



Thomas Züger, Stoffwechszentrum KSO

Ausblick – technologische Neuentwicklungen mit Potential

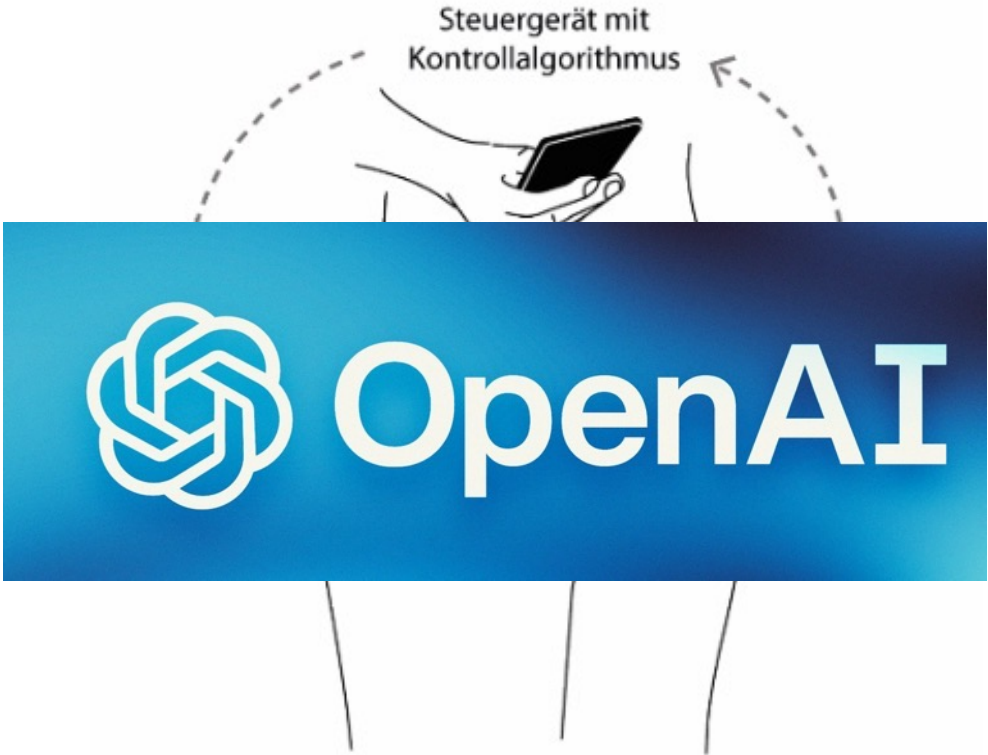
Kantonsspital
Olten

solothurner
spitäler **so**H

100 Jahre Diabetesbehandlung...




1922



Züger T. et al., *Therapeutische Umschau* (2017), 74(8)

T

Mach mir ein Inhaltsverzeichnis für einen Vortrag zu Diabetes und Technologie der Zukunft 

Inhaltsverzeichnis: Diabetes und Technologie der Zukunft



1. Einleitung
 - 1.1 Einführung in das Thema Diabetes
 - 1.2 Bedeutung von Technologie in der Diabetesbehandlung
2. Aktuelle Technologien zur Diabeteskontrolle
 - 2.1 Blutzuckermessgeräte
 - 2.2 Insulinpumpen
 - 2.3 Kontinuierliche Glukosemessung (CGM)
3. Herausforderungen bei der Diabetesbehandlung
 - 3.1 Hypoglykämie und Hyperglykämie
 - 3.2 Krankheitsmanagement und Lebensstiländerungen
 - 3.3 Psychosoziale Aspekte
4. Die Zukunft der Diabetes-Technologie
 - 4.1 Künstliche Bauchspeicheldrüse
 - 4.2 Closed-Loop-Systeme
 - 4.3 Implantierbare Sensoren
 - 4.4 Nichtinvasive Glukosemessung
5. Vorteile und Potenziale der zukünftigen Technologien
 - 5.1 Bessere Blutzuckerkontrolle und Stabilität
 - 5.2 Verbesserte Lebensqualität für Menschen mit Diabetes
 - 5.3 Reduzierung von Langzeitkomplikationen
6. Herausforderungen und Risiken der zukünftigen Technologien
 - 6.1 Kosten und Zugänglichkeit
 - 6.2 Datenschutz und Sicherheit
 - 6.3 Technische Einschränkungen

T

ich habe nur 20 Minuten Zeit!



Inhaltsverzeichnis: Ausblick - Technologische Neuentwicklungen mit Potential in der Diabetes-Therapie (20 Minuten)



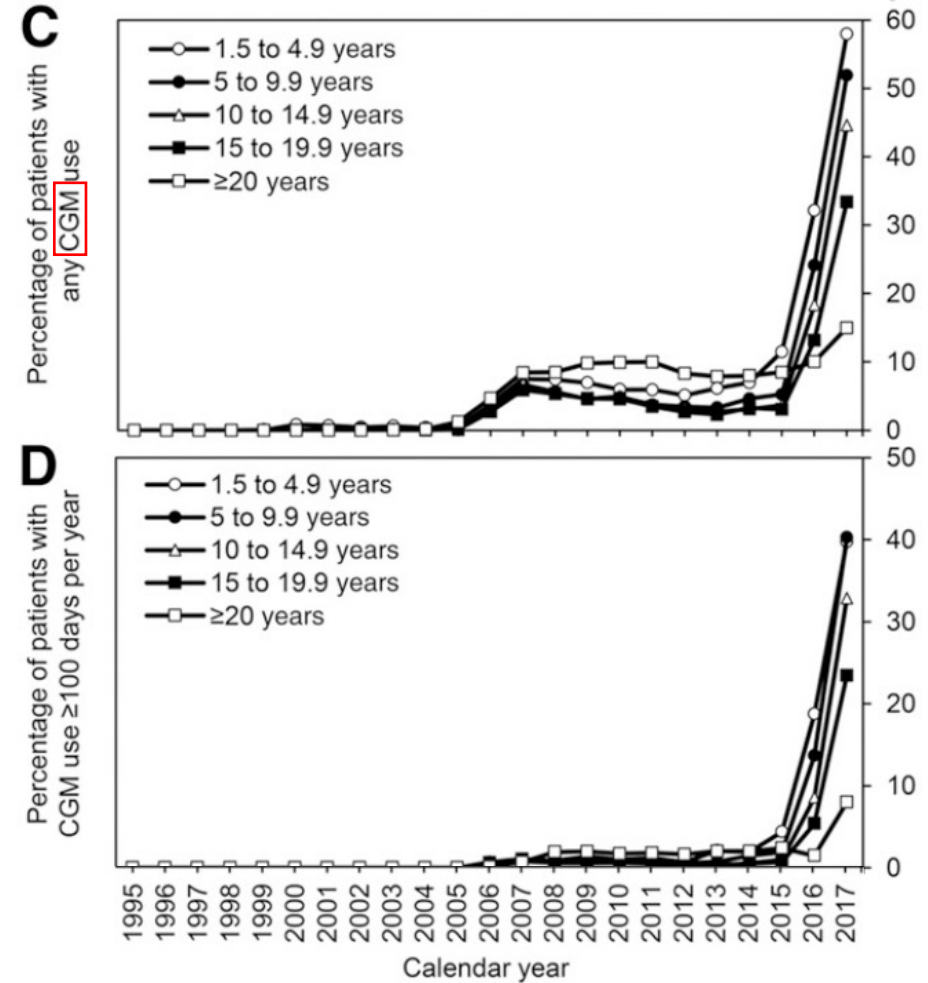
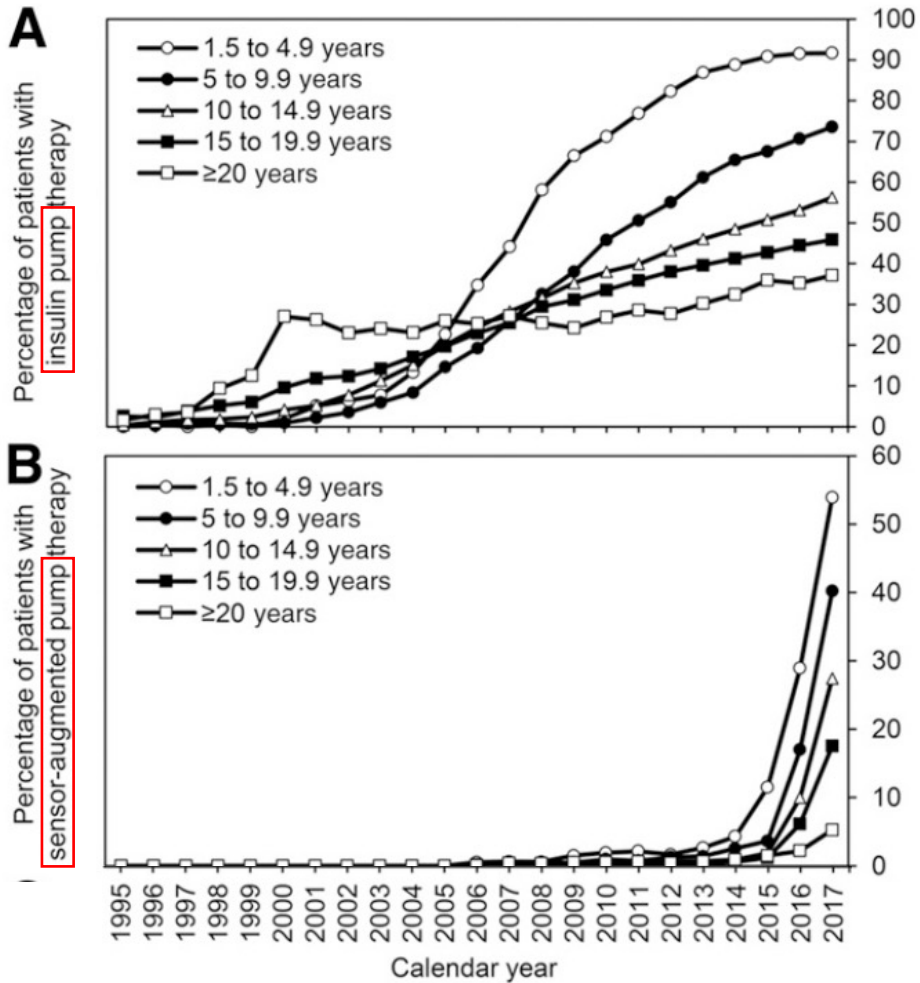
1. Einleitung
 - 1.1 Bedeutung von technologischen Neuentwicklungen in der Diabetes-Therapie
 - 1.2 Aktuelle Herausforderungen in der Diabetes-Behandlung
2. Künstliche Bauchspeicheldrüse
 - 2.1 Funktionsweise und Vorteile
 - 2.2 Automatisierte Insulinabgabe und Glukosekontrolle
 - 2.3 Aktuelle Forschungsansätze
3. Closed-Loop-Systeme
 - 3.1 Definition und Funktionsweise
 - 3.2 Fortschritte und Potenzial in der Diabetes-Therapie
4. Nichtinvasive Glukosemessung
 - 4.1 Technologien und Ansätze zur nichtinvasiven Glukosemessung
 - 4.2 Vorteile und Einschränkungen der nichtinvasiven Messverfahren
5. Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen
 - 5.1 Anwendung von KI in der Diabetes-Therapie
 - 5.2 Vorhersagemodelle und Entscheidungsunterstützungssysteme
6. Fazit
 - 6.1 Zusammenfassung der technologischen Neuentwicklungen
 - 6.2 Potenzial für die Verbesserung der Diabetes-Therapie
7. Fragen und Diskussion



