

Workshop 2 –
Pitfalls bei der AiD-Nutzung:
Kasuistiken aus der Kinderdiabetologie

Prof. Dr. Klemens Raile
Diabeteszentrum für Kinder und Jugendliche
Vivantes Klinikum Neukölln

AGDT-Jahrestagung 20.9. und 21.9.2024



Interessenskonflikte / Nebentätigkeiten (Prof. Dr. Klemens Raile)

Advisory Board Mitgliedschaften (2019-2023):

Lilly Diabetes Care, Abbott Diabetes Care

Vortragshonorare (2020-2024):

Lilly, Novonordisk, Dexcom, Sanofi, Merck Healthcare,

WP-Leader Horizon 2020 EU-Projekt: „Open“

Kooperationsprojekt: „Echt kontinuierlich“ mit Dexcom (2020-2022)

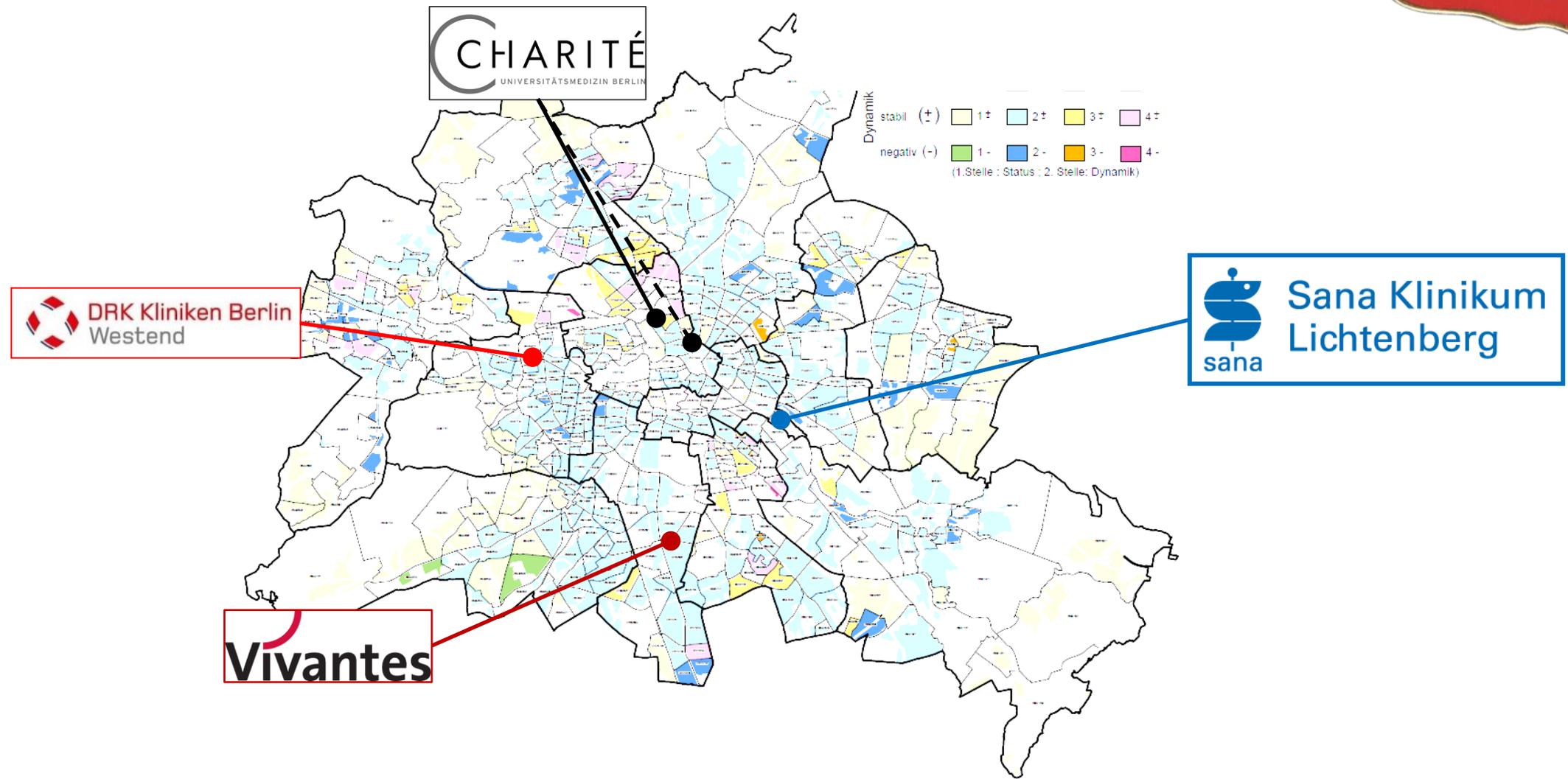
AWMF-Leitlinienarbeit:

S3-Leitlinie Diagnostik, Therapie und Verlaufskontrolle des Diabetes mellitus im Kindes- und Jugendalter (2023 Reg.057-016)

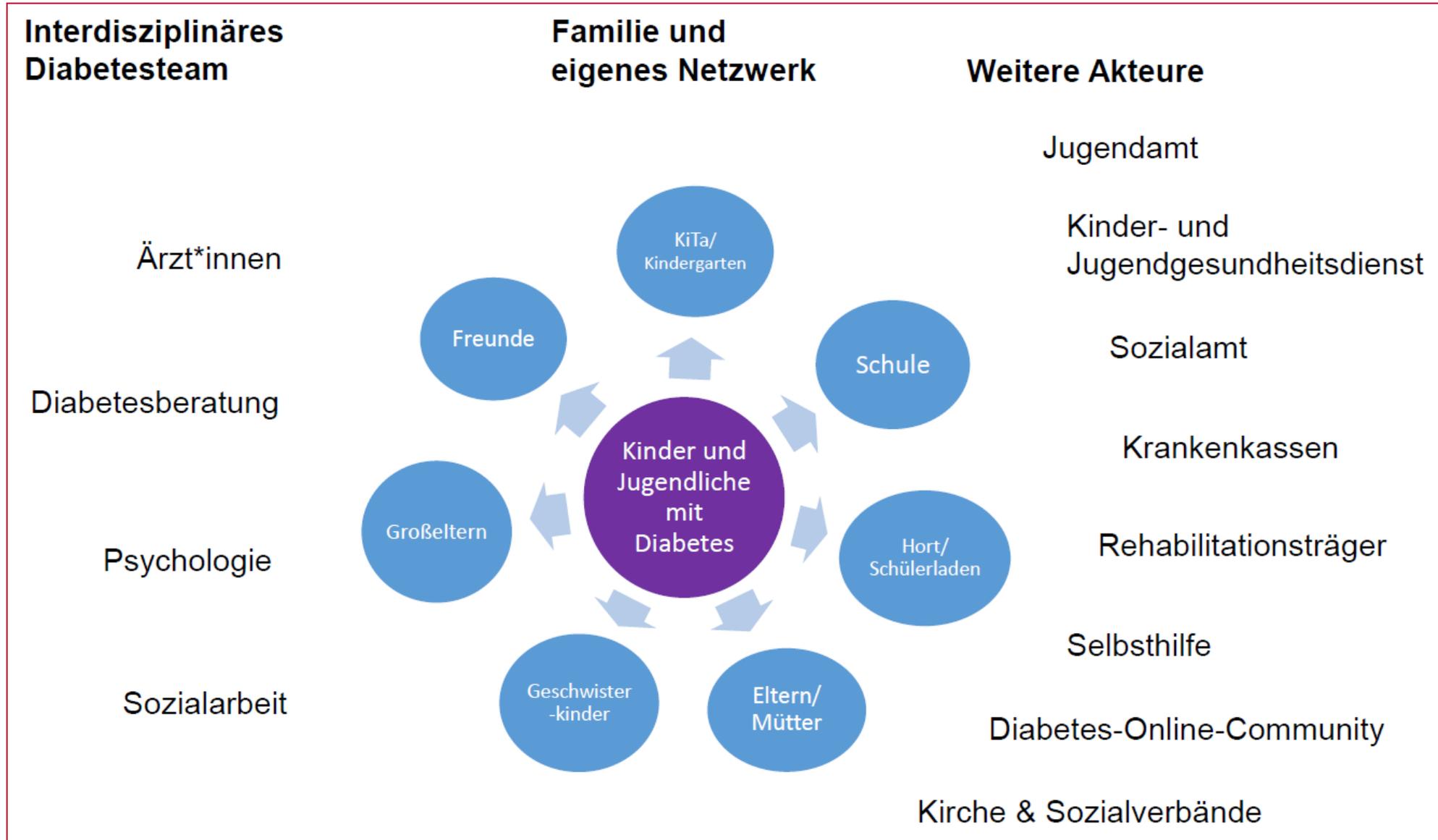
S2k-Leitlinie Mukoviszidose: Diabetes mellitus (Cystic Fibrosis Related Diabetes, CFRD, in Rev.)

Berlin: Erhebung 2021 –
3 Diabeteszentren für Kinder und Jugendliche (DDG)
Betreuen zusammen ca. 1500 Kinder und Jugendliche

Vivantes



Niemand hat seinen Diabetes allein, ...



Vivantes Diabeteszentrum für Kinder und Jugendliche in Neukölln

Klinik für Kinder und Jugendmedizin & Zentrum für Sozialpädiatrie und Neuropädiatrie (DBZ) am Klinikum Neukölln



Prof. Klemens Raile
Kinderendokrinologe
und -diabetologe

Ingo van Deest
Physiotherapeut KNK



Cornelia Britt
Sozialdienst DBZ



ganze Klinik,

an der Stationen
stelle

61

des DBZ, ...



Marion Hoßfeldt
Diabetesberaterin DDG



Karina Boss
Medizinpädagogin
Diabetesberaterin DDG



Ines Schwager-Engelbrecht, Josselyn Hellriegel, Sabine Freising
Psychologinnen



Ganz schön Komplex – wie vermitteln wir die erforderliche Diabeteskompetenz in einer „Insulinpumpen und AID-naiven“ Kinderklinik?

Wie qualifizieren wir eine ganze Station Ärzte und Pflegende?

8h-Gruppen-Intensiv-Schulung für Pflegende, 3-4h für Ärzte!

Wie machen wir das technische Wissen langfristig verfügbar?

