



# S2e-Leitlinie Diabetes und Straßenverkehr

Version 2.0

AWMF-Register-Nr. 057-026

© DDG 2025

# Impressum

## Herausgeber der Leitlinie Diabetes und Straßenverkehr

Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG)

## Korrespondenz

### Vorsitzender des Ausschuss Soziales der DDG / Leitlinienkoordination

Dr. med. Wolfgang Wagener, M. A.  
Deutsche Rentenversicherung Rheinland, Düsseldorf  
Abt. Betriebswirtschaftliche Steuerung, Fachbereich Rehamanagement  
Königsallee 71  
40215 Düsseldorf  
E-Mail: [wolfgang.wagener@drv-rheinland.de](mailto:wolfgang.wagener@drv-rheinland.de)

## Zitiervorschlag

Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG): Diabetes und Straßenverkehr, Version 2.0, 2025. Available from [www.deutsche-diabetes-gesellschaft.de/leitlinien/evidenzbasierte-leitlinien.html](http://www.deutsche-diabetes-gesellschaft.de/leitlinien/evidenzbasierte-leitlinien.html); [cited: tt.mm.jjjj]

## Autoren der zweiten Auflage

Prof. Dr. med. Bernd Bertram (Kapitel Diabetes und Auge)  
RA Oliver Ebert  
Prof. Dr. med. Reinhard Holl  
Dr. med. Peter Hübner  
Prof. Dr. phil. Bernhard Kulzer  
Dipl. Psych. Eva Küstner  
Prof. Dr. med. Bernhard Lachenmayr (Kapitel Diabetes und Auge)  
PD Dr. med. Klaus-Dieter Lemmen (Kapitel Diabetes und Auge)  
Stephan Maxeiner  
Dr. med. Friedhelm Petry  
Dr. med. Melanie Saure  
Prof. Dr. med. Stefanie Schreiber, (Kapitel Kognitive Störungen und Demenz)  
Dipl.-Soz.päd. Wolfgang Schütt  
Dr. med. Wolfgang Wagener, M.A.

## Beteiligte Fachgesellschaften

Die Erstellung der hier vorliegenden Leitlinie „Diabetes und Straßenverkehr“ erfolgte unter Beteiligung folgender Fachgesellschaften und Personen

### AG Diabetes und Auge der Deutschen Diabetes Gesellschaft (DDG)

Prof. Dr. med. Bernd Bertram  
Prof. Dr. med. Bernhard Lachenmayr  
PD Dr. med. Klaus-Dieter Lemmen

### Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin (DGAUM)

Prof. Dr. med. Monika Rieger\* – Prof. Dr. med. Thomas Kraus\*  
Prof. Dr. med. Volker Harth\*, MPH

Dr. med. Kurt Rinnert\*

**Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft (DOG)**

Prof. Dr. med. Gerd Auffarth\*

Prof. Dr. med. Siegfried Priglinger\*

Prof. Dr. med. Nikolaos E. Bechrakis\*

Prof. Dr. med. Bernd Bertram

Prof. Dr. med. Bernhard Lachenmayr

PD Dr. med. Klaus-Dieter Lemmen

**Deutsche Gesellschaft für Psychologie (DGPs)**

Prof. Dr. phil. Rainer Banse\* – Prof. Dr. phil. Stefan Schulz-Hardt\*

Prof. Dr. phil. Rüdiger Trimpop\* – Prof. Dr. Phil. Eva-Lotta Brakemeier\*

Prof. Dr. phil. Mark Vollrath\* – Prof. Dr. phil. Karl-Heinz Renner\*

**Deutsche Gesellschaft für Rehabilitationswissenschaften (DGRW)**

Dr. med. Peter Hübner

**Deutsche Gesellschaft für Verkehrsmedizin (DGVM)**

Prof. Dr. med. Matthias Graw\*

Dr. med. Markus Salomon\* – Prof. Dr. med. Annette Thierauf-Emberger\*

Prof. Dr. rer. nat. Frank Mußhoff\*

**Deutsche Gesellschaft für Verkehrspsychologie e. V. (DGVP)**

Prof. Dr. phil. Wolfgang Fastenmeier\*

Dr. phil. Thomas Wagner\*

Mag. Dr. Bettina Schützhofer\*

**Verband der Diabetes-Beratungs- und Schulungsberufe in Deutschland e.V. (VDBD)**

Dr. rer. medic. Dipl. Med.-Päd. Nicola Haller\* – Kathrin Boehm\*

Theresia Schoppe\*

Dipl. Soz.päd. Wolfgang Schütt

**Folgende Betroffenen-Verbände wurden eingebunden:**

Deutsche Diabetes Föderation (DDF)\*

**Methodische Begleitung 2024**

Dr. med. Monika Nothacker, MPH (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V.; AWMF (2017 / 2022))

Vladimir K. Patchev, PhD, Ex.Sci.Med. (2022)

**Koordination**

Dr. med. Wolfgang Wagener (2025)

Dr. biol. hum. Barbara Bohn, MPH, Prof. Dr. med. Reinhard W. Holl, RA Oliver Ebert (2017)

## Unterstützung durch die DDG

Dr. rer. nat. Rebekka Epsch

Andrea Haring

Die mit \* gekennzeichneten Personen und Verbände haben an der Aktualisierung der Leitlinie nicht direkt mitgearbeitet, sondern hatten die Gelegenheit, die Konsultationsfassung der Leitlinie zu kommentieren. Daher sind deren Interessenerklärungen Leitlinien-Report unter 5. Tabelle zur Erklärung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten nicht aufgeführt worden. Die Vorstände der hier aufgeführten Fachgesellschaften und Verbände haben ihre Zustimmung zur Veröffentlichung der Leitlinie gegeben. Darüber hinaus gibt es eine Sondersituation bezüglich der Berücksichtigung der Patient\*innenperspektive in der Leitlinie. Eine namentliche Patient\*innenvertretung bzw. die Einbindung von Selbsthilfegruppen ist nicht erfolgt, da die Anmeldung zur Aktualisierung dieser Leitlinie vor der Änderung des AWMF-Regelwerks diesbezüglich stattfand. In zukünftigen Aktualisierungen wird die Beteiligung von Patient\*innen sichergestellt.

# Inhaltsverzeichnis

|   |            |
|---|------------|
| <b>Impressum .....</b>  | <b>2</b>   |
| Autoren der zweiten Auflage .....   | 2          |
| <b>1 Hintergrund und Methoden .....</b>   | <b>7</b>   |
| 1.1 Adressaten der Leitlinie.....   | 7          |
| 1.2 Grundlagen der Methodik.....  | 7          |
| 1.3 Redaktionelle Unabhängigkeit/Interessenkonflikte .....  | 8          |
| 1.4 Gültigkeit der Leitlinie, Zuständigkeit für die Aktualisierung .....                                    | 8          |
| <b>2 Einleitung .....</b>   | <b>9</b>   |
| <b>3 Häufigkeit von Verkehrsunfällen bei Menschen mit Diabetes .....</b>                                    | <b>13</b>  |
| <b>4 Mögliche Beeinträchtigungen der Fahrsicherheit bei Menschen mit Diabetes .....</b>                     | <b>16</b>  |
| 4.1 Hypoglykämien.....  | 16         |
| Veränderung seit der letzten Auflage der Leitlinie .....  | 16         |
| 4.2 Schwere akute Stoffwechselentgleisungen und chronische Hyperglykämie .....                              | 29         |
| 4.3 Diabetische Folgeerkrankungen .....   | 32         |
| 4.4 Relevante Diabetes-assoziierte Begleiterkrankungen .....  | 35         |
| 4.5 Altersspezifische Besonderheiten .....  | 41         |
| <b>5 Anforderungen an Patienteninformationen .....</b>  | <b>47</b>  |
| 5.1 Patientenschulung.....  | 47         |
| 5.2 Aufklärung durch den Arzt / das Diabetesteam .....  | 48         |
| <b>6 Anforderungen an Gutachten .....</b>   | <b>52</b>  |
| 6.1 Verkehrsmedizinisches Gutachten .....   | 52         |
| 6.2 Betriebsärztliches Gutachten .....  | 57         |
| <b>7 Rechtsgrundlage .....</b>  | <b>59</b>  |
| 7.1 Deutschland .....   | 59         |
| 7.2 Europa.....   | 62         |
| <b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>  | <b>64</b>  |
| <b>Tabellenverzeichnis .....</b>  | <b>66</b>  |
| <b>Abbildungsverzeichnis .....</b>  | <b>66</b>  |
| <b>Literaturverzeichnis .....</b>   | <b>67</b>  |
| <b>Anhänge Übersicht.....</b>   | <b>84</b>  |
| <b>Anhang A Fahrerlaubnis-Verordnung (FEV) – Auszug aus Anlage 4 .....</b>                                  | <b>85</b>  |
| <b>Anhang B Fahrerlaubnis-Verordnung – Anlage 5.....</b>  | <b>86</b>  |
| <b>Anhang C Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt).....</b> | <b>87</b>  |
| <b>Anhang D Definition und Risikofaktoren von Hypoglykämien .....</b>                                       | <b>92</b>  |
| <b>Anhang E Hypoglykämierisiko bei unterschiedlichen Medikamenten .....</b>                                 | <b>95</b>  |
| <b>Anhang F Typische Auswirkungen einer Unterzuckerung auf das Fahrverhalten .....</b>                      | <b>97</b>  |
| <b>Anhang G Empfehlungen für Kraftfahrer mit Diabetes und Unterzuckerungsrisiko .....</b>                   | <b>100</b> |

|                 |   |            |
|-----------------|---|------------|
| <b>Anhang H</b> | <b>Hinweise zur Teilnahme am Straßenverkehr mit einem System zur kontinuierlichen Glukosemessung (CGM).....</b>   | <b>103</b> |
| <b>Anhang I</b> | <b>Diabetes and Driving.....</b>  | <b>105</b> |
| <b>Anhang J</b> | <b>Bescheinigung über die ärztliche Untersuchung (Checkliste).....</b>  | <b>107</b> |
| <b>Anhang K</b> | <b>Thematisierung von „Diabetes im Straßenverkehr“ in anerkannten Diabetes Schulungs- und Behandlungsprogrammen (Bundesamt für soziale Sicherung/Deutsche Diabetes Gesellschaft).....</b> | <b>108</b> |
| <b>Anhang L</b> | <b>Leitlinien/Positionspapiere zum Thema „Diabetes und Fahrsicherheit“ aus anderen Ländern .....</b>  | <b>109</b> |

# 1 Hintergrund und Methoden

## 1.1 Adressaten der Leitlinie

Diese Leitlinie richtet sich an Ärztinnen und Ärzte aus den Bereichen Allgemeinmedizin, Innere Medizin, Diabetologie, Arbeits- und Umweltmedizin, Ophthalmologie) sowie an Psychologinnen und Psychologen, Rehabilitationswissenschaftlerinnen und Rehabilitationswissenschaftler, Verkehrsmedizinerinnen und Verkehrsmediziner, Verkehrspsychologinnen und Verkehrspsychologen, Diabetes-Beratungsberufe und Diabetes-Schulungsteams, Menschen mit Diabetes und Zugehörige. Sie liefert gleichermaßen Informationen für Psychotherapeutinnen und Psychotherapeuten und Sozialmedizinische Beraterinnen und Berater, Gutachterinnen und Gutachter, Entscheiderinnen und Entscheider sowie Behörden und politische Gremien.

## Ziele

Mit der Aktualisierung dieser Leitlinie verfolgen die Autoren die folgenden Ziele:

1. Wissen zum Thema Diabetes und Teilnahme am Straßenverkehr auf bestmöglichem Evidenzniveau zusammenzutragen und zu bewerten
2. Berufliche, soziale und gesellschaftliche Teilhabe von Menschen mit Diabetes zu fördern
3. Eine wissenschaftlich fundierte Grundlage für Begutachtungen zu schaffen
4. Die Sicherheit im Straßenverkehr zu erhöhen
5. Die Kompetenz der Behandler, Beratungs- und Schulungsteams zu fördern
6. Die Benachteiligung von Menschen mit Diabetes zu reduzieren

## 1.2 Grundlagen der Methodik

*Vladimir Patchev (2022)*

Detaillierte Angaben zum methodischen Vorgehen siehe Leitlinienreport.

### 1.2.1 Hintergrund

Im Rahmen der Entwicklung der 1. Auflage der S2e-Leitlinie „Diabetes und Straßenverkehr“ 2017 wurde die Erstellung des Kapitels „Grundlagen der Methodik“ sowie die Darstellung der verfügbaren Evidenz in Tabellenform an die Arbeitsgruppe übertragen. Ausgangspunkt der Bearbeitung war der zuvor entstandene Bericht vom 24.07.2014 zum Evidence Mapping hinsichtlich der Fragestellung „Wie ist die Evidenz zur Aufnahme von Empfehlungen für das Führen von Kraftfahrzeugen durch Patienten mit Diabetes mellitus in eine medizinische Leitlinie?“

#### 1.2.1.1 Wissensstand der Auftragnehmer

Die Literaturrecherche zu dieser Leitlinienaktualisierung erfolgte durch Ex.Sci.Med., 82223 Eichenau, Herrn Vladimir Patchev, PhD.

Es wurde versucht, menschliche Mobilität über den automobilen Straßenverkehr hinaus zu erfassen. Aufgrund für Deutschland und Europa nicht vorhandener Daten zu weiteren Verkehrsmitteln, entschieden sich die Autoren jedoch, diese Leitlinie zunächst weiter auf „Diabetes und Straßenverkehr“ beschränkt zu halten.

### 1.2.2 Empfehlungsgraduierung

Die Nomenklatur und Graduierung der Empfehlungen wurden entsprechend dem Vorgehen bei Nationalen Versorgungsleitlinien und des AWMF-Regelwerks angewandt (Tabelle 1).

**Tabelle 1: Übersicht Nomenklatur und Graduierung der Empfehlungen**

| Empfehlungsgrad | Beschreibung      | Syntax                                       |
|-----------------|-------------------|--|
| A               | Starke Empfehlung | soll / soll nicht                            |
| B               | Empfehlung        | sollte / sollte nicht                        |
| 0               | Empfehlung offen  | kann erwogen werden / kann verzichtet werden |

Empfehlungen sind thematisch bezogene, handlungsleitende Kernsätze der Leitlinie. Die Empfehlungsgrade der Empfehlungen werden durch die Mitglieder der Leitliniengruppe festgelegt. Die Empfehlungsgrade drücken den Grad der Sicherheit aus, dass der beobachtete Nutzen der Intervention den möglichen Schaden aufwiegt (Netto-Nutzen) und dass die beobachteten positiven Effekte ein für die Patienten relevantes Ausmaß erreichen.

Der Empfehlungsgrad einer Empfehlung wird unter Berücksichtigung des Evidenzgrads der für die Empfehlung berücksichtigten Studien festgelegt. Eine hohe Evidenzklasse (z. B. Ia, Ib) wird in der Regel zu einer starken Empfehlung führen. In die Vergabe der Empfehlungsgrade gehen neben der zugrundeliegenden Evidenz aber auch weitere Aspekte ein, wie die klinische Relevanz der Effektivitätsmaße der Studien, Effektstärken und Konsistenz der Studienergebnisse, Anwendbarkeit der Studienergebnisse auf die Patientenzielgruppe und die Umsetzbarkeit im ärztlichen Alltag oder ethische Verpflichtungen. Auch Patientenpräferenzen werden berücksichtigt. Die Gründe für die Stärke einer Empfehlung im Verhältnis zum Evidenzgrad werden in den Hintergrundtexten erläutert.

Als Statements werden Darlegungen oder Erläuterungen spezifischer Sachverhalte oder Fragestellungen ohne unmittelbare Handlungsaufforderung bezeichnet. Sie beruhen entweder auf Studienergebnissen oder auf Expertenmeinungen.

Empfehlungen, die auf der Grundlage von Expertenkonsens der Leitliniengruppe beschlossen wurden, sind als „Expertenkonsens (EK)“ ausgewiesen. Die Stärke des Expertenkonsenses ergibt sich aus der verwendeten Formulierung soll, sollte oder kann.

### 1.3 Redaktionelle Unabhängigkeit/Interessenkonflikte

Alle Autoren, die methodischen Experten und die Experten der weiteren beteiligten Fachgesellschaften, Organisationen und Verbände haben etwaige Interessenkonflikte anhand eines Fragebogens mit Hilfe der AWMF Interessenerklärung Online: <https://interessenerklaerung-online.awmf.org> offengelegt. Die tabellarische Zusammenfassung der Interessenerklärungen sowie die Ergebnisse der Interessenkonfliktbewertung und Maßnahmen, die nach Diskussion der Sachverhalte von der LL-Gruppe beschlossen und im Rahmen der Konsensuskonferenz umgesetzt wurden, sind im Leitlinien-Report dargelegt (siehe Leitlinien-Report, 5. Tabelle zur Erklärung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten). Das Interessenkonfliktmanagement ist zudem unter 1.7 Redaktionelle Unabhängigkeit/Interessenkonflikte des Leitlinien-Reports detailliert beschrieben.

Die beteiligten Experten arbeiteten ehrenamtlich. Die Reisekosten für die Leitlinientreffen wurden von der DDG erstattet.

### 1.4 Gültigkeit der Leitlinie, Zuständigkeit für die Aktualisierung

Die Leitlinie ist vom 05.11.2025 bis 04.11.2030 gültig. Die letzte inhaltliche Überarbeitung fand am 30.10.2025 statt. Ergeben sich in diesem Zeitraum wissenschaftlich und klinisch relevante Erkenntnisse oder rechtliche Änderungen, die die Empfehlungen dieser Leitlinie in Frage stellen, widerlegen oder überflüssig machen, werden kurzfristig entsprechende Informationen durch die Herausgeber erstellt. Anfragen zum Inhalt der Leitlinie, sowie Anregungen und Kommentare bitte an:

Vorsitzender des Ausschusses Soziales der DDG, Dr. med. Wolfgang Wagener, M. A. ([wolfgang.wagener@drv-rheinland.de](mailto:wolfgang.wagener@drv-rheinland.de))



## 2 Einleitung

(Reinhard Holl)

*In der ersten Auflage der Leitlinie 2017 wurde dieses Kapitel gemeinsam mit Frau Dr. Barbara Bohn, heute Heidelberg, bearbeitet.*

Für die Teilhabe am und Inklusion von Menschen mit chronischen Krankheiten ins tägliche Leben stellen sowohl die private als auch die berufliche Mobilität eine wichtige Voraussetzung dar. In Deutschland erwirbt ein Großteil der erwachsenen Menschen einen Führerschein – laut Kraftfahrt-Bundesamt beläuft sich die Zahl der Fahrerlaubnisbesitzer am 1. Januar 2023 auf knapp über 48 Mio. [Kalinowska D, Kloas J, Kuhfeld H, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung 2007; Kraftfahrtbundesamt 2023; Kraftfahrt-Bundesamt 2015] Die Teilnahme am Straßenverkehr in Deutschland ist durch die Fahrerlaubnisverordnung (FeV) geregelt [Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2014]. Weitere relevante Normen sind das Straßenverkehrsgesetz (StVG), die Straßenverkehrsordnung (StVO), die Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) sowie das Strafgesetzbuch (StGB) s. Kap 7 Rechtsgrundlagen.

### Kasten 1:

**Fahrsicherheit:** Bezeichnet die situations- und zeitbezogene Fähigkeit zum Führen eines Fahrzeugs. Sie ist durch äußere Faktoren sowie durch Beeinträchtigungen des Fahrers rasch veränderbar (im Gegensatz zur Fahreignung). Die Begriffe „Fahrsicherheit“ und „Fahrtüchtigkeit“ werden synonym gebraucht. [6]

**Fahreignung:** Unter Fahreignung wird die zeitlich weitgehend stabile, von aktuellen Situations- und Befindlichkeitsparametern unabhängige Fähigkeit zum Führen eines Kraftfahrzeuges im Straßenverkehr (im Sinne einer Disposition) verstanden. In diese Fähigkeit gehen Eigenschaften der Persönlichkeit, sowie psychophysische Leistungsfunktionen ein. [6]

### Kasten 2:

#### Gruppe 1: (A, A1, AM, B, BE, L, T)

z. B. Mopeds, Kraft- und Leichtkrafträder, Kraftfahrzeuge, land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen. Es sind Fahrzeuge bis 3,5t und Motorräder. Umgangssprachlich als Privatkraftfahrer bezeichnet.

**Gruppe 2:** (C, C1, C1E, D, DE, D1E, FzF) C bis D1E sind z. B. Lastkraftwagen und Busse. Es sind Fahrzeuge über 3,5t. FzF ist die Erlaubnis zur Beförderung von Fahrgästen. Umgangssprachlich als Berufskraftfahrer bezeichnet.

In dieser Leitlinie wird zwischen Fahrsicherheit und Fahreignung unterschieden (→ Kasten 1) [Berghaus, 2012; Maeda 2012]. Die mehrdeutig genutzten Begriffe „Fahrtauglichkeit“ und „Fahrtüchtigkeit“ werden in dieser Leitlinie nicht verwendet. Während bei der Fahrsicherheit akute, zeitlich begrenzte Umstände im Vordergrund stehen, welche die Sicherheit gefährden können, meint die Fahreignung eine andauernde Eigenschaft, ein Fahrzeug führen zu können (→ ausführliche Beschreibung → Kapitel 7.1.1). Körperliche und geistige Mängel, die von vornherein die Fahrsicherheit beeinträchtigen können, sind bei der Feststellung der Fahreignung zu berücksichtigen [Berghaus, 2012; Bundesanstalt für Straßenwesen 2022; Kraftfahrtbundesamt 2023]. In diesem Zusammenhang wird auch die Fahreignung für Menschen mit Diabetes geregelt, da mit Diabetes mellitus sowohl krankheits- als auch therapiebedingte Komplikationen einhergehen können [Finck H, 2013]. Menschen mit Diabetes erfüllen in der Regel die Voraussetzungen zum Führen von Kraftfahrzeugen der Gruppe 1 und Gruppe 2 (→ Kasten 2, BAST) (→ Anhang A, Anhang B).

Neben therapiebedingten Stoffwechselentgleisungen (→ Kapitel 4.1/4.2) können diabetesbedingte Folgeerkrankungen (→ Kapitel 4.3), diabetes-assoziierte Begleiterkrankungen (→ Kapitel 0), altersspezifische Besonderheiten (→ Kapitel 0) sowie eine unzureichende Kompetenz im Umgang mit der Erkrankung auf Seiten der Menschen mit Diabetes gesundheits- und zugleich verkehrsgefährdende Situationen verursachen [Abu Dabrh 2014; Cox 2010].

Seit 2017 gibt es in Deutschland die Leitlinie „Diabetes und Straßenverkehr“. In der hier vorliegenden 2. Auflage wurde die Literatur aktualisiert und damit der schnellen Entwicklung und Verbreitung von kontinuierlicher Glukosemessung (CGM) und den Hybrid-Closed-Loop-Systemen mit bedarfsgerechter automatischer Insulinzufuhr (AID) Rechnung getragen. Die Behandlung des Typ-1- und Typ-2-Diabetes und die Behandlungsergebnisse befinden sich aufgrund dieser Systeme in einem rapiden Änderungsprozess, in dem Leitlinienempfehlungen schnell veralten. Innerhalb des größten Registers mit Diabetes-Patientendaten im deutschsprachigen Raum (dpv) nutzten 2021 37,8 % der Erwachsenen mit Typ-1-Diabetes ein CGM und 27,1 % eine Form der sensorunterstützten Pumpentherapie [Auzanneau 2023], davon 7 % ein AID-System. Bisher gibt es allerdings noch keine Studie, in der ein Zusammenhang von CGM oder anderen neuen Technologien und Verkehrsunfällen bei Menschen mit Diabetes untersucht worden ist. So ist die ältere Literatur zur Hypoglykämie bei – fast ausschließlich motorisierter – Teilnahme am Straßenverkehr, in der die Blutglukoseselbstkontrolle die Standardmessung war, einerseits mit Vorsicht zu interpretieren und nur bedingt auf heutige Verhältnisse zu übertragen, andererseits gibt es bisher noch keine Evidenz dafür, dass mit CGM Verkehrsunfälle von Menschen mit Diabetes verringert würden.

Für zahlreiche Fortbewegungsarten (z.B. Skateboard, Rollschuh-, (Lasten-)Fahrrad- und zunehmend E-bike-, Pedelec- oder Roller-fahren, Motorradfahren, Zu-Fuß-Gehen) gibt es keine evidenzbasierten Daten zu Risiken und damit keine wissenschaftliche Grundlage für die Formulierung von Empfehlungen.

Die Autorinnen und Autoren hoffen, dass die evidenzbasierten oder auf Expertenkonsens beruhenden Handlungsempfehlungen für alle behandelnden Ärztinnen und Ärzte sowie für das Schulungspersonal hilfreich sind und auch die verkehrsmedizinischen Gutachterinnen und Gutachter sowie die Betroffenen davon profitieren.

Die Autorinnen und Autoren betten das Thema „Diabetes und Straßenverkehr“ in das seit 2001 etablierte, ressourcenorientierte Konstrukt des biopsychosozialen Krankheitsmodells der funktionalen Gesundheit gemäß der ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health) der WHO [World Health Organization (WHO) 2001] ein. Diese Positiv-Klassifikation orientiert sich an den Fähigkeiten und Kompetenzen der jeweiligen Person und realisiert einen in die Zukunft gerichteten Blick auf dem Boden der individuell vorhandenen Fähigkeiten jedes einzelnen Menschen mit Diabetes. Damit verändert sie die rückwärts gewandte – allein auf die gegebenen Diagnosen bezogene - Perspektive der Defizit-Klassifikation ICD10 der WHO [Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) 2024]. Die ICF-Klassifikation versteht und beschreibt Gesundheit und Krankheit als Ergebnis des Ineinandergreifens physiologischer (= somatischer), psychischer und sozialer Beschaffen- bzw. Gegebenheiten.

Die Autorinnen und Autoren verstehen die vorliegende Neuauflage dieser Leitlinie als Beitrag zur bestmöglichen gesellschaftlich und wissenschaftlich verantwortbaren Sicherung der Teilhabe von Menschen mit Diabetes im Bereich Mobilität.

### **Diabetes und Mobilität unter dem Aspekt von Teilhabe (Partizipation)**

Menschen mit Diabetes erleben infolge ihrer Erkrankung Einschränkungen und Benachteiligungen in wesentlichen Lebensbereichen, auch bezüglich Mobilität. Dies stellt im Sinne des SGB IX eine Behinderung dar: „Menschen mit Behinderungen sind Menschen, die körperliche, seelische, geistige oder Sinnesbeeinträchtigungen haben, die sie in Wechselwirkung mit einstellungs- und umweltbedingten Barrieren an der gleichberechtigten Teilhabe an der Gesellschaft mit hoher Wahrscheinlichkeit länger als sechs Monate hindern können“ [Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2013]. Sicherstellung oder Wiederherstellung von Teilhabe an möglichst vielen Lebensbereichen sind Aufgabe und Ziel bei Beratung, Behandlung und Beurteilung von erkrankten Menschen, wie dies in Art. 26 der UN-Behindertenrechtskonvention formuliert ist [Beauftragter der Bundesregierung für die Belange von Menschen mit Behinderungen 2018].

Die medizinische Kommunikation mit Hilfe der klinisch üblichen ICD-Klassifikation findet ihre Grenzen dort, wo nicht Krankheiten, sondern deren Auswirkungen auf das tägliche Leben und die Teilhabe eines Betroffenen besprochen oder sogar gutachtlich bewertet werden.

Im Jahr 2005 hat die WHO die „Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit“ (ICF) publiziert. Sie stellt einen erweiterten Gesundheitsbegriff der „funktionalen Gesundheit“ dar, in dem wesentliche Komponenten von Gesundheit sowie mit Gesundheit zusammenhängende Komponenten (sog. Domänen) von Wohlbefinden (u.a. Erziehung/Bildung, Arbeit, Mobilität) definiert werden. Die ICF basiert auf dem Konstrukt des bio-psycho-sozialen Krankheitsmodells. Ihre wesentlichen Domänen beschreiben nicht allein die Körperstruktur und die Körperfunktionen, sondern darüber hinaus die Aktivitäten und die Teilhabe (Partizipation) des erkrankten Individuums. Gesundheit und Krankheit bzw. Behinderung werden dabei als Ergebnis wechselseitiger Beeinflussung körperlicher, psychischer und sozialer (Kontext-)Faktoren betrachtet. Die Interaktionen mit den sog. Kontextfaktoren – umwelt- und personenbezogene Kontextfaktoren – spielen für die Schilderung der „funktionalen Gesundheit“ eine wesentliche Rolle. Die ICF definiert damit Gesundheit nicht mehr allein im Sinne der Abwesenheit von Krankheit.

Es werden die Wechselwirkungen zum einen zwischen den einzelnen Komponenten der funktionalen Gesundheit bzw. deren Beeinträchtigungen betrachtet, zum anderen die Wechselwirkungen zwischen den Gesundheitsproblemen einer Person und ihren Kontextfaktoren. So gelingt es mit dem bio-psycho-sozialen Krankheitsmodell, den gesamten Lebenshintergrund der betroffenen bzw. begutachteten Menschen zu berücksichtigen. Neben den Erkenntnissen aus der medizinischen Versorgung fließen damit auch die gesellschaftlichen Bedingungen der individuellen Lebenswelt der Erkrankten in die Betrachtung ein. Die ICF kann u. a. angewendet werden als Instrument in der gesundheitlichen Versorgung zur präzisen Beschreibung der Fähigkeiten eines Individuums – z.B. für die Beurteilung des Bedarfs, die Anpassung von Behandlungen an spezifische Bedingungen, die berufsbezogene Beurteilung und die Rehabilitation [Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) 2005].

**Abbildung 1: Wechselwirkungen zwischen den Komponenten der ICF (WHO 2001)**



Die Einbettung in das bio-psycho-soziale Krankheitsmodell beim Umgang mit dem Diabetes mellitus wird von Betroffenen und Professionellen bisher nur selten vorgenommen. In der Regel stehen die Störungen von Körperstrukturen und Körperfunktionen sowie deren medizinische Behandlung ganz im Vordergrund. Ihre Implikationen für die Teilhabe werden eher selten betrachtet. Ebenso unterbleibt häufig die Beschäftigung mit förderlichen oder hinderlichen Kontextfaktoren, die Auswirkungen auf die Teilhabe, z.B. auf die Mobilität, haben können. Eine vertiefende Darstellung findet sich in der NVL Typ-2-Diabetes (dort: Kapitel 2.5) [Bundesärztekammer (BÄK) 2023]. Wesentliche Aussage dort ist die Empfehlung, bei allen therapeutischen Entscheidungen die Auswirkungen auf die Teilhabe zu bedenken. Dies gilt in gleicher Weise bei allen medizinischen Begutachtungen, die für die begutachteten Individuen existentielle Bedeutung haben.

In einer älteren Metaanalyse von Wong et al. [Wong 2013] wird eine deutlich erhöhte Rate an Behinderung bei Menschen wegen Diabetes ermittelt, auch im Bereich Mobilität. In einem Lehrbuch-Beitrag wird dargestellt, dass in den USA bis zu 25% der Menschen mit Diabetes sich als behindert wahrnehmen [Gregg EW 2018]. Zur zahlenmäßigen Größenordnung der Einschränkungen von Menschen mit Diabetes im Straßenverkehr konnten keine Daten gefunden werden.

Dem Autorenteam dieser Leitlinie ist es ein Anliegen, bei der Bewertung von Fragen der Mobilität bei Menschen mit Diabetes stets eine bestmögliche Teilhabe der Betroffenen im Blick zu haben.

### 3 Häufigkeit von Verkehrsunfällen bei Menschen mit Diabetes

(Reinhard Holl, Wolfgang Schütt)

*Fußnote: Barbara Bohn, Jürgen Hoß und Kurt Rinnert haben an der ersten Auflage dieses Kapitels mitgearbeitet*

Der motorisierte Individualverkehr überwiegt im Personenverkehr in Deutschland. Hierbei ist das Auto mit Abstand das meistgenutzte Verkehrsmittel. Für das Jahr 2023 wurden ca. 2,52 Millionen Straßenverkehrsunfälle polizeilich erfasst, davon ca. 2,2 Mio. mit nur Sachschaden und 291 Tsd. mit Personenschaden [Statistisches Bundesamt (Destatis) 2023]. Verkehrsunfälle mit nur Sachschaden oder mit nur geringfügigen Verletzungen werden zu einem relativ großen Teil der Polizei nicht angezeigt [Statistisches Bundesamt (Destatis) 2021]. Verkehrsunfälle werden nur zu einem sehr geringen Teil durch „Übermüdung, sonstige körperliche/geistige Mängel“ verursacht, 2022 galt dies für 5489 Pkw-Fahrer [Statistisches Bundesamt (Destatis) 2024]. Diese Leitlinie bezieht sich auf alle Menschen mit Diabetes, die die unterschiedlichsten Fahrzeuge gemäß § 2 Straßenverkehrsordnung nutzen, also selbstverständlich auch Fahrräder, E-Bikes und Roller. Auch Fußgänger sind gemäß § 25 StVO Verkehrsteilnehmer.

Eine genauere Aufschlüsselung nach Art der Krankheit oder Art der Beeinträchtigung des Fahrzeugführers wird in Deutschland nicht durchgeführt, so dass zur Unfallhäufigkeit von Menschen mit Diabetes in Deutschland keine offiziellen Daten vorliegen. Autoren einer Metaanalyse aus dem Jahr 2016 kamen zu dem Ergebnis, dass das Unfallrisiko für Menschen mit Diabetes erhöht ist ( $RR=1,11$  (1.01–1.23)) [Hostiuc 2016]. Da das Konfidenzintervall die 1 nicht einschließt, ist von einer signifikanten Erhöhung auszugehen, auch wenn die Autoren dies anders darstellen. Laut einer narrativen Übersichtsarbeit von Daniel Cox und Kollegen aus den USA, für die verschiedene Ergebnisse aus Reviews und Metaanalysen aus den Jahren 2002 bis 2012 zusammengefasst wurden, ist das Unfallrisiko von Menschen mit Diabetes 1,12- bis 1,19-fach höher als für die Allgemeinbevölkerung [Cox 2013]. Beide Übersichten zeigen somit ein leicht erhöhtes Unfallrisiko für Menschen mit Diabetes. Es existieren keine neueren Metaanalysen.

Mittlerweile liegen viele Studien zum Zusammenhang von Diabetes und Unfallrisiko vor, die überwiegend eine erhöhte Unfallhäufigkeit bei Menschen mit Diabetes im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung nachweisen konnten [ECRI. Plymouth Meeting. ECRI 2011; Kagan 2010]. Es gibt jedoch einige ältere Studien, die kein erhöhtes Risiko feststellen konnten [Kennedy 2002; Lonnen 2008]. Eine Studie aus Schweden über tödliche Unfälle in Schweden für die Jahre 1996 bis 2009 zeigte ein Relatives Risiko von 3.73 (Konfidenzbereich 3.06-4.55) für tödliche Verkehrsunfälle [Webb 2014]. In einer Untersuchung aus Kanada war die Wahrscheinlichkeit für Unfälle auf der Fahrt zu und von der Arbeit bei 65,000 Berufstätigen im Jahr 2014 mit Diabetes mit einem OR von 5.25 (Konfidenzintervall 1.75 – 15.77) signifikant erhöht [Li 2017]. In Finnland war in den Jahren 2004 – 2011 das Risiko für Wegeunfälle bei weiblichen Staatsbediensteten mit Diabetes signifikant erhöht (je nach Adjustierung um 36-50 %), jedoch nicht bei Männern [Kouvonen 2017]. Unter Fahrzeugführern über 65 Jahre in Schweden in den Jahren 2011-2016 war das Unfallrisiko von 13,701 Menschen mit Diabetes um 38 % höher als bei 26,525 gematchten Kontrollpersonen (Konfidenzintervall 1.30 – 1.47; nach Adjustierung ergab sich eine Erhöhung von 28% (Konfidenzintervall 20 – 36 %) [Skyving 2021]. Signifikant erhöhte Unfallzahlen wurden auch für Menschen mit Epilepsie (+53 %), psychiatrischen Erkrankungen (+28%), Drogenkonsum (+45 %) gefunden. Deren Prävalenz in der Bevölkerung war allerdings deutlich niedriger verglichen mit Diabetes bei 14.7 % der Studienpopulation.

Zu bedenken ist, dass in den Studien häufig nicht zwischen Unfallbeteiligung und Unfallverursachung unterschieden wird. Erhobene Unfall-Daten aus Nordamerika sind zudem nicht grundsätzlich auf europäische Verhältnisse übertragbar [Hostiuc 2016]. Einige Studien unterscheiden nicht oder nur unzureichend zwischen Typ-1-Diabetes und Typ-2-Diabetes, wobei eine Insulintherapie bei den verschiedenen Diabetestypen zu einem unterschiedlichen Hypoglykämierisiko führt. Spezifischere Analysen verdeutlichen zudem, dass nicht Diabetes per se mit einem erhöhten Unfallrisiko assoziiert ist, sondern es

innerhalb der Erkrankten Hochrisikogruppen gibt. Insbesondere Personen mit einer starken Neigung zu Hypoglykämien weisen ein erhöhtes Unfallrisiko auf [Cox 2013; Inkster 2013]. Wenn Menschen mit Diabetes insgesamt mehr Unfälle haben als Menschen ohne Diabetes, so liegt bei Kraftfahrern mit Diabetes häufig eine Hypoglykämie als Unfallursache zugrunde [Cox 2009] (Kapitel 4.1). Hypoglykämien sind nur bei den Menschen mit Diabetes zu erwarten, die mit Insulin oder Sulfonylharnstoffen bzw. Gliniden behandelt werden.

Auch wenn das Auftreten schwerer Hypoglykämien mit einem erhöhten Unfallrisiko assoziiert ist, tragen zu strikte Regelungen nicht zwingend zu einer Verbesserung der Gefahrensituation bei. Studien aus Dänemark und Tschechien zeigten beispielsweise, dass die Einführung der neuen europäischen Rechtsvorschriften für den Führerschein im Jahr 2012 zu einem Rückgang der Hypoglykämie-Meldungen geführt hat und dies die Sicherheit im Straßenverkehr sogar noch verschlechtern kann [Brož 2015; Dømggaard 2015; Pedersen-Bjergaard 2015].

Die Zahlen zur Unfallohäufigkeit bei Menschen mit Diabetes sind im Vergleich mit den Auswirkungen anderer Erkrankungen auf die Unfallohäufigkeit im Straßenverkehr sehr niedrig. Für Personen mit einem Schlaf-Apnoe-Syndrom zum Beispiel ist das Risiko für einen Verkehrsunfall um das 2,4-fache erhöht, bei Aufmerksamkeitsdefizit- / Hyperaktivitätsstörung (ADHS) sogar bis um das 4,4-fache. Jedoch scheint in der öffentlichen Wahrnehmung Diabetes mit einer hohen Risikogefährdung / gesundheitlichen Beeinträchtigung assoziiert zu werden. Dies ist nicht zuletzt der starken Medienpräsenz und der nicht immer korrekten Darstellung der Erkrankung zuzuschreiben [Edwards B; kma medien. Managementwissen für die Gesundheitswirtschaft 2013; Südwest Presse 2012].

### Risikobewertung

Der Großteil der Menschen mit Diabetes ist zum Führen von Kraftfahrzeugen geeignet. (Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung, Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) im Auftrag des Bundesverkehrsministeriums, 01.07.2022). Die Voraussetzungen zum sicheren Führen von Kraftfahrzeugen können eingeschränkt oder ausgeschlossen sein, wenn durch unzureichende Behandlung oder Nebenwirkungen der Behandlung oder Komplikationen der Erkrankung verkehrsgefährdende Gesundheitsstörungen bestehen oder zu erwarten sind. Diese Betroffenen bedürfen der individuellen Beurteilung der Kraftfahreignung mit der Frage, ob ihre Fähigkeiten den Mindestanforderungen zum Führen von Kraftfahrzeugen entsprechen.

Trotz der statistisch signifikanten Erhöhung des Unfallrisikos bei Menschen mit Diabetes ist für die Einschätzung der Fahrsicherheit/Fahreignung auch bei Personen mit Diabetes grundsätzlich eine Betrachtung des Einzelfalles erforderlich. Eine pauschale Beurteilung aufgrund der Diagnose „Diabetes“ ist nicht zulässig, da die funktionellen Auswirkungen der Erkrankung sehr unterschiedlich sind. Sie sind unter anderem abhängig von der Art und Schwere der Erkrankung, den bereits eingetretenen Komplikationen, der Wahrnehmungsfähigkeit von Hypoglykämiesymptomen, der durchgeführten Behandlung, der Art der Glukosekontrolle, der Wechselwirkung mit anderen Erkrankungen sowie den weiteren persönlichen Voraussetzungen des jeweiligen Menschen mit Diabetes.

Hierbei ist der Fokus nicht allein auf die gesundheitlichen Einschränkungen (Diabetestyp und -verlauf, Therapie und mögliche Komplikationen) zu richten, sondern im Sinne eines ressourcenorientierten Ansatzes sind auch Kompensationsmöglichkeiten mit einzubeziehen.

**Kompensationsmöglichkeiten** können vor allem in der Person begründet sein, beispielsweise als

- langjährige Erfahrung als Kraftfahrer,
- umsichtiges, vorsichtiges Fahrverhalten
- reflektierter Umgang mit der Erkrankung,
- kontinuierliche Glukosemesssysteme mit Alarmfunktion
- vorausschauendes Handeln unter Einbeziehung möglicher Risiken in Arbeitsabläufen,
- gezielte Coping-Strategien für spezielle Anforderungen

Eine angemessene Mobilität wird in unserer Gesellschaft sowohl im beruflichen als auch privaten Umfeld weitgehend vorausgesetzt. Eine Einschränkung der Fahreignung ist führt somit zu einer Benachteiligung in vielen sozialen Bereichen. Besonders im beruflichen Kontext verwehrt die eingeschränkte oder fehlende Fahreignung häufig schon den Zugang zu Arbeitsplätzen. Für Berufstätige mit Fahrtätigkeiten führt sie in der Regel zur Berufsuntauglichkeit und damit häufig zum sozialen Abstieg. Die Frage, ob ein Busfahrer weiter seiner Tätigkeit nachgehen kann, auch wenn er erkrankungsbedingt eine Insulintherapie durchführen muss, geht also über die rein verkehrsmedizinische Fragestellung weit hinaus und berührt sozialmedizinische Aspekte im Hinblick auf den Umgang der Gesellschaft mit chronisch Kranken im Erwerbsleben und deren Teilhabe am Leben.



## 4 Mögliche Beeinträchtigungen der Fahrsicherheit bei Menschen mit Diabetes

### 4.1 Hypoglykämien

(Bernhard Kulzer, Eva Küstner, Friedhelm Petry)

#### Veränderung seit der letzten Auflage der Leitlinie

Nach Einschätzung der Leitliniengruppe hat sich das Risiko für Unfälle und/oder Beeinträchtigungen der Fahrtauglichkeit aufgrund von Hypoglykämien seit der letzten Auflage der Leitlinie „Diabetes und Straßenverkehr“ bedeutsam reduziert.

Dafür verantwortlich sind vor allem folgende Faktoren:

- Entsprechend der aktuellen Leitlinien zur Therapie des Typ-2-Diabetes hat sich der Anteil der Menschen mit Typ-2-Diabetes mit einer Therapie mit **insulinotropen Medikamenten** (Sulfonylharnstoffe oder Glinide), die mit einem Hypoglykämierisiko assoziiert sind, deutlich verringert - diese werden in Deutschland kaum noch verordnet [Bundesärztekammer (BÄK) 2023; Götz 2024].
- Aktuell (Stand: 2024) verwenden bereits mehr als 80% aller Menschen mit Typ-1-Diabetes mit einer Insulintherapie (intensivierte Insulintherapie, Insulinpumpentherapie bzw. Automatisiertes Insulindosierungssystem) und ca. 60% aller Menschen mit Typ-2-Diabetes und einer intensivierten Insulintherapie (ICT) ein **CGM-System**, das mit integrierten Warnfunktionen vor Unterzuckerungen (z.B. Voralarme, Alarme, Trendanzeigen) ausgestattet ist [Kulzer 2024; Kulzer 2022; Prinz, 2024]. Nach Einschätzung von Diabetologen werden bis 2028 ca. 95% aller Personen mit einer intensivierten Insulintherapie ein CGM-System nutzen [Kulzer 2024; Kulzer 2022; Roos 2022]. Aber auch immer mehr Menschen mit einer basal unterstützten oralen Therapie (BOT) nutzen ein CGM-System, was von einigen Krankenkassen erstattet wird. Mit CGM-Systemen sinkt das Risiko für Unterzuckerungen aufgrund der Warnfunktion vor Hypoglykämien beträchtlich.
- Mittlerweile (Stand 2024) nutzt fast jeder vierte Mensch mit Typ-1-Diabetes **automatisierte Insulindosierungssysteme (AID-Systeme)** – prognostisch wird es in nächster Zeit noch deutlich mehr Nutzende, auch mit Typ-2-Diabetes und einer Insulintherapie, geben [Kulzer 2024]. Bei diesen Systemen wird mit Hilfe des Algorithmus bei sinkenden Glukosewerten mit einer Hypoglykämiegefahr automatisch die Insulinzufuhr der Insulinpumpe reduziert, das Hypoglykämierisiko wird deutlich vermindert. Dies bietet neben der Warnfunktion durch CGM eine zusätzliche Sicherheit vor Unterzuckerungen.
- **Schulungsprogramme für Menschen mit insulinbehandeltem Diabetes** zum verbesserten Umgang mit Hypoglykämien, vor allem bei Hypoglykämiewahrnehmungsstörungen, stehen im Vergleich zu der letzten Fassung dieser Leitlinie mittlerweile im Rahmen der Disease Management Programme (DMP) Typ-1 und Typ-2-Diabetes in Deutschland flächendeckend zur Verfügung [Bundesamt für soziale Sicherung (BfA) 2024].

Die Leitliniengruppe hat das Kapitel 4.1.6 Limitationen bei der Beurteilung von Hypoglykämien als Information speziell für Ermittlungsbehörden, forensische Gutachter und Richter eingefügt.

Im Anhang wurden die „Empfehlungen für Kraftfahrer mit Diabetes und Hypoglykämierisiko“ in Bezug auf die Empfehlungen in diesem Kapitel und die Nutzung von CGM- und AID-Systemen aktualisiert.



| Empfehlungen  | Empfehlungsgrad |
|---|-----------------|
| <p>Menschen mit Diabetes sollen über das Hypoglykämierisiko ihrer Diabetestherapie und damit verbundene mögliche Risiken für die Fahr-sicherheit aufgeklärt werden.</p> <p><i>[Deutsche Diabetes Gesellschaft 2023; Graveling 2015 LoE 5; Ivers 2019; Lohan 2021 LoE 2b; Watson 2007 LoE 2b]</i></p>  | <b>A</b>        |
| <p>Menschen mit Diabetes und einem Hypoglykämierisiko aufgrund ihrer Diabetesbehandlung sollen über die Notwendigkeit einer konse-quenten Vermeidung von Hypoglykämien während der Teilnahme am Straßenverkehr und die individuellen Optionen aufgeklärt werden.</p> <p><i>[Deutsche Diabetes Gesellschaft 2023; Graveling 2004 LoE 2b; McCall 2023; Pilla 2021 LoE 4; Saunders 2023 LoE 2b]</i></p>  | <b>A</b>        |
| <p>Mit Menschen mit Diabetes, die am Straßenverkehr teilnehmen, sollen Therapieziele in Bezug auf ihre individuellen Glucose-Zielbereiche und Therapieformen mit einem möglichst geringen Hypoglykämieri-siko individuell im Sinne der partizipativen Entscheidungsfindung dis-kutiert und vereinbart werden.</p> <p><i>[American Diabetes Association 2023; Bundesärztekammer (BÄK) 2023; Cox 2024; Deutsche Diabetes Gesellschaft 2023]</i></p>   | <b>A</b>        |
| <p>Bei Menschen mit Diabetes und erhöhtem Hypoglykämierisiko, die am Straßenverkehr teilnehmen, soll regelmäßig das Auftreten von Hypoglykämien, Fahr-/Verkehrsauffälligkeiten oder Unfällen auch ohne Anlass erfragt werden.</p>   | <b>EK</b>       |
| <p>Menschen mit Diabetes mit einem erhöhten Hypoglykämierisiko oder einer Hypoglykämiewahrnehmungsstörung, die am Straßenverkehr teilnehmen, soll je nach Bedarf und Patientenpräferenz folgende the-rapeutische Maßnahmen angeboten werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diabetestechnologien zur Vermeidung von Hypoglykämien (z.B. Systeme zur kontinuierlichen Glukosemessung (CGM), Insulin-pumpentherapie (CSII), automatisierte Insulindosierungs-Sys-teme (AID)).</li> <li>• Ggf. Therapieumstellung auf weniger hypoglykämiegefährdende Medikamente (z.B. Metformin, DPP4 Hemmer, SGLT2- Inhibito-ren, GLP-1 Rezeptoragonisten) bzw. Analoginsuline statt Nor-malinsulin/NPH-Insulin.</li> <li>• Hypoglykämiewahrnehmungstraining</li> <li>• Beratung und Schulung zu Verhaltensmaßnahmen, die vor Hy-poglykämien schützen.</li> </ul> <p><i>[Dicembrini 2021 LoE 1a; Diouri 2021 LoE 5; Flatt 2023 LoE 2b; Go-doi 2023 LoE 1a; Ida 2019 LoE 1a; Kwon 2024 LoE 2b; Maiorino]</i></p> | <b>A</b>        |

| Empfehlungen   | Empfehlungsgrad |
|--|-----------------|
| 2020 LoE 1a; Renard 2023 LoE 1b; Waldenmaier 2021 LoE 1b; Yeoh 2015 LoE 1a/2a]   |                 |
| <p>Menschen mit Diabetes mit einem Hypoglykämierisiko aufgrund ihrer Diabetestherapie sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in der Interpretation der Glukosewerte und bei Nutzung von CGM- bzw. AID-Systemen in deren Anwendung hinreichend geschult sein.</li> <li>• bei Nutzung von CGM- und AID-Systemen die unterschiedlichen Trendpfeile bei sinkender Glucose richtig interpretieren und die richtigen Handlungen zur Vermeidung einer Hypoglykämie vornehmen können.</li> <li>• sicherstellen, dass sie vor Fahrtantritt einen für sie ausreichend hohen Glukosewert (Empfehlung in den meisten Fällen <math>\geq 90</math> mg/dl (5 mmol/l); Schwangere <math>\geq 80</math> mg/dl (4,4 mmol/l)) aufweisen, um das Risiko einer Hypoglykämie während der Fahrt zu minimieren und diese zu verhindern.</li> <li>• vor Fahrtantritt sicherstellen, dass die Alarmgrenzen bei Verwendung eines CGM-Systems so hoch eingestellt sind, dass rechtzeitig vor einer Hypoglykämie gewarnt wird und die Trendpfeile beachten.</li> <li>• bei längeren Fahrten die Glukosewerte regelmäßig kontrollieren.</li> <li>• die gemessenen Glukosewerte vor und während einer Fahrt sowie durchgeführte Behandlungsmaßnahmen (z.B. Insulin, Kohlenhydratzufuhr) dokumentieren.</li> <li>• stets geeignete schnell resorbierbare kohlenhydrathaltige Lebensmittel zur Anhebung des Glukosespiegels griffbereit im Fahrzeug zu haben.</li> <li>• bei Sinken des Glukosewertes (Empfehlung in den meisten Fällen <math>\leq 90</math> mg/dl (5 mmol/l); Schwangere <math>\leq 80</math> mg/dl (4,4 mmol/l)) unter den persönlichen Zielbereich eine geeignete Menge schnell resorbierbarer Kohlenhydrate einnehmen, um Hypoglykämien während der Fahrt sicher zu vermeiden.</li> <li>• wissen, dass bei Anzeichen einer Hypoglykämie oder bei einem gemessenen Blutglukosewert <math>&lt; 70</math> mg/dl (3,9 mmol/l) (bei CGM zusätzlich fallender Glukosetrend) die Fahrt unmittelbar unterbrochen werden soll, um die Hypoglykämie adäquat zu behandeln.</li> <li>• zur akuten Behandlung der Hypoglykämie mindestens 2 BE/KE schnell wirksame Kohlenhydrate (z. B. Traubenzucker/Dextrose; Fruchtsaft/Limonade) einnehmen.</li> <li>• nach einer Hypoglykämie während der Fahrt erst dann wieder weiterfahren, wenn keine Symptome der Hypoglykämie mehr vorhanden sind und die Glukosewerte <math>&gt; 90</math> mg/dl liegen.</li> </ul> | <b>A</b>        |

| Empfehlungen   | Empfehlungsgrad |
|--|-----------------|
| [Canadian Medical Association (CMA) 2017; Cox 2024; Diabetes New Zealand; Maxwell 2023 LoE 2a/3a; Trawley 2022 LoE 2b] |                 |

- **Verweis Kapitel 3** Häufigkeit von Verkehrsunfällen bei Menschen mit Diabetes: Hypoglykämien führen zu einer eingeschränkten Fahrtauglichkeit und erhöhen das Risiko für Verkehrsauffälligkeiten und -unfälle. Das Unfallrisiko wird in Relation zu den Kompensationsmöglichkeiten von Hypoglykämien (z.B. CGM, AID-Systeme) abgeschätzt.
- **Verweis Kapitel 5 Anforderungen an Patienteninformationen:** Die wichtigsten Maßnahmen für Menschen mit Diabetes zur Verhinderung von Hypoglykämien im Straßenverkehr werden dort aufgeführt.
- **Verweis Anhang G:** Empfehlungen für Kraftfahrer mit Diabetes und Unterzuckerungsrisiko
- **Verweis 0, Anhang F, Anhang H:** Die Definition von Hypoglykämien und eine ausführliche Beschreibung der Hypoglykämiehäufigkeit im Kontext der Beurteilung der Fahrsicherheit werden dort beschrieben.
- **Verweis Anhang E:** Hier ist eine Übersicht über das Hypoglykämierisiko bei unterschiedlichen Medikamenten zu finden.