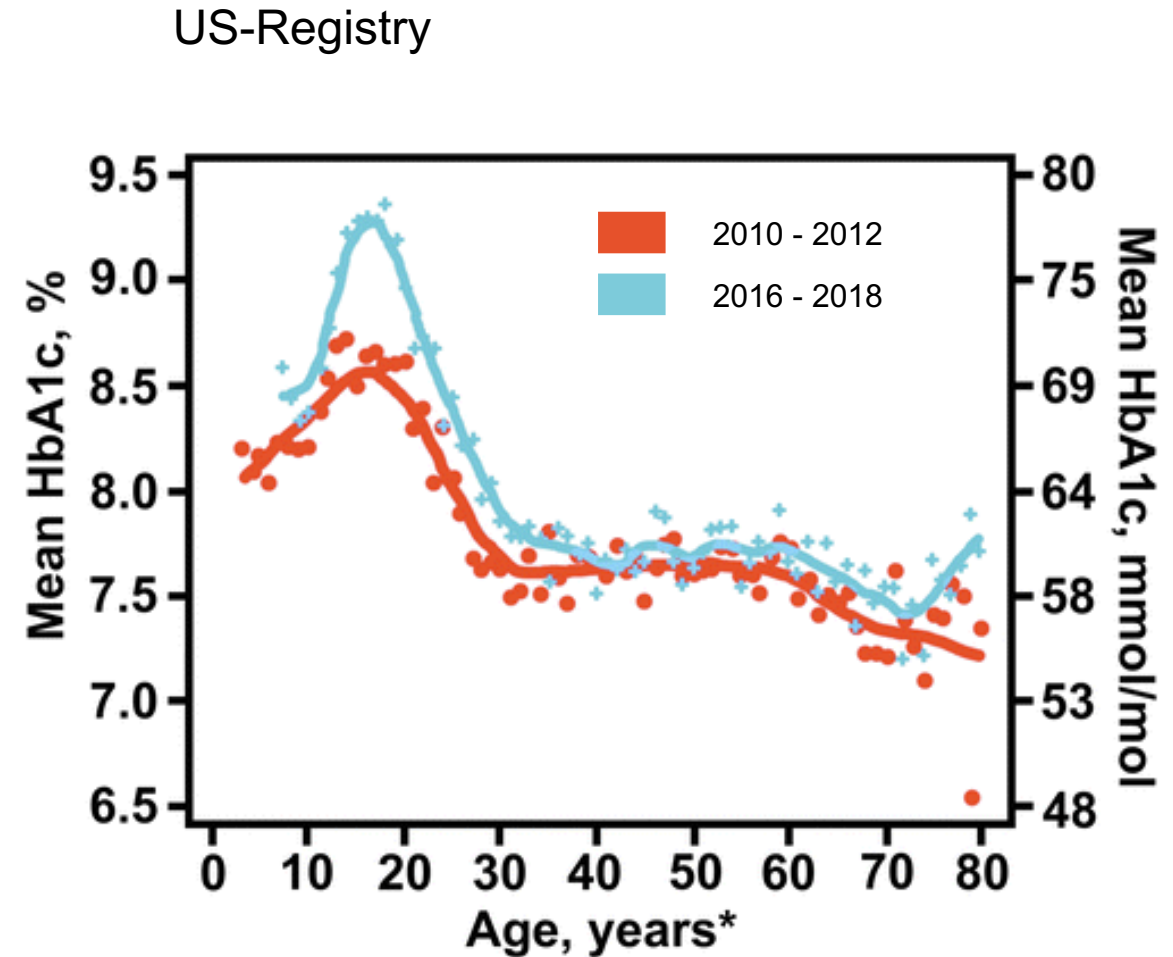
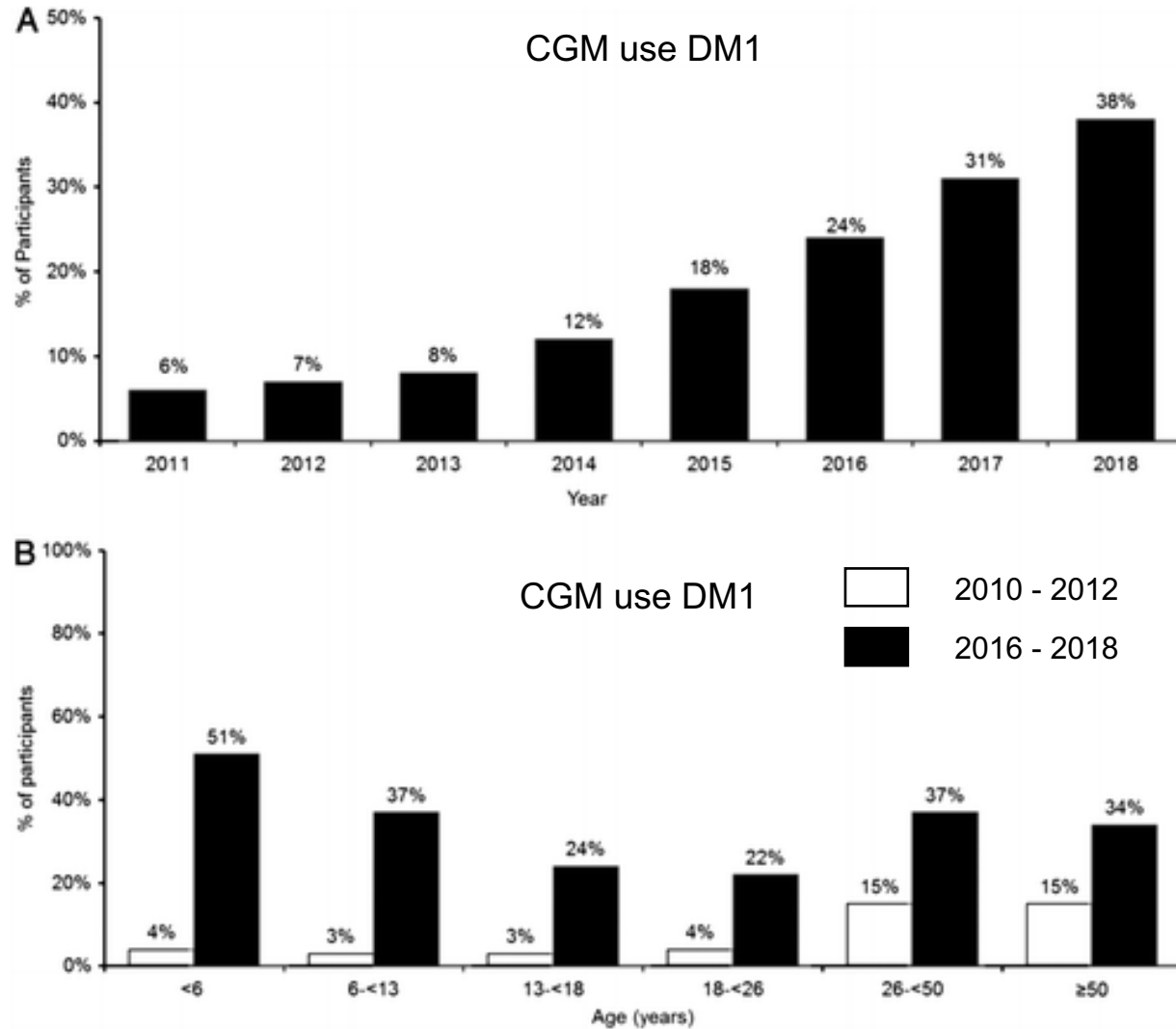
Dr. Tilman Drescher

Bitte beachten Sie, dass die einzelnen Abschnitte entsprechend gekürzt werden müssen, um in die gegebene Zeit zu passen.

Technischer Fortschritt (D, AUT, CH) - Herausforderungen



Das Tech-Paradoxon



Belastung durch Diabetes für Personen mit Diabetes

Glukosemessung und
-aufzeichnung



Insulin-
management



Tägliche Aktivitäten



Besuch bei
Gesundheits-
dienstleistern



Die Belastung

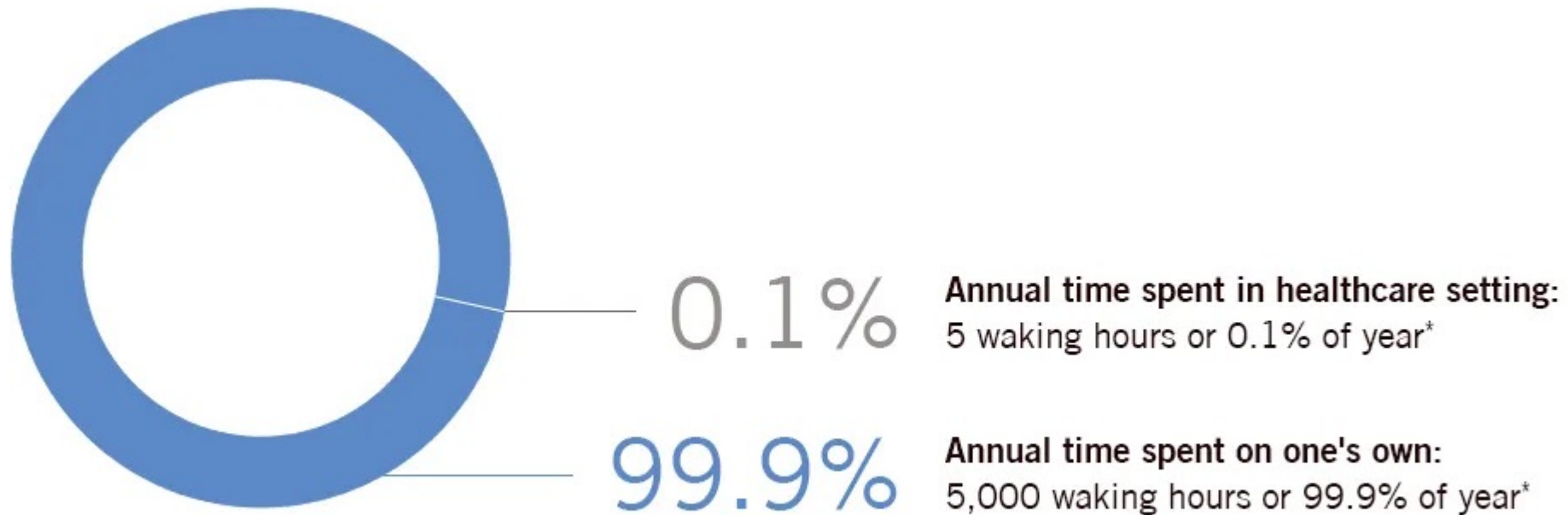
Durchschnittlich 58 Minuten pro Tag

Selbst-Therapie 1

2018 2:

- Erwachsener mit T2DM 66 min pro Tag
- Kind mit T1DM 78 min pro Tag

Wer kümmert sich um das Diabetes-Management?