Online – Video-Tutorials (10-20 Min) für unser Personal

Allgemeine Themen:

Basisfortbildung pädiatrische Diabetologie Teil 1

<https://youtu.be/6yK5rr-VBVs>

Basisfortbildung pädiatrische Diabetologie Teil 2

<https://youtu.be/77LYQN3kwow>

Einführung in die Insulinpumpentherapie

<https://youtu.be/xLSicbPTpNI>

Einführung in Glukosesensoren

<https://youtu.be/cZmG6tkboO8>

Anleitungen Diabetestechnik:

T:slim Pumpe Bolusgabe mit Bolus Rechner (BZ und KH Eingabe zum Essen und zur Korrektur)

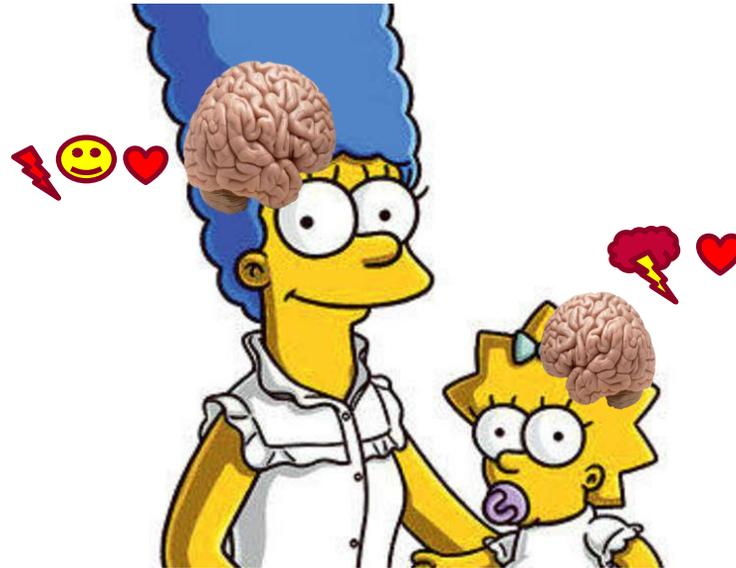
https://youtu.be/Fivh_Uc7zqc



**Closed-Loop: eine AI die jetzt alles
übernimmt?**

Diabeteskompetenz und Selbstmanagement – Analog, “User-Experience”

- Diabetes funktioniert nur im “Selbstmanagement”
- Diabetes ist ein 24-Stunden-Job
- Diabetes war – und bleibt – “Do-it-Yourself”
- **Kinder und Jugendliche – Diabetesmanagement ist oft frustrierend**
- **Welche technischen Lösungen sind wirklich hilfreich?**

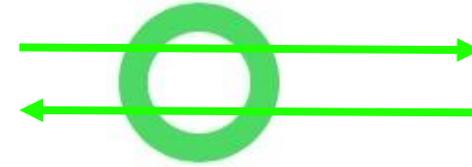


Warum nicht einfach – so?

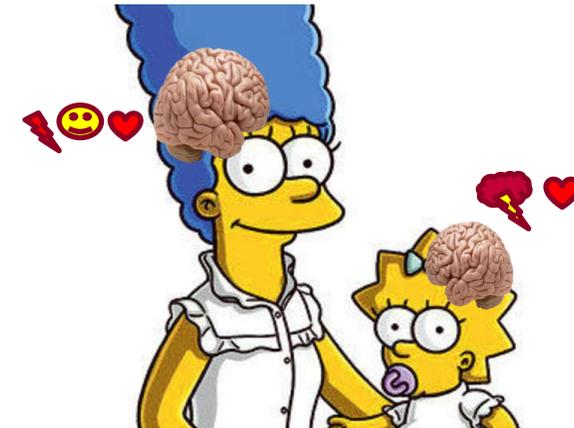
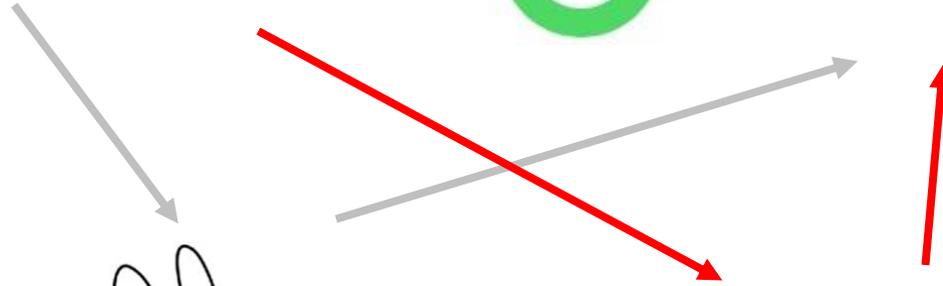
Closed-Loop / AID / Artificial Pancreas



Daten/Informationen



Therapieentscheidung



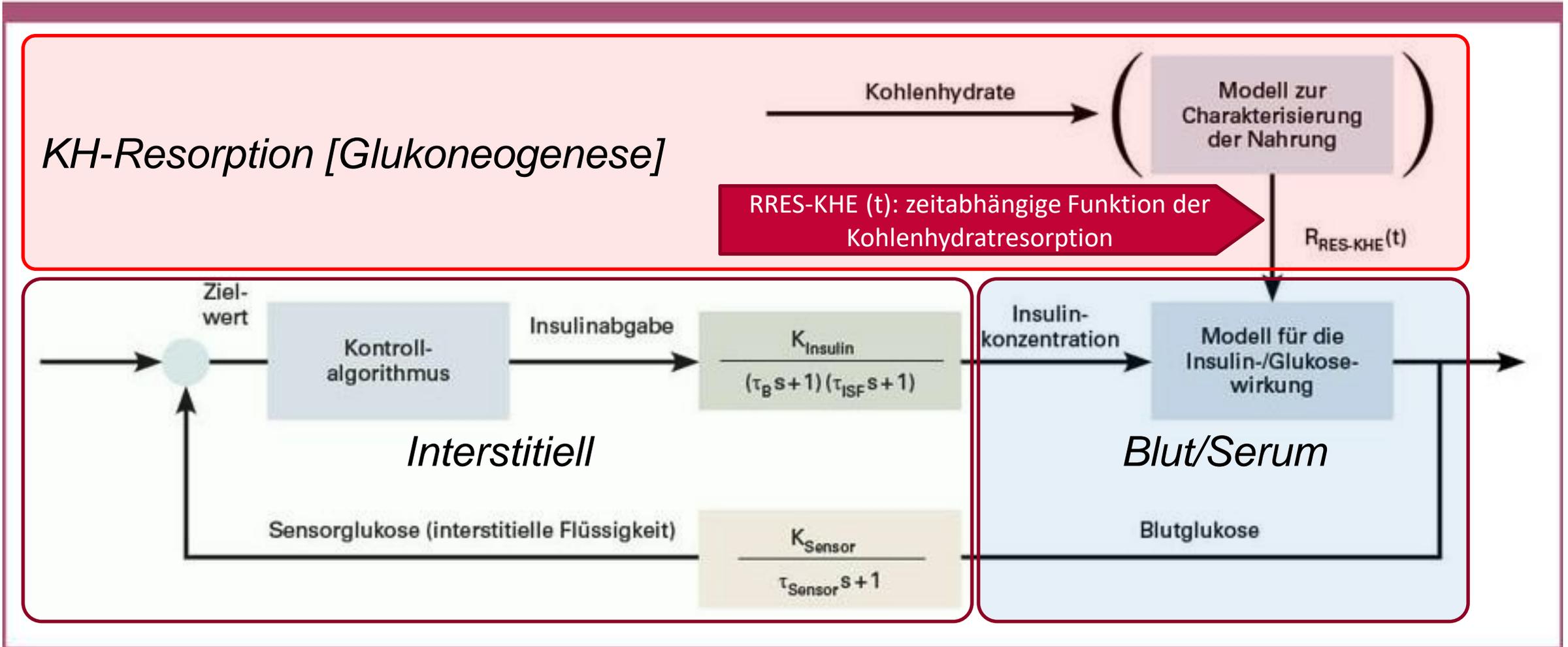
Endlich Zeit für neue Herausforderungen?

Wie entstehen Pitfalls – Hybrid-Closed-Loop Algorithmen sind keine „KI“

Regelkreislauf für ein AID-System unter Berücksichtigung einer subkutanen Glukosemessung und Insulinabgabe im subkutanen Gewebe

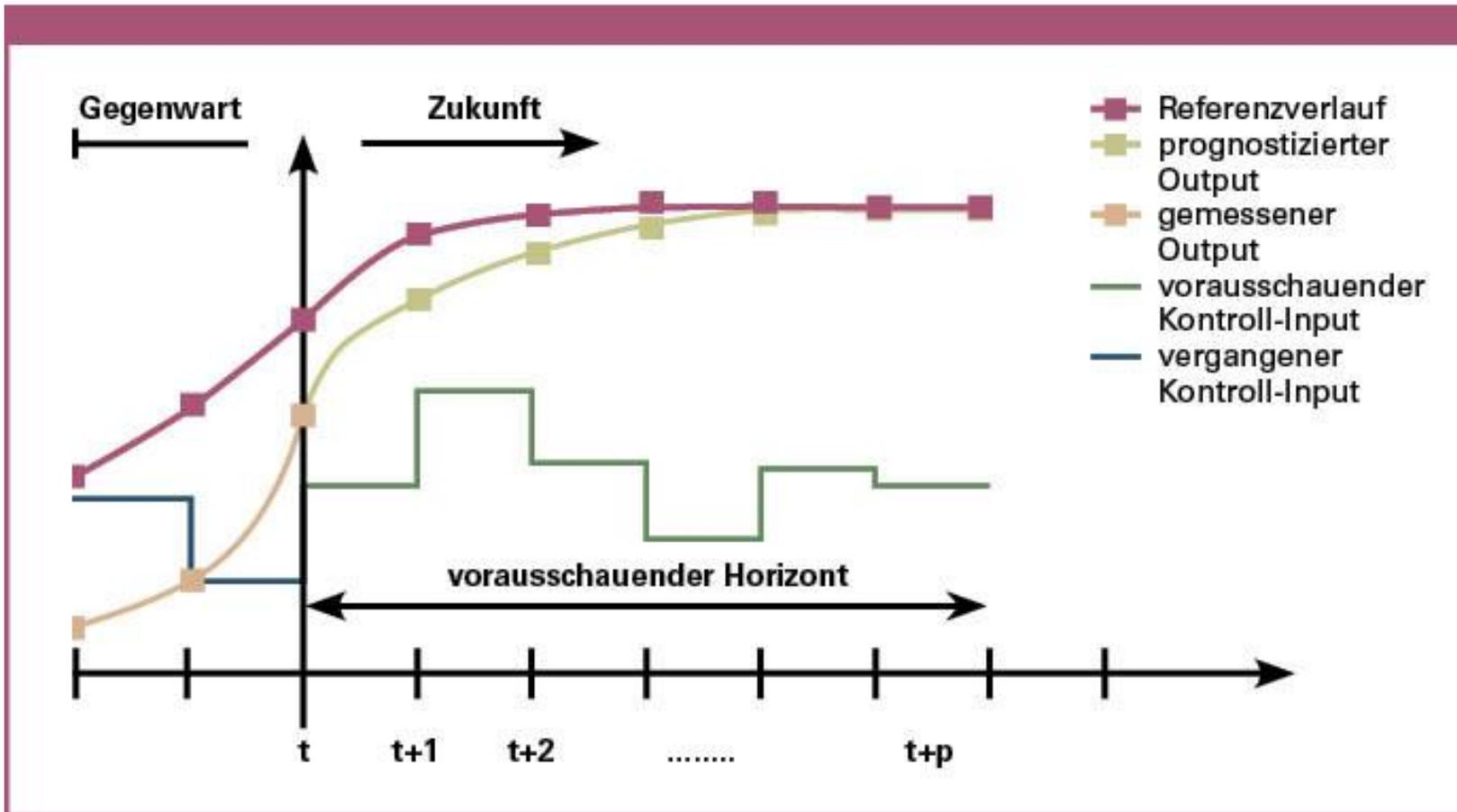
Wichtigste Komponenten:

KH-Resorption – Interstitielle **Insulinresorption** / **Glukosediffusion** – **Insulin/Glukosewirkung**



Regelverhalten des MPC-Algorithmus mit äquidistanten Zeitschritten (z.B. 5 Min., wenn das CGM alle 5 Min. einen Glukosewert liefert)

Der Algorithmus ermittelt die abzugebende Insulindosis unter Berücksichtigung der dadurch zu erwartenden künftigen Glukosekonzentration





**Ein paar Impulse aus der Praxis -
Wo liegen die Herausforderungen?**

Pitfalls und Challenges bei Kindern und Jugendlichen

Kleinkinder –

Wie starten?

Remission und AiD?

Hypoangst und Loslassen

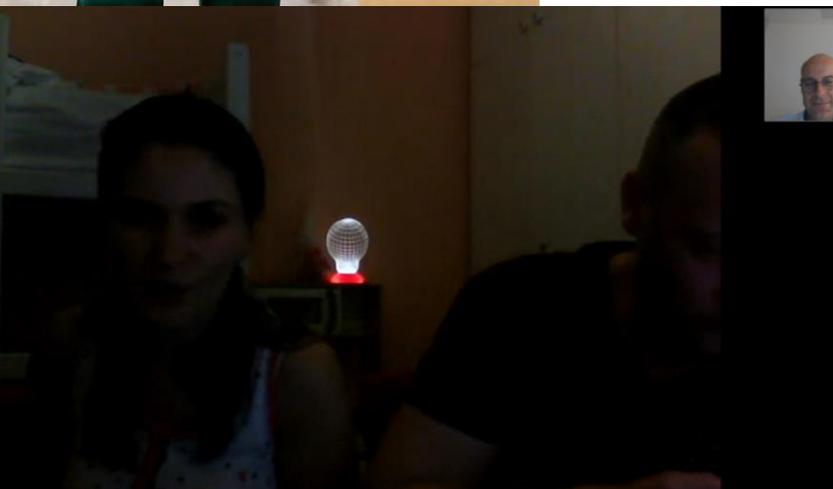
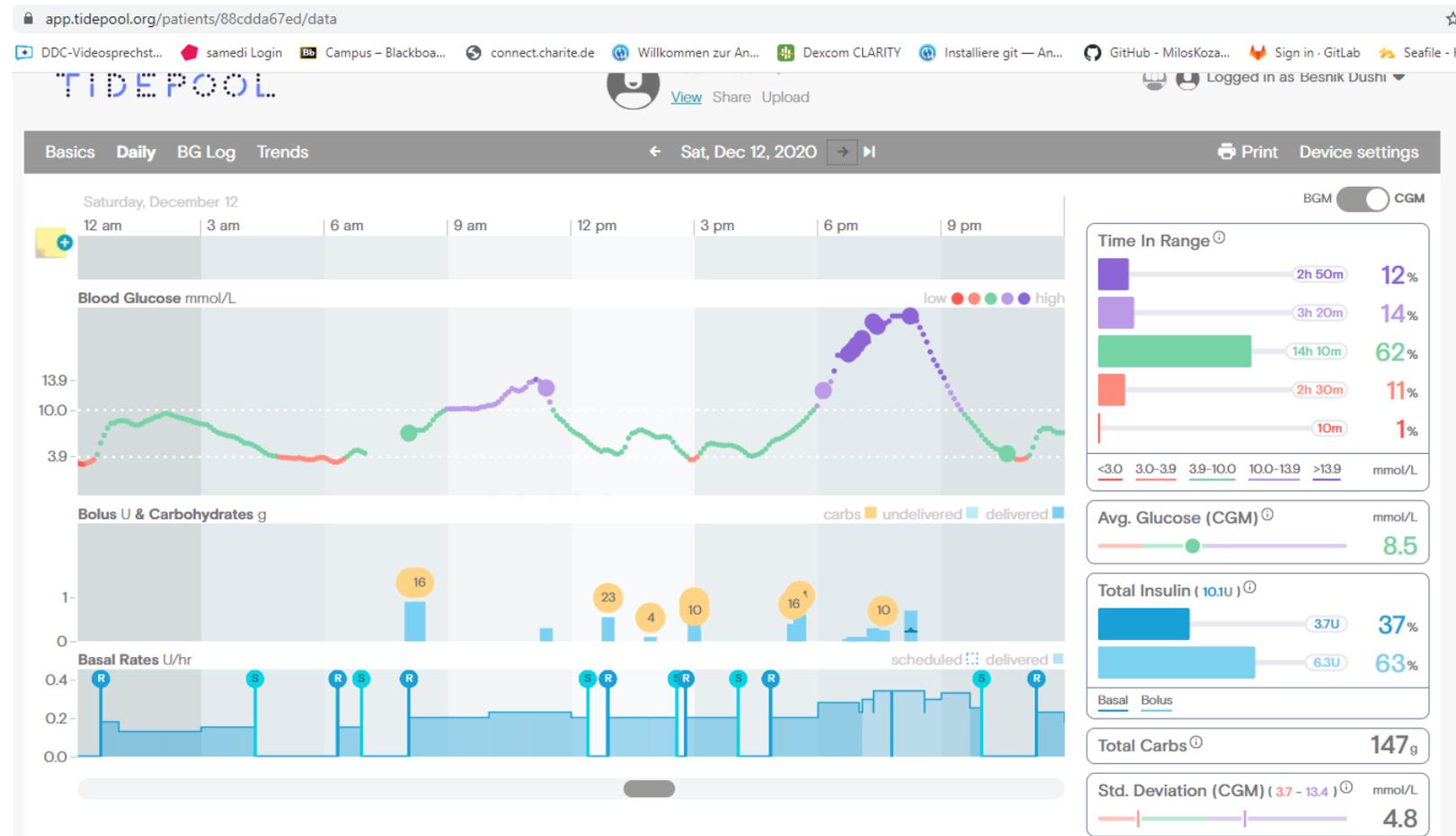
Kleinkinder und Essverhalten

	Pumpe mit Katheterschlauch	Pumpe mit Katheterschlauch	Pumpe mit Katheterschlauch	Pumpe mit Katheterschlauch	Pumpe mit Katheterschlauch	Schlauch- oder Patch-Pumpe	Schlauch- oder Patch-Pumpe	Patch Pumpe	Patch Pumpe	Patch Pumpe
Pumpe und Firma	Medtronic 740 g 	Medtronic 780 g 	t:slim X2 	Ypsopump 	Dana RS Dana i 	Kaleido insulinpumpe 	Tandem Mobi Pump 	Medtrum Touch Care Nano System 	Omni-pod 5 	Accu Check solo 
Was ist dauerhaft am Körper?	Katheter, Pumpe	Katheter, Pumpe, Sensor	Katheter, Pumpe, Sensor	Katheter, Pumpe, Sensor, Mobiltelefon	Katheter, Pumpe	Katheter, Pumpe, Sensor, Steuergerät in der Nähe	Katheter, Pumpe, Sensor, Steuergerät in der Nähe	Patch, Sensor, Steuergerät in der Nähe	Patch, Sensor, Steuergerät in der Nähe	Patch, Sensor, Steuergerät in der Nähe
Zulassung ab Jahren/ Hinweise zur Verfügbarkeit	0 Jahre	7 Jahre	6 Jahre	0 Jahre	0 Jahre	ab 18 Jahre	noch nicht auf dem deutschen Markt, Markteinführung unbekannt	Ab 2 Jahren	0 Jahre aber Dexcom erst ab 2 Jahren	ab 2 Jahren
Kleinste Menge Basalrate	0,025	0,025	0,100 dann in 0,01 Schritten	0,02	0,02 dann in 0,01 Schritten	keine Info	keine Info	Keine Info	0,05	keine Info
Kleinster Bolus	0,025	0,025	0,05	0,1	0,05	keine Info	keine Info	Keine Info	0,05	keine Info
0 Runde möglich	ja	ja	ja, dann ein Block	ja	ja	ja	keine Info	Keine Info	ja	keine Info
Reservoirgröße	180 oder 300 IE	180 oder 300 IE	300 IE	160 IE	300 IE	200 IE	200 IE	Keine Info	200 IE	80 -200 IE
„Loop /AID Modus“ bzw. Korrektur von hohen Werten „schlaue Pumpe“	Nein	Ja, ab 7 Jahren und durchschnittlich mind. 8IE Tagesinsulin gesamtmenge	Ja, Control IQ ab 6 Jahren und ab 25 kg und 10 IE Tagesinsulin dosis	Ja, ab 5 IE Tagesinsulinmenge, einem Lebensjahr und 10 kg Gewicht. Über extra Smartphone via Cam APS auch My life Loop genannt	Nein, nicht mehr mit Cam APS verfügbar, evtl. irgendwann mit Diabeloop	Diabeloop, evtl. ab 18 J, 35 kg und 8 bis 90 IE Tagesinsulinmenge	Ja, verbessertes Control IQ wie X3	Ja, mit Nano CGM	Ja, ab 5 IE Tagesinsulinmenge	Nein