#### 4.1.1 Auswirkungen von Hypoglykämien auf die Fahrtauglichkeit

Für das Führen eines Kraftfahrzeuges sind verschiedene körperliche und geistige Anforderungen notwendig, die durch eine Hypoglykämie in unterschiedlicher Ausprägung beeinträchtigt werden können. In Abhängigkeit des Schweregrads kommt es bei Hypoglykämien zu einer Einschränkung von kognitiven Funktionen der Aufmerksamkeit, Wahrnehmung, Informationsverarbeitung, Reaktionsschnelligkeit, Gedächtnisleistung, des Sehvermögens und der räumlichen Vorstellung sowie exekutiven Funktionen, welche die Planung, Vorbereitung und Kontrolle von Handlungen steuern. Insbesondere die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung sowie die Ausführung komplexer Aufgaben sind in einer Hypoglykämie beeinträchtigt [Amiel 2021; Cryer; Heller 2020; Hölzen 2024; Lin 2020; Merickel 2019; Nakhleh 2021].

Bei einer schweren Hypoglykämie kann es infolge einer massiven Bewusstseinseinschränkung oder gar einer Bewusstlosigkeit zu einem Zustand absoluter Fahruntüchtigkeit kommen. Hypoglykämien können bei Menschen mit Diabetes, die aufgrund ihrer Therapieform (insulinotrope orale Antidiabetika, Insulin) eine Hypoglykämie bekommen können, die Fahrsicherheit beeinträchtigen. Häufige leichte und schwere Hypoglykämien sind ein Risikofaktor für Hypoglykämiewahrnehmungsstörungen [Cryer 2005; Huang 2022; Melnychuk 2022; Takagi 2022].

Das Ausmaß einer möglichen Beeinträchtigung durch Hypoglykämien im Straßenverkehr ist von einer Reihe von Faktoren (z. B. Therapieform, Hypoglykämiewahrnehmung, Folge- und Begleiterkrankungen, Schulungen, geeignete Diabetestechnologien) abhängig und bedarf einer individuellen Beurteilung.

Bei der Bewertung des Hypoglykämierisikos im Hinblick auf die Fahrsicherheit sind gleichermaßen mögliche Risikofaktoren (z.B. Insulintherapie, Anzahl schwerer Hypoglykämien in letzter Zeit) aber auch Maßnahmen zur Minderung des Hypoglykämierisikos (Schutzfaktoren wie z.B. CGM, AID-Systeme, Schulung) zu berücksichtigen.

#### 4.1.2 Experimentelle Ergebnisse (Fahrsimulation)

Für die Überprüfung der Fahrsicherheit in Studien mit einem Fahrsimulator werden üblicherweise Lenk- (z. B. Halten der Fahrspur, in Schlangenlinien fahren, Überfahren der Mittellinie, Abkommen von der Straße) und Geschwindigkeitsvariablen (weiches Bremsen und Beschleunigen (gemessen über den Pedaldruck), zu schnelles und langsames Fahren) getestet. Hier zeigte sich in experimentellen Studien, dass bei Glukosewerten unter 50 mg/dl (2,8 mmol/l) signifikant häufiger Fahrfehler beim Lenken, auftreten. Die Teilnehmer fuhren langsamer und zeigten eine Verschlechterung der Fahrleistung [Cox

2000; Sommerfield 2004; Stork 2007; Weinger 1999]. Jedoch erkannte nur etwa die Hälfte der Betroffenen diese Beeinträchtigungen, jeder Vierte hielt sich weiterhin für fahrsicher und wäre im Alltag weitergefahren [Cox 2009].

Menschen mit Typ-1-Diabetes mit Unfällen oder Fahrauffälligkeiten in der Vergangenheit, schnitten in einer Studie zu Auswirkungen von Hypoglykämien auf kognitive Funktionen bei Aufgaben, welche die Aufmerksamkeit bzw. geteilte Aufmerksamkeit, die Verarbeitungsgeschwindigkeit und das Arbeitsgedächtnis beanspruchen, schlechter ab als Personen mit Typ 1 Diabetes ohne Unfälle oder Fahrauffälligkeiten in der Anamnese [Campbell 2010]. Eine ähnliche Studie mit einer experimentell induzierten Hypoglykämie kam zu dem Ergebnis, dass sich 43% der Personen mit Typ 1 Diabetes und einer gestörten Hypoglykämiewahrnehmung trotz einer Hypoglykämie dafür entschieden hätte, zu fahren, während diese Entscheidung nur 4% aller Personen mit einer intakten Hypoglykämiewahrnehmung getroffen hätten. 55% aller Personen mit Typ 2 Diabetes erkannten eine Hypoglykämie sicher und hätten sich dafür entschieden, nicht zu fahren [Sommerfield 2004; Stork 2007].

## 4.1.3 Ursachen, Risikofaktoren für das Auftreten von Hypoglykämien

### 4.1.3.1 Ursachen von Hypoglykämien

Die Ursachen von Hypoglykämien beim Führen eines Fahrzeugs sind bei Menschen mit Diabetes, die aufgrund ihrer Therapieform (insulinotrope orale Antidiabetika, Insulin) ein Hypoglykämierisiko aufweisen, vielfältig.

Eine wichtige Ursache von Hypoglykämien im Straßenverkehr sind Fehleinschätzungen oder Fehler beim Selbstbehandlungsverhalten wie z. B. bei der

- Durchführung der Insulintherapie (z. B. falsche, zu hohe Insulindosierung, Dosierung ohne vorherige Stoffwechselkontrolle; Verwechslung der Insulinsorte),
- Nahrungsaufnahme von Kohlenhydraten (z. B. Auslassen von Mahlzeiten mit Kohlenhydraten; Fehler beim Schätzen des Kohlenhydratgehaltes),
- körperlichen Bewegung, Sport (z. B. fehlender Ausgleich des Glukoseverbrauchs durch zusätzliche Aufnahme von Kohlenhydraten; Nachwirkungen körperlicher Aktivität unterschätzt)
- Wirkung von Alkoholkonsum auf Kognition und Stoffwechsel (z.B. Aufmerksamkeits- und Konzentrationsminderung, verminderte Wahrnehmungsfähigkeit körperlicher Symptome, verringerte Glukoneogenese),
- Verbesserte Insulinwirkung (z.B. Wärme, Gewichtsabnahme, frühe Schwangerschaft)
- Medikamentendosierung (z. B. zu hohe Dosierung von Medikamenten, welche die Insulinsekretion oder die Insulinwirksamkeit erhöhen)
- Ablenkung durch konkurrierende Anforderungen (z.B. beruflicher Stress)
- Wirkung psychotroper Substanzen auf die Hypoglykämiewahrnehmung (z.B. Alkohol, Cannabis),
- Bedienungsfehler bei Diabetestechnologien (z.B. falsche Alarmgrenzen bei CGM, zusätzliche Abgabe eines Insulinbolus trotz Automodus bei AID-Systemen).

Diese Fehleinschätzungen und Fehler sind nicht immer auf schuldhaftes Verhalten des Betroffenen zurückzuführen, da Stoffwechselprozesse oder technische Probleme bei Diabetestechnologien (z.B. Messungenauigkeiten bei CGM-Sensoren, Konnektivitätsprobleme) oft nicht vorhersehbar und durch eine Person abschätzbar sind.

Ebenso können folgende Faktoren eine fehlende oder beeinträchtigte Hypoglykämiewahrnehmung Hypoglykämie verursachen:

- eine beeinträchtigte Arzneimittel-Clearance (z. B. bei eingeschränkter Nierenfunktion, eingeschränkter Leberfunktion, Hypothyreose),
- Wechselwirkung mit anderen Medikamenten (z. B. Sulfonamiden, Fluorchinolone),
- Beeinträchtigte Blutglukose-Gegenregulation (z. B. bei Hypophyseninsuffizienz, Morbus Addison, Wachstumshormonmangel),

- verminderte endogene/hepatische Glukoseproduktion (z. B. bei Leber- oder Nierenerkrankungen, Alkoholkonsum)
- gestörte Glukoseabsorption (z. B. bei Glutenunverträglichkeit / Zöliakie, Malabsorption bei Gastroparese, Anorexia nervosa).
- beschleunigte Insulinresorption bei erhöhter Temperatur (Sommer, Sauna).

[Amiel 2021; Cryer; Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG) 2023; Heller 2020; Hölzen 2024; Lin 2020; Nakhleh 2021; Pastor 2020; Sannegowda 2023]

#### 4.1.3.2 Hypoglykämierisiko bei unterschiedlichen Diabetes- und Therapieformen

Für **nicht mit Insulin behandelte Menschen mit Typ-2-Diabetes** besteht ein Hypoglykämierisiko nur dann, wenn sie insulinotrope Medikamente (Sulfonylharnstoffe, Glinide) zur Therapie des Typ-2-Diabetes einnehmen. Diese werden aktuell in Deutschland jedoch kaum noch verordnet [Gölz 2024].

Alle anderen in der Therapie des Typ-2-Diabetes angewendeten Medikamente der Klassen Biguanide (Metformin), Alpha-Glucosidase-Hemmer (Acarbose), Thiazolidindione (Glitazone), DPP-4-Inhibitoren (Dipeptidylpeptidase-4-Inhibitoren; Gliptine), SGLT-2-Inhibitoren (Sodium Dependent Glucose Transporter 2 Inhibitoren) und GLP-1-Rezeptor-Agonisten weisen in der Regel kein Hypoglykämierisiko auf, wenn diese als Monotherapie oder als Kombinationstherapie dieser Präparate untereinander verwendet werden [Ben Salem 2011; Brietzke 2015; Inkster 2012; Vos 2016].

Bei **Menschen mit Diabetes und Insulintherapie** besteht grundsätzlich ein Hypoglykämierisiko.

Eine Übersicht über das Hypoglykämierisiko bei unterschiedlichen Medikamenten ist im 0 zu finden.

#### 4.1.3.3 Risikofaktor: Schwere Hypoglykämien

In verschiedenen Studien konnten übereinstimmend Risikofaktoren für das Auftreten von schweren Hypoglykämien aufgezeigt werden.

Bei **Menschen mit Typ 1 Diabetes** sind bekannte Risikofaktoren: Vorausgegangene schwere Hypoglykämien, eine eingeschränkte Hypoglykämiewahrnehmung, ein niedriger HbA1c, ein höheres Lebensalter, begleitende psychiatrische Komorbiditäten (wie ADHS, Depression, Angststörung), Nebenniereninsuffizienz) und ein geringer C-Peptid-Wert bzw. eine fehlende Insulinrestsekretion [Flatt 2023; Kaur 2023].

Bei **Menschen mit Typ 2 Diabetes** sind neben vorausgegangenen schweren Hypoglykämien, einem niedrigen HbA1c (<6.5%) und einer beeinträchtigten Hypoglykämiewahrnehmung weitere Risikofaktoren: Höheres Lebensalter, längere Diabetesdauer und längere Dauer der Insulintherapie [Alwafi 2020; Lee 2020; Li 2023; Pratiwi 2020]. Studien weisen darauf hin, dass eine genetische Veranlagung eine Rolle für das Auftreten schwerer Hypoglykämien spielen kann. So erhöht eine hohe Angiotensin-Converting-Enzym (ACE) Aktivität und die Anwesenheit des D-Allels des ACE-Gens das Risiko von Hypoglykämien bei betroffenen Patienten [Davis 2011].

Das Auftreten einer schweren Unterzuckerung im Straßenverkehr in den letzten 12-24 Monaten erhöht das Risiko eines Verkehrsunfalls aufgrund einer weiteren schweren Hypoglykämie [Cox 2009; Lohan 2021; Songer 2006].

#### 4.1.3.4 Risikofaktor: Hypoglykämiewahrnehmungsstörung

Eine adäquate Wahrnehmung erster Anzeichen einer Hypoglykämie ist eine wesentliche Voraussetzung für die Fahrsicherheit. Diese versetzt eine Person in die Lage, geeignete Maßnahmen (z. B. die Einnahme schnell wirksamer Kohlenhydrate) einzuleiten, um den weiteren Abfall der Blutglukose zu stoppen und damit Hypoglykämien während der Fahrt zu vermeiden.

Es gibt keine allgemeingültige Definition einer funktionalen und dysfunktionalen Hypoglykämiewahrnehmung, da diese ein Kontinuum zwischen einer funktionierenden bis hin zu einer komplett fehlenden Hypoglykämiewahrnehmung darstellt, welches allerdings durch bestimmte Maßnahmen (z. B. strikte

Vermeidung niedriger Glukosewerte) bis zu einem gewissen Grad reversibel ist. In Abhängigkeit von der Möglichkeit der Reversibilität werden daher eine „partielle“ von einer „irreversiblen“ Hypoglykämiewahrnehmungsstörung unterschieden. Eine partielle Einschränkung der Hypoglykämiewahrnehmung kann bereits nach einer einzigen Hypoglykämie erfolgen [Escudero 2024; Hölzen 2024; Takagi 2022].

Bei einer Hypoglykämiewahrnehmungsstörung ist die Ausprägung von adrenergen Frühsymptomen vermindert und die Schwelle der sympathiko-adrenergen Gegenregulation gesenkt (Hypoglykämie assoziiertes autonomes Versagen, HAAF). Oft sinkt die adrenerge Aktivierungsschwelle unter die neuroglykopenische Schwelle, was aufgrund des Einsetzens von neuroglykopenischen Symptomen zu einer eingeschränkten Handlungsfähigkeit sowohl am Steuer als auch zu einer eingeschränkten Handlungsfähigkeit zur Behandlung der Hypoglykämie führen kann [Amiel 2021; Cryer ]. Eine partielle Hypoglykämiewahrnehmungsstörung ist reversibel und kann durch strikte Vermeidung niedriger Glukosewerte behandelt werden, so dass die glykämischen Schwellen der hormonellen Gegenregulation verbessert bzw. wiederhergestellt werden. Es wird daher eine konsequente Vermeidung von Hypoglykämien bzw. von niedrigen Glukosewerten empfohlen [Deutsche Diabetes Gesellschaft 2023; Escudero 2024; Hölzen 2024; Takagi 2022]. Die deutsche HypoDE-Studie konnte zeigen, dass die Verwendung von CGM bei Menschen mit Typ-1-Diabetes mit Hypoglykämie-Wahrnehmungsproblemen oder schweren Hypoglykämien in der Vorgeschichte zu 72 % weniger Hypoglykämie-Episoden ( $\leq 54$  mg/dL / 3,0 mmol/), einer 40%igen Verbesserung der Hypoglykämie-Wahrnehmung und zu 64 % weniger schwere Hypoglykämie-Episoden führten [Heinemann 2018; Hermanns N 2002; Waldenmaier 2021]. CGM-Systeme tragen somit entscheidend zur Kompensation der Hypowahrnehmungsstörung bei.

Das Risiko einer Hypoglykämiewahrnehmungsstörung steigt mit der Diabetesdauer bzw. mit der Dauer der Insulintherapie. Etwa 20% bis 25% der Menschen mit Typ 1 Diabetes entwickeln im Lauf der Erkrankung eine beeinträchtigte oder fehlende Hypoglykämiewahrnehmung [Amiel 2021; Hölzen 2024], bei Menschen mit Typ 2 Diabetes beträgt der Anteil etwa 10% [Li 2023].

Eine Hypoglykämiewahrnehmungsstörung ist ein Risikofaktor für das Auftreten schwerer Hypoglykämien. Allerdings gibt es in Studien zur Unfallhäufigkeit von Personen mit Diabetes keine überzeugenden Beweise für ein erhöhtes Unfallrisiko aufgrund von Hypoglykämiewahrnehmungsproblemen [Cox 2009; Redelmeier 2009; Songer 2006].

#### **4.1.4 Maßnahmen zur Wiederherstellung und Sicherstellung der Fahrsicherheit**

Das Risiko für Hypoglykämien kann durch eine Reihe von Maßnahmen reduziert werden, wodurch sich auch die Fahrsicherheit von Personen mit einem erhöhten Risikopotential für Hypoglykämien aufgrund häufiger schwerer Hypoglykämien oder dem Vorliegen einer Hypoglykämiewahrnehmungsstörung wiederherstellen lässt.



**Tabelle 2: Maßnahmen zur Wiederherstellung und Sicherstellung der Fahrsicherheit**

| <b>Optimierung der Diabetestherapie zur Minimierung des Hypoglykämierisikos</b>   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Analyse der Ursachen für Hypoglykämien</li> <li>• Optimierung der Glukose-Zielwerte mit dem Ziel der Vermeidung von Hypoglykämien</li> <li>• Wahl einer Therapieform (z.B. Medikamente, Insulinpräparate) mit einem geringeren Hypoglykämierisiko</li> <li>• Optimierung der Insulintherapie zur Reduktion des Hypoglykämierisikos</li> <li>• Wenn keine Nutzung von CGM: Optimierung der Blutzuckermessfrequenz</li> <li>• Bei Vorliegen einer Hypoglykämiewahrnehmungsstörung: Vermeidung von niedrigen Glukosewerten, Hypoglykämien zur Wiederherstellung der adrenergen Antwort auf niedrige Glukosewerte</li> </ul> |
| <b>Einsatz von Diabetestechnologien (CGM, Insulinpumpe, AID-System)</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuierliches Glukosemonitoring (CGM)</li> <li>• Insulinpumpen (CSII)</li> <li>• System zur automatisierten Insulin-Dosierung (AID-System)</li> </ul>   |
| <b>Strukturierte Diabetesschulung</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlangung von Kompetenzen zum besseren Umgang mit dem Diabetes, Hypoglykämien</li> <li>• Minimierung von Behandlungsfehlern, die zu einer Hypoglykämie führen</li> <li>• Vermittlung von Kenntnissen und Fertigkeiten zur Prophylaxe und frühzeitigem Erkennen von Hypoglykämien und zur Reduktion des Hypoglykämierisikos</li> <li>• Etablierung von effektiven Strategien zur Prävention von Hypoglykämien beim Führen von Kraftfahrzeugen, der Teilnahme am Straßenverkehr sowie Verhaltensstrategien beim Auftreten von Hypoglykämien während der Fahrt etc.</li> <li>• Einbezug von Angehörigen, Bezugspersonen</li> </ul>        |
| <b>Hypoglykämiewahrnehmungstraining</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermittlung eines plausiblen Erklärungsmodells zur Entstehung und Behandlung von Problemen der Hypoglykämiewahrnehmung</li> <li>• Training zur besseren Wahrnehmung von ersten Anzeichen einer Hypoglykämie</li> <li>• Vermittlung von Kenntnissen und Fertigkeiten zur besseren Vermeidung von Hypoglykämien und des Umgangs mit Hypoglykämien</li> <li>• Erarbeitung von individuellen Strategien zur Vermeidung von Hypoglykämien</li> <li>• Einbezug von Angehörigen, Bezugspersonen</li> </ul>  |

#### 4.1.4.1 Optimierung der Diabetestherapie zur Minimierung des Hypoglykämierisikos

Durch die konsequente Vermeidung von Hypoglykämien kann die Hypoglykämiewahrnehmung und die glykämischen Schwellen der hormonellen Gegenregulation verbessert bzw. wiederhergestellt werden [Escudero 2024; Hölzen 2024; Takagi 2022]. Daher wird zur Verbesserung der Hypoglykämiewahrnehmung eine konsequente Vermeidung von Hypoglykämien bzw. niedriger Glukosewerte empfohlen [American Diabetes Association (ADA) 2024; Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG) 2023].

#### 4.1.4.2 Einsatz von Diabetestechnologien

##### Insulinpumpentherapie (CSII)

Bei der Insulinpumpentherapie (Continuous Subcutaneous Insulin Infusion, CSII) erfolgt die Insulinzufuhr kontinuierlich über eine Insulinpumpe, die am Körper getragen wird und fortlaufend kleine Mengen Insulin zur Abdeckung des Basalbedarf des Körpers abgibt. Bei „Schlauchpumpen“ erfolgt dies über einen Katheter und einer im Unterhautfettgewebe platzierten Kanüle, welche alle zwei bis drei Tage gewechselt wird. „Schlauchlose Insulinpumpen“ (sogenannte „Patchpumpen“) werden direkt auf die Haut geklebt, sodass kein Verbindungsschlauch benötigt wird. Zu Mahlzeiten und zur Korrektur der Glukose können zusätzliche Insulindosen (Insulinboli) abgegeben werden. Generell wird bei einer Insulinpumpentherapie nur schnell wirksames Insulin (Bolusinsulin) verwendet. Zusatzfunktionen wie z.B. verschiedene Basalratenprofile, Bolusoptionen oder -rechner unterstützen die Therapieumsetzung. Die Kombination eines Glukosesensors mit einer Insulinpumpe wird als sensorunterstützte Insulinpumpentherapie (SUP) bezeichnet.

Die Insulinpumpentherapie ist mit einem leicht reduzierten Hypoglykämierisiko assoziiert [Karges 2023; Pickup 2013; Pickup 2008; Weissberg-Benchell 2003]. Studien zum Einfluss der Insulinpumpentherapie bei der Teilnahme am Straßenverkehr, in Bezug auf die Fahrtauglichkeit, Unterzuckerhäufigkeit und Unfallshäufigkeit liegen nicht vor.

2023 nutzen ca. 43-48% aller Menschen mit Typ-1-Diabetes eine Insulinpumpe. Eine reine Insulinpumpentherapie ohne CGM und einen Algorithmus zur automatisierten Insulinsteuerung (AID-System) werden immer seltener angewendet [Kulzer 2024; Prinz, 2024].

##### Kontinuierliche Glukosemessung (CGM)

Bei dem kontinuierlichen Glukosemonitoring (Continuous Glucose Monitoring, CGM) werden die Gewebeglukosewerte fortlaufend mit Hilfe eines Sensors gemessen. Bei Unterschreiten von definierten Schwellenwerten der Glukose (z.B. Voralarme, Hypoglykämiealarme) erfolgt eine Warnung vor Hypoglykämien. Zusätzlich werden neben den aktuellen und gespeicherten Glukosewerten ansteigende, abfallende oder gleichbleibende Glukosewerte als Trendpfeile dargestellt. So kann der Nutzer ein mögliches Hypoglykämierisiko frühzeitig abschätzen und zeitnah aktiv Einfluss nehmen, um eine mögliche Unterzuckerung zu verhindern. Zudem ermöglicht die Auswertung der gespeicherten Glukosewerte mittels des ambulanten Glukoseprofils (AGP) eine Analyse von niedrigen Glukosewerten (z.B. Häufigkeit, Dauer, Tageszeit von Hypoglykämien) und möglicher Muster, die das Auftreten erklären können.

In zusammenfassenden Metaanalysen und systematischen Reviews zu CGM konnte überzeugend gezeigt werden, dass mit der Anwendung von CGM-Systemen eine Reduktion von Hypoglykämien verbunden ist [Dicembrini 2021; Hermanns 2019a; Jancev 2024; Lin 2021; Maiorino 2020; Miller 2022; Zhou 2024]. Es gibt nur wenige Studien zum Einfluss von CGM auf die Fahrtauglichkeit, Hypoglykämiehäufigkeit [Kwon 2024; Mark-Wagstaff 2024; Rayman 2018], es fehlen Studien zur Auswirkung von CGM in Bezug auf die Reduktion von Verkehrsunfällen.

In Deutschland nutzen 2023 mehr als 80% aller Menschen mit Typ-1-Diabetes (intensivierte Insulintherapie, Insulinpumpentherapie bzw. Automatisiertes Insulindosierungssystem) und ca. 60% aller Menschen mit Typ-2-Diabetes und einer intensivierten Insulintherapie sowie immer häufiger auch Personen mit einer basal unterstützten oralen Therapie (BOT) ein CGM-System, so dass davon auszugehen ist,



dass im Straßenverkehr die meisten Menschen mit Diabetes und einem erhöhten Risiko vor Hypoglykämien ein entsprechendes Warnsystem vor Unterzuckerung verwenden.

### Automatisierte Insulin-Dosierung (AID-System)

Ein AID-System (Automatisierte Insulin-Dosierung) besteht aus der Kombination eines CGM-Systems mit einer Insulinpumpe und einem Steueralgorithmus, mit dem die Insulindosierung automatisiert entsprechend der Glukosewerte gesteuert wird. Dabei werden die kontinuierlich gemessenen Glukosewerte (Ist-Werte) von dem Algorithmus fortlaufend mit den vorab definierten Zielwerten einer normnahen Glukoseeinstellung verglichen. Die Abgabe von Mikroboli Insulin über die Insulinpumpe wird reduziert, wenn die Gefahr eines zu niedrigen Glukosewerts besteht, bei einem hohen Glukosewert wird mehr Insulin verabreicht.

Es gibt verschiedene Formen von AID-Systemen:

- **Hybrid-AID-Systeme:** Hierbei wird der basale Insulinbedarf in bestimmten Grenzen automatisiert geregelt, allerdings müssen Nutzer das Bolusinsulin zu den Mahlzeiten selbst abgeben und häufig manuell zur Steuerung der Glukosewerte eingreifen.
- **Teilautomatisierte (Advanced) Hybrid-AID-Systeme:** Bei diesen Systemen wird der basale Insulinbedarf durch den Algorithmus bedarfsgerecht angepasst und Korrekturboli automatisiert abgegeben. Trotzdem muss der Nutzer in bestimmten Situationen (z.B. Mahlzeiten, Sport) bei der Steuerung des Glukosestoffwechsels aktiv mitarbeiten. Die verschiedenen aktuell auf dem Markt befindlichen AID-Systeme sind vorwiegend teilautomatisierte AID-Systeme und unterscheiden sich hinsichtlich des Algorithmus und verschiedenen Eingabe- und Steuerungsmöglichkeiten.
- **Vollautomatisierte AID-Systeme (Fully Closed loop Systeme):** Diese Systeme befinden sich noch in der Entwicklung und sind noch nicht kommerziell erhältlich. Das Diabetesmanagement erfolgt ohne manuelle Eingaben komplett automatisch.

Die Nutzung von AID-Systemen reduziert die Zeit im hypoglykämischen Bereich (Time below Range, TBR: (Level 1:  $< 70 - 54$  mg/dl ( $< 3,9 - 3,0$  mmol/l); Level 2:  $< 54$  mg/dl ( $< 3,0$  mmol/l); Level 3: schwere Unterzuckerung mit Fremdhilfebedarf). Darüber hinaus zeigen Studien, dass mit AID-Systemen sowohl die Glukoseschwankungen (Glukosevariabilität), als auch die Zeit erhöhter Glukosewerte (Time above range, TAR):  $> 180$  mg/dl ( $10,0$  mmol/l) bzw.  $> 250$  mg/dl ( $13,9$  mmol/l) reduziert, die Zeit im Zielbereich (Time in Range, TIR):  $70 - 180$  mg/dl ( $3,9 - 10,0$  mmol/l) erhöht werden kann [Godoi 2023; Jendle 2023; Knoll 2022; Lum 2021; Phillip 2023; Sherr 2023; Tauschmann 2018; Zeng 2023].

Nach der verfügbaren Literatur stellen AID-Systeme aktuell den besten Schutz vor Hypoglykämien dar. Studien zur Auswirkung von AID-Systemen in Bezug auf die Fahrtüchtigkeit bzw. Unfallhäufigkeit liegen bislang nicht vor und sind auch kaum durchführbar.

In Deutschland verwenden 2023 ca. 22% aller Menschen mit Typ-1-Diabetes ein AID-System. Es ist davon auszugehen ist, dass sich die Anzahl in den nächsten Jahren deutlich erhöhen wird [Kulzer 2024].

### Limitationen von Diabetestechnologien

Technische Fehlfunktionen (z.B. Messungenauigkeit eines CGM-Sensors), Konnektivitätsprobleme (z.B. Signalverlust bei AID-System) oder auch Anwendungsfehler (z.B. falsche Reaktion auf Warnsignal vor Unterzuckerung) können dazu führen, dass trotz des Einsatzes von Diabetestechnologien Hypoglykämien auftreten können. Auch können Hautirritationen bis hin zu allergischen Kontaktekzemen zu Limitationen bei dem Einsatz von Diabetestechnologien führen [Sherr 2023; Stone 2020].

#### 4.1.4.3 Strukturierte Diabetesschulung, Hypoglykämiewahrnehmungstraining

Menschen mit Diabetes haben häufig ein zu geringes Wissen und fehlende Kenntnisse über den Einfluss von Hypoglykämien auf die Fahrsicherheit [Almigbal 2018; Moniz 2015]. Daher sollte jeder Mensch mit Diabetes an einer Diabetesschulung (strukturiertes Schulungs- und Behandlungsprogramm) teilnehmen. Dort erhält er Kenntnisse und Fähigkeiten zur Vermeidung von Hypoglykämien und dem richtigen Verhalten bei dem Verdacht auf eine Hypoglykämie oder einer tatsächlich auftretenden Hypoglykämie

im Allgemeinen und speziell bezogen auf den Straßenverkehr [Bundesärztekammer (BÄK) 2023; Deutsche Diabetes Gesellschaft 2023].

Bei Vorliegen einer Hypoglykämiewahrnehmungsstörung kann der Einsatz von strukturierten Hypoglykämiewahrnehmungstrainings eine effektive Maßnahme zur Wiederherstellung der Hypoglykämiewahrnehmung, der Reduktion von Hypoglykämien und mehr Sicherheit im Umgang mit Hypoglykämien sein.

Eine Metaanalyse von strukturierten Diabetesschulungen und Hypoglykämiewahrnehmungstrainings ergab in Hinblick auf die Reduktion schwerer Unterzuckerungen einen signifikanten Effekt (Effektstärke 0,44 (KI 95%: 0,253–0,628) (Yeoh et al. 2015; LoE L1). Dies konnte auch bei Anwendern von modernen Diabetestechnologien gezeigt werden, die trotzdem rezidivierende Hypoglykämien aufwiesen. Die Anwender konnten signifikant sowohl die Anzahl von Unterzuckerungen um mehr als 50% reduzieren als auch ihre Hypowahrnehmung verbessern [Lin 2024].

Im deutschsprachigen Raum stehen mit BGAT (Blood Glucose Awareness Training) [Schachinger 2005] und HYPOS (Hypoglykämie – Positives Selbstmanagement) [Hermanns 2010] zwei evaluierte Programme zur Verfügung.

Aufgrund der Wichtigkeit dieser Themen wird auf strukturierte Diabetesschulungen und Hypoglykämiewahrnehmungstrainings im Kapitel „Patientenschulung“ (5.1) gesondert eingegangen.

#### **4.1.5 Verhalten zur Verhinderung von Hypoglykämien**

##### **4.1.5.1 Schulung zur Interpretation vom Glukosewerten**

Menschen mit Diabetes und einem erhöhten Risiko von Hypoglykämien sollen in der Interpretation der Glukosewerte und bei Nutzung von CGM- bzw. AID-Systemen in dessen Anwendung hinreichend geschult sein. Die Blutzuckerselbstkontrolle wie auch CGM sind diagnostische Maßnahmen, die per se noch keinen hinreichenden Schutz vor Hypoglykämien bieten. Erst die richtige Reaktion auf diese diagnostischen Informationen führt zu einem wirkungsvollen Schutz vor Hypoglykämien. Verschiedene Studien konnten zeigen, dass viele Personen mit Diabetes Schwierigkeiten bei der Interpretation der Glukosewerte von CGM haben [Huhn 2023; Lin 2023]. Personen, die geschult sind, nutzen die verschiedenen Funktionen von CGM besser [Ehrmann 2024; Hermanns 2019b; Kim 2024]. Da nicht alle Menschen technikaffin sind, gibt es zudem Barrieren bei der Nutzung von Diabetestechnologien (z.B. Download der Glukosewerte, Interoperabilitätsprobleme bei AID-Systemen), die ebenfalls in einer Schulung gelöst werden können [Lingen 2024; Marks 2022]. Bei der Schulung von CGM-Nutzern soll die richtige Interpretation der unterschiedlichen Trendpfeile bei sinkender Glukose (z.B. Pfeil nach schräg rechts unten, ein Pfeil senkrecht nach unten, zwei Pfeile senkrecht nach unten), die Bedeutung, Einstellung und Handhabung von Alarmen und die richtigen Handlungen zur Vermeidung einer Hypoglykämie vermittelt werden.

##### **4.1.5.2 Verhalten vor Fahrtantritt**

Menschen mit Diabetes mit einem Hypoglykämierisiko aufgrund ihrer Diabetestherapie sollen sicherstellen, dass sie vor Fahrtantritt einen für sie ausreichend hohen Glukosewert (Empfehlung in den meisten Fällen  $\geq 90$  mg/dl (5 mmol/l); Schwangere  $\geq 80$  mg/dl (4,4 mmol/l)) aufweisen, um das Risiko einer Hypoglykämie während der Fahrt zu minimieren und diese zu verhindern. Individuell können andere Zielwerte gelten [Trawley 2022]; LoE EK.

Liegt der Glukosewert  $< 90$  mg/dl (5 mmol/l) /Schwangere  $< 80$  mg/dl (4,4 mmol/l), soll vor Fahrtantritt durch Essen oder Trinken schnell resorbierbarer Kohlenhydrate sichergestellt werden, dass der Glukosespiegel wieder über diesem Schwellenwert liegt - die Fahrt soll erst danach angetreten werden. Um das Hypoglykämierisiko während einer Autofahrt einschätzen zu können, sollen der Zeitpunkt und die Dosis der letzten Insulingabe, der Zeitpunkt der letzten Mahlzeit und die individuelle Insulinempfindlichkeit berücksichtigt werden

Nutzer von CGM sollen vor Fahrtantritt sicherstellen, dass die Alarmgrenzen so hoch eingestellt sind, dass rechtzeitig vor einer Hypoglykämie gewarnt wird und die Trendpfeile beachten (LoE EK).

#### 4.1.5.3 Glukosemessung während der Fahrt

Bei längeren Fahrten sollen die Glukosewerte regelmäßig kontrolliert werden, um ein mögliches Hypoglykämierisiko zu minimieren. Bei Verwendung eines CGM-Systems soll das CGM-Lesegerät/Smartphone so im Fahrzeug platziert werden, dass der Glukosewert ohne Aufnehmen des Gerätes in die Hand abgelesen werden kann oder zum Ablesen angehalten werden. Ein kurzes Antippen des Monitors um die Anzeige zu aktivieren erscheint dabei unproblematisch (LoE EK).

#### 4.1.5.4 Dokumentation der Blutglukosewerte und der Behandlungsmaßnahmen

Die gemessenen Glukosewerte vor und während einer Fahrt sowie durchgeführte Behandlungsmaßnahmen (z.B. Insulin, Kohlenhydratzufuhr) sollen dokumentiert werden. Nur durch die Dokumentation (z.B. schriftliche Aufzeichnung, Gerät, Cloud, Markierung im CGM-System) kann nachvollzogen werden, warum eine Hypoglykämie entstanden ist (z.B. Mustererkennung) und entsprechende präventive Schlussfolgerungen getroffen werden. Zudem spielt die Dokumentation bei der Beurteilung von Verkehrsauffälligkeiten im Zusammenhang mit Hypoglykämien eine wichtige Rolle (LoE EK).

#### 4.1.5.5 Mitführen von kohlenhydrathaltigen Lebensmitteln (Hypo-BE/KE)

Um einer drohenden Hypoglykämie während der Fahrt vorzubeugen oder eine eingetretene Hypoglykämie schnell zu behandeln, sollen während einer Fahrt schnell wirksame Kohlenhydrate (Hypo BE/KE) mitgeführt werden. Diese sollen leicht handhabbar sein (Verpackung leicht zu öffnen) und in Griffweite aufbewahrt werden (LoE EK).

#### 4.1.5.6 Verhalten bei ersten Anzeichen einer Hypoglykämie und bei der Behandlung einer Hypoglykämie

Bei Sinken des Glukosewertes (Empfehlung in den meisten Fällen  $\leq 90$  mg/dl (5 mmol/l); Schwangere  $\leq 80$  mg/dl (4,4 mmol/l) (bei CGM zusätzlich fallender Glukosetrend) soll eine geeignete Menge schnell resorbierbarer Kohlenhydrate eingenommen werden, um Hypoglykämien während der Fahrt sicher zu vermeiden (LoE EK).

Bei Anzeichen einer Hypoglykämie oder bei einem gemessenen Glukosewert  $< 70$  mg/dl (3,9 mmol/l) (bei CGM zusätzlich fallender Glukosetrend) ist eine unmittelbar bevorstehende oder bestehende Fahruntauglichkeit anzunehmen, so dass die Fahrt unmittelbar unterbrochen werden soll, um die Hypoglykämie zu behandeln (LoE EK). Zur akuten Behandlung der Hypoglykämie sollen mindestens 2 BE/KE schnell wirksame Kohlenhydrate (z. B. Traubenzucker/Dextrose; Fruchtsaft/Limonade) eingenommen werden (LoE EK).

Nach dieser Sofortmaßnahme soll dann der Glukosewert (bei Blutzuckermessung) bzw. sollen die Glukosewerte und der Trendpfeil (bei CGM) kontrolliert werden. Hat sich eine Hypoglykämie bestätigt, soll zur Vorbeugung eines erneuten Glukoseabfalls zusätzlich noch eine langsam wirksame BE/KE eingenommen werden (LoE EK).

#### 4.1.5.7 Weiterfahrt nach Behandlung einer Hypoglykämie

Es gibt keine sichere Datenlage für Empfehlungen hinsichtlich der Dauer der Fahruntauglichkeit nach einer Hypoglykämie. In verschiedenen Leitlinien werden sehr unterschiedliche Zeitdauern berichtet, wie lange die Erholungsphase der hypoglykämiebedingten kognitiven Funktionseinbußen dauern sollte, bis eine erneute Fahrtauglichkeit gegeben ist [Maxwell 2023; Trawley 2022]. Übereinstimmend ist jedoch die Empfehlung, dass erst dann wieder eine Fahrtauglichkeit vorhanden ist, wenn keine Symptome der Hypoglykämie mehr vorhanden sind und die Glukosewerte  $> 90$  mg/dl liegen - erst danach soll eine Weiterfahrt erfolgen [Trawley 2022]; LoE EK.

#### 4.1.6 Limitationen bei der Beurteilung von Hypoglykämien

Für die Beurteilung der Schuldfähigkeit eines Menschen mit Diabetes im Zustand einer Unterzuckerung sind die folgenden Aspekte zu berücksichtigen.

#### 4.1.6.1 Individuelle Schwellenwerte einer Hypoglykämie

Es gibt keinen fixen Schwellenwert bzw. Glukose-Grenzwert, ab dem erste kognitive oder motorische Beeinträchtigungen mit Auswirkungen auf die Fahrfähigkeit auftreten, da diese in Abhängigkeit von einer Reihe von Einflussfaktoren (z.B. Glukoselevel, vorausgegangene Hypoglykämien) variabel sind (siehe auch 4.1.3.4). Während manche Personen bei Glukosewerten von 70 mg/dl (3,9 mmol/l) bereits erste Ausfallerscheinungen zeigen, treten diese bei anderen Personen selbst bei deutlich niedrigeren Glukosewerten noch nicht auf [Escudero 2024; Hölzen 2024; Takagi 2022].

#### 4.1.6.2 Kognitive Einschränkungen

Bei der Bewertung der Schuldfähigkeit eines Menschen mit Diabetes im Zustand einer Unterzuckerung ist zu berücksichtigen, dass es bei Hypoglykämien aufgrund von kognitiven Einschränkungen zu unvernünftigen Verhaltensweisen (z.B. einer Verweigerungshaltung) kommen kann. Diese resultieren oft aus einer temporären Unfähigkeit, in diesem Zustand noch rationale und reflektierte Entscheidungen treffen zu können [Cox 2000; Cox 2003].

#### 4.1.6.3 Körpereigene Gegenregulation

Bei schweren Unterzuckerungen ist bei der Aufklärung der Unfallursache zu berücksichtigen, dass es bei einer Hypoglykämie zu einer körpereigenen Gegenregulation (z.B. Glukagon-, Cortisol-, Adrenalin-ausschüttung) kommen kann, welcher durch den Stress aufgrund des Unfalls (z.B. Schock) noch deutlich verstärkt werden kann. Dies kann in der Folge einen rapiden Anstieg der Glukosewerte bewirken und auch dazu führen, dass die Person wieder in der Lage ist, eine rationale Entscheidung zu treffen und die Hypoglykämie durch die Zufuhr schnell wirksamer Kohlenhydrate zu behandeln. Als Folge dieser gegenregulatorischen Prozesse und/oder der Maßnahmen zur Behandlung einer Hypoglykämie kann dies damit kurz nach dem Unfall wieder zu normalen, manchmal auch erhöhten Glukosewerten führen. Eine von Unfallhelfern vorgenommene Glukosebestimmung bzw. eine im Rahmen der Ermittlungen durchgeführte Blutprobe können daher keinen sicheren Nachweis für eine vorausgegangene und unfallursächliche Hypoglykämie erbringen. Ebenfalls kann daraus nicht zweifelsfrei der Schluss gezogen werden, dass zum Zeitpunkt des Unfalls keine Hypoglykämie vorgelegen hat.

#### 4.1.6.4 Anzeichen einer hypoglykämiebedingten Beeinträchtigung der Fahrtauglichkeit

Hinreichende Anzeichen für eine dem Unfall vorausgegangene Hypoglykämie bedingte Beeinträchtigung der Fahrfähigkeit können sich im Unfallgeschehen bzw. durch Zeugenaussagen beispielsweise wie folgt widerspiegeln:

- Ruckartiges Anfahren und plötzliches Bremsen
- Schlangenlinien bzw. auffälliges Fahren am Fahrbahnrand
- Rapide Ausweich- und Gegenlenkbewegungen
- Weiterfahrt trotz Kollision mit Leitplanke/Leitpfosten
- Situationsuntypisch langsame Geschwindigkeit
- Starre Blickrichtung des Fahrers
- Krampfhaftes Festhalten des Lenkrads
- Objektiv ersichtlich unvernünftiges Fahrverhalten, z.B. Fahrt auf Straßenbahnschienen, Fahrt in Gegenrichtung bzw. auf Gegenfahrbahn.

#### 4.1.6.5 Beurteilung von CGM-Werten

CGM-Systeme speichern die Glukosewerte lückenlos, was zur Beurteilung des Einflusses von Glukoseverläufen (z.B. Hypoglykämien) in Bezug auf das Fahrverhalten, einen Unfall sehr hilfreich sein kann. Allerdings sind bei der Beurteilung von Glukosewerten, die mit der Methode der kontinuierlichen

Glukosemessung gemessen wurden, in Bezug auf die Beurteilung von Hypoglykämien einige Limitationen, Einschränkungen zu beachten.

- **Interferenzen:** Bestimmten Substanzen (z.B. Paracetamol, Hydroxyharnstoff, Ascorbinsäure) können die Messgenauigkeit von CGM beeinträchtigen [Heinemann 2022; Pfützner 2024]. Daher sind bei der Beurteilung von CGM-Werten der Einfluss möglicher Interferenzen zu berücksichtigen.
- **Messgenauigkeit bei niedrigen Glukosewerten:** Es gibt Hinweise aus der Literatur, dass im Vergleich zu normoglykämischen Glukosewerten die Messgenauigkeit im hypoglykämischen Bereich schlechter sein kann, vor allem bei vorheriger körperlicher Bewegung [Akturk 2024; Eichenlaub 2023; Lin 2023; Maytham 2024]. Die Messgenauigkeit bei niedrigen Glukosewerten, ist auch abhängig von der Messmethode des eingesetzten CGM-Systems.
- **Messgenauigkeit bei Start oder Ablauf eines Sensors:** In den ersten Stunden nach Start eines Sensors bzw. zu Ende der Tragedauer eines Sensors kann die Messgenauigkeit eines CGM-Systems reduziert sein [Laffel 2016];Fiedmann et al 2023]. Ein relevanter Einflussfaktor hierfür ist die Güte der Werkskalibrierung des CGM-Sensors.
- **Kompressionsartefakte:** Wenn CGM-Nutzer Druck auf den Sensor ausüben (z.B. Anlehnen an der Stelle, an dem sich der Sensor befindet; während des Schlafs längere Zeit auf dem Arm mit dem Sensor liegen) kann dies eine Kompression des lokalen Gewebes um den Sensor zur Folge haben, welcher den Blutfluss verringert und zu falsch niedrigen Glukosewerten bzw. einem fälschlichen CGM-Alarm führen kann („Kompressionsartefakt“) [Facchinetti 2016; Idi, 2023; Mensh 2013].
- **Systemeinstellung:** Die korrekte Zuordnung von Glukosewerten und der entsprechenden Uhrzeit kann nur erfolgen, wenn die Uhrzeit im Sensor-Lesegerät bzw. Smartphone richtig eingegeben wurde.
- **Schulung:** Nicht alle CGM-Nutzer erhalten eine spezielle CGM-Schulung [Hermanns 2019; Schlüter 2021] durch das Diabetesteam. Dadurch haben sie möglicherweise keine adäquaten Kenntnisse (z.B. zur zeitlichen Verzögerung zwischen Blutzuckerwerten und Glukosewerten im Unterhautfettgewebe, der interstitiellen Flüssigkeit) oder vertrauen den angezeigten Glukosewerten mehr als den wahrgenommenen Hypoglykämiesymptomen [Abrahami 2023; Norwitz 2023].

## 4.2 Schwere akute Stoffwechselentgleisungen und chronische Hyperglykämie

(Peter Hübner, Bernhard Kulzer)

| Empfehlungen   | Empfehlungsgrad |
|--|-----------------|
| <p>Menschen mit Diabetes sollen über Risiken durch Hyperglykämien und damit verbundene mögliche Einschränkungen der Fahrsicherheit aufgeklärt werden.</p> <p>[Cox 2005 LoE 3; Holmes 1983 LoE 3; Sommerfield 2004 LoE 3]</p> | <p>A</p>        |



| Empfehlungen   | Empfehlungsgrad |
|--|-----------------|
| Menschen mit Diabetes, bei denen schwerwiegende Stoffwechselentgleisungen im Sinne einer diabetischen Ketoazidose oder eines hyperosmolaren hyperglykämischen Zustands, die beide zu Bewusstseinsstörungen und zum Koma führen können, vorkommen können, sollen über die damit verbundenen möglichen Einschränkungen der Fahr-sicherheit aufgeklärt werden.  | <b>EK</b>       |
| Menschen mit Diabetes sollen über die Risiken einer verschlechterten Sehkraft / von verschwommenem Sehen informiert werden, die bei stark erhöhten Blutglukosewerten und bei schneller Blutglukosesenkung auftreten und zu Einschränkungen der Fahr-sicherheit führen können.<br><br><i>[Huntjens 2012 LoE 3; Mehta 2015 LoE 3; Okamoto 2000 LoE 3; Sonmez 2005 LoE 3; Yarbağ 2015 LoE 3]; [Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften 2015 LoE L1]</i> | <b>A</b>        |
| Menschen mit Diabetes sollten darüber informiert werden, dass sie bei stark erhöhten Blutzuckerwerten eine verschlechterte kognitive Leistungsfähigkeit aufweisen und dadurch mögliche Fahrleistungseinschränkungen entwickeln können.   | <b>EK</b>       |

#### 4.2.1. Auswirkungen von Hyperglykämien auf die Fahrtauglichkeit

Aus der gesichteten Literatur lässt sich, im Gegensatz zur Hypoglykämie, nicht herleiten, dass hyperglykämische Blutglukosewerte (Nüchtern-glukosegehalt > 100mg/dl (5,5mmol/l) bzw. 140mg/dl (7,8mmol/l) 2 Stunden postprandial) einen nachgewiesenen bedeutsamen Einfluss auf die Fahr-sicherheit haben.