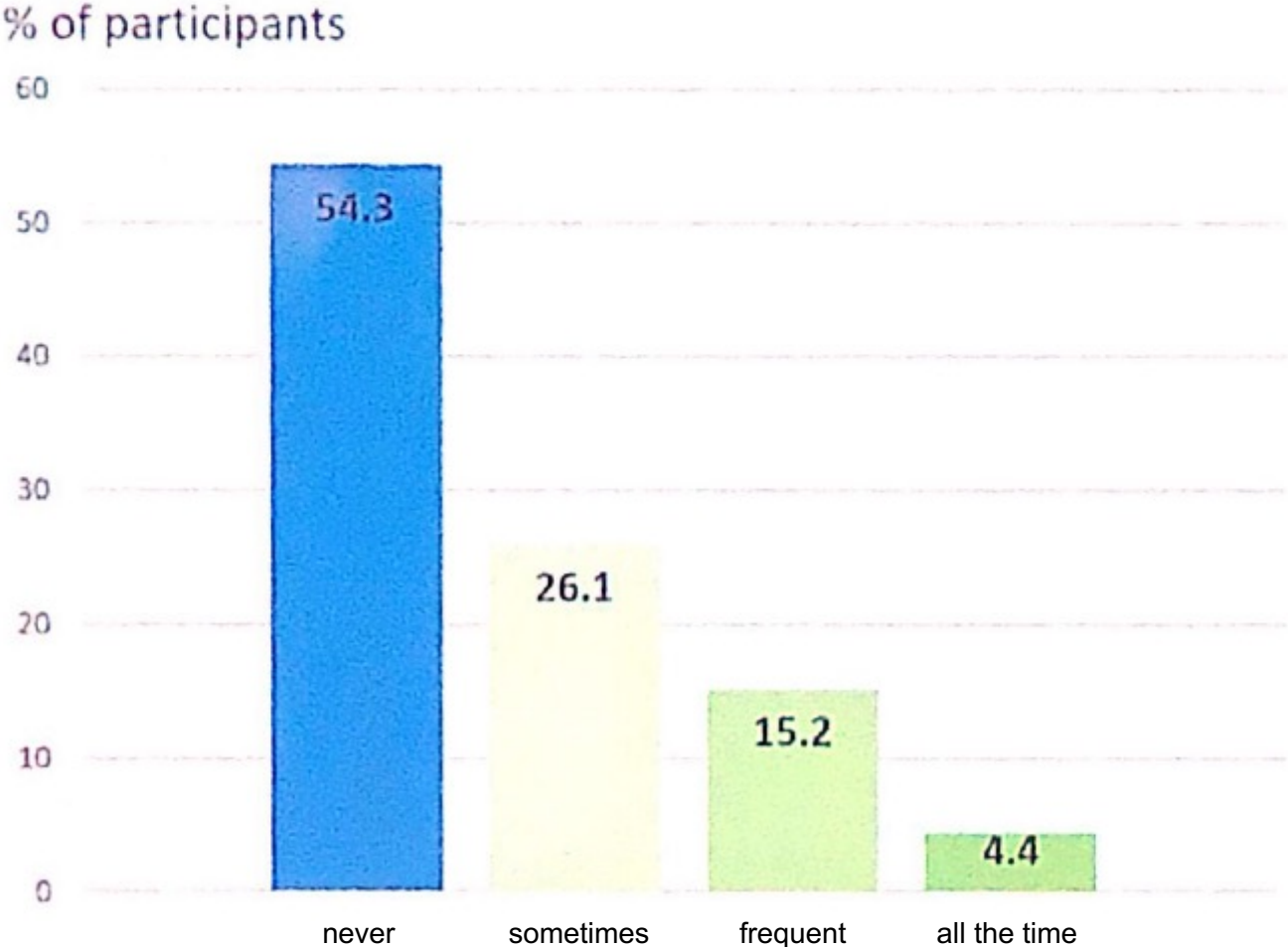


*Diabetes Hands Foundation

“It is clear that diabetes remains unique among chronic conditions in the extent to which therapy is controlled by the patient and factors that shape behaviour”

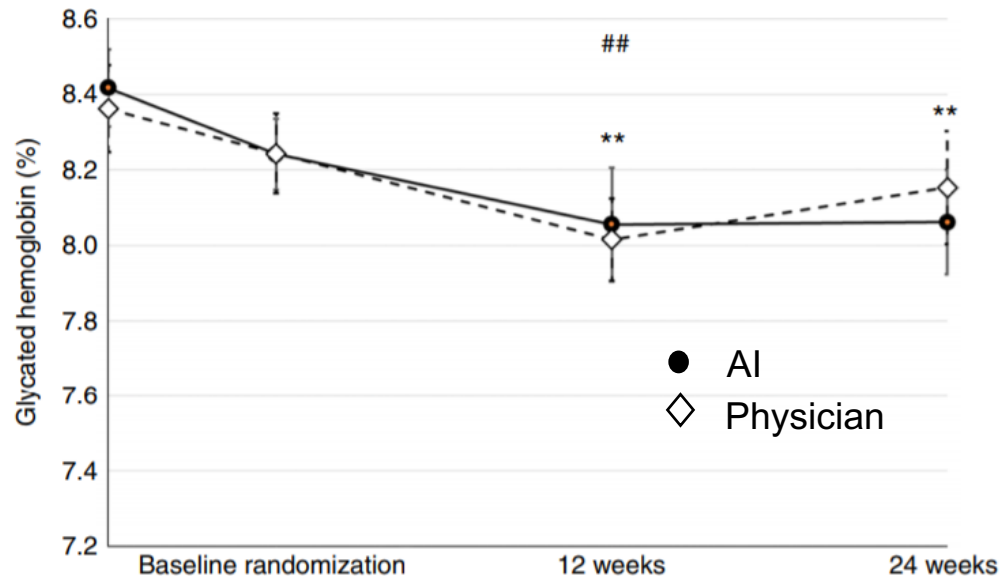
David G. Marrero; American Diabetes Association President

Selbstanpassung der Therapie zwischen ärztlichen Konsultationen



Anpassung der Insulintherapie mittels Künstlicher Intelligenz

- Typ 1 Diabetes (n 108), Insulinpumpe + CGM
- Remote Anpassung der Pumpeneinstellung alle 3 W:
 - Ärztin:Arzt oder
 - artificial intelligence-based decision support system (AI-DSS)



The image shows three screenshots from the ADVISOR app. The first screenshot displays 'INSULIN PUMP SETTINGS RECOMMENDATION' for the period 05/31/2020 - 06/21/2020. It includes a report from the provider dated 07/23/2020, general comments stating the patient is overtreating lows, and new basal plan settings. The second screenshot shows 'NEW CARB RATIO PLAN SETTINGS (IC RATIO)' with a table of carb ratios for different times of day. The third screenshot shows 'NEW CORRECTION FACTOR SETTINGS PLAN (INSULIN SENSITIVITY)' with a table of correction factors for different times of day.

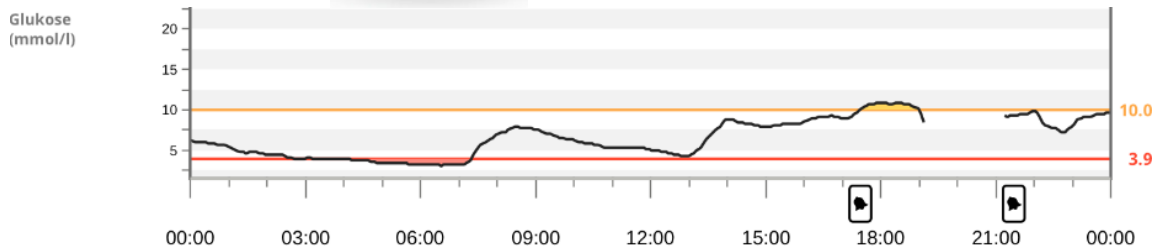
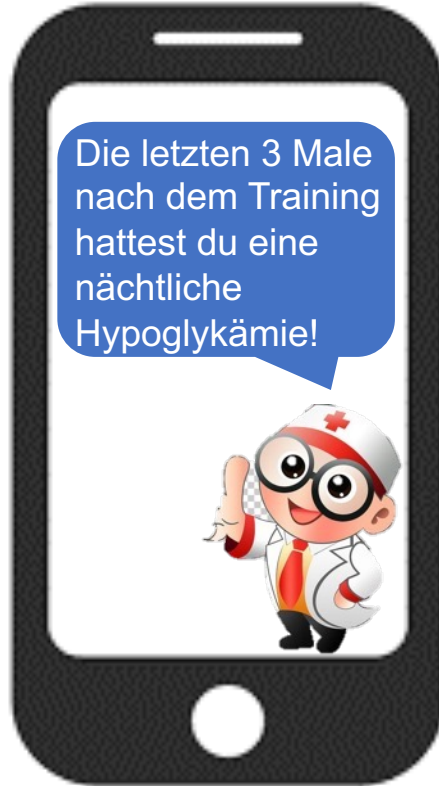
Time	Carb ratio (g/Unit)
12:00 AM	10
6:00 AM	12
6:00 PM	6

Time	Correction factor (mg/dL/Unit)
12:00 AM	50
10:00 PM	120

Extended Data Fig. 8 | AI-DSS insulin pump recommendations presented on patient's smartphone: new basal plan, new carbohydrates ratio, new correction factors and diabetes management tips. The recommendation report for the patient is presented in the app, three screen shots from the application. The data in the figure related to virtual patient, Mia Foster.

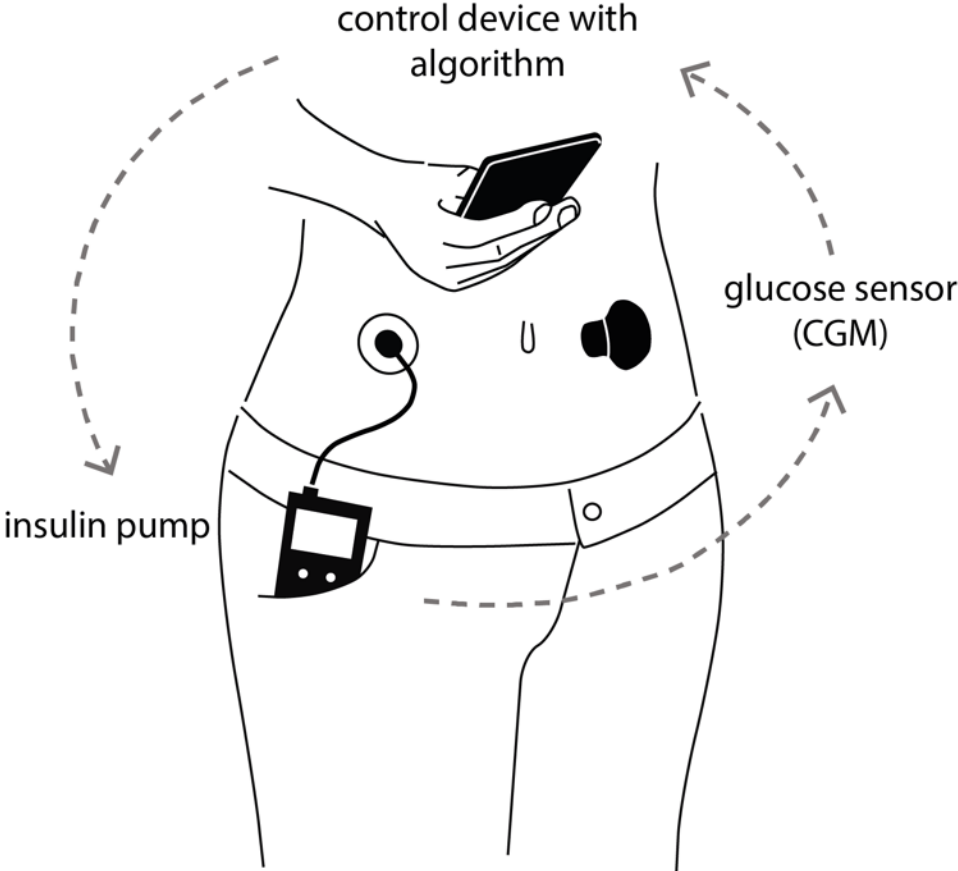
- **AI-DSS non-inferior** bzgl. Zeit im Zielbereich und Zeit unter Zielbereich
- **Keine severe adverse events** in AI-DSS