B., 6 Jahre

- Diabetes seit 2. Lebensjahr (Ketoazidose, 2-Spritzentherapie im Kosovo)
- Insulinpumpeneinstellung 2018, Alter 2 Jahre (MM640, Enlite Sensor)
- Telemedizinische Konsultationen über Tidepool (jährlich Präsenz)
- TIR 62%, HbA1c 7,2%



Bilder und Daten von der Familie zur Verfügung gestellt



B., 6 Jahre

- Diabetes seit 3. Lebensjahr (Ketoazidose, 2-Spritzentherapie im Kosovo)
- Insulinpumpeneinstellung (MM640, Enlite Sensor)
- Telemedizinische Konsultationen (jährlich Präsenz),
- TIR 62%, HbA1c 7,2%
- Umstellung auf ein neues Hybrid-Closed-Loop System (MM780G)
- TIR 90%, HbA1c 5,5% (NW < 6,0)
- Mutter schläft erstmals seit Manifestation eine Nacht durch
- Keine „Panik“ mehr vor Einschulung

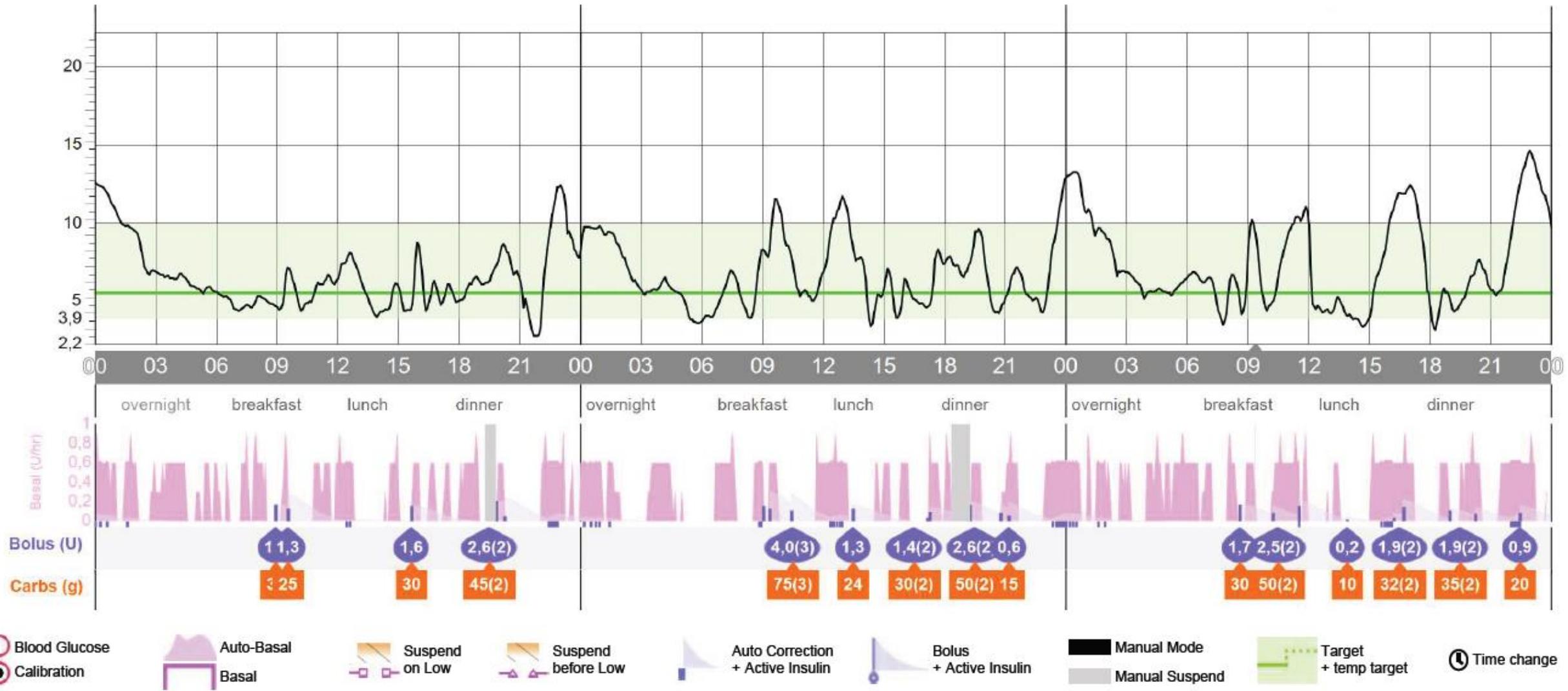
SmartGuard™-Algorithmus MM 780G-System (Advanced Hybrid Closed-Loop-Algorithmus): **Basalinsulinanpassungen und Korrekturboli**

Performance des Hybrid-Closed-Loop Systems (Wochenstatistik)



This report is compatible with the Ambulatory Glucose Profile calculations used by the International Diabetes Center

Performance des Hybrid-Closed-Loop Systems (Tagesdetails)



Bilder und Daten von der Familie zur Verfügung gestellt

Malte, 2,5 Jahre, T1D seit 8 Monaten
Ypsopump / Dexcom G6

Manifestation mit DKA (pH 7,1)
Start mit ICT Novorapid / Levemir
Schulung beider Eltern

Sozial: Beide Eltern arbeiten in eigener Firma, geplanter Start KiTa 9/2024

Entscheidung für Ypsopump: Zulassung ab 2 Jahren und Cam-APS und Größe.

Insulinpumpenschulung und CGM bei Manifestation

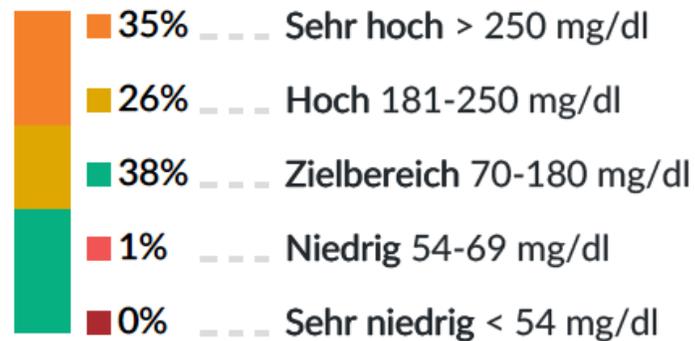
Nach 2 Wochen Start Ypsopump / G6 und CamAPS FX
Minimale Basalrate, ICR 40 g/IE, ISF 200 mg/dl
Resultat: TIR 85%, HbA1c 7,2%

Malte, 2,5 Jahre, T1D seit 8 Monaten

Ypsopump / Dexcom G6

Einstellung nach 3 Monaten (nach Urlaub)

Glukose – Zeit im Zielbereich



Zusammenfassung

GMI
8.6% (70,2 mmol/mol)

Durchschnitt
220 mg/dl

Aktive CGM-Zeit in %
94,8% (13,3 Tage)