In einer Übersichtsarbeit von Kim [Kim 2019] wird allerdings darauf hingewiesen, dass in zahlreichen Studien eine inverse Relation zwischen der Höhe des HbA1c-Werts und komplexen kognitiven Leistungen wie Arbeitsgedächtnis, Lernfähigkeit und exekutive Funktionen nachgewiesen werden konnte. In einer weiteren Übersichtsarbeit werden ebenfalls zahlreiche Studien vorgestellt, die morphologische Veränderungen im Gehirn und dadurch entstandene kognitive Defizite bei chronischer Hyperglykämie beschreiben [Gupta 2023]. In einem Review werden zahlreiche Befunde vorgestellt, nach denen Hyperglykämien bei Menschen mit Typ-1-Diabetes vermehrt zu kognitiven Defiziten führen können [Jin 2022]. Eine explizite Beziehung zur Leistungsfähigkeit im Straßenverkehr wurde in den genannten Studien aber nicht hergestellt. Ebenso wenig wurden kritische Schwellenwerte formuliert, oberhalb derer kognitive Leistungsfähigkeit und Fahr-sicherheit beeinträchtigt sind. In vielen kontrollierten Studien (teilweise mit Glukose-Clamp-Technik) zum Einfluss der Hyperglykämie wurden keine Einbußen der kognitiven Leistungsfähigkeit oder Veränderung der Stimmung gefunden [Draeos 1995; Gschwend 1995; Hewer 2003; Hoffman 1989; Weinger 1999] jeweils LoE L3. Allerdings konnten Homes et al. und Davis et al. im Zustand der Hyperglykämie verminderte Sprachfähigkeit und reduzierten IQ, Cox et al. bei einigen Personen milde kognitive Veränderungen im Sinne einer Verlangsamung der informationsverarbeitenden Prozesse und des Gedächtnisses feststellen [Cox 2005; Davis 2011; Holmes 1983]; jeweils LoE L3. Sommerfield und Kollegen fanden bei der Untersuchung von 20 Personen mit Typ-2-Diabetes ebenfalls in einigen Tests Einbußen der Aufmerksamkeit, des Gedächtnisses und der Schnelligkeit der Informationsverarbeitung [Sommerfield 2004] LoE L3. In einer schwedischen Studie finden sich Hinweise

auf gestörte Funktionen im Frontalhirn bei Menschen mit Typ-2-Diabetes während einer Hyperglykämie [Backeström 2021]. In einer experimentellen israelischen Studie im Fahrsimulator zeigte sich, dass bei akut stark erhöhten Blutglukosewerten ( $>300$  mg/dl) für die Fahrsicherheit bedeutsame Fähigkeiten deutlich beeinträchtigt sind [Haim 2021]. In einer weiteren experimentellen Studie (Fahren unter Videoüberwachung) konnte an einem kleinen Kollektiv gezeigt werden, dass es bei Blutglukosewerten  $> 300$  mg/dl zu einer 2,4-fach erhöhten Rate an inadäquaten Bremsreaktionen kommt in Vergleich zu Personen mit normnahen Blutglukosewerten [Barnwal 2022].

Weitere Untersuchungen zum Einfluss der Hyperglykämie auf die Fahrsicherheit von Menschen mit Diabetes existieren nicht. Welche Relevanz die vorliegenden Befunde im praktischen Leben und in Beratung und Begutachtung bzgl. des Führens eines Fahrzeuges haben, ist ungeklärt und muss als offene wissenschaftliche Frage bezeichnet werden. Vor diesem Hintergrund ist zu empfehlen, die Fahrsicherheit individuell anhand aktueller klinischer Befunde zu beurteilen.

#### 4.2.2. Auswirkungen von Ketoazidosen auf die Fahrtauglichkeit

Der Zusammenhang zwischen Ketoazidose und kognitiver Leistungsfähigkeit wird nur in wenigen Studien untersucht, v.a. unter dem Aspekt längerfristiger Auswirkungen bei Kindern. Es ist aber eine unbestrittene klinische Erfahrung, dass eine schwerwiegende Stoffwechselentgleisung aufgrund von Insulinmangel im Sinne einer diabetischen Ketoazidose zu kognitiven Einschränkungen (Benommenheit, Bewusstseinsstörungen) führt, die die Fahrsicherheit stark beeinträchtigen bzw. das Führen eines Fahrzeuges unmöglich machen.

Insgesamt liegen nur sehr wenige Untersuchungen zu akuten Auswirkungen einer Hyperglykämie auf die kognitive Leistungsfähigkeit vor. Gleichwohl legen die wenigen vorliegenden wissenschaftlichen Befunde und die durchgängig gemachten klinischen Beobachtungen nahe, dass sehr stark erhöhte Blutglukosewerte und vor allem eine Ketoazidose mit teilweise massiven kognitiven Einschränkungen verbunden sind, die negative Auswirkungen auf die Fahrsicherheit haben. Eine Stellungnahme zur Fahrsicherheit muss für den Einzelfall aufgrund einer klinischen Untersuchung formuliert werden. Dabei ist der vorangegangene und der zu erwartende Verlauf der Glukosewerte zu berücksichtigen. Während einer manifesten Ketoazidose besteht Fahruntfähigkeit.

Bei Menschen mit wiederholten Ketoazidosen können die kognitive Leistungsfähigkeit und psychomotorische Fähigkeiten reduziert sein mit negativen Auswirkungen auf die Fahreignung [Lacy 2020].

#### 4.2.3. HbA1c-Schwellenwert

Aus der Literatur lässt sich auch kein Schwellenwert eines HbA1c-Wertes ableiten, der mit einer deutlichen Einschränkung von kognitiven, emotionalen oder behavioralen Faktoren assoziiert ist, die für die Fahrsicherheit relevant ist. Daher werden in allen Leitlinien bzw. Empfehlungen zur Fahrsicherheit von Menschen mit Diabetes keine expliziten Einschränkungen der Fahrsicherheit oder ein Grenzwert des HbA1c-Werts bezüglich der Hyperglykämie genannt [u.a. Houlden 2018].

#### 4.2.4. Beeinträchtigungen der Sehkraft

Bei schneller Senkung längerfristig stark erhöhter Blutglukosewerte (z.B. durch Insulin) kann bei Patienten durch Schwankungen der Linsenbrechkraft aufgrund von osmotischen Effekten der erhöhten Blutglukose die Sehkraft beeinträchtigt sein. Es kann zu verschwommenem Sehen kommen [Huntjens 2012; Mehta 2015; Okamoto 2000; Sonmez 2005; Yarbağ 2015], [Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften 2015] 1. Dies kann bei davon betroffenen Patienten die Fahrsicherheit bis zu einer Dauer von 3 Monaten beeinträchtigen. In Zweifelsfällen soll daher eine fachärztliche Einzelfallbeurteilung zur Begutachtung des Sehvermögens durchgeführt werden.

## 4.3 Diabetische Folgeerkrankungen

### 4.3.1 Augenerkrankungen/Augenstörungen

(Bernd Bertram, Bernhard Lachenmayr, Klaus-Dieter Lemmen, Reinhard Holl)

| Statement   | Empfehlungsgrad |
|---|-----------------|
| Bei Menschen mit Diabetes kann die Sehfähigkeit und damit die Fahr-sicherheit durch eine diabetische Retinopathie und Makulopathie oder auch durch temporäre Refraktionsänderungen aufgrund des Quel-lungszustandes der Linse beeinträchtigt werden.  | Statement       |
| Empfehlungen  | Empfehlungsgrad |
| Menschen mit Diabetes und fortgeschrittener diabetischer Retinopa-thie oder Makulopathie sollen nur Auto fahren, wenn eine nach der FeV ausreichende Sehfähigkeit vorliegt.   | A               |
| Bei Menschen mit Diabetes soll zur Beurteilung der Fahrsicherheit ein aktueller ophthalmologischer Untersuchungsbefund herangezogen werden. Bei bestehender fortgeschrittener diabetischer Retinopathie, bei diabetischer Makulopathie oder bei eingeschränkter Sehfähigkeit soll der Augenarzt die Fahrsicherheit / Fahreignung bzgl. der Sehfunk-tion prüfen und feststellen.<br><br><i>Literatur und Evidenzbewertung siehe Nationale VersorgungsLeitlinie Typ-2-Diabetes und Nationale VersorgungsLeitlinie Prävention und Therapie von Netzhautkomplikationen bei Diabetes [Bundesärztekam-mer (BÄK) 2015; Bundesärztekammer (BÄK) 2023]</i> | A               |
| Bei Menschen mit Diabetes und neu auftretenden Symptomen wie Sehverschlechterung, verzerrtem Sehen, Verschwommensehen oder Rußregen vor den Augen soll eine zeitnahe Untersuchung beim Au-genarzt erfolgen. Die Patienten sollen darauf hingewiesen werden, dass durch die Sehstörung eventuell keine Fahrsicherheit besteht.<br><br><i>Literatur und Evidenzbewertung siehe Nationale VersorgungsLeitlinie Typ-2-Diabetes und Nationale VersorgungsLeitlinie Prävention und Therapie von Netzhautkomplikationen bei Diabetes [Bundesärztekam-mer (BÄK) 2015; Bundesärztekammer (BÄK) 2023]</i>   | A               |
| Menschen mit Diabetes sollen auf regelmäßige Untersuchungen u.a. der Sehfähigkeit und des Augenhintergrundes hingewiesen werden.<br><br><i>Literatur und Evidenzbewertung siehe Nationale VersorgungsLeitlinie Typ-2-Diabetes und Nationale VersorgungsLeitlinie Prävention und Therapie von Netzhautkomplikationen bei Diabetes [Bundesärztekam-mer (BÄK) 2015; Bundesärztekammer (BÄK) 2023]</i>  | A               |

Jeder Mensch mit Diabetes soll entsprechend der Nationalen Versorgungsleitlinie „Typ-2-Diabetes“ und der Nationalen VersorgungsLeitlinie „Prävention und Therapie von Netzhautkomplikationen bei



Diabetes“ [Bundesärztekammer (BÄK) 2015] regelmäßig augenärztlich untersucht werden [Bundesärztekammer (BÄK) 2023]. Die Empfehlungen bezüglich der Augenerkrankungen in der Nationalen Versorgungsleitlinie „Typ-2-Diabetes“ gelten ausdrücklich auch für Menschen mit Typ-1-Diabetes [Bundesärztekammer (BÄK) 2023].

Bei Menschen mit Diabetes und einer diabetischen Makulopathie kann bei Indikation die intravitreale Therapie mit VEGF-Inhibitoren den Visus verbessern. Damit kann die Fahreignung wiedererlangt werden [Bressler 2016].

Die Behandlung mit ausgiebiger Laserkoagulation auch im Rahmen einer Vitrektomie, kann zu Gesichtsfeldeinschränkungen führen, die eine Fahreignung mindern oder ausschließen können [Vernon 2009]. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Gesichtsfeldeinschränkung von der Anzahl, Lage und Größe der Laserherde abhängt. Die Grundlage für die Indikationsstellung für diese Therapie ist bei fortgeschrittener Retinopathie, dass Netzhautareale nicht perfundiert sind [Barsam 2006; Bundesärztekammer (BÄK) 2023] so dass auch ohne die Laserbehandlung häufig Gesichtsfeldminderungen bestehen können. In seltenen Fällen kann der Diabetes auch Augenmuskelparesen mit der Folge einer Doppelbildwahrnehmung (Diplopie) hervorrufen. Diese sind häufig innerhalb von Wochen bis Monaten reversibel, können aber solange zum Verlust der Fahrsicherheit führen [Bundesärztekammer (BÄK) 2023].

**Eine ausführlichere Beschreibung zum Hintergrund und der Evidenz der Empfehlungen kann der Nationalen Versorgungsleitlinie zur Prävention und Therapie von Netzhautkomplikationen bei Diabetes und der NVL Typ-2-Diabetes, Version 3 entnommen werden [Bundesärztekammer (BÄK) 2015; Bundesärztekammer (BÄK) 2023].**

#### 4.3.2 Diabetische Neuropathie

(Peter Hübner)

| Empfehlungen  | Empfehlungsgrad |
|---|-----------------|
| <p>Menschen mit Diabetes und peripheren Polyneuropathien (PNP) mit schweren Funktionsstörungen, die eine sichere Bedienung der Pedale beeinträchtigen, sollen über die bestehenden Risiken aufgeklärt werden.</p> <p>Bei klinisch relevanten Funktionseinschränkungen ist dem Patienten mitzuteilen, dass er aufgrund seiner gesundheitlichen Beeinträchtigungen nicht mehr zum Führen eines normalen Kraftfahrzeugs geeignet ist ("ärztliches Fahrverbot"). (Diagnostik zur Ausprägung der PNP und Aufklärung des Patienten über das Risiko der Teilnahme am Straßenverkehr, einschließlich schriftlicher Dokumentation.)</p> <p>[Cho 2010 LoE L3; Sansosti 2017 LoE L3; Spiess 2017 LoE L3]</p> | <b>EK</b>       |
| <p>Bei schwerwiegenden anderen neurologischen Folgekomplikationen (z. B. Sehstörungen durch Augenmuskellähmung, Schwindel bei autonomer kardialer Neuropathie) soll eine fachärztliche Untersuchung zur Klärung der Fahrsicherheit erfolgen.</p> <p>[Banning 2013 LoE L3; Wick JP 2002 LoE L3]</p>  | <b>A</b>        |
| <p>Bei Patienten mit diabetischem Fußsyndrom, v.a. bei Z. n. Amputationen und Prothesenversorgung, können ernsthafte Beeinträchtigungen bei der Pedalbenutzung bestehen. Ärztliche Aufklärung über das</p>  | <b>B</b>        |

| Empfehlungen   | Empfehlungsgrad |
|--|-----------------|
| <p>Risiko bei der Pedalbenutzung einschließlich schriftlicher Dokumentation sollten erfolgen. - Die Notwendigkeit eines „ärztlichen Fahrverbots“ sollte geprüft werden.</p> <p><i>[Meikle 2006 LoE L3; Sansosti 2017 LoE L3; Spiess 2017 LoE L3]</i></p> |                 |

| Statement   | Empfehlungsgrad |
|---|-----------------|
| <p>Um Menschen mit Diabetes die Teilhabe an der Mobilität weiter zu ermöglichen, sind technische Hilfen im Sinne einer Umrüstung des Fahrzeugs zur Kompensation von Eignungsmängeln im Sinne der ICF zu erwägen.</p> <p>(Technische) Beratung dazu gibt es beim Integrationsfachdienst (IFD). Finanzielle Unterstützung erfolgt - auf Antrag (z. B. auf Leistungen zur Teilhabe am Arbeitsleben = LTA) - ggf. von Sozialleistungsträgern.</p> <p><i>[Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2021]</i></p> | <b>EK</b>       |

#### 4.3.2.1 Auswirkungen der peripheren Polyneuropathie auf die Fahrtauglichkeit

Trotz des Fehlens valider bevölkerungsbezogener Erhebungen kann eine hohe Prävalenz der peripheren Polyneuropathie (PNP) (8-54%) als gesichert gelten [Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) 2011]. Neuere Publikationen bestätigen diese Größenordnung [Hicks 2019].

Es gibt bei Menschen mit Diabetes und PNP deutliche Hinweise auf Beeinträchtigungen der Fahrsicherheit durch verlängerte Bremsreaktionszeiten und verminderte Sicherheit bei der Pedalnutzung im Kfz [Meyr 2017]. Dieser Befund wird auch in einer weiteren, neueren Studie im Fahrsimulator gestützt [Perazzolo 2020]. Die Unfallhäufigkeit bei Menschen mit Neuropathie ist erhöht [Cho 2010]. Bei symptomatischen Herzrhythmusstörungen im Rahmen einer autonomen Neuropathie soll nach den Empfehlungen mehrerer kardiologischer Fachgesellschaften ein (zumindest vorübergehendes) „ärztliches Fahrverbot“ ausgesprochen werden [Banning 2013].

Validierte Klassifikationen zur Einteilung in klinische Schweregrade oder zur Graduierung der funktionellen Defizite existieren nicht. Pathologische Befunde in klinischen oder technischen Untersuchungen (z. B. Nervenleitgeschwindigkeit) korrelieren nicht mit funktionellen Defiziten (z. B. motorische Störungen der Füße, Störungen des Lageempfindens, Parästhesien, stechende Schmerzen [Deutsche Gesellschaft für Neurologie 2012; Heuß 2019]. Die Folgen einer länger bestehenden PNP, insbesondere bei Schmerzen, können die Fahrsicherheit einschränken (z. B. Müdigkeit bei Schlafdefizit, Vigilanzstörungen bei Therapie mit Opioiden oder Antidepressiva, v.a. bei Behandlungsbeginn). Die Datenlage zum Stellenwert der Nebenwirkungen von Antidepressiva und Antikonvulsiva bei der Therapie der schmerzhaften PNP ist uneinheitlich [Boyle 2012]. In einer schwedischen Registerstudie konnte keine Häufung von Verkehrsunfällen unter der Einnahme von Antikonvulsiva bei Menschen mit Epilepsie gefunden werden [Sundelin 2018]. Für die Therapie mit Opioiden gibt es Hinweise, dass die Fahrsicherheit bei stabil eingestellten Patienten zumeist nicht wesentlich beeinträchtigt ist [Spiess 2017].

Die klinische Beurteilung von Funktionsstörungen durch eine Neuropathie beruht v.a. auf klinischen Untersuchungsbefunden (z. B. Hypästhesie, Störung der Koordination) und auf Befragung des Patienten (v.a. hinsichtlich Stolperneigung). In einer Studie wird eine verlängerte Bremsreaktionszeit bei Menschen mit Diabetes mit einer PNP beim Bremsvorgang beschrieben [Spiess 2017]. Ob dieser Befund

Auswirkungen auf das Unfallrisiko hat, wurde nicht untersucht und ist damit unklar. In einer anderen Studie wird eine weitere Verschlechterung des Reaktionsvorgangs der unteren Extremitäten bei Menschen mit Diabetes beschrieben, die zusätzlich zur PNP Fußschädigungen aufweisen [Sansosti 2017]. Auch in dieser Studie finden sich keine Daten zu möglichen Auswirkungen auf ein erhöhtes Unfallrisiko. Höhergradige neuropathische Störungen, insbesondere in Verbindung mit einem diabetischen Fußsyndrom, lassen allerdings klinisch relevante Unsicherheiten bei der Pedalbenutzung möglich erscheinen und könnten die Fahreignung in Frage stellen. Bezüglich seltener Formen der diabetischen Neuropathie (z. B. Augenmuskellähmung, kardiovaskuläre Neuropathie) gibt es kaum spezifische Literatur zur Fahrsicherheit. Die vorliegende Literatur gibt jedoch Hinweise auf eine erhöhte Unfallgefahr [Wick JP 2002]. Existierende Leitlinien zur (diabetischen) Neuropathie oder zum diabetischen Fußsyndrom geben keine Hinweise auf den Umgang mit Fahreignung oder Fahrsicherheit [Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) 2011; Deutsche Gesellschaft für Neurologie 2012].

#### 4.3.2.2 Auswirkungen des diabetischen Fußsyndroms auf die Fahrtauglichkeit

Zur Beurteilung der Fahreignung / Fahrsicherheit bei diabetischem Fußsyndrom gibt es sehr wenig Literatur. In einer Studie mit Patienten nach einer Unterschenkelamputation konnte gezeigt werden, dass die Reaktionszeiten am langsamsten waren, wenn die Patienten das Gaspedal mit der rechten Fußprothese und die Bremse mit dem linken Fuß betätigten (im Vergleich zu einfüßigen Fahrtechniken) [Meikle 2006]. In einer gemeinsamen Leitlinie der National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA1) und der American Association of Motor Vehicle Administrators (AAMVA2) wird aufgrund der vorliegenden Daten Patienten mit Prothesenversorgung von der Benutzung von Fahrzeugen mit 2 Fußpedalen abgeraten [Meikle 2006; National Highway Traffic Safety Administration 2009]. Gleichwohl berichtet eine kanadische Studie, dass über 80% der Bein-Amputierten 12 Monate nach dem Eingriff und nach Versorgung mit einer Prothese wieder die Fahrtätigkeit aufnehmen konnten. Rechtsseitig Amputierte benötigten zumeist eine technische Umrüstung ihres Fahrzeugs [Boulias 2006]. – Bei linksseitiger Amputation ist zumindest ein Automatikgetriebe zu empfehlen, wobei die oftmals symmetrische Ausprägung einer Polyneuropathie zu berücksichtigen ist.

In mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass bei Patienten mit therapeutischer Ruhigstellung einer unteren Extremität (z. B. Total Contact Cast bei plantarem Ulcus oder Charcot-Fuß) deutliche Funktionsdefizite in der sicheren Pedalbenutzung und bei der Bremsreaktionszeit bestehen. [Murray 2015; Tremblay 2009]. Diese Einschränkungen sind so schwerwiegend, dass für die gesamte Zeit der Ruhigstellung ein „ärztliches Fahrverbot“ ausgesprochen werden soll. Bei Patienten mit linksseitiger Ruhigstellung kann die Nutzung eines Automatik-Fahrzeugs gestattet werden [Rod Fleury 2012].

Wenn die Notwendigkeit der Umrüstung eines Kfz zur Sicherung der Teilhabe besteht, können Leistungen zur Teilhabe am Arbeitsleben (LTA) der Deutschen Rentenversicherung, ggfs. auch der Bundesanstalt für Arbeit oder des Integrationsamts in Anspruch genommen werden [Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2021].

### 4.4 Relevante Diabetes-assoziierte Begleiterkrankungen

#### 4.4.1 Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Was ist neu: Die Empfehlungen wurden auf die Empfehlungen der Fachgesellschaft bzw. der BAST reduziert. Damit die Empfehlungen immer den gleichen aktuellen Stand haben wir auf einen Ausdruck verzichtet und dafür auf die Originalpublikation verwiesen.

Herz-Kreislauf-Erkrankungen treten bei Menschen mit Diabetes häufiger und früher auf als in der Allgemeinbevölkerung. Diese können die Fahreignung beeinträchtigen. Menschen mit Diabetes sollen über diesen Zusammenhang aufgeklärt und beraten werden.

Im Juni 2023 hat die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie die Pocketleitlinie "Fahreignung bei kardiovaskulären Erkrankungen (Version 2023)" herausgegeben [Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung (DGK) 2023].

Weiter sind die Begutachtungsleitlinien zu Kraftfahreignung zu berücksichtigen. Diese werden fortlaufend aktualisiert. Bei der Verwendung ist auf die gültige Fassung zu achten. [Bundesanstalt für Straßenwesen 2022]. Herz und Gefäßkrankheiten findet man dort im Kapitel 3.4 ab Seite 19.

#### 4.4.2 Schlaf-Apnoe-Syndrom

(Peter Hübner)

| Empfehlungen   | Empfehlungsgrad |
|--|-----------------|
| Alle Patienten mit Verdacht auf ein Schlaf-Apnoe-Syndrom (SAS) oder mit gesicherter Diagnose sollten zum Vorliegen einer Tagesschläfrigkeit befragt werden, vor allem zu einer Einschlafneigung bei Alltagsaktivitäten und nach zurückliegenden Unfällen oder Beinahe-Unfällen, die mit einer Einschlafneigung in Verbindung gebracht werden.<br><i>[Tregear 2009 LoE 2]</i> | <b>B</b>        |
| Menschen mit Diabetes und erhöhter Tagesschläfrigkeit mit Verdacht auf eine Schlafapnoe sollen über ihr erhöhtes Unfallrisiko aufgeklärt und einer Schlafapnoe-Diagnostik zugeführt werden.<br><i>(nach Begutachtungsleitlinien zur FeV der BAST, 2022)</i>  | <b>EK</b>       |
| Menschen mit Diabetes und einem nicht behandelten mittelschweren bis schweren Schlafapnoe-Syndrom sollten nicht fahren, bis eine effektive Therapie des OSAS, z. B. mittels continuous positive airway pressure = CPAP, erfolgt ist.<br><i>[Antonopoulos 2011 LoE 2; Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM) 2017]</i>                            | <b>B</b>        |

Das Schlaf-Apnoe-Syndrom (SAS) ist eine sehr häufige und verkehrsmedizinisch relevante Komorbidität des Typ-2-Diabetes [Khandelwal 2017; West 2006]. Sie liegt bei 23 bis 58% der Betroffenen vor [West 2006]. Für Screening-Maßnahmen stehen validierte und etablierte Instrumentarien zur Verfügung (Epworth Sleepiness Scale (ESS), Berliner Fragebogen) [Johns 1991; Netzer 1999].

Das Vorliegen einer Schlaf-Apnoe erhöht das Unfallrisiko um das 1,2 bis 4,9-fache [Tregear 2009]. Die Schlaf-Apnoe ist bei bis zu 16% der Straßenverkehrsunfälle mitursächlich [Stradling 2008]. Die Behandlung mit einem CPAP-Gerät (Continuous Positive Airway Pressure) ist in der Lage, die Häufigkeit von Unfällen und Beinahe-Unfällen signifikant zu reduzieren [Antonopoulos 2011]. In einer amerikanischen Studie wird berichtet, dass für Menschen ohne Behandlung des SAS die Unfallhäufigkeit 5x höher ist als bei Menschen mit einer zuverlässig durchgeführten Therapie [Basoglu 2014]. Für andere Behandlungsformen des Schlaf-Apnoe-Syndroms gibt es hinsichtlich des Einflusses auf Unfallhäufigkeiten keine belastbaren wissenschaftlichen Daten. In den Begutachtungsleitlinien zur Fahreignung [Bundesanstalt für Straßenwesen 2022] werden das diagnostische Vorgehen beim Verdacht auf das Vorliegen eines Schlaf-Apnoe-Syndroms sowie die Kriterien für die Fahreignung beschrieben. Unbehandelt ist bei auffälliger Tagesschläfrigkeit die Fahreignung aufgehoben. Bei einem Wert von mindestens 11 von 24 Punkten in der ESS wird von auffälliger Tagesschläfrigkeit ausgegangen. Nach erfolgreicher Therapie und deren gutachterlicher Dokumentation kann die Fahreignung uneingeschränkt oder unter Auflagen wiederhergestellt sein. Für die Einzelheiten zur Indikation und Durchführung für eine Behandlung wird

auf die S3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM) verweisen [Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM) 2017].

In einer aktuellen evidenzbasierten australischen Praxisleitlinie wird empfohlen, dass nach Unfällen und Beinahe-Unfälle durch Sekundenschlaf ein ärztliches Fahrverbot ausgesprochen wird bis zur diagnostischen Klärung und erfolgreichen Therapie [Australasian Sleep Association (ASO) 2024].

Ausführlich wird das Thema Fahreignung bei Schlaf-Apnoe-Syndrom in einer amerikanischen Leitlinie dargestellt [Strohl 2013].

#### 4.4.3 Depression

(Eva Küstner, Bernhard Kulzer)

Veränderung seit der letzten Auflage der Leitlinie

*Dieses Kapitel wurde überarbeitet. Aussagen zur Manie und der bipolaren Störung wurden gestrichen, da kein besonderer Zusammenhang zum Diabetes besteht.*

| Empfehlungen   | Empfehlungsgrad |
|--|-----------------|
| Menschen mit Diabetes und einer komorbiden depressiven Erkrankung sollen vom behandelnden Arzt über mögliche Einschränkungen der Fahrsicherheit aufgrund der Depression bzw. der antidepressiven Psychopharmakotherapie aufklären.   | <b>EK</b>       |
| Die Beurteilung möglicher Einschränkungen der Fahrsicherheit bei Depressionen soll unter Berücksichtigung des individuellen Krankheitsbildes und -verlaufes und der individuellen Reaktion auf ein verordnetes Antidepressivum erfolgen.   | <b>EK</b>       |
| Zu Beginn einer Pharmakotherapie (Aufdosierungsphase und Wirklatenzphase) oder bei Umstellung auf ein anderes Antidepressivum kann es Beeinträchtigungen der Fahrsicherheit geben. Der behandelnde Arzt sollte den Patienten darüber aufklären und aktiv nach Wirkungen und Nebenwirkungen der begonnenen Therapie fragen.<br><br><i>[Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) 2022]</i> | <b>B</b>        |

Depressive Störungen (F32.x – F33.x nach ICD-10, 6A7 in ICD11) treten bei Menschen mit Typ-1- und Typ-2-Diabetes ca. zweifach häufiger auf als bei Stoffwechselgesunden [Farooqi 2022; Harding 2019; Khaledi 2019; Wang 2019].

Zur Frage einer möglichen Einschränkung der Fahreignung oder Fahrsicherheit von Menschen mit Diabetes und einer Depression fehlen entsprechende Studien. Studien, die die Fahrsicherheit bei Menschen mit depressiven Störungen aber ohne Diabetes untersuchen (z.B. Unfallhäufigkeit oder Spurüberschreitungen), kommen zu inkonsistenten Ergebnissen [Aduen 2018; Alavi 2017; Miyata 2018; Unsworth 2017].

Ein mögliches Risiko für die Fahrsicherheit ist bei einigen Symptomen der depressiven Störung denkbar, z.B. bei den Konzentrations- und Entscheidungsschwierigkeiten oder den Schlafstörungen mit Tagesmüdigkeit. Bei der sehr kleinen Gruppe der schweren Depressionen mit psychotischem Syndrom oder bei Suizidalität soll die Fahreignung durch fachärztliche Begutachtung überprüft werden [Bundesanstalt für Straßenwesen 2022]. **Bei offiziellen Anfragen der Fahrerlaubnisbehörden sollten neben**



**Diabetes mellitus auch alle bekannten Komorbiditäten als Diagnose genannt werden.** So lassen sich Mehrfachbegutachtungen und weitere finanzielle Belastungen der zu Begutachtenden vermeiden.

Zur Depressionsbehandlung mit Antidepressiva bei Menschen mit Diabetes wird empfohlen, aufgrund des günstigeren Nebenwirkungsprofils Selektive Serotonin-Rückaufnahme-Inhibitoren (SSRI) oder Selektive Serotonin / Noradrenalin-Rückaufnahme-Inhibitoren (SSNRI) bevorzugt vor Tri- oder Tetrazyklischen Antidepressiva (TZA) einzusetzen [Kulzer 2023]. Bei Beginn einer Behandlung mit Antidepressiva („Einschleichphase“) oder bei Umstellung auf ein anderes Antidepressivum kann es zu einer vorübergehenden Einschränkung der Fahrsicherheit kommen. Patienten profitieren nach ca. 2-4 Wochen bezüglich Fahrsicherheit von der Depressionsmedikation [Brunnauer 2021].

Selektive Serotonin-Rückaufnahme-Inhibitoren sind die in Deutschland meistverschriebenen Antidepressiva [Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) 2022]. Der Zusammenhang zwischen SSRI-Einnahme und Beeinträchtigung des Fahrverhaltens oder des Unfallrisikos bei Diabetes ist allerdings schlecht untersucht. Für Menschen ohne Diabetes ergeben sich keine deutlichen Hinweise bezüglich einer Beeinträchtigung des Fahrverhaltens bzw. eines erhöhtes Unfallrisikos [Bramness 2008; Coupland 2011; Coupland 2018; Ravera 2012a; Ravera 2012b; Ravera 2011]. Ein systematisches Review zur Frage der Fahrsicherheit bei Patienten mit Psychopharmaka, die auch Fahrstudien und experimentelle Studien einschloss, kam zu dem Schluss, dass unter Antidepressiva sich die Fahrleistungen in einer Langzeitbehandlung verbessern oder zumindest stabilisieren [Brunnauer 2021]. Es kann davon ausgegangen werden, dass dieser Befund auch für Menschen mit Diabetes und einer Depressionsbehandlung Gültigkeit hat. Die kurzfristige Einnahme von SSRIs bei Diabetes ist metabolisch sicher und kann sogar die Kontrolle des Glukosespiegels verbessern [Tharmaraja 2019]. Es gibt Hinweise, dass durch SSRI die Insulinsensitivität verbessert wird [Meng 2019; Tharmaraja 2019], was in Einzelfällen auch zu Unterzuckerungen führen kann, wenn die Insulintherapie nicht angepasst wird [Khoza 2011]. Besonders zu Beginn einer Behandlung mit SSRI bzw. bei einer Anpassung der Dosierung wird empfohlen, dies vorbeugend zu beachten, um mit Glukosekontrollen eine möglicherweise notwendige Anpassung der Insulintherapie erkennen zu können.

#### 4.4.3.1 Rechtliche Grundlagen zur Fahreignung bei Depression

Die rechtliche Grundlage zur Fahreignung bei Depression findet sich im Kapitel 7.5 „Affektive Psychosen“ der Anlage 4 der Fahrerlaubnisverordnung [Bundesministerium der Justiz 2010]. Keine Eignung besteht bei „sehr schweren Depressionen“ sowohl für die Klassen A, A1, A2, B, BE, AM, L, T als auch für die Klassen C, C1, CE, C1E, D, D1, DE, D1E, FzF ([Bundesministerium der Justiz 2010], 7.5.1). „Nach Abklingen der relevanten Symptome einer sehr schweren Depression“ ([Bundesministerium der Justiz 2010], 7.5.2) besteht Fahreignung für die Klassen A, A1, A2, B, BE, AM, L, T, „wenn nicht mit einem Wiederauftreten gerechnet werden muss, ggf. unter medikamentöser Behandlung“. Für die Klassen C, C1, CE, C1E, D, D1, DE, D1E und FzF besteht Fahreignung nach Abklingen der relevanten Symptome, wenn Symptommfreiheit besteht.

In den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung sind Einschränkungen der Fahrsicherheit nur bei sehr schweren depressiven Störungen mit psychotischem Syndrom (F32. 3; F33. 3) beschrieben [Bundesanstalt für Straßenwesen 2022]. „Depressiv-wahnhaft und depressiv-stuporöse Symptome und akute Suizidalität“ bergen „ein ernsthaftes Risiko verkehrswidrigen Verhaltens“. „Wenn die Symptome einer sehr schweren Depression nicht mehr vorhanden sind und – ggf. unter regelmäßig kontrollierter medikamentöser Prävention – mit ihrem Wiederauftreten nicht mehr gerechnet werden muss, ist in der Regel von einem angepassten Verhalten bei Teilnahme mit einem Fahrzeug am Straßenverkehr auszugehen. Auswirkungen der antidepressiven Pharmakotherapie sind zu berücksichtigen, insbesondere in den ersten Tagen nach rascher Dosissteigerung“ [Bundesanstalt für Straßenwesen 2022]

Der Antidepressiva verordnende Arzt ist dazu verpflichtet, den Patienten über möglicherweise die Fahrsicherheit beeinträchtigende Nebenwirkungen zu informieren. Hier kann es starke individuelle Wirkunterschiede geben. Die Beurteilung möglicher Einschränkungen der Fahrsicherheit bei Depressionen

sollte daher unter Berücksichtigung des individuellen Krankheitsbildes und -verlaufes, der individuellen Reaktion auf das verordnete Antidepressivum und der Dosierung erfolgen.

Empfehlungen zur evidenzbasierten Diagnostik und Therapie von Depressionen finden sich in den aktuellen Leitlinien zur Depression [Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) 2022].

#### 4.4.4 Kognitive Störungen und Demenz

(Stefanie Schreiber, Eva Küstner, Bernhard Kulzer)

##### Was ist neu?

Als Autorin hinzugekommen ist Frau Professor Stefanie Schreiber. Hinzugefügt wurden Aussagen zu kognitiven Störungen.

| Empfehlungen  | Empfehlungsgrad |
|---|-----------------|
| Menschen mit Diabetes und einer beginnenden Demenz oder einer MCI (mild cognitive impairment, milde kognitive Störung) sollen darüber aufgeklärt werden, dass das Fortschreiten der Erkrankung zum Verlust der Fahreignung und -sicherheit führen kann.   | <b>EK</b>       |
| Die Beurteilung möglicher Einschränkungen der Fahreignung und -sicherheit bei einer dementiellen Erkrankung sollte auf dem Boden (i) einer ausführlichen Eigenanamnese, (ii) Fremdanamnese, (iii) unter Berücksichtigung der Ätiologie, des Stadiums und der Progredienz der Erkrankung sowie (iv) des Ausmaßes von für die Fahreignung und -sicherheit relevanten zerebralen Funktionseinbußen erfolgen. | <b>EK</b>       |
| Die Beurteilung der Fahreignung und -sicherheit sollte in Abhängigkeit der Progredienz der dementiellen Entwicklung in regelmäßigen Abständen, mindestens jährlich, wiederholt werden.  | <b>EK</b>       |

Der Diabetes mellitus gehört zu den modifizierbaren Risikofaktoren für die Entwicklung von neurodegenerativen und neurovaskulären Demenzen [Livingston 2020].

Menschen mit Diabetes haben ein 1,25–1,91-fach erhöhtes Risiko für kognitive Störungen und Demenz. Auch bei Prädiabetes ist das Risiko erhöht. Erhöhte Werte von Nüchternnglukose, des Glukosewertes 2 Stunden postprandial, des HbA1c und niedrige und hohe Insulinspiegel im Nüchternzustand tragen besonders zum erhöhten Risiko bei [Xue 2019].

Assoziierte Faktoren, die häufig gemeinsam mit dem Diabetes auftreten und zu denen die arterielle Hypertonie, Übergewicht und das metabolische Syndrom sowie körperliche Inaktivität zählen, führen zu einer unabhängig weiter erhöhten Wahrscheinlichkeit an einer Demenz zu erkranken [Livingston 2020]. Kognitive Verschlechterungen bis hin zur Demenz sind durch Störungen vieler Funktionen gekennzeichnet, zu denen u.a. Aufmerksamkeit, Urteilsvermögen, Gedächtnis, Orientierung und visuell räumliche Wahrnehmung, aber auch Reaktionsgeschwindigkeit, sensorische und motorische Fähigkeiten zählen [Falkenstein 2020]. Die kognitiven Störungen, insbesondere das Aufmerksamkeitsdefizit, wirken auf Fahreignung und -sicherheit [Falkenstein 2020]. Folglich geht eine Demenz mit einer Reduktion der Fahrsicherheit und -eignung einher, wobei diese Einschränkung umso höher ist, je weiter fortgeschritten die Demenz ist [Rizzo 1997; Wolter 2014].

Menschen mit Diabetes und kognitiven Störungen erleiden darüber hinaus häufiger Hypoglykämien, deren ungestörte Wahrnehmung die Voraussetzung für eine Fahreignung ist [Gräemann N 2022;

Meneilly 2016]. Zur Frage der Einschränkung der Fahreignung oder Fahrsicherheit von Menschen mit Diabetes und kognitiven Störungen oder einer Demenz gibt es wenige Studien. Kritisch anzumerken ist, dass eine schwindende Selbsteinschätzung neben Gedächtnisstörungen oftmals eines der ersten Anzeichen eines dementiellen Abbaus ist. Hier empfiehlt sich die ärztliche Aufklärung einschließlich schriftlicher Dokumentation im Beisein eines Angehörigen.

Zusammenfassend ergeben sich Einschränkungen der Fahrsicherheit und -eignung aufgrund der oben dargestellten Symptome zusammen mit der begleitend verminderten Fähigkeit, komplexe Situationen schnell zu erfassen. In Abhängigkeit von der Lokalisation der Hirnveränderungen, der Art und dem Stadium der Demenzentwicklung treten Situationsverkennungen, Fehlreaktionen, Mangel an Einsicht und Kritik hinzu, so dass die Anforderungen an die Fahreignung nicht mehr gegeben sind [Gräcmann N 2022]. Bei fortgeschrittener Demenz sind die Patienten nicht nur als Autofahrer, sondern bei jeglicher Teilnahme am Verkehr gefährdet [Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) 2022; Uc 2004].

Anamnese und Fremdanamnese der Patienten und ihrer Angehörigen mit Fokus auf Fahrverhalten und -fehler sowie Vermeidungs- und Kompensationsstrategien sind obligate Grundlage für die Einschätzung von Fahreignung und -sicherheit. Ergänzend empfiehlt sich eine neuropsychologische Einschätzung der kognitiven Leistungsfähigkeit – insbesondere der Domänen Aufmerksamkeit, Exekutiv- und visuell-räumlichen Funktionen – zusammen mit der ätiologischen Zuordnung der Entwicklung der Defizite. Dieses gilt für Patienten in jedem Stadium der Erkrankung - milde kognitive Beeinträchtigung (mild cognitive impairment, MCI) und Demenz - um Aufschluss über die Art der Defizite, das Krankheitsstadium und die mögliche Progredienz zu gewinnen. Weitergehend können Untersuchungen im Fahrsimulator oder Fahrproben erfolgen. Eine Evaluation der Befunde sollte jährlich wiederholt werden; die Frequenz der Kontrollen kann im Falle rasch fortschreitender Leistungseinschränkungen erhöht werden [Falkenstein 2020].

Autofahrer sollen bei der Diagnose über den zu erwartenden Verlust der Fahreignung im weiteren Verlauf der Krankheit aufgeklärt und motiviert werden, aus eigenem Entschluss rechtzeitig auf das Autofahren zu verzichten („Sicherheitsaufklärung“) [Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde (DGPPN) 2016]. Dazu zählt auch die Information darüber, dass, in Abhängigkeit der zugrunde liegenden Ätiologie der kognitiven Defizite, bereits in leichten Krankheitsstadien Einschränkungen der Fahrsicherheit und -eignung auftreten können [Hird 2016; Toepper 2019]. Kritisch anzumerken ist, dass eine schwindende Selbsteinschätzung neben Gedächtnisstörungen oftmals eines der ersten Anzeichen eines dementiellen Abbaus ist. Es empfiehlt sich die Aufklärung einschließlich schriftlicher Dokumentation im Beisein eines Angehörigen. Gespräche zur Aufklärung und Unterrichtung der Patienten und der von ihnen benannten Vertrauenspersonen über die möglichen krankheitsbedingten Fahreinschränkungen und die Maßnahmen, die ergriffen werden können, um den Fahrverzicht frühzeitig zu planen und damit zu leben oder mit dem Widerwillen zum Verzicht der Patienten umzugehen, können eine Herausforderung sein. Deshalb, weil sie sensible Bereiche wie den Verlust der Autonomie und die veränderte Belastung der Angehörigen berühren [Harris 2023]. Diese Gespräche sollten frühzeitig im Krankheitsverlauf beginnen, indem das verfügbare Wissen zur Ermittlung der Fahreignung und -sicherheit aus Ratgebern genutzt wird [American Geriatrics Society 2016]. Diese Gespräche sollten zweifelsfrei dokumentiert werden, zum Beispiel in Form eines Fahrvertrags [Alzheimer's Association 2023].

Eine MCI oder eine leichte Demenz gehen allerdings nicht zwingend mit dem Verlust der Fahreignung und -sicherheit einher [Davis 2020; Eramudugolla 2021]. Insbesondere die isolierte Störung des episodischen Gedächtnisses (z.B. bei der Alzheimer Demenz) schließt Fahreignung und -sicherheit nicht aus [Toepper 2019]. Ältere Autofahrer mit MCI profitieren auch ein Jahr später von der theoretischen und praktischen Unterweisung [Ishii 2021].

Insgesamt gibt es keine definierte Grenze im Bereich der leichten bis mittelschweren Demenz, bei der die Fahreignung und -sicherheit endet. Das Stadium einer schweren Demenz ist hingegen nicht mehr mit dem Führen eines Kraftfahrzeugs zu vereinbaren [Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde (DGPPN) 2016].



#### 4.4.4.1 Rechtliche Grundlagen Fahreignung und Demenz

Rechtliche Grundlage ist die Fahrerlaubnis-Verordnung vom 13. Dezember 2010 (BGBl. I S. 1980), die zuletzt durch Artikel 4 der Verordnung vom 20. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 199) geändert worden ist. Laut Anlage 4, 7.3 sind „schwere Altersdemenz und schwere Persönlichkeitsveränderungen durch pathologische Alterungsprozesse“ unvereinbar mit einer Fahreignung.

In den Begutachtungsleitlinien 2022 der BAST ist die Fahrerlaubnis für die Gruppe 2 unvereinbar mit einer Demenz, von seltenen Ausnahmen abgesehen [Bundesanstalt für Straßenwesen 2022]. „Im Einzelfall ist für Gruppe 1 und Gruppe 2 durch einen Facharzt für Psychiatrie und nach dessen Empfehlung evtl. durch eine neuropsychologische Zusatzuntersuchung zu prüfen, ob und in welchem Grade die geistigen Fähigkeiten beeinträchtigt sind. Nachuntersuchungen sind (auch bei positiver Beurteilung) im Hinblick auf eine mögliche Verschlechterung vorzusehen“.

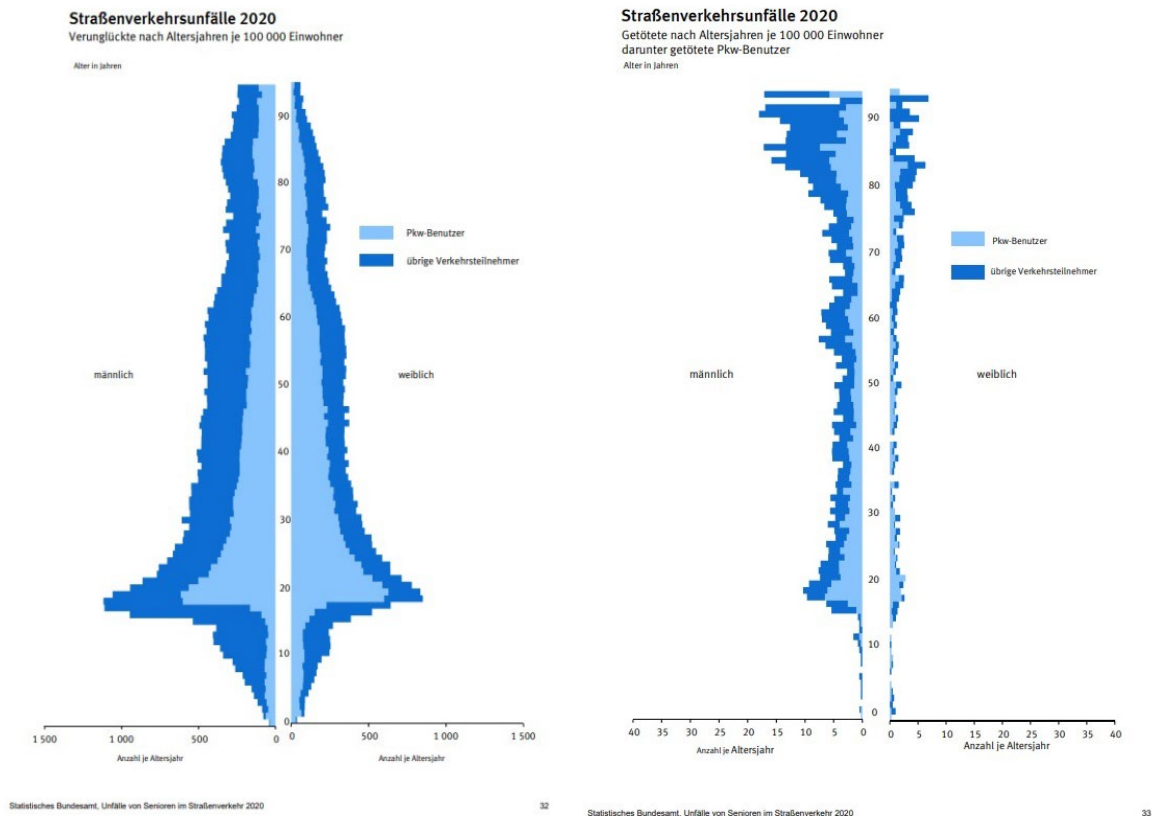
### 4.5 Altersspezifische Besonderheiten

(Stephan Maxeiner)

Veränderung seit der letzten Auflage der Leitlinie *Bei der Beurteilung altersspezifischer Besonderheiten muss die Diabetesform stärker berücksichtigt werden: Jüngere Menschen mit Diabetes haben eher einen Insulinmangeldiabetes und damit ein erhöhtes Unfallrisiko, ältere eher eine Insulinresistenz. Bei älteren Menschen mit Diabetes treten die Komorbiditäten in den Vordergrund.*

| Empfehlungen   | Empfehlungsgrad |
|--|-----------------|
| <b>Jugendliche und junge Heranwachsende</b>  |                 |
| <p>Menschen mit Diabetes und bei Jugendlichen auch deren Eltern sollen bereits frühzeitig von Behandlern und Beratern über mögliche Auswirkungen des Diabetes auf die Fahrsicherheit informiert werden. Dies gilt auch bereits für die Teilnahme mit dem Fahrrad am Straßenverkehr und das begleitete Fahren. Das Risiko soll gemeinsam mit dem Betroffenen individuell bewertet und dokumentiert werden.</p> <p><i>[Harsch 2002 LoE L3; Kennedy 2002 LoE L3; Kilpatrick 2013 LoE L3; Lonnen 2008 LoE L3; Skurtveit 2009 LoE L3]</i></p> | <b>A</b>        |
| <p>Menschen mit Diabetes sollen beim geplanten Erwerb einer Fahrerlaubnis als Fahrschüler den Fahrlehrer und bei begleitetem Fahren den Begleiter über ihre Erkrankung und deren mögliche Auswirkungen auf die Fahrsicherheit aufklären. Hierbei können Merkblätter hilfreich sein.</p> <p>Der Fahrschüler sollte den Fahrlehrer bzw. die Begleitperson über ggf. notwendige Hilfsmaßnahmen beim Auftreten von (schweren) Hypoglykämien informieren.</p>   | <b>EK</b>       |

### Abbildung 2: Straßenverkehrsunfälle und Alter



Anzahl und Alter der Menschen die im Straßenverkehr verunglücken oder getötet werden stehen in einem deutlichen Zusammenhang. Bei den Verunglückten findet sich ein Gipfel bei den Fahranfängern, darunter viele Fahrer von Krafträdern aber keine Fußgänger. Senioren verunglücken nicht als Führer von Krafträdern aber häufiger als Fußgänger und/oder Radfahrer.

Unfallursache ist bei den jungen Kraftfahrern meist eine nicht angepasste Geschwindigkeit, bei Senioren sind häufige Ursachen Missachtung der Vorfahrt oder Probleme beim Abbiegen, Wenden und Rückwärtsfahren.