„Chat-Bots“ als Unterstützung bei der Therapieanpassung

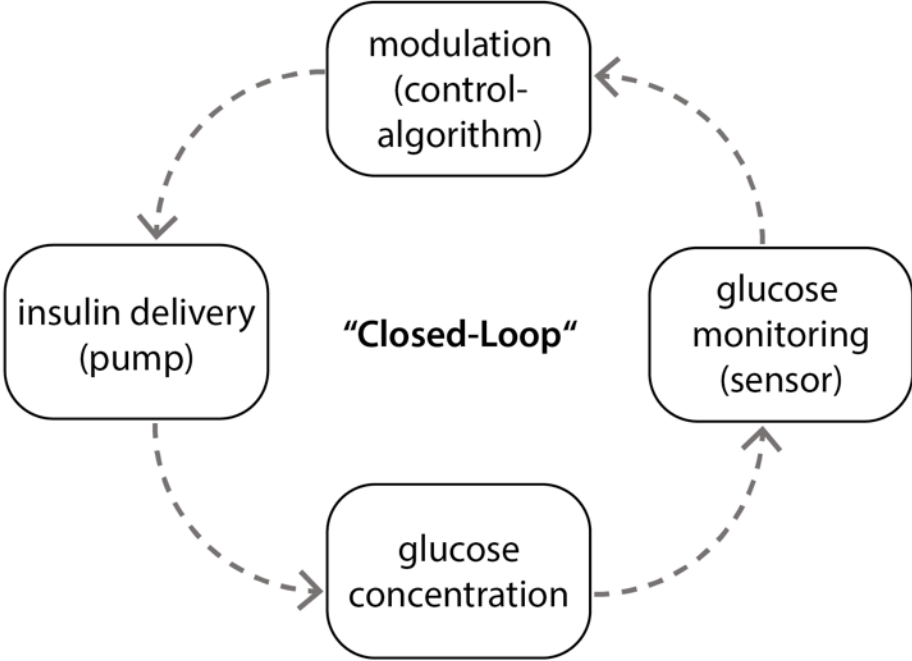


HYBRID Closed-Loop Systeme

a



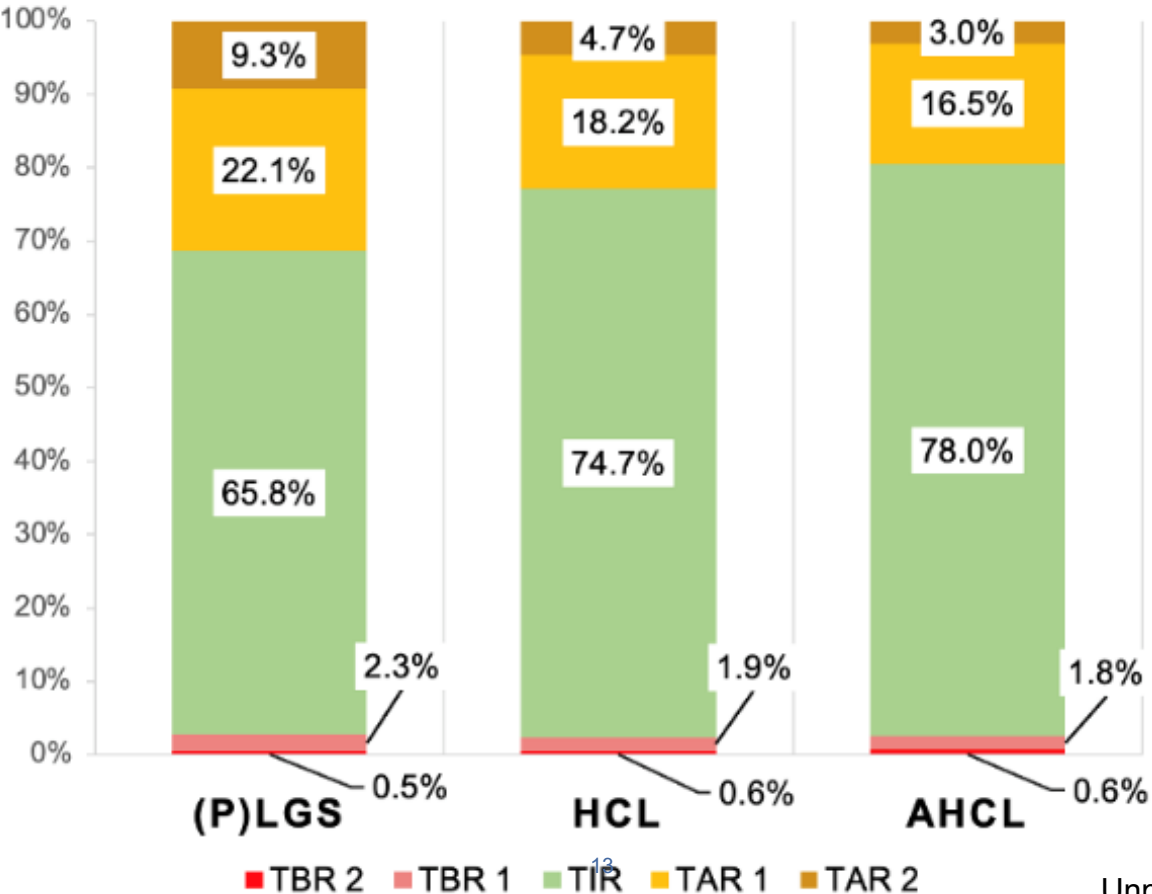
b



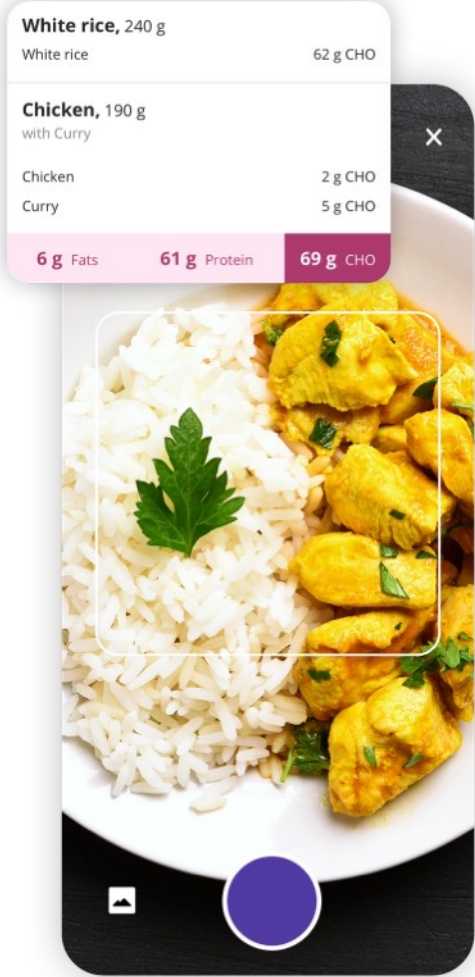
Fortschritt der Insulinpumpentherapie



44 Personen mit T1DM @ Inselspital Bern



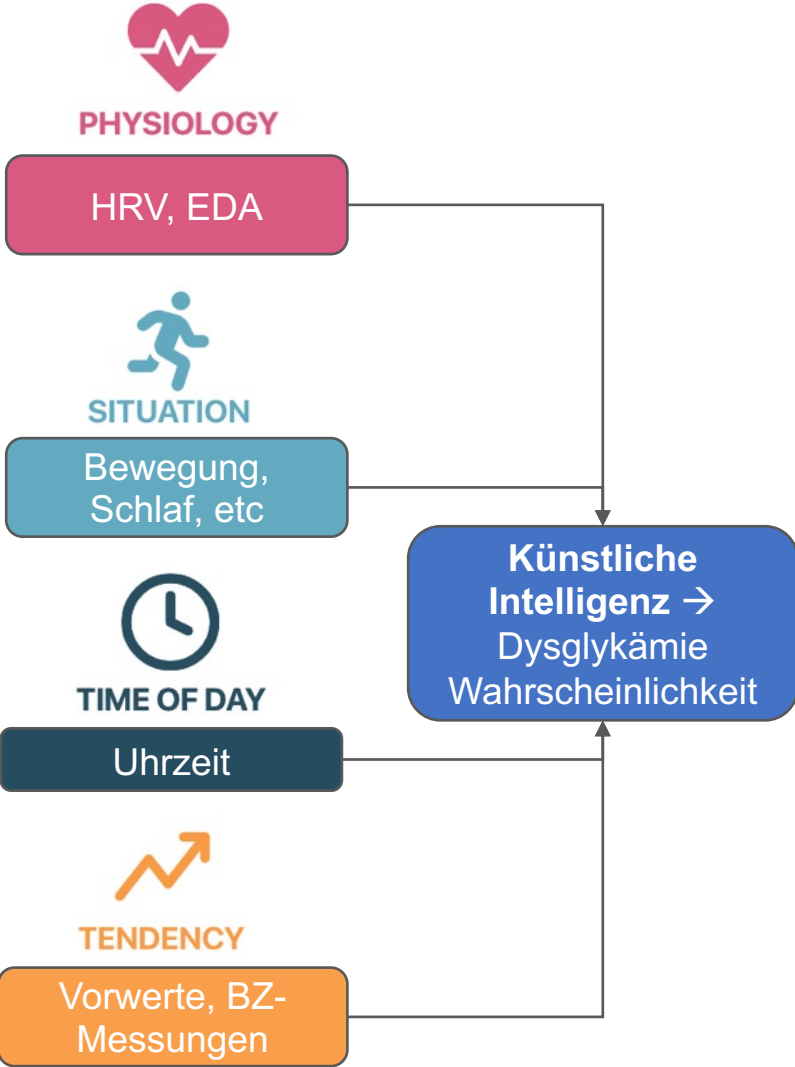
Next generation „integrative“ Closed-Loop Systeme