SD.....90 mg/dl

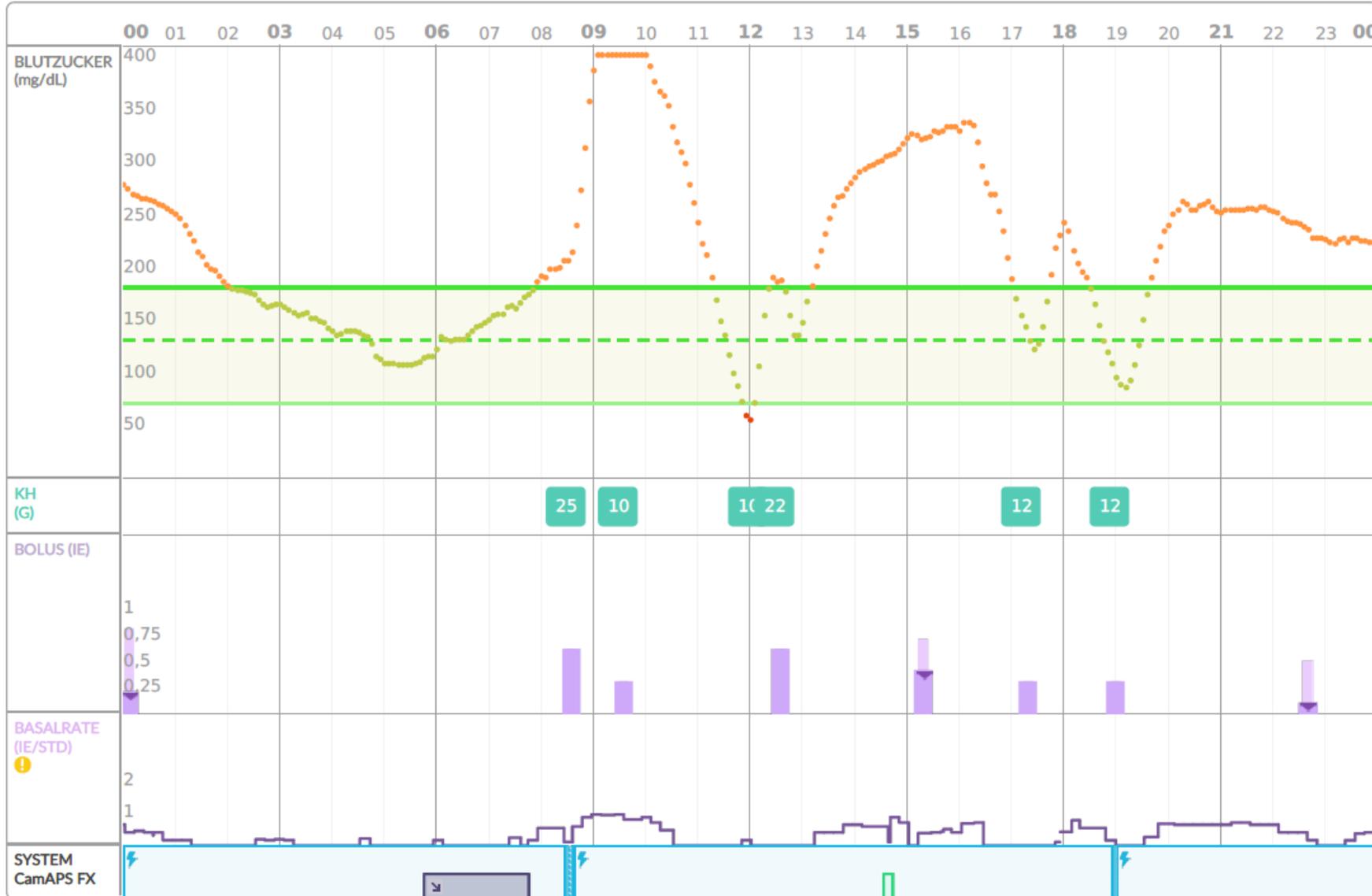
CV.....40.9%

Median.....208 mg/dl

Höchster Wert.....401 mg/dl

Niedrigster Wert.....52 mg/dl

Malte, 2,5 Jahre, T1D seit 8 Monaten, 16 kg
 Ypsopump / Dexcom G6 / CamAPS FX



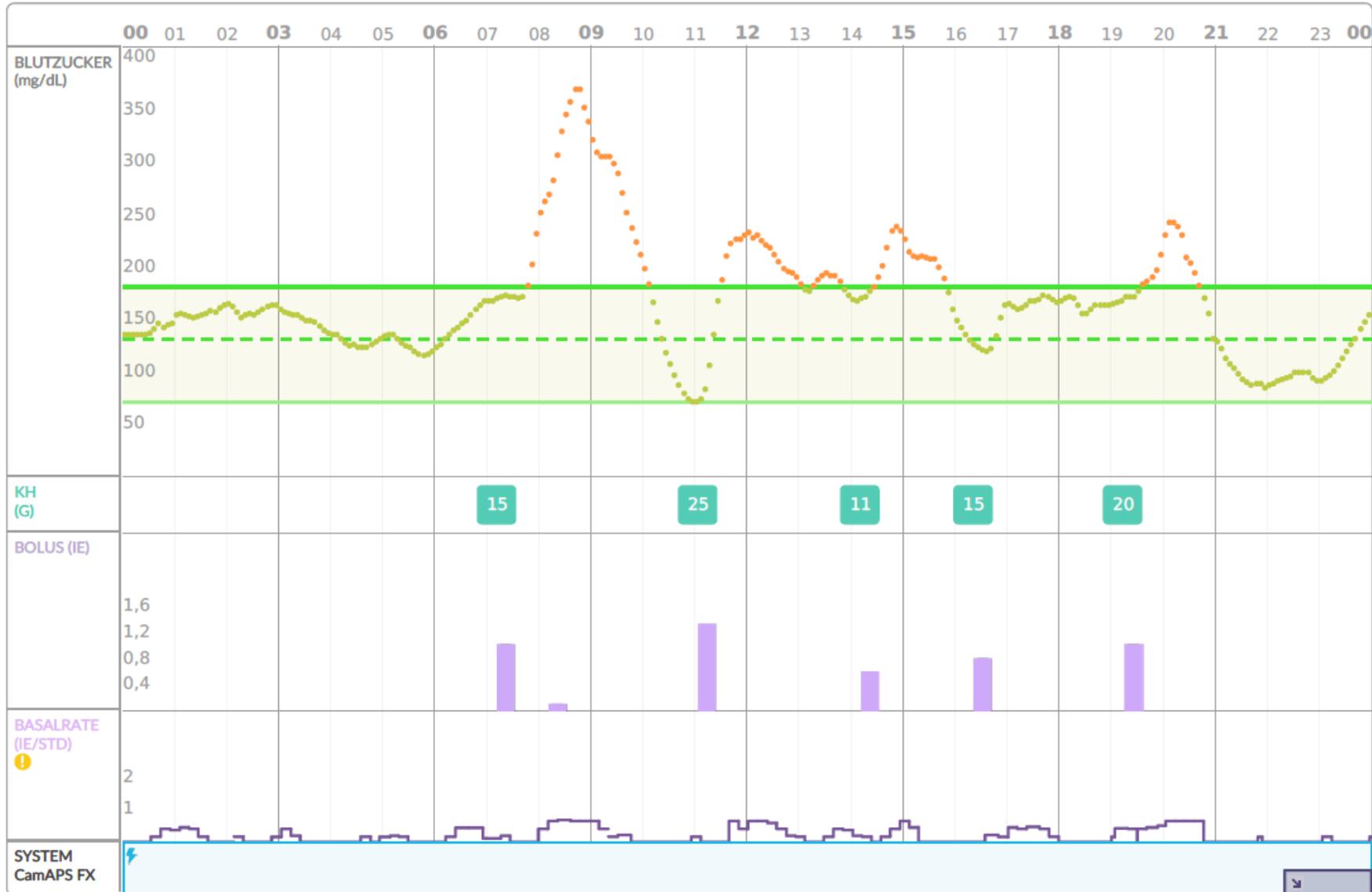
Glukoseeinstellung nach
 Urlaub und Remission

Ausgeprägte Sorge wegen
 Hypos

Meine Empfehlung (7-19h):

1. ICR von 30 auf 20 erhöhen
2. Active Insulin Zeit mit 5h ok

Malte, 2,5 Jahre, T1D seit 8 Monaten, 16 kg
Ypsopump / Dexcom G6 / CamAPS FX



Glukoseeinstellung nach
Urlaub und Remission

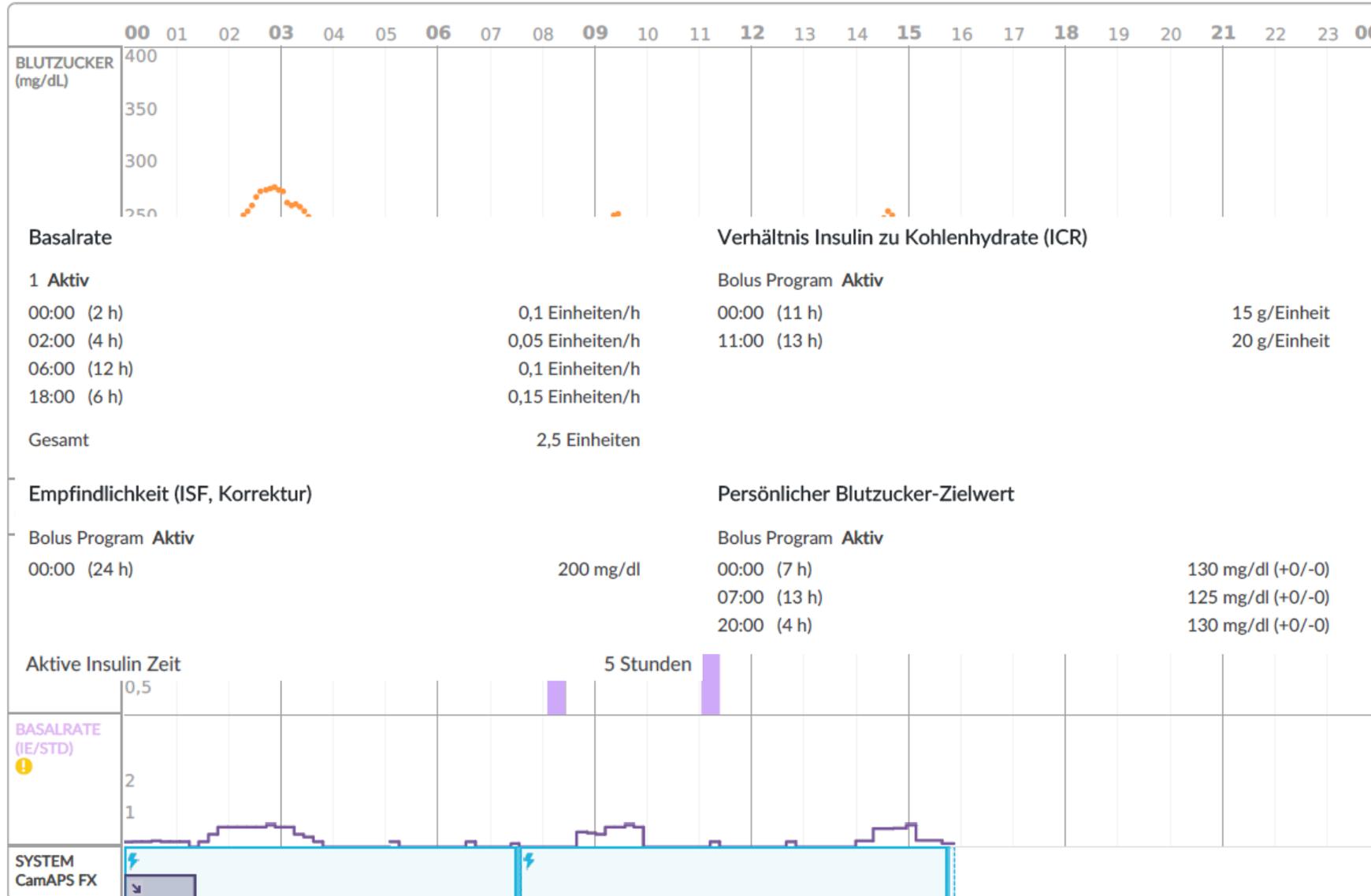
Ausgeprägte Sorge wegen
Hypos

Meine Empfehlung (7-19h):

1. ICR 20
2. Active Insulin Zeit mit 5h ok

Malte, 2,5 Jahre, T1D seit 8 Monaten

Ypsopump / Dexcom G6



Was sinnvollerweise ändern?