### 4.5.1 Jahrestabellen

### Tabelle 3: Das Straßenverkehrsgeschehen im Überblick

|                      |                                     | 2000          | 2005          | 2010          | 2015          | 2017          | 2018          | 2019          | 2020          | Veränderungen 2020 gegenüber 2019 in % |
|----------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--|
| <b>18-24 jährige</b> | <b>Verunglückte zusammen davon:</b> |               | <b>87 597</b> | <b>73 172</b> | <b>66 156</b> | <b>62 966</b> | <b>60 976</b> | <b>59 747</b> | <b>50 210</b> | <b>16,0</b>                            |
|                      | Getötete ..                         |               | 1 076         | 690           | 473           | 394           | 369           | 363           | 326           | 10,2                                   |
|                      | Schwerverletzte                     |               | 14 856        | 11 340        | 10 197        | 9 344         | 9 221         | 9 072         | 7 658         | 15,6                                   |
|                      | Leichtverletzte                     |               | 71 655        | 61 142        | 55 486        | 53 228        | 51 386        | 50 312        | 42 226        | 16,1                                   |
| <b>Senioren</b>      | <b>Verunglückte zusammen davon:</b> | <b>37 638</b> | <b>41 943</b> | <b>40 502</b> | <b>48 690</b> | <b>49 586</b> | <b>53 268</b> | <b>52 444</b> | <b>46 205</b> | <b>11,9</b>                            |
|                      | Getötete ..                         | 1 311         | 1 162         | 910           | 1 024         | 994           | 1 045         | 1 037         | 894           | - 13,8                                 |
|                      | Schwererleztelte                    | 10 842        | 10 752        | 10 229        | 12 399        | 12 876        | 13 566        | 13 189        | 11 948        | - 9,4                                  |
|                      | Leichtverletzle.                    | 25 485        | 30 029        | 29 363        | 35 267        | 35 716        | 38 657        | 38 218        | 33 363        | - 12,7                                 |

**Tabelle 4: Bei Straßenverkehrsunfällen 2020 Verunglückte nach Art der Verkehrsbeteiligung**

|               | Verunglückte |  |                     |                           |           | darunter Getötete |           |                             |                     |                         |        |
|---------------|--------------|--|---------------------|---------------------------|-----------|-------------------|-----------|-----------------------------|---------------------|-------------------------|--------|
|               | insgesamt    | Fahrer und Mitfahrer von                 |                     |                           | Fußgänger | übrige            | insgesamt | Fahrer und Mitfahrer von    |                     |                         | übrige |
|               |              | Krafträder mit amtl. Kennz. <sup>1</sup> | Personen-kraftwagen | Fahr-rä-dern <sup>2</sup> |           |                   |           | Krafträder mit amtl. Kennz. | Personen-kraftwagen | Fahrrädern <sup>2</sup> |        |
| 18-24 jährige | 50 210       | 4 316                                    | 31 821              | 8 070                     |           | 6 003             | 326       | 80                          | 201                 | 7                       | 38     |
| Senioren >65j | 46 205       |  | 18 199              | 17 209                    | 5 512     | 5 285             | 894       | 323                         | 251                 | 210                     | 110    |

[Statistisches Bundesamt (Destatis) 2019; Statistisches Bundesamt (Destatis) 2020]

**Tabelle 5: Verunglückte Verkehrsteilnehmer**

|               |                               | 2005        | 2019      |
|---------------|-------------------------------|-------------|-----------|
| 18-24 Jährige | Verunglückte                  | 87597       | 59747     |
|               | Einwohner in der Altersgruppe | 6,784 Mio   | 6,261 Mio |
|               | Anteil der Verunglückten      | 1,29%       | 0,95%     |
|               |                               |             |           |
| >65jährige    | Verunglückte                  | 41943       | 52444     |
|               | Einwohner in der Altersgruppe | 13,7339 Mio | 18,12 Mio |
|               | Anteil der Verunglückten      | 0,31%       | 0,29%     |

Bei der Betrachtung der absoluten Zahlen ist zu beachten, dass die Gruppe der > 65-Jährigen deutlich größer ist als die Gruppe der 18-24-Jährigen.

Ewert weist darauf hin, dass allein die Berücksichtigung des «frailty bias» das zusätzliche Risiko der Seniorenlenker um 60–95 % reduziert. Der «low mileage bias», sagt aus, dass Personen, die wenig fahren, pro gefahrenen Kilometer ein höheres Unfallrisiko haben. Dies vor allem wegen geringerer Fahr-routine und geringer Fahrleistung auf sicheren Straßen. Vielfahrer sind vermehrt auf Autobahnen unter-wegs, Wenigfahrer hingegen eher innerorts und auf Landstraßen. Erst die Kombination von Alter über 75 und geringer Fahrleistung bis 3000 km pro Jahr geht mit einem markanten Anstieg des Unfallrisikos einher [Ewert U 2012]. Die Studienlage hierzu ist inkonsistent. Die Mehrzahl der Studien beruht auf selbstberichteten Daten [Elvik 2023].

Die Anzahl der Unfallbeteiligten Menschen mit Diabetes oder gar des Diabetestyps wird in den Erhe-bungen des Statistischen Bundesamtes nicht erfasst. Bei den jüngeren Unfallbeteiligten überwiegt der Typ-1-Diabetes, bei den älteren der Typ-2-Diabetes [Brinks 2012; Carstensen 2020; Tamayo 2016].

Daher muss bei der Beurteilung des Unfallgeschehens neben dem Alter auch der Diabetestyp berück-sichtigt werden. Viele Studien erfassen lediglich eine Insulinmedikation.

Jüngere Patienten stellen sich meist im Rahmen des Erwerbs einer Fahrerlaubnis zur Begutachtung vor, ältere meist als Berufskraftfahrer im Rahmen der Gesundheitsuntersuchungen zum Erhalt der Fahr-erlaubnis, beide Gruppen seltener nach einem Unfall.

Die Unfallbeteiligung von Menschen mit Diabetes ist in allen Altersgruppen gering. Harsch fand in einer Untersuchung mit 450 Patienten (Typ-1- und Typ-2-Diabetes) lediglich 0,01-0,49 hypoglykämieindu-zierte Unfälle je 100.000 gefahrene Kilometer und führt dies auf die Schulung der Patienten zurück. [Harsch 2002]

### 4.5.2 Jüngere Menschen mit Diabetes

Trotz der geringen Evidenz wurden altersspezifische Empfehlungen als Expertenkonsens der Leitlinien-Gruppe formuliert. Bei den Jugendlichen / jungen Erwachsenen mit Diabetes begründet sich die Entscheidung aus deren höherer Risikobereitschaft kombiniert mit geringer Fahrpraxis mit schwankender Stoffwechseleinstellung. Junge Erwachsene mit Typ-1-Diabetes im Straßenverkehr sollten daher als Risikogruppe angesehen werden, die intensiver Beratung und Schulung bedarf.

Im Jugend- und jungen Erwachsenenalter ist die Stoffwechseleinstellung ungünstiger als im späteren Erwachsenenalter. Jugendliche mit Diabetes leiden meist an einem Insulinmangeldiabetes mit den dafür typischen Stoffwechselschwankungen: Die HbA1c-Werte liegen höher und es treten mehr Stoffwechselentgleisungen auf.

Weinger und seine Arbeitsgruppe (1999) untersuchten, wie sich die Autofahrer mit Typ-1-Diabetes hinsichtlich der Fahrsicherheit während einer Hypoglykämie einschätzen. Die unter 25-Jährigen Studienteilnehmer schätzten sich am häufigsten als fahrunsicher ein, während die 35-50-Jährigen am häufigsten angaben, trotz Hypoglykämie weiterfahren zu können [Weinger 1999].

Cox et al untersuchten je ca 350 Menschen mit Typ-1-Diabetes, Menschen mit Typ-2-Diabetes und Angehörige ohne Diabetes. Sie fanden bei MmDT1 ein erhöhtes Risiko für eine Unfallbeteiligung, jedoch nicht bei Menschen mit Typ-2-Diabetes, auch wenn diese mit Insulin behandelt wurden. Dies galt auch nach der Bildung von Altersgruppen [Cox 2003].

### 4.5.3 Ältere Menschen mit Diabetes

stellen sich meist als Berufskraftfahrer im Rahmen der vorgeschriebenen Gesundheitsuntersuchungen vor:

Saunders befragte 436 MmDT1 und langjährigem Diabetes (Diabetesdauer  $21,8 \pm 13,6$  Jahre) ihres Diabeteszentrums. Fast 72% der Befragten berichteten in den letzten 2 Jahren eine Hypoglykämie während dem Fahren gehabt zu haben. 4,3% hatten einen Unfall. 39% der Befragten hatten eine Schulung bezüglich Unfallrisiko [Saunders 2023].

Bei älteren Menschen mit Diabetes stehen oft diabetesassoziierte Folgeerkrankungen (Kapitel 4.3) und Komorbiditäten [Falkenstein 2020; Schlag; Schlag 2013] (Kapitel 0), im Vordergrund. Hinzu kommen körperliche Einschränkungen. Z.B. machen 100% der über 75jährigen Verkehrsteilnehmer beim Rechtsabbiegen keinen Schulterblick. Hinzu kommen multiple Medikamente für andere Erkrankungen. Antidiabetika, auch Insulin, tauchen als Risiko für Verkehrsunfälle, wenn überhaupt, nur an sehr untergeordneter Stelle auf [Brubacher 2021; Brunnauer 2021; Hensel FJ 2001].

Mehrere Gruppen fanden u.a., dass „in Bezug auf die verunfallten Senioren rund ein Zehntel Medikamente zu sich nimmt, die eine aktive Teilnahme am Straßenverkehr als Autofahrer ausschließen und keiner darüber ausreichend informiert zu sein scheint [Hill 2020; Pottgießer 2012].

Downey et al kommentieren hierzu die Notwendigkeit von Maßnahmen zur Identifizierung gefährdeter Fahrer [Downey 2021].

Naredo -Turrado et al untersuchten von 2007-2014 prospektiv 11670 alte Fahrer. Verschiedene inter-nistische und neurologische Erkrankungen führten zu Fahrvermeidung oder Unfällen. Diabetes ist dabei nicht aufgefallen [Naredo Turrado 2021].

Orriols et al untersuchten in Frankreich von 2005 bis 2008 69630 Fahrer mit langen bestehenden chronischen Erkrankungen, die einen Unfall verursacht hatten. 8,9% hatten eine chronische Erkrankung. Typ-1-Diabetes erhöhte das Risiko mit einer OR von 1,47. In der Studie tauchten weder Schlafapnoe noch Diabetes mellitus Typ2 auf [Orriols 2014].

Meyr und Kollegen haben 2017 In der Studie Diabetic Driving Studies-Part 1 überprüft, ob sich die Brems-Reaktionszeit bei Patienten mit Neuropathie und Typ-2-Diabetes in den Altersgruppen <60 und ≥60 Jahre unterscheidet. Es konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden [Meyr 2017].

Liu et al fanden bei älteren Kraftfahrern (65-79Jahre) mit Insulinbehandlung 48% mehr Vollbremsungen als bei Kraftfahrern ohne Diabetes oder mit Diabetes und ohne Insulinbehandlung. Zur Art der Insulinbehandlung (BOT, ICT) machen sie keine Angaben [Liu 2024].

Maxwell et al haben in ihrer Literaturrecherche sieben Studien zu älteren MmD aufgeführt. Vier der sieben aufgeführten Studien zu älteren Fahrern beschäftigen sich nur mit dem allgemeinen Hypoglykämierisiko ohne Bezug zum Autofahren [Maxwell 2023].

Matyka et al provozierten bei je 7 jüngeren (22-26Jahre) und 7 älteren (60-70Jahre) gesunden Männern eine Hypoglykämie. Die Wahrnehmung begann bei den jüngeren Männern bei 3,6mmol/l, bei den älteren erst bei 3,0mmol/l. Psychomotorische Defizite traten bei den älteren bei 3,0, bei den jüngeren erst bei 2,6mmol/l auf [Matyka 1997].

McGwinn et al fanden 1996 keine Evidenz für ein erhöhtes Risiko älterer Fahrer (>65Jahre) mit Diabetes für Autounfälle [McGwin 1999].

Hemmelgarn et al fanden in Canada in einer Studie aus den Jahren 1990-1993 ein um 1,4 erhöhtes Risiko zu verunfallen für insulinbehandelte Patienten in Monotherapie [Hemmelgarn 2006].

Mannucci et al beschreiben, dass die Erweiterung der oralen Therapie durch Insulin die metabolische Kontrolle effektiv verbessert und das Hypoglykämierisiko gering ist. [Mannucci 2011]

Deshmukh et al beschreiben eine verminderte Hypoglykämiewahrnehmung bei Fahrern mit Diabetes. Die Studie ist aus UK. 96 % der Patienten waren Menschen mit Typ-1-Diabetes, nur 25 von 3210 Fahrern hatten eine Gruppe 2 Lizenz. Die Glucosedaten wurden nur mit Freestyle libre erhoben. Zu Schwankungen z.B. durch Druck auf den Sensor wird keine Stellung genommen. [Deshmukh 2021]

Zur Bedeutung von GLP1-Analoga und SGLT-2-Inhibitoren bei der Vermeidung von Hypoglykämien im Straßenverkehr bei älteren Menschen mit Diabetes wurde keine Literatur gefunden.

Kellee et al konnten in einer Gruppe von 203 Menschen mit Typ-1-Diabetes und einem Alter >60 Jahren einer Reduzierung der Zeit mit Glucosewerten <70mg/dl von 5,0% auf 2,6% durch CGM zeigen. Zu Unfällen macht die Studie keine Aussage [Miller 2022].

#### 4.5.4 Limitierung bei der Bewertung von Studien

Bei der Bewertung der Studien ist zu beachten, ob zwischen Diabetes mellitus Typ 1 und 2 unterschieden wurde, was häufig nicht der Fall ist. In den meisten der eingeschlossenen Studien wurden die Ergebnisse nicht für die gefahrene Kilometerstrecke korrigiert. Siehe hierzu [Elvik 2023; Ewert U 2012; Hakamies-Blomqvist L. 2002]. Insgesamt zeichnet sich ein höheres Unfallrisiko bei Menschen mit Typ-1-Diabetes ab [Cox 2003].

Weiter ist zu beachten, ob in den Ländern, aus denen die Studienpopulation kommt, Restriktionen für das Führen von Kraftfahrzeugen für ältere Menschen mit Diabetes bestehen. In Europa gelten in verschiedenen Ländern verschiedene Regularien [Beshyah 2017] trotz einer Richtlinie des EU-Parlamentes [EU Parlament 2006]. Studien mit hohen Fallzahlen erheben ihre Daten häufig aus Registern z.B. Gesundheitsuntersuchungen für Berufskraftfahrer.

In Deutschland müssen alle Berufskraftfahrer ab dem 50.Lebensjahr alle 5 Jahre verkehrsmedizinisch untersucht werden. [Bundesministerium der Justiz 2010] Fahrerlaubnisverordnung §11 [Bundesanstalt für Straßenwesen 2022]. Für andere Kraftfahrer sind in Deutschland keine Gesundheitsuntersuchungen im Alter vorgeschrieben [Bundesministerium der Justiz 2010].

Im UK müssen Menschen mit Typ-1-Diabetes für die Fahrerlaubnisse der Gruppe 2 eine jährliche Untersuchung nachweisen. [Inkster 2013] Eine Insulinbehandlung muss der Fahrerlaubnisbehörde gemeldet werden.

In den USA müssen Berufskraftfahrer jedes Jahr ein „Medical Examiner's Certificate“ beibringen.

In der Schweiz gibt es seit 1970 verkehrsmedizinische Kontrolluntersuchungen für ältere Autofahrende. Seit 1. Januar 2019 müssen sich Seniorinnen und Senioren erst ab dem Alter von 75 Jahren alle zwei

Jahre einer verkehrsmedizinischen Untersuchung unterziehen. Eine weitere Heraufsetzung der Altersgrenze wird diskutiert. Huwiler et al kommen in Ihrer sehr gründlichen Evaluation u.a. zu dem Schluss: „Die altersbasierten Screening-Untersuchungen sind offenbar kein wirksames Instrument, um das durch ältere Autofahrende verursachte Unfallgeschehen (schwere Unfälle) in bedeutendem Ausmaß zu reduzieren. Das System ist zudem mit einem großen Aufwand verbunden“ [Huwiler K. 2022].

Aus England und Dänemark berichten Arbeitsgruppen nach Einführung der EU-Richtlinien einen deutlichen Rückgang der im Zusammenhang mit dem Führen eines Kraftfahrzeuges selbst berichteten Hypoglykämien bei gleichzeitig nur geringem Rückgang der Hypoglykämien in der Gesamtbevölkerung. [Kilpatrick 2013; Pedersen-Bjergaard 2015; Rees 2012; Schweizerische Gesellschaft für Endokrinologie und Diabetologie (SGED) 2017].

Durch Vermeidung einer Insulinbehandlung bei Menschen mit Typ-2-Diabetes kann es zu hyperglykämischen Ereignissen kommen, die die Fahreignung ebenfalls beeinträchtigen können (siehe Kapitel 4.1 und [Redelmeier 2009; Sommerfield 2004]).

Wünschenswert wären Studien repräsentativer Patientengruppen getrennt nach Alter und Diabetestyp. Solche Studien fehlen bislang. Vorliegende Studien haben ihre Daten z.B. aus Gesundheitsprüfungen für Fahrerlaubnisse, nur von verunfallten Menschen, nur von Patienten in spezialisierten Zentren und meist nur als retrospektiven Fragebögen und Selbstauskunft. Der „Healthy -worker-effekt“ wird oft nicht berücksichtigt.

#### 4.5.5 Zusammenfassung

Für Menschen mit Typ-1-Diabetes sind altersspezifische Besonderheiten bezüglich des Unfallrisikos nicht durch Studien belegt. Allerdings steigt das Hypoglykämierisiko mit der Erkrankungsdauer und damit auch dem Alter [Deshmukh 2021; Matyka 1997; Saunders 2023].

Bei jüngeren Patienten ist der Stoffwechsel häufig instabiler. Zudem ist in dieser Altersgruppe auch unabhängig vom Diabetes das Unfallrisiko am höchsten. Daher soll in der Schulung und Beratung von Jugendlichen mit Diabetes die Teilnahme am Straßenverkehr besonders thematisiert werden.

Für Menschen mit Typ-2-Diabetes steigt das Unfallrisiko mit der Diabetesdauer (siehe Kapitel 4.1.3.3.)

## 5 Anforderungen an Patienteninformationen

### 5.1 Patientenschulung

(Eva Küstner, Wolfgang Schütt, Bernhard Kulzer)

| Empfehlungen  | Empfehlungsgrad |
|---|-----------------|
| Menschen mit Diabetes sollen das Angebot zur Teilnahme an einem strukturierten Schulungs- und Behandlungsprogrammes erhalten, welche dem Teilnehmer Informationen, Kenntnisse und Fähigkeiten zur sicheren Teilnahme am Straßenverkehr, mögliche individuelle Risiken und Strategien zur Minimierung dieser Risiken vermittelt.<br><br>[Cox 2024; Saunders 2023 LoE 2b] | A               |

Entsprechend der Leitlinien Typ-1 und Typ-2-Diabetes soll jeder Mensch mit Diabetes ein Angebot zur Teilnahme an einem strukturierten Schulungs- und Behandlungsprogramm erhalten [Bundesärztekammer (BÄK) 2023; Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG) 2023]. Dieses sollen auch Schulungsinhalte zur sicheren Teilnahme am Straßenverkehr und mögliche individuelle Risiken und Strategien zur Minimierung dieser Risiken beinhalten [Cox 2024; Saunders 2023]. Für Personen mit besonderen Problemen im Zusammenhang mit Hypoglykämien (z.B. Hypoglykämiewahrnehmungsstörungen, häufige Hypoglykämien) soll ein entsprechendes Hypoglykämiewahrnehmungstraining angeboten werden [Hermanns 2010; Hermanns 2007; Schächinger 2003]. Besonders Menschen mit Diabetes und einem erhöhten Risiko von Hypoglykämien sollten eine spezielle strukturierte Schulung zur richtigen Nutzung von CGM- bzw. AID-Systemen erhalten [Hermanns 2019; Huhn 2023; Lin 2023; Schlüter 2021].

Eine strukturierte Diabetesschulung hat nachweislich positive Effekte im Hinblick auf eine Verminderung von Hypoglykämie, Unfälle sowie auf Wissen und Kompetenzen zur sicheren Teilnahme am Straßenverkehr [Broers 2002; Cox 1994; Hermanns 2010; Hermanns 2007; Yeoh 2015].

Im Rahmen der Schulung soll ein Teilnehmer folgende Kompetenzen erlangen:

- Kenntnisse von Risiken, Einschränkungen und gesetzlichen Bestimmungen bezüglich der Teilnahme am Straßenverkehr.
- Einschätzung des persönlichen Risikos und -situationen in Hinblick auf eine sichere Teilnahme am Straßenverkehr.
- Kenntnisse und Fertigkeiten zum sicheren Verhalten im Straßenverkehr (z.B. vorbeugende Maßnahmen zur Verhinderung von Hypoglykämien) und speziellen Risikosituationen (z.B. Unterzuckerungen während der Fahrt).
- Kenntnisse und Fähigkeiten zum rechtzeitigen und adäquaten Erkennen, Behandeln und Vermeiden von Hypo- und Hyperglykämien.
- Kenntnisse und Fähigkeiten im Umgang mit Folge- bzw. Begleiterkrankungen (z.B. Neuropathie, Schlafapnoe), um eine sicher Teilnahme am Straßenverkehr sicherzustellen.
- Fähigkeiten, Kenntnisse und sichere Handhabung von Strategien zur Minimierung möglicher Risiken bei der Teilnahme am Straßenverkehr (z.B. CGM-, AID-Systeme).

Schulungsprogramme, die über ein verkehrsmedizinisches Modul verfügen und das sichere Verhalten im Straßenverkehr zum Inhalt haben, sind im Anhang K aufgeführt.



## 5.2 Aufklärung durch den Arzt / das Diabetesteam

(Oliver Ebert)

### Pflichtinhalte der ärztlichen Aufklärung

| Empfehlungen  | Empfehlungsgrad |
|---|-----------------|
| <p>Jeder Patient soll individuell über das therapiespezifische Hypoglykämierisiko, die damit potentiell verbundenen Gefahren im Straßenverkehr sowie geeignete Verhaltensmaßnahmen zur Risikominimierung aufgeklärt werden. Dies betrifft insbesondere Patienten, bei denen eine blutglukosesenkende Therapie mit Hypoglykämierisiko begonnen oder bereits ausgeführt wird.</p> <p>§§ 630c Abs. 2, 630e Abs. 1 BGB</p>  | EK              |
| <p>Die Aufklärung sollte auch schriftlich erfolgen (beispielsweise mit Merkblatt gem. Anhang M und N), sie soll in den Arztunterlagen dokumentiert werden.</p>  | EK              |
| <p>Bei Patienten mit Hypoglykämierisiko soll dazu eine regelmäßige Wiederholungsaufklärung erfolgen.</p>  | EK              |
| <p>Menschen mit Diabetes sollen darüber aufgeklärt werden, dass die Alarmgrenzen des CGM während der Fahrt aktiviert bleiben und so einzustellen sind, dass sie frühzeitig aus den Grenzen laufende Blutglukosewerte signalisieren.</p> <p>§ 23 Abs 1 a StVO, Stellungnahme des Ausschuss Soziales der DDG, 09.02.2022)</p>   | EK              |
| <p>Menschen mit Diabetes sollen darüber aufgeklärt werden, dass die Aufmerksamkeit für den Straßenverkehr während der Fahrt nicht abgelenkt werden darf durch technische Geräte. Dies gilt auch für medizinische Hilfsmittel, wie z. B. kontinuierliche Glukosemessung (CGM) oder Insulinpumpe. Ein einfaches Antippen um die Displayanzeige zu aktivieren, ist zulässig, wenn das Gerät hierzu nicht in die Handgenommen wird und es dabei zu keiner Ablenkung vom Verkehrsgeschehen kommt. Das Gerät sollte hierzu in direkter Blickrichtung des Fahrers fest fixiert sein, z. B. in einer Kfz-Halterung.</p> <p>Einstellungen am CGM oder der Insulinpumpe dürfen nur nach Anhalten und Abstellen des Motors bzw. Absteigen vom Motorrad vorgenommen werden.</p> <p>§ 23 Abs 1 a StVO, Stellungnahme des Ausschuss Soziales der DDG, 09.02.2022)</p> | EK              |

| Empfehlungen   | Empfehlungsgrad |
|--|-----------------|
| Diabetesbedingte Komplikationen (siehe Kapitel 4), welche die Fahrsicherheit beeinträchtigen können, sollen dem Patienten mitgeteilt und deren Auswirkung auf die Sicherheit im Straßenverkehr erklärt werden.<br><i>§§ 630c Abs. 2, 630e Abs. 1 BGB</i> | <b>EK</b>       |
| Die Aufklärung soll für den Patienten verständlich sein. Erforderlichenfalls soll eine sprachkundige Person oder ein Dolmetscher hinzugezogen werden.<br><i>§ 630e Abs. 2 Nr. 3 BGB</i>  | <b>EK</b>       |
| Die Aufklärung soll durch den Behandelnden oder durch eine Person erfolgen, die über die zur Durchführung der Maßnahme notwendige Ausbildung verfügt.<br><i>§ 630e Abs. 2 Nr. 1 BGB</i>  | <b>EK</b>       |
| Die Aufklärung soll in der Patientenakte dokumentiert werden.<br><i>§ 630f BGB</i>   | <b>EK</b>       |
| In jeder Praxis/Klinik soll eine SOP (Standard Operation Procedure = Standardarbeitsanweisung) die Verantwortlichkeit für diese Information regeln.  | <b>EK</b>       |

#### Veränderung seit der letzten Auflage der Leitlinie

- Zusätzliche Anforderungen an die Aufklärung bei Einsatz neuer Behandlungstechnologien (rtCGM, SuP, AID)
- Verbot der Bedienung von rtCGM und Insulinpumpe während der Fahrt
- Nutzung von DIY-closed loop Systemen im Straßenverkehr
- Muster zur Patientenaufklärung bei rtCGM-Therapie (Anhang H)

Die Pflicht zur umfassenden Aufklärung ergibt sich zunächst aus dem Behandlungsvertrag mit dem Patienten, der sich auf die besondere Sach- und Fachkunde seines Arztes verlassen können muss. Als Ausprägung der ärztlichen Fürsorgepflicht muss der Patient vor krankheits- und therapiebedingten Risiken gewarnt bzw. vor vermeidbaren Gefahren bestmöglich geschützt werden. Auch die Bestimmungen des Patientenrechtegesetzes sehen in §§630c und §630e BGB umfassende Aufklärungs- und Informationspflichten vor. Daneben finden sich zusätzlich entsprechende berufsrechtliche Regelungen für Ärzte (u.a. § 8 MBO).

#### a) Form der Aufklärung

Die Aufklärung muss gem. § 630e BGB mündlich durch den Behandelnden oder durch eine Person erfolgen, die über die zur Durchführung der Maßnahme notwendige Ausbildung verfügt; ergänzend kann auch auf Unterlagen Bezug genommen werden, die der Patient in Textform erhält.

Es reicht nicht aus, dem Patienten lediglich einen schriftlichen Aufklärungsbogen vorzulegen bzw. einen solchen unterzeichnen zu lassen. Ein mündliches Aufklärungsgespräch ist unverzichtbar. Aus Beweisgründen ist es aber dringend anzuraten, den Patienten zusätzlich auch noch schriftlich zu informieren und aufzuklären. Insbesondere wenn ein „ärztliches Fahrverbot“ auszusprechen ist, soll dies aus

haftungsrechtlichen Gründen unbedingt zusätzlich in Schriftform mitgeteilt werden, um Missverständnisse oder Unklarheiten bezüglich des Inhalts dieser Aufklärung auszuräumen. Schließlich muss der Arzt sicherstellen, dass die Aufklärung für den Patienten verständlich ist. Erforderlichenfalls ist nach dem Willen des Gesetzgebers eine sprachkundige Person oder ein Dolmetscher hinzuzuziehen (BT-Drs. 17/10488, S. 25).

### **b) Dokumentation**

Der Arzt ist sowohl berufsrechtlich, nach den Vorschriften des Patientenrechtegesetzes (§ 630f BGB), als auch aus dem Behandlungsvertrag zur umfassenden und ordnungsgemäßen Dokumentation verpflichtet. Hierzu sind in einer Patientenakte - in Papierform oder elektronisch - sämtliche aus fachlicher Sicht für die derzeitige und künftige Behandlung wesentlichen Maßnahmen und deren Ergebnisse aufzuzeichnen, insbesondere die Anamnese, Diagnosen, Untersuchungen, Untersuchungsergebnisse, Befunde, Therapien und ihre Wirkungen, Eingriffe und ihre Wirkungen, Einwilligungen und Aufklärungen. Eine fehlende Dokumentation begründet grundsätzlich die Vermutung, dass eine Behandlungsmaßnahme bzw. Aufklärung nicht stattgefunden hat.

Aus der Dokumentation sollte sich der wesentliche Inhalt des Aufklärungsgesprächs ergeben, dazu auch die ausgesprochenen Empfehlungen und Bewertungen. Muss aufgrund einer temporären Fahrunfähigkeit ein ärztliches Fahrverbot ausgesprochen werden, so soll aus der Dokumentation zweifelsfrei hervorgehen, dass der Patient entsprechend aufgeklärt wurde und diesem somit bekannt ist, dass er trotz Fahrerlaubnis (= Führerschein) bis auf Weiteres nicht mehr motorisiert am Straßenverkehr teilnehmen darf. Die Dokumentation sollte unbedingt Ort, Datum, Uhrzeit und Dauer des Aufklärungsgesprächs sowie ggf. dort anwesende Personen beinhalten.

Zu Beweis Zwecken ist es vorteilhaft, wenn der Patient die Aufklärung bzw. Belehrung über seine Fahruntauglichkeit per Unterschrift bestätigt. Es besteht für den Patienten allerdings keine Verpflichtung, ein solches Dokument zu unterzeichnen.

### **c) Folgen einer unterlassenen bzw. unzureichenden Aufklärung**

Eine unzureichende oder unterlassende Aufklärung des Patienten hinsichtlich seiner Kraftfahreignung wird im Zweifel als Behandlungsfehler in Form verletzter Sicherheitsaufklärung angesehen (vgl. OLG Köln Urteil vom 6. August 2014 - Az. 5 U 137/13). Es gehört zu den Behandlungspflichten eines Arztes, einem Patienten die notwendigen therapeutischen Sicherheitshinweise zu erteilen. Dazu zählen die zur Sicherstellung eines Behandlungserfolgs notwendigen Schutz- und Warnhinweise, aber auch die Hinweise, die zur Vermeidung möglicher Selbstgefährdung dienen (ständige Rechtsprechung, etwa BGHZ 107, 222; BGHZ 126, 386 ff.).

Der behandelnde Arzt muss mit Schadensersatz- und Schmerzensgeldansprüchen rechnen, wenn der Patient infolge der unterbliebenen Aufklärung die krankheits- und therapiebedingten Risiken nicht erkannt hat und/oder er deswegen irrtümlich vom Fortbestehen seiner Fahrsicherheit ausging. Schadensersatzansprüche können dabei nicht nur vom Patienten selbst, sondern im Zweifel auch von regulierenden Versicherungen, von durch den Unfall geschädigten Dritten oder von Krankenkassen erhoben werden. Führt die unterbliebene Aufklärung zu einem Unfall mit Todesfolge oder Personenschaden, können aufgrund einer pflichtwidrig unterlassenen Aufklärung auch strafrechtliche Konsequenzen drohen, insbesondere gem. §§ 222, 13 StGB (fahrlässige Tötung) bzw. §§ 229, 13 StGB (fahrlässige Körperverletzung).

Umgekehrt hat der Arzt nicht für ein pflichtwidriges Verhalten seines Patienten einzustehen.

Wenn der Patient wirksam darüber aufgeklärt wurde, dass er aufgrund seiner gesundheitlichen Einschränkungen nicht (mehr) motorisiert am Straßenverkehr teilnehmen darf, der Patient sich hierüber aber hinweg setzt und trotzdem ein Kraftfahrzeug führt, trifft den Arzt kein Verschulden und er muss auch keine Haftung befürchten. Der Patient macht sich in solchen Fällen - auch ohne Unfall - vielmals gem. § 315c StGB strafbar, da er ein Fahrzeug führt, obwohl er aufgrund der vorausgegangenen Aufklärung wusste, dass er dazu aus gesundheitlichen Gründen gar nicht in der Lage ist. Kommt es zu einem Unfall, muss der Patient zusätzlich mit einer Strafbarkeit nach weiteren Normen (u.a. §§ 222, 229

StGB) sowie Leistungsausschlüssen bzw. Regressen der Haftpflichtversicherer rechnen, da das Ignorieren begründeter ärztlicher Weisungen grundsätzlich als grob fahrlässig anzusehen ist.

### **Erhöhter Aufklärungsbedarf bei Einsatz neuer Technologien**

Neue Technologien wie rtCGM/FGM, SuP oder AID-Systeme spielen in der Diabetes-Therapie eine immer wichtigere Rolle. Solche Systeme können Patienten rechtzeitig warnen bzw. alarmieren, bevor eine kritische hypo- oder hyperglykämische Situation entsteht und dadurch auch im Straßenverkehr zur Risikoreduzierung beitragen. Allerdings werden hierdurch auch neue Gefahrenquellen eröffnet, die dem Patienten nicht immer bewusst sind und über die er deshalb aufgeklärt werden muss.

So sollte Patienten verdeutlicht werden, dass solchen Systemen nicht blind vertraut werden darf, da immer die Möglichkeit einer Fehlfunktion oder eines Ausfalls besteht. Sofern das rtCGM-System eine Kalibration benötigt, muss diese entsprechend der Herstellervorgaben erfolgen. Vor Fahrtantritt sollte der Patient immer kontrollieren, ob die Alarmfunktionen aktiviert sind und die Lautstärke des Alarms ausreißend hoch eingestellt ist. Aufgrund der damit verbundenen Ablenkungsgefahr darf der Patient das System während der Fahrt nicht bedienen. Ein einfaches Antippen um das Display einzuschalten, dürfte jedoch zulässig sein, soweit es nicht mit einer Ablenkung verbunden ist. Auch sollte der Patient in angemessenen Abständen in Fahrpausen überprüfen, ob das System (noch) funktionsfähig ist, insbesondere auch die Verbindung zwischen Sensor, Transmitter und Empfänger nicht unterbrochen ist.

Für den Fall, dass der Glukosesensor ausfällt, ist ein Blutzuckermessgerät mitzuführen, das Haltbarkeitsdatum der Teststreifen darf nicht abgelaufen sein. Vor allem bei längeren Fahrten sollte der Patient durch Messungen des Blutzuckers kontrollieren, ob das CGM-System wirklich zuverlässige Werte liefert.

Diese Information der Patienten sollte zusätzlich auch schriftlich erfolgen, beispielsweise unter Verwendung des Merkblatts aus Anhang H.

### **Einsatz von nicht zugelassenen closed-loop-Systemen („do-it-yourself“ = „DIY“)**

Noch immer ist zu beobachten, dass Patienten sich anhand von Anleitungen im Internet ein closed-loop-System selbst zusammenstellen ("DIY"). Zwar kann der Patient frei entscheiden, ob er die Risiken eingehen will, die mit einem solchen nicht zugelassenen System verbunden sind. Dritte dürfen allerdings nicht in Gefahr gebracht werden. Der bewusste Einsatz eines solchen Systems entgegen der vom Hersteller vorgesehenen Zweckbestimmung dürfte im Zweifel als eine grobe Verletzung der Sorgfaltspflicht erachtet werden. Kommt es durch eine Fehlfunktion des DIY oder aufgrund einer durch das DIY verursachten Ablenkung zu einem Unfall mit Personen- oder Sachschäden, muss mit erheblichen strafrechtlichen Konsequenzen und Haftungsforderungen gerechnet werden. Aufgrund der nicht vorhersehbaren Risiken soll Patienten nicht empfohlen werden, mit einem DIY am Straßenverkehr teilzunehmen. [Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG) 2018]

### **Kein Bedienen des CGM/Scannen während der Fahrt**

Gem. § 23 Abs. 1a 2. Alt. StVO darf „ein elektronisches Gerät, das [...] der Information dient“, nicht während der Fahrt bedient werden. Zuwiderhandlungen sind mit Geldbuße und mindestens einem Punkt beim Kraftfahrtbundesamt sanktioniert. Ein Taschenrechner fällt unter diese Definition (BGH, Beschluss vom 16. Dezember 2020 – 4 StR 526/19), dies dürfte auch für CGM oder Insulinpumpe gelten [Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG) 2022].

Aufgrund der damit verbundenen Ablenkungsgefahr darf der Patient daher auch ein rtCGM oder eine Insulinpumpe während der Fahrt nicht bedienen, d.h. es ist grundsätzlich nur ein Blickkontakt auf das Display zulässig. Selbst im Falle einer Alarmierung gilt nichts Anderes: gerade dann weiß der Patient, dass eine Gefahrensituation besteht und er jetzt sofort handeln muss. Er muss als Erstes versuchen, das Auto schnellstmöglich sicher anzuhalten. Erst danach darf er den Wert scannen bzw. vom Display abrufen und eine etwaige Hypoglykämie bekämpfen.

Kommt es infolge einer mit der Bedienung des Geräts verbundenen Ablenkung zu einem Unfall, dürfte dies regelmäßig den Vorwurf einer strafbaren Sorgfaltspflichtverletzung begründen.

## 6 Anforderungen an Gutachten

### 6.1 Verkehrsmedizinisches Gutachten

Wolfgang Wagener, (Dieses Kapitel bearbeitete in der Erstauflage dieser Leitlinie 2017 Jürgen Hoß)

#### Anforderungen durch Gesetze und Bestimmungen

Krankheitsbedingte Komplikationen, z. B. häufige (schwere) Hypoglykämien, Folgeerkrankungen - v. a. der Augen, Gefäße, Nerven und Nieren - sowie ggf. relevante Komorbiditäten, z. B. obstruktives Schlafapnoe-Syndrom erfordern ggf. eine gesonderte verkehrsmedizinische Begutachtung.

Bei einer Retinopathie soll das Sehvermögen regelmäßig überprüft werden. Ihre Beurteilung soll den Beurteilungsgrundsätzen folgen, die für diese Krankheitsgruppen vorgesehen sind.

Die Umsetzung der erforderlichen Nachweisführung für die Fahreignung kann über die Normierungen in §11 der FeV erfolgen. Durch diese rechtliche Gestaltungsmöglichkeit soll gemäß des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit sichergestellt werden, dass sich Betroffene nicht bereits zum Zwecke der Durchführung der fachärztlichen Begutachtung an eine Begutachtungsstelle für Fahreignung wenden müssen, die für ihn u.U. schlechter erreichbar ist als ein Arzt im Sinne von § 11 Abs. 2 Satz 2 FeV oder von § 14 Abs. 1 FeV.

Die Untersuchung zur Prüfung der Fahreignung bzw. Sicherheit soll folgende Sachverhalte klären:

- wie viele fremdhilfebedürftige Hypoglykämien waren in den vorangegangenen 12 Monaten zu verzeichnen
- erkennt der Patient Hypoglykämien und kann er hierauf adäquat reagieren
- ob bzw. in welchem Umfang nimmt der Patient Selbstkontrollmessungen vor
- dokumentiert der Patient seinen Stoffwechselverlauf
- ist der Patient im Umgang mit seiner Diabetes-Erkrankung hinreichend geschult
- ist der Patient über die besonderen Risiken einer Hypoglykämie im Straßenverkehr aufgeklärt und informiert

In Fällen, in denen Hinweise auf Leistungsmängel in Aufmerksamkeit, Reaktion oder Konzentration eine weiterführende Klärung erfordern, sollten diese durch die Begutachtung des psychophysischen Leistungsvermögens durch einen Verkehrspsychologen einer Begutachtungsstelle für Fahreignung (BfF) erfolgen, der sich hierfür entsprechender Testverfahren und den Regelungen in den Beurteilungskriterien der Medizinisch-Psychologischen Fahreignungsdiagnostik bedient.

§ 1 SGB IX als übergeordnetes Sozialgesetzbuch fordert per se ein ressourcenorientiertes Denken. Sowohl von BehandlerInnen, als auch von GutachterInnen. Mit zusätzlich zur Facharztqualifikation vorhandener ärztlicher Zusatzbezeichnung Sozialmedizin sind alle Kompensationsmöglichkeiten für Betroffene besser auszuschöpfen.

#### Was ist neu?

Die Autoren stellen die Aktualisierung dieser Leitlinie auf die ressourcenorientierte Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF – International Classification of Functioning, Disability and Health, WHO, 2001) ab. Diese klassifiziert Krankheitsfolgen bezüglich der Körperfunktionen, der Aktivitäten der Person und deren Teilhabe an verschiedenen Lebensbereichen. Im Gegensatz zur Negativkategorisierung der ICD10 mit den Diagnosen (ICD – Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, WHO, ICD10-GM-Version, 2024) stellt die ICF die gegebenen Möglichkeiten der betreffenden Person bzgl. ihrer Teilhabe positiv dar. Da die ICF nicht abrechnungsrelevant verwendet wird, führt sie bisher in vielen Kliniken und Praxen sowie in Rechtsgrundlagen für arbeits- und betriebsmedizinische Belange nur ein Schattendasein.

Mit dieser Leitlinie verbinden die Autoren den Appell an alle für jegliche Belange der Teilhabe Verantwortlichen, die ICF zu nutzen sowie sich für deren generelle Anwendung für Beschreibungen von Gesundheitszuständen einzusetzen. Die Ressourcenorientierung der ICF schafft durch die Wahrnehmung und Einbeziehung der umwelt- und personbezogenen Kontextfaktoren eine breitere Basis für die adäquate Begutachtung von Fähigkeiten und Kompensationsmöglichkeiten jedes Menschen.

### **Anlass und Durchführung**

Nach der FeV müssen sich unter Umständen Führerscheinbewerber, z. B. bei bestimmten Erkrankungen, die in Anlage 4 oder 5 zu § 11 genannt werden und/oder der Behörde bekannt geworden sind, und Führerscheininhaber anlassbezogen - z. B. nach einem Unfall - einer verkehrsmedizinischen Begutachtung unterziehen, um ihre gesundheitliche Fahreignung / Fahrsicherheit nachzuweisen.[Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2014]: Eine Verweigerung dieser Untersuchung führt zum Verlust der Fahrerlaubnis. Den Gutachter kann der Betroffene wählen. Nur wenn es sich um ein gerichtliches Gutachten handelt, obliegt dem Gericht die Auswahl.

Bei Hinweisen auf eine Erkrankung nach Anl. 4 FeV obliegt der Fahrerlaubnisbehörde eine Ermittlung der möglichen Auswirkungen dieses Erkrankungsbildes auf die Verkehrssicherheit. Dabei hat sich der Gutachter an die durch die Fahrerlaubnisbehörde vorgegebene Fragestellung zur Kraftfahreignung zu halten. Diese Untersuchung darf nur nach anerkannten wissenschaftlichen Grundsätzen vorgenommen werden (FeV, Anlage 4a, Abs. 1c). Das Gutachten muss in allgemeinverständlicher Sprache abgefasst, nachvollziehbar und nachprüfbar sein. Alle zur Beurteilung führenden wesentlichen Befunde sind wiederzugeben. Untersuchungsverfahren müssen angegeben werden. Das Gutachten muss in allen wesentlichen Punkten, insbesondere im Hinblick auf die gestellten Fragen, vollständig sein. Es muss zwischen Vorgeschichte und gegenwärtigem Befund unterschieden werden. Die Kosten der Begutachtung trägt die zu untersuchende Person. Das Gutachten erhält der Untersuchte [Gräcmann N 2022], sofern der Gutachter nicht als Sachverständiger das Gutachten für ein Gericht erstellt.

### **Rechtliche Grundlagen**

Der medizinische Gutachter hat neben dem aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisstand vor allem die rechtlichen Grundlagen zu berücksichtigen. Im verkehrsmedizinischen Gutachten sind dies das Strafgesetzbuch § 315c (Gefährdung des Straßenverkehrs), das Straßenverkehrsgesetz und die Fahrerlaubnisverordnung, insbesondere die §§11-14, welche die gesundheitliche Eignung und die Eignung zum Führen eines Kraftfahrzeuges regeln (→ Kapitel 7). Die spezielle Eignung bei Diabetes regelt dabei die Anlage 4 (0).

Die Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung der BAST haben durch die Verankerung in der FeV, Anlage 4, und durch die Veröffentlichung im Verkehrsblatt vom Februar 2014 ebenfalls normativen Charakter [Gräcmann N 2022]. Sie sind verbindlich anzuwenden. Die letzte Änderung erfolgte am 23. Juli 2023. (Bundesgesetzblatt I Nr. 199 vom 28.07.2023). Das Kapitel Diabetes mellitus blieb unverändert. Diabetes-assoziierte Komorbiditäten wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen (siehe Kapitel 4.4.1) oder Schlaf-Apnoe (siehe Kapitel 4.4.2) wurden überarbeitet und sind in der vorliegenden Leitlinie berücksichtigt. Die Begutachtungsleitlinien der BAST stellen den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik dar. Werden sie angewandt, bedarf es keiner expliziten Begründung. Wird von diesen Leitlinien abgewichen, zum Beispiel weil ein Einzelfall fachlich anders zu würdigen ist, ist dies möglich, bedarf aber in der Regel einer detaillierten Begründung.

### **Wissenschaftliche Grundlagen**

Der Gutachter hat den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisstand zu berücksichtigen. Dies ist insbesondere dann von Wichtigkeit, wenn er in der Einzelfallbetrachtung von den normativen Vorgaben in der Beurteilung abweicht.

In diesem für die Teilhabe am täglichen Leben wichtigen Zusammenhang ist auf das biopsychosoziale Modell von funktionaler Gesundheit und deren Ressourcen der Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) [World Health Organization (WHO) 2001] zu verweisen. Bereits die Einleitung dieser Leitlinie verweist darauf, dass diese Klassifikation Gesundheit und



Krankheit als Ergebnis eines Ineinandergreifens physiologischer = somatischer, psychischer und – nicht zuletzt auch – sozialer Beschaffen- und Gegebenheiten versteht und beschreibt. Die Klassifikation der ICF wird in den rechtlichen Grundlagen nicht genannt. Das Sozialgesetzbuch IX „Rehabilitation und Teilhabe von Menschen mit Behinderungen“ – SGB IX baut auf der ICF auf.

Ein umfassendes Verständnis von Teilhabe im Zusammenhang mit einem Gesundheitsproblem wird durch die Systematik der ICF erleichtert [Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) 2005; World Health Organization (WHO) 2001]. Im bio-psycho-sozialen Modell der ICF werden die möglichen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Komponenten der Funktionsfähigkeit und Behinderung sowie den Kontextfaktoren deutlich. Damit erleichtert die ICF die Berücksichtigung des individuellen Lebenshintergrundes und der Lebensführung des betroffenen Menschen in systematischer Weise [Grotkamp 2014]. Sie öffnet systematisch den Blick auf die mögliche Nutzung von Ressourcen, z.B. Anpassung des beruflichen Umfeldes, Schulung, Wechsel von Typ und Ausstattung des Fahrzeuges, für den Begutachteten durch Aktivierung von förderlichen Kontextfaktoren.

Die WHO stellt mit der ICF eine Klassifikation und kein Assessment zur Verfügung. So wenig die ICD10 eine klinische Untersuchung, Sonografie oder Laparoskopie ersetzen kann, so wenig kann die ICF Assessments ersetzen. Die u. a. mit Assessments gewonnene Erkenntnis kann in Klassifikationen eingeordnet und kodiert werden. Dies gilt sowohl für Körperfunktionen und -strukturen, als auch für die Aktivitäten und die Teilhabe. Klassifiziert wird mit der ICF immer die „Funktionsfähigkeit“ im Sinne der „funktionalen Gesundheit einer Person“, nicht die Person selbst.

Sozialmedizinisch erschließen sich Art und Ausmaß von Beeinträchtigungen sowie die daraus abzuleitenden Teilhabeziele in Gänze nur unter Berücksichtigung sowohl der umweltbezogenen als auch der personbezogenen Kontext-Faktoren. Auf dieser bio-psycho-sozial ganzheitlichen Basis lassen sich geeignete Interventionen und der je individuell erforderliche Leistungsbedarf zur Realisierung von individuellen Teilhabezielen nachvollziehbar beschreiben und effektiver erreichen, z. B. der Mobilität im Falle dieser Leitlinie:

Die WHO hat bekanntermaßen die Klassifikation der personbezogenen Faktoren wegen „*der mit ihnen einhergehenden großen soziokulturellen Unterschiedlichkeit*“ noch nicht realisiert (ICF, S. 9) Diese Schwierigkeiten bei einer weltweiten Vereinheitlichung sind für den Einzelfall jedoch kein Grund, relevante personbezogene Faktoren nicht zu berücksichtigen. Die Erstellung einer Klassifikation personbezogener Faktoren ist ein wertneutraler Vorgang. Erst deren Nutzung läßt Chancen und Risiken erkennen. Dabei birgt jede Chance zugleich ein Risiko. Entscheidend ist ein verantwortungsvoller Umgang mit der Systematik.

Eine sachgerechte Analyse und Bewertung je nach Fragestellung relevanter personbezogener Faktoren ermöglicht die bedarfsgerechte Erfassung fördernder oder hemmender Einflüsse auf die Funktionsfähigkeit und Behinderung einer Person im Sinne der ICF. Damit besteht die Chance zur individuell passgenauen Auswahl erforderlicher Teilhabeleistungen und – darüber hinaus – wird die Selbstbestimmung gefördert

Personbezogene Faktoren sind immer nur individuell und für die jeweilige Fragestellung einzuordnen. Darüber muss sich jeder im Klaren sein. Damit verbunden ist, dass die Zuordnung nur begrenzt Gültigkeit besitzt. Die verbleibende Subjektivität der Erkenntnisgewinnung des Untersuchers / Gutachters ist nicht kritisch, solange Transparenz in der Bewertung für alle Beteiligten besteht [Grotkamp 2014], 2020. Grotkamp, S. et al. Personbezogene Faktoren im bio-psycho-sozialen Modell der WHO: Systematik der Deutschen Gesellschaft für Sozialmedizin und Prävention (DGSMP), Gesundheitswesen 2020, 82, 107-116

### **Qualifikation des Gutachters**

Die Begutachtung kann ausgeführt werden von einem

- a. Facharzt mit verkehrsmedizinischer Qualifikation,
- b. Arzt des Gesundheitsamtes oder einem anderen Arzt der öffentlichen Verwaltung,
- c. Arzt mit der Gebietsbezeichnung „Facharzt für Rechtsmedizin“



- d. Arzt mit Gebietsbezeichnung „Arbeitsmedizin“ oder der Zusatzbezeichnung „Betriebsmedizin“
- e. Arzt in einer Begutachtungsstelle für Fahreignung, der die Anforderungen nach Anlage 14 erfüllt.