SNAQ.io



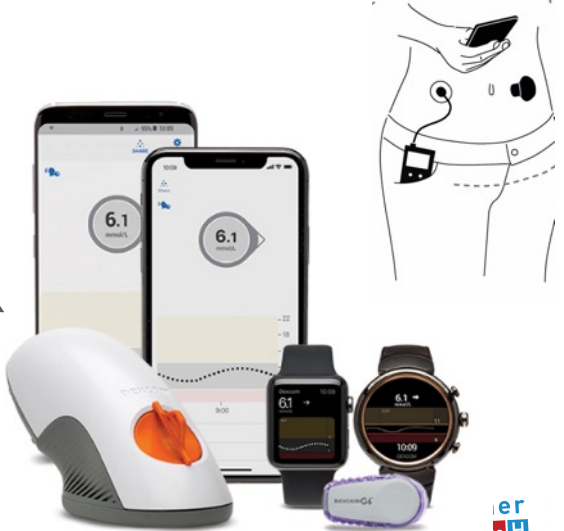
Smartwatches



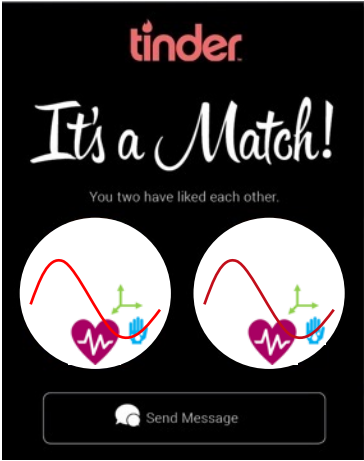
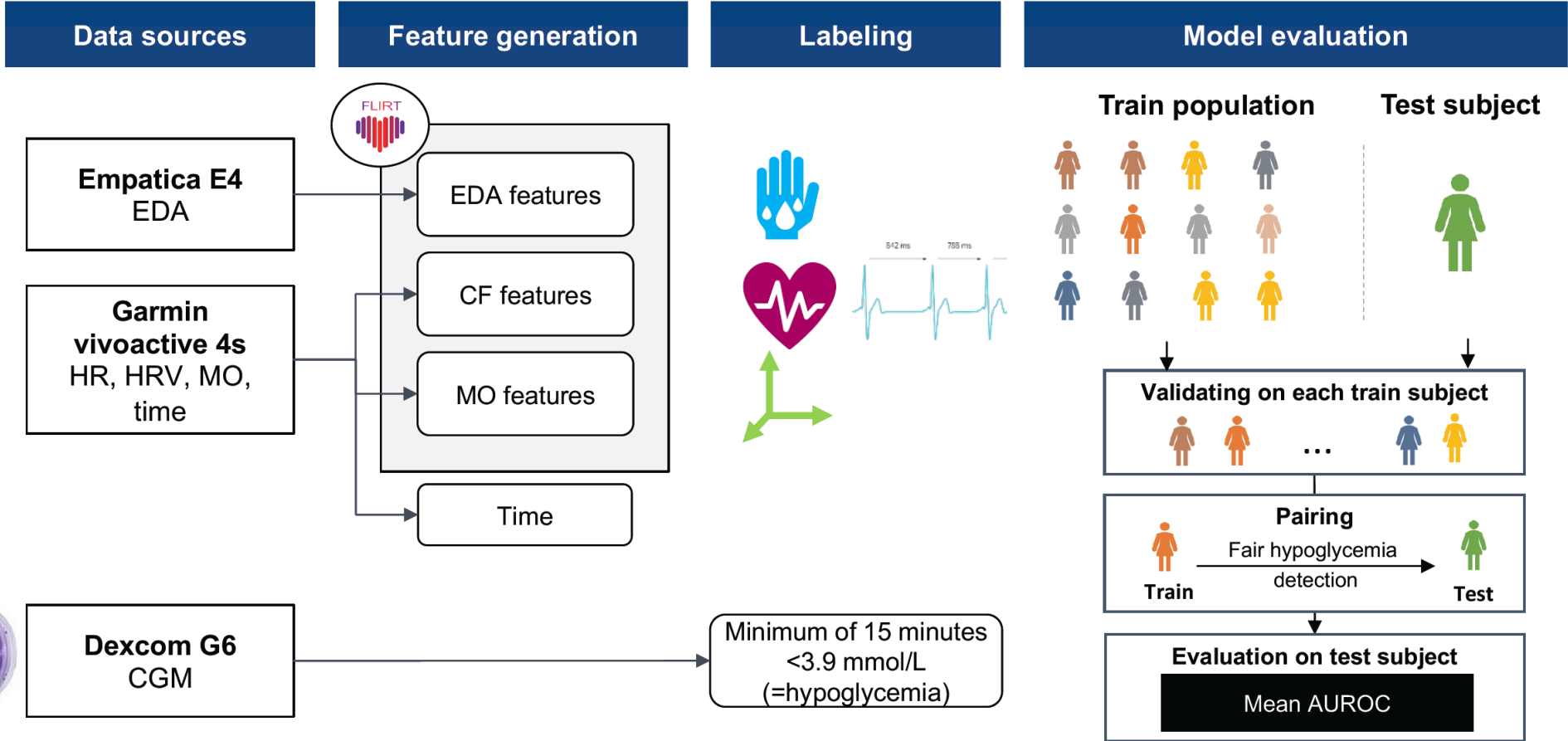
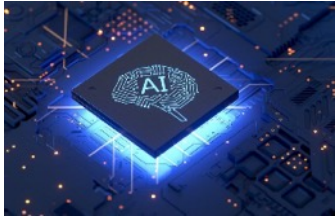
Blutzuckermessung
Triggern



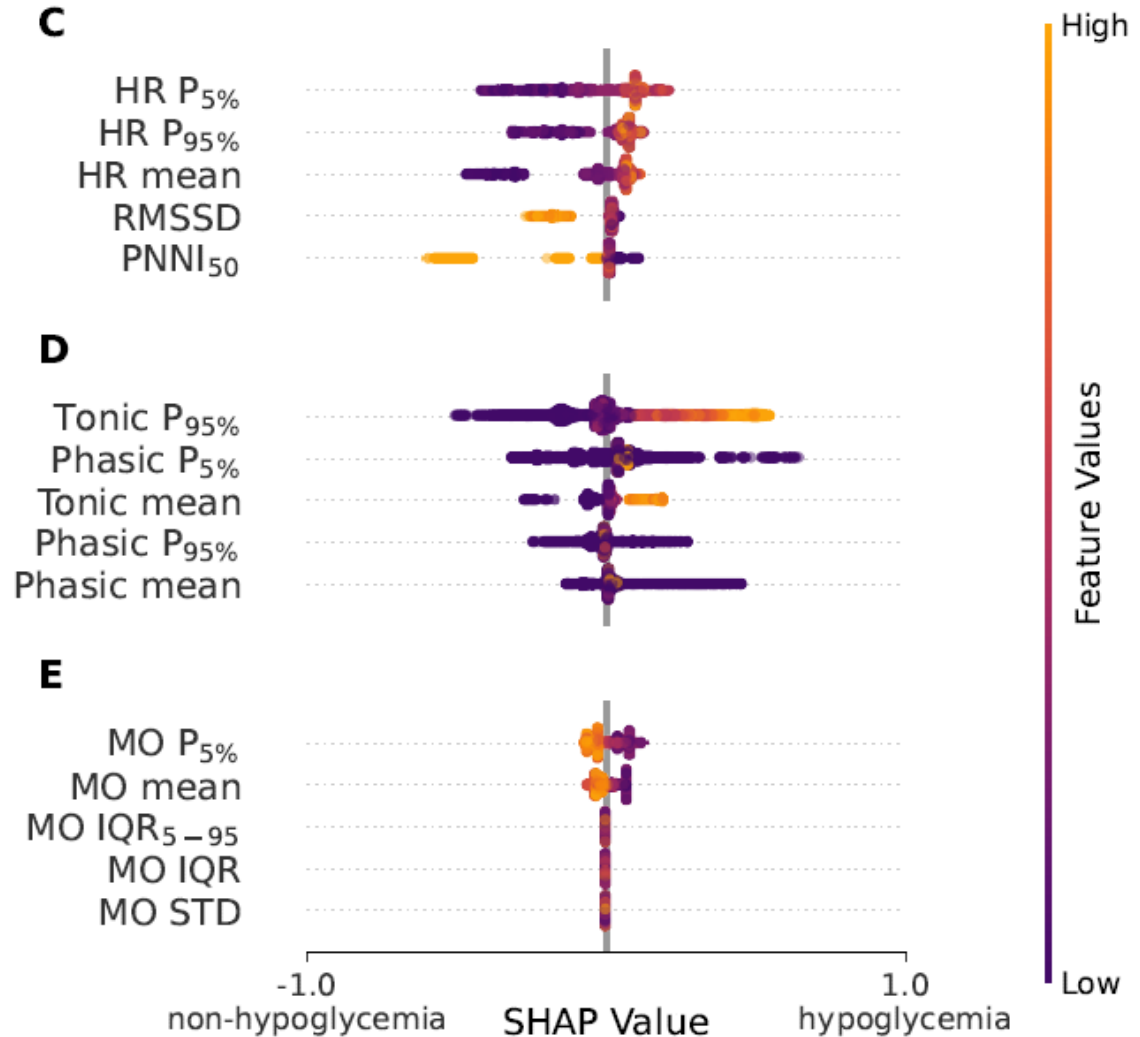
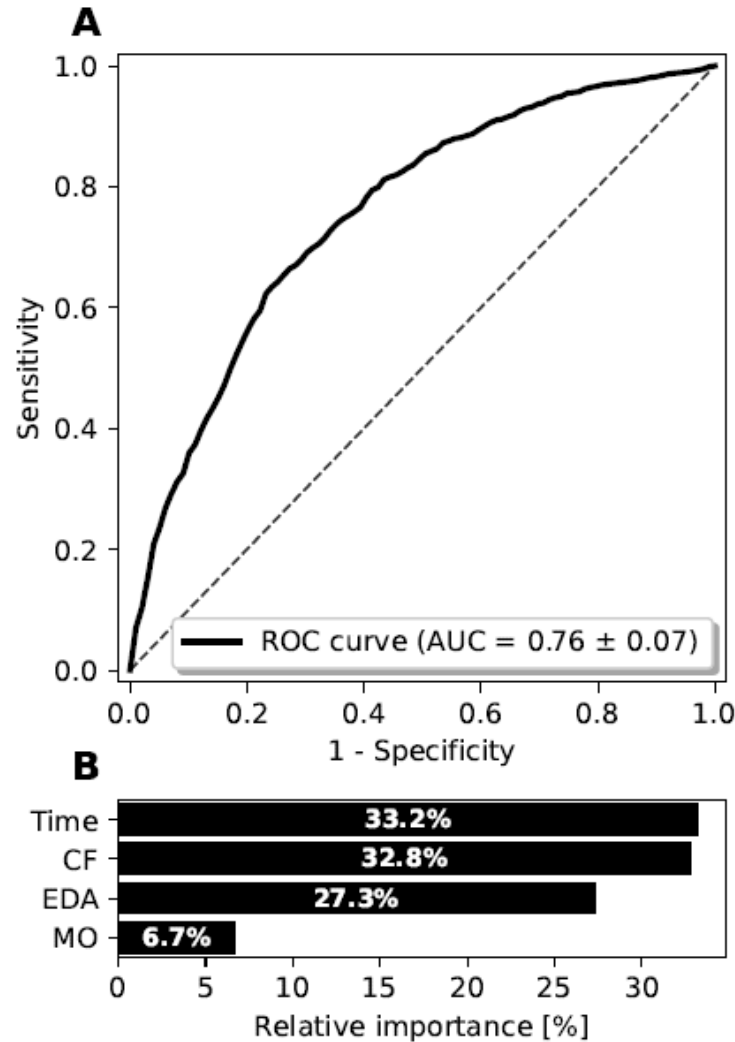
Optimierung CGM /
Closed-Loop
Performance?



Hypoglykämie-Erkennung mittels Smartwatch



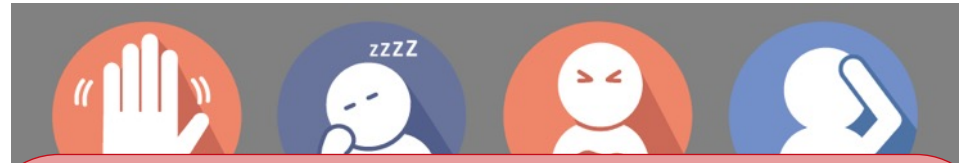
Künstliche Intelligenz und Hypoglykämie-Erkennung



Autofahren

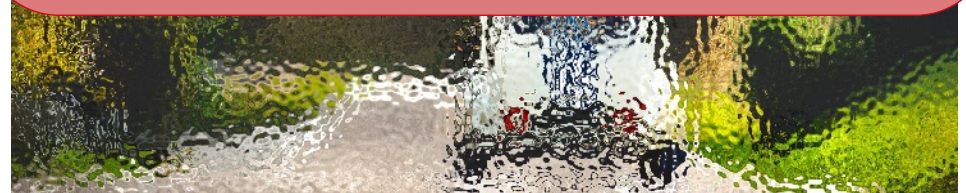


Hypoglykämie!



Voraussetzung für sicheres Fahren:

- Kognition
- Psychomotorik
- Verarbeitung von Raum und Zeit
- Multitasking
- Etc.



