleinen und großen Blutgefäßen und in der Folge auch an lebenswichtigen Organen führen. Zu langfristigen Komplikationen im

Krankheitsverlauf zählen Herz-Kreislauf-Erkrankungen [5–7], Erkrankungen der Augen und der Nieren [8] sowie Amputationen [9]. Angesichts der schwerwiegenden gesundheitlichen Folgen kann T1D sowohl die Lebensqualität [10] als auch die Lebenserwartung verringern [11]. Eine qualitativ hochwertige Versorgung ist gerade im Kindes- und Jugendalter bei T1D entscheidend für eine möglichst gute Stoffwechseleinstellung und Gesundheit im weiteren Lebensverlauf der Betroffenen und ist von hoher Public-Health-Relevanz.

T1D ist mit 2021 weltweit etwa 1,5 Millionen Betroffenen unter 20 Jahren [12] eine der häufigsten chronischen Stoffwechselerkrankungen im Kindes- und Jugendalter, bei der in den letzten Jahrzehnten global ein Anstieg der Neuerkrankungsrate (Inzidenz) um 3 bis 4 % pro Jahr mit starken regionalen Unterschieden zu beobachten ist [13]. Vor dem Hintergrund sich verändernder Lebens- und Umweltbedingungen, die als Gründe für den Anstieg diskutiert werden, muss die Inzidenzentwicklung zuverlässig und zeitnah beobachtet werden. Für ein optimales Angebot an Präventions- und Versorgungsleistungen des Gesundheitssystems ist es ebenso relevant, den Anteil an T1D-Erkrankten zu einer bestimmten Zeit (Prävalenz) sowie die Entwicklung der Versorgungsqualität (z. B. Langzeitblutzuckerwert, Akutkomplikationen) und Langzeitkomplikationen (z. B. Nierenerkrankung, Nervenschädigungen) des T1D zuverlässig abzubilden [14]. Die am Robert Koch-Institut (RKI) aufgebaute Nationale Diabetes-Surveillance hat unter anderem zum Ziel, zentrale Ergebnisse zu diesen Public-Health-relevanten Indikatoren im Kindes- und Jugendalter basierend auf regionalen und überregionalen Registerdaten zur Verfügung zu stellen und regelmäßig zu aktualisieren [15].

Der Langzeitblutzuckerwert HbA_{1c} (Anteil des mit Glukose verbundenen Hämoglobins am Gesamthämoglobin) reflektiert den durchschnittlichen Blutzuckerspiegel der letzten zwei bis drei Monate und wird herangezogen, um die Versorgungsqualität bei einer Diabeteserkrankung zu beurteilen. Bei Kindern und Jugendlichen empfehlen die aktuellen deutschen Leitlinien zur Therapie des T1D einen Wert <7,5 %, die internationalen Leitlinien einen Wert <7,0 % [16, 17]. In der Therapie muss zwischen dem erhöhten Risiko einer Hypoglykämie bei intensiver Glukosesenkung und dem erhöhten Risiko für Folgeerkrankungen bei langfristig hohen Blutzuckerspiegeln abgewogen werden [16, 18].

Zu den im Krankheitsverlauf häufig auftretenden akuten Komplikationen zählt die diabetische Ketoazidose. Hierbei handelt es sich um eine schwere Stoffwechselentgleisung infolge eines Insulinmangels, z. B. bei einer Therapieunterbrechung oder bei fieberhaften Infektionen. Es kommt dabei zu einem starken Anstieg des Blutzuckerspiegels und Bildung von sogenannten Ketonkörpern [18]. Diese Komplikation kann kurzfristig zu einem Hirnödem (Schwellung des Gehirns) [19] und in seltenen Fällen auch zum Tod führen. Sie ist langfristig mit einem ungünstigen weiteren Verlauf der Diabeteserkrankung [20, 21], Nierenschäden [22] sowie kognitiven Einschränkungen assoziiert [23]. Altersgemäße Diabetesschulungen können vorbeugend wirken, ebenso wie eine gute pädagogische und psychologische Betreuung der Kinder und Jugendlichen [24].

Die Hypoglykämie ist eine Akutkomplikation, die mit einem zu niedrigen Blutzuckerspiegel (Unterzuckerung) einhergeht und vor allem im Rahmen einer intensivierten Insulintherapie auftreten kann. Sie entsteht bei zu hoher

Insulinzufuhr im Verhältnis zu der durch die Nahrung zugeführten Zuckermenge oder bei einem erhöhten Glukoseverbrauch aufgrund von körperlicher Aktivität [18]. Sie kann je nach Schwere zu Bewusstlosigkeit, zu Krampfanfällen und in extremen Fällen zum Tode führen, nicht selten sind stationäre Aufnahmen notwendig [21, 25]. Hypoglykämien können durch die derzeit üblichen Therapieformen der Insulintherapie (konventionelle und intensivierete Spritzen-therapie, Insulinpumpentherapie), gegebenenfalls kombiniert mit dem Einsatz von Geräten zum kontinuierlichem Glukosemonitoring (CGM) oder Systemen zur automatisierten Insulindosierung (Automated Insulin Delivery, AID) und Schulungen der Erkrankten weitgehend vermieden werden [26–29]. Im Fall einer Hypoglykämie kann durch schnelle Aufnahme von zuckerhaltigen Lebensmitteln oder Getränken bzw. durch Anwendung von Glukagon (Gegenspieler des Insulins, z. B. als Nasenspray) eine Krankenhausaufnahme verhindert werden [30].

Gesundheitliche Ungleichheit in Bezug auf Diabetes ist vielfach beschrieben worden. Für Erwachsene in Deutschland besteht weiterhin ein deutlicher Zusammenhang zwischen sozialer Lage (nach Bildungsstatus) und der Prävalenz des bekannten und unerkannten Diabetes. Dagegen sind zumindest für ausgewählte Typ-2-Diabetes-Versorgungsindikatoren (z. B. HbA_{1c}-Therapieziel) keine ausgeprägten Unterschiede zwischen den Bildungsgruppen ersichtlich [31]. Für Kinder und Jugendliche werden international sowie in Deutschland Abhängigkeiten von der sozialen Lage in Bezug auf die Verwendung von medizinisch-technischen Hilfsmitteln in der Versorgung von T₁D und hinsichtlich des HbA_{1c}-Wertes beschrieben [32]. Neben befürchteten Kosten (trotz Erstattung durch die Kranken-

kassen) werden unter anderem eine niedrigere Gesundheitskompetenz und geringere Selbstwirksamkeitserwartung der Eltern als mögliche Gründe für soziale Unterschiede in der Behandlung angenommen, da die Inanspruchnahme der medizinischen Versorgung von Kindern und Jugendlichen stark von den Eltern abhängt [33]. Aus diesem Grund ist es notwendig, sozialräumliche Unterschiede in Auftreten, Stoffwechsellage oder Versorgung von Diabetes zu betrachten.

Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, die Inzidenz und Prävalenz von Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland sowie ausgewählte Indikatoren der Versorgungsqualität (im Folgenden: Versorgungsindikatoren; Langzeitblutzuckerwert HbA_{1c}, Auftreten von Ketoazidosen und Hypoglykämien) für das Jahr 2020 differenziert nach Geschlecht, Alter und nach regionaler sozioökonomischer Deprivation) darzustellen. Darüber hinaus soll ein Überblick über die zeitliche Entwicklung dieser Indikatoren zwischen 2014 und 2020 gegeben werden.

2. Methode

2.1 Datenquellen

Zur Schätzung bundesweiter Inzidenzen und Prävalenzen von Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen sowie der Versorgungsindikatoren dient das bundesweite Register der Diabetes-Patienten-Verlaufsdokumentation (DPV). Die Dokumentation startete 1995 und ist eine an der Universität Ulm kontinuierlich weiterentwickelte computergestützte longitudinale Erfassung von behandlungsrelevanten Daten von Diabetespatientinnen und -patienten. Ziel der DPV-Initiative, an der über 400 Behandlungseinrichtungen in Deutschland, Österreich, Luxemburg und der Schweiz

teilnehmen, ist es, die Behandlungsergebnisse von Menschen mit Diabetes zu verbessern [34, 35].

Für die Inzidenz- und Prävalenzanalysen im Zeitverlauf 2014–2020 bildet der DPV-Datenstand vom 16.03.2022 die Grundlage. Die stratifizierte Inzidenz- und Prävalenzanalysen für das Jahr 2020 basieren auf dem Datenstand vom 03.10.2022. Für die Schätzung der Erfassungsvollständigkeit der DPV wurden Daten aus dem Diabetesregister des Deutschen Diabetes-Zentrums (DDZ; Nordrhein-Westfalen 0–34 Jahre) verwendet und darauf aufbauend wurden erfassungskorrigierte bundesweite Inzidenzen und Prävalenzen bei unter 18-Jährigen berechnet [34, 36]. Die Ergebnisse der Versorgungsindikatoren für den Zeittrend und für die stratifizierte Analyse für das Jahr 2020 basieren auf dem Datenstand vom 28.11.2022 mit anonymisierten Daten aus der DPV-Software.

In die Inzidenz- bzw. Prävalenzschätzungen wurden registrierte Personen aufgenommen, die jeweils bei Diagnose der Erkrankung bzw. zum Ende des Kalenderjahres unter 18 Jahre alt waren. Bei den Berechnungen zu den Versorgungsindikatoren für das Jahr 2020 wurden 24.978 Kinder und Jugendliche mit T1D im Alter von einem halben bis unter 18 Jahren aus dem DPV-Register in die Analyse aufgenommen, die mindestens drei Monate lang erkrankt waren und mindestens eine Untersuchung im Behandlungsjahr 2020 dokumentiert hatten.

Variablen

Als Indikatoren für die deskriptive Betrachtung dienten registerbasiert geschätzte Inzidenzen und Prävalenzen.

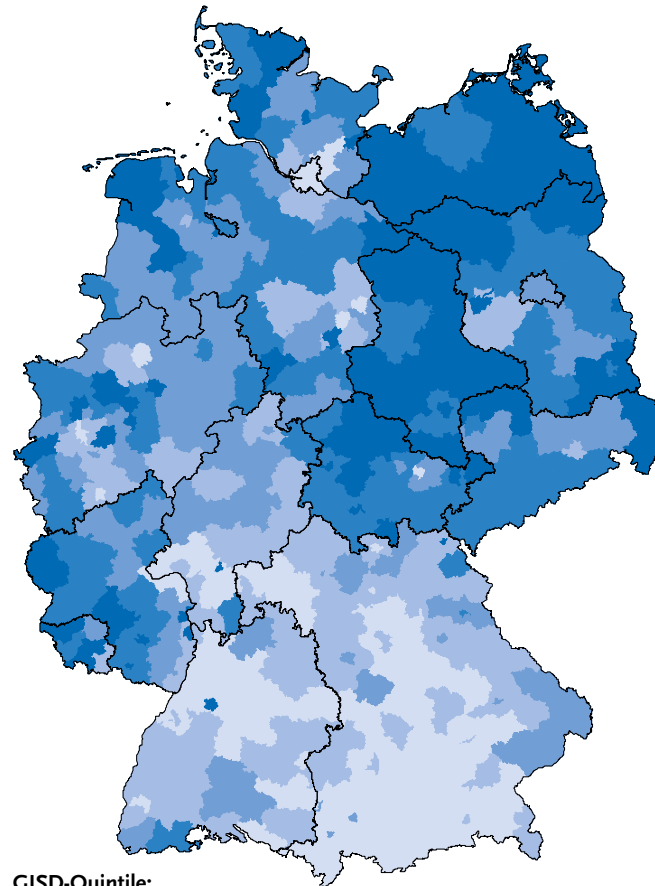
Der Versorgungsindikator HbA_{1c}-Wert wurde als Median mit Interquartilsabstand (IQR) angegeben. Es wurden

jeweils alle HbA_{1c}-Messwerte des jeweiligen Jahres verwendet und im Median pro Person aggregiert. Die Werte wurden gemäß der Referenzspanne des Diabetes Control and Complications Trials standardisiert [37]. Als weitere Versorgungsindikatoren wurden stationär behandelte Ketoazidosen im Krankheitsverlauf, schwere Hypoglykämien (selbstberichtete Hypoglykämien, bei denen die Person auf Fremdhilfe angewiesen war), schwere Hypoglykämien mit Bewusstlosigkeit und schwere Hypoglykämien mit anschließender stationärer Aufnahme als prozentuale Anteile, bezogen auf die Gruppe der Kinder und Jugendlichen mit Typ-1-Diabetes, betrachtet.