Bei bestimmten Fragestellungen können eine oder mehrere Zusatzqualifikationen (wie z. B. Facharzt für Innere Medizin und Zusatzbezeichnung Diabetologie) gefordert werden. Der begutachtende Arzt soll nicht der behandelnde Arzt des Untersuchten sein und eine Befangenheit ausschließen [Gräcmann N 2022]. Adressen von Diabetologen mit verkehrsmedizinischer Qualifikation können auf der Internetseite der Deutschen Diabetes Gesellschaft (DDG) eingesehen werden ([www.ddg.info/behandlung-leitlinien/arztsuche](http://www.ddg.info/behandlung-leitlinien/arztsuche)).

### Umfang der Untersuchung bei Diabetes

Im Mittelpunkt der vom Gutachter zu beantwortenden Fragen steht die Überprüfung, ob der Kraftfahrer mit Diabetes aufgrund dieser Erkrankung in seiner Fahreignung / Fahrsicherheit eingeschränkt ist [Gräcmann N 2022]. Dazu ist eine genaue Anamnese erforderlich. Hierzu gehören die Fragen:

- Sind schwere Hypoglykämien (mit Fremdhilfe) insbesondere in den letzten 12 Monaten aufgetreten?
- Gibt es zunehmend häufiger auftretende Hypoglykämien?
- Hat die Wahrnehmung von Hypoglykämien nachgelassen?
- Wird eine ausreichende Selbstkontrolle einschließlich Dokumentation durchgeführt?
- Wurden regelmäßig Schulungen absolviert?
- Wird das Krankheits-Selbstmanagement (besonders bei Hypoglykämien und im Straßenverkehr) beherrscht?
- Wird eine regelmäßige ärztliche Kontrolle durchgeführt?

Der Gutachter hat die Qualität der Stoffwechseleinstellung und deren funktionelle Auswirkungen auf die Fahreignung zu überprüfen. Weiterhin sind neben der Medikation genaue Ausführungen zur angewendeten Therapie erforderlich. Anhalt für den Umfang einer Basisuntersuchung der Diabetespatienten bieten hier die Nationalen Versorgungsleitlinien für den Typ-1- und Typ-2-Diabetes [Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). 2013]. Ein Indikator für das Erreichen einer ausgeglichenen Stoffwechsellage ist die Normalisierung des Sehvermögens, weshalb ein aktueller augenärztlicher Befund vorliegen sollte [Gräcmann N 2022].

Hilfreich für den Gutachter ist zudem die Vorlage eines plausibel geführten Blutglukosetagebuches oder eines CGM-Tagebuchs zum Nachweis einer ausgeglichenen Stoffwechsellage und zum Nachweis der Selbstkontrolle. Ein geführter Gesundheitspass Diabetes weist eine regelmäßige ärztliche Kontrolle nach. Auch ein Nachweis der Teilnahme an einer strukturierten Diabetesschulung kann für den Gutachter hilfreich sein [Gräcmann N 2022; Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) 2014][Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) 2022; Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) 2014]. Nach den Leitsätzen der Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung 01.06.2022) sind „gut eingestellte und geschulte Menschen mit Diabetes“ in der Lage, Fahrzeuge beider Führerscheingruppen sicher zu führen [Gräcmann N 2022]. Es wird jedoch nicht näher bestimmt, was „gut eingestellt“ bedeutet. Dieses Problem findet sich auch in der FeV (Anlage 4). Dort wird von einer ausgeglichenen oder guten „Stoffwechsselführung ohne Unterzuckerung“ über drei Monate gesprochen [Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2010]. Aus der Literatur lässt sich kein Schwellenwert eines HbA1c-Wertes ableiten, der mit einer deutlichen Einschränkung von kognitiven, emotionalen oder behavioralen Faktoren assoziiert ist, die für die Fahrsicherheit relevant sind. Daher werden in allen Leitlinien bzw. Empfehlungen zur Fahrsicherheit von Menschen mit Diabetes keine expliziten Einschränkungen der Fahrsicherheit oder ein Grenzwert des HbA1c-Werts genannt. Unter einer „guten oder stabilen Stoffwechseleinstellung“ ist daher vor dem Hintergrund der Fahrsicherheit vielmehr die Vermeidung von starken Stoffwechselschwankungen sowie die Vermeidung von Hypoglykämien gemeint als die Erreichung eines festen HbA1c-Zielwertes.

Die Durchführung von weiteren ärztlichen Untersuchungen hinsichtlich Folge- und Begleiterkrankungen des Diabetes (Augen, Nieren, Nerven, Gefäße, Schlaf-Apnoe-Syndrom etc., siehe Kapitel 4) ist, soweit

die behördlich angeordnete Beibringung oder der Beweisbeschluss des Gerichts nichts festsetzt, nicht nötig und ohne ausdrückliche Zustimmung des Patienten nicht erlaubt. Das Auftreten von Folge- und Begleiterkrankungen kann jedoch zu einer gesondert zu beurteilenden Gefahr bzw. Zweifeln an der Fahreignung führen, weshalb ein über die eigentliche Diabeteserkrankung hinausgehendes Gutachten zur Feststellung der Fahreignung angeordnet werden kann. Eine ärztliche Befragung nach Leitsymptomen, z. B. eines obstruktiven Schlafapnoesyndroms oder einer Retinopathie reicht in der Regel aus.

Im Sommer 2023 trat die 15. Änderung der FeV in Kraft. Seither sind nur noch die erhobenen Befunde und Hinweise auf der Bescheinigung für Anlage 5 zu § 11 FeV zu dokumentieren. Jegliche Bewertung der Befunde bzgl. ihrer Bedeutung in Verbindung mit der Anlage 4 FeV im Sinne einer Vorbegutachtung wurde ausgeschlossen. Wird aber nur eine Diagnose genannt, kann ein/e Sachbearbeiter/in einer Behörde – bei der zweifelsfrei die Entscheidung über eine Feststellung der Fahreignung für Erwerb und/oder Verlängerung einer Fahrerlaubnis liegt – nicht entscheiden, ob aus der ärztlichen Formularmitteilung möglicherweise eine Gefährdung für die Sicherheit im Straßenverkehr abzuleiten ist.

Für einen für alle Beteiligten leichteren, alltagspraktischen Umgang mit der neuen FeV haben Huetten et al. eine Checkliste erstellt, die im Anhang abgedruckt ist [Manuela Huetten 2023]. „Aktuelle Änderungen und wie Betriebsärzte damit umgehen können“, ASU – Arbeits-, Sozial und Umweltmedizin, 58, 09/2023]

## Beurteilung

Der Gutachter hat rechtlich nur die Stellung eines Beraters für die Behörde oder das Gericht, welche die Entscheidung treffen. Im nicht gerichtlichen Gutachten ist der Betroffene und nicht die Behörde der Adressat. Nur mit seiner Zustimmung kann das Gutachten an die Behörde oder Dritte weitergegeben werden. Rechtlich sind bei der Erstellung eines verkehrsmedizinischen Gutachtens in Deutschland neben der Fahrerlaubnisverordnung die „Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung“ der BAST, verbindlich, die normativen Charakter haben. Sofern die Beurteilung im Gutachten damit übereinstimmt, ist keine besondere Begründung erforderlich. Eine solche ist bei einem Abweichen zwingend notwendig.

Die Kernaussagen zum Diabetes in den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung der BAST sind:

- Gut eingestellte und geschulte Menschen mit Diabetes können Fahrzeuge beider Gruppen sicher führen.
- Therapieregime und Fahrzeugnutzung sind bei der Begutachtung zu berücksichtigen.
- Gefährdung der Fahrsicherheit geht beim Diabetes in erster Linie vom Auftreten einer Hypoglykämie aus, mit Kontrollverlust, Verhaltensstörungen oder Bewusstseinsbeeinträchtigungen.
- Eine ungestörte Hypoglykämiewahrnehmung ist Voraussetzung für die Fahrsicherheit und Fahreignung.
- Menschen mit Diabetes mit mehr als einer fremdhilfebedürftigen Hypoglykämie im Wachzustand in den letzten 12 Monaten sind in der Regel zum Führen eines Kraftfahrzeugs so lange ungeeignet, bis wieder eine hinreichende Stabilität des Stoffwechsels sowie zuverlässige Wahrnehmung von Hypoglykämien sichergestellt ist.
- Wer nach einer Stoffwechseldekompensation erstmals oder wer neu eingestellt wird, darf kein Fahrzeug führen, bis die Einstellphase durch Erreichen einer ausgeglichenen Stoffwechsellage (incl. der Normalisierung des Sehvermögens) abgeschlossen ist [Gräcmann N 2022].

Bei Erkrankungen mehrerer Organe -z. B. bei Folge- und/oder Begleiterkrankungen des Diabetes - müssen zusätzlich die Abschnitte der Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung berücksichtigt werden, die jeweils vorgesehen sind [Gräcmann N 2022].

Eine mögliche Kompensation von Eignungsmängeln ist dabei ausdrücklich vorgesehen. So werden bezüglich des Diabetes auf der Grundlage einer fachärztlichen - diabetologischen - Begutachtung z. B. Maßnahmen wie Hypoglykämiewahrnehmungstraining, Therapieänderungen oder vermehrte (Blut-)Glukoseselbstkontrollen benannt, die als Auflage in einem Gutachten aufgeführt werden können. Die Anwendung von Techniken wie die kontinuierliche Glukosemessung (CGM) oder der Einsatz von Insulinpumpensystemen mit Hypoglykämiewarnfunktion sind als Kompensation möglich. Hyperglykämien

schließen nur dann das Führen von Fahrzeugen aus, wenn ausgeprägte Symptome wie Müdigkeit, Bewusstseinsstörungen oder Sehstörungen bestehen.

Die Beurteilung ist zudem von Therapieregime, Stoffwechseleinstellung und Fahrzeugnutzung abhängig. Die Medikamente sind nach Substanzen mit:

- niedrigem (z. B. Metformin, Biguanide, inkretinbasierte Substanzen) oder
- höherem (z. B. Sulfonylharnstoffe und ihre Analoga) und
- hohem Hypoglykämierisiko (Insulin) zu differenzieren.

Die Fahrzeugnutzung ist z. B. nach Fahrleistung, Personenbeförderung oder Gefahrguttransport zu berücksichtigen.

Da sich das verkehrsmedizinische Risiko im Verlauf der Diabeteserkrankung schnell ändern kann, ist der Gutachter angehalten, bei der Fahrerlaubnis für Fahrzeuge der Gruppe 2 von Menschen mit Diabetes, die mit Medikamenten behandelt werden und ein höheres oder hohes Hypoglykämierisiko haben, eine Nachuntersuchungsfrist von 3 Jahren vorzugeben. Regelmäßige ärztliche Kontrollen und Stoffwechselselbstkontrollen sind ggf. zu fordern. Zum Nachweis einer ausgeglichenen Stoffwechsellage / der Selbstkontrolle kann die Vorlage eines plausibel geführten Blutglukosetagebuches – natürlich auch in elektronischer Form – dienen.

## 6.2 Betriebsärztliches Gutachten

*(Melanie Saure; in der Erstauflage dieser Leitlinie verfassten dieses Kapitel Kurt Rinnert u. Jürgen Hoß)*

Bedingungen, welche die Fahreignung / Fahrsicherheit bei Menschen mit Diabetes beeinflussen können, sind durch die Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 5 ArbSchG zunächst zu analysieren = Gefährdungsbeurteilung (GBU). Sie lassen sich folgendermaßen gliedern:

Krankheitsspezifische Risiken, z. B.:

- Selbst- und Fremdgefährdung durch schwere, insbesondere rezidivierende Hypoglykämien
- Auftreten anderer Krankheiten infolge des Diabetes (Mikro- und Makroangiopathie, Neuropathie) oder als Begleiterkrankung (z. B. Schlaf-Apnoe-Syndrom)

Tätigkeitsspezifische Risiken, z. B.:

- beeinträchtigte Planbarkeit des Tagesablaufes und der Selbststeuerung des Stoffwechsels (z. B. just-in-time-Belastung)
- Berufliche Expositionen, die das Auftreten von akuten oder chronischen Folgen des Diabetes begünstigen oder verstärken.

Zu den krankheitsspezifischen Risiken gehören auch Krankheiten, die, wie oben erwähnt, infolge des Diabetes (z. B. Retinopathie, Nephropathie) oder als Begleiterkrankung (z. B. Schlaf-Apnoe-Syndrom) auftreten und zu Funktionseinschränkungen führen können. Die zu erwartenden Funktionseinschränkungen sind durch engmaschige Kontrollen zu berücksichtigen.

Fahrtätigkeiten, bei deren Ausübung der Tagesablauf nicht ausreichend vorausplanbar ist, können eine adäquate Diabetes-Behandlung belasten – etwa durch sehr unregelmäßige Essenszeiten, stark wechselnde körperliche Belastungen oder Erschwerung der Stoffwechselselbstkontrolle. Das Risiko für Hypoglykämien ist bei Berufen größer, deren Arbeitsbedingungen eine ggf. notwendige Kohlenhydrataufnahme verhindern, z. B. durch Arbeiten unter großem Zeitdruck, wie z. B. bei Rettungseinsätzen oder Paketdienstauslieferung. Für diese Berufe und Tätigkeiten gilt in besonderem Maße, dass eine personalisierte Schulung des Patienten manche der einschränkenden Bedingungen abmildern oder bedeutungslos machen kann. Bei Fahrtätigkeiten, die mit besonderen Belastungen einhergehen, sind in der Regel, entsprechend den Ergebnissen der Beurteilung der Gefährdungen am Arbeitsplatz, zusätzliche Schutzmaßnahmen bei Menschen mit Diabetes ausreichend [ArbSchG Arbeitsschutzgesetz 2023].

Durch die rasche Weiterentwicklung der kontinuierlichen Glukosemessung mit Glukosesensoren, oft in Verbindung mit dem Einsatz von Insulinpumpen, werden diese zur Risikominimierung im beruflichen

Kontext zunehmend Bedeutung gewinnen und eine Neubewertung von akzeptablen Risiken im beruflichen Kontext erforderlich machen, da relevante Risiken damit minimiert oder sogar ausgeschlossen werden können [Bergenstal 2013].

Weitere Empfehlungen zur Beurteilung arbeitsplatz- und tätigkeitsspezifischer Risiken finden sich im „Leitfaden für Betriebsärzte zu Diabetes und Beruf“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V. [Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) 2012].

## 7 Rechtsgrundlage

Für die Fahreignung/Fahrsicherheit sind insbesondere die nachstehenden Normen bzw. normähnlichen Vorgaben zu berücksichtigen:

- Strafgesetzbuch § 315c (Gefährdung des Straßenverkehrs),
- Straßenverkehrsgesetz (StVG)
- Fahrerlaubnis-Verordnung (FeV) [www.gesetze-im-internet.de/fev\\_2010](http://www.gesetze-im-internet.de/fev_2010)
- Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung [www.bast.de/DE/Verkehrssicherheit/Fachthemen/BLL/BLL-hidden\\_node.html](http://www.bast.de/DE/Verkehrssicherheit/Fachthemen/BLL/BLL-hidden_node.html)
- Richtlinie der Europäischen Union [www.jurion.de/gesetze/eu/32016l1106](http://www.jurion.de/gesetze/eu/32016l1106)

### 7.1 Deutschland

#### 7.1.1 Private KFZ-Nutzung (Gruppe 1)

(Oliver Ebert)

##### **Veränderung seit der letzten Auflage der Leitlinie**

*Zusätzliche Implikationen durch DS-GVO*

##### 1. Fahreignung und Fahrsicherheit

Das Führen von Kraftfahrzeugen bzw. die motorisierte Teilnahme am Straßenverkehr setzen gem. § 2 StVG eine entsprechende behördliche Fahrerlaubnis voraus.

##### a) Fahreignung

Die Fahrerlaubnis darf nur erteilt werden, wenn die erforderliche Eignung zum Führen von Kraftfahrzeugen vorliegt. Geeignet zum Führen von Kraftfahrzeugen ist, wer die notwendigen körperlichen und geistigen Anforderungen erfüllt und nicht erheblich oder nicht wiederholt gegen verkehrsrechtliche Vorschriften oder gegen Strafgesetze verstoßen hat. Sofern jemand auf Grund körperlicher oder geistiger Mängel nur bedingt zum Führen von Kraftfahrzeugen geeignet ist, so muss die Fahrerlaubnis mit Beschränkungen oder unter Auflagen erteilt werden, wenn dadurch das sichere Führen von Kraftfahrzeugen gewährleistet ist.

Die Beurteilung der Fahreignung basiert grundsätzlich auf den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung, die von der BAST auf Basis aktueller medizinischer Erkenntnisse und nationaler bzw. supranationaler Normen erstellt wurden [Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) 2022]. In diesen Leitlinien findet sich eine Zusammenstellung von körperlichen und/oder geistigen Einschränkungen, welche die Eignung zum Führen von Kraftfahrzeugen beeinträchtigen können. Für zahlreiche Krankheiten werden dort Vorgaben und Voraussetzungen definiert, die ärztliche Gutachter bei der Bewertung der Fahreignung berücksichtigen müssen. Sie dienen insoweit als Nachschlagewerk für Begutachtende, die Fahrerlaubnisbewerber oder -inhaber in Bezug auf ihre Kraftfahreignung beurteilen. Diese Begutachtungsleitlinien können aber nur den Regelfall beschreiben; die Beurteilung der Fahreignung muss sich immer an den Besonderheiten des jeweiligen Einzelfalls orientieren.

Die Diagnose Diabetes stellt nach den aktuellen Begutachtungsleitlinien in der Regel kein Hindernis mehr zum Führen von Kraftfahrzeugen dar. Es ist dort unmissverständlich klargestellt, dass die Teilnahme am Straßenverkehr mit – und trotz – Diabetes möglich ist. Auch stellt die Diabetes-Krankheit keine grundsätzliche Hürde mehr für das Führen von LKW über 3,5t und die Personenbeförderung dar.

Bei der Bewertung der Fahreignung von Patienten ist hiernach davon auszugehen, dass „gut eingestellte und geschulte Menschen mit Diabetes“ nicht nur Fahrzeuge der Gruppe 1 (u. a. PKW, Motorräder, LKW bis 3,5t), sondern auch schwere Fahrzeuge der Gruppe 2 (u. a. LKW über 3,5t, Omnibusse) „sicher führen“ können – dies gilt auch für die Personenbeförderung (Taxis, Omnibus). Die Fahreignung von Führerscheinbewerbern und -inhabern soll im Rahmen der Diabetes-Behandlung in regelmäßigen Abständen angesprochen und im Zweifel untersucht werden [Europäisches Parlament 2006].

## b) Fahrsicherheit

Neben der grundsätzlichen Kraftfahreignung spielt im Behandlungsalltag vor allem auch die situations- und zeitbezogene Fahrsicherheit eine wesentliche Rolle. Selbst wenn ein Patient grundsätzlich geeignet zum Führen von Kraftfahrzeugen ist, kann die psychische und körperliche Leistungsfähigkeit temporär, therapie- oder situationsbedingt beeinträchtigt oder eingeschränkt sein; beispielsweise aufgrund einer Therapieumstellung, passageren, medikamentös bedingten Nebenwirkungen oder Stoffwechselkrisen.

Jeder Fahrer – unabhängig vom Vorliegen von Krankheiten - hat daher gem. § 2 FeV individuell sicherzustellen, dass es infolge körperlicher oder geistiger Beeinträchtigungen zu keiner Gefährdung kommt. Vor Fahrtantritt und während der Fahrt ist daher laufend selbstreflektierend zu prüfen, ob man situations- und zeitbezogen über eine hinreichende Fahrsicherheit verfügt. Wird ein Patient nach einer Stoffwechseldekompensation erstmals oder neu eingestellt, darf er solange kein Fahrzeug führen, bis die Einstellphase durch Erreichen einer ausgeglichenen Stoffwechsellage (einschließlich der Normalisierung des Sehvermögens) abgeschlossen ist.

### **Meldung/Anzeige von Patienten bei der Straßenverkehrsbehörde**

Aufgrund der ärztlichen Schweigepflicht dürfen fahruntaugliche / fahrunsichere Patienten grundsätzlich nicht an Behörden oder die Polizei gemeldet werden. Verletzungen des Arztgeheimnisses, insbesondere die Weitergabe von Behandlungsinformationen ohne vorherige Einwilligung des Patienten, sind gem. § 203 StGB strafbar und können Freiheitsstrafen bzw. empfindliche Geldstrafen nach sich ziehen.

Neben der Strafandrohung haben Ärzte auch das in den jeweiligen Berufsordnungen als Standespflicht verankerte Schweigegebot zu beachten. Zusätzlich zu einer strafrechtlichen Verfolgung wird ein Bruch der Schweigepflicht also auch noch mit berufsrechtlichen Maßnahmen (Warnung, Verweis, Geldbuße) sanktioniert. Die unbefugte Offenbarung von Patientendaten stellt auch eine Verletzung der Pflichten aus dem Behandlungsvertrag dar, was zivilrechtliche Schadensersatzansprüche auslösen kann. Mit dem Bruch der Schweigepflicht ist zugleich auch eine Weitergabe von Gesundheitsdaten verbunden, ein solcher Datenschutzverstoß (vgl. Art. 9 Abs. 1 DS-GVO) kann zu erheblichem Bußgeld und Schadensersatzforderungen führen.

Trotz seiner gesetzlichen Schweigepflicht kann ein Arzt unter Abwägung widerstreitender Pflichten oder Interessen im Ausnahmefall aber unter Umständen straflos eine Benachrichtigung an die Verkehrsbehörde geben, wenn sein Patient mit einem Kraftwagen am Straßenverkehr teilnimmt, obwohl er wegen seiner Erkrankung nicht mehr fähig ist, ein Kraftfahrzeug zu führen, ohne sich und andere zu gefährden (BGH NJW 1968, 2288 (2290)). Der mit einer solchen Meldung einhergehende Bruch der ärztlichen Schweigepflicht kann allerdings nur in absoluten Ausnahmefällen strafrechtlich gerechtfertigt oder entschuldigt sein. Dies setzt zwingend eine umfassende Güterabwägung mit dem Ergebnis voraus, dass nur dadurch eine ansonsten drohende, erhebliche Gefahr für den Patienten bzw. Dritte verhindert werden kann. Der Bruch der ärztlichen Schweigepflicht kommt somit nur als ultima ratio in Betracht, wenn zuvor alle zumutbaren Einwirkungsmaßnahmen auf den Patienten erfolglos geblieben sind.

Der Bruch der Schweigepflicht muss sich für den Arzt also nach vernünftiger Abwägung als angemessenes und letztes verbliebenes Mittel zur Gefahrenabwehr erweisen.

Eine Offenbarung des Patientengeheimnisses sollte daher nur und allenfalls dann in Betracht kommen, wenn aus Sicht des Behandlers eine gegenwärtige, konkrete Gefahr für Leib und Leben des Patienten oder Dritter besteht, deren Realisierung unmittelbar bevorsteht und die auch nicht auf andere, für den Patienten weniger belastende Weise abgewendet werden kann. Eine bloße Risikoerhöhung oder ein vom Patienten lediglich abstrakt ausgehendes Gefährdungspotential reichen zur Annahme einer Notstandssituation in der Regel nicht aus.

Der Behandler wird darüber hinaus auch nachweisen müssen, dass er zuvor erfolglos und unter Ausschöpfung aller ihm zumutbaren Möglichkeiten auf den Patienten eingewirkt hat und warum sich der Bruch der Schweigepflicht auch tatsächlich als das letzte Mittel darstellte. Hierzu zählt insbesondere, dass dem Patienten eine Meldung an die Behörde zuvor unmissverständlich angedroht worden sein



muss und dieser sich trotzdem ernsthaft uneinsichtig zeigte. Alternativ könnten zur Gefahrenabwehr weniger einschneidende Maßnahmen als der Bruch der Schweigepflicht – wie möglicherweise die vorübergehende Verwahrung der KFZ-Schlüssel oder die Aufenthaltsverlängerung in den Praxisräumen in fahrunsicherem Zustand – ausreichen, bis Hilfe eingetroffen ist. Ein Bruch der Schweigepflicht dürfte dann nur zulässig sein, wenn sich diese milderer Mittel als entweder erfolglos oder im konkreten Fall als für den Behandler unzumutbar erweisen.

Die umfassende und ausführliche Dokumentation der vom Behandler vorgenommenen Maßnahmen zur Aufklärung, Belehrung und Androhung ist auch vor diesem Hintergrund unverzichtbar.

Im Falle einer solchen Meldung/Anzeige ist der Arzt gem. Art. 33 Abs. 1 DS-GVO gesetzlich zu einer unverzüglichen Selbstmeldung an die zuständige datenschutzrechtliche Aufsichtsbehörde verpflichtet. Eine unterbliebene oder verspätete Meldung kann gem. Art. 83 Abs. 4 DS-GVO zu erheblichem Bußgeld führen.

### 7.1.2 Berufliche KFZ-Nutzung (Gruppe 2, Fahrgast- und Gefahrgutbeförderung)

(Kurt Rinnert, Melanie Saure)

In Umsetzung der europäischen Fahrerlaubnisverordnung in nationales Recht gilt in Deutschland die Verordnung über die Zulassung von Personen zum Straßenverkehr (FeV) vom 13. Dezember 2010 (BGBl. I S. 1980), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. März 2022 (BGBl. I S. 498) [Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2014]. Dort wird in § 11 unter der Überschrift „Eignung“ ausgeführt, dass Bewerber um eine Fahrerlaubnis die hierfür notwendigen körperlichen und geistigen Anforderungen erfüllen müssen. Es gibt keinen grundsätzlichen Ausschluss von Menschen mit Diabetes für das Führen von Fahrzeugen der Gruppe 2. Die Anforderungen sind nur dann nicht erfüllt, wenn eine Erkrankung oder ein Mangel nach Anlage 4 oder 5 vorliegt (0, Anhang B), wodurch die Eignung oder die bedingte Eignung zum Führen von Kraftfahrzeugen ausgeschlossen wird. Bewerber um die Fahrerlaubnis der Klasse D oder D1 (Kfz zur Personenbeförderung mit mehr als 8 Sitzplätzen) und der Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung gemäß § 48 müssen auch die Gewähr dafür bieten, dass sie der besonderen Verantwortung bei der Beförderung von Fahrgästen gerecht werden [Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2014].

In der Anlage 5 der FeV werden die besonderen Anforderungen an Bewerber um die Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung dargelegt (Anhang B). Sie müssen sich, wie alle Bewerber, um die Erteilung oder Verlängerung einer Fahrerlaubnis der Klassen C bis D1E (siehe Einleitung) sowie der Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung (FzF) untersuchen lassen, ob Erkrankungen vorliegen, die die Eignung oder die bedingte Eignung ausschließen [Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2014]. Bewerber um die Erteilung oder Verlängerung einer Fahrerlaubnis der Klassen D bis D1E (Kfz mit mehr als 8 Sitzplätze) sowie einer Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung müssen außerdem besondere Anforderungen erfüllen hinsichtlich

- a) Belastbarkeit,
- b) Orientierungsleistung,
- c) Konzentrationsleistung,
- d) Aufmerksamkeitsleistung,
- e) Reaktionsfähigkeit.

Der Nachweis über die Erfüllung dieser Anforderungen ist durch Beibringung eines betriebs- oder arbeitsmedizinischen Gutachtens nach § 11 Abs. 2 Satz 3 Nr.3 oder eines Gutachtens einer amtlich anerkannten Begutachtungsstelle für Fahreignung zu führen

- von Bewerbern um die Erteilung einer Fahrerlaubnis der Klassen D, D1, DE, D1E und der Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung
- von Bewerbern um die Verlängerung einer Fahrerlaubnis der Klassen D, D1, DE und D1E ab Vollendung des 50. Lebensjahres,

- von Bewerbern um die Verlängerung einer Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung ab Vollendung des 60. Lebensjahres.

Fahrzeugführer von Gefahrguttransporten benötigen unter Umständen eine besondere technische und organisatorische Ausbildung. Ein medizinischer Eignungsnachweis wird, über die Anforderungen der FeV hinaus, nicht gesondert gefordert.

## 7.2 Europa

*(Friedhelm Petry)*

Die europäischen Regelungen sind in der „Richtlinie 2006/126/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über den Führerschein vom 20. Dezember 2006“ dargestellt [Europäisches Parlament 2006]. Seit Inkrafttreten wurde die EU-Führerscheinrichtlinie mehrere Male überarbeitet. Die letzte Aktualisierung erfolgte zum 7. Juli 2016. Mindestanforderungen an die körperliche und geistige Tauglichkeit zum Führen eines Kraftfahrzeugs, die auch den Diabetes einschließen, werden in Anhang III der Richtlinie beschrieben [Europäisches Parlament 2006].

Laut der EU-Führerscheinrichtlinie darf für Menschen mit Diabetes eine Fahrerlaubnis für das Führen von Fahrzeugen der Gruppe 1 und Gruppe 2 erteilt und erneuert werden. Die spezifischen Anforderungen an den Fahrzeugführer werden im Hinblick auf die Erkrankung und deren Auswirkungen beschrieben und Maßnahmen zur Kontrolle festgelegt. Dabei spielt erwartungsgemäß die Hypoglykämie die bedeutendste Rolle. Eine schwere Hypoglykämie im Wachzustand wird in der Richtlinie dahingehend definiert, dass die Hilfe einer anderen Person erforderlich ist; eine rezidivierende Hypoglykämie wird als eine zweite schwere Hypoglykämie während eines Zeitraums von 12 Monaten definiert (diese Definitionen wurden in die deutschen Regelungen übernommen).

Bei einer medikamentösen Behandlung sollte ein entsprechendes Gutachten einer zuständigen ärztlichen Stelle vorliegen und regelmäßig eine fallspezifisch geeignete ärztliche Kontrolle durchgeführt werden. Der Abstand zwischen den Untersuchungen sollte 5 Jahre nicht überschreiten. Dies gilt sowohl für Führerscheinbewerber und -inhaber der Gruppe 1 als auch der Gruppe 2 [Europäisches Parlament 2006].

### **Auflagen für Führerscheinbewerber und -inhaber der Gruppe 1 (Abschnitt 10.2) [Europäisches Parlament 2006]**

- Ein Bewerber oder Fahrer mit Diabetes, der mit Medikamenten behandelt wird, die das Risiko einer Hypoglykämie beinhalten, muss nachweisen, dass er das Risiko einer Hypoglykämie versteht und die Erkrankung angemessen unter Kontrolle hat.
- Fahrerlaubnisse werden nicht erteilt oder erneuert, wenn Bewerber oder Fahrer eine unzureichende Hypoglykämiewahrnehmung haben.
- Treten beim Bewerber oder Fahrer wiederholt schwere Hypoglykämien auf, wird eine Fahrerlaubnis nur dann erteilt oder erneuert, wenn fachärztliche Gutachten und eine regelmäßige ärztliche Bewertung dies unterstützen. Bei wiederholt auftretenden schweren Hypoglykämien im Wachzustand wird eine Fahrerlaubnis erst sechs Monate nach der letzten Episode erteilt oder erneuert (Änderung 2016)
- Fahrerlaubnisse können in Ausnahmefällen erteilt oder erneuert werden, wenn dies durch ein fachärztliches Gutachten gebührend begründet und durch regelmäßige ärztliche Begutachtung sichergestellt wird, dass die betreffende Person auch angesichts der Auswirkungen der Erkrankung noch in der Lage ist, das Fahrzeug sicher zu führen.

**Auflagen für Führerscheinbewerber und -inhaber der Gruppe 2 bei einer mit Hypoglykämierisiko behafteten medikamentösen Behandlung (Insulin oder entsprechende Medikamente) (Abschnitt 10.3) [Europäisches Parlament 2006]**

- In den letzten 12 Monaten darf keine schwere Hypoglykämie im Wachzustand aufgetreten sein.
- Es besteht keine Hypoglykämie-Wahrnehmungsstörung.
- Der Fahrzeugführer muss eine angemessene Überwachung der Krankheit durch regelmäßige Blutglukosekontrollen nachweisen, die mindestens zweimal täglich sowie zu den für das Führen eines Fahrzeugs relevanten Zeiten vorgenommen werden.
- Der Fahrer muss zeigen, dass er die mit Hypoglykämie verbundenen Risiken versteht.
- Es dürfen keine anderen Komplikationen des Diabetes vorliegen, die das Führen von Fahrzeugen ausschließen.
- Es wird ebenfalls gefordert, dass die Fahrerlaubnis in den genannten Fällen nur mit Zustimmung einer zuständigen ärztlichen Stelle und unter der Voraussetzung einer regelmäßigen ärztlichen Kontrolle erteilt wird, wobei der Abstand zwischen den Untersuchungen 3 Jahre nicht überschreiten darf.
- In Abschnitt 10.4 wird für Fahrer und Bewerber beider Gruppen weiterhin gefordert, dass eine schwere Hypoglykämie im Wachzustand, auch wenn dabei kein Fahrzeug geführt wurde, berichtet werden und Anlass zu einer erneuten Prüfung der Eignung zum Führen von Fahrzeugen sein [sollte] [Europäisches Parlament 2006].

## Abkürzungsverzeichnis

| Abkürzung | Erläuterung (ggf. deutsche Übersetzung)                                      |
|-----------|--|
| AAMVA2    | American Association of Motor Vehicle Administrators                         |
| AAN       | American Academy of Neurology  |
| ADHS      | Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung                               |
| AID       | Automated Insulin Delivery / Dosing (Automatische Insulinzufuhr /-dosierung) |
| AHA       | American Heart Association   |
| BA        | Bundesanstalt für Arbeit   |
| BAST      | Bundesanstalt für Straßenwesen   |
| BGAT      | Blood Glucose Awareness Training   |
| BG        | Blutglukose  |
| BGSK      | Blutglukoseselbstkontrolle   |
| CCS       | Canadian Cardiovascular Society CCS  |
| CDR       | Clinical Dementia Rating   |
| CGM       | Kontinuierliches Glukosemonitoring   |
| CPAP      | Continuous Positive Airway Pressure  |
| CSII      | Insulinpumpentherapie / Continuous subcutaneous insulin infusion             |
| DDG       | Deutsche Diabetes Gesellschaft   |
| DGK       | Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung         |
| DRV       | Deutsche Rentenversicherung  |
| EK        | Expertenkonsens  |
| ESC       | Europäische Gesellschaft für Kardiologie                                     |
| ESS       | Epworth Schläfrigkeitsskala  |
| FeV       | Fahrerlaubnis-Verordnung   |
| GLPA      | Glucagon-like Peptide-1 -Rezeptor-Antagonist                                 |
| HR        | Hazard Ratio   |
| HRS       | Heart Rhythm Society   |
| ICADTS    | International Council on Alcohol, Drugs and Traffic Safety                   |
| IRR       | Incidence Rate Ratio   |

| Abkürzung | Erläuterung (ggf. deutsche Übersetzung)   |
|-----------|---|
| KE        | Kohlenhydrat-Einheit  |
| KH        | Kohlenhydrate   |
| KI        | Konfidenzintervall  |
| LGS       | Low-Glucose Suspend<br>(Die Basalrate wird bei einem Trend der Glukose in Richtung Hypoglykämie automatisch über einen definierten Zeitraum gestoppt, um einen weiteren Abfall des Blutglukosespiegels zu verhindern) |
| LoE       | Level of Evidence (Evidenzstufe)  |
| MCI       | Mild Cognitive Impairment (milde kognitive Einschränkung)   |
| MDI       | Multiple daily insulin therapy (anderer Begriff für ICT)  |
| MMST      | Mini-Mental-Status-Test   |
| NHTSA1    | National Highway Traffic Safety Administration  |
| NP        | Neuropathie   |
| NVL       | Nationale VersorgungsLeitlinie  |
| OCEBM     | Oxford Centre for Evidence-Based Medicine   |
| OR        | Odds Ratio  |
| PLGM      | Predictive Low Glucose Management<br>(Die Basalrate wird automatisch gestoppt, wenn ein Unterschreiten des zuvor eingestellten Schwellenwerts vorhergesagt wurde)   |
| PNP       | Periphere Neuropathie   |
| rtCGM     | Real time continuous glucose monitoring   |
| SAIR      | (Sensor augmented insulin regimen) Sensorunterstützte Insulintherapieform   |
| SUP       | Sensor-unterstützte Insulinpumpentherapie   |
| SAS       | Schlaf-Apnoe Syndrom  |
| SH        | Sulfonylharnstoffe  |
| SIR       | Standardisierte Inzidenzrisiko  |
| SSRI      | Selektive Serotonin-Wiederaufnahme-Hemmer   |
| Z.n.      | Zustand nach  |

## Tabellenverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1: Übersicht Nomenklatur und Graduierung der Empfehlungen .....                         | 8  |
| Tabelle 2: Maßnahmen zur Wiederherstellung und Sicherstellung der Fahrsicherheit .....          | 23 |
| Tabelle 3: Das Straßenverkehrsgeschehen im Überblick .....                                      | 42 |
| Tabelle 4: Bei Straßenverkehrsunfällen 2020 Verunglückte nach Art der Verkehrsbeteiligung ..... | 43 |
| Tabelle 5: Verunglückte Verkehrsteilnehmer .....  | 43 |

## Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Wechselwirkungen zwischen den Komponenten der ICF (WHO 2001) ..... | 11 |
| Abbildung 2: Straßenverkehrsunfälle und Alter .....                             | 42 |



## Literaturverzeichnis

1. Abrahams D, Hernández-Díaz S, Munshi MN, et. al. Continuous Glucose Monitoring in Adults with Diabetes in Clinical Practice: Increased Access and Education Needed. *J Gen Intern Med* 2023; 38(8):2011–4.
2. Abu Dabrh AM, Firwana B, Cowl CT, et. al. Health assessment of commercial drivers: a meta-narrative systematic review. *BMJ Open* 2014; 4(3):e003434.
3. Aduen PA, Kofler MJ, Sarver DE, et. al. ADHD, depression, and motor vehicle crashes: A prospective cohort study of continuously-monitored, real-world driving: A prospective cohort study of continuously-monitored, real-world driving. *Journal of Psychiatric Research* 2018; 101(3):42–9.
4. Akturk HK. Limitations of 14-Day Continuous Glucose Monitoring Sampling for Assessment of Hypoglycemia and Glycemic Variability in Type 1 Diabetes. *Diabetes Technol Ther* 2024; 26(7):503–8.
5. Alavi SS, Mohammadi MR, Souri H, et. al. Personality, Driving Behavior and Mental Disorders Factors as Predictors of Road Traffic Accidents Based on Logistic Regression. *Iranian journal of medical sciences* 2017; 42(1):24–31.
6. Almigbal TH, Alfaifi AA, Aleid MA, et. al. Safe driving practices and factors associated with motor-vehicle collisions among people with insulin-treated diabetes mellitus: Results from the Diabetes and Driving (DAD) study. *J Safety Res* 2018; 65:83–8.
7. Alwafi H, Alsharif AA, Wei L, et. al. Incidence and prevalence of hypoglycaemia in type 1 and type 2 diabetes individuals: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Res Clin Pract* 2020; 170:108522.
8. Alzheimer's Association. Driving information and contract: Published online April 2023; 2023. Available from: <https://www.alz.org/media/Documents/alzheimers-dementia-driving-info-contract-ts.pdf> [cited 2024 Mar 3].
9. American Diabetes Association. Standards of Care in Diabetes - 2023. *Diabetes Care* 2023; Volume 46(Suppl 1).
10. American Diabetes Association (ADA). 6. Glycemic Goals and Hypoglycemia: Standards of Care in Diabetes-2024. *Diabetes Care* 2024; 47(Suppl 1):S111-S125.
11. American Geriatrics Society. Clinician's Guide to Assessing and Counseling Older Drivers, 3rd Edition: NHTSA Report No. DOT HS 812 228; 2016. Available from: <https://www.safemobilityfl.com/pdfs/CliniciansGuide/Chapter10CliniciansGuideOlderDrivers.pdf> [cited 2024 Mar 3].
12. Amiel SA. The consequences of hypoglycaemia. *Diabetologia* 2021; 64(5):963–70.
13. Andújar-Plata P, Pi-Sunyer X, Laferrère B. Metformin effects revisited. *Diabetes Res Clin Pract* 2012; 95(1):1–9.
14. Antonopoulos CN, Sergeantanis TN, Daskalopoulou SS, et. al. Nasal continuous positive airway pressure (nCPAP) treatment for obstructive sleep apnea, road traffic accidents and driving simulator performance: a meta-analysis. *Sleep Med Rev* 2011; 15(5):301–10.
15. ArbSchG Arbeitsschutzgesetz. Arbeitsschutzgesetz vom 7. August 1996 (BGBl. I S. 1246), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 31. Mai 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 140) geändert worden ist; 2023. Available from: <https://www.gesetze-im-internet.de/arbschg/BJNR124610996.html> [cited 2024 Mar 3].
16. Australasian Sleep Association (ASO). Evidence-based resource to assess and manage adult patients with Obstructive Sleep Apnoea; 2024. Available from: <https://www.sleepprimarycareresources.org.au/osa> [cited 2024 Mar 3].
17. Auzanneau M, Eckert AJ, Meyhöfer SM, et. al. Area deprivation and demographic factors associated with diabetes technology use in adults with type 1 diabetes in Germany. *Front Endocrinol (Lausanne)* 2023; 14:1191138.
18. Backeström A, Papadopoulos K, Eriksson S, et. al. Acute hyperglycaemia leads to altered frontal lobe brain activity and reduced working memory in type 2 diabetes. *PLoS One* 2021; 16(3):e0247753.

19. Bailey CJ. Metformin: historical overview. *Diabetologia* 2017; 60(9):1566–76.
20. Banning AS, Ng GA. Driving and arrhythmia: a review of scientific basis for international guidelines: A review of scientific basis for international guidelines. *European Heart Journal* 2013; 34(3):236–44.
21. Barnwal A, Chakraborty P, Sharma A, et. al. Sugar and stops in drivers with insulin-dependent type 1 diabetes. *Accid Anal Prev* 2022; 173:106692.
22. Barsam A, Laidlaw A. Visual fields in patients who have undergone vitrectomy for complications of diabetic retinopathy. A prospective study. *BMC Ophthalmol* 2006; 6(1):5.
23. Basoglu OK, Tasbakan MS. Elevated risk of sleepiness-related motor vehicle accidents in patients with obstructive sleep apnea syndrome: a case-control study. *Traffic Inj Prev* 2014; 15(5):470–6.
24. Beauftragter der Bundesregierung für die Belange von Menschen mit Behinderungen. Die UN-Behindertenrechtskonvention: Übereinkommen über die Rechte von Menschen mit Behinderungen; 2018. Available from: [https://www.institut-fuer-menschenrechte.de/fileadmin/Redaktion/PDF/DB\\_Menschenrechtsschutz/CRPD/CRPD\\_Konvention\\_und\\_Fakultativprotokoll.pdf](https://www.institut-fuer-menschenrechte.de/fileadmin/Redaktion/PDF/DB_Menschenrechtsschutz/CRPD/CRPD_Konvention_und_Fakultativprotokoll.pdf) [cited 2024 Mar 3].
25. Ben Salem C, Fathallah N, Hmouda H, et. al. Drug-induced hypoglycaemia: an update. *Drug Saf* 2011; 34(1):21–45.
26. Bergenstal RM, Klonoff DC, Garg SK, et. al. Threshold-based insulin-pump interruption for reduction of hypoglycemia. *N Engl J Med* 2013; 369(3):224–32.
27. Berghaus. Fahrsicherheit und Fahreignung – Determinanten der Verkehrssicherheit. In: Madea B, Mußhoff F, Berghaus G, editor. *Verkehrsmedizin. Fahreignung, Fahrsicherheit, Unfallrekonstruktion*. Köln: Deutscher Ärzteverlag GmbH; 2012. p. 131–44.
28. Beshyah SA, Beshyah AS, Yaghi S, et. al. A global survey of licensing restrictions for drivers with diabetes. *Br J Diabetes* 2017; 17(1):3.
29. Boulias C, Meikle B, Pauley T, et. al. Return to driving after lower-extremity amputation. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87(9):1183–8.
30. Boyle J, Eriksson MEV, Gribble L, et. al. Randomized, placebo-controlled comparison of amitriptyline, duloxetine, and pregabalin in patients with chronic diabetic peripheral neuropathic pain: impact on pain, polysomnographic sleep, daytime functioning, and quality of life. *Diabetes Care* 2012; 35(12):2451–8.
31. Bramness JG, Skurtveit S, Neutel CI, et. al. Minor increase in risk of road traffic accidents after prescriptions of antidepressants: a study of population registry data in Norway. *J Clin Psychiatry* 2008; 69(7):1099–103.
32. Bressler NM, Varma R, Mitchell P, et. al. Effect of Ranibizumab on the Decision to Drive and Vision Function Relevant to Driving in Patients With Diabetic Macular Edema: Report From RESTORE, RIDE, and RISE Trials. *JAMA Ophthalmol* 2016; 134(2):160–6.
33. Brietzke SA. Oral antihyperglycemic treatment options for type 2 diabetes mellitus. *Med Clin North Am* 2015; 99(1):87–106.
34. Brinks R, Tamayo T, Kowall B, et. al. Prevalence of type 2 diabetes in Germany in 2040: estimates from an epidemiological model. *Eur J Epidemiol* 2012; 27(10):791–7.
35. Broers S, Le Cessie S, van Vliet KP, et. al. Blood Glucose Awareness Training in Dutch Type 1 diabetes patients. Short-term evaluation of individual and group training. *Diabet Med* 2002; 19(2):157–61.
36. Brož J, Brabec M, Janíčková Žďárská D, et. al. Fear of driving license withdrawal in patients with insulin-treated diabetes mellitus negatively influences their decision to report severe hypoglycemic events to physicians. *Patient Prefer Adherence* 2015; 9:1367–70.
37. Brubacher JR, Chan H, Erdelyi S, et. al. Medications and risk of motor vehicle collision responsibility in British Columbia, Canada: a population-based case-control study: A population-based case-control study. *The Lancet Public Health* 2021; 6(6):e374-e385.
38. Brunnauer A, Herpich F, Zwanzger P, et. al. Driving Performance Under Treatment of Most Frequently Prescribed Drugs for Mental Disorders: A Systematic Review of Patient Studies: A

- Systematic Review of Patient Studies. International Journal of Neuropsychopharmacology 2021; 24(9):679–93.
39. Bundesamt für soziale Sicherung (BfA). Schulungsprogramme für Patientinnen und Patienten; 2024. Available from: [https://www.bundesamtsozialesicherung.de/fileadmin/redaktion/DMP/DMP1/2024-06-19\\_Anhang\\_1\\_End.pdf](https://www.bundesamtsozialesicherung.de/fileadmin/redaktion/DMP/DMP1/2024-06-19_Anhang_1_End.pdf) [cited 2024 Aug 30].
  40. Bundesanstalt für Straßenwesen. Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung; 2022 [cited 2022 Sep 11]. Available from: <https://www.bast.de/DE/Publikationen/Berichte/unterreihe-m/2022-2021/m115-2022.html>.
  41. Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt). Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung: BASt-Bericht M 115; 2017.
  42. Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt). Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung: Stand 01. Juni 2022; 2022. Available from: <https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2664/file/Begutachtungsleitlinien+2022.pdf> [cited 2024 Feb 22].
  43. Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften. Nationale VersorgungsLeitlinie Prävention und Therapie von Netzhautkomplikationen bei Diabetes – Langfassung, 2. Auflage. Konsultationsfassung, 01. Juli 2015; 2015. Available from: [www.netzhautkomplikationen.versorgungsleitlinien.de](http://www.netzhautkomplikationen.versorgungsleitlinien.de) [cited 2017 Oct 18].
  44. Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Nationale VersorgungsLeitlinie Therapie des Typ-2-Diabetes – Langfassung, 1. Auflage. Version 3. 2013, zuletzt geändert: April 2014.; 2013. Available from: <https://www.leitlinien.de/themen/diabetes/archiv/archiv-nvl-therapie-typ-2-diabetes> [cited 2024 Mar 3].
  45. Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Nationale VersorgungsLeitlinie Neuropathie bei Diabetes im Erwachsenenalter – Langfassung, 1. Auflage. Version 4. 2011, zuletzt verändert: Januar 2015.; 2011. Available from: <http://www.dm-neuropathie.versorgungsleitlinien.de> [cited 2015 Dec 15].
  46. Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF); Kassenärztliche Bundesvereinigung; Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften. Nationale VersorgungsLeitlinie Unipolare Depression – Langfassung, Version 3.2; 2022. Available from: [https://register.awmf.org/assets/guidelines/nvl-005l\\_S3\\_Unipolare-Depression\\_2023-07.pdf](https://register.awmf.org/assets/guidelines/nvl-005l_S3_Unipolare-Depression_2023-07.pdf) [cited 2025 Mar 27].
  47. Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Nationale VersorgungsLeitlinie Prävention und Therapie von Netzhautkomplikationen bei Diabetes - Langfassung, 2. Auflage [Langfassung]. 2. Auflage, Verion 2; 2015 [cited 2023 Sep 22]. Available from: <https://www.leitlinien.de/themen/diabetes/archiv/archiv-nvl-praevention-und-therapie-von-netzhautkomplikationen-bei-diabetes>.
  48. Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Nationale VersorgungsLeitlinie Typ-2-Diabetes – Langfassung, Version 3.0 2023.
  49. Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Nationale VersorgungsLeitlinie Typ-2-Diabetes – Langfassung. Version 3.0; 2023 [cited 2024 Dec 3]. Available from: [https://register.awmf.org/assets/guidelines/nvl-001l\\_S3\\_Typ-2-Diabetes\\_2024-12.pdf](https://register.awmf.org/assets/guidelines/nvl-001l_S3_Typ-2-Diabetes_2024-12.pdf).
  50. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). ICF. Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit; 2005. Available from: [https://www.bfarm.de/DE/Kodiersysteme/Klassifikationen/ICF/\\_node.html](https://www.bfarm.de/DE/Kodiersysteme/Klassifikationen/ICF/_node.html) [cited 2024 Mar 3].
  51. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme. 10. Revision, German Modification, Version 2024; 2024. Available from: <https://klassifikationen.bfarm.de/icd-10-gm/kode-suche/htmlgm2024/index.htm> [cited 2024 Mar 3].