Hoffman, R.G., et al., *Diabetes Care*, 1989. 12(3); Strachan, M.W., et al., *Diabetologia*, 2003. 46(1); Graveling, A.J., et al., *Diabetes Care*, 2013. 36(10); McAulay, V., et al., et al., *Diabet Med*, 2006. 23(1)

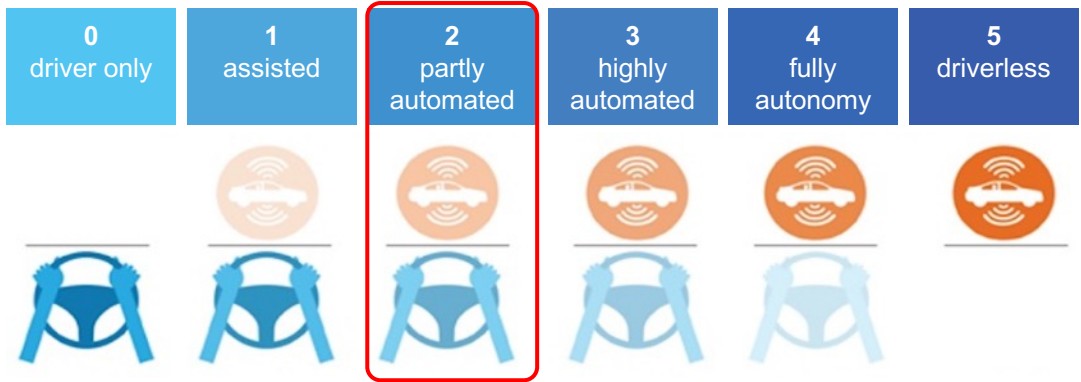
Hypoglykämie & Autofahren – 2023 noch immer ein Problem?



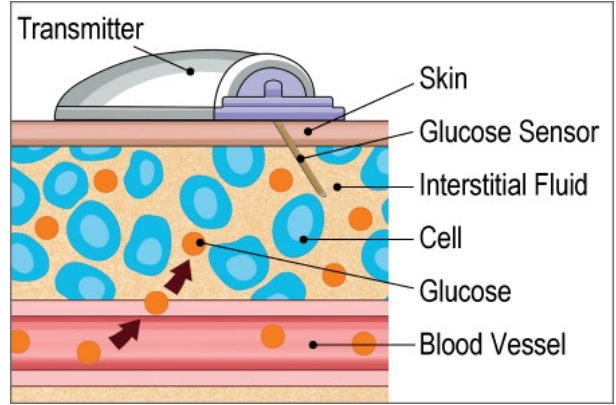
autonomous driving



continuous glucose monitoring (CGM)
→ Alarm



→ Breite Verfügbarkeit whs erst in **20-30 Jahren**



Limitationen von CGM:

- Zeitverzögerung (10-15 min.)
- Genauigkeit
- Invasiv
- Kosten / Verfügbarkeit

Schmelzeisen-Redeker G et al. J Diabetes Sci Technol, 2015
Zaharieva DP et al. Diabetes technology & therapeutics, 2019

Bansal P et al. Transportation Research Part A: Policy and Practice 2017

Hypoglykämie und Fahren



10 – 50% erhöhtes Risiko
T1D: 4 % Unfälle
aufgrund von
Hypoglykämien in den
vergangenen 2 Jahren

Harsch et al., *J Intern Med*, 2002 Skurtveit et al., *Diabet Med*, 2009
Cox et al., *Diabetes Care*, 2003 Cox et al., *Diabetes Care*, 2009
Saunders et al., *Diabetes Care*, 2023



↑Schlingern,
↑Schleudern, ↑Zeit über
Mittellinie
Verschlechterung ab 3.9
mmol/L

Cox et al., *Diabetes Care*, 2000
Cox et al., *Diabetes*, 1993



3.5 % der Fahrzeit in
Hypoglykämie
Ca. 70 % T1D erleiden
Hypos beim Fahren

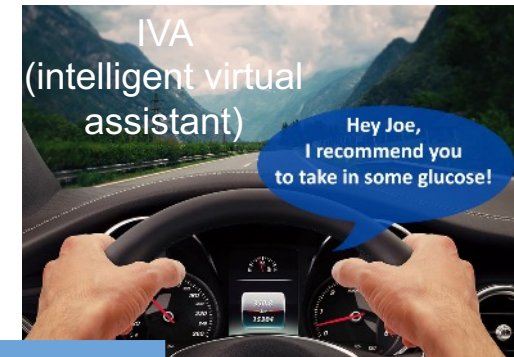
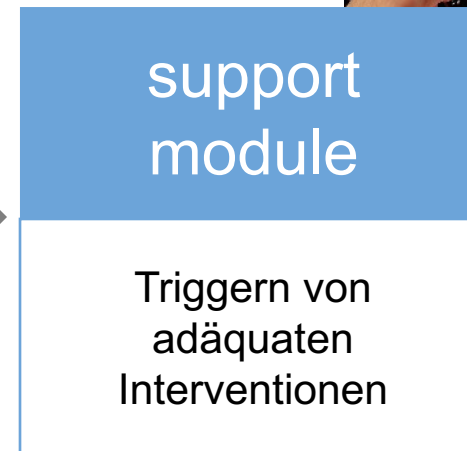
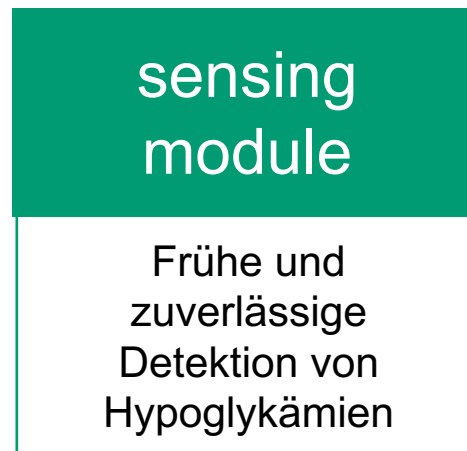
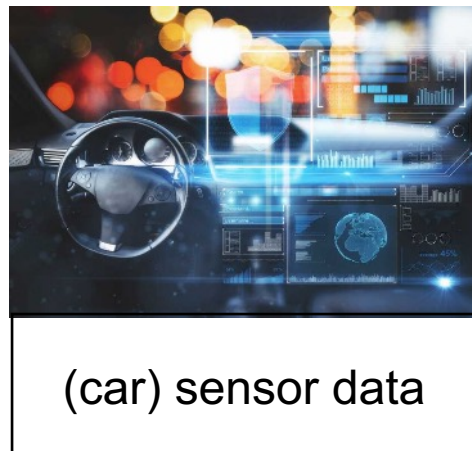
Merickel et al., *Int J Automot Eng*, 2019
Saunders et al., *Diabetes Care*, 2023

Neue Ansätze gefragt

Design and Evaluation of a Vehicle Hypoglycemia Early Warning System in Diabetes (HEADWIND)

→ Nicht-invasive, schnelle und zuverlässige Hypoglykämie-Detektion während des Fahrens

Künstliche Intelligenz [KI]