ICR 15 von Mutter nach Hypo wieder zurück reduziert auf 30

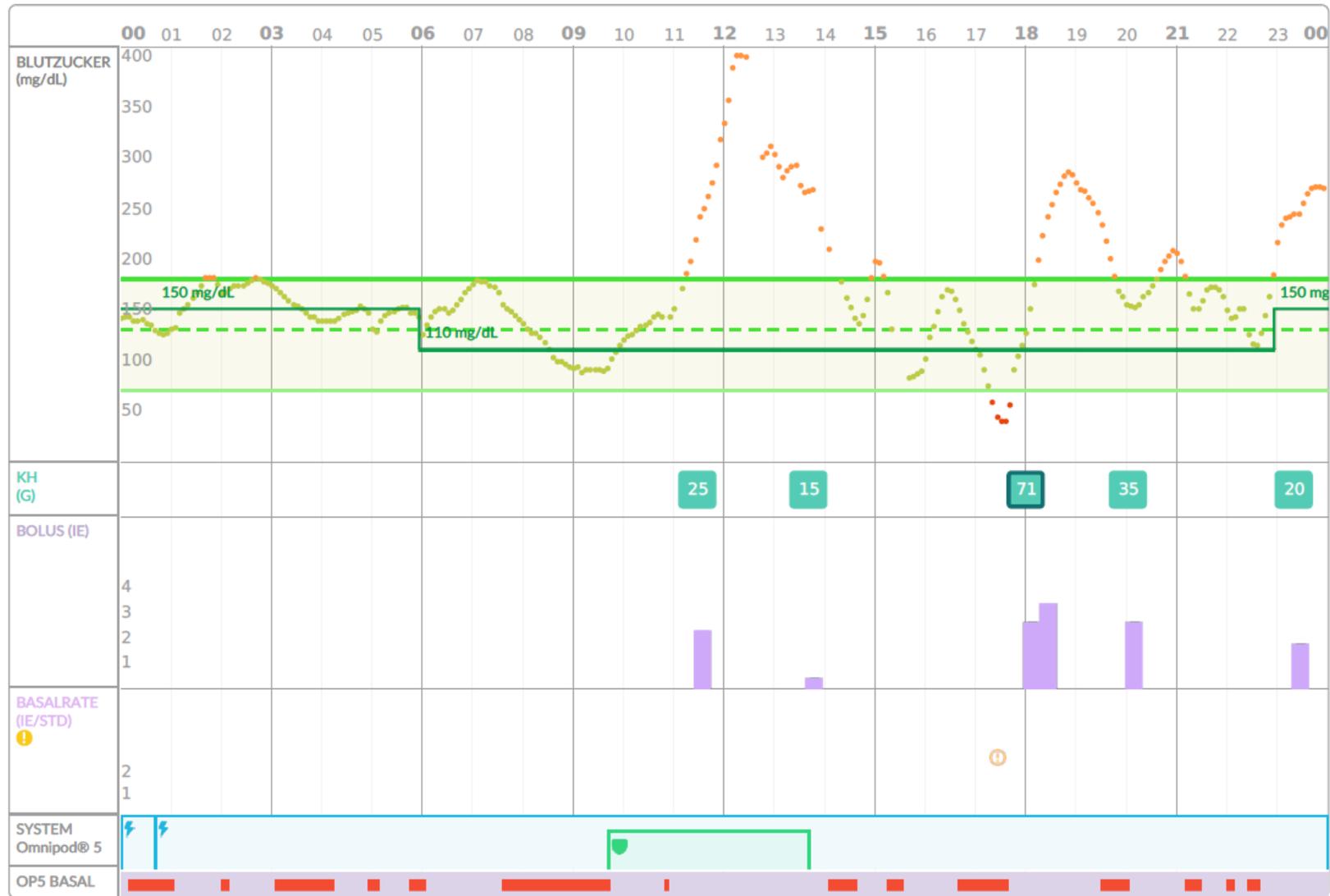
- Meine Empfehlung (7-19h):
1. Persönlicher Glukosezielwert > 150 mg/dl (180 mg/dl)
 2. ICR bei 15 (20) belassen
 3. Ggf. ISF 200 mg/dl > 250 mg/dl

Yasemin, 8 Jahre, T1D seit 12 Monaten

Omnipod5 / Dexcom G6



Yasemin, 8 Jahre, T1D seit 12 Monaten Omnipod5 / Dexcom G6



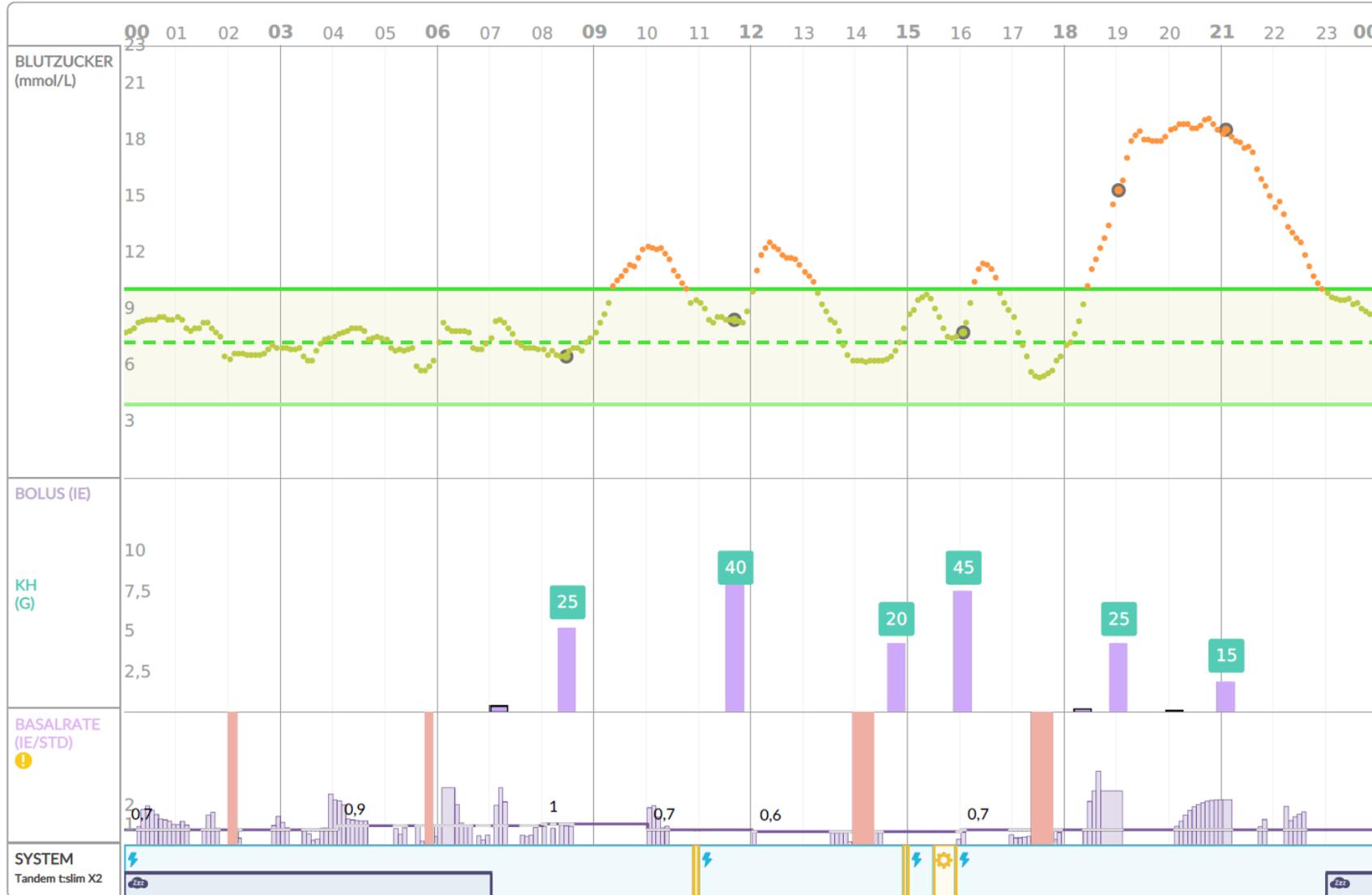
Fremdbetreuung: Großeltern

Erforderliche
Diabeteskompetenz:

1. Carb-Count
2. Überwachung (Grazing)

Jugendliche, 13 Jahre, T1D seit 4 Jahren

T-Slim mit Control-IQ seit Jahren, 52 kg

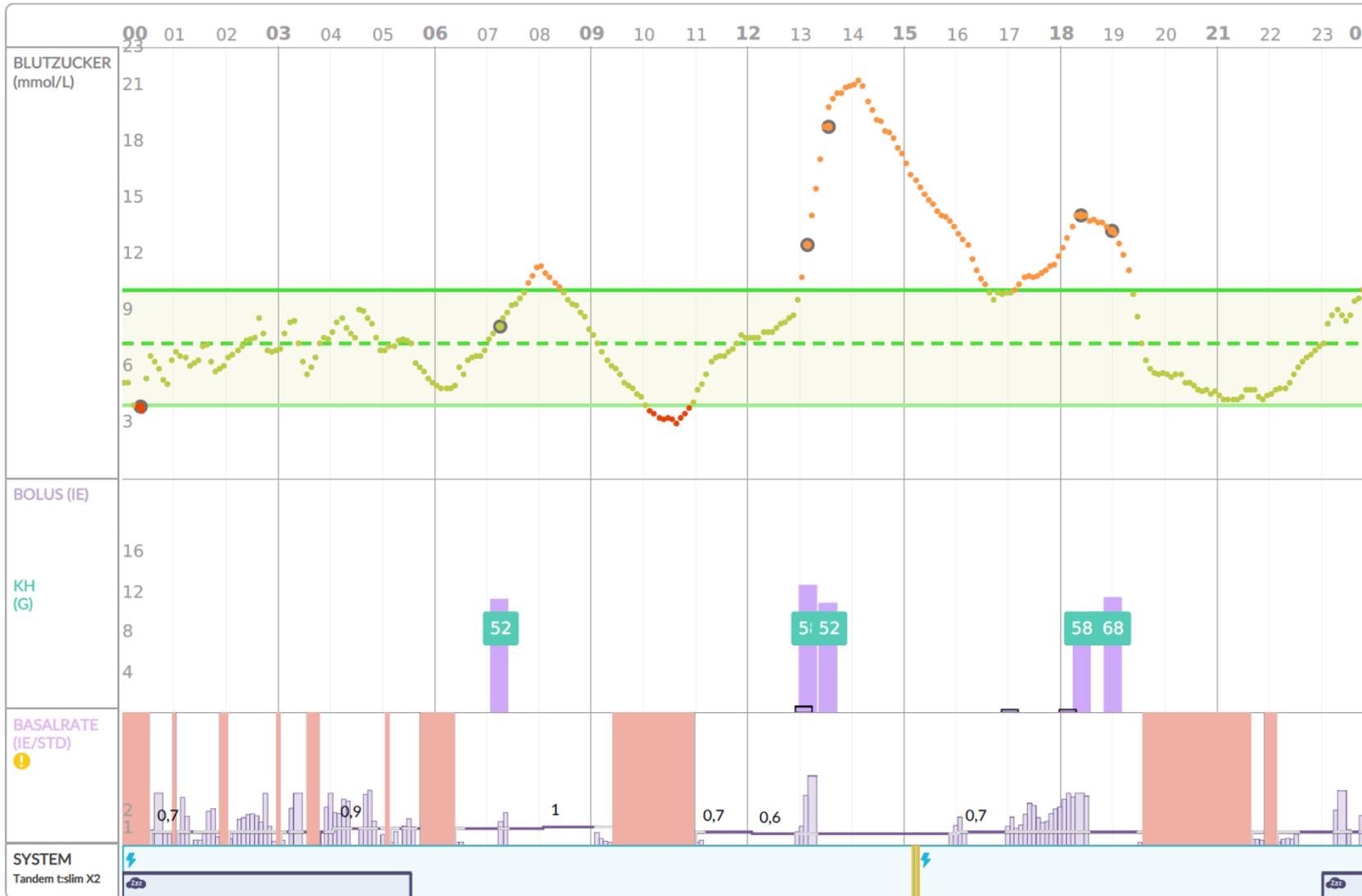


Insulin - Gerät

Bolus	31,8 IE
Basal	22,1 IE
Insulin gesamt	53,9 IE
# Boli	9

Jugendliche, 13 Jahre, T1D seit 4 Jahren

T-Slim mit Control-IQ seit Jahren, 52 kg



Insulin - Gerät

Bolus	56,9 IE
Basal	20,1 IE
Insulin gesamt	76,9 IE
# Boli	8
Durchschnitt Bolus	7,1 IE
# Korr. Bolus	63% (5)

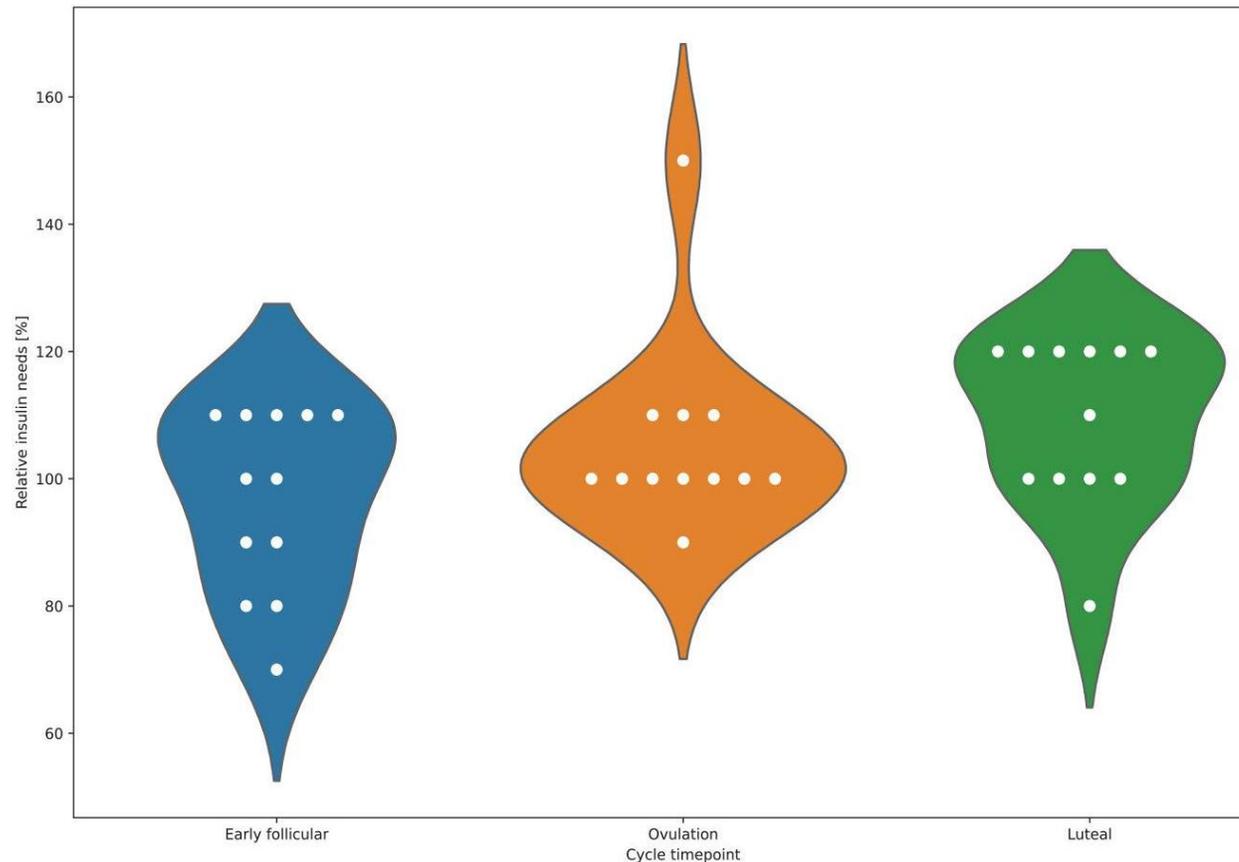
Was war passiert?

Wie reguliert man am besten mit dem Control-IQ?



Variability of Glycemic Outcomes and Insulin Requirements Throughout the Menstrual Cycle: A Qualitative Study on Women With Type 1 Diabetes Using an Open-Source Automated Insulin Delivery System

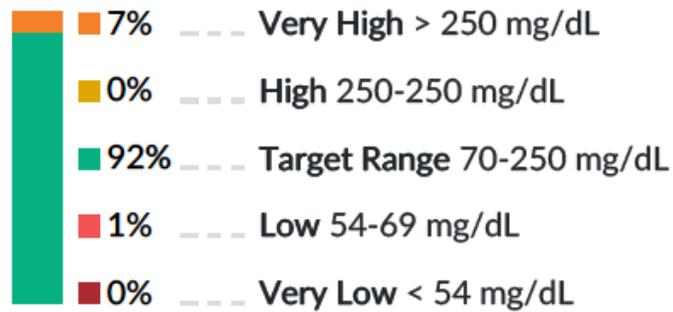
[Darius Mewes](#),^{1,*} [Mandy Wäldchen](#), MSc,^{2,*} [Christine Knoll](#), MD,^{1,2,3} [Klemens Raile](#), MD,¹ and [Katarina Braune](#), MD^{1,3,4}



*Intraindividuell stark unterschiedlich
bestehen zyklusabhängig 10-15%
Schwankungen des Tagesinsulinbedarfs.*

14-jähriger Junge - Igor
12 Monate T1D
6 Monate Omnipod5 – Dexcom G6 > G7
Data: Glooko

Glucose - Time In Range

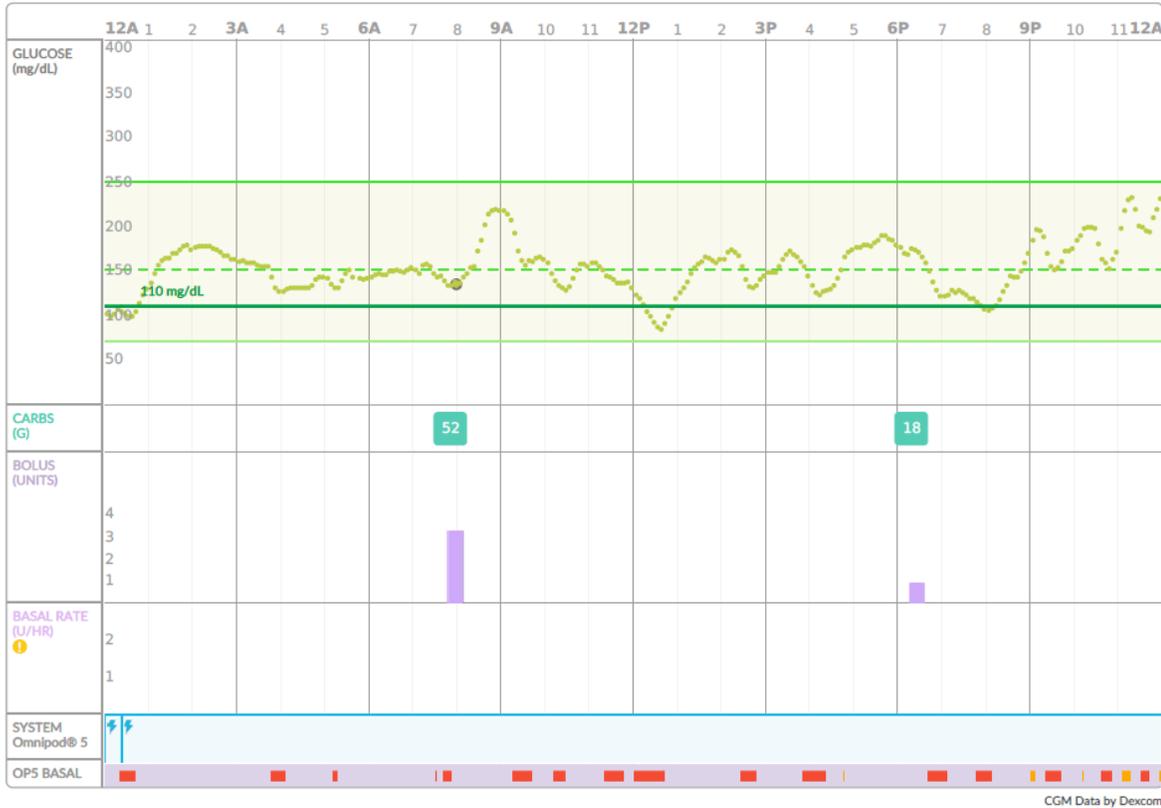


Summary

GMI
7% (53.2 mmol/mol)
 Average
155 mg/dL
 % Time CGM Active
91% (63.7 days)

SD.....56 mg/dL
 CV.....36%
 Median.....140 mg/dL
 Highest.....363 mg/dL
 Lowest.....LO mg/dL