52. Bundesministerium der Justiz. Verordnung über die Zulassung von Personen zum Straßenverkehr (Fahrerlaubnis-Verordnung - FeV): § 11 Eignung; 2010. Available from: [https://www.gesetze-im-internet.de/fev\\_2010/\\_\\_\\_11.html#:~:text=Verordnung%20%C3%BCber%20die%20Zulassung%20von,k%C3%B6rperlichen%20und%20geistigen%20Anforderungen%20erf%C3%BCllen](https://www.gesetze-im-internet.de/fev_2010/___11.html#:~:text=Verordnung%20%C3%BCber%20die%20Zulassung%20von,k%C3%B6rperlichen%20und%20geistigen%20Anforderungen%20erf%C3%BCllen). [cited 2024 Mar 3].
53. Bundesministerium der Justiz. Verordnung über die Zulassung von Personen zum Straßenverkehr (Fahrerlaubnis-Verordnung - FeV): Anlage 4 (zu den §§ 11, 13 und 14) Eignung und bedingte Eignung zum Führen von Kraftfahrzeugen; 2010. Available from: [https://www.gesetze-im-internet.de/fev\\_2010/anlage\\_4.html](https://www.gesetze-im-internet.de/fev_2010/anlage_4.html) [cited 2024 Mar 3].
54. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. Verordnung über die Zulassung von Personen zum Straßenverkehr (Fahrerlaubnis-Verordnung - FeV) vom 13.12.2010 (BGBl. I S. 1980); Stand 30.09.2017 (BGBl. I S. 3532); 2010. Available from: [http://www.gesetze-im-internet.de/fev\\_2010/BJNR198000010.html](http://www.gesetze-im-internet.de/fev_2010/BJNR198000010.html) [cited 2024 Mar 3].
55. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. Bürgerliches Gesetzbuch (BGB), § 630e Aufklärungspflichten Abs. 1; 2013. Available from: [https://www.gesetze-im-internet.de/bgb/\\_\\_\\_630e.html](https://www.gesetze-im-internet.de/bgb/___630e.html) [cited 2017 Mar 28].
56. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. Verordnung über die Zulassung von Personen zum Straßenverkehr (Fahrerlaubnis-Verordnung – FeV); 2014. Available from: [http://www.gesetze-im-internet.de/fev\\_2010/](http://www.gesetze-im-internet.de/fev_2010/) [cited 2024 Mar 3].
57. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. Verordnung über Kraftfahrzeughilfe zur beruflichen Rehabilitation (Kraftfahrzeughilfe-Verordnung - KfzHV); 2021. Available from: <http://www.gesetze-im-internet.de/kfzhv/BJNR022510987.html> [cited 2016 Jun 1].
58. Cahn A, Cernea S, Raz I. An update on DPP-4 inhibitors in the management of type 2 diabetes. Expert Opin Emerg Drugs 2016; 21(4):409–19.
59. Campbell LK, Gonder-Frederick LA, Broshek DK, et. al. Neurocognitive Differences Between Drivers with Type 1 Diabetes with and without a Recent History of Recurrent Driving Mishaps. Int J Diabetes Mellit 2010; 2(2):73–7.
60. Canadian Medical Association (CMA). Determining medical fitness to operate motor vehicles: CMA driver's guide. 9th ed.; 2017. Available from: [https://www.uottawa.ca/sites/g/files/bhrsdk401/files/2022-07/cma\\_drivers\\_guide\\_9th\\_edition.pdf](https://www.uottawa.ca/sites/g/files/bhrsdk401/files/2022-07/cma_drivers_guide_9th_edition.pdf) [cited 2024 Aug 5].
61. Carstensen B, Rønn PF, Jørgensen ME. Prevalence, incidence and mortality of type 1 and type 2 diabetes in Denmark 1996-2016. BMJ Open Diabetes Res Care 2020; 8(1).
62. Cho SC, Katzberg HD, Rama A, et. al. Driving with polyneuropathy. Muscle Nerve 2010; 41(3):324–8.
63. Coupland C, Dhiman P, Morriss R, et. al. Antidepressant use and risk of adverse outcomes in older people: population based cohort study. BMJ 2011; 343:d4551.
64. Coupland C, Hill T, Morriss R, et. al. Antidepressant use and risk of adverse outcomes in people aged 20-64 years: cohort study using a primary care database. BMC Med 2018; 16(1):36.
65. Cox DJ, Ford D, Gonder-Frederick L, et. al. Driving mishaps among individuals with type 1 diabetes: a prospective study. Diabetes Care 2009; 32(12):2177–80.
66. Cox DJ, Frier BM, Bruggeman B, et. al. Diabetes and Driving: A Statement of the American Diabetes Association. Diabetes Care 2024; 47(11):1889–96.
67. Cox DJ, Gonder-Frederick L, Julian DM, et. al. Long-term follow-up evaluation of blood glucose awareness training. Diabetes Care 1994; 17(1):1–5.
68. Cox DJ, Gonder-Frederick LA, Kovatchev BP, et. al. Progressive hypoglycemia's impact on driving simulation performance. Occurrence, awareness and correction. Diabetes Care 2000; 23(2):163–70.
69. Cox DJ, Kovatchev BP, Anderson SM, et. al. Type 1 diabetic drivers with and without a history of recurrent hypoglycemia-related driving mishaps: physiological and performance differences during euglycemia and the induction of hypoglycemia. Diabetes Care 2010; 33(11):2430–5.

70. Cox DJ, Kovatchev BP, Gonder-Frederick LA, et. al. Relationships between hyperglycemia and cognitive performance among adults with type 1 and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2005; 28(1):71–7.
71. Cox DJ, Penberthy JK, Zrebiec J, et. al. Diabetes and driving mishaps: frequency and correlations from a multinational survey. *Diabetes Care* 2003; 26(8):2329–34.
72. Cox DJ, Singh H, Lorber D, et. al. Diabetes and driving safety: science, ethics, legality and practice. *Am J Med Sci* 2013; 345(4):263–5.
73. Cryer. Hypoglycemia. In: Loriaux L, Vanek C, editors. *Endocrine Emergencies*. Cham: Springer International Publishing; 2021. p. 27–35[Contemporary Endocrinology].
74. Cryer PE. Mechanisms of hypoglycemia-associated autonomic failure and its component syndromes in diabetes. *Diabetes* 2005; 54(12):3592–601.
75. Davis JD, Babulal GM, Papandonatos GD, et. al. Evaluation of Naturalistic Driving Behavior Using In-Vehicle Monitoring Technology in Preclinical and Early Alzheimer's Disease. *Front Psychol* 2020; 11:596257.
76. Davis WA, Brown SGA, Jacobs IG, et. al. Angiotensin-converting enzyme insertion/deletion polymorphism and severe hypoglycemia complicating type 2 diabetes: the Fremantle Diabetes Study. *J Clin Endocrinol Metab* 2011; 96(4):E696-700.
77. Deshmukh H, Wilmoth EG, Choudhary P, et. al. Impaired Awareness of Hypoglycemia and Severe Hypoglycemia in Drivers With Diabetes: Insights From the Association of British Clinical Diabetologists Nationwide Audit. *Diabetes Care* 2021; 44(11):e190-e191.
78. Deutsche Diabetes Gesellschaft. S3-Leitlinie Therapie des Typ-1-Diabetes, Version 5; 2023. Available from: <https://www.ddg.info/behandlung-leitlinien/leitlinien-praxisempfehlungen> [cited 2024 Jun 18].
79. Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG). Looper Gutachten; 2018. Available from: <https://www.ddg.info/politik/veroeffentlichungen/looper-gutachten> [cited 2024 Jun 10].
80. Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG). rtCGM/Insulinpumpe bedienen oder Glukose scannen – am Steuer nicht zulässig!: Stellungnahme des Ausschuss Soziales der Deutschen Diabetes Gesellschaft (DDG). 9. Februar 2022; 2022. Available from: [https://www.ddg.info/fileadmin/user\\_upload/06\\_Gesundheitspolitik/01\\_Stellungnahmen/2022/20220209\\_STG\\_DDG\\_\\_23StVO.pdf](https://www.ddg.info/fileadmin/user_upload/06_Gesundheitspolitik/01_Stellungnahmen/2022/20220209_STG_DDG__23StVO.pdf) [cited 2024 Jun 5].
81. Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG). Therapie des Typ-1-Diabetes: Version 5.1; 2023. Available from: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/057-013> [cited 2024 Aug 30].
82. Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung (DGK). Pocket-Leitlinie: Fahreignung bei kardiovaskulären Erkrankungen (Version 2023); 2023. Available from: <https://leitlinien.dgk.org/2023/pocket-leitlinie-fahreignung-bei-kardiovaskulaeren-erkrankungen-version-2023> [cited 2024 Mar 3].
83. Deutsche Gesellschaft für Neurologie. Diagnostik bei Polyneuropathien: Erkrankungen peripherer Nerven; 2012. Available from: [http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/030-067I\\_S1\\_Polyneuropathien\\_Diagnostik\\_2012\\_verlaengert.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/030-067I_S1_Polyneuropathien_Diagnostik_2012_verlaengert.pdf) [cited 2017 Aug 14].
84. Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde (DGPPN); Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN). S3-Leitlinie "Demenzen": Langversion; 2016. Available from: [https://register.awmf.org/assets/guidelines/038-013I\\_S3-Demenzen-2016-07.pdf](https://register.awmf.org/assets/guidelines/038-013I_S3-Demenzen-2016-07.pdf) [cited 2024 Mar 3].
85. Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin (DGSM). S3-Leitlinie Nicht erholsamer Schlaf/Schlafstörungen – Kapitel „Schlafbezogene Atmungsstörungen“. *Somnologie* 2017; 20(S2):97–180.
86. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV). Leitfaden für Betriebsärzte zu Diabetes und Beruf; 2012. Available from: [https://www.ddg.info/fileadmin/user\\_upload/01\\_Die\\_DDG/03\\_Ausschuesse/06\\_Soziales/20190926\\_Leitfaden\\_fuer\\_Betriebsaerzte\\_zu\\_Diabetes\\_und\\_Beruf.pdf](https://www.ddg.info/fileadmin/user_upload/01_Die_DDG/03_Ausschuesse/06_Soziales/20190926_Leitfaden_fuer_Betriebsaerzte_zu_Diabetes_und_Beruf.pdf) [cited 2024 Mar 3].
87. Diabetes New Zealand. Diabetes & driving. Diabetes New Zealand. Available from: <https://www.diabetes.org.nz/managing-diabetes-driving44> [cited 2024 Aug 5].



88. Dicembrini I, Cosentino C, Monami M, et. al. Effects of real-time continuous glucose monitoring in type 1 diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Acta Diabetol* 2021; 58(4):401–10.
89. Diouri O, Cigler M, Vettoretti M, et. al. Hypoglycaemia detection and prediction techniques: A systematic review on the latest developments. *Diabetes Metab Res Rev* 2021; 37(7):e3449.
90. Dømggaard M, Bagger M, Rhee NA, et. al. Individual and societal consequences of hypoglycemia: A cross-sectional survey. *Postgrad Med* 2015; 127(5):438–45.
91. Downey LA, Hayley AC. Prescription medication use and crash risk: taking responsibility for a new global challenge. *The Lancet Public Health* 2021; 6(6):e349-e350.
92. Draelos MT, Jacobson AM, Weinger K, et. al. Cognitive function in patients with insulin-dependent diabetes mellitus during hyperglycemia and hypoglycemia. *Am J Med* 1995; 98(2):135–44.
93. ECRI. Plymouth Meeting. ECRI. Diabetes and Commercial Motor Vehicle Safety (Federal Motor Carrier Safety Administration); 2011.
94. Edwards B. Why does Hollywood keep getting diabetes so wrong? Available from: <http://usvsth3m.com/post/99395519083/why-does-hollywood-keep-getting-diabetes-so-wrong> [cited 2015 Oct 27].
95. Ehrmann D, Priesterroth L-S, Olesen B, et. al. More Frequent Use of Glucose Alarms Is Associated with Continuous Glucose Monitoring-Specific Diabetes Education: Findings from the Dia·Link Diabetes Panel. *Diabetes Technol Ther* 2024; 26(1):59–64.
96. Eichenlaub M, Pleus S, Shaginian R, et. al. Impact of Blood Glucose Monitoring System Accuracy on Clinical Decision Making for Diabetes Management. *J Diabetes Sci Technol* 2023; 17(3):683–9.
97. Elvik R. Driver mileage and accident involvement: A synthesis of evidence. *Accid Anal Prev* 2023; 179:106899.
98. Eramudugolla R, Huque MH, Wood J, et. al. On-Road Behavior in Older Drivers With Mild Cognitive Impairment. *Journal of the American Medical Directors Association* 2021; 22(2):399-405.e1.
99. Escudero C, Husain A, Arnaout A. Hypoglycemia Unawareness and Recurrent Severe Hypoglycemia in an Individual With Type 1 Diabetes Mellitus on Insulin. *AACE Clin Case Rep* 2024; 10(3):101–4.
100. EU Parlament. Richtlinie 2006/126/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 über den Führerschein (Neufassung): Anlage III; 2006. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:403:0018:0060:DE:PDF> [cited 2024 Mar 3].
101. Europäisches Parlament. Richtlinie 2006/126/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 über den Führerschein (Neufassung). Zuletzt geändert durch Art. 1 ÄndRL (EU) 2016/1106 vom 7. 7. 2016 (ABl. Nr. L 183 S. 59).; 2006. Available from: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32006L0126> [cited 2017 Oct 16].
102. Ewert U. Senioren\_als\_PW-Lenker\_def: Microsoft Word - 2012-11-28\_Faktenblatt\_ 2012.
103. Ezer M, Yildirim LT, Bayro O, et. al. Synthesis and antidiabetic activity of morpholinothiazolyl-2,4-thiazolidindione derivatives. *J Enzyme Inhib Med Chem* 2012; 27(3):419–27.
104. Facchinetti A, Del Favero S, Sparacino G, et. al. Modeling Transient Disconnections and Compression Artifacts of Continuous Glucose Sensors. *Diabetes Technol Ther* 2016; 18(4):264–72.
105. Falkenstein M, Karthaus M, Brüne-Cohrs U. Age-Related Diseases and Driving Safety. *Geriatrics* 2020; 5(4).
106. Farooqi A, Gillies C, Sathanapally H, et. al. A systematic review and meta-analysis to compare the prevalence of depression between people with and without Type 1 and Type 2 diabetes. *Primary Care Diabetes* 2022; 16(1):1–10.
107. Finck H. Verkehrsmedizinische Aspekte beim Diabetes mellitus. In: Häring HU, Gallwitz B, Müller-Wieland D et al., editor. *Diabetologie in Klinik und Praxis*. 6. Vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag; 2013. p. 640–5.



108. Flatt AJ, Peleckis AJ, Dalton-Bakes C, et. al. Automated Insulin Delivery for Hypoglycemia Avoidance and Glucose Counterregulation in Long-Standing Type 1 Diabetes with Hypoglycemia Unawareness. *Diabetes Technol Ther* 2023; 25(5):302–14.
109. Godoi A, Reis Marques I, Padrão EMH, et. al. Glucose control and psychosocial outcomes with use of automated insulin delivery for 12 to 96 weeks in type 1 diabetes: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Diabetol Metab Syndr* 2023; 15(1):190.
110. Gölz S, Eckert A, Wosch FJ, et. al. Verordnung von Antidiabetika und glykämische Kontrolle bei Erwachsenen mit Diabetes mellitus Typ 2 im zeitlichen Verlauf. *Diabetes aktuell* 2024; 22(02):51–61.
111. Gräcmann N; Albrecht M. Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung; 2022. Available from: <https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2664/file/Begutachtungsleitlinien+2022.pdf> [cited 2024 Mar 3].
112. Graveling AJ, Frier BM. Driving and diabetes: problems, licensing restrictions and recommendations for safe driving. *Clin Diabetes Endocrinol* 2015; 1:8.
113. Graveling AJ, Warren RE, Frier BM. Hypoglycaemia and driving in people with insulin-treated diabetes: adherence to recommendations for avoidance. *Diabet Med* 2004; 21(9):1014–9.
114. Gregg EW; Menke A. Chapter 34 Diabetes and Disability: Diabetes in America. 3rd edition; 2018. Available from: [https://www.niddk.nih.gov/-/media/Files/Strategic-Plans/Diabetes-in-America-3rd-Edition/DIA\\_Ch34.pdf](https://www.niddk.nih.gov/-/media/Files/Strategic-Plans/Diabetes-in-America-3rd-Edition/DIA_Ch34.pdf) [cited 2024 Mar 3].
115. Grotkamp S, Cibis W, Bahemann A, et. al. Bedeutung der personbezogenen Faktoren der ICF für die Nutzung in der praktischen Sozialmedizin und Rehabilitation. *Gesundheitswesen* 2014; 76(3):172–80.
116. Gschwend S, Ryan C, Atchison J, et. al. Effects of acute hyperglycemia on mental efficiency and counterregulatory hormones in adolescents with insulin-dependent diabetes mellitus. *J Pediatr* 1995; 126(2):178–84.
117. Gupta M, Pandey S, Rumman M, et. al. Molecular mechanisms underlying hyperglycemia associated cognitive decline. *IBRO Neurosci Rep* 2023; 14:57–63.
118. Haim A, Shalev Shamy R, Ridel D, et. al. Acute hyperglycaemia can impair driving skill in young type 1 diabetes mellitus patients. *Diabetes Metab* 2021; 47(2):101176.
119. Hakamies-Blomqvist L. Driver ageing does not cause higher accident rates per km - *ScienceDirect* 2002.
120. Harding KA, Pushpanathan ME, Whitworth SR, et. al. Depression prevalence in Type 2 diabetes is not related to diabetes-depression symptom overlap but is related to symptom dimensions within patient self-report measures: a meta-analysis: A meta-analysis. *Diabet. Med.* 2019; 36(12):1600–11.
121. Harris E. Many Older People With Cognitive Impairment Continue Driving. *JAMA* 2023; 330(8):685.
122. Harsch IA, Stocker S, Radespiel-Tröger M, et. al. Traffic hypoglycaemias and accidents in patients with diabetes mellitus treated with different antidiabetic regimens. *J Intern Med* 2002; 252(4):352–60.
123. Heinemann L. Interferences With CGM Systems: Practical Relevance? *J Diabetes Sci Technol* 2022; 16(2):271–4.
124. Heinemann L, Freckmann G, Ehrmann D, et. al. Real-time continuous glucose monitoring in adults with type 1 diabetes and impaired hypoglycaemia awareness or severe hypoglycaemia treated with multiple daily insulin injections (HypoDE): a multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 2018; 391(10128):1367–77.
125. Heller SR, Peyrot M, Oates SK, et. al. Hypoglycemia in patient with type 2 diabetes treated with insulin: it can happen. *BMJ Open Diabetes Res Care* 2020; 8(1).
126. Hemmelgarn B, Lévesque LE, Suissa S. Anti-diabetic drug use and the risk of motor vehicle crash in the elderly. *Can J Clin Pharmacol* 2006; 13(1):e112-20.
127. Hensel FJ, Wüst W. Ältere Autofahrer: Medizinische Aspekte zur Fahreignung. *Dtsch Ärztebl* 2001:98.

128. Hermanns N, Ehrmann D, Kulzer B. Continuous glucose monitoring-based technologies in hypoglycaemia-prone patients with type 1 diabetes. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2019a; 7(6):419–21.
129. Hermanns N, Ehrmann D, Schipfer M, et. al. The impact of a structured education and treatment programme (FLASH) for people with diabetes using a flash sensor-based glucose monitoring system: Results of a randomized controlled trial. *Diabetes Res Clin Pract* 2019; 150:111–21.
130. Hermanns N, Heinemann L, Freckmann G, et. al. Impact of CGM on the Management of Hypoglycemia Problems: Overview and Secondary Analysis of the HypoDE Study. *J Diabetes Sci Technol* 2019b; 13(4):636–44.
131. Hermanns N, Kulzer B, Krichbaum M, et. al. Long-term effect of an education program (HyPOS) on the incidence of severe hypoglycemia in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2010; 33(3):e36.
132. Hermanns N, Kulzer B, Kubiak T, et. al. The effect of an education programme (HyPOS) to treat hypoglycaemia problems in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Metab Res Rev* 2007; 23(7):528–38.
133. Hermanns N, Kulzer B, Maier B, et. al. Risikoindikatoren für das Auftreten schwerer Hypoglykämien bei Patienten mit Typ-1-Diabetes mellitus. *Diabetes & Stoffwechsel* 2002; 11:145–9.
134. Heuß D, Hund E, Klehmet J, et. al. Diagnostik bei Polyneuropathien –: Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie [Version 5.1]; 2019 [cited 2023 Aug 23]. Available from: [www.dgn.org/leitlinien](http://www.dgn.org/leitlinien).
135. Hewer W, Mussell M, Rist F, et. al. Short-term effects of improved glycemic control on cognitive function in patients with type 2 diabetes. *Gerontology* 2003; 49(2):86–92.
136. Hicks CW, Selvin E. Epidemiology of Peripheral Neuropathy and Lower Extremity Disease in Diabetes. *Curr Diab Rep* 2019; 19(10):86.
137. Hill LL, Andrews H, Li G, et. al. Medication use and driving patterns in older drivers: preliminary findings from the LongROAD study. *Inj Epidemiol* 2020; 7(1):38.
138. Hird MA, Egeto P, Fischer CE, et. al. A Systematic Review and Meta-Analysis of On-Road Simulator and Cognitive Driving Assessment in Alzheimer's Disease and Mild Cognitive Impairment. *J Alzheimers Dis* 2016; 53(2):713–29.
139. Hoffman RG, Speelman DJ, Hinnen DA, et. al. Changes in cortical functioning with acute hypoglycemia and hyperglycemia in type I diabetes. *Diabetes Care* 1989; 12(3):193–7.
140. Holmes CS, Hayford JT, Gonzalez JL, et. al. A survey of cognitive functioning at different glucose levels in diabetic persons. *Diabetes Care* 1983; 6(2):180–5.
141. Hölzen L, Schultes B, Meyhöfer SM, et. al. Hypoglycemia Unawareness-A Review on Pathophysiology and Clinical Implications. *Biomedicine* 2024; 12(2).
142. Hostiuc S, Negoii I, Hostiuc M. Diabetes and collision risk. A meta-analysis and meta-regression. *Int J Clin Pract* 2016; 70(7):554–68.
143. Howse PM, Chibrikova LN, Twells LK, et. al. Safety and Efficacy of Incretin-Based Therapies in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus and CKD: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Kidney Dis* 2016; 68(5):733–42.
144. Huang B, Jiang Q, Wu T, et. al. Hypoglycemia unawareness identified by continuous glucose monitoring system is frequent in outpatients with type 2 diabetes without receiving intensive therapeutic interventions. *Diabetol Metab Syndr* 2022; 14(1):180.
145. Huhn F, Lange K, Jördening M, et. al. Real-World Use of Continuous Glucose Monitoring Systems Among Adolescents and Young Adults With Type 1 Diabetes: Reduced Burden, but Little Interest in Data Analysis. *J Diabetes Sci Technol* 2023; 17(4):943–50.
146. Huntjens B, Charman WN, Workman H, et. al. Short-term stability in refractive status despite large fluctuations in glucose levels in diabetes mellitus type 1 and 2. *PLoS One* 2012; 7(12):e52947.
147. Huwiler K., Uhr A., Hertach P. bfu\_2.468.01\_Altersbasierte verkehrsmedizinische Kontrolluntersuchung; 2022.

148. Ida S, Kaneko R, Murata K. Utility of Real-Time and Retrospective Continuous Glucose Monitoring in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Diabetes Res* 2019; 2019:4684815.
149. Idi. Detection of compression artifacts in time-series data from continuous glucose monitoring sensors using matched filters. In: IEEE, editor. 19th International Conference on Body Sensor Networks; 2023.
150. Inkster B, Frier BM. Diabetes and driving. *Diabetes Obes Metab* 2013; 15(9):775–83.
151. Inkster B, Zammitt NN, Frier BM. Drug-induced hypoglycaemia in type 2 diabetes. *Expert Opin Drug Saf* 2012; 11(4):597–614.
152. Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG). Vorbericht (vorläufige Nutzenbewertung) D12-01: Kontinuierliche Glukosemessung (CGM) mit Real-Time-Messgeräten [Version 1.0; 11.07.2014]; 2014. Available from: [https://www.iqwig.de/download/d12-01\\_vorbericht\\_kurzfassung\\_kontinuierliche-glukosemessung-cgm-mit-real-time-messgeraeten.pdf](https://www.iqwig.de/download/d12-01_vorbericht_kurzfassung_kontinuierliche-glukosemessung-cgm-mit-real-time-messgeraeten.pdf) [cited 2024 Mar 3].
153. Ishii H, Doi T, Tsutsumimoto K, et. al. Driving cessation and physical frailty in community-dwelling older adults: A longitudinal study. *Geriatr Gerontol Int* 2021; 21(11):1047–52.
154. Ivers NM, Jiang M, Alloo J, et. al. Diabetes Canada 2018 clinical practice guidelines: Key messages for family physicians caring for patients living with type 2 diabetes. *Can Fam Physician* 2019; 65(1):14–24.
155. Jancev M, Vissers TACM, Visseren FLJ, et. al. Continuous glucose monitoring in adults with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetologia* 2024; 67(5):798–810.
156. Jendle J, Reznik Y. Use of insulin pumps and closed-loop systems among people living with diabetes: A narrative review of clinical and cost-effectiveness to enable access to technology and meet the needs of payers. *Diabetes Obes Metab* 2023; 25 Suppl 2:21–32.
157. Jin C-Y, Yu S-W, Yin J-T, et. al. Corresponding risk factors between cognitive impairment and type 1 diabetes mellitus: A narrative review. *Heliyon* 2022; 8(8):e10073.
158. Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep* 1991; 14(6):540–5.
159. Joshi SR, Ramachandran A, Chadha M, et. al. Acarbose plus metformin fixed-dose combination in the management of type 2 diabetes. *Expert Opin Pharmacother* 2014; 15(11):1611–20.
160. Kagan A, Hashemi G, Korner-Bitensky N. Diabetes Fitness to Drive: A Systematic Review of the Evidence with a Focus on Older Drivers: A Systematic Review of the Evidence with a Focus on Older Drivers. *Canadian Journal of Diabetes* 2010; 34(3):233–42.
161. Kalinowska D, Kloas J, Kuhfeld H, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. Fahrerlaubnisbesitz in Deutschland. *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen*; 2007.
162. Karagiannis T, Paschos P, Paletas K, et. al. Dipeptidyl peptidase-4 inhibitors for treatment of type 2 diabetes mellitus in the clinical setting: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2012; 344:e1369.
163. Karges B, Tittel SR, Bey A, et. al. Continuous glucose monitoring versus blood glucose monitoring for risk of severe hypoglycaemia and diabetic ketoacidosis in children, adolescents, and young adults with type 1 diabetes: a population-based study. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2023; 11(5):314–23.
164. Kaur J, Seaquist ER. Hypoglycaemia in type 1 diabetes mellitus: risks and practical prevention strategies. *Nat Rev Endocrinol* 2023; 19(3):177–86.
165. Kawalec P, Mikrut A, Łopuch S. The safety of dipeptidyl peptidase-4 (DPP-4) inhibitors or sodium-glucose cotransporter 2 (SGLT-2) inhibitors added to metformin background therapy in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Metab Res Rev* 2014; 30(4):269–83.
166. Kennedy RL, Henry J, Chapman AJ, et. al. Accidents in patients with insulin-treated diabetes: increased risk of low-impact falls but not motor vehicle crashes--a prospective register-based study. *J Trauma* 2002; 52(4):660–6.

167. Khaledi M, Haghighatdoost F, Feizi A, et. al. The prevalence of comorbid depression in patients with type 2 diabetes: an updated systematic review and meta-analysis on huge number of observational studies: An updated systematic review and meta-analysis on huge number of observational studies. *Acta Diabetol* 2019; 56(6):631–50.
168. Khandelwal D, Dutta D, Chittawar S, et. al. Sleep Disorders in Type 2 Diabetes. *Indian J Endocrinol Metab* 2017; 21(5):758–61.
169. Khoza S, Barner JC. Glucose dysregulation associated with antidepressant agents: an analysis of 17 published case reports. *Int J Clin Pharm* 2011; 33(3):484–92.
170. Kilpatrick ES, Rigby AS, Warren RE, et. al. Implications of new European Union driving regulations on patients with Type 1 diabetes who participated in the Diabetes Control and Complications Trial. *Diabet Med* 2013; 30(5):616–9.
171. Kim H-G. Cognitive dysfunctions in individuals with diabetes mellitus. *Yeungnam Univ J Med* 2019; 36(3):183–91.
172. Kim JY, Jin S-M, Sim KH, et. al. Continuous glucose monitoring with structured education in adults with type 2 diabetes managed by multiple daily insulin injections: a multicentre randomised controlled trial. *Diabetologia* 2024; 67(7):1223–34.
173. Klotz U, Sailer D. Arzneimittelinteraktionen--ihre Bedeutung für eine sichere Therapie am Beispiel der neuen Wirkstoffgruppe der Thiazolidindione (Glitazone). *Arzneimittelforschung* 2001; 51(2):112–7.
174. kma medien. Managementwissen für die Gesundheitswirtschaft. Falsche Darstellung von Diabetes Typ 1. Tatort verfehlt medizinische Realität. Bericht vom 07.05.2013; 2013. Available from: [http://www.kma-online.de/nachrichten/medizin/falsche-darstellung-von-diabetes-typ-1-tatort-verfehlt-medizinische-realitaet\\_\\_\\_id\\_\\_30926\\_\\_\\_view.html](http://www.kma-online.de/nachrichten/medizin/falsche-darstellung-von-diabetes-typ-1-tatort-verfehlt-medizinische-realitaet___id__30926___view.html) [cited 2015 Oct 28].
175. Knoll C, Peacock S, Wäldchen M, et. al. Real-world evidence on clinical outcomes of people with type 1 diabetes using open-source and commercial automated insulin dosing systems: A systematic review. *Diabet Med* 2022; 39(5):e14741.
176. Kouvonen A, Kivimäki M, Pentti J, et. al. Diabetes and risk of occupational injury: a cohort study. *Diabet Med* 2017; 34(11):1629–36.
177. Kraftfahrtbundesamt. Fahrerlaubnisse; 2023. Available from: [https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftfahrer/Fahrerlaubnisse/fahrerlaubnisse\\_node.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftfahrer/Fahrerlaubnisse/fahrerlaubnisse_node.html) [cited 2023 Aug 26].
178. Kraftfahrt-Bundesamt. Kraftfahrer. Fahrerlaubnisse; 2015. Available from: [http://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftfahrer/Fahrerlaubnisse/fahrerlaubnisse\\_node.html](http://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftfahrer/Fahrerlaubnisse/fahrerlaubnisse_node.html) [cited 2015 Oct 28].
179. Kulzer; Heinemann, Lutz. Digitalisierungs- und Technologiereport Diabetes (dt-report); 2024. Available from: <https://www.dut-report.de/> [cited 2024 Aug 30].
180. Kulzer B, Albus C, Herpertz S, et. al. Psychosoziales und Diabetes. *Diabetologie und Stoffwechsel* 2023; 18(S 02):S411–S427.
181. Kulzer B, Heinemann L, Roos T. Patients' Experience of New Technologies and Digitalization in Diabetes Care in Germany. *J Diabetes Sci Technol* 2022; 16(6):1521–31.
182. Kwon HJ, Trawley S, Vogrin S, et. al. Driving-Related Glucose Patterns Among Older Adults with Type 1 Diabetes. *Diabetes Technol Ther* 2024; 26(5):335–40.
183. Lacy ME, Gilsanz P, Eng CW, et. al. Recurrent diabetic ketoacidosis and cognitive function among older adults with type 1 diabetes: findings from the Study of Longevity in Diabetes. *BMJ Open Diabetes Res Care* 2020; 8(1).
184. Laffel L. Improved Accuracy of Continuous Glucose Monitoring Systems in Pediatric Patients with Diabetes Mellitus: Results from Two Studies. *Diabetes Technol Ther* 2016; 18 Suppl 2(Suppl 2):S223–33.
185. Lee AK, Juraschek SP, Windham BG, et. al. Severe Hypoglycemia and Risk of Falls in Type 2 Diabetes: The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. *Diabetes Care* 2020; 43(9):2060–5.
186. Li AK, Nowrouzi-Kia B. Impact of Diabetes Mellitus on Occupational Health Outcomes in Canada. *Int J Occup Environ Med* 2017; 8(2):96–108.

187. Li J, Zhang N, Ye B, et. al. Non-steroidal anti-inflammatory drugs increase insulin release from beta cells by inhibiting ATP-sensitive potassium channels. *Br J Pharmacol* 2007; 151(4):483–93.
188. Li X-N, Kan Y-S, Liu H-Y, et. al. Prevalence and contributing factors of impaired awareness of hypoglycemia in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis. *Acta Diabetol* 2023; 60(9):1155–69.
189. Lin R, Brown F, James S, et. al. Continuous glucose monitoring: A review of the evidence in type 1 and 2 diabetes mellitus. *Diabet Med* 2021; 38(5):e14528.
190. Lin YK, Agni A, Chuisano S, et. al. 'You have to use everything and come to some equilibrium': a qualitative study on hypoglycemia self-management in users of continuous glucose monitor with diverse hypoglycemia experiences. *BMJ Open Diabetes Res Care* 2023; 11(3).
191. Lin YK, Fisher SJ, Pop-Busui R. Hypoglycemia unawareness and autonomic dysfunction in diabetes: Lessons learned and roles of diabetes technologies. *J Diabetes Investig* 2020; 11(6):1388–402.
192. Lin YK, Ye W, Rogers H, et. al. Mitigating Severe Hypoglycemia in Users of Advanced Diabetes Technologies: Impaired Awareness of Hypoglycemia and Unhelpful Hypoglycemia Beliefs as Targets for Interventions. *Diabetes Technol Ther* 2024; 26(10):739–47.
193. Lingen K, Maahs D, Bellini N, et. al. Removing Barriers, Bridging the Gap, and the Changing Role of the Health Care Professional with Automated Insulin Delivery Systems. *Diabetes Technol Ther* 2024; 26(S3):45–52.
194. Liu D, Chihuri S, Andrews HF, et. al. Diabetes mellitus and hard braking events in older adult drivers. *Inj Epidemiol* 2024; 11(1):22.
195. Livingston G, Huntley J, Sommerlad A, et. al. Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the Lancet Commission. *Lancet* 2020; 396(10248):413–46.
196. Lohan L, Clément F, Duflos C, et. al. Hypoglycemia While Driving in Insulin-Treated Patients: Incidence and Risk Factors. *J Patient Saf* 2021; 17(8):e1034–e1039.
197. Lonnen KF, Powell RJ, Taylor D, et. al. Road traffic accidents and diabetes: insulin use does not determine risk. *Diabet Med* 2008; 25(5):578–84.
198. Lum JW, Bailey RJ, Barnes-Lomen V, et. al. A Real-World Prospective Study of the Safety and Effectiveness of the Loop Open Source Automated Insulin Delivery System. *Diabetes Technol Ther* 2021; 23(5):367–75.
199. Madea B, Musshoff F, Berghaus G. *Verkehrsmedizin: Fahreignung, Fahrsicherheit, Unfallrekonstruktion*. 2nd ed. Köln: Deutscher Ärzteverlag; 2012. Available from: <https://perma-link.obvsg.at/>.
200. Maiorino MI, Signoriello S, Maio A, et. al. Effects of Continuous Glucose Monitoring on Metrics of Glycemic Control in Diabetes: A Systematic Review With Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Diabetes Care* 2020; 43(5):1146–56.
201. Mannucci E, Cremasco F, Romoli E, et. al. The use of insulin in elderly patients with type 2 diabetes mellitus. *Expert Opin Pharmacother* 2011; 12(18):2865–81.
202. Manuela Huetten, Kurt Rinnert, Thomas Taplik. *Fahrerlaubnis-Verordnung (FEV)*. ASU 2023; 58(09).
203. Marks BE, Williams KM, Sherwood JS, et. al. Practical aspects of diabetes technology use: Continuous glucose monitors, insulin pumps, and automated insulin delivery systems. *J Clin Transl Endocrinol* 2022; 27:100282.
204. Mark-Wagstaff C, Deshmukh H, Wilmot EG, et. al. Intermittently scanned continuous glucose monitoring and hypoglycaemia awareness in drivers with diabetes: Insights from the Association of British Clinical Diabetologists Nationwide audit. *Diabetes Obes Metab* 2024; 26(1):46–53.
205. Matyka K, Evans M, Lomas J, et. al. Altered hierarchy of protective responses against severe hypoglycemia in normal aging in healthy men. *Diabetes Care* 1997; 20(2):135–41.
206. Maxwell H. The association between diabetes and safe driving: A systematic search and review of the literature and cross-reference with the current guidelines. *Diabet Med* 2023.



207. Maxwell H, Dubois S, Cottrell-Martin E, et. al. The association between diabetes and safe driving: A systematic search and review of the literature and cross-reference with the current guidelines. *Diabet Med* 2023; 40(10):e15175.
208. Maytham K, Hagelqvist PG, Engberg S, et. al. Accuracy of continuous glucose monitoring during exercise-related hypoglycemia in individuals with type 1 diabetes. *Front Endocrinol (Lausanne)* 2024; 15:1352829.
209. McCall AL, Lieb DC, Gianchandani R, et. al. Management of Individuals With Diabetes at High Risk for Hypoglycemia: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2023; 108(3):529–62.
210. McGwin G, Sims RV, Pulley L, et. al. Diabetes and automobile crashes in the elderly. A population-based case-control study. *Diabetes Care* 1999; 22(2):220–7.
211. Mehlhorn AJ, Brown DA. Safety concerns with fluoroquinolones. *Ann Pharmacother* 2007; 41(11):1859–66.
212. Mehta VV, Hull CC, Lawrenson JG. The effect of varying glucose levels on the ex vivo crystalline lens: implications for hyperglycaemia-induced refractive changes. *Ophthalmic Physiol Opt* 2015; 35(1):52–9.
213. Meikle B, Devlin M, Pauley T. Driving pedal reaction times after right transtibial amputations. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87(3):390–4.
214. Melnychuk J, Wyne K, Dungan K. Predictors of change in hypoglycemia unawareness among patients with type 1 diabetes. *Diabetes Metab Res Rev* 2022; 38(8):e3582.
215. Meneilly GS, Tessier DM. Diabetes, Dementia and Hypoglycemia. *Canadian Journal of Diabetes* 2016; 40(1):73–6.
216. Meng H, Lu J, Zhang X. Metabolic Influences of Commonly used Antidepressants on Blood Glucose Homeostasis. *pharmaceutical-sciences* 2019; 81(2).
217. Mensh BD, Wisniewski NA, Neil BM, et. al. Susceptibility of interstitial continuous glucose monitor performance to sleeping position. *J Diabetes Sci Technol* 2013; 7(4):863–70.
218. Merickel J, High R, Smith L, et. al. Driving Safety and Real-Time Glucose Monitoring in Insulin-Dependent Diabetes. *Int J Automot Eng* 2019; 10(1):34–40.
219. Meyr AJ, Spiess KE. Diabetic Driving Studies-Part 1: Brake Response Time in Diabetic Drivers With Lower Extremity Neuropathy. *J Foot Ankle Surg* 2017; 56(3):568–72.
220. Miller KM, Kanapka LG, Rickels MR, et. al. Benefit of Continuous Glucose Monitoring in Reducing Hypoglycemia Is Sustained Through 12 Months of Use Among Older Adults with Type 1 Diabetes. *Diabetes Technol Ther* 2022; 24(6):424–34.
221. Miyata A, Iwamoto K, Kawano N, et. al. Driving performance of stable outpatients with depression undergoing real-world treatment. *Psychiatry Clin Neurosci* 2018; 72(6):399–408.
222. Moniz C, Ferreira R, Serra F, et. al. Driving with diabetes: What is the Portuguese doctors' and patients' knowledge?: What is the Portuguese doctors' and patients' knowledge? *Revista Portuguesa de Endocrinologia, Diabetes e Metabolismo* 2015; 10(1):14–7.
223. Murad MH, Coto-Yglesias F, Wang AT, et. al. Clinical review: Drug-induced hypoglycemia: a systematic review. *J Clin Endocrinol Metab* 2009; 94(3):741–5.
224. Murray J-C, Tremblay M-A, Corriveau H, et. al. Effects of Right Lower Limb Orthopedic Immobilization on Braking Function: An On-The-Road Experimental Study With Healthy Volunteers. *J Foot Ankle Surg* 2015; 54(4):554–8.
225. Nakhleh A, Shehadeh N. Hypoglycemia in diabetes: An update on pathophysiology, treatment, and prevention. *World J Diabetes* 2021; 12(12):2036–49.
226. Naredo Turrado J, Orriols L, Contrand B, et. al. Chronic medical conditions and their association with crash risk and changes in driving habits: a prospective study of the GAZEL cohort. *Inj Prev* 2021; 27(1):17–23.
227. Nathan KT, Ahmed-Sarwar N, Werner P. SGLT-2 Inhibitors: A Novel Mechanism in Targeting Glycemic Control in Type 2 Diabetes Mellitus. *Consult Pharm* 2016; 31(5):251–60.

228. National Highway Traffic Safety Administration; American Association of Motor Vehicle Administrators. Driver Fitness Medical Guidelines; 2009 [cited 2017 Jan 13].
229. Nauck M. Incretin therapies: highlighting common features and differences in the modes of action of glucagon-like peptide-1 receptor agonists and dipeptidyl peptidase-4 inhibitors. *Diabetes Obes Metab* 2016; 18(3):203–16.
230. Netzer NC, Stoohs RA, Netzer CM, et. al. Using the Berlin Questionnaire to identify patients at risk for the sleep apnea syndrome. *Ann Intern Med* 1999; 131(7):485–91.
231. Norwitz NG, Czeisler MÉ, Delichatsios HK, et. al. Metabolic Health Immersion for Medical Education: A Pilot Program with Continuous Glucose Monitors in Medical and Dental Students. *Am J Lifestyle Med* 2023; 17(6):782–90.
232. Okamoto F, Sone H, Nonoyama T, et. al. Refractive changes in diabetic patients during intensive glycaemic control. *Br J Ophthalmol* 2000; 84(10):1097–102.
233. Orriols L, Avalos-Fernandez M, Moore N, et. al. Long-term chronic diseases and crash responsibility: a record linkage study. *Accid Anal Prev* 2014; 71:137–43.
234. Pastor A, Conn J, MacIsaac RJ, et. al. Alcohol and illicit drug use in people with diabetes. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2020; 8(3):239–48.
235. Patel SS. Cerebrovascular Complications of Diabetes: Alpha Glucosidase Inhibitor as Potential Therapy. *Horm Metab Res* 2016; 48(2):83–91.
236. Pedersen-Bjergaard U, Færch L, Allingbjerg M-L, et. al. The influence of new European Union driver's license legislation on reporting of severe hypoglycemia by patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2015; 38(1):29–33.
237. Perazzolo M, Reeves ND, Bowling FL, et. al. A new approach to identifying the effect of diabetic peripheral neuropathy on the ability to drive safely. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 2020; 69:324–34.
238. Pfützner A, Jensch H, Cardinal C, et. al. Laboratory Protocol and Pilot Results for Dynamic Interference Testing of Continuous Glucose Monitoring Sensors. *J Diabetes Sci Technol* 2024; 18(1):59–65.
239. Phillip M, Nimri R, Bergenstal RM, et. al. Consensus Recommendations for the Use of Automated Insulin Delivery Technologies in Clinical Practice. *Endocr Rev* 2023; 44(2):254–80.
240. Pickup JC. The evidence base for diabetes technology: appropriate and inappropriate meta-analysis. *J Diabetes Sci Technol* 2013; 7(6):1567–74.
241. Pickup JC, Sutton AJ. Severe hypoglycaemia and glycaemic control in Type 1 diabetes: meta-analysis of multiple daily insulin injections compared with continuous subcutaneous insulin infusion. *Diabet Med* 2008; 25(7):765–74.
242. Pilla SJ, Park J, Schwartz JL, et. al. Hypoglycemia Communication in Primary Care Visits for Patients with Diabetes. *J Gen Intern Med* 2021; 36(6):1533–42.
243. Pottgießer S. Profile von Senioren mit Autounfällen (PROSA): Bericht zum Forschungsprojekt FE 82.263/2004: Untersuchungen zum verkehrsmedizinisch-verkehrspsychologischen Profil älterer Kraftfahrer (Prosa). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verl. für neue Wissenschaft; 2012. (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen M, Mensch und Sicherheit; vol 228).
244. Pratiwi C, Mokoagow MI, Made Kshanti IA, et. al. The risk factors of inpatient hypoglycemia: A systematic review. *Heliyon* 2020; 6(5):e03913.
245. Prinz. Aktuelle DPV-Registerdaten zur Versorgungslage von Menschen mit Diabetes. In: Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG), editor. *Deutscher Gesundheitsbericht Diabetes*. Wiesbaden: MedTRix-Verlag; 2024. p. 223–33.
246. Ravera S, Ramaekers JG, Jong-van den Berg LTW de, et. al. Are selective serotonin reuptake inhibitors safe for drivers? What is the evidence? *Clin Ther* 2012a; 34(5):1070–83.
247. Ravera S, van Rein N, Gier JJ de, et. al. A comparison of pharmacoepidemiological study designs in medication use and traffic safety research. *Eur J Epidemiol* 2012b; 27(6):473–81.
248. Ravera S, van Rein N, Gier JJ de, et. al. Road traffic accidents and psychotropic medication use in The Netherlands: a case-control study. *Br J Clin Pharmacol* 2011; 72(3):505–13.



249. Rayman G, Kröger J, Bolinder J. Could FreeStyle Libre™ sensor glucose data support decisions for safe driving? *Diabet Med* 2018; 35(4):491–4.
250. Redelmeier DA, Kenshole AB, Ray JG. Motor vehicle crashes in diabetic patients with tight glycemic control: a population-based case control analysis. *PLoS Med* 2009; 6(12):e1000192.
251. Rees S, Browne A, Major HG, et. al. Renewal of driving licences and long duration insulin-treated diabetes: a comparison of medical assessment and self-reporting by drivers: A comparison of medical assessment and self-reporting by drivers. *Practical Diabetes* 2012; 29(3):117–9.
252. Renard E, Joubert M, Villard O, et. al. Safety and Efficacy of Sustained Automated Insulin Delivery Compared With Sensor and Pump Therapy in Adults With Type 1 Diabetes at High Risk for Hypoglycemia: A Randomized Controlled Trial. *Diabetes Care* 2023; 46(12):2180–7.
253. Rizzo M, Reinach S, McGehee D, et. al. Simulated car crashes and crash predictors in drivers with Alzheimer disease. *Arch Neurol* 1997; 54(5):545–51.
254. Rod Fleury T, Favrat B, Belaieff W, et. al. Resuming motor vehicle driving following orthopaedic surgery or limb trauma. *Swiss Med Wkly* 2012; 142:w13716.
255. Roos T, Hochstadt S, Keuthage W, et. al. Level of Digitalization in Germany: Results of the Diabetes Digitalization and Technology (D.U.T) Report 2020. *J Diabetes Sci Technol* 2022; 16(1):144–51.
256. Rosenwasser RF, Sultan S, Sutton D, et. al. SGLT-2 inhibitors and their potential in the treatment of diabetes. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2013; 6:453–67.
257. Sannegowda R, Villalba K, Suk R, et. al. Recent Rates of Substance Use Among Adolescents and Young Adults with Type 1 Diabetes in the USA. *Curr Diab Rep* 2023; 23(1):1–17.
258. Sansosti LE, Spiess KE, Meyr AJ. Diabetic Driving Studies-Part 3: A Comparison of Mean Brake Response Time Between Neuropathic Diabetic Drivers With and Without Foot Pathology. *J Foot Ankle Surg* 2017; 56(3):577–80.
259. Saunders AL, Bodine C, Snell-Bergeon J, et. al. Higher Prevalence of Hypoglycemia and Unsafe Driving Practices in Adults With Type 1 Diabetes. *Diabetes Care* 2023; 46(4):e92-e93.
260. Schachinger H, Hegar K, Hermanns N, et. al. Randomized controlled clinical trial of Blood Glucose Awareness Training (BGAT III) in Switzerland and Germany. *J Behav Med* 2005; 28(6):587–94.
261. Schächinger H, Cox D, Linder L, et. al. Cognitive and psychomotor function in hypoglycemia: response error patterns and retest reliability. *Pharmacol Biochem Behav* 2003; 75(4):915–20.
262. Scheen AJ. Clinical efficacy of acarbose in diabetes mellitus: a critical review of controlled trials. *Diabetes Metab* 1998; 24(4):311–20.
263. Scheen AJ. Pharmacodynamics, efficacy and safety of sodium-glucose co-transporter type 2 (SGLT2) inhibitors for the treatment of type 2 diabetes mellitus. *Drugs* 2015; 75(1):33–59.
264. Scheen AJ, Paquot N. Metformin revisited: a critical review of the benefit-risk balance in at-risk patients with type 2 diabetes. *Diabetes Metab* 2013; 39(3):179–90.
265. Schlag B. Entwicklung und Probleme der Mobilität im Alter.
266. Schlag B, KJ B. Mobilität und demografische Entwicklung; 2013.
267. Schlüter S, Freckmann G, Heinemann L, et. al. Evaluation of the SPECTRUM training programme for real-time continuous glucose monitoring: A real-world multicentre prospective study in 120 adults with type 1 diabetes. *Diabet Med* 2021; 38(2):e14467.
268. Schweizerische Gesellschaft für Endokrinologie und Diabetologie (SGED). Richtlinien bezüglich Fahreignung und Fahrfähigkeit bei Diabetes mellitus Schweiz; 2017. Available from: [https://www.guidelines.fmh.ch/index\\_detail.cfm?id=E97F552DA60B9E030562EBF7D1C3B654](https://www.guidelines.fmh.ch/index_detail.cfm?id=E97F552DA60B9E030562EBF7D1C3B654) [cited 2024 Mar 3].
269. Sherr JL, Heinemann L, Fleming GA, et. al. Automated insulin delivery: benefits, challenges, and recommendations. A Consensus Report of the Joint Diabetes Technology Working Group of the European Association for the Study of Diabetes and the American Diabetes Association. *Diabetologia* 2023; 66(1):3–22.