Fahrzeug anhalten, Glukose einnehmen

Prävention Hypoglykämie-assoziierter Unfälle

Ablauf der Studie



Aktive Autofahrer mit
Type 1 Diabetes



A

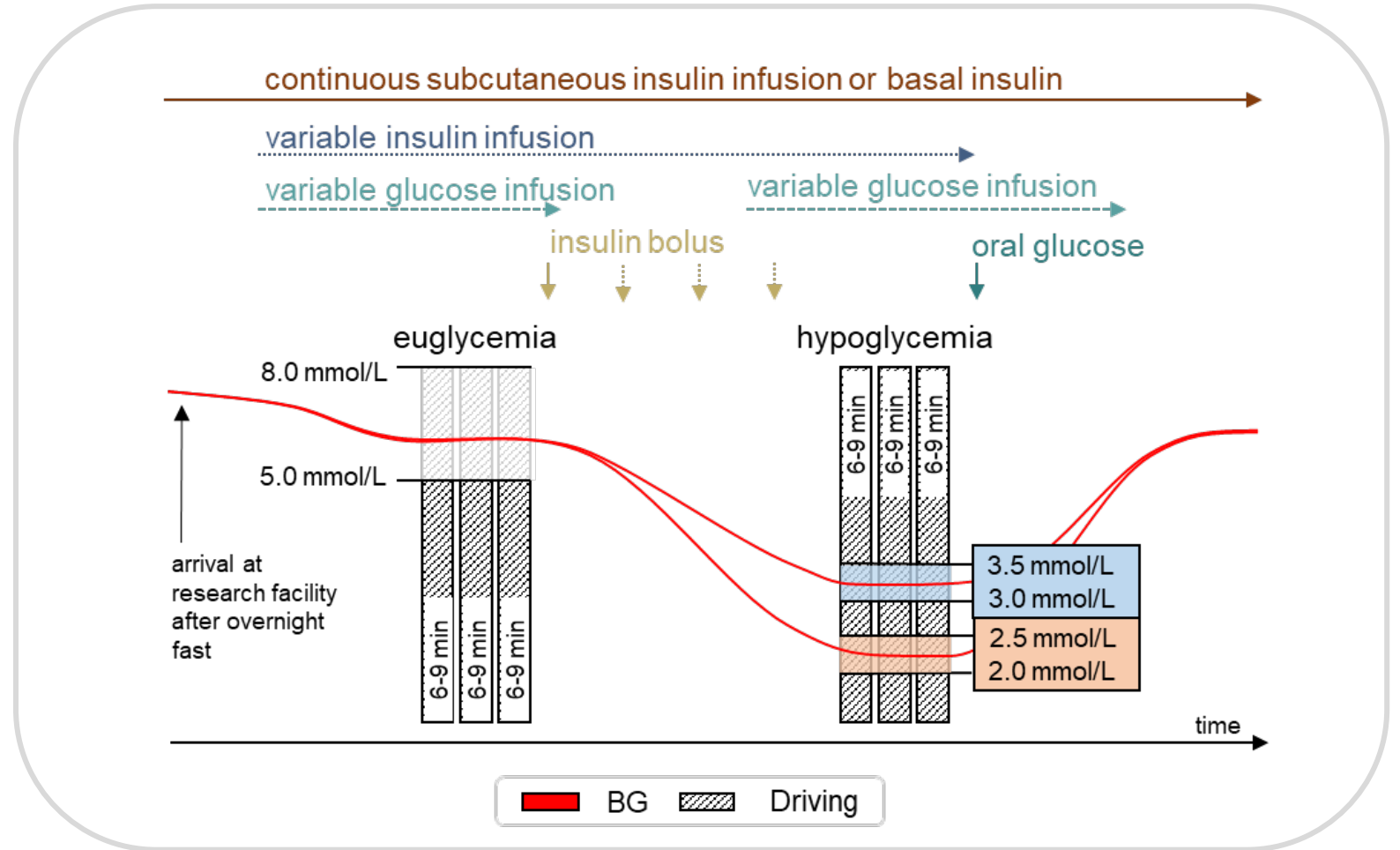


$n=27$

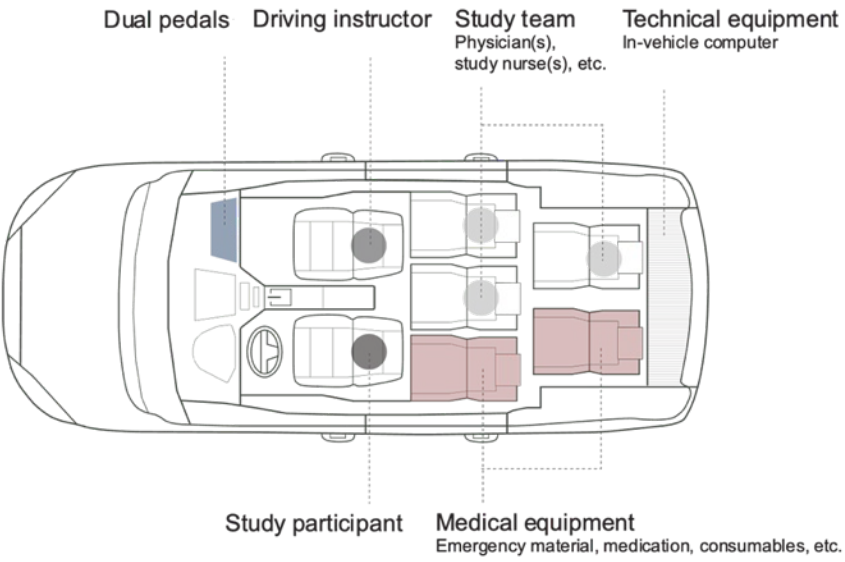
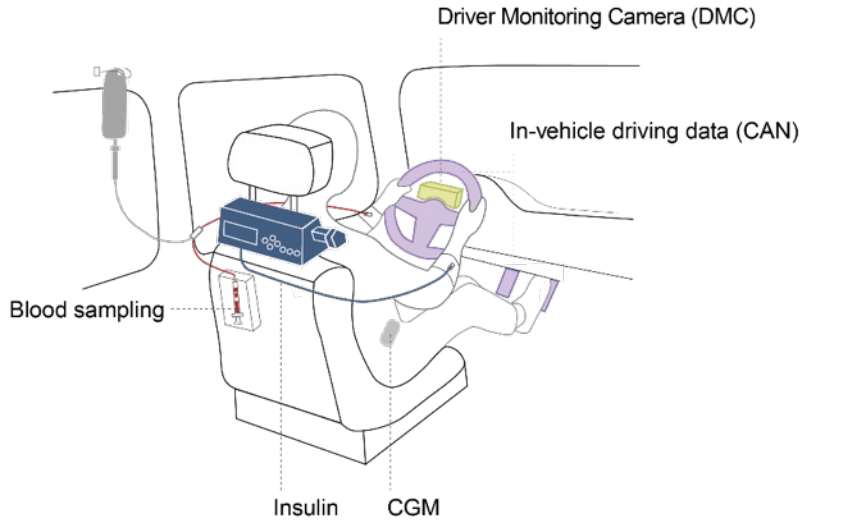
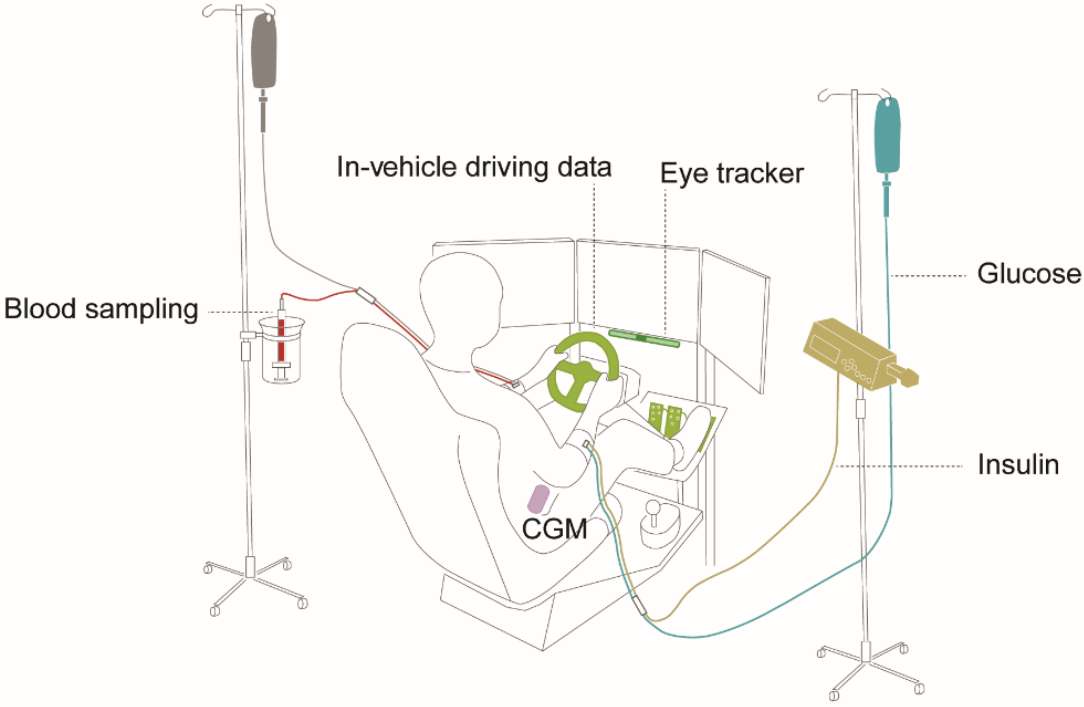
B



$n=30$



Setting



Fahringsimulator

Augenbewegungen

Fahrverhalten



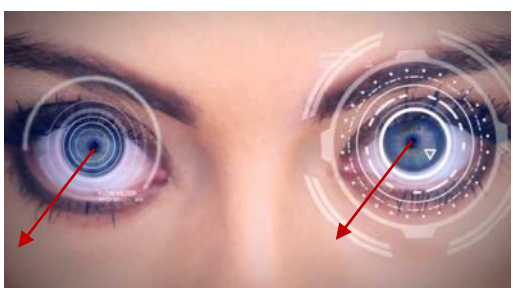
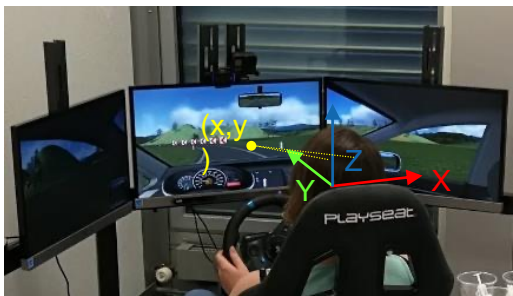
car/simulator Daten



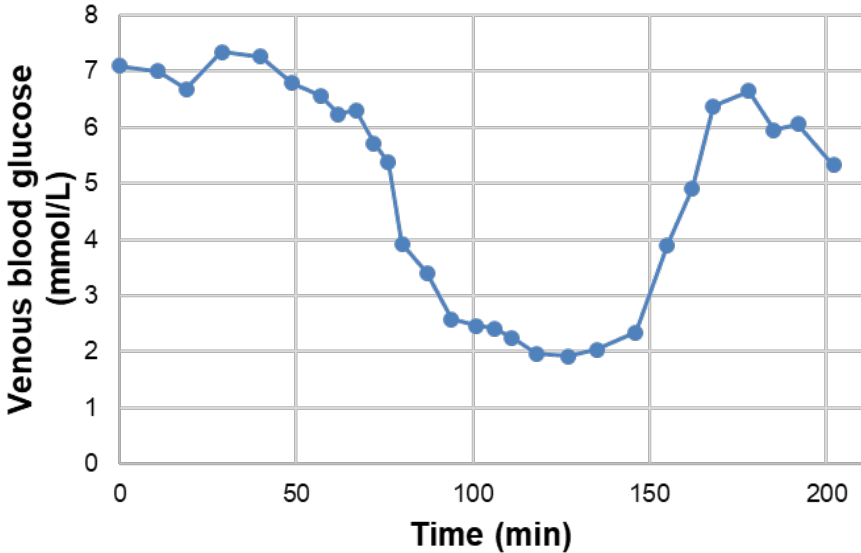
```

velocity_max 0.1302758904780237
steerspeed_min 0.09283360231636054
brake_max 0.080357220540612
steerspeed_kurtosis 0.0868394515850353
steerspeed_max 0.07021903250547383
brake_std 0.0474400346423687
velocity_min 0.0481508366831099
steerspeed_std 0.0415132445898296
skew_min 0.03535166710920134
steertorque_max 0.0346090278740164
steerspeed_skew 0.03184261072529499
steertorque_min 0.03142243697311016
brake_kurtosis 0.02618955278848137
skew_max 0.02586195378030107
brake_skew 0.0251305312722133
brake_mean 0.021965768140172496
steertorque_kurtosis 0.02051345141877894
steerspeed_mean 0.0146872657957084
velocity_std 0.013944206733626664
skew_skew 0.013205553604868416
steer_kurtosis 0.012956225180667292
steertorque_skew 0.012819810946134613
steertorque_std 0.01213358539210005
steer_std 0.010929793991402183
steertorque_mean 0.009835761213801849
steer_mean 0.00940825033779260
velocity_skew 0.008951798603490407
velocity_kurtosis 0.007801004754740731
velocity_mean 0.0053533696706466455
brake_min 0.0
    
```

Eye Tracker



Auto

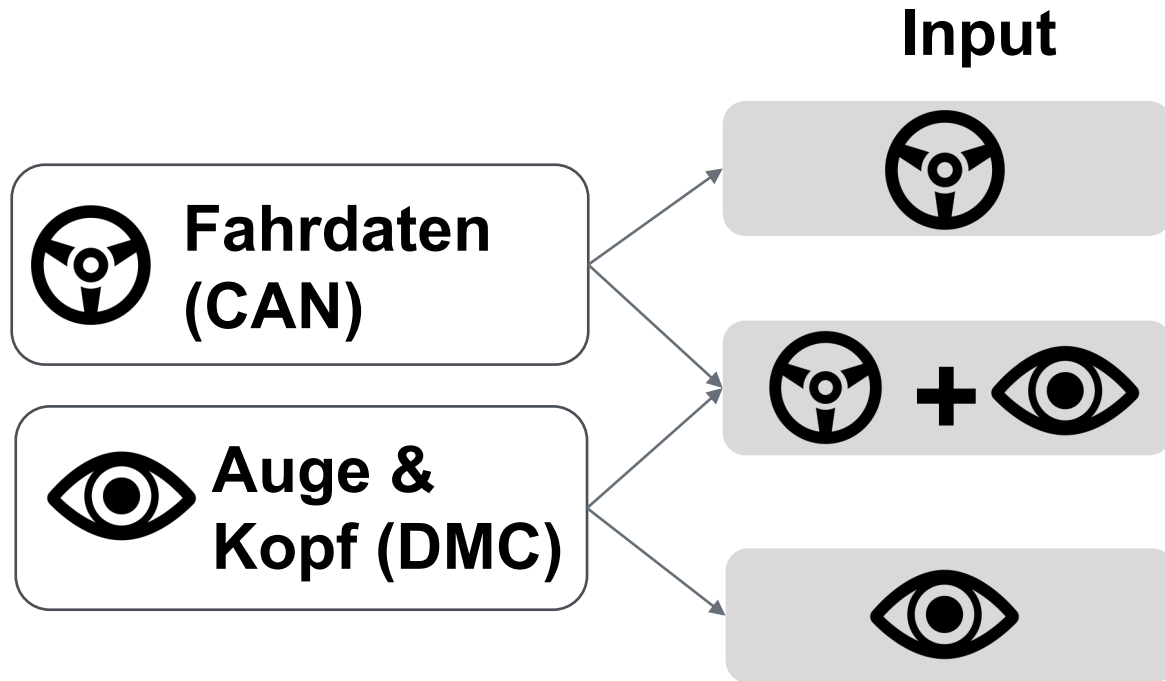



Und so sieht das dann im richtigen Auto aus



SRF Puls, Trotz Diabetes sicher Autofahren – Alarm warnt bei Unterzuckerung, 2021

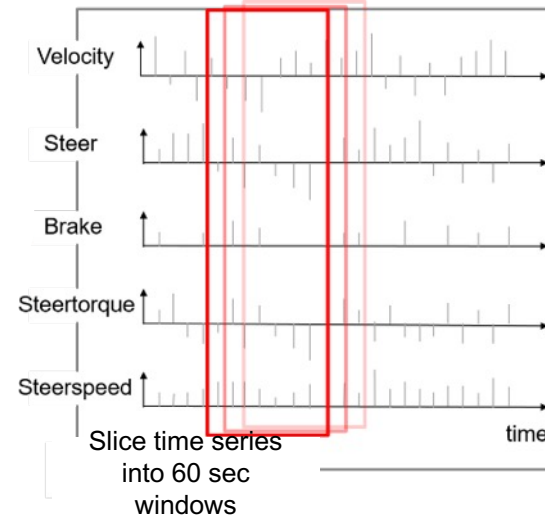
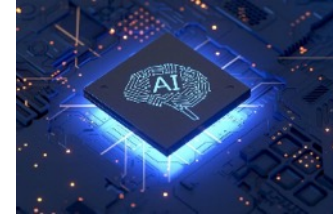
Auswertung der Daten



 **Referenz**
Venöser Blutzucker
(mmol/L)

Diagnostische Genauigkeit des Machine Learnings Algorithmus eine Hypoglykämie während des Fahrens korrekt zu erkennen

ML Modelle



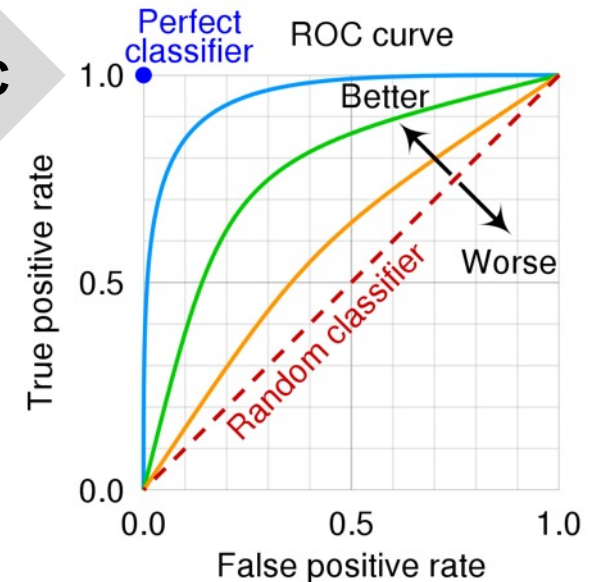
CAN

CAN
+
DMC

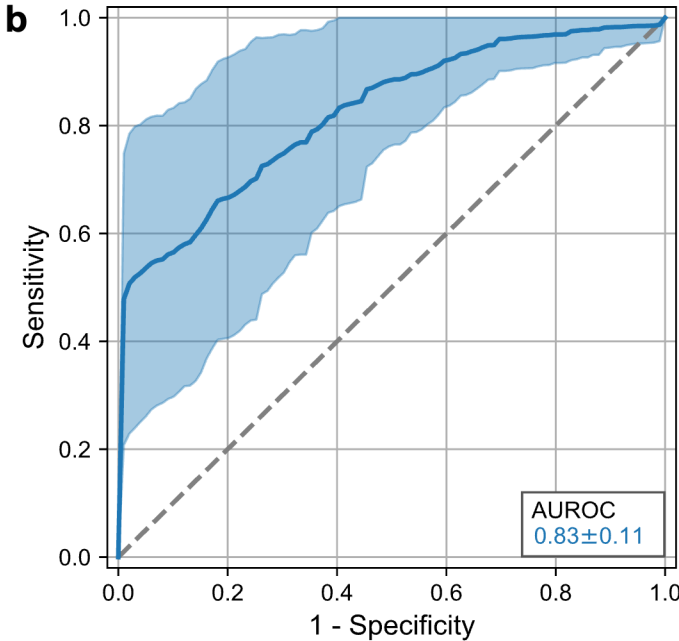
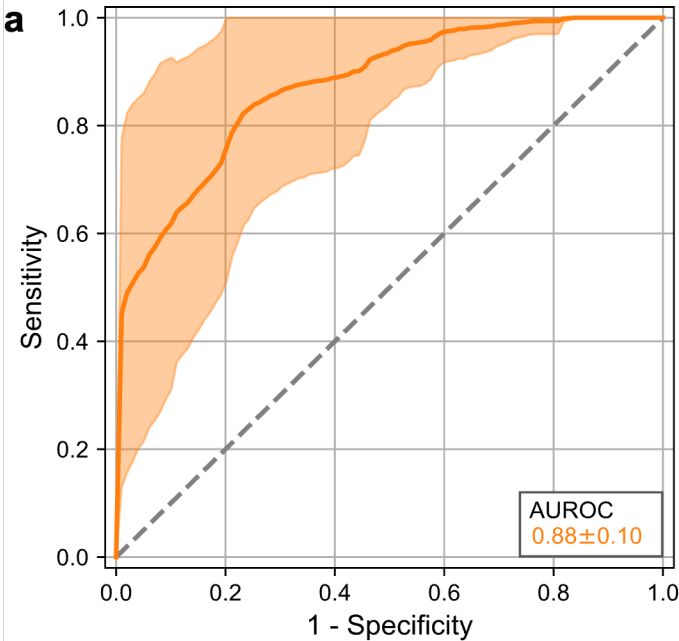
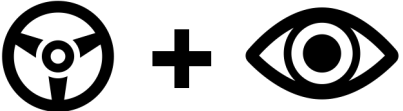
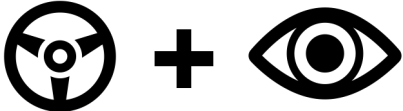
DMC

Output

Wahrscheinlichkeit während des Fahrens in einer Hypoglykämie zu sein



Resultate im Simulator



— ROC ± 1 SD - - - Random guess

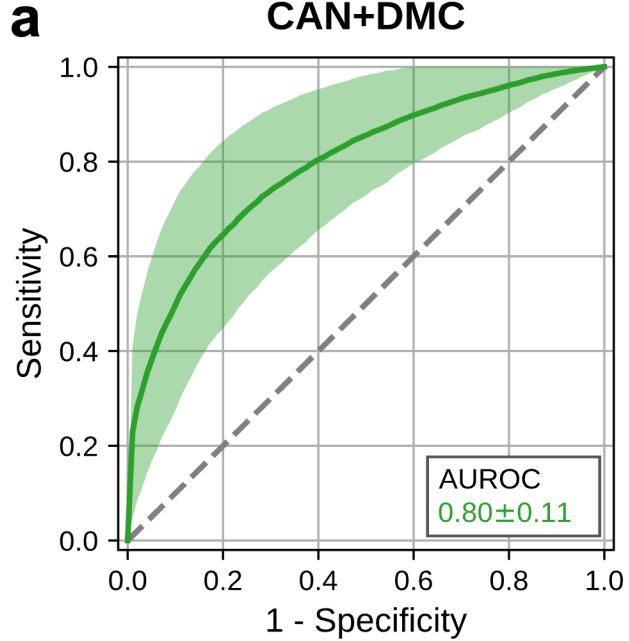
BZ < 3.0 mmol/L

BZ < 3.9 mmol/L

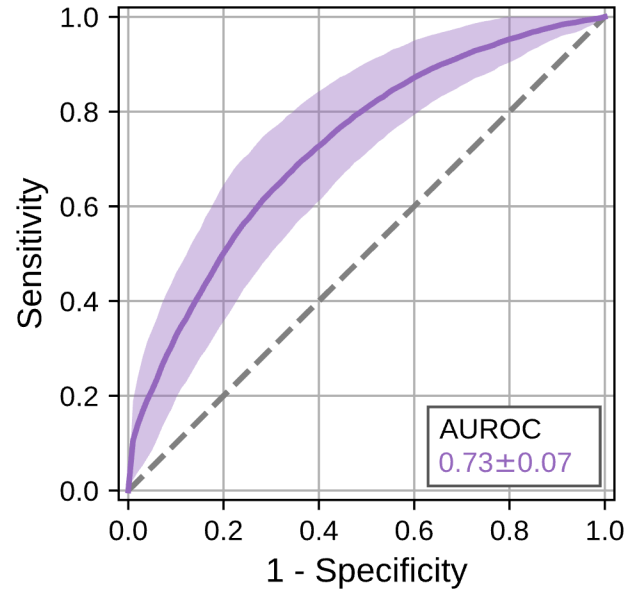
Resultate im Auto (Hypoglykämie-Detektion < 3.9 mmol/L)



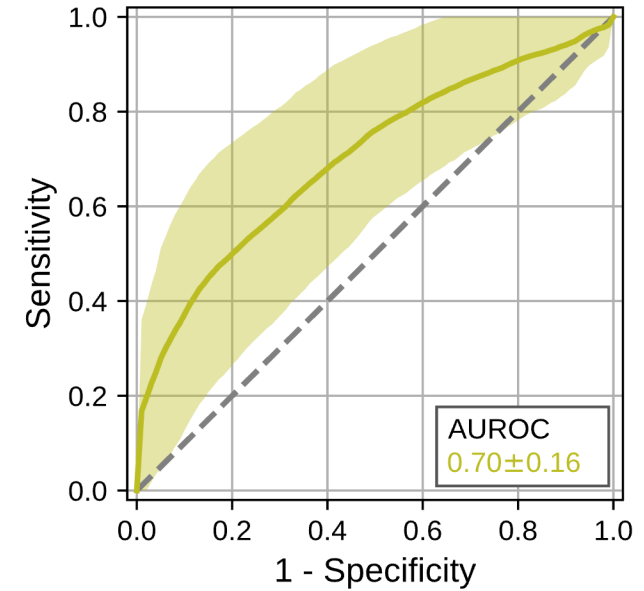
CAN+DMC



CAN



DMC



ROC ± 1 SD Random guess



Diabetes und künstliche Intelligenz (AI) - Anwendungsbeispiele

Diabetes-Management

INSULIN PUMP SETTINGS RECOMMENDATION

Report from 05/31/2020 - 06/21/2020
On 07/23/2020 your provider recommended that you change your pump settings to the following values.

General Comments
- You are over treating your lows. Eat moderately when treating your lows.

NEW BASAL PLAN SETTINGS

Time	Basal rate (Unit/hr)
12:00 AM	2
10:00 AM	1.5
9:00 PM	2
Total Units	42.5

NEW CARB RATIO PLAN SETTINGS (IC RATIO)

Time	Carb ratio (g/Unit)
12:00 AM	10
8:00 AM	12
6:00 PM	6

NEW CORRECTION FACTOR SETTINGS PLAN (INSULIN SENSITIVITY)

Time	Correction factor (mg/dL/Unit)
12:00 AM	50
10:00 PM	120

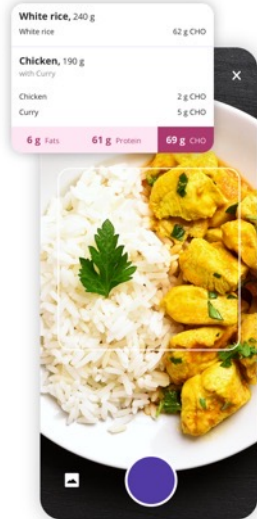
Extended Data Fig. 8 | AI-GIS insulin pump recommendations presented on patient's smartphone: new basal plan, new carbohydrate ratio, new correction factors and diabetes management tips. The recommendations report for the patient is presented in the app, these screens show from the application. To obtain the figures related to actual patient, please refer to the application.



Diabetes Support



Closed Loop



Forschung ist Teamwork (und kostet Geld)



Prof. Dr. Christoph Stettler
Dr. med. Vera Lehmann
Prof Markus Laimer
Caroline Albrecht
Nele Endner
Laura Goetschi
Sophie Lager
Elisabeth Leu
Franco Noti
Michael Notter
Katja Odermatt
Joana Filipa Rodrigues
Michèle Rychen
Dr Nina Schorno
Mona Spörri
Naïma Styger
Vincent Vorburger



Prof Elgar Fleisch
Prof Tobias Kowatsch
Dr Caterina Bérubé
Simon Föll
Dr Martin Maritsch
Adrian Lison
Eva van Weenen



Prof Felix Wortmann



Prof Stefan Feuerriegel
Simon Schallmoser



Prof Mathias Kraus



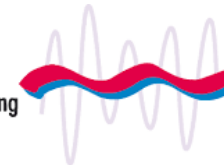
FONDS NATIONAL SUISSE
SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS
FONDO NAZIONALE SVIZZERO
SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Innosuisse – Schweizerische Agentur
für Innovationsförderung

Schweizerische
Diabetes-Stiftung



Fondation de l'Association
Suisse du Diabète



Study participants!

Danke für die Aufmerksamkeit