14-jährig
12 Monate T1D
6 Monate Omnipod5 – Dexcom G6 > G7
Data: Glooko

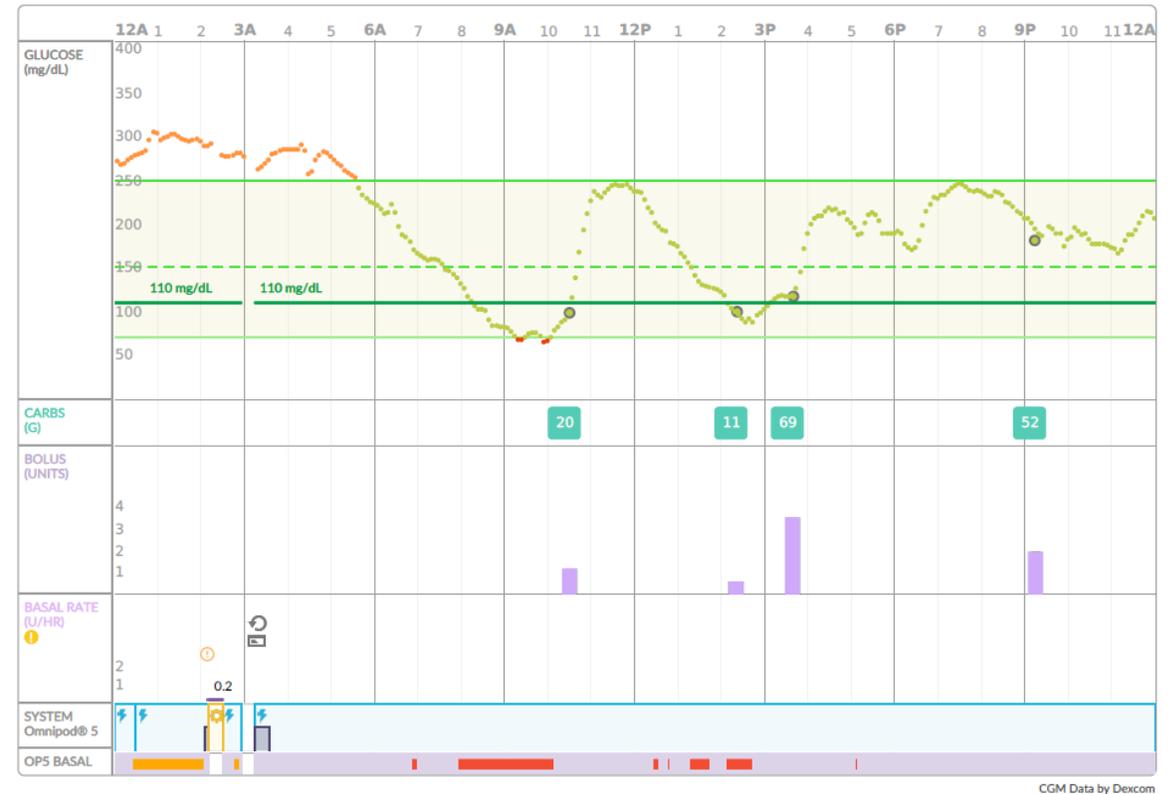


Statistics

	JUL 17	JUL 10 - SEP 17
BG Statistics		
Avg. BG	205	162
Median BG	205	142
BG Readings	2	67
Avg. CGM	148	155
Median CGM	123	140
% CGM Very High	8%	7%
% CGM High	0%	0%
% CGM Target Range	90%	92%
% CGM Low	1%	1%
% CGM Very Low	1%	0%
Insulin - Device		
Bolus	17.3 u	11.7 u
Basal	13 u	12.1 u
Total Insulin	30.3 u	23.8 u
# of Boluses	6	5.9
Avg. Bolus	2.9 u	2 u
# Corr. Bolus	17% (1)	3% (0.2)

14-jährig
 12 Monate T1D
 6 Monate Omnipod5 – Dexcom G6 > G7
 Data: Glooko

Omnipod / Katheter: „3.Tag“,
 Pseudoinsulinresistenz



14-jährig

12 Monate T1D

6 Monate Omnipod5 – Dexcom G6 > G7

Data: Glooko

Omnipod / Katheter: „3.Tag“ - Entzündung und Pseudoinsulinresistenz

day -2

day -1

New insert

day +1

BG Statistics		
Avg. BG	205	162
Median BG	205	142
BG Readings	2	67
Avg. CGM	148	155
Median CGM	123	140
% CGM Very High	8%	7%
% CGM High	0%	0%
% CGM Target Range	90%	92%
% CGM Low	1%	1%
% CGM Very Low	1%	0%
Insulin - Device		
Bolus	17.3 u	11.7 u
Basal	13 u	12.1 u
Total Insulin	30.3 u	23.8 u
# of Boluses	6	5.9
Avg. Bolus	2.9 u	2 u
# Corr. Bolus	17% (1)	3% (0.2)

BG Statistics		
Avg. BG	152	162
Median BG	152	142
BG Readings	1	67
Avg. CGM	206	155
Median CGM	201	140
% CGM Very High	32%	7%
% CGM High	0%	0%
% CGM Target Range	68%	92%
% CGM Low	0%	1%
% CGM Very Low	0%	0%
Insulin - Device		
Bolus	20 u	11.7 u
Basal	20.5 u	12.1 u
Total Insulin	40.5 u	23.8 u
# of Boluses	9	5.9
Avg. Bolus	2.2 u	2 u
# Corr. Bolus	0% (0)	3% (0.2)

BG Statistics		
Avg. BG	124	162
Median BG	109	142
BG Readings	4	67
Avg. CGM	197	155
Median CGM	202	140
% CGM Very High	22%	7%
% CGM High	0%	0%
% CGM Target Range	77%	92%
% CGM Low	1%	1%
% CGM Very Low	0%	0%
Insulin - Device		
Bolus	7.1 u	11.7 u
Basal	24 u	12.1 u
Total Insulin	31.1 u	23.8 u
# of Boluses	4	5.9
Avg. Bolus	1.8 u	2 u
# Corr. Bolus	50% (2)	3% (0.2)

BG Statistics		
Avg. BG	108	162
Median BG	108	142
BG Readings	1	67
Avg. CGM	154	155
Median CGM	148	140
% CGM Very High	0%	7%
% CGM High	0%	0%
% CGM Target Range	100%	92%
% CGM Low	0%	1%
% CGM Very Low	0%	0%
Insulin - Device		
Bolus	7.9 u	11.7 u
Basal	15.5 u	12.1 u
Total Insulin	23.4 u	23.8 u
# of Boluses	3	5.9
Avg. Bolus	2.6 u	2 u
# Corr. Bolus	33% (1)	3% (0.2)

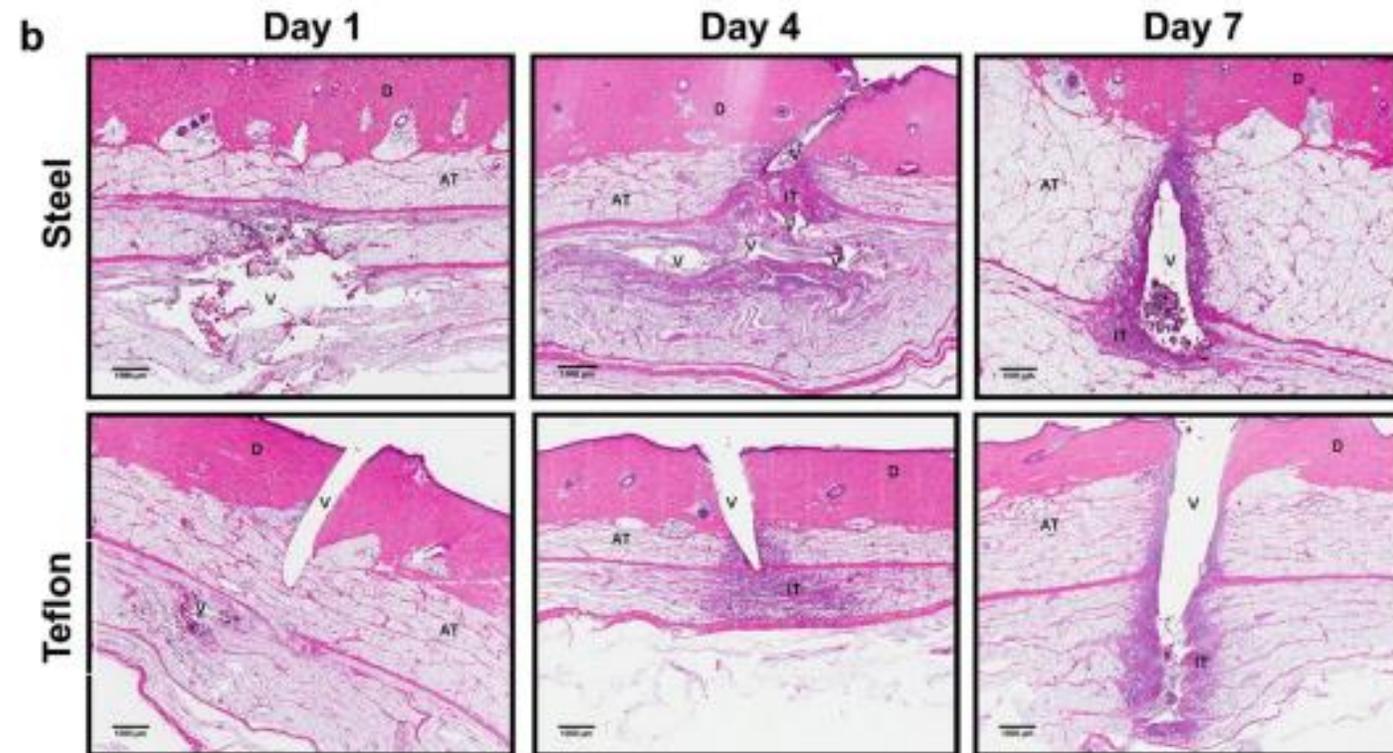
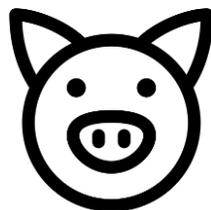
Einfluss von Inflammation an der Catheterspitze

Hauzenberger JR, Münzker J, Kotzbeck P, Asslaber M, Bubalo V, Joseph JI, Pieber TR. **Systematic in vivo evaluation of the time-dependent inflammatory response to steel and Teflon insulin infusion catheters.** Sci Rep. 2018 Jan 18;8(1):1132.

Versuchsordnung:

- Sure T™, 6mm Steel
- Quick-set™, 6mm Teflon
- Insulin pump (Medtronic MiniMed Paradigm™)
- Infusion mit NaCl