270. Shorr RI, Ray WA, Daugherty JR, et. al. Antihypertensives and the risk of serious hypoglycemia in older persons using insulin or sulfonylureas. *JAMA* 1997; 278(1):40–3.
271. Skurtveit S, Strøm H, Skrivarhaug T, et. al. Road traffic accident risk in patients with diabetes mellitus receiving blood glucose-lowering drugs. Prospective follow-up study. *Diabet Med* 2009; 26(4):404–8.
272. Skyving M, Forsman Å, Dukic Willstrand T, et. al. Medical impairment and road traffic crashes among older drivers in Sweden - A national, population-based, case-control study. *Accid Anal Prev* 2021; 163:106434.
273. Sommerfield AJ, Deary IJ, Frier BM. Acute hyperglycemia alters mood state and impairs cognitive performance in people with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2004; 27(10):2335–40.
274. Songer TJ, Dorsey RR. High risk characteristics for motor vehicle crashes in persons with diabetes by age. *Annu Proc Assoc Adv Automot Med* 2006; 50:335–51.
275. Sonmez B, Bozkurt B, Atmaca A, et. al. Effect of glycemic control on refractive changes in diabetic patients with hyperglycemia. *Cornea* 2005; 24(5):531–7.
276. Spiess KE, Sansosti LE, Meyr AJ. Diabetic Driving Studies-Part 2: A Comparison of Brake Response Time Between Drivers With Diabetes With and Without Lower Extremity Sensorimotor Neuropathy. *J Foot Ankle Surg* 2017; 56(3):573–6.
277. Statistisches Bundesamt (Destatis). Verkehrsunfälle-Unfälle von 18- bis 24-Jährigen im Straßenverkehr 2019; 2019. Available from: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/\\_inhalt.html#\\_usqjn1gmr](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/_inhalt.html#_usqjn1gmr).
278. Statistisches Bundesamt (Destatis). Verkehrsunfälle-Unfälle von Senioren im Straßenverkehr 2020; 2020. Available from: [www.destatis.de/downloads/Verkehrsunfälle](http://www.destatis.de/downloads/Verkehrsunfälle) [cited 2023 Jan 8].
279. Statistisches Bundesamt (Destatis). Verkehrsunfälle - Unfälle von Seniorinnen und Senioren im Straßenverkehr 2021; 2021. Available from: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/\\_inhalt.html#\\_gd1mafzho](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/_inhalt.html#_gd1mafzho) [cited 2023 Jul 23].
280. Statistisches Bundesamt (Destatis). Polizeilich erfasste Unfälle im Straßenverkehr.: Straßenverkehrsunfälle nach Unfallkategorie, Ortslage, Stand 1. November 2023; 2023. Available from: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Tabellen/polizeilich-erfasste-unfaelle.html> [cited 2024 Mar 3].
281. Statistisches Bundesamt (Destatis). Unfallbeteiligte: Deutschland, Jahre, Art der Verkehrsbeteiligung, Fehlverhalten der Fahrzeugführer und Fußgänger bei Unfällen mit Personenschaden; 2024. Available from: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=2&levelid=1709586631528&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werte-abruf&code=46241-0009&auswahltext=&werteabruf=Werteabruf#abreadcrumb> [cited 2024 Mar 3].
282. Stone JY, Bailey TS. Benefits and limitations of continuous glucose monitoring in type 1 diabetes. *Expert Rev Endocrinol Metab* 2020; 15(1):41–9.
283. Stork ADM, van Haeften TW, Veneman TF. The decision not to drive during hypoglycemia in patients with type 1 and type 2 diabetes according to hypoglycemia awareness. *Diabetes Care* 2007; 30(11):2822–6.
284. Stradling J. Driving and obstructive sleep apnoea. *Thorax* 2008; 63(6):481–3.
285. Strohl KP, Brown DB, Collop N, et. al. An official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline: sleep apnea, sleepiness, and driving risk in noncommercial drivers. An update of a 1994 Statement. *Am J Respir Crit Care Med* 2013; 187(11):1259–66.
286. Südwest Presse. Unterzuckerung Ursache für Vukcevic-Unfall: Artikel vom 13.10.2012; 2012. Available from: <http://www.swp.de/ulm/sport/fussball/ueberregional/Unterzuckerung-Autounfall-Auswertung-Unterlage-Mannheim-Heilbronn-Nuernberg-Bammental-Heidelberg;art4314,1674438> [cited 2015 Oct 27].
287. Sundelin HEK, Chang Z, Larsson H, et. al. Epilepsy, antiepileptic drugs, and serious transport accidents: A nationwide cohort study. *Neurology* 2018; 90(13):e1111–e1118.

288. Takagi S, Miura J, Takita M, et. al. Factors associated with hypoglycemia unawareness and severe hypoglycemia in type 1 diabetes mellitus patients. *J Diabetes Investig* 2022; 13(12):2018–26.
289. Tamayo T, Brinks R, Hoyer A, et. al. The Prevalence and Incidence of Diabetes in Germany. *Dtsch Arztebl Int* 2016; 113(11):177–82.
290. Tauschmann M, Thabit H, Bally L, et. al. Closed-loop insulin delivery in suboptimally controlled type 1 diabetes: a multicentre, 12-week randomised trial. *Lancet* 2018; 392(10155):1321–9.
291. Tharmaraja T, Stahl D, Hopkins CWP, et. al. The Association Between Selective Serotonin Reuptake Inhibitors and Glycemia: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Psychosom Med* 2019; 81(7):570–83.
292. Toepper M, Falkenstein M. Driving Fitness in Different Forms of Dementia: An Update: An Update. *J Am Geriatr Soc* 2019; 67(10):2186–92.
293. Trawley S, Stephens AN, McAuley SA, et. al. Driving with Type 1 Diabetes: Real-World Evidence to Support Starting Glucose Level and Frequency of Monitoring During Journeys. *Diabetes Technol Ther* 2022; 24(5):350–6.
294. Tregear S, Reston J, Schoelles K, et. al. Obstructive sleep apnea and risk of motor vehicle crash: systematic review and meta-analysis. *J Clin Sleep Med* 2009; 5(6):573–81.
295. Tremblay M-A, Corriveau H, Boissy P, et. al. Effects of orthopaedic immobilization of the right lower limb on driving performance: an experimental study during simulated driving by healthy volunteers. *J Bone Joint Surg Am* 2009; 91(12):2860–6.
296. Uc EY, Rizzo M, Anderson SW, et. al. Driver route-following and safety errors in early Alzheimer disease. *Neurology* 2004; 63(5):832–7.
297. Unsworth CA, Baker AM, So MH, et. al. A systematic review of evidence for fitness-to-drive among people with the mental health conditions of schizophrenia, stress/anxiety disorder, depression, personality disorder and obsessive compulsive disorder. *BMC Psychiatry* 2017; 17(1):318.
298. Vernon SA, Bhagey J, Boraik M, et. al. Long-term review of driving potential following bilateral panretinal photocoagulation for proliferative diabetic retinopathy. *Diabet Med* 2009; 26(1):97–9.
299. Vos RC, van Avendonk MJ, Jansen H, et. al. Insulin monotherapy compared with the addition of oral glucose-lowering agents to insulin for people with type 2 diabetes already on insulin therapy and inadequate glycaemic control. *Cochrane Database Syst Rev* 2016; 9(9):CD006992.
300. Waldenmaier D, Freckmann G, Pleus S, et. al. Therapy adjustments in people with type 1 diabetes with impaired hypoglycemia awareness on multiple daily injections using real-time continuous glucose monitoring: a mechanistic analysis of the HypoDE study. *BMJ Open Diabetes Res Care* 2021; 9(1).
301. Wang F, Wang S, Zong Q-Q, et. al. Prevalence of comorbid major depressive disorder in Type 2 diabetes: a meta-analysis of comparative and epidemiological studies: A meta-analysis of comparative and epidemiological studies. *Diabet. Med.* 2019; 36(8):961–9.
302. Watson WA, Currie T, Lemon JS, et. al. Driving and insulin-treated diabetes: who knows the rules and recommendations?: Who knows the rules and recommendations? *Pract Diab Int* 2007; 24(4):201–6.
303. Webb RT, Lichtenstein P, Dahlin M, et. al. Unnatural deaths in a national cohort of people diagnosed with diabetes. *Diabetes Care* 2014; 37(8):2276–83.
304. Weinger K, Kinsley BT, Levy CJ, et. al. The perception of safe driving ability during hypoglycemia in patients with type 1 diabetes mellitus. *Am J Med* 1999; 107(3):246–53.
305. Weissberg-Benchell J, Antisdel-Lomaglio J, Seshadri R. Insulin pump therapy: a meta-analysis. *Diabetes Care* 2003; 26(4):1079–87.
306. Weng J, Soegondo S, Schnell O, et. al. Efficacy of acarbose in different geographical regions of the world: analysis of a real-life database. *Diabetes Metab Res Rev* 2015; 31(2):155–67.
307. West SD, Nicoll DJ, Stradling JR. Prevalence of obstructive sleep apnoea in men with type 2 diabetes. *Thorax* 2006; 61(11):945–50.
308. Wick JP, Vernon DD. Visual impairment and driving restrictions. *Digit J Ophthalmol* 2002; 8.

309. Wiernsperger NF, Bailey CJ. The antihyperglycaemic effect of metformin: therapeutic and cellular mechanisms. *Drugs* 1999; 58 Suppl 1:31-9; discussion 75-82.
310. Wolter DK. Beginnende Demenz und Fahreignung. Teil 1: Grundlagen. *Z Gerontol Geriatr* 2014; 47(3):243-50; quiz 251-2.
311. Wong E, Backholer K, Gearon E, et. al. Diabetes and risk of physical disability in adults: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2013; 1(2):106–14.
312. World Health Organization (WHO). International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF); 2001. Available from: <https://www.who.int/standards/classifications/international-classification-of-functioning-disability-and-health> [cited 2023 Sep 23].
313. Wu D, Li L, Liu C. Efficacy and safety of dipeptidyl peptidase-4 inhibitors and metformin as initial combination therapy and as monotherapy in patients with type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis. *Diabetes Obes Metab* 2014; 16(1):30–7.
314. Xue M, Xu W, Ou Y-N, et. al. Diabetes mellitus and risks of cognitive impairment and dementia: A systematic review and meta-analysis of 144 prospective studies: A systematic review and meta-analysis of 144 prospective studies. *Ageing Research Reviews* 2019; 55(Suppl 1):100944.
315. Yarbağ A, Yazar H, Akdoğan M, et. al. Refractive errors in patients with newly diagnosed diabetes mellitus. *Pak J Med Sci* 2015; 31(6):1481–4.
316. Yeoh E, Choudhary P, Nwokolo M, et. al. Interventions That Restore Awareness of Hypoglycemia in Adults With Type 1 Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis. *Diabetes Care* 2015; 38(8):1592–609.
317. Zeng B, Le Gao, Yang Q, et. al. Automated Insulin Delivery Systems in Children and Adolescents With Type 1 Diabetes: A Systematic Review and Meta-analysis of Outpatient Randomized Controlled Trials. *Diabetes Care* 2023; 46(12):2300–7.
318. Zhang Z, Chen X, Lu P, et. al. Incretin-based agents in type 2 diabetic patients at cardiovascular risk: compare the effect of GLP-1 agonists and DPP-4 inhibitors on cardiovascular and pancreatic outcomes. *Cardiovasc Diabetol* 2017; 16(1):31.
319. Zhou Y, Sardana D, Kuroko S, et. al. Comparing the glycaemic outcomes between real-time continuous glucose monitoring (rt-CGM) and intermittently scanned continuous glucose monitoring (isCGM) among adults and children with type 1 diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabet Med* 2024; 41(3):e15280.

## Anhänge Übersicht

- Anhang A Fahrerlaubnis-Verordnung (FEV) – Auszug aus Anlage 4
- Anhang B Fahrerlaubnis-Verordnung – Anlage 5
- Anhang C Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)
- Anhang D Definition und Risikofaktoren von Hypoglykämien
- Anhang E Hypoglykämierisiko bei unterschiedlichen Medikamenten
- Anhang F Typische Auswirkungen einer Unterzuckerung auf das Fahrverhalten
- Anhang G Empfehlungen für Kraftfahrer mit Diabetes und Unterzuckerungsrisiko
- Anhang H Hinweise zur Teilnahme am Straßenverkehr mit einem System zur kontinuierlichen Glukosemessung (CGM)
- Anhang I Diabetes and Driving
- Anhang J Bescheinigung über die ärztliche Untersuchung (Checkliste)
- Anhang K Thematisierung von „Diabetes im Straßenverkehr“ in anerkannten Diabetes Schulungs- und Behandlungsprogrammen (Bundesamt für soziale Sicherung/Deutsche Diabetes Gesellschaft)
- Anhang L Leitlinien/Positionspapiere zum Thema „Diabetes und Fahrsicherheit“ aus anderen Ländern

## Anhang A Fahrerlaubnis-Verordnung (FEV) – Auszug aus Anlage 4

Auszug aus der Anlage 4 der FeV (zu §11,13 und 14)

(Stand 10.12.2020 BGBl. I 2020 Nr.59, S. 2705) Eignung und bedingte Eignung zum Führen von Kraftfahrzeugen bei Diabetes mellitus

(Fahrerlaubnis-Verordnung vom 13. Dezember 2010 (BGBl. I S. 1980); Anlagen zur FeV (Stand 10.12.2020 BGBl. I 2020 Nr. 50, Seite 2705)

| Krankheiten, Mängel  | Eignung oder bedingte Eignung  |   | Beschränkungen/Auflagen bei bedingter Eignung |  |
|--|--|---|---|--|
|  | Klassen A, A1, A2, B, BE, AM, L, T   | Klassen C, C1, CE, C1E, D, D1, DE, D1E, FzF   | Klassen A, A1, A2, B, BE, AM, L, T            | Klassen C, C1, CE, C1E, D, D1, DE, D1E, FzF                                  |
| <b>5. Diabetes mellitus (Zuckerkrankheit)</b>  |  |   |   |  |
| <b>5.1</b> Neigung zu schweren Stoffwechselentgleisungen   | nein   | nein  | —   | —  |
| <b>5.2</b> Bei erstmaliger Stoffwechselentgleisung oder neuer Einstellung  | ja<br>nach Einstellung   | ja<br>nach Einstellung  | —   | —  |
| <b>5.3</b> Bei ausgeglichener Stoffwechsellaage unter Therapie mit Diät oder oralen Antidiabetika mit niedrigem Hypoglykämierisiko | ja   | ja, bei guter Stoffwechselführung ohne Unterzuckerung über 3 Monate   | ---   | regelmäßige ärztliche Kontrollen   |
| <b>5.4</b> Bei medikamentöser Therapie mit hohem Hypoglykämierisiko (z.B. Insulin)   | ja,<br>bei ungestörter Hypoglykämiewahrnehmung   | ja,<br>bei guter Stoffwechselführung ohne Unterzuckerung über 3 Monate und ungestörter Hypoglykämiewahrnehmung  | —   | Fachärztliche Begutachtung alle drei Jahre, regelmäßige ärztliche Kontrollen |
| <b>5.5</b> Wiederholt auftretende schwere Hypoglykämien im Wachzustand   | Für die Dauer von drei Monaten nach dem letzten Ereignis nicht geeignet. Eine stabile Stoffwechsellaage und eine ungestörte Hypoglykämiewahrnehmung sind sicherzustellen, fachärztliche Begutachtung | Keine wiederholt schwere Hypoglykämie in den letzten 12 Monaten. Unter besonders günstigen Umständen ggf. auch kürzere Frist möglich. Der Zeitraum bis zur Wiedererlangung der Fahrerlaubnis beträgt mindestens drei Monate, fachärztliche Begutachtung | Regelmäßige ärztliche Kontrollen              | Regelmäßige ärztliche Kontrollen   |
| <b>5.6</b> Bei Komplikationen siehe auch Nummer 1,4, 6 und 10  | ---  | ---   | ---   | ---  |



## Anhang B Fahrerlaubnis-Verordnung – Anlage 5

(Fahrerlaubnis-Verordnung vom 13. Dezember 2010 (BGBl. I S. 1980); zuletzt geändert durch Artikel 1 V. v. 18.03.2022 BGBl. I S. 498)



Bundesministerium  
der Justiz

Bundesamt  
für Justiz

### Nichtamtliches Inhaltsverzeichnis

#### **Verordnung über die Zulassung von Personen zum Straßenverkehr (Fahrerlaubnis-Verordnung - FeV) Anlage 5 (zu § 11 Absatz 9, § 48 Absatz 4 und 5)**

(Fundstelle: BGBl. I 2010, 2030 - 2033;  
bzgl. der einzelnen Änderungen vgl. Fußnote)

##### **Eignungsuntersuchungen für Bewerber und Inhaber der Klassen C, C1, D, D1 und der zugehörigen Anhängerklassen E sowie der Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung**

1. Bewerber um die Erteilung oder Verlängerung einer Fahrerlaubnis der Klassen C, C1, CE, C1E, D, D1, DE, D1E sowie der Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung müssen sich untersuchen lassen, ob Anzeichen für Erkrankungen vorliegen, die die Eignung oder die bedingte Eignung ausschließen können. Sie haben hierüber einen Nachweis gemäß dem Muster dieser Anlage vorzulegen.
2. Bewerber um die Erteilung oder Verlängerung einer Fahrerlaubnis der Klassen D, D1, DE, D1E sowie einer Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung müssen außerdem besondere Anforderungen hinsichtlich:
  - a) Belastbarkeit,
  - b) Orientierungsleistung,
  - c) Konzentrationsleistung,
  - d) Aufmerksamkeitsleistung,
  - e) Reaktionsfähigkeit erfüllen.

Die Eignung der zur Untersuchung dieser Merkmale eingesetzten psychologischen Testverfahren muss von einer unabhängigen Stelle für die Bestätigung der Eignung der eingesetzten psychologischen Testverfahren und -geräten nach § 71a bestätigt worden sein; die eingesetzten psychologischen Testverfahren sind im Gutachten zu benennen. Der Nachweis über die Erfüllung der Anforderungen nach Satz 1 ist unter Beachtung der Grundsätze nach Anlage 4a durch Beibringung eines betriebs- oder arbeitsmedizinischen Gutachtens nach § 11 Absatz 2 Satz 3 Nummer 3 oder eines Gutachtens einer amtlich anerkannten Begutachtungsstelle für Fahreignung zu führen

- von Bewerbern um die Erteilung einer Fahrerlaubnis der Klassen D, D1, DE, D1E und der Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung,
- von Bewerbern um die Verlängerung einer Fahrerlaubnis der Klassen D, D1, DE und D1E ab Vollendung des 50. Lebensjahres,
- von Bewerbern um die Verlängerung einer Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung ab Vollendung des 60. Lebensjahres.

3. Die Nachweise nach Nummer 1 und 2 dürfen bei Antragstellung nicht älter als ein Jahr sein.



## Anhang C Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)

---

32

---

**Gültig ab: 24. Mai 2018**

### 3.5 Diabetes mellitus

#### Leitsätze

Gut eingestellte und geschulte Menschen mit Diabetes können Fahrzeuge beider Gruppen sicher führen.

Therapieregime und Fahrzeugnutzung sind bei der Begutachtung zu berücksichtigen.

Die Gefährdung der Verkehrssicherheit geht beim Diabetes mellitus in erster Linie vom Auftreten einer Hypoglykämie mit Kontrollverlust, Verhaltensstörungen oder Bewusstseinsbeeinträchtigungen aus.

Eine ungestörte Hypoglykämiewahrnehmung ist Voraussetzung für die Fahreignung.

Wer nach einer Stoffwechseldekompensation erstmals oder wer neu eingestellt wird, darf kein Fahrzeug führen, bis die Einstellphase nach ärztlicher Einschätzung durch Erreichen einer ausgeglichenen Stoffwechsellage (insbesondere bezüglich der Normalisierung des Sehvermögens sowie der Wahrnehmung von Hypoglykämien) abgeschlossen ist.

#### Gruppe 1

Bei Therapie mit Diät, Lebensstilanpassung oder medikamentöser Therapie mit niedrigem Hypoglykämierisiko besteht keine Einschränkung, solange eine ausgeglichene Stoffwechsellage besteht und keine die Fahreignung in sonstiger Weise ausschließenden Folgekomplikationen vorliegen. Bei Therapie mit hohem Hypoglykämierisiko ist bei ungestörter Hypoglykämiewahrnehmung nach Einstellung und Schulung das Führen von Kraftfahrzeugen der Gruppe 1 möglich, Stoffwechselselbstkontrollen werden empfohlen. Die Führerscheinbewerber oder Fahrzeugführer unter medikamentöser Therapie mit höherem Hypoglykämierisiko müssen in geeigneter Weise, beispielsweise durch Attest des behandelnden Arztes, nachweisen, dass sie das Risiko einer Hypoglykämie verstehen und ihre Erkrankung angemessen unter Kontrolle haben. Bei Zweifel an der Fahreignung kann die Beibringung eines fachärztlichen Gutachtens sowie regelmäßige ärztliche Kontrollen angeordnet werden, wobei der Abstand zwischen den Untersuchungen 5 Jahre nicht überschreiten sollte. Die Fahrerlaubnis wird nicht erteilt oder erneuert, wenn Bewerber oder Fahrer eine unzureichende Hypoglykämiewahrnehmung haben.

Bei wiederholt auftretenden schweren Hypoglykämien im Wachzustand soll eine Fahrerlaubnis in der Regel erst drei Monate nach der letzten Episode erteilt oder erneuert werden. Abhängig von der ärztlichen Bewertung im jeweiligen Einzelfall können jedoch auch eine kürzere Frist ausreichend bzw. eine längere Frist erforderlich sein. Eine hinreichende Stabilität der Stoffwechsellage sowie eine zuverlässige Wahrnehmung von Hypoglykämien sind sicherzustellen; ein fachärztliches Gutachten und regelmäßige ärztliche Kontrollen sind notwendig.

#### Gruppe 2

Für das Führen von Fahrzeugen der Gruppe 2 ist grundsätzlich eine stabile Stoffwechselführung über drei Monate nachzuweisen. Bei Therapie mit oralen Antidiabetika mit niedrigem Hypoglykämierisiko müssen regelmäßige ärztliche Kontrollen gewährleistet sein. Bei Therapie mit höherem bzw. hohem Hypoglykämierisiko (Sulfonylharnstoffe und ihre Analoga, Glinide, Insulin) ist neben regelmäßigen ärztlichen Kontrollen alle drei Jahre eine fachärztliche Begutachtung erforderlich. Diese Untersuchung soll von einem

Facharzt mit nachgewiesener diabetologischer Qualifikation, in der Regel einem Facharzt für Allgemeinmedizin oder Innere Medizin, vorgenommen werden.

Für die positive Feststellung der Fahreignung durch die Begutachtung sollen grundsätzlich folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- In den letzten 12 Monaten darf keine wiederholte schwere Hypoglykämie aufgetreten sein. Abhängig von der ärztlichen Begutachtung im jeweiligen Einzelfall kann jedoch unter günstigen Umständen auch eine kürzere Frist ausreichend sein; der Zeitraum bis zur Wiedererlangung der Fahreignung beträgt aber dann mindestens 3 Monate;
- es liegt eine ungestörte Hypoglykämiewahrnehmung vor;
- der Fahrzeugführer muss eine angemessene Überwachung der Krankheit durch regelmäßige Glukoseselbstkontrollen nachweisen, die mindestens zweimal täglich sowie zu den für das Führen eines Fahrzeugs relevanten Zeiten vorgenommen werden;
- der Fahrer muss zeigen, dass er die mit Hypoglykämie verbundenen Risiken versteht;
- es dürfen keine anderen Komplikationen der Zuckerkrankheit vorliegen, die das Führen von Fahrzeugen ausschließen;
- bei der Beurteilung der Fahreignung sind Therapieregime, Einstellung und Fahrzeugnutzung zu berücksichtigen.

Soweit aufgrund der Diabeteserkrankung Zweifel an der Fahreignung bestehen, so können diese auf Grundlage einer fachärztlichen Begutachtung ausgeräumt werden.

Eine schwere Hypoglykämie im Wachzustand sollte, auch wenn dabei kein Fahrzeug geführt wurde, berichtet werden und Anlass zu einer erneuten Prüfung der Eignung zum Führen von Fahrzeugen sein.

Menschen mit Diabetes mit anhaltender Hyperglykämie können häufig stoffwechselbedingt eine Minderung der Aufmerksamkeit und des Konzentrations- und Reaktionsvermögens aufweisen. Die sichere Teilnahme am Straßenverkehr kann dadurch bedingt eingeschränkt oder auch nicht mehr gegeben sein. In diesen Fällen ist eine fachärztliche Einzelfallbeurteilung angezeigt.

Eine gesonderte verkehrsmedizinische Beurteilung erfordern im Zusammenhang mit dem Diabetes mellitus die krankheitsbedingten Komplikationen und relevante Komorbiditäten, vor allem Erkrankungen der Augen, Nieren, Nerven und Gefäße sowie das Schlaf-Apnoe-Syndrom. Bei einer Retinopathie muss das Sehvermögen regelmäßig überprüft werden. Ihre Beurteilung muss den Beurteilungsgrundsätzen folgen, die für diese Krankheitsgruppen vorgesehen sind.

### **Begründung**

Die Mehrzahl der Menschen mit Diabetes erfüllt die Anforderungen an das sichere Führen von Kraftfahrzeugen beider Gruppen. Die Fahreignung kann jedoch eingeschränkt oder ausgeschlossen sein, wenn durch unzureichende Behandlung, durch Nebenwirkungen der Behandlung oder durch Komplikationen der Erkrankung verkehrsgefährdende Gesundheitsstörungen bestehen oder zu erwarten sind. Diese Menschen mit Diabetes bedürfen der individuellen Beurteilung in der Frage, ob ihre Fähigkeiten den Mindestanforderungen zum Führen von Kraftfahrzeugen entsprechen.

Die Kompetenz im Umgang mit der Erkrankung sowie das Verantwortungsbewusstsein der Patienten sind wesentliche Grundlagen für die Fahreignung. Der Schulung der Patienten kommt daher besondere Bedeutung zu.

In höherem Maße als bei anderen Krankheitsbildern wird beim Diabetes mellitus die Stoffwechseleinstellung durch Faktoren wie Ernährung, körperliche Aktivität und krankheitsangemessenes Verhalten beeinflusst. Daher sind bei Therapien mit hohem

Hypoglykämierisiko bei der Beurteilung der Fahreignung und bei der Anordnung von Auflagen für beide Gruppen auch Therapieregime, Einstellung und Fahrzeugnutzung zu berücksichtigen.

Eine Hypoglykämiewahrnehmungsstörung ist ein schwerwiegendes Problem bezüglich der Fahreignung von Patienten mit Diabetes mellitus. Eine stabile Stoffwechsellage ohne Hypoglykämiewahrnehmungsstörung ist daher grundlegend für die Fahreignung beider Gruppen.

Wiederholte schwere Hypoglykämien im Wachzustand schließen die Fahreignung zunächst aus. „Schwere Hypoglykämie“ bedeutet die Notwendigkeit von Hilfe durch eine andere Person. ‚Wiederholte Hypoglykämie‘ bedeutet das zweimalige Auftreten einer schweren Hypoglykämie innerhalb von 12 Monaten.

Die Fahreignung kann bei Hypoglykämiewahrnehmungsstörung in der Regel auf der Grundlage einer fachärztlichen (diabetologischen) Begutachtung durch geeignete Maßnahmen wie das Hypoglykämiewahrnehmungstraining, Therapieänderungen und vermehrte Blutzuckerselbstkontrollen wieder hergestellt werden.

Nach einer Stoffwechseldekompensation ist eine Einstellung bzw. Neueinstellung erforderlich, um den gestellten Anforderungen zum Führen von Kraftfahrzeugen beider Gruppen gerecht zu werden. Dabei ist die Normalisierung des Sehvermögens ein Indikator für das Erreichen einer ausgeglichenen Stoffwechsellage.

Auch Hyperglykämien mit ausgeprägten Symptomen wie z.B. Schwäche, Übelkeit oder Bewusstseinsbeeinträchtigungen können das Führen von Kraftfahrzeugen ausschließen. Geschulte Patienten bemerken das Auftreten einer Hyperglykämie, die sich zudem im Gegensatz zur Hypoglykämie eher langsam entwickelt und durch geeignete Maßnahmen gut zu beherrschen ist.

Bei ungeschulten Menschen mit Diabetes kann die Hyperglykämie längerfristig un bemerkt bleiben, zumal es den Patienten relativ gut geht. Hyperglykämiebedingt kann allerdings die für die sichere Teilnahme am Verkehr unabdingbar notwendige Aufmerksamkeit sowie das Konzentrations- und Reaktionsvermögen beeinträchtigt sein, so dass im Einzelfall die Kraftfahreignung eingeschränkt oder auch nicht mehr gegeben sein kann. In diesen Fällen ist eine fachärztliche Einzelfallbeurteilung notwendig.

Therapiebedingtes Hypoglykämierisiko und individuelle Faktoren sind Grundlage für die Beurteilung der Eignung. Als Substanzen mit niedrigem Hypoglykämierisiko können Biguanide, Resorptionshemmer, Insulinsensitizer, DPP-4-Hemmer und GLP 1 Analoga gelten, während Sulfonylharnstoffe, ihre Analoga, Glinide und Insulin ein höheres bzw. hohes Hypoglykämierisiko bergen. Zur Überwachung der Einstellung sind Stoffwechselselbstkontrollen insbesondere bei Insulintherapie notwendig. Die Fahrzeugnutzung ist zu berücksichtigen, da innerhalb der Gruppe 2, aber auch bei beruflichen Fahrzeugführern der Gruppe 1 (z.B. Kurierdienste), sowohl die Anforderungen an die Fahrzeugführer (z.B. Ladearbeiten, Termindruck, Arbeits- und Fahrzeiten) als auch das Gefährdungspotenzial durch die Fahrzeugnutzung (z.B. Nutzung im öffentlichen Verkehr oder nur auf dem Betriebsgelände, unterschiedliche Fahrleistung, Personenbeförderung oder Gefahrguttransport) sehr unterschiedlich sein können.

## Tabellarische Übersicht

| Diagnose  | Therapie  | Gruppe 1   | Auflagen | Gruppe 2  | Auflagen   |
|---|---|--|----------|---|--|
| <b>Diabetes mellitus</b><br><br><b>Typ 1 oder Typ 2</b><br><br><b>Ausgeglichene Stoffwechsellage, keine Folgekomplikationen, keine Hypoglykämie-Wahrnehmungsstörungen</b> | diätetisch, Lebensstil  | keine Einschränkung  |          | nach Einstellung (stabile Stoffwechselführung über 3 Monate)  |  |
|   | Medikamentöse Therapie mit niedrigem Hypoglykämierisiko                           | keine Einschränkung  |          | nach Einstellung (stabile Stoffwechselführung über 3 Monate) und Schulung i.d.R. keine Einschränkung  | regelmäßige ärztliche Kontrollen   |
|   | Medikamentöse Therapie mit hohem Hypoglykämierisiko (Sulfonylharnstoffe, Insulin) | nach Einstellung und Schulung keine Einschränkung bei ungestörter Hypoglykämiewahrnehmung. Stoffwechselselbstkontrollen empfohlen. Nachzuweisen ist (beispielsweise durch ein Attest des behandelnden Arztes), dass das Risiko einer Hypoglykämie verstanden wird und die Erkrankung angemessen unter Kontrolle ist. Bei Zweifel an der Fahreignung kann die Beibringung eines fachärztlichen Gutachtens sowie regelmäßige ärztliche Kontrollen angeordnet werden. |          | nach Einstellung (stabile Stoffwechselführung über 3 Monate) und Schulung i.d.R. keine Einschränkung bei ungestörter Hypoglykämiewahrnehmung. | Fachärztliche Begutachtung alle 3 Jahre<br><br>regelmäßige ärztliche Kontrollen<br><br>Stoffwechselselbstkontrollen sind ggf. zu fordern |
|   | <b>Nach erstmaliger Stoffwechselentgleisung oder bei neuer Einstellung</b>        | nach Einstellung (stabile Stoffwechselführung)   |          | nach Einstellung (stabile Stoffwechselführung über 3 Monate)  |  |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <b>Gestörte Hypoglykämiewahrnehmung</b><br><br><b>Mehr als eine fremdhilfebedürftige Hypoglykämie im Wachzustand in den letzten 12 Monaten</b><br><br><b>Anhaltende Hyperglykämie</b> | nicht geeignet, bis Hypoglykämiewahrnehmung wiederhergestellt  | nicht geeignet, bis Hypoglykämiewahrnehmung wiederhergestellt   |
|   | In der Regel für die Dauer von 3 Monaten nicht geeignet, bis Stoffwechsellage stabil und Hypoglykämiewahrnehmung sichergestellt ist. Ein fachärztliches Gutachten und regelmäßige ärztliche Kontrollen sind notwendig. | In den letzten 12 Monaten darf keine wiederholte schwere Hypoglykämie aufgetreten sein. Abhängig von der ärztlichen Begutachtung im jeweiligen Einzelfall kann jedoch unter günstigen Umständen auch eine kürzere Frist ausreichend sein; der Zeitraum bis zur Wiedererlangung der Fahreignung beträgt aber dann mindestens 3 Monate. Regelmäßige ärztliche Kontrollen. |
|   | Nicht geeignet, wenn Konzentration, Reaktion und Aufmerksamkeit erheblich beeinträchtigt (ggf. fachärztliche Einzelfallbeurteilung)  | Nicht geeignet, wenn Konzentration, Reaktion und Aufmerksamkeit erheblich beeinträchtigt (ggf. fachärztliche Einzelfallbeurteilung)   |
| <b>Spätkomplikationen, Folgeerkrankungen</b>  | siehe entsprechende Kapitel  | siehe entsprechende Kapitel   |

BAST (2022), Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, Stand 01. Juni 2022.

Mit einer Änderung, insbesondere zur Nutzung von technischen Hilfen wie CGM ist zu rechnen. Die jeweils aktuelle Version ist unter dem Link: [https://www.bast.de/DE/Verkehrssicherheit/Fachthemen/U1-BLL/BLL\\_node.html](https://www.bast.de/DE/Verkehrssicherheit/Fachthemen/U1-BLL/BLL_node.html) oder dem Schlagwort: BAST Begutachtungsleitlinie zu finden.

## Anhang D Definition und Risikofaktoren von Hypoglykämien

### Definition von Hypoglykämien

Die ursprünglich für die Berichterstattung über klinische Studien entwickelte Konsensdefinition (Agiostriadou et al 2017) bezüglich Hypoglykämien und die der „Internationalen Hypoglycaemia Study Group“ (International Hypoglycaemia Study Group 2017) hat sich international durchgesetzt und werden sowohl von der „American Diabetes Association (ADA) (Holt et al 2021; American Diabetes Association Professional Practice Committee 2024, Cox et al. 2024), als auch der „European Association for the Study of Diabetes (EASD) (Holt et al 2021) sowie anderen internationalen Gremien übernommen.

- **Stufe 1:** Glukose  $<70$  mg/dl ( $<3,9$  mmol/l) und  $\geq 54$  mg/dl ( $\geq 3,0$  mmol/l).
- **Stufe 2:** Glukose  $<54$  mg/dl ( $<3,0$  mmol/l).
- **Stufe 3:** Ein schweres Ereignis, das durch einen veränderten geistigen und/oder körperlichen Zustand gekennzeichnet ist und unabhängig vom Glukosespiegel Unterstützung bei der Behandlung von Hypoglykämie erfordert.

### Hypoglykämien: Stufe 1

Eine Hypoglykämie der Stufe 1 wird als eine messbare Glukosekonzentration  $<70$  mg/dl ( $<3,9$  mmol/l), aber  $\geq 54$  mg/dl ( $\geq 3,0$  mmol/l) definiert. In den ADA/EASD Konsensempfehlungen werden diese Glukosewerte als „Alarmwerte“ bezeichnet. Eine Blutzuckerkonzentration von  $70$  mg/dl ( $3,9$  mmol/l) ist ein wichtiger Schwellenwert für neuroendokrine Reaktionen auf sinkende Glukose bei Menschen ohne Diabetes. Zu den Symptomen dieser adrenergen Reaktion gehören unter anderem Zittern, Reizbarkeit, Verwirrtheit, Tachykardie, Schwitzen und Hunger. Da viele Menschen mit Diabetes beeinträchtigte gegenregulatorische Reaktionen auf Hypoglykämie zeigen und/oder eine beeinträchtigte Hypoglykämiewahrnehmung aufweisen, wird ein gemessener Glukosespiegel  $<70$  mg/dl ( $<3,9$  mmol/l) unabhängig von den Symptomen als klinisch bedeutsam angesehen (Holt et al 2021; American Diabetes Association Professional Practice Committee 2024, Cox et al. 2024).

Personen mit Diabetes, sollen wegen des erhöhten Risikos einer beeinträchtigten Fahrtauglichkeit bei gemessenen Glukosewerten unter  $<70$  mg/dl ( $<3,9$  mmol/l) die Fahrt mit einem Kraftfahrzeug nicht beginnen bzw. die Fahrt unmittelbar unterbrechen, um die Hypoglykämie adäquat zu behandeln.

### Hypoglykämien: Stufe 2

Bei Hypoglykämien der Stufe 2 (Glukosewerte  $<54$  mg/dl ( $<3,0$  mmol/l)) treten neuroglykopenische Symptome auf (z.B. Koordinations-, Denk-, Sehstörungen), welche sofortiges Handeln erfordern, um das hypoglykämische Ereignis zu behandeln. Wenn eine Person eine Hypoglykämie der Stufe 2 ohne adrenerge oder neuroglykopenische Symptome aufweist, liegt mit einer hohen Wahrscheinlichkeit eine Hypoglykämiewahrnehmungsstörung vor.

Hypoglykämien der Stufen 2 stellen ein erhebliches Risiko für die Fahrtauglichkeit dar. Funktionen, die für ein sicheres Fahren (z. B. Aufmerksamkeit, schnelle Informationsverarbeitung, gute Reaktionszeit, Hand-Augen-Koordination, Urteilsvermögen) wichtig sind, sind während Episoden einer Hypoglykämie der Stufe 2 in der Regel bedeutsam beeinträchtigt (Holt et al 2021; American Diabetes Association Professional Practice Committee 2024, Cox et al. 2024).

### Hypoglykämien: Stufe 3

Eine Hypoglykämie, die unabhängig vom Glukosespiegel durch einen veränderten psychischen Zustand und/oder körperlichen Zustand gekennzeichnet ist und das Eingreifen eines Dritten zur Behandlung erfordert (Fremdhilfe) wird als Hypoglykämie Stufe 3 bezeichnet.

In diesem Zustand ist die Fahrtauglichkeit nicht mehr gegeben.

## Hypoglykämien: CGM

Mithilfe von kontinuierlich gemessenen Glukosewerten (CGM) können Hypoglykämien aufgezeichnet und bezüglich folgender Parameter analysiert werden:

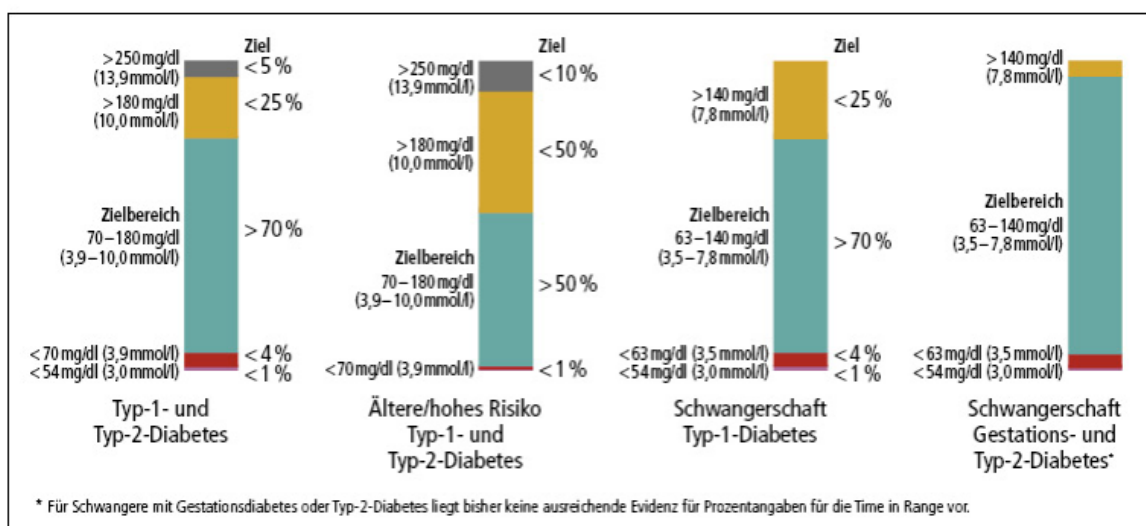
- Häufigkeit (Frequenz),
- Dauer, angegeben in Minuten (min),
- erreichte Tiefe des Glukosewerts,
- Ereigniszahl im Zeitintervall (Periodizität).

Entsprechend den internationalen Konsensempfehlungen für die klinische Praxis werden folgende Kriterien für die Beurteilung von CGM-Profilen empfohlen (Danne et al. 2017, Battelino et al. 2019).

Hierbei wird bei Hypoglykämien folgende Unterscheidung getroffen:

- **Level 1:** Zeit unterhalb des Zielbereichs (Time below range (TBR): % der gemessenen Glukosewerte und Zeit zwischen 54–69 mg/dL (3.0–3.8 mmol/L).
- **Level 2:** Zeit unterhalb des Zielbereichs (Time below range (TBR): % der gemessenen Glukosewerte und Zeit zwischen <54 mg/dL (<3.0 mmol/L).

Bei erwachsenen Menschen mit Typ-1 und Typ-2-Diabetes sollten < 4% der Glukosewerte zwischen 54–69 mg/dL (3.0–3.8 mmol/L) (Level 1) und < 1% aller Glukosewerte <54 mg/dL (<3.0 mmol/L) (Level 2). Für ältere Menschen sollen nur < 1% aller Glukosewerte im Level 1 sein, 0% im Level 2.



## Hypoglykämien: Individuelle Risikofaktoren

Für die Bewertung des individuellen Risikos für Hypoglykämien werden in den Praxisleitlinien der Amerikanischen Diabetes-Gesellschaft, basierend auf epidemiologischen Studien zum Hypoglykämierisiko, die folgende Klassifizierung der wichtigsten Risikofaktoren für Hypoglykämien bei Menschen mit Diabetes mit einem erhöhten Hypoglykämierisiko aufgrund der Diabetes therapie (Insulintherapie, insulinotrophe Diabetesmedikation) vorgeschlagen (Yun et al 2013; Lee et al. 2017; Silbert et al. 2018; Pila et al. 2021; Kurani et al. 2022; Jinang et al. 2023; American Diabetes Association Professional Practice Committee 2024).

Diese Risikostratifizierung basiert auf Hauptrisikofaktoren, die einen konsistenten, unabhängigen Zusammenhang mit einem hohen Risiko für Hypoglykämien der Stufe 2 oder 3 aufweisen. Der wichtigste Risikofaktor ist das Auftreten von Hypoglykämien der Stufe 2 oder 3 in den letzten 3-6 Monaten. Andere Risikofaktoren sind solche mit weniger konsistenter Evidenz oder einer schwächeren Assoziation.

Personen mit hohem Risiko für Hypoglykämie weisen ≥1 Hauptrisikofaktor oder mehrere andere Risikofaktoren auf.



| Klinische/biologische Risikofaktoren  | Soziale, kulturelle und wirtschaftliche Risikofaktoren   |
|---|--|
| <b>Hauptrisikofaktoren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kürzliche (innerhalb der letzten 3-6 Monate) Hypoglykämie der Stufe 2 oder 3</li> <li>• Intensivierte Insulintherapie *</li> <li>• Beeinträchtigte Hypoglykämie-Wahrnehmung</li> <li>• Nierenerkrankung im Endstadium</li> <li>• Kognitive Beeinträchtigung oder Demenz</li> </ul>  | <b>Wichtigste Risikofaktoren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unsicherheit der Nahrungsmittelversorgung</li> <li>• Niedrigeinkommensstatus</li> <li>• Obdachlosigkeit</li> <li>• Fasten aus religiösen oder kulturellen Gründen</li> </ul> |
| <b>Andere Risikofaktoren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrere kürzliche Episoden von Hypoglykämien der Stufe 1</li> <li>• Basalinsulintherapie *</li> <li>• Alter <math>\geq 75</math> Jahre **</li> <li>• Weibliches Geschlecht</li> <li>• Hohe glykämische Variabilität ***</li> <li>• Polypharmazie</li> <li>• Herz-Kreislauf-Erkrankungen</li> <li>• Chronische Nierenerkrankung (eGFR <math>&lt; 60</math> ml/min/1,73 m<sup>2</sup> oder Albuminurie)</li> <li>• Neuropathie</li> <li>• Retinopathie</li> <li>• (Schwere) depressive Störung</li> </ul> | <b>Andere Risikofaktoren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringe Gesundheitskompetenz</li> <li>• Alkohol- oder Substanzkonsumstörung</li> </ul>   |

\* Die Hypoglykämierate ist bei Personen am höchsten, die mit einer intensiven Insulintherapie behandelt werden (einschließlich mehrfacher täglicher Insulininjektionen, kontinuierlicher subkutaner Insulininfusion oder automatisierter Insulinabgabesysteme (AID-Systeme)), gefolgt von einer Basalinsulintherapie, gefolgt von einer oralen Therapie mit Sulfonylharnstoffen. Die Kombination der Behandlung mit Insulin und Sulfonylharnstoffen erhöht ebenfalls das Hypoglykämierisiko.

\*\* Unter Berücksichtigung der Diabetestherapie und des Diabetes-Subtyps haben bei Typ-2-Diabetes ältere Personen  $\geq 75$  Jahren das höchste Risiko für Hypoglykämie. Jüngere Menschen mit Typ-1-Diabetes haben ebenfalls ein erhöhtes Hypoglykämierisiko.

\*\*\* Eine strenge glykämische Kontrolle erhöht in randomisierten Studien die Hypoglykämierate. In Beobachtungsstudien sind sowohl ein niedriger als auch ein hoher HbA1c-Wert mit Hypoglykämie in einer J-förmigen Beziehung verbunden.

\*\*\*\* Faktoren, die mit einem niedrigen Einkommen verbunden sind, wie z. B. Unterversicherung oder das Leben in einem sozio-ökonomisch benachteiligten Gebiet.

## Anhang E Hypoglykämierisiko bei unterschiedlichen Medikamenten

| Medikament  | Hauptwirkung   | Hypoglykämierisiko |
|---|--|--------------------|
| <b>Orale Antidiabetika</b>  |  |                    |
| Alpha-Glucosidase-Hemmer (Acarbose)<br>[Joshi 2014; Patel 2016; Scheen 1998; Weng 2015]; alle LoE L1  | Acarbose hemmt die $\alpha$ -Glucosidase, ein Enzym, welches die Aufspaltung von Polysacchariden in Monosaccharide im Darm bewirkt, wodurch ein Anstieg der Blutglukosewerte nach den Mahlzeiten vermindert wird.  | Nein               |
| Biguanide (Metformin)<br>[Andújar-Plata 2012; Bailey 2017; Scheen 2013; Wiernsperger 1999]; alle LoE L1   | Metformin bewirkt eine verminderte Glukoneogenese (Hemmung der Neubildung von Glukose in der Leber) und verbessert über eine Gewichtsreduktion auch die periphere Verwertung von Glukose.  | Nein               |
| Thiazolidindione (Glitazone)<br>[Ezer 2012; Klotz 2001]; beide LoE L1   | Glitazone bewirken eine Erhöhung der Insulinempfindlichkeit im Fettgewebe, der Skelettmuskulatur und der Leber (sog. Insulin-Sensitizer).  | Nein               |
| DPP-4-Inhibitoren (Dipeptidylpeptidase-4-Inhibitoren; Glipatine)<br>[Cahn 2016; Karagiannis 2012; Kawalec 2014; Wu 2014]; jeweils LoE L1            | Gliptine verhindern durch Hemmung des Hormons Dipeptidylpeptidase-4 (DPP-4) den Abbau des Hormons Glucagon-like Peptid 1 (GLP-1). Dieses Darmhormon führt nach Nahrungsaufnahme in Abhängigkeit vom Blutglukosespiegel zu einer Steigerung der Insulinsekretion. | Nein               |
| SGLT-2-Inhibitoren (Sodium Dependent Glucose Transporter 2 Inhibitoren)<br>[Kawalec 2014; Nathan 2016; Rosenwasser 2013; Scheen 2015];, alle LoE L1 | SGLT-2-Inhibitoren fördern die Ausscheidung von Glukose über die Niere und führen somit zu einer Senkung der Blutglukose.  | Nein               |
| Sulfonylharnstoffe<br>[Ben Salem 2011; Brietzke 2015; Inkster 2012]; jeweils LoE L1   | Sulfonylharnstoffe bewirken eine blutglukoseunabhängige Freisetzung von Insulin (insulinotrope Wirkung).   | Ja<br>(++)         |
| Glinide (Sulfonylharnstoff-Analoga)<br>[Ben Salem 2011; Brietzke 2015; Inkster 2012]; jeweils LoE L1  | Glinide bewirken eine blutglukoseunabhängige Freisetzung von Insulin.  | Ja<br>(++)         |
| <b>Injizierbare Antidiabetika</b>   |  |                    |
| Inkretinmimetika (GLP-1-Rezeptor-Agonisten)<br>[Howse 2016; Nauck 2016; Zhang 2017]; alle LoE L1  | Inkretinmimetika bewirken durch Bindung an Glucagon-like Peptid 1 Rezeptoren eine Steigerung der Insulinsekretion nach Nahrungsaufnahme in Abhängigkeit vom Blutglukosespiegel.  | Nein               |

| Medikament  | Hauptwirkung   | Hypoglykämierisiko        |
|---|--|---------------------------|
| <p>Insulin</p> <p>[Ben Salem 2011; Brietzke 2015; Inkster 2012; Vos 2016]; jeweils LoE L1</p>   | <p>Das körpereigene Insulin bewirkt durch die Glukoseaufnahme in peripheren Geweben und die Hemmung der hepatischen Glukoseproduktion (Freisetzung aus der Leber) eine Absenkung des Blutglukosespiegels und führt bei einer zu starken Absenkung zu einer Hypoglykämie.</p>   | <p>Ja</p> <p>(+++)</p>    |
| <b>Andere, nicht-diabetische Medikamente</b>  |  |                           |
| <p>Antibiotika (z. B. Sulfonamide oder Fluorchinolone)</p> <p>[Ben Salem 2011; Inkster 2012; Mehlhorn 2007; Murad 2009]; jeweils LoE L1</p> | <p>Sulfonamid-Antibiotika sind von der chemischen Struktur mit den Sulfonylharnstoffen verwandt. Sie können die Insulinausschüttung fördern und so das Hypoglykämierisiko erhöhen.</p> <p>Fluorchinolone, eine Untergruppe der Chinolone (sog. Gyrasehemmer), können über eine Erhöhung der Plasma-Insulinspiegel das Hypoglykämierisiko erhöhen.</p>  | <p>möglich</p> <p>(+)</p> |
| <p>Antihypertensiva, Antiarrhythmika</p> <p>[Ben Salem 2011; Shorr 1997]; jeweils LoE L1</p>  | <p>β-Blocker (β-Adrenozeptor-Antagonisten) blockieren die β-Adrenozeptoren und hemmen so die Wirkung des Hormons Adrenalin und des Neurotransmitters Noradrenalin. Dadurch können diese Medikamente durch eine Abschwächung oder Maskierung klassischer adrenerger Symptome einer Hypoglykämie zu einer Beeinträchtigung der Hypoglykämiewahrnehmung führen und so indirekt das Hypoglykämierisiko erhöhen.</p> <p>Das Hormon Angiotensin spielt eine wesentliche Rolle bei der Regulation des Blutdrucks (Renin-Angiotensin-Aldosteron-System). ACE-Hemmer (Angiotensin Converting Enzyme Inhibitoren) können die blutglukosesenkende Wirkung oraler Antidiabetika und von Insulin verstärken und somit das Hypoglykämierisiko erhöhen.</p> | <p>möglich</p> <p>(+)</p> |
| <p>NSAID (z. B. Salicylsäure)</p> <p>[Ben Salem 2011; Inkster 2012; Li 2007]; alle LoE L1</p>   | <p>Acetylsalicylsäure (ASS, Aspirin) kann zu einer Störung der Leberfunktion führen und durch eine Hemmung der hepatischen Glukoseproduktion (Freisetzung von Glukose aus der Leber) das Hypoglykämierisiko erhöhen.</p>   | <p>möglich</p> <p>(+)</p> |

## Anhang F Typische Auswirkungen einer Unterzuckerung auf das Fahrverhalten

### Informationen für Ermittlungsbehörden, forensische Gutachter und sonstige Verfahrensbeteiligte

*Eva Küstner, Oliver Ebert*

Eine Unterzuckerung (Hypoglykämie) führt durch den dadurch ausgelösten Energiemangel im Gehirn zu progredienten kognitiven und motorischen Ausfallerscheinungen.