Der German Index of Socioeconomic Deprivation (GISD) wurde verwendet, um die gewählten Indikatoren unter dem Gesichtspunkt der gesundheitlichen Ungleichheit zu untersuchen. Der GISD bildet sozioökonomische Unterschiede auf räumlicher Ebene ab [38]. Ausgehend von der Datenbank „Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung“ (INKAR) des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung wurde ein Index zur sozioökonomischen Deprivation aus neun für unterschiedliche regionale Ebenen verfügbaren Indikatoren der drei Dimensionen Bildung, Beruf und Einkommen gebildet. Der Index ermöglicht Vergleiche der sozioökonomischen Deprivation zwischen den 401 Kreisen und kreisfreien Städten in Deutschland (Gebietsstand 31.12.2019) [38]. Dabei werden die Kreise in Quintile aufgeteilt und zwischen Kreisen mit „sehr niedriger“ (GISD-Quintil 1), „niedriger“ (GISD-Quintil 2), „mittlerer“ (GISD-Quintil 3), „hoher“ (GISD-Quintil 4) und „sehr hoher“ (GISD-Quintil 5) sozioökonomischer Deprivation unterschieden. [Abbildung 1](#) zeigt die Verteilung der GISD-Quintile auf Kreisebene in Deutschland.

Abbildung 1
Verteilung regionaler sozioökonomischer
Deprivation auf Kreisebene
(Gebietsstand 31.12.2019)

Quelle: GeoBasis-DE/Bundesamt
für Kartographie und Geodäsie (2022);
GISD Release 2022 v0.2



GISD-Quintile:

1 sehr niedrig 2 niedrig 3 mittel 4 hoch 5 sehr hoch

GISD = German Index of Socioeconomic Deprivation
Kartengrundlage GfK GeoMarketing

Regionen mit sehr hoher sozioökonomischer Deprivation (dunkelste Einfärbung) befinden sich vor allem in den neuen Bundesländern und in Teilen von Schleswig-Holstein, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und des Saarlandes. In Baden-Württemberg und Bayern befinden sich breitflächig Kreise mit sehr niedriger sozioökonomischer Deprivation.

In der vorliegenden Analyse wurden die GISD-Quintile anhand der Wohnorte den Personen zugeordnet. Bei den Versorgungsindikatoren wurde die Postleitzahl des Wohnortes der Person genutzt. Bei Inzidenz und Prävalenz konnte zusätzlich die Kreiskennziffer des Wohnortes genutzt werden.

2.2 Statistische Methoden

Für Inzidenz und Prävalenz wurden jeweils Diabetesfälle je 100.000 Personenjahre bzw. Personen anhand von Bevölkerungszahlen des Statistischen Bundesamts für jedes Jahr von 2014 bis 2020 als Fortschreibung des Zensus 2011 berechnet [39]. Durch Vorliegen von drei Datenquellen für Nordrhein-Westfalen ließ sich die Erfassungsvollständigkeit der einzelnen Quellen inklusive des DPV-Registers für den Typ-1-Diabetes in der Altersgruppe 0–17 Jahre mithilfe von Capture-Recapture-Methoden schätzen. Unter der plausiblen Annahme, dass die geschätzte Erfassungsvollständigkeit des DPV-Registers in Nordrhein-Westfalen eine gute Schätzung der bundesweiten Vollständigkeit darstellt, wurden dann die bundesweit erfassten DPV-Daten für die Untererfassung korrigiert und erfassungskorrigierte Schätzungen von Inzidenz und Prävalenz für Deutschland berechnet.

Die Erfassungsvollständigkeit wurde entsprechend einem log-linearen Modell geschätzt. Dazu wurden log-lineare Modelle unter Berücksichtigung einer Overdispersion an die Daten angepasst, und nach dem AICC-Kriterium wurde das Modell ausgewählt, das die Registerdaten am besten beschreibt [40–42]. Unter Annahme einer Poisson-Verteilung der Fälle wurden Inzidenzen und Prävalenzen

Rund 4.000 Kinder und Jugendliche erkrankten 2020 neu an Typ-1-Diabetes, die Prävalenz lag bei etwa 235,5 pro 100.000 Personen.

mit 95%-Konfidenzintervallen nach der Personenjahre-Methode und direkt geschlechts- und/oder altersstandardisiert geschätzt und zeitliche Trends von Inzidenz und Prävalenz mithilfe von Poisson-Regressionsanalysen berechnet [43]. Die Prävalenz wird aufgrund der niedrigen Werte nicht wie sonst üblich in prozentualen Anteilen, sondern als Diabetesfälle je 100.000 Personen angegeben.

Für das Jahr 2020 wurden die Indikatoren differenziert nach Geschlecht, Alter und regionaler sozioökonomischer Deprivation analysiert. In Bezug auf das Alter wurden fünf Gruppen betrachtet: unter 3 Jahre, 3–6 Jahre, 7–10 Jahre, 11–13 Jahre und 14–17 Jahre. Da die Fallzahlen für die Versorgungsindikatoren in den unteren beiden Altersgruppen zu gering waren, wurden diese für schwere Hypoglykämien, diabetische Ketoazidosen und HbA_{1c}-Wert zur Altersgruppe unter 7 Jahre zusammengefasst. Für die geschätzten T1D-Inzidenz- und -Prävalenzwerte nach GISD-Quintilen wurde eine direkte Alters- und Geschlechtsstandardisierung durchgeführt anhand der aufgeführten Altersgruppen und mit einer Gleichgewichtung der Geschlechter. Der Zusammenhang zwischen Inzidenz, Prävalenz und regionaler sozioökonomischer Deprivation wurde zusätzlich in einem Poisson-Modell, adjustiert für geografische Lage (Nord/Zentral/Süd), Alter und Geschlecht untersucht.

Für die Zeitreihen 2014–2020 wurden die Schätzer für Inzidenz, Prävalenz und Versorgungsindikatoren insgesamt und differenziert nach Geschlecht dargestellt.

Von statistisch signifikanten Unterschieden wurde ausgegangen, wenn sich entweder die 95%-Konfidenzintervalle nicht überschneiden oder die entsprechenden p-Werte aus Chi²-Unabhängigkeitstests bzw. Wilcoxontests $\leq 0,05$

lagen. Die statistischen Analysen erfolgten mit dem Statistikpaket SAS, Version 9.4 (SAS Institute, Cary, NC, USA); die Karten wurden mit der freien Open Source Software QGIS 3.26.2 [44] erstellt.

3. Ergebnisse

3.1 Inzidenz und Prävalenz von Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland

Tabelle 1 zeigt die erfassungskorrigierten bundesweiten Inzidenz- und Prävalenzschätzungen für das Jahr 2020 insgesamt, nach Geschlecht und Alter sowie alters- und geschlechtsstandardisiert nach regionaler sozioökonomischer Deprivation. Die geschätzte Inzidenz von T1D liegt insgesamt bei 29,2 pro 100.000 Personenjahre und entspricht einer geschätzten Anzahl von 4.044 Neuerkrankungen im Jahr 2020 (Mädchen: 1.784; Jungen: 2.260). Bei Jungen liegt die T1D-Inzidenz insgesamt höher als bei Mädchen (31,9 vs. 26,5 pro 100.000 Personenjahre), wobei sich die Inzidenzen in den Altersgruppen 11–13 Jahre und 14–17 Jahre statistisch signifikant nach Geschlecht unterscheiden. Die Inzidenz ist für Mädchen in den Altersgruppen 7–10 und 11–13 Jahre am höchsten (37,1 bzw. 35,9 pro 100.000 Personenjahre), für Jungen in der Altersgruppe 11–13 Jahre (48,8 pro 100.000 Personenjahre). Differenziert nach regionaler sozioökonomischer Deprivation zeigt sich eine höhere Inzidenz in Kreisen mit einer sehr hohen Deprivation (31,9 pro 100.000 Personenjahre) als in Kreisen mit einer sehr niedrigen Deprivation (27,3 pro 100.000 Personenjahre).

Im Jahr 2020 liegt die geschätzte bundesweite Prävalenz des T1D bei Kindern und Jugendlichen bei 235,5 pro 100.000 Personen (Tabelle 1). Dies entspricht einer geschätzten

Tabelle 1
Inzidenz und Prävalenz von Typ-1-Diabetes
bei Kindern und Jugendlichen im Jahr 2020
nach Geschlecht, Altersgruppe und regionaler
sozioökonomischer Deprivation

Quelle: DPV-Register, Datenstand: 03.10.2022;
 GISD Release 2022 v0.2; eigene Berechnungen

	Inzidenz (pro 100.000 Personenjahre) (n = 1.784 Mädchen, n = 2.260 Jungen)			Prävalenz (pro 100.000 Personen) (n = 15.239 Mädchen, n = 16.991 Jungen)		
	Mädchen	Jungen	Gesamt	Mädchen	Jungen	Gesamt
	(95 %-KI)	(95 %-KI)	(95 %-KI)	(95 %-KI)	(95 %-KI)	(95 %-KI)
Alter (Jahre)¹						
< 3	15,0 (12,9–17,4)	17,0 (14,8–19,5)	16,0 (14,5–17,7)	12,8 (10,8–15,0)	18,8 (16,5–21,4)	15,9 (14,3–17,6)
3–6	27,0 (24,5–29,7)	26,6 (24,2–29,3)	26,8 (25,0–28,7)	88,8 (84,1–93,6)	93,3 (88,7–98,0)	91,1 (87,8–94,4)
7–10	37,1 (34,1–40,4)	39,1 (36,0–42,3)	38,1 (36,0–40,4)	225,2 (217,6–233,0)	217,7 (210,4–225,2)	221,3 (216,0–226,7)
11–13	35,9 (32,4–39,6)	48,8 (44,9–53,0)	42,6 (39,9–45,3)	357,4 (346,4–368,8)	362,8 (351,9–373,9)	360,2 (352,4–368,1)
14–17	17,1 (15,1–19,4)	28,3 (25,7–31,1)	22,9 (21,2–24,7)	441,1 (430,4–452,0)	489,3 (478,3–500,4)	465,9 (458,2–473,6)
Regionale sozioökonomische Deprivation²						
Sehr niedrig	24,2 (21,9–26,6)	30,3 (27,7–32,9)	27,3 (25,5–29,0)	213,8 (206,7–220,9)	233,0 (225,8–240,3)	223,4 (218,3–228,5)
Niedrig	28,0 (25,2–30,7)	29,5 (26,8–32,3)	28,8 (26,8–30,7)	217,7 (210,1–225,3)	221,4 (213,9–228,9)	219,5 (214,2–224,9)
Mittel	27,6 (25,0–30,3)	33,9 (31,1–36,8)	30,8 (28,8–32,7)	234,7 (227,0–242,5)	246,0 (238,3–253,7)	240,4 (234,9–245,8)
Hoch	25,9 (23,0–28,9)	30,6 (27,4–33,7)	28,2 (26,1–30,4)	246,4 (237,3–255,5)	251,1 (242,1–260,0)	248,7 (242,4–255,1)
Sehr hoch	27,4 (24,1–30,7)	36,5 (32,8–40,2)	31,9 (29,4–34,4)	245,4 (235,4–255,3)	267,0 (256,9–277,0)	256,2 (249,1–263,3)
Gesamt	26,5 (25,3–27,8)	31,9 (30,6–33,2)	29,2 (28,3–30,1)	229,5 (225,8–233,1)	241,4 (237,8–245,1)	235,5 (232,9–238,0)

¹ für Untererfassung korrigierte Werte

² für Untererfassung korrigierte und alters- und geschlechtsstandardisierte Werte

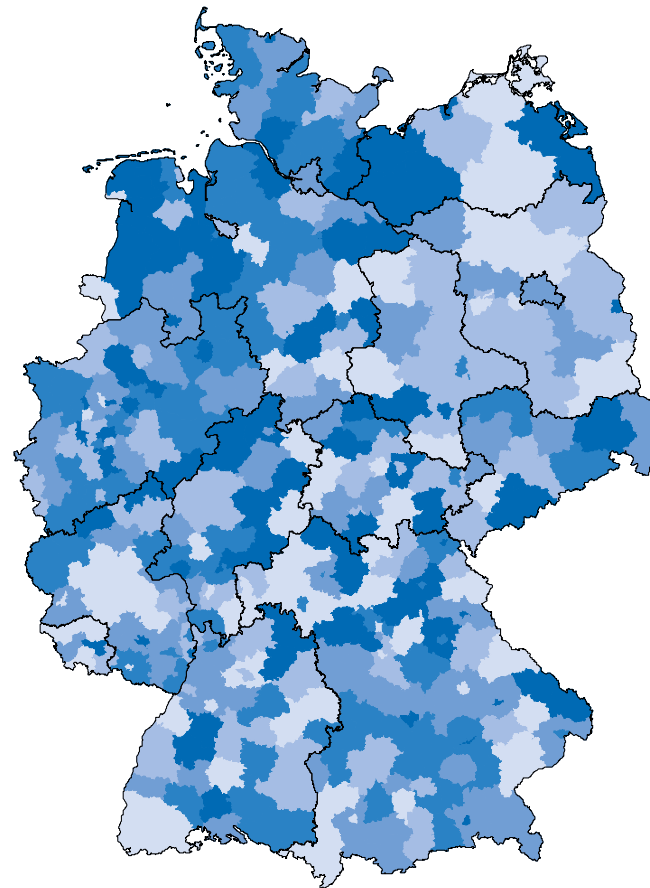
Anzahl von 32.230 Erkrankten (Mädchen: 15.239; Jungen: 16.991). Die T1D-Prävalenz ist bei Jungen höher als bei Mädchen (241,4 vs. 229,5 pro 100.000 Personen), wobei die Geschlechterunterschiede in den Altersgruppen der unter 3-jährigen und der 14- bis 17-jährigen statistisch signifikant sind. Erwartungsgemäß ist eine Abhängigkeit der T1D-Prävalenz vom Alter festzustellen, mit höheren Prävalenzen in höheren Altersgruppen. Hinsichtlich der regionalen Deprivation zeigen sich in Regionen mit sehr niedriger und niedriger sozioökonomischer Deprivation statistisch signifikant geringere Prävalenzen von T1D als in Regionen mit einer mittleren bis sehr hohen Deprivation (Tabelle 1).

Mit Blick auf die geografische Lage zeigt sich bei der Verteilung der T1D-Inzidenzen und -Prävalenzen im Jahr 2020

auf Kreisebene kein einheitliches Muster (Abbildung 2). Häufungen von Kreisen niedriger Inzidenzen finden sich tendenziell in Sachsen-Anhalt und Brandenburg, während eine Konzentration an Kreisen mit hohen Inzidenzen eher im Nordwesten zu beobachten ist. Ähnlich fällt eine Häufung hoher Prävalenzen im Nordwesten auf. In Zusammenschau mit Abbildung 1 wird deutlich, dass die Verteilungsmuster von Inzidenzen, Prävalenzen und regionaler sozioökonomischer Deprivation auf Kreisebene nicht kongruent sind. Der in Tabelle 1 anhand der stratifizierten Analyse beobachtbare Zusammenhang zwischen Inzidenzen und sozialräumlicher Deprivation zeigt sich nach Adjustierung für die geografische Lage (Nord/Zentral/Süd) in einem Poisson-Modell nicht mehr (Annex Tabelle 1).

Abbildung 2
Inzidenz (pro 100.000 Personenjahre, n=1.784 Mädchen, n=2.260 Jungen) und Prävalenz (pro 100.000 Personen, n=15.239 Mädchen, n=16.991 Jungen) des Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen im Jahr 2020 auf Kreisebene
 Quelle: DPV-Register; Datenstand: 03.10.2022

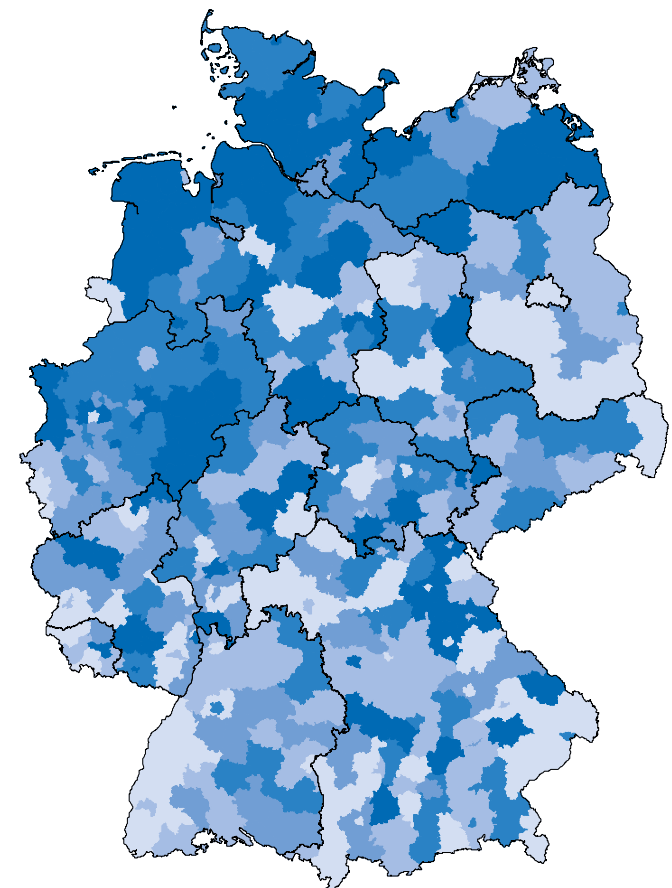
Der Langzeitblutzuckerwert HbA_{1c} betrug 2020 im Median bei Kindern und Jugendlichen mit Typ-1-Diabetes 7,5%, wobei die deutschen Leitlinien einen Wert <7,5% empfehlen.



Inzidenz (pro 100.000 Personenjahre)

■ < 17,43 ■ 17,43 – < 25,25 ■ 25,25 – < 31,60 ■ 31,60 – < 40,50 ■ ≥ 40,50

Kartengrundlage GfK GeoMarketing



Prävalenz (pro 100.000 Personen)

■ < 196,9 ■ 196,9 – < 222,9 ■ 222,9 – < 246,5 ■ 246,5 – < 274,5 ■ ≥ 274,5

Kartengrundlage GfK GeoMarketing

Zwischen 2014 und 2020 zeigt sich in Hinblick auf die Inzidenzen insgesamt kein klarer Trend (**Abbildung 3**). Für 2020 ist insgesamt sowie bei Jungen ein statistisch signifikanter Anstieg der Inzidenz im Vergleich zu 2019 festzustellen (Gesamt 2019: 27,0, 95 %-KI: 26,1–27,9, 2020: 29,3, 95 %-KI: 28,4–30,2; Jungen 2019: 28,8, 95 %-KI: 27,6–30,1,

2020: 32,0, 95 %-KI: 30,7–33,4). Im Beobachtungszeitraum zwischen 2014 und 2020 werden die Neuerkrankungen auf insgesamt 26.080 Fälle (Mädchen: 11.819, Jungen: 14.261; durchschnittlich 3.725 pro Jahr) und die durchschnittliche Inzidenz alters- und geschlechtsstandardisiert auf 27,7 Diabetesfälle pro 100.000 Personenjahre geschätzt (Mädchen:

Abbildung 3 (links)
Inzidenz des Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen im Zeitverlauf (2014–2020) nach Geschlecht (n=11.819 Mädchen, n=14.261 Jungen)
Quelle: DPV-Register; Datenstand: 16.03.2023

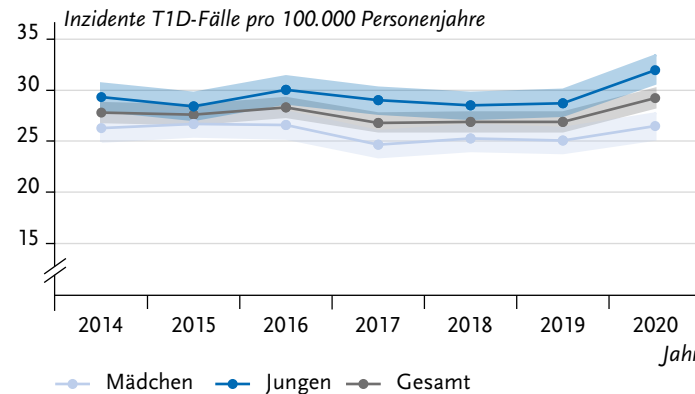
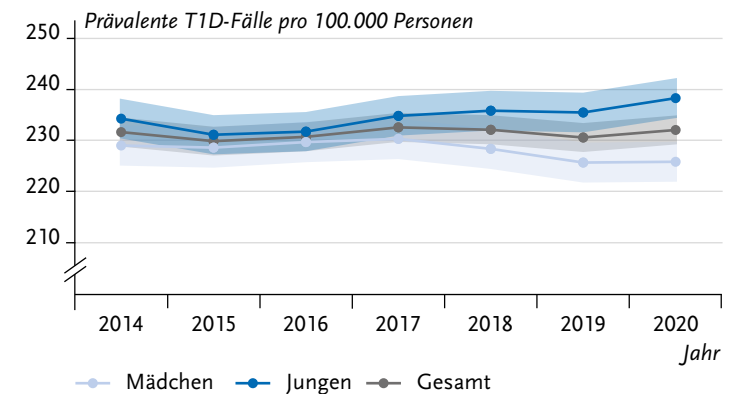


Abbildung 4 (rechts)
Prävalenz des Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen im Zeitverlauf (2014–2020) nach Geschlecht (n=104.979 Mädchen, n=114.736 Jungen)
Quelle: DPV-Register; Datenstand: 16.03.2023



26,0; Jungen: 29,5). In jedem der betrachteten Jahre bis auf 2015 ist die Inzidenz bei Jungen signifikant höher als bei Mädchen. Bei Mädchen ist die Inzidenz pro 100.000 Personenjahre im Jahr 2017 (24,8) am niedrigsten und im Jahr 2015 am höchsten (26,8), bei Jungen im Jahr 2015 (28,5) am niedrigsten und im Jahr 2020 am höchsten (32,0).

Im Zeitverlauf zeigt sich eine Schwankung der bundesweiten T1D-Prävalenz bei unter 18-Jährigen mit 231,8 im Jahr 2014 und 232,2 pro 100.000 Personen im Jahr 2020 (Abbildung 4; jährliche Änderung, Mädchen: 0,2 % (-0,2–0,7, p=0,325); Jungen: 0,4 % (-0,2–1,1, p=0,221)). Im Durchschnitt liegt sie bei 231,5 pro 100.000 Personen. Ab 2018 können für Jungen signifikant höhere Prävalenzen beobachtet werden als für Mädchen.

in der Altersgruppe der unter 7-Jährigen bis 7,8% bei den 14- bis 17-Jährigen.

Der Median des gemessenen HbA1c-Wertes betrug in Regionen mit sehr niedriger sozioökonomischer Deprivation 7,4% (IQR: 6,8–8,1) und war in Regionen mit sehr hoher sozioökonomischer Deprivation mit 7,7% (IQR: 7,0–8,6, p<0,001) statistisch signifikant höher. Insgesamt

Tabelle 2
HbA1c-Wert im Median bei Kindern und Jugendlichen mit Typ-1-Diabetes im Jahr 2020 nach Geschlecht, Altersgruppe und regionaler sozioökonomischer Deprivation (n=11.557 Mädchen, n=13.043 Jungen)
Quelle: DPV-Register, Datenstand: 15.12.2022; GISD Release 2022 v0.2; eigene Berechnungen

3.2 Qualität der Versorgung

Im Jahr 2020 wurden bei Mädchen statistisch signifikant höhere HbA1c-Werte gemessen als bei Jungen (7,6%; IQR: 6,9–8,4 versus 7,5%; IQR: 6,8–8,3, p<0,001). Mit steigender Altersgruppe nahm der Median leicht zu von 7,3%

	Mädchen		Jungen		Gesamt	
	M (%)	(IQR)	M (%)	(IQR)	M (%)	(IQR)
Alter (Jahre)						
<7	7,3	(6,7–7,9)	7,3	(6,7–7,9)	7,3	(6,7–7,9)
7–10	7,3	(6,7–7,9)	7,2	(6,7–7,9)	7,3	(6,7–7,9)
11–13	7,6	(6,9–8,4)	7,5	(6,8–8,3)	7,5	(6,9–8,3)
14–17	7,8	(7,1–8,7)	7,7	(7,0–8,7)	7,8	(7,0–8,7)
Regionale sozioökonomische Deprivation						
Sehr niedrig	7,4	(6,8–8,1)	7,4	(6,7–8,1)	7,4	(6,8–8,1)
Niedrig	7,5	(6,9–8,2)	7,5	(6,8–8,2)	7,5	(6,8–8,2)
Mittel	7,7	(7,0–8,5)	7,6	(6,9–8,4)	7,6	(6,9–8,4)
Hoch	7,6	(7,0–8,4)	7,5	(6,9–8,4)	7,6	(6,9–8,4)
Sehr hoch	7,8	(7,1–8,6)	7,7	(6,9–8,6)	7,7	(7,0–8,6)
Gesamt	7,6	(6,9–8,4)	7,5	(6,8–8,3)	7,5	(6,9–8,3)

M=Median

IQR=Interquartilsabstand

Tabelle 3
Anteil von Kindern und Jugendlichen mit Typ-1-Diabetes mit mindestens einer diabetischen Ketoazidose bzw. mit mindestens einer schweren Hypoglykämie im Jahr 2020 nach Geschlecht, Altersgruppe und regionaler sozioökonomischer Deprivation

Quelle: DPV-Register, Datenstand: 15.12.2022; GISD Release 2022 v0.2; eigene Berechnungen

	Anteil Kinder und Jugendliche mit mindestens einer diabetischen Ketoazidose (n = 11.735 Mädchen, n = 13.243 Jungen)			Anteil Kinder und Jugendliche mit mindestens einer schweren Hypoglykämie (n = 11.735 Mädchen, n = 13.243 Jungen)		
	Mädchen	Jungen	Gesamt	Mädchen	Jungen	Gesamt
	% (95 %-KI)	% (95 %-KI)	% (95 %-KI)	% (95 %-KI)	% (95 %-KI)	% (95 %-KI)
Alter (Jahre)						
< 7	2,5 (1,7–3,2)	2,7 (2,0–3,4)	2,6 (2,1–3,1)	3,0 (2,2–3,8)	2,4 (1,8–3,1)	2,7 (2,2–3,2)
7–10	2,5 (2,0–3,0)	2,1 (1,7–2,6)	2,3 (2,0–2,7)	3,2 (2,6–3,7)	3,2 (2,6–3,8)	3,2 (2,8–3,6)
11–13	4,2 (3,6–4,8)	3,1 (2,6–3,6)	3,6 (3,2–4,0)	2,6 (2,1–3,1)	3,4 (2,9–3,9)	3,0 (2,6–3,4)
14–17	4,4 (4,0–4,9)	3,7 (3,3–4,1)	4,0 (3,7–4,4)	3,1 (2,7–3,5)	2,9 (2,5–3,2)	3,0 (2,7–3,2)
Regionale sozioökonomische Deprivation						
Sehr niedrig	2,7 (2,2–3,2)	2,2 (1,7–2,6)	2,4 (2,1–2,7)	2,9 (2,3–3,4)	4,1 (3,5–4,7)	3,5 (3,1–3,9)
Niedrig	4,1 (3,4–4,7)	2,9 (2,4–3,4)	3,5 (3,0–3,9)	3,6 (3,0–4,2)	2,7 (2,2–3,2)	3,1 (2,7–3,5)
Mittel	4,0 (3,4–4,6)	3,5 (3,0–4,1)	3,8 (3,4–4,2)	2,9 (2,4–3,4)	2,7 (2,3–3,2)	2,8 (2,5–3,2)
Hoch	3,7 (3,0–4,4)	3,3 (2,7–3,9)	3,5 (3,1–4,0)	2,4 (1,8–2,9)	2,5 (2,0–3,0)	2,4 (2,1–2,8)
Sehr hoch	4,7 (3,8–5,5)	4,3 (3,5–5,0)	4,5 (3,9–5,0)	3,2 (2,5–3,9)	2,8 (2,2–3,5)	3,0 (2,5–3,5)
Gesamt	3,8 (3,4–4,1)	3,2 (2,9–3,5)	3,4 (3,2–3,7)	3,0 (2,7–3,3)	3,0 (2,7–3,3)	3,0 (2,8–3,2)

Bei 3,4 % der behandelten Kinder und Jugendlichen mit Typ-1-Diabetes trat mindestens eine stationär behandelte Ketoazidose auf, häufiger in Regionen mit sehr hoher sozioökonomischer Deprivation.

war ein Gradient der medianen HbA_{1c}-Werte von Regionen mit niedriger sozioökonomischer Deprivation zu solchen mit hoher Deprivation zu verzeichnen (Tabelle 2).

Die medianen HbA_{1c}-Werte haben sich im Zeitraum von 2014 (Mädchen: 7,5 % (IQR: 6,8–8,4); Jungen: 7,5 % (IQR: 6,8–8,3)) bis 2020 (Mädchen: 7,6 % (IQR: 6,9–8,4); Jungen: 7,5 % (IQR: 6,8–8,3)) nicht verändert, abgesehen von leichten Schwankungen zwischen 2016 und 2018.

3,4 % der Kinder und Jugendlichen mit T1D hatten mindestens eine stationär behandelte diabetische Ketoazidose im Jahr 2020. Insgesamt war der Anteil von Mädchen mit mindestens einer diabetischen Ketoazidose statistisch signifikant höher (3,8 %; 95 %-KI: 3,4–4,1) als der von Jungen (3,2 %; 95 %-KI: 2,9–3,5, p=0,03). Bei Kindern und Jugendlichen ab 11 Jahren waren die Anteile von diabetischer Ketoazidose signifikant höher (bei

11- bis 13-Jährigen: 3,6 %; 95 %-KI: 3,2–4,0; bei 14- bis 17-Jährigen: 4,0 %; 95 %-KI: 3,7–4,4) als bei Kindern und Jugendlichen unter 11 Jahren (bei unter 7-Jährigen: 2,6 %; 95 %-KI: 2,1–3,1; bei 7- bis 10-Jährigen: 2,3 %; 95 %-KI: 2,0–2,7) (Tabelle 3).

Der Anteil aller Kinder und Jugendlichen mit T1D, die im Jahr 2020 eine diabetische Ketoazidose hatten, war in Regionen aus dem niedrigsten Deprivations-Quintil (2,4 %; 95 %-KI: 2,1–2,7) statistisch signifikant niedriger als in den anderen Deprivations-Quintilen.

Im Zeitrend hat der Anteil von Kindern und Jugendlichen mit diabetischer Ketoazidose zwischen 2014 und 2020 abgenommen (Abbildung 5). Im Jahr 2014 lag er bei 4,5 %, 2020 bei 3,4 %. Die Anteile sind bei Mädchen stärker zurückgegangen als bei Jungen (Mädchen: 2014: 5,1 %, 2020: 3,8 %; Jungen: 2014: 4,0 %, 2020: 3,2 %).

Abbildung 5 (links)
Anteil der Kinder und Jugendlichen mit Typ-1-Diabetes und mindestens einer diabetischen Ketoazidose im zeitlichen Verlauf (2014–2020)
 (n=79.462 Mädchen, n=87.917 Jungen)
 Quelle: DPV-Register; Datenstand: 29.11.2022

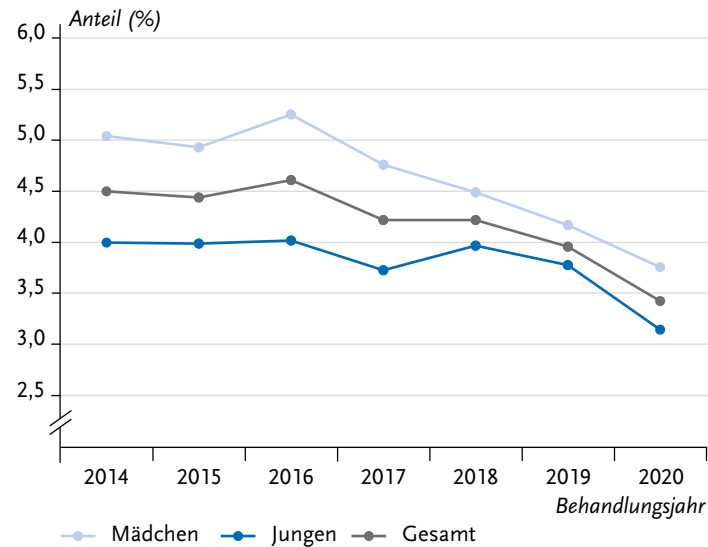
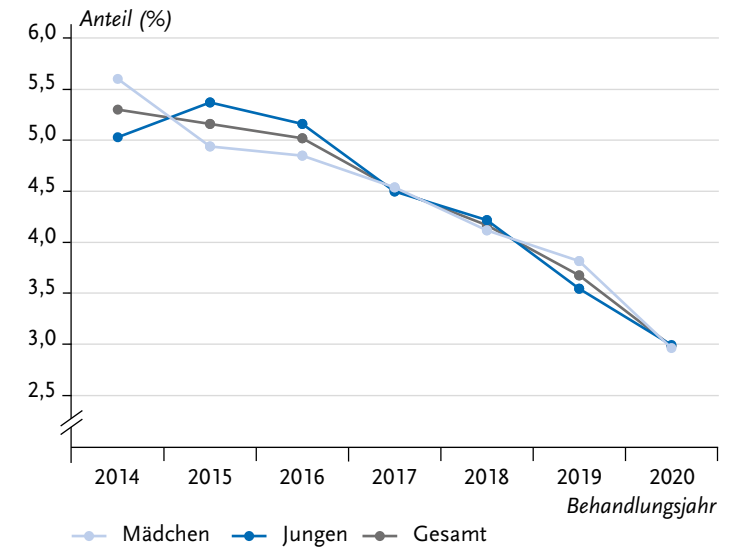


Abbildung 6 (rechts)
Anteil der Kinder und Jugendlichen mit Typ-1-Diabetes und mindestens einer schweren Hypoglykämie im zeitlichen Verlauf (2014–2020)
 (n=79.462 Mädchen, n=87.917 Jungen)
 Quelle: DPV-Register; Datenstand: 29.11.2022



Der Anteil schwerer Hypoglykämien bei 0- bis 17-Jährigen mit Typ-1-Diabetes lag bei 3,0 %.

Bei 3,0% der Kinder- und Jugendlichen mit T1D traten im Jahr 2020 schwere Hypoglykämien auf, ohne statistisch signifikante Unterschiede nach Geschlecht und Alter (Tabelle 3). Im Jahr 2020 hatten 0,7% der Kinder und Jugendlichen mit T1D mindestens eine schwere Hypoglykämie mit Bewusstlosigkeit und 0,5% eine schwere Hypoglykämie mit stationärer Aufnahme. Auch bei diesen beiden Indikatoren lassen sich keine statistisch signifikanten Unterschiede nach Geschlecht oder Alter feststellen (Annex Tabelle 2).

Bei den Anteilen von Kindern und Jugendlichen mit mindestens einer schweren Hypoglykämie im Jahr ist über den Beobachtungszeitraum 2014–2020 ein starker Abfall zu verzeichnen (Abbildung 6). 2014 betrug der Anteil noch 5,3% (95%-KI: 5,0–5,6), 2020 betrug er 3,0% (95%-KI: 2,8–3,2). Ein starker Rückgang ist sowohl bei Jungen (2014: 5,0%; 2020: 3,0%) als auch bei Mädchen (2014: 5,6%; 2020: 3,0%) festzustellen.

Sowohl bei den Anteilen von schweren Hypoglykämien mit Bewusstlosigkeit als auch von schweren Hypoglykämien mit stationärer Aufnahme war zwischen 2014 und 2020 ein kontinuierlicher jährlicher Rückgang zu verzeichnen (Annex Abbildung 1). Im Jahr 2014 betrug der Anteil von Behandelten mit einer schweren Hypoglykämie mit Bewusstlosigkeit 1,7% (95%-KI: 1,6–1,9) der Kinder und Jugendlichen mit Typ-1-Diabetes, 2020 waren es 0,7% (95%-KI: 0,6–0,8). Im Jahr 2014 hatten 1,2% (95%-KI: 1,0–1,3) eine schwere Hypoglykämie und wurden stationär aufgenommen, 2020 betrug dieser Anteil 0,5% (95%-KI: 0,4–0,6).

Zwischen 2014 und 2020 änderten sich Inzidenz, Prävalenz und HbA_{1c}-Wert kaum, während die Akutkomplikationen Ketoazidose und schwere Hypoglykämie deutlich abnahmen.

4. Diskussion

4.1 Inzidenz und Prävalenz des Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen

Einordnung der Ergebnisse und Vergleich mit anderen Studien

Weltweit wird von einem durchschnittlichen Anstieg der Inzidenz von Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen von 3 bis 4 % pro Jahr in den letzten Jahrzehnten ausgegangen [13, 45]. Dieser Schätzung entspricht die jährliche Inzidenzzunahme von 3,4 % bei Kindern und Jugendlichen bis 14 Jahren in Deutschland, die auf Basis von Registerdaten aus dem Zeitraum 1999–2008 berechnet wurde [36]. Dagegen ist, wie hier beschrieben, zwischen 2014 und 2020 keine wesentliche Veränderung der Inzidenz von Typ-1-Diabetes bei unter 18-Jährigen in Deutschland erkennbar. Auch in anderen Ländern war in den letzten Jahren ein Abflachen des Anstiegs oder ein Absinken der Inzidenz zu verzeichnen, zum Beispiel in Schweden [46] und Finnland [47].

Die länderspezifischen Inzidenzraten und zeitlichen Trends unterscheiden sich stark im globalen Vergleich [48–50]. So reichen sie für die Altersgruppe 0–14 Jahre von unter 5 pro 100.000 Personenjahre (z. B. Japan: 2,2) bis über 30 pro 100.000 Personenjahre (z. B. Finnland: 52,2) [49, 50]. Auch innerhalb Deutschlands lassen sich regionale Unterschiede in den zeitlichen Entwicklungen der Inzidenz erkennen [14].

Die T1D-Gesamtprävalenz bei Kindern und Jugendlichen stellt sich über den Zeitraum von 2014 bis 2020 hinweg fast unverändert dar. Prävalenzschätzungen auf der Basis von Daten für Kinder und Jugendliche zwischen 0 und 19 Jahren für den Zeitraum 2002–2020 in Nordrhein-Westfalen

gehen von einer ähnlichen Prävalenz von 247,1 pro 100.000 Personen (95 %-KI: 240,3–253,9) aus, mit einem jährlichen Anstieg von 2,9 % (95 %-KI: 2,7–3,1) [51]. Ebenfalls auf dem bundesweiten DPV-Register basierende Daten zeigen, dass der frühere deutliche T1D-Prävalenzanstieg im Zeitraum von 2002 bis 2020 abgeflacht ist (Anstieg zwischen 2002–2008: 6,3 %; 2008–2014: 3,1 %; 2014–2020: 0,5 %), und dass die Prävalenz seit 2014 nur in der Altersgruppe der 15- bis 19-Jährigen angestiegen ist [52]. Für das Jahr 2020 konnte erwartungsgemäß beobachtet werden, dass die Prävalenz mit den Altersgruppen anstieg. Dies deckt sich mit Befunden aus Nordrhein-Westfalen aus dem Jahr 2010 [14].

Für 2020 zeigen sich höhere T1D-Inzidenzen in Kreisen mit sehr hoher Deprivation als in Kreisen mit sehr niedriger Deprivation. Allerdings gibt es nach Adjustierung für die geografische Lage (Nord/Zentral/Süd) keinen Hinweis mehr auf einen Zusammenhang zwischen regionaler sozioökonomischer Deprivation nach dem GISD auf Kreisebene und der T1D-Inzidenz bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Daten zu Neuerkrankungen bei unter 20-Jährigen zwischen 2007 und 2014 in Nordrhein-Westfalen zeigen (bezogen auf Umgebungsfaktoren und Erwerbstätigkeitsrate) eine höhere Inzidenz in weniger deprivierten Gemeinden sowie in entlegeneren Regionen. Dabei ist der Zusammenhang zwischen der Inzidenz und dem Urbanisierungsgrad stärker als der Zusammenhang zwischen Inzidenz und sozioökonomischer Deprivation [53]. In die gleiche Richtung weisen Daten zur Inzidenz von Typ-1-Diabetes bei 0- bis 14-jährigen Kindern und Jugendlichen in Nordrhein-Westfalen zwischen 1996 und 2000 [54].

In den vorliegenden Daten zeigte sich eine höhere T1D-Prävalenz in Kreisen mit höherer sozioökonomischer Deprivation. Daten aus England und Wales zeigen nur unwesentliche Unterschiede in der T1D-Häufigkeit nach sozioökonomischer Deprivation, die allenfalls leicht in Richtung eines höheren Anteils an Kindern mit T1D in Regionen höchster Deprivation weisen [55]. Während sich für erhöhte T2D-Prävalenzen in stärker deprivierten Regionen Erklärungsansätze finden (beispielsweise eingeschränkter Zugang zu Bewegungsmöglichkeiten, höherer Anteil an Adipositas) [55], ist der Zusammenhang bezüglich T1D unklar und nicht eindeutig.

Bei der Interpretation der sozialräumlichen Unterschiede von Inzidenz und Prävalenz sollte ein möglicher Einfluss weiterer Faktoren wie beispielsweise geografisch unterschiedliche Umweltfaktoren bedacht werden. Visuell lässt sich kein wesentlicher Zusammenhang zwischen Inzidenzen beziehungsweise Prävalenzen und GISD erkennen (**Abbildung 2**). Insgesamt zeigen internationale ökologische Analysen zur Typ-1-Diabetes-Inzidenz uneinheitliche Ergebnisse, so dass es bis jetzt keine eindeutige Evidenz über die Einflüsse von räumlichen sozioökonomischen oder klimatischen Faktoren auf die Inzidenz gibt [48]. Die regionalen Unterschiede der Inzidenzen von Typ-1-Diabetes sowie die Veränderungen im zeitlichen Verlauf weisen auf ein multifaktorielles Krankheitsgeschehen hin [48]. Wie stark genetische Faktoren bzw. Umweltfaktoren für das Erkrankungsrisiko von Bedeutung sind, ist weiterhin Gegenstand der Forschung. Umweltfaktoren, die in engem Zusammenhang mit dem Urbanisierungsgrad und dem sozioökonomischen Status stehen, werden als relevant für die Erkrankung diskutiert, die Evidenzlage ist aber

inkonsistent [48]. Es gibt Hinweise darauf, dass frühkindlicher Kontakt mit Krankheitserregern, häufiger bei hoher Bevölkerungsdichte, möglicherweise vor der Entwicklung von Typ-1-Diabetes bei genetischer Veranlagung schützt. Dementsprechend ging in manchen Ländern eine niedrige Erkrankungsrate mit hoher Bevölkerungsdichte einher, allerdings zeigten sich in anderen Ländern hohe Inzidenzen in städtischen Räumen. Als Ursachen dieser widersprüchlichen Beobachtungen werden unterschiedliche Definitionen von ländlichem und städtischem Raum und Unterschiede in den sozioökonomischen Lebensumständen diskutiert [48]. Weiterhin gibt es Hinweise für einen Zusammenhang zwischen der Inzidenz von Typ-1-Diabetes und klimatischen Bedingungen [56].

Der Anstieg der Inzidenz im Jahr 2020 im Vergleich zum Vorjahr insgesamt sowie bei Jungen sollte zudem vor dem Hintergrund der COVID-19-Pandemie betrachtet werden. Eine Analyse aus dem Jahr 2022 zeigte einen unerwarteten Anstieg der Inzidenz des T1D in den ersten eineinhalb Jahren der Pandemie [57]. So lag die Inzidenz zwischen dem 1. Januar 2020 und dem 30. Juni 2021 mit 24,4 je 100.000 Personenjahre (95%-KI: 23,6–25,2) über der erwarteten Inzidenz von 21,2 (95%-KI: 20,5–21,9) und ergab eine „incidence rate ratio“ (IRR) von 1,15 (95%-KI: 1,10–1,20), d. h. dass die Inzidenz etwa 15% höher lag als aufgrund des langjährigen Trends zu erwarten war. Es bestanden keine Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen. Stratifiziert nach Altersgruppen zeigte sich eine erhöhte IRR für Kinder unter 6 Jahre (1,23; 95%-KI: 1,13–1,33) und 6 bis 11 Jahre (1,18; 95%-KI: 1,11–1,26), aber nicht für die älteren Kinder und Jugendlichen [57]. Eine Metaanalyse lieferte unter Berücksichtigung von 24 internationalen Studien Hinweise

auf einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der COVID-19-Pandemie und einem weltweiten Anstieg der T1D-Inzidenz bei Kindern und Jugendlichen [58]. Insgesamt ist der Forschungsstand zur Entwicklung der T1D-Inzidenz heterogen [59]. Zur Erforschung der Ursachen des Anstiegs der T1D-Inzidenz sind weitere Studien notwendig. Einerseits könnte eine SARS-CoV-2-Infektion möglicherweise direkt die Entstehung des T1D begünstigen. Andererseits könnten die Maßnahmen zur Eindämmung der COVID-19-Pandemie und der damit verbundene Stress indirekt Einfluss auf die Krankheitsentstehung haben [60].

Schlussfolgerungen für Public Health

Die Prävalenz von T1D ist eine zur Planung von Versorgung entscheidende Maßzahl. Nach den Ergebnissen muss mindestens mit einem konstanten Bedarf an Versorgung von Kindern und Jugendlichen mit Typ-1-Diabetes in den nächsten Jahren gerechnet werden [14]. Der Inzidenzanstieg während der COVID-19-Pandemie sollte im Blick behalten und weiter untersucht werden [60]. Laut Diabetes Atlas der International Diabetes Federation befindet sich Deutschland unter den zehn Ländern mit den meisten inzidenten Fällen sowie der höchsten geschätzten Prävalenz von Typ-1-Diabetes [50, 61].

4.2 Indikatoren der Versorgungsqualität bei Kindern und Jugendlichen mit Typ-1-Diabetes

Einordnung der Ergebnisse und Vergleich mit anderen Studien

Die HbA_{1c}-Werte sind im Zeittrend konstant. Da der mediane HbA_{1c}-Wert mit 7,5% knapp über dem empfohlenen

Richtwert der deutschen Leitlinien von <7,5% [16] bzw. über dem empfohlenen Richtwert der internationalen Leitlinien von <7,0% [17] liegt, kann von einem Verbesserungsbedarf ausgegangen werden. Andere Studien beobachten, kongruent zu unserer Studie, bei Indikatoren wie Stoffwechseleinstellung und diabetischer Ketoazidose im Verlauf signifikante Geschlechterunterschiede und berichten für Mädchen höhere HbA_{1c}-Werte als für Jungen [62].

Für die betrachteten Versorgungsindikatoren ist eine positive Entwicklung über die beobachtete Zeitspanne von 2014–2020 festzustellen. Die Häufigkeiten von Akutkomplikationen bei Kindern und Jugendlichen mit T1D haben in diesem Zeitraum sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen abgenommen.

Der beobachtete Rückgang von diabetischen Ketoazidosen ist vor allem auf einen starken Rückgang bei Mädchen zurückzuführen. Dennoch waren im Jahr 2020 Mädchen häufiger von diabetischen Ketoazidosen betroffen als Jungen. Das in der Literatur beschriebene höhere Risiko für diabetische Ketoazidosen in den höheren Altersgruppen [63] konnte in dieser Studie für das Jahr 2020 beobachtet werden. In Regionen mit höherer sozioökonomischer Deprivation trat bei Kindern und Jugendlichen mit T1D häufiger eine diabetische Ketoazidose auf als in Regionen mit einer geringeren sozioökonomischen Deprivation. Diese Beobachtung ist konsistent mit den Ergebnissen aus anderen Studien [64, 65].

Der beobachtete Rückgang der Anteile von schweren Hypoglykämien über die Jahre deckt sich mit der Literatur [66] und ist sowohl bei Jungen als auch bei Mädchen stark ausgeprägt. In Bezug auf die sozialräumliche Lage lassen sich keine eindeutigen Zusammenhänge feststellen. Nur

bei den Jungen mit T1D zeigen sich in der deskriptiven Analyse in Regionen mit der niedrigsten sozioökonomischen Deprivation signifikant häufiger schwere Hypoglykämien als in den anderen Regionen. In einer Studie mit Daten aus den Jahren 2015 und 2016 [64] wird berichtet, dass die Häufigkeiten von schweren Hypoglykämien von Regionen mit der geringsten Deprivation zu Regionen mit der höchsten Deprivation graduell abnehmen.

Ebenso zeigte sich über die Zeitspanne 2014–2020 ein Rückgang der Anteile von Kindern und Jugendlichen mit T1D, die im jeweiligen Behandlungsjahr eine Hypoglykämie mit Bewusstlosigkeit oder eine Hypoglykämie mit stationärer Aufnahme hatten.

Schlussfolgerungen für Public Health

Die Betrachtung des Zeittrends von 2014 bis 2020 zeigte, dass sich bei den Akutkomplikationen die Anteile der Mädchen und Jungen angeglichen haben und signifikante Unterschiede im Jahr 2020 zwischen Mädchen und Jungen nur bei diabetischen Ketoazidosen bestehen. Es wurde keine Therapieauswahl analysiert, jedoch ist eine mögliche Erklärung für die Angleichung der Geschlechter die Tatsache, dass sich bei Mädchen der Einsatz von Insulinpumpen stärker verbreitet hat als bei Jungen, sodass die Insulinpumpentherapie bei Mädchen mittlerweile häufiger eingesetzt wird als bei Jungen [33, 62].

Die Vermeidung insbesondere schwerer hypoglykämischer Episoden kann als Qualitätsindikator einer guten Blutzuckereinstellung angesehen werden und auf zunehmend adressatengerecht durchgeführte Schulungen hinweisen [26]. Hypoglykämien können Folgekomplikationen wie kardiovaskuläre Ereignisse und Demenz oder Unfälle

und sturzbedingte Frakturen bis hin zum Tod haben [67]. In den letzten Jahren haben sich medizinisch-technische Hilfsmittel wie das kontinuierliche Glukosemonitoring und Insulinpumpen, die die Einstellung eines Typ-1-Diabetes erleichtern, bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland stark verbreitet [68]. Unter einer Insulinpumpentherapie ist die Gefahr einer Hypoglykämie geringer als bei einer Spritzen Therapie und im Mittel zeigt sich eine bessere Stoffwechseleinstellung [69, 70]. 93 % aller Kinder mit T1D, die im Jahr 2020 jünger als fünf Jahre waren, verwendeten eine Insulinpumpe [69]. Außerdem zeigen sich eine Verbesserung der Blutzuckereinstellung und ein niedrigerer durchschnittlicher HbA1c-Wert durch den Einsatz von kontinuierlichem Glukosemonitoring [71]. Zusätzlich kann das Hypoglykämierisiko durch den zunehmenden Einsatz von AID-Systemen, die unter anderem eine automatisierte Abschaltung der Insulinzufuhr bei Hypoglykämie oder vor drohender Hypoglykämie ermöglichen, weiter reduziert werden [30, 72]. In diesem Kontext sollten die Auswirkungen der Verbreitung von Versorgungstechnologien und der Zusammenhang mit der sozialen Lage bei Kindern und Jugendlichen zukünftig weiter untersucht werden.

Der HbA1c-Wert wird zunehmend durch die Betrachtung der Zeit im Zielbereich (Time in Range, TIR) bzw. im Hypoglykämiebereich (Time below Range, T_{bR}) aus Glukoseprofilen ergänzt. Dadurch kann auch die kurz- bis mittelfristige Glukosekontrolle analysiert werden und wird möglicherweise neben dem HbA1c-Wert zukünftig für Therapieentscheidungen in der Versorgung relevant sein [73].

Insgesamt weisen die Ergebnisse darauf hin, dass sich die Versorgung von Typ-1-Diabetes in Deutschland verbessert hat. Allerdings zeigt sich an den Indikatoren HbA1c

und diabetische Ketoazidose, dass eine Ungleichheit in der Versorgung von Kindern und Jugendlichen abhängig von der regionalen sozioökonomischen Lage, die bereits in anderen Studien beobachtet wurde [32, 64], weiterhin besteht. Es gibt Hinweise darauf, dass es sinnvoll ist, insbesondere in Regionen mit höherer sozioökonomischer Deprivation über Schulungen auch Beteiligte in weiteren Lebenswelten (Betreuende und Gleichaltrige in Kitas, Schulen und Freizeit) in die Behandlung und Prävention von Komplikationen einzubeziehen. Zudem ist es wichtig, die Gesundheitskompetenz und das Alter der Adressatengruppe bei Schulungen zu berücksichtigen [24]. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass manche Patientinnen und Patienten während der Pandemie den Kontakt zur medizinischen Versorgung aufgeschoben haben, sodass deren Verlaufsdaten für das Jahr 2020 nicht erfasst werden konnten. Um die Auswirkungen der Pandemie auf die Versorgungsqualität von Kindern und Jugendlichen mit T1D genauer zu untersuchen, sind weitere Analysen notwendig, die die Pandemiezeit in den Fokus nehmen [74, 75]. Effekte der Pandemie können auch verzögert auftreten. Aus diesem Grund erscheint es wichtig, relevante Indikatoren auch für die Jahre 2021 und 2022 sowie darüber hinaus zu verfolgen, da in den späteren Wellen der Pandemie vor allem jüngere Menschen infiziert wurden.

Weiterhin ist eine standardisierte Dokumentation für Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen wie das DPV-Register für wiederkehrende und longitudinale Analysen wichtig (www.d-p-v.eu [35]).

4.3 Stärken und Limitationen

Der vorliegende Artikel fasst Daten aus laufenden Diabetesregistern in Deutschland zu Inzidenz, Prävalenz und Versorgung von T1D zusammen und verknüpft die Ergebnisse mit Informationen zum GISD, um so einen umfangreichen Überblick zu zeitlichen Trends und aktuellen Unterschieden nach sozialräumlicher Lage zu liefern. Die bundesweiten DPV-Daten zur Inzidenz und Prävalenz weisen eine hohe Erfassungsvollständigkeit auf, die mithilfe von Capture-Recapture-Methoden anhand der Daten für Nordrhein-Westfalen des Diabetesregisters des DDZ geschätzt wurde. Die Datenerhebung in Nordrhein-Westfalen wird seit über 20 Jahren mit weitgehend derselben Methodik durchgeführt [36]. Die Schätzungen für Inzidenz und Prävalenz wurden für die geringe Untererfassung korrigiert. Dennoch ist zu beachten, dass die Datenqualität von der Dokumentationspraxis der an den Registern freiwillig teilnehmenden Kliniken und Praxen abhängt. Die Schätzungen zur Inzidenz und Prävalenz des T1D und der entsprechenden Trends basieren auf Modellanalysen und sollten daher als Näherung gesehen werden. Mit dem verwendeten mehrdimensionalen Index zur regionalen sozioökonomischen Deprivation fand eine ökologische Korrelation mit den betrachteten Indikatoren auf kleinräumiger regionaler Ebene statt. Der Index kann daher eine Messung des sozioökonomischen Status auf Personenebene nicht ersetzen.

4.4 Fazit

Inzidenz und Prävalenz des Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen haben sich im Zeitraum 2014–2020 nur

unwesentlich verändert. Es zeigen sich differenziert nach regionaler sozioökonomischer Deprivation einzelne Unterschiede. Der Zusammenhang der sozialräumlichen Lage mit der Inzidenz ist nicht eindeutig und sollte, ebenso wie der Einfluss von genetischen und Umweltfaktoren sowie der COVID-19-Pandemie, Gegenstand weiterer Forschung sein. Dabei wäre es von Interesse, die Altersverteilung der Inzidenzen und Prävalenzen in Relation zur regionalen sozioökonomischen Deprivation zu betrachten.

In Bezug auf den Langzeitblutzuckerwert HbA_{1c} lässt sich keine Veränderung im Zeitverlauf beobachten. Es wäre zu analysieren, welche Maßnahmen und Interventionen zu einer langfristigen Senkung der HbA_{1c}-Werte und somit einer besseren Versorgung des Diabetes bei Kindern und Jugendlichen beitragen könnten.

Für die betrachteten Akutkomplikationen zeigt sich eine Verbesserung im Zeittrend sowie eine Abnahme der Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen. Dies weist darauf hin, dass die starke Verbreitung von medizinisch-technischen Hilfsmitteln in der Versorgung von Kindern und Jugendlichen mit Typ-1-Diabetes dazu beigetragen hat, Komplikationen zu reduzieren. Weiterhin zeigt sich ein höherer Anteil an Kindern und Jugendlichen mit Typ-1-Diabetes mit mindestens einer diabetischen Ketoazidose in Regionen mit höherer sozioökonomischer Deprivation. Es kann davon ausgegangen werden, dass vor allem in diesen sozioökonomisch benachteiligten Gegenden die Versorgung der Erkrankung und die Aufklärung zu Risikofaktoren und Ursachen von diabetischen Ketoazidosen verbessert werden kann.

Die Daten zur Häufigkeit und Versorgung des T1D bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland zeigen die

Bedeutung der Register und der Integration der Registerdaten in das System der Diabetes-Surveillance am RKI. Ziel der Diabetes-Surveillance ist eine regelmäßige indikatorbasierte Diabetesberichterstattung zur zeitnahen und handlungsorientierten Information der Gesundheitspolitik, Gesundheitsforschung, Krankenversorgung und Public-Health-Praxis.

Korrespondenzadresse

Oktay Tuncer
Robert Koch-Institut
Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring
General-Pape-Str. 62–66
12101 Berlin
E-Mail: TuncerO@rki.de

Zitierweise

Buchmann M, Tuncer O, Auzanneau M, Eckert AJ, Rosenbauer J et al. (2023) Inzidenz, Prävalenz und Versorgung von Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland: Zeittrends und sozialräumliche Lage. *J Health Monit* 8(2): 59–81. DOI 10.25646/11385.2

Die englische Version des Artikels ist verfügbar unter: www.rki.de/jhealthmonit-en

Datenschutz und Ethik

Alle genutzten Datenquellen wurden von den zuständigen Ethikkommissionen beurteilt und ihrer Nutzung zugestimmt. Die Zusammenführung und Auswertung für die Nationale Diabetes-Surveillance sowie für diesen Artikel basiert ausschließlich auf komplett anonymisierten Daten.

Datenverfügbarkeit

Für die DPV-Daten besteht sowohl die Möglichkeit der Nutzung im Rahmen von wissenschaftlichen Kooperationen als auch die Möglichkeit der Datenfernverarbeitung. Das DPV-Gremium und die Autorengruppe sind hierbei Ansprechpersonen.

Die Daten für den am RKI entwickelten German Index of Socioeconomic Deprivation (GISD) stehen auf der Plattform Zenodo (<https://zenodo.org/record/6840304>) und auf GitHub (https://github.com/robert-koch-institut/German_Index_of_Socioeconomic_Deprivation_GISD) zur Verfügung.

Förderungshinweis

Teile der hier präsentierten Ergebnisse wurden als Kooperationsprojekt im Rahmen des Aufbaus einer Nationalen Diabetes-Surveillance am Robert Koch-Institut durch das Bundesministerium für Gesundheit gefördert (Förderkennzeichen: GE20150323, GE20190305, 2522DIA700). Weitere Förderung erfolgte durch das Deutsche Zentrum für Diabetesforschung (Förderkennzeichen 82DZD014E03, 82DZD00202) und die Deutsche Diabetes-Gesellschaft.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen und Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Danksagung

Die Autorinnen und Autoren bedanken sich bei A. Hungele und R. Ranz, medizinische Dokumentare an der Universität Ulm, ZIBMT, für die Entwicklung der DPV-Software und die Hilfe bei der Datenverarbeitung. Außerdem

bedanken wir uns für die Zusammenarbeit im Rahmen des Kooperationsprojektes mit der Diabetes-Surveillance bei Prof. Andreas Neu, Tübingen, Frau Dr. Rothe und Herrn Dr. Manuwald, Dresden und Prof. Jochen Seufert, Freiburg.

Literatur

1. DiMeglio LA, Evans-Molina C, Oram RA (2018) Type 1 diabetes. *Lancet* 391(10138):2449–2462
2. Pociot F, Lernmark Å (2016) Genetic risk factors for type 1 diabetes. *Lancet* 387(10035):2331–2339
3. Rewers M, Ludvigsson J (2016) Environmental risk factors for type 1 diabetes. *Lancet* 387(10035):2340–2348
4. Rosenbauer J, Neu A, Rothe U et al. (2019) Diabetestypen sind nicht auf Altersgruppen beschränkt: Typ-1-Diabetes bei Erwachsenen und Typ-2-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen. *J Health Monit* 4(2):31–53. <https://edoc.rki.de/handle/176904/6016> (Stand: 25.04.2023)
5. Rawshani A, Sattar N, Franzén S et al. (2018) Excess mortality and cardiovascular disease in young adults with type 1 diabetes in relation to age at onset: a nationwide, register-based cohort study. *Lancet* 392(10146):477–486
6. Rawshani A, Rawshani A, Franzén S et al. (2017) Mortality and Cardiovascular Disease in Type 1 and Type 2 Diabetes. *N Engl J Med* 376(15):1407–1418
7. Lind M, Svensson AM, Kosiborod M et al. (2014) Glycemic control and excess mortality in type 1 diabetes. *N Engl J Med* 371(21):1972–1982
8. James S, Gallagher R, Dunbabin J et al. (2014) Prevalence of vascular complications and factors predictive of their development in young adults with type 1 diabetes: systematic literature review. *BMC Res Notes* 7(1):593
9. Hallström S, Svensson AM, Pivodic A et al. (2021) Risk factors and incidence over time for lower extremity amputations in people with type 1 diabetes: an observational cohort study of 46,088 patients from the Swedish National Diabetes Registry. *Diabetologia* 64(12):2751–2761
10. Vanstone M, Rewegan A, Brundisini F et al. (2015) Patient Perspectives on Quality of Life With Uncontrolled Type 1 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Qualitative Meta-synthesis. *Ont Health Technol Assess Ser* 15(17):1–29

11. Livingstone SJ, Levin D, Looker HC et al. (2015) Estimated life expectancy in a Scottish cohort with type 1 diabetes, 2008–2010. *JAMA* 313(1):37–44
12. Gregory GA, Robinson TIG, Linklater SE et al. (2022) Global incidence, prevalence, and mortality of type 1 diabetes in 2021 with projection to 2040: a modelling study. *Lancet Diabetes Endocrinol* 10(10):741–760
13. Tuomilehto J, Ogle GD, Lund-Blix NA et al. (2020) Update on Worldwide Trends in Occurrence of Childhood Type 1 Diabetes in 2020. *Pediatr Endocrinol Rev* 17(Suppl 1):198–209
14. Stahl-Pehe A, Rosenbauer J (2019) Inzidenz und Prävalenz des Typ-1-Diabetes in Deutschland. *Der Diabetologe* 15(3):206–216
15. Gabrys L, Schmidt C, Heidemann C et al. (2017) Diabetes-Surveillance in Deutschland – Hintergrund, Konzept, Ausblick. *J Health Monit* 2(1):91–104. <https://edoc.rki.de/handle/176904/2586> (Stand: 17.05.2023)
16. Deutsche Diabetes Gesellschaft, Arbeitsgemeinschaft für pädiatrische Diabetologie (2015) Diagnostik, Therapie und Verlaufskontrolle des Diabetes mellitus im Kindes- und Jugendalter. S3-Leitlinie der DDG und AGPD 2015. AWMF-Registernummer 057–016. https://register.awmf.org/assets/guidelines/057-016_S3_Diabetes_mellitus_Kinder_Jugendliche__2017-02-abgelaufen.pdf (Stand: 12.01.2023)
17. de Bock M, Codner E, Craig ME et al. (2022) ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2022: Glycemic targets and glucose monitoring for children, adolescents, and young people with diabetes. *Pediatr Diabetes* 23(8):1270–1276
18. Deutsche Diabetes Gesellschaft (2018) S3-Leitlinie Therapie des Typ-1-Diabetes. 2. Auflage. https://www.ddg.info/fileadmin/user_upload/05_Behandlung/01_Leitlinien/Evidenzbasierte_Leitlinien/2018/S3-LL-Therapie-Typ-1-Diabetes-Auflage-2-Langfassung-09042018.pdf (Stand: 03.01.2023)
19. Dunger DB, Edge JA (2001) Predicting cerebral edema during diabetic ketoacidosis. *N Engl J Med* 344(4):302–303
20. Hammersen J, Tittel SR, Warncke K et al. (2021) Previous diabetic ketoacidosis as a risk factor for recurrence in a large prospective contemporary pediatric cohort: Results from the DPV initiative. *Pediatr Diabetes* 22(3):455–462
21. Karges B, Rosenbauer J, Holterhus PM et al. (2015) Hospital admission for diabetic ketoacidosis or severe hypoglycemia in 31,330 young patients with type 1 diabetes. *Eur J Endocrinol* 173(3):341–350
22. Hursh BE, Ronsley R, Islam N et al. (2017) Acute Kidney Injury in Children With Type 1 Diabetes Hospitalized for Diabetic Ketoacidosis. *JAMA Pediatr* 171(5):e170020
23. Ghetti S, Kuppermann N, Rewers A et al. (2020) Cognitive Function Following Diabetic Ketoacidosis in Children With New-Onset or Previously Diagnosed Type 1 Diabetes. *Diabetes Care* 43(11):2768–2775
24. Lindholm Olinde A, DeAbreu M, Greene S et al. (2022) ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2022: Diabetes education in children and adolescents. *Pediatr Diabetes* 23(8):1229–1242
25. Awoniyi O, Rehman R, Dagogo-Jack S (2013) Hypoglycemia in Patients with Type 1 Diabetes: Epidemiology, Pathogenesis, and Prevention. *Curr Diab Rep* 13(5):669–678
26. Rodriguez-Gutierrez R, Lipska KJ, McCoy RG et al. (2016) Hypoglycemia as an indicator of good diabetes care. *BMJ* 352:i1084
27. Ware J, Allen JM, Boughton CK et al. (2022) Randomized Trial of Closed-Loop Control in Very Young Children with Type 1 Diabetes. *N Engl J Med* 386(3):209–219
28. Danne T, Biester T, Kapellen T (2023) Diabetes bei Kindern und Jugendlichen. In: *Diabetes-Hilfe DDGDudD (Hrsg) Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2023 – Die Bestandsaufnahme*. Kirchheim + Co GmbH, Mainz, S. 140–146
29. Yeoh E, Choudhary P, Nwokolo M et al. (2015) Interventions That Restore Awareness of Hypoglycemia in Adults With Type 1 Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis. *Diabetes Care* 38(8):1592–1609
30. Abraham MB, Karges B, Dovc K et al. (2022) ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2022: Assessment and management of hypoglycemia in children and adolescents with diabetes. *Pediatr Diabetes* 23(8):1322–1340
31. Heidemann C, Du Y, Baumert J et al. (2019) Soziale Ungleichheit und Diabetes mellitus – zeitliche Entwicklung bei Erwachsenen in Deutschland. *J Health Monit* 4(2):12–30. <https://edoc.rki.de/handle/176904/6015> (Stand: 25.04.2023)
32. Addala A, Auzanneau M, Miller K et al. (2021) A Decade of Disparities in Diabetes Technology Use and HbA(1c) in Pediatric Type 1 Diabetes: A Transatlantic Comparison. *Diabetes Care* 44(1):133–140
33. Auzanneau M, Rosenbauer J, Maier W et al. (2021) Heterogeneity of Access to Diabetes Technology Depending on Area Deprivation and Demographics Between 2016 and 2019 in Germany. *J Diabetes Sci Technol* 15(5):1059–1068

34. Hofer SE, Schwandt A, Holl RW (2016) Standardized Documentation in Pediatric Diabetology: Experience From Austria and Germany. *J Diabetes Sci Technol* 10(5):1042–1049
35. Diabetes-Patienten-Verlaufsdokumentation (DPV). www.d-p-v.eu (Stand: 22.02.2023)
36. Bendas A, Rothe U, Kiess W et al. (2015) Trends in Incidence Rates during 1999–2008 and Prevalence in 2008 of Childhood Type 1 Diabetes Mellitus in Germany – Model-Based National Estimates. *PLoS one* 10(7):e0132716
37. Nathan DM, Genuth S, Lachin J et al. (1993) The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 329(14):977–986
38. Michalski N, Reis M, Tetzlaff F et al. (2022) German Index of Socioeconomic Deprivation (GISD): Revision, Aktualisierung und Anwendungsbeispiele. *J Health Monit* 7(S5): 2–23. <https://edoc.rki.de/handle/176904/10493> (Stand: 20.07.2023)
39. Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2022) Zensus 2011. https://www.zensus2011.de/DE/Zensus2011/zensus2011_node.html (Stand: 27.04.2023)
40. Burnham KP, Anderson DR (2002) Model Selection and Multimodel Inference. A Practical Information-Theoretic Approach. Springer, New York
41. Bishop YM, Fienberg SE, Holland PW (2007) Discrete Multivariate Analysis: Theory and Practice. Springer, New York
42. McCullagh P, Nelder JA (1989) Generalized Linear Models Monographs on Statistics and Applied Probability. 2. Edition. Chapman & Hall/CRC, London, New York
43. Woodward M (2013) Epidemiology – Study Design and data Analysis. 3. Edition. Chapman Hall, CRC Press, New York
44. QGIS Development Team (2023) QGIS Geographic Information System. <http://www.qgis.org> (Stand: 27.04.2023)
45. DIAMOND Project Group (2006) Incidence and trends of childhood Type 1 diabetes worldwide 1990–1999. *Diabet Med* 23(8):857–866
46. Berhan Y, Waernbaum I, Lind T et al. (2011) Thirty years of prospective nationwide incidence of childhood type 1 diabetes: the accelerating increase by time tends to level off in Sweden. *Diabetes* 60(2):577–581
47. Parviainen A, But A, Siljander H et al. (2020) Decreased Incidence of Type 1 Diabetes in Young Finnish Children. *Diabetes Care* 43(12):2953–2958
48. Borchers AT, Uibo R, Gershwin ME (2010) The geoepidemiology of type 1 diabetes. *Autoimmun Rev* 9(5):A355–365
49. Patterson CC, Karuranga S, Salpea P et al. (2019) Worldwide estimates of incidence, prevalence and mortality of type 1 diabetes in children and adolescents: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. *Diabetes Res Clin Pract* 157:107842
50. Ogle GD, James S, Dabelea D et al. (2022) Global estimates of incidence of type 1 diabetes in children and adolescents: Results from the International Diabetes Federation Atlas, 10th edition. *Diabetes Res Clin Pract* 183:109083
51. Baechle C, Stahl-Pehe A, Prinz N et al. (2022) Prevalence trends of type 1 and type 2 diabetes in children and adolescents in North Rhine-Westphalia, the most populous federal state in Germany, 2002–2020. *Diabetes Res Clin Pract* 190:109995
52. Stahl-Pehe A, Kamrath C, Prinz N et al. (2022) Prevalence of type 1 and type 2 diabetes in children and adolescents in Germany from 2002 to 2020: A study based on electronic health record data from the DPV registry. *J Diabetes* 14(12):840–850
53. Castillo-Reinado K, Maier W, Holle R et al. (2020) Associations of area deprivation and urban/rural traits with the incidence of type 1 diabetes: analysis at the municipality level in North Rhine-Westphalia, Germany. *Diabet Med* 37(12):2089–2097
54. du Prel JB, Icks A, Grabert M et al. (2007) Socioeconomic conditions and type 1 diabetes in childhood in North Rhine-Westphalia, Germany. *Diabetologia* 50(4):720–728
55. Catherine JP, Russell MV, Peter CH (2021) The impact of race and socioeconomic factors on paediatric diabetes. *Eclinical Medicine* 42:101186
56. Chen YL, Huang YC, Qiao YC et al. (2017) Climates on incidence of childhood type 1 diabetes mellitus in 72 countries. *Sci Rep* 7(1):12810
57. Kamrath C, Rosenbauer J, Eckert AJ et al. (2022) Incidence of Type 1 Diabetes in Children and Adolescents During the COVID-19 Pandemic in Germany: Results From the DPV Registry. *Diabetes Care* 45(8):1762–1771
58. Rahmati M, Keshvari M, Mirnasuri S et al. (2022) The global impact of COVID-19 pandemic on the incidence of pediatric new-onset type 1 diabetes and ketoacidosis: A systematic review and meta-analysis. *J Med Virol* 94(11):5112–5127

59. Rosenbauer J, Kamrath C, Neu A et al. (2023) COVID-19 Pandemie: Inzidenz und Ketoazidose bei Manifestation des Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen. In: Diabetes-Hilfe DDGDudD (Hrsg) Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2023 – Die Bestandsaufnahme. Kirchheim + Co GmbH, Mainz, S. 50–60
60. Rosenbauer J, Kamrath C, Neu A et al. (2021) COVID-19-Pandemie: Auswirkungen auf die Inzidenz des Typ-1-Diabetes bei Kindern und Jugendlichen. In: Diabetes-Hilfe DDGDudD (Hrsg) Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2022 – Die Bestandsaufnahme. Kirchheim + Co GmbH, Mainz, S. 62–70
61. International Diabetes Federation (2021) IDF Diabetes Atlas 10th Edition. https://diabetesatlas.org/idfawp/resource-files/2021/07/IDF_Atlas_10th_Edition_2021.pdf (Stand: 23.12.2022)
62. Boettcher C, Tittel SR, Meissner T et al. (2021) Sex differences over time for glycemic control, pump use and insulin dose in patients aged 10–40 years with type 1 diabetes: a diabetes registry study. *BMJ Open Diabetes Res Care* 9:1–8
63. Ehrmann D, Kulzer B, Roos T et al. (2020) Risk factors and prevention strategies for diabetic ketoacidosis in people with established type 1 diabetes. *Lancet Diabetes Endocrinol* 8:436–446
64. Auzanneau M, Lanzinger S, Bohn B et al. (2018) Area Deprivation and Regional Disparities in Treatment and Outcome Quality of 29,284 Pediatric Patients With Type 1 Diabetes in Germany: A Cross-sectional Multicenter DPV Analysis. *Diabetes Care* 41(12):2517–2525
65. Govan L, Maietti E, Torsney B et al. (2012) The effect of deprivation and HbA_{1c} on admission to hospital for diabetic ketoacidosis in type 1 diabetes. *Diabetologia* 55(9):2356–2360
66. Karges B, Rosenbauer J, Kapellen T et al. (2014) Hemoglobin A_{1c} Levels and risk of severe hypoglycemia in children and young adults with type 1 diabetes from Germany and Austria: a trend analysis in a cohort of 37,539 patients between 1995 and 2012. *PLoS Med* 11(10):e1001742
67. Amiel SA (2021) The consequences of hypoglycaemia. *Diabetologia* 64:963–970
68. Schöttler H, Auzanneau M, Best F et al. (2020) Insulinpumpe, kontinuierliche und kapilläre Glukosemessung bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit Diabetes mellitus: Daten des DPV-Registers zwischen 1995 und 2019. *Diabetologie und Stoffwechsel* 15(06):477–486
69. Prinz N, Lange K, Holl RW et al. (2021) Kinder und Jugendliche mit Diabetes – aktuelle Versorgungssituation und Veränderungen der letzten 26 Jahre. In: Diabetes-Hilfe DDGDudD (Hrsg) Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes 2022 – Die Bestandsaufnahme. Kirchheim + Co GmbH, Mainz, S. 219–231
70. Karges B, Schwandt A, Heidtmann BK et al. (2017) Association of Insulin Pump Therapy vs Insulin Injection Therapy With Severe Hypoglycemia, Ketoacidosis, and Glycemic Control among Children, Adolescents, and Young Adults With Type 1 Diabetes. *JAMA* 318(14)
71. DeSalvo DJ, Lanzinger S, Noor N et al. (2022) Transatlantic Comparison of Pediatric Continuous Glucose Monitoring Use in the Diabetes-Patienten-Verlaufsdokumentation Initiative and Type 1 Diabetes Exchange Quality Improvement Collaborative. *Diabetes Technol Ther* 24(12):920–924
72. Beato-Vibora PI, Gallego-Gamero F, Ambrojo-López A (2021) Real-world outcomes with different technology modalities in type 1 diabetes. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 31(6):1845–1850
73. Danne T, Kordonouri O, Biester T et al. (2019) Time in Range: Ein neuer Parameter – komplementär zum HbA_{1c}. *Dtsch Arztebl Int* 116(43):[4]
74. Hammersen J, Reschke F, Tittel SR et al. (2022) Metabolic control during the SARS-CoV-2 lockdown in a large German cohort of pediatric patients with type 1 diabetes: Results from the DPV initiative. *Pediatr Diabetes* 23(3):351–361
75. Hartmann B, Tittel SR, Femerling M et al. (2022) COVID-19 Lockdown Periods in 2020: Good Maintenance of Metabolic Control in Adults with Type 1 and Type 2 Diabetes. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 130(9):621–626

Annex Tabelle 1

Zusammenhang zwischen Inzidenz bzw. Prävalenz des Typ-1-Diabetes und regionaler sozioökonomischer Deprivation bei Kindern und Jugendlichen im Jahr 2020; Poisson-Modell adjustiert für Alter, Geschlecht, Region (Nord/Zentral/Süd)

(T1D-Inzidenz n=4.044, T1D-Prävalenz n=32.230)

Quelle: DPV-Register, Datenstand: 03.10.2022; GISD Release 2022 v0.2; eigene Berechnungen

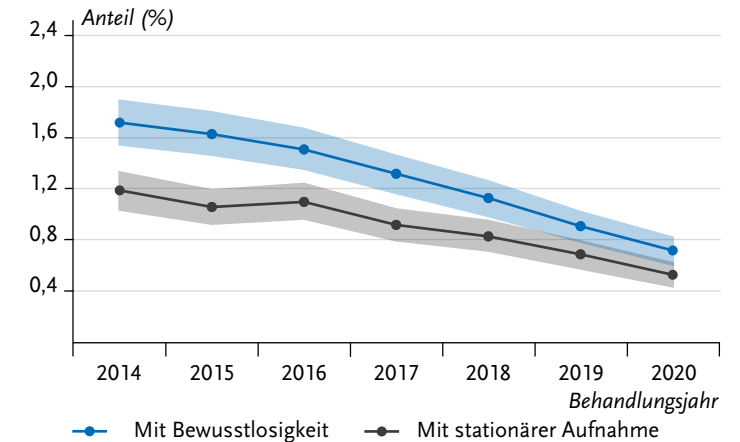
Annex Abbildung 1

Anteil von Kindern und Jugendlichen mit Typ-1-Diabetes mit mindestens einer schweren Hypoglykämie und Bewusstlosigkeit bzw. stationärer Aufnahme nach Behandlungsjahr (2014–2020) (n=167.379)

Quelle: DPV-Register; Datenstand: 15.12.2022

Inzidente Fälle	T1D-Inzidenz (95 %-KI)	Relatives Risiko (95 %-KI)	p-Wert
Regionale sozioökonomische Deprivation			
Sehr niedrig	929 27,3 (25,5–29,0)	1	
Niedrig	854 28,8 (26,8–30,7)	1,028 (0,934–1,130)	0,577
Mittel	964 30,8 (28,8–32,7)	1,070 (0,966–1,185)	0,194
Hoch	666 28,2 (26,1–30,4)	0,967 (0,863–1,083)	0,562
Sehr hoch	631 31,9 (29,4–34,4)	1,097 (0,977–1,231)	0,116
Prävalente Fälle	T1D-Prävalenz (95 %-KI)	Relatives Risiko (95 %-KI)	p-Wert
Regionale sozioökonomische Deprivation			
Sehr niedrig	7.444 223,4 (218,3–228,5)	1	
Niedrig	6.478 219,5 (214,2–224,9)	0,966 (0,933–0,999)	0,046
Mittel	7.460 240,4 (234,9–245,8)	1,036 (0,998–1,074)	0,061
Hoch	5.830 248,7 (242,2–255,1)	1,058 (1,017–1,101)	0,005
Sehr hoch	5.018 256,2 (249,1–263,3)	1,092 (1,048–1,138)	<0,001

T1D=Typ-1-Diabetes



Alter (Jahre)	Anteil Kinder und Jugendliche mit mindestens einer schweren Hypoglykämie mit Bewusstlosigkeit (n=11.735 Mädchen, n=13.243 Jungen)			Anteil Kinder und Jugendliche mit mindestens einer schweren Hypoglykämie mit stationärer Aufnahme (n=11.735 Mädchen, n=13.243 Jungen)		
	Mädchen	Jungen	Gesamt	Mädchen	Jungen	Gesamt
	% (95 %-KI)	% (95 %-KI)	% (95 %-KI)	% (95 %-KI)	% (95 %-KI)	% (95 %-KI)
< 7	0,7 (0,3–1,1)	0,5 (0,2–0,8)	0,6 (0,3–0,8)	0,5 (0,2–0,9)	0,4 (0,1–0,6)	0,4 (0,2–0,6)
7–10	0,6 (0,4–0,9)	0,6 (0,3–0,8)	0,6 (0,4–0,8)	0,5 (0,3–0,7)	0,5 (0,3–0,7)	0,5 (0,3–0,6)
11–13	0,6 (0,4–0,8)	0,9 (0,6–1,1)	0,7 (0,5–0,9)	0,5 (0,3–0,7)	0,7 (0,5–1,0)	0,6 (0,4–0,8)
14–17	0,8 (0,6–1,0)	0,8 (0,6–0,9)	0,8 (0,7–0,9)	0,6 (0,4–0,8)	0,5 (0,4–0,7)	0,6 (0,4–0,7)
Regionale sozioökonomische Deprivation						
Sehr niedrig	0,5 (0,3–0,8)	0,7 (0,5–1,0)	0,6 (0,5–0,8)	0,5 (0,2–0,7)	0,5 (0,3–0,7)	0,5 (0,3–0,7)
Niedrig	0,9 (0,6–1,2)	0,5 (0,3–0,8)	0,7 (0,5–0,9)	0,7 (0,5–1,0)	0,4 (0,2–0,6)	0,6 (0,4–0,7)
Mittel	0,8 (0,5–1,1)	0,7 (0,5–1,0)	0,8 (0,6–1,0)	0,5 (0,3–0,7)	0,6 (0,4–0,9)	0,6 (0,4–0,7)
Hoch	0,6 (0,3–0,8)	0,8 (0,5–1,1)	0,7 (0,5–0,9)	0,4 (0,2–0,6)	0,7 (0,4–0,9)	0,5 (0,4–0,7)
Sehr hoch	0,7 (0,4–1,1)	0,9 (0,5–1,2)	0,8 (0,6–1,0)	0,6 (0,3–0,9)	0,5 (0,2–0,7)	0,5 (0,3–0,7)
Gesamt	0,7 (0,6–0,9)	0,7 (0,6–0,9)	0,7 (0,6–0,8)	0,5 (0,4–0,7)	0,5 (0,4–0,7)	0,5 (0,4–0,6)

Annex Tabelle 2

Anteil von Kindern und Jugendlichen mit Typ-1-Diabetes mit mindestens einer schweren Hypoglykämie und Bewusstlosigkeit bzw. stationärer Aufnahme im Jahr 2020 nach Geschlecht, Altersgruppe und regionaler sozioökonomischer Deprivation

Quelle: DPV-Register, Datenstand: 15.12.2022; GISD Release 2022 v0.2; eigene Berechnungen

Impressum

Journal of Health Monitoring

www.rki.de/jhealthmonit

Herausgeber

Robert Koch-Institut
Nordufer 20
13353 Berlin

Redaktion

Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring
Fachgebiet Gesundheitsberichterstattung
General-Pape-Str. 62–66
12101 Berlin
Tel.: 030-18 754-3400
E-Mail: healthmonitoring@rki.de

Verantwortlicher Redakteur

Dr. Thomas Ziese
Stellvertretung: Dr. Anke-Christine Saß

Redakteurinnen und Redakteure

Johanna Gutsche, Dr. Birte Hintzpeter,
Dr. Livia Ryl, Simone Stimm

Satz

Katharina Behrendt, Alexander Krönke, Kerstin Möllerke

ISSN 2511-2708

Hinweis

Inhalte externer Beiträge spiegeln nicht notwendigerweise die Meinung des Robert Koch-Instituts wider.

Corrigendum

In der ursprünglichen Version des Beitrags fehlten die Quellenangabe der GISD-Daten ([Abbildung 1](#), [Tabelle 1](#), [Tabelle 2](#) und [Tabelle 3](#), [Annex Tabelle 1](#) und [Annex Tabelle 2](#): „GISD Release 2022 vo.2“) und Informationen zur Verfügbarkeit des GISD-Datensatzes. Unter [Referenz Nr. 38](#) war nicht das aktuelle Methodenpapier zitiert. Die Quellenangabe in [Abbildung 1](#) und den Tabellen, die aktualisierte Literatur sowie ein Hinweis zu den GISD-Daten im Abschnitt „Datenverfügbarkeit“ wurden ergänzt.



Dieses Werk ist lizenziert unter einer
Creative Commons Namensnennung 4.0
International Lizenz.



**Das Robert Koch-Institut ist ein Bundesinstitut im
Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Gesundheit**