Ermittlungsbehörden und auch forensischen Gutachtern ist nicht immer bekannt, dass die Schuldfähigkeit eines Menschen im Zustand der Hypoglykämie bereits dann schon massiv vermindert sein oder gänzlich fehlen kann, wenn der Betroffene selbst oder die Umgebung noch keine Auffälligkeiten wahrnehmen.

Für einen fixen Schwellenwert bzw. einen konkreten Blutzucker-Grenzwert, bei dem erste Leistungseintrüchtigungen mit Auswirkung auf die Fahrfähigkeit verbunden sind, gibt es keine wissenschaftliche Evidenz [Deutsche Diabetes Gesellschaft 2023]. Manche Betroffene zeigen bereits bei Blutzuckerwerten von 70 mg/dl erste Ausfallerscheinungen, während andere Patienten selbst bei deutlich niedrigeren Werten noch weitgehend uneingeschränkt sind. Der Betroffene kann dabei einerseits durch die Hypoglykämie zwar kognitiv schon derart eingeschränkt sein, dass er den Zustand seiner Fahruntauglichkeit nicht mehr erkennt oder zwar erkennt, aber nicht mehr adäquat behandeln kann. Trotzdem kann er motorisch aber noch durchaus in der Lage sein, das Fahrzeug selbst längere Strecken mehr oder weniger sicher zu bewegen. Bei Bewertung der Schuldfähigkeit ist auch zu berücksichtigen, dass es bei ausgeprägten Hypoglykämien zu unvernünftigen Verhaltensweisen, z.B. einer Verweigerungshaltung, kommen kann. Diese resultieren oft aus einer temporären Unfähigkeit, in diesem Zustand noch rationale und reflektierte Entscheidungen treffen zu können.

Ein weiteres Problem für die Aufklärung der Unfallursache: Bei massiven Hypoglykämien kommt es zu körpereigenen Gegenregulationen (Glukagon-, Cortisol-, Adrenalinausschüttung) um diese potentiell lebensgefährliche Situation zu beenden [Deutsche Diabetes Gesellschaft 2023]. Auch kann infolge des Unfallschocks die zusätzliche Ausschüttung von Cortisol und Adrenalin als Stressantwort zu einem rapiden Blutzuckeranstieg führen. Vielmals reicht dieser „Energieschub“ aus, um den Betroffenen wieder in die Lage zu versetzen, eine rationale Entscheidung zu treffen und die noch bestehende Hypoglykämie durch Aufnahme schneller Kohlenhydrate zu behandeln. Gegenregulation und/oder Hypobekämpfung können so kurz nach dem Unfall wieder zu einer normalen Stoffwechsellage oder gar zu einer hyperglykämischen Lage führen.

Eine von Unfallhelfern vorgenommene Glukosebestimmung bzw. eine im Rahmen der Ermittlungen durchgeführte Blutprobe können ex post daher keinen sicheren Nachweis mehr für eine vorausgegangene und unfallursächliche Hypoglykämie erbringen.

Normale oder hohe Glukosewerte, die erst nach einem Unfall erhoben werden, lassen daher auch nicht den Rückschluss zu, dass zum Zeitpunkt des Unfalls keine Hypoglykämie vorgelegen hat.

Hinreichende Anzeichen für eine dem Unfall vorausgegangene hypoglykämiebedingte Beeinträchtigung der Fahrfähigkeit können sich in Tatgeschehen bzw. Zeugenaussagen beispielsweise wie folgt widerspiegeln:

- ruckartiges Anfahren und plötzliches Bremsen
- Schlangenlinien bzw. auffälliges Fahren am Fahrbahnrand
- Rapide Ausweich- und Gegenlenkbewegungen
- Weiterfahrt trotz Kollision mit Leitplanke/Leitpfosten

- Situationsunangemessene zu langsame Geschwindigkeit
- Starre Blickrichtung des Fahrers
- Krampfhaftes Festhalten des Lenkrads
- Objektiv ersichtlich unvernünftiges Fahrverhalten, z.B. Fahrt auf Straßenbahnschienen, Fahrt in Gegenrichtung bzw. auf Gegenfahrbahn.

Sofern der Betroffene ein System zur kontinuierlichen Glukose-Messung einsetzt, stehen meist Aufzeichnungen des Glukoseverlaufs zur Verfügung. Die Genauigkeit und Präzision solcher Systeme kann jedoch durch zahlreiche Faktoren erheblich beeinflusst werden, welche sich auf die Beweiseignung und Beweisqualität der damit erhobenen Messdaten auswirken können.

1. Systeme zur manuellen blutigen Selbstmessung des Glukosewerts im kapillaren Vollblut oder Plasma (typischerweise im Finger) müssen medizinprodukterechtlich die normativen Anforderungen der ISO 15197:2016 erfüllen. CGM-Systeme bzw. die zugehörigen Sensoren beruhen auf einem anderen Messverfahren; diese messen den Glukosewert subkutan in der interstitiellen Gewebsflüssigkeit. Für solche Systeme gibt es bislang noch keine verbindlichen Präzisions- und Genauigkeitsvorgaben. Die Ergebnisqualität der derzeit verfügbaren CGM-Systeme ist auch nicht einheitlich.
  - Es kommt in der Praxis immer wieder zu unterschiedlichen Messergebnissen, wenn Betroffene Sensoren unterschiedlicher Hersteller gleichzeitig tragen oder zum Vergleich den Blutzuckerwert bestimmen. In einer aktuellen Studie zeigen sich ebenfalls Differenzen zwischen unterschiedlichen Sensorherstellern, zu blutigen Selbst- und zu Labormessungen
  - Unterschiede zwischen den Sensor-Glukosemesswerten aus der interstitiellen Flüssigkeit und dem Kapillarblut können vor allem in Phasen beobachtet werden, in denen sich der Blutzuckerspiegel rasch ändert, z. B. nach dem Essen, einer Insulingabe oder sportlicher Betätigung.
  - In der Praxis zeigen sich gelegentlich bei neu angelegten oder fast abgelaufenen Sensoren erhebliche Fehlmessungen / Unterschiede zur blutigen Messung oder zum Laborwert.
  - Zu allen derzeit marktverfügbaren CGM-Systemen liegen Patientenberichte vor, dass immer wieder einzelne Sensoren erhebliche Fehlmessungen erzeugen, vorzeitig ausfallen und/oder sonstige Qualitätsmängel aufweisen. Diese Mängel sind wahrscheinlich chargenabhängig und werden mitunter auch erst nach einiger Zeit erkennbar.
  - Besonders unangenehme Folgen können eintreten, wenn das CGM einen (noch) im Normalbereich liegenden Messwert liefert, während der tatsächliche Wert (bereits) im hypoglykämischen Bereich liegt.
2. Bei der Beweiswürdigung von CGM-Daten sollte ferner berücksichtigt werden:
  - Der Abfall der Blutglukose und ein entsprechender Abfall der Glukosekonzentration im subkutanen Gewebe erfolgen nicht zeitgleich; die zeitliche Differenz kann bis zu 20 Minuten betragen.
  - Wenn zum Zeitpunkt der Messung die Zeiteinstellungen des CGM nicht richtig eingestellt waren, dann kann dies eine spätere Zuordnung von Glukosewert und Uhrzeit erschweren oder verfälschen
  - Manche rtCGM-Systeme erfordern eine Kalibration auf Basis blutiger Selbstmessungen.
  - Eine gestörte Durchblutung, zum Beispiel durch äußeren Druck auf die Umgebung des Sensors, kann zu falsch niedrigen Gewebs-Glukosewerten führen.
  - Die Ergebnisqualität kann im Einzelfall bzw. systemabhängig durch Substanzen im Blut beeinflusst werden, dies können sowohl endogene Substanzen sein, die bereits im Körper vorhanden sind, aber auch Medikamente oder Nahrungsbestandteile (z.B. Paracetamol, Vitamin C).

- Die Ergebnisqualität kann auch durch die Körperstelle beeinflusst sein, an welcher der Sensor angebracht ist, beispielsweise wenn der Sensor auf einem Muskel oder Lipom liegt oder nicht bestimmungsgemäß an einer der vom Hersteller vorgegebenen Körperstellen angebracht ist.
- Auch eine Exposition der Körperstellen, an denen der Sensor angebracht ist, gegenüber äußerlichen Faktoren, beispielsweise starker Sonneneinstrahlung, Gebläse durch Klimaanlage oder Aufenthalt in Sauna/Wasser kann die Qualität der vom CGM gelieferten Ergebnisse temporär beeinflussen.

Ausführlich Informationen zu kontinuierlicher Glukosemessung, automatischer Insulinzufuhr und den Limitationen der Technologie finden sich im Kapitel 4.1.4.2 dieser Leitlinie.



## Anhang G Empfehlungen für Kraftfahrer mit Diabetes und Unterzuckerungsrisiko

**Einige Medikamente zur Diabetesbehandlung – Insuline, Glinide und Sulfonylharnstoffe - können Unterzuckerungen auslösen.**

**Für Menschen mit Diabetes, die sich mit solchen Medikamenten behandeln, gelten für die Teilnahme am Straßenverkehr die folgenden Empfehlungen. Diese dienen der eigenen Sicherheit und der Sicherheit der anderen Verkehrsteilnehmer.**

Das Unfallrisiko für Menschen mit Diabetes mellitus ist höher bei einer Behandlung mit Medikamenten, die eine Unterzuckerung auslösen können. Das gilt besonders für die Neueinstellungsphase auf das neue Medikament. Auch im Zusammenhang mit Stoffwechselentgleisungen, Folge- oder Begleiterkrankungen kann das Unfallrisiko steigen.

Wenn Sie die folgenden Empfehlungen beherzigen und alles für den Notfall dabeihaben, tragen Sie ganz erheblich zu einer sicheren Teilnahme am Straßenverkehr bei.

1. Ihr Arzt soll mit Ihnen besprechen, ob bei Ihnen ein höheres Unfallrisiko besteht und wie Sie sich im Straßenverkehr sicher verhalten können.
2. Neben Unterzuckerungen und Glukoseschwankungen können auch andere Diabetes-Probleme wie Nervenschädigung an den Beinen oder Schlaf-Apnoe-Syndrom die sichere Teilnahme am Straßenverkehr gefährden. Sprechen Sie hierüber mit Ihrem Arzt.
3. Falls Sie ein höheres Risiko für Unterzuckerungen haben, sollen Sie im Straßenverkehr Unterzuckerungen konsequent vermeiden. Ihr Arzt soll mit Ihnen darüber sprechen, wie Sie Unterzuckerungen sicher vermeiden können. Nehmen Sie an einer Schulung teil.
4. Besprechen Sie mit Ihrem Arzt Ihren persönlichen Glukosezielbereich vor Fahrtantritt. Sie müssen sicherstellen, dass Sie vor Fahrtantritt einen für Sie ausreichend hohen Glukosewert aufweisen. Die Empfehlung ist in den meisten Fällen 90 mg/dl (5 mmol/l) oder höher; für Schwangere 80 mg/dl (4,4 mmol/l) oder höher, um das Risiko einer Hypoglykämie während der Fahrt zu minimieren und diese zu verhindern.

Hier können Sie Ihre persönlichen Zielwerte notieren:

Ihre Glukose vor Fahrtantritt sollte zwischen \_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_ mg/dl / mmol/l liegen.

5. Treten Sie die Fahrt nicht an, wenn Sie eine Unterzuckerung feststellen oder vermuten.
6. Überprüfen Sie vor Fahrtantritt ihren Glukosewert und den Trendpfeil, falls Sie mit einem CGM messen.
7. Falls Ihr Wert unter Ihrem Zielwert liegt, müssen Sie schnell wirkende Kohlenhydrate zu sich nehmen. Es dauert einige Minuten, bis der Glukosewert angestiegen ist.
8. Wenn Sie ein CGM nutzen, muss die Alarmfunktion eingeschaltet sein. Stellen Sie die Alarmgrenzen so ein, dass Sie rechtzeitig vor einer Unterzuckerung gewarnt werden.
9. Halten Sie für den Fall, dass unterwegs eine Unterzuckerung auftritt, im Fahrzeug ausreichende Mengen schnell wirksamer Kohlenhydrate griffbereit.
10. Informieren Sie Ihre Beifahrer, wo der Traubenzucker liegt.
11. Nehmen Sie auf längere Fahrten zur Sicherheit ein Blutzuckermessgerät mit.

12. Wenn Sie während der Fahrt eine Unterzuckerung bemerken, unterbrechen Sie die Fahrt unverzüglich. Das bedeutet: Haltemöglichkeit suchen, raus aus dem fließenden Verkehr und Motor ausschalten. Nehmen Sie sofort schnell wirksame Kohlenhydrate zu sich und warten Sie mit der Weiterfahrt, bis die Unterzuckerung sicher überwunden ist. Bedenken Sie, dass Sie infolge sehr niedriger Blutglukosewerte weitere Unterzuckerungen bekommen können und diese eventuell schlechter wahrnehmen.
13. Null Promille während der Fahrt: Alkohol erhöht das Unfallrisiko enorm. Ein Restalkoholspiegel steigert zudem Ihr Unterzuckerungsrisiko.
14. Fahren Sie niemals während einer Entgleisung mit sehr hohen Glukosewerten und deutlichen Symptomen. Dies kann zu Fahrfehlern führen.
15. Während Ihr Diabetes neu eingestellt oder auf ein neues Medikament umgestellt wird, kann es zu vorübergehenden Einschränkungen Ihrer Fahrsicherheit kommen, was z.B. zu einem vorübergehenden ärztlichen Fahrverbot führen könnte. Das gilt besonders dann, wenn das Sehen beeinträchtigt ist oder wenn Ihre Glukosewerte stark schwanken. Ausgeprägte Sehstörungen und starke Schwankungen der Glukose erhöhen das Unfallrisiko. Lassen Sie sich lieber fahren.
16. Passen Sie Ihre Fahrweise an und denken Sie daran, regelmäßige Pausen einzulegen. In einer Pause können Sie nach Ihrem Glukosewert schauen und mit einem sicheren Gefühl weiterfahren. Die Bedienung von Messgerät, Insulinpumpe oder Lesegerät/Handy ist nach den geltenden Bestimmungen nur bei stehendem Fahrzeug mit abgestelltem Motor zulässig. Das Ablesen von Glukosewert und Trendpfeil von einem Glukosemesswert oder Monitor in einer Halterung am Armaturenbrett ist während der Fahrt aber erlaubt, auch wenn dafür der Monitor des Gerätes kurz angetippt werden muss und die Aufmerksamkeit für den Verkehr nicht beeinträchtigt ist.
17. Lassen Sie sich regelmäßig ärztlich untersuchen und beraten. Dazu gehört auch die regelmäßige Augenarztkontrolle. Beachten Sie, dass Sie nach bestimmten ärztlichen Untersuchungen (z. B. Weitstellung der Pupillen beim Augenarzt) vorübergehend fahruntüchtig sind!
18. Wenn Sie beruflich ein Fahrzeug führen, informieren Sie im Interesse Ihrer eigenen Sicherheit Ihren zuständigen Betriebsarzt über Ihre gesundheitliche Situation.

**Für den behandelnden Arzt:**

Bitte beachten Sie unbedingt folgende Hinweise:

- Diese Empfehlungen ersetzen nicht das Aufklärungsgespräch.
- Dem Patienten sollte eine Kopie dieser Empfehlungen ausgehändigt werden.
- Sofern aus medizinischer Sicht keine Fahrsicherheit (mehr) besteht, muss der Patient ausdrücklich und ausführlich darüber aufgeklärt werden, dass aufgrund der gesundheitlichen Einschränkungen derzeit keine motorisierte Teilnahme am Straßenverkehr möglich ist. Das Aufklärungsgespräch sollte möglichst umfassend und nachvollziehbar in der Patientenakte dokumentiert werden.
- Die nächste Seite (Bestätigung des Patienten, dass er aufgeklärt wurde) ist für Ihre Patientenakte bestimmt.

Hiermit erkläre ich, dass ich die oben aufgeführten **Empfehlungen für Kraftfahrer mit Diabetes und Unterzuckerungsrisiko** zur Kenntnis genommen und verstanden habe. Im Rahmen der Schulung / Auffrischungsschulung bin ich über die umseitigen Empfehlungen eingehend informiert und aufgeklärt worden.

Ich habe die Empfehlungen verstanden und keine Fragen mehr.

Ich bin darüber aufgeklärt worden, dass ich wegen (nichtzutreffendes streichen):

- Stoffwechseldekompensation
- Ersteinstellung auf Sulfonylharnstoffe
- Ersteinstellung auf Insulin
- Ersteinstellung auf ein Glinid
- Hypoglykämiewahrnehmungsstörung
- Wiederholter schwerer Hypoglykämien
- Folgeerkrankungen des Diabetes (\_\_\_\_\_)

bis zum Erreichen einer stabilen Stoffwechsellage und Stabilisierung der Sehstörung kein Fahrzeug führen darf.

\_\_\_\_\_  
 Name                                      Vorname                                      geb.

\_\_\_\_\_, den.....Unterschrift: \_\_\_\_\_

Praxisstempel

## Anhang H Hinweise zur Teilnahme am Straßenverkehr mit einem System zur kontinuierlichen Glukosemessung (CGM)

(Oliver Ebert)

*Liebe Patientin, lieber Patient,*

*der Einsatz eines CGM bringt zusätzliche Sorgfaltspflichten für die Teilnahme am Straßenverkehr mit sich – egal ob als Fußgänger, auf dem Fahrrad oder mit dem Kraftfahrzeug.*

*Bitte beachten Sie daher unbedingt die nachstehenden Hinweise*

### **Alarme und Warnungen aktivieren und Lautstärke anpassen**

Stellen Sie vor Fahrtantritt sicher, dass folgende Schwellenwerte für die Alarmierung in Ihrem eingestellt sind, der Alarm aktiviert und auch nicht auf stumm geschaltet ist:

|              |                      |
|--------------|----------------------|
| Hypo-Warnung | <= mg/dL / <= mmol/L |
| Hypo-Alarm   | <= mg/dL / <= mmol/L |

Achten Sie darauf, dass Sie eine etwaige Alarmierung des CGM während der Fahrt auch sicher wahrnehmen können. So dürfen beispielsweise laute Musik im Auto oder Fahrgeräusche (Motorrad, Cabrio) nicht dazu führen, dass Sie den Alarm überhören.

### **Wichtig: Sensormessung ist nicht direkt vergleichbar mit Selbstmessung im Blut**

Eine Selbstmessung mit Teststreifen basiert auf einem anderen Verfahren als die Sensormessung des CGM. Der Sensor kann daher oft ein anderes Ergebnis anzeigen als eine zeitgleich durchgeführte blutige Messung ergeben würde; meist „hinkt“ der Sensorwert einige Zeit hinterher. Gerade bei sehr schnell absinkendem Blutzucker kann dies sehr gefährlich sein: möglicherweise warnt das CGM dann zu spät, d.h. wenn Sie sich tatsächlich schon in einer Hypo befinden und bereits in Ihrem Entscheidungs- und Reaktionsvermögen beeinträchtigt sind. Beachten Sie daher unbedingt die Trendanzeige des CGM. Seien Sie besonders achtsam, wenn der Sensorwert auf 100mg/dL/ 5.5 mmol/L absinkt. Sinkt der Glukosewert weiter bzw. zeigt der Trendpfeil nach unten, dann sollten Sie besser eine Fahrpause einlegen.

Vor allem bei längeren Fahrten sollten Sie durch Messungen des Blutzuckers zwischendurch kontrollieren, ob das CGM-System wirklich zuverlässige Werte liefert.

### **Regelmäßige Prüfung, ob Datum/Uhrzeit korrekt eingestellt sind**

Prüfen Sie vor Fahrtantritt, ob Datum und Uhrzeit des CGM richtig eingestellt sind. Denn im Falle eines Unfalls kann es fatale Auswirkungen haben, wenn die Sensordaten nicht zum Unfallzeitpunkt passen.

### **Das CGM darf nicht zur Ablenkung führen**

Aufgrund der Ablenkungsgefahr dürfen Sie das CGM während der Fahrt nicht bedienen (§ 23 Abs. 1a StVO). Wichtig: Das Handyverbot am Steuer gilt auch dann, wenn das Smartphone als Empfangsgerät für das CGM dient, es gibt keine Ausnahmeregelung! Nutzen Sie daher ggf. eine Handy-Halterung, um das Display des CGM dauerhaft im Blickfeld zu platzieren.

**Regelmäßige Funktionskontrollen erforderlich**

Vertrauen Sie nicht blind auf die Technik! Prüfen Sie daher vor Fahrtantritt sowie in regelmäßigen Fahrpausen, ob das System (noch) funktionsfähig ist, insbesondere ob die Verbindung zwischen Sensor, Transmitter und Empfänger nicht unterbrochen ist. Stellen Sie auch sicher, dass der Empfänger über ausreichende Stromversorgung verfügt und die Funkverbindung zum Sensor nicht beispielsweise durch dicke Kleidung beeinträchtigt wird.

**Herstellervorgaben zu Kalibration bzw. blutigen Gegenmessungen beachten**

Sofern das CGM-System eine Kalibration benötigt, ist diese unbedingt entsprechend der Herstellervorgabe vorzunehmen. Befolgen Sie genau die Hinweise aus der Bedienungsanleitung des CGM, ob und in welchen Situationen sicherheitshalber eine blutige Gegenmessung durchgeführt werden muss. Kalibrations- und Gegenmessungen sollten unbedingt dokumentiert werden.

Denken Sie daran, dass der Sensor ausfallen oder versehentlich abgerissen werden kann. Führen Sie bei der Fahrt daher ein funktionsfähiges Blutzuckermessgerät und Teststreifen mit.

**Richtiges Verhalten bei Hypo-Alarmierung**

Im Falle einer Alarmierung sollten Sie das Fahrzeug zunächst schnellstmöglich sicher anhalten, um Gefahren für sich und andere zu vermeiden. Sie dürfen zur Not dazu auch auf den Standstreifen fahren. Erst dann sollten Sie den Wert ablesen bzw. die Unterzuckerung bekämpfen. Sofern erforderlich, unbedingt Warnblinkanlage einschalten und das Fahrzeug schnellstmöglich sicher verlassen; nach Hypobekämpfung ggf. Warndreieck aufstellen.

Ich habe diese Hinweise verstanden und keine Fragen mehr. Eine Kopie dieses Aufklärungsblattes wurde mir ausgehändigt

\_\_\_\_\_  
Name                      Vorname                      geb.

\_\_\_\_\_, den.....Unterschrift: \_\_\_\_\_

Praxisstempel

## Anhang I Diabetes and Driving

(übernommen von "Second European Working Group on Diabetes and Driving: Diabetes and Driving in Europe" S. 12f)

| Diabetes and Driving – regulations in selected states  |                 |  |  |  |  |                                    |  |
|--|-----------------|--|--|--|--|------------------------------------|--|
| Country<br>source of information   | Driver<br>Group | Type 2<br>diet alone   | Type 2<br>diet + tablets   | Type 1/2<br>insulin-treated  | single<br>hypoglycaemic<br>episodes                        | instable, risk of<br>hypoglycaemia | end organ<br>effects                                   |
| <b>EU</b><br>Annex III<br>Council Directive<br>91/439/EEC  | 1               | subject to authorised medical opinion<br>and regular appropriate check-ups   |  |  | not explicitly mentioned                                   |                                    |  |
|  | 2               | subject to authorised medical opinion and<br>regular appropriate check-ups   |  | very exceptional cases<br>authorised med. opin.<br>regular med. check-ups  |  |                                    |  |
| <b>Belgium</b><br>Presentation of Paul van<br>Crombrugge   | 1               | diet, metformin, glitazones:<br>certification of GP<br>regular follow-up<br>compliance<br>limitation 5 / 3 years   | other OHD, insulin:<br>certification of specialist<br>regular follow-up<br>compliance, education<br>limitation 3 / 5 years   |  | not explicitly<br>mentioned                                | refusal/revocation                 | "no significant<br>complications"                      |
|  | 2               | diet, metformin, glitazones:<br>eval. by occupational physician<br>after advice by specialist<br>regular medical follow-up<br>compliance<br>limitation 3 years | other OHD, insulin:<br>exceptional cases<br>eval. by occupational physician<br>after advice by specialist<br>regular medical follow-up<br>compliance, education, self-<br>monitoring, good traffic perf.<br>limitation 3 years |  |  |                                    |  |
| <b>Denmark</b><br>Trafikministeriets<br>bekendtgørelse om<br>kørekort 2000<br>Trafikministeriets<br>cirkulære 2000 | 1               | certification of GP<br>limitation 5 years<br>appropriate review  | certification of GP<br>limitation 5 years<br>no hypo in last 2<br>years  | certif. of medic. officer<br>limitation 2 years<br>no hypo in last 2 years | 2 years after hypo:<br>certification of<br>medical officer | refusal/revocation                 | not explicitly<br>mentioned                            |
|  | 2               | certification of GP<br>limitation 5 years<br>appropriate review  | certification of<br>medical officer<br>limitation 2 years  | very except. cases<br>certif. of public health<br>department               | 2 years after hypo:<br>certification of<br>medical officer |                                    |  |
| <b>Germany</b><br>"Begutachtungs-Leitlinien<br>zur Kraftfahrereignung"<br>BAST 2000                                | 1               | no restriction if satisfactory control and awareness of hypo   |  |  | driving ban until<br>satisfactory control                  | refusal/revocation                 | dependent<br>on degree,<br>vision tests<br>recommended |
|  | 2               | exceptional cases<br>no hypo for 3 month<br>3 yearly review GP   |  | very except. cases<br>certific. of specialist<br>2 yearly review           |  |                                    |  |



### Diabetes and Driving – regulations in selected states

| Diabetes and Driving – regulations in selected states  |                 |  |  |   |  |  |   |
|--|-----------------|--|--|---|--|--|---|
| Country<br>source of information   | Driver<br>Group | Type 2<br>diet alone   | Type 2<br>diet + tablets   | Type 1/2<br>insulin-treated   | single<br>hypoglycaemic<br>episodes  | instable, risk of<br>hypoglycaemia                         | end organ<br>effects  |
| <b>Great Britain</b><br>For medical practitioners<br>"At a glance"<br>DVLA 9-2004  | 1               | not notifiable if no complications   | licence till 70 if no complications  | 1,2 or 3 year licence awareness of hypo visual standards  | driving ban until satisfactory control certification of GP                   | driving ban until satisfactory control certification of GP | dependent on degree   |
|  | 2               | not notifiable if no complications   | licencing if no complications possibly short period licence  | exceptional cases 1 yearly review   | refusal/revocation recommended   | refusal/revocation recommended                             |   |
| <b>Spain</b><br>Annex IV. National Regulation for drivers (Royal Decree-law 772/97 modified by Royal Decree-law 1598/04) | 1               | No restriction. It is not allowed DM with severe metabolic problems that required hospital attendance. | Conditional licence with medical (GP) certificate* mandatory   | Specialized report* is mandatory. Renewal every 4 years.  | Not explicitly mentioned   | no repeated hypoglycaemic episodes                         | In accord to "Spanish medical rules for drivers", (see legal reference): visual, neurological and renal sections. |
|  | 2               |  | Specialized report* is mandatory. Renewal every 3 years.   | Specialized report* is mandatory. Renewal every year.   |  |  |   |
|  |                 |  | (*Note: all medical reports need to have references about: treatment control, hypoglycaemia control and adequate diabetological education) |   |  |  |   |
| <b>The Netherlands</b><br>Regeling eisen 2000  | 1               | no restriction if satisfactory control and free of complications limitation 5 years                    |  | no restriction if satisf. control, free of complic. limitation 5 years  | not explicitly mentioned   | refusal/revocation   | depend. on degree eye examination recomm. after 20 years of diabetes  |
|  | 2               |  |  | exceptional cases certif. of specialist satisfactory control free of complications self-monit., compliance limitation 3 years |  |  |   |
| <b>Australia</b><br>"Assessing fitness to drive"<br>Australian Transport Council 2003                                    | 1               | no restriction not notifiable GP review recomm.  | not notifiable 5 yearly review   | conditional licence certification of GP 2 yearly review awareness of hypo   | driving ban 6 weeks control of specialist crash: notification                | refusal/revocation   | depend. on degree conditional licence certification of GP   |
|  | 2               | no restriction not notifiable GP review recomm.  | conditional licence certific. of specialist 1 yearly review high compliance agents with min. risk awareness of hypo                        | conditional licence certific. of specialist 1 yearly review high compliance agents with min. risk awareness of hypo           | driving ban, duration according to opinion of specialist crash: notification |  | depend. on degree conditional licence certific. of specialist   |

## Anhang J Bescheinigung über die ärztliche Untersuchung (Checkliste)

"ASU \_ Arbeitsmedizin - Sozialmedizin - Umweltmedizin", 09/2023, Gentner-Verlag, Stuttgart

| 8   SCHWERPUNKTTHEMA   |  | SCHWERPUNKTTHEMA   9   |  |
|--|--|--|--|
| Anlage 2   |  |  |  |
| <b>Bescheinigung über die ärztliche Untersuchung (Checkliste)</b><br>Von Bewerbern um die Erteilung oder Verlängerung einer Fahrerlaubnis der Klassen C, C1, CE, C1E, D, D1, DE, D1E oder die Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung nach § 11 Absatz 9 und § 48 Absatz 4 und 5 der Fahrerlaubnis-Verordnung.   |  |  |  |
| <b>Teil II (dem Bewerber auszuhandigen)</b><br>Familienname, Vorname .....<br>Tag der Geburt .....<br>Ort der Geburt .....<br>Wohnort .....<br>Straße/Hausnummer .....   |  |  |  |
| und der von mir in dem Teil I vorgesehenen Umfang erhobenen Befunde bescheinige ich, dass:<br><input type="checkbox"/> keine Anzeichen für Erkrankungen vorliegen, die die Eignung oder die bedingte Eignung ausschließen können,<br><input type="checkbox"/> Anzeichen für Erkrankungen vorliegen, die die Eignung oder die bedingte Eignung ausschließen können. |  |  |  |
| Nr. ff. Anl. 4 FeV   | Hinweis auf/Befund wie bei   | Ergänzende Bemerkung nach eigener verkehrsmedizinischer Fachkompetenz, Aussagekraft vorliegender ärztlicher Unterlagen und ggf. konsiliarischer Erörterung:  |  |
| <input type="checkbox"/> 2.  | Hochgradige Schwerhörigkeit, (...), ein- oder beidseitig sowie Gehörlosigkeit, ein- oder beidseitig  | <input type="checkbox"/> ohne andere schwerwiegende Mängel<br><input type="checkbox"/> mit fachärztlicher Eignungsuntersuchung<br><input type="checkbox"/> mit regelmäßigen Kontrollen<br><input type="checkbox"/> mit Versorgung und Tragen einer adäquaten Hörhilfe nach dem aktuellen Stand der medizinisch-technisch und audiologisch-technischen Kenntnisse   |  |
| <input type="checkbox"/> 3.  | Bewegungsbehinderungen   | <input type="checkbox"/> Beschränkungen auf bestimmte Fahrzeugarten (werden separat benannt)<br><input type="checkbox"/> mit besonderen technischen Vorrichtungen gemäß ärztlichem Gutachten (liegt vor)<br><input type="checkbox"/> regelmäßige ärztliche Kontrolluntersuchungen  |  |
| <input type="checkbox"/> 4.1   | Herzrhythmusstörungen  | <input type="checkbox"/> ohne anfallsweise Bewusstseinsstörung oder Bewusstlosigkeit (vgl. 4.1.1)<br><input type="checkbox"/> nach erfolgreicher Behandlung<br><input type="checkbox"/> mit kardilogischer Untersuchung (liegt vor)<br><input type="checkbox"/> mit Kontrollen gemäß Begutachtungs-Leitlinien (4.1.2)  |  |
| <input type="checkbox"/> 4.2   | Hypertonie (zu hoher Blutdruck)  | <input type="checkbox"/> ohne zerebrale Symptomatik und/oder Sehstörungen (vgl. 4.2.1)<br><input type="checkbox"/> mit RR <180 mmHg systolisch / <110 mmHg diastolisch<br><input type="checkbox"/> mit fachärztlicher Untersuchung<br><input type="checkbox"/> mit regelmäßigen ärztl. Kontrollen (vgl. 4.2.2)   |  |
| <input type="checkbox"/> 4.4   | Akutes Koronarsyndrom (Herzinfarkt)  | <input type="checkbox"/> mit EF >35% (4.4.1)<br><input type="checkbox"/> vor mehr als 6 Wochen<br><input type="checkbox"/> mit kardilogischer Untersuchung (liegt vor)   |  |
| <input type="checkbox"/> 4.5   | Herzleistungsschwäche (...)  | NYHA <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II<br><input type="checkbox"/> mit EF > 35%<br><input type="checkbox"/> mit fachärztlicher Untersuchung (liegt vor) (4.5.1 und 4.5.2)<br><input type="checkbox"/> mit jährlichen kardilogischen Kontrollen  |  |
| <input type="checkbox"/> 4.6   | Periphere arterielle Verschlusskrankheit   | <input type="checkbox"/> nach Intervention nach einer Woche<br><input type="checkbox"/> nach Operation nach vier Wochen<br><input type="checkbox"/> mit fachärztl. Untersuchung (liegt vor) (4.6.2 und 3)  |  |
| <input type="checkbox"/> 4.6   | Aortenaneurysma  | <input type="checkbox"/> asymptomatisch und Aortendurchmesser bis 5,5 cm (4.6.4)<br><input type="checkbox"/> nach erfolgreicher Operation/Intervention 3 Mon. nach dem Eingriff mit fachärztl. Untersuchung<br><input type="checkbox"/> mit Kontrollen des Aneurysmadurchmessers (4.6.5)   |  |
| <input type="checkbox"/> 5.  | Diabetes mellitus (Zuckerkrankheit)  | <input type="checkbox"/> ohne Neigung zu schweren Stoffwechselentgleisungen (vgl. 5.1)<br><input type="checkbox"/> bei erstmaliger Entgleisung oder neuer Einstellung nach Einstellung (5.2)<br><input type="checkbox"/> bei ausgeglichener Stoffwechsellaage unter Therapie mit oralen Antidiabetika mit niedrigem Hypoglykämierisiko bei guter Stoffwechsel-Führung ohne Unterzuckerung über 3 Monate (5.3)<br><input type="checkbox"/> bei medikamentöser Therapie mit hohem Hypoglykämierisiko (z.B. Insulin) bei guter Stoffwechsel-Führung ohne schwere Unterzuckerung über 3 Monate und ungestörter Hypoglykämiewahrnehmung (5.4)<br><input type="checkbox"/> mit Fachärztlicher Begutachtung alle 3 Jahre (liegt vor) & mit regelmäßigen ärztlichen Kontrollen |  |
| <input type="checkbox"/> 6.1   | Erkrankungen und Folgen von Verletzungen des Rückenmarks   |  |  |
| <input type="checkbox"/> 6.2   | Erkrankung neuromuskulärer Peripherie  |  |  |
| <input type="checkbox"/> 6.3   | Parkinsonsche Krankheit  |  |  |
| <input type="checkbox"/> 6.4   | Kreislaufabhängige Störung des Hirns   |  |  |
| <input type="checkbox"/> 6.5   | Zustände nach Hirnverletzungen und Hirnoperationen, angeborene und frühkindlich erworbene Hirnschäden  |  |  |
| <input type="checkbox"/> 6.6   | Epilepsie  |  |  |
| <input type="checkbox"/> 7.1   | Organische Psychosen   |  |  |
| <input type="checkbox"/> 7.2   | Chronische himnorganische Psychosyndrome   |  |  |
| <input type="checkbox"/> 7.3   | schwere Altersdemenz und schwere Persönlichkeitsveränderungen durch pathologische Alterungsprozesse  |  |  |
| <input type="checkbox"/> 7.4   | Intelligenzminderung   |  |  |
| <input type="checkbox"/> 7.5   | Affektive Psychosen  | <input type="checkbox"/> keine Manie und nur leichte bis mittelschwere Depressionen (vgl. 7.5.1)   |  |
| <input type="checkbox"/> 7.6   | Schizophrenie  |  |  |
| <input type="checkbox"/> 8.1   | Alkohol/Missbrauch (...)   | <input type="checkbox"/> nach Beendigung<br><input type="checkbox"/> Änderung des Trinkverhaltens ist gefestigt (vgl. 8.2)   |  |
| <input type="checkbox"/> 8.2   | Alkohol / Abhängigkeit   | <input type="checkbox"/> nach Entwöhnungsbehandlung<br><input type="checkbox"/> Abhängigkeit besteht nicht mehr<br><input type="checkbox"/> Abstinenz nachgewiesen für in der Regel ein Jahr (vgl. 8.4)  |  |
| <input type="checkbox"/> 9.1   | Einnahme von Betäubungsmitteln im Sinne des Betäubungsmittelgesetzes (ausgenommen Cannabis)  |  |  |
| <input type="checkbox"/> 9.2   | Einnahme von Cannabis  |  |  |
| <input type="checkbox"/> 9.3   | Abhängigkeit von Betäubungsmitteln im Sinne des Betäubungsmittelgesetzes oder von anderen psychoaktiv wirkenden Substanzen                                   |  |  |
| <input type="checkbox"/> 9.4   | Misbräuchliche Einnahme (...) von psychoaktiv wirkenden Arzneimitteln und anderen psychoaktiv wirkenden Stoffen  |  |  |
| <input type="checkbox"/> 9.5   | Betäubungsmittel, andere psychoaktiv wirkende Stoffe und Arzneimittel / Nach Entgiftung und Entwöhnung   | <input type="checkbox"/> einjährige Abstinenz<br><input type="checkbox"/> mit regelmäßigen Kontrollen  |  |
| <input type="checkbox"/> 9.6   | Dauerbehandlung mit Arzneimitteln mit Vergiftung oder mit Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit zum Führen von Kraftfahrzeugen unter das erforderliche Maß |  |  |
| <input type="checkbox"/> 10  | Fortgeschrittene Nierenerkrankungen  | <input type="checkbox"/> erfolgreiche Transplantation mit normaler Funktion<br><input type="checkbox"/> mit ärztlicher Betreuung und Kontrolle<br><input type="checkbox"/> mit jährlicher Nachuntersuchung (10.3)  |  |
| <input type="checkbox"/> 11.1  | Organtransplantation   |  |  |
| <input type="checkbox"/> 11.2  | Tagesschläfrigkeit   | <input type="checkbox"/> nach Behandlung und ohne Vorliegen einer messbaren auffälligen Tagesmüdigkeit (vgl. 11.2.2)<br><input type="checkbox"/> OSAS <input type="checkbox"/> mittelschwer <input type="checkbox"/> schwer <input type="checkbox"/> unter geeigneter Therapie u. keine messbare auffällige Tagesschläfrigkeit<br><input type="checkbox"/> ärztl. Begutachtung (liegt vor)<br><input type="checkbox"/> mit regelmäßigen ärztlichen Kontrollen in einem Abstand von höchstens 1 Jahren (vgl. 11.2.3)  |  |
| <input type="checkbox"/> 11.3  | Schwere Lungen- und Bronchialerkrankungen mit schweren Rückwirkungen auf die Herz-Kreislauf-Dynamik, nämlich:  |  |  |
| <input type="checkbox"/> 11.4  | Störung des Gleichgewichtssinnes   |  |  |
| <input type="checkbox"/>   | Sonstiges/Freitext   |  |  |
| Dr. med. Marie Mustermann / Fachärztin für / Arbeitsmedizin / Verkehrsmedizin (eigene Qualifikation)<br>Datum und Unterschrift .....   |  |  |  |

## Anhang K Thematisierung von „Diabetes im Straßenverkehr“ in anerkannten Diabetes Schulungs- und Behandlungsprogrammen (Bundesamt für soziale Sicherung/Deutsche Diabetes Gesellschaft)

| Schulungsprogramm   | Inhalt zu Thema<br>„Straßenverkehr/<br>Diabetes vorhanden | Thema   | Umfang / Kursstunde     | Anerkennung<br>durch<br>Bundesamt<br>für soziale<br>Sicherung<br>(BAS) | Anerkennung<br>durch<br>Deutsche<br>Diabetes<br>Gesellschaft<br>(DDG) |
|---|---|---|-------------------------|--|---|
| <b>Typ-1-Diabetes</b>   |   |   |                         |  |   |
| Leben mit Typ-1-Diabetes (PRIMAS)   | ja  | Sicher im Straßenverkehr                            | 11. Kursstunde          |  | ja  |
| Leben mit Typ-1-Diabetes (PRIMAS /Zusatzmodul Diabetes und Soziales)  | ja  | Diabetes im Straßenverkehr                          | Thema der Kursstunde    | ja   | ---   |
| Behandlungs- und Schulungsprogramm zur intensivierten Insulintherapie (ICT) für Menschen mit Typ 1 oder Typ 2 Diabetes    | (nein)  | Soziales, Berufswahl                                | 12. Kursstunde; LZ 12.5 | ja   | ja  |
| Selbstbestimmt leben mit Diabetes und Insulinpumpe (INPUT)  | ja  | Diabetes im Straßenverkehr                          | 9. Kursstunde           | ja   | ja  |
| Diabetes bei Kindern: ein Behandlungs- und Schulungsprogramm  | nein  | ---   | ---                     | ja   | ja  |
| Diabetes bei Jugendlichen: ein Behandlungs- und Schulungsprogramm   | ja  | Diabetes und Führerschein                           | Reader 3                | ---  | ja  |
| LINDA - Diabetes Selbstmanagementschulung   | nein  | ---   | ---                     | ja   | ---   |
| <b>Typ-2-Diabetes</b>   |   |   |                         |  |   |
| Behandlungs- und Schulungsprogramm für Typ 2 Diabetes ohne Insulingabe  | nein  | ---   | ---                     | ja   | ja  |
| Schulung für bedarfsgerechte Insulintherapie bei Typ 2 Diabetes   | ja  | Unterzucker beim Autofahren                         | 1. Kursstunde; LZ 1.14  | ja   | ja  |
| Behandlungs- und Schulungsprogramm zur intensivierten Insulintherapie (ICT) für Menschen mit Typ 1 oder Typ 2 Diabetes    | ja  | Unterzucker beim Autofahren                         | 1. Kursstunde; LZ 1.14  | ja   | ja  |
| Mehr Diabetes Selbst-Management für Menschen mit Typ 2 Diabetes, die nicht Insulin spritzen (MEDIAS 2 Basis)              | ja  | Sozialrechtliche Bestimmungen                       | 11. bzw. 7. Kursstunde  | ja   | ja  |
| Mehr Diabetes Selbst-Management für Menschen mit Typ 2 Diabetes, mit einer intensivierten Insulintherapie (MEDIAS 2 ICT)  | ja  | Sozialrechtliche Bestimmungen und Insulinbehandlung | 10. Kursstunde          | ja   | ja  |
| Mehr Diabetes Selbst-Management für Menschen mit Typ 2 Diabetes, mit einer nicht-intensivierten Insulintherapie (MEDIAS 2 | ja  | Diabetes und Beruf, Straßenverkehr                  | 6. Kursstunde           | ---  | ja  |

Nur Ausschnitt aus Datei „Schulung“

## Anhang L Leitlinien/Positionspapiere zum Thema „Diabetes und Fahrsicherheit“ aus anderen Ländern

| Land   | Name (Stand)   | Ausgewählte Empfehlungen  | Verfügbar unter  |
|--------|--|---|--|
| UK     | Position Statement Driving and Diabetes (2015)                   | <p>Menschen mit Diabetes sollten kein Auto fahren, wenn</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>gerade erst mit der Insulintherapie begonnen wurde und ihr Diabetes noch nicht richtig eingestellt ist,</li> <li>Hypoglykämiewahrnehmungsstörungen vorliegen,</li> <li>ihre BG geringer als 4.0 mmol/l ist oder sie sich hypoglykämisch fühlen oder</li> <li>Probleme mit dem Sehvermögen bestehen, die nicht durch Brille oder Kontaktlinsen ausgeglichen werden können.</li> </ul> <p>Menschen mit Diabetes sollte geraten werden,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>lange oder anstrengende Reisen zu vermeiden, wenn sie müde sind,</li> <li>bei Insulinbehandlung die BG während langer Autofahrten regelmäßig zu überprüfen – vorzugsweise alle zwei Stunden.</li> </ul>  | <a href="http://www.diabetes.org.uk/About_us/What-we-say/Diagnosis-ongoing-management-monitoring/Driving-and-diabetes/">www.diabetes.org.uk/About_us/What-we-say/Diagnosis-ongoing-management-monitoring/Driving-and-diabetes/</a> |
| USA    | Diabetes and Driving (2014)                                      | <p>Die Fahreignung von Menschen mit Diabetes soll individuell und nicht nur aufgrund der Diabetesdiagnose beurteilt werden.</p> <p>Ärzte und andere im Gesundheitswesen Tätige, die Menschen mit Diabetes behandeln, sollten mit ihren Patienten regelmäßig das Risiko mit niedriger BG zu fahren, diskutieren.</p> <p>Menschen mit Diabetes sollten angewiesen werden, vor jedem Fahrantritt die BG zu messen und bei längeren Fahrten (1h oder länger), regelmäßig zu überprüfen</p> <p>Niedrige BG-Werte sollten sofort und angemessen behandelt werden.</p> <p>Menschen mit Diabetes und einem Hypoglykämierisiko sollte empfohlen werden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>immer ein BG-Messgerät und angemessene Snacks bei sich zu führen,</li> <li>niemals eine lange Fahrt bei niedrig normaler BG (3,9-5,0mmol/L) ohne prophylaktische KH-Zufuhr zu beginnen,</li> <li>das Fahrzeug sofort zu stoppen, sobald erste Symptome einer niedrigen BG auftauchen,</li> <li>nicht weiter zu fahren, bevor BG und kognitive Funktionen nicht wieder wiederhergestellt wurden.</li> </ul> | <a href="http://care.diabetesjournals.org/content/37/Supplement_1/S97.full.pdf+html">care.diabetesjournals.org/content/37/Supplement_1/S97.full.pdf+html</a>   |
| Kanada | Diabetes and Driving: 2015 Canadian Diabetes Association Updated | <p>Die Überprüfung der Fahreignung bei Menschen mit Diabetes soll auf individueller Basis erfolgen.</p> <p>Alle Fahrer mit Diabetes sollten sich mindestens alle 2 Jahre durch einen Arzt/eine Krankenschwester, die auf</p>  | <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1499267115005675">www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1499267115005675</a>   |

| Land       | Name (Stand)  | Ausgewählte Empfehlungen  | Verfügbar unter  |
|------------|---|---|--|
|            | Recommendations for Private and Commercial Drivers                                      | <p>Diabetesmanagement spezialisiert ist, medizinisch überprüfen lassen</p> <p>Menschen mit Diabetes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sollten wissen, wie man das Auftreten von Hypoglykämien vermeidet, erkennt und ggf. gegensteuert,</li> <li>• die mit Insulin behandelt werden und ein Risiko für Hypoglykämien haben, sollten ihren BZ-Spiegel sofort vor und mindestens alle 2 Stunden während der Fahrt messen oder ein Echt-Zeit CGM-Gerät tragen,</li> <li>• sollten das Fahrzeug anhalten, sich testen und gegensteuern, sobald eine Hypoglykämie oder eingeschränktes Fahren erwarten werden. Sie sollten frühestens 45 Minuten nach der KH-Aufnahme weiterfahren oder wenn ihr BG wieder bei mindestens 5,0mmol/L ist.</li> </ul> |  |
| Australien | Assessing Fitness to Drive for Commercial and Private Vehicle Drivers (S. 56-62) (2012) | <p>Menschen mit Diabetes wird geraten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bei einer BG unter 5mmol/l nicht zu fahren,</li> <li>• ohne zusätzlichen Snack, keine Fahrt, die 2 Stunden oder länger dauert, anzutreten,</li> <li>• die BG vor Fahrtantritt und alle 2 Stunden zu überprüfen,</li> <li>• angemessene Verpflegung bei sich im Fahrzeug mitzuführen, um für den Fall einer eintretenden Hypoglykämie gegenzusteuern</li> <li>• mindestens 6 Wochen nach dem Auftreten einer schweren Hypoglykämie nicht mehr zu Auto zu fahren.</li> </ul>   | <a href="http://www.onlinepublications.austroads.com.au/items/AP-G56-13">www.onlinepublications.austroads.com.au/items/AP-G56-13</a> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Versionsnummer:</b>                   | <b>2.0</b> |
| <b>Erstveröffentlichung:</b>             | 12/2017    |
| <b>Letzte inhaltliche Überarbeitung:</b> | 11/2025    |
| <b>Nächste Überprüfung geplant:</b>      | 11/2030    |

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

**Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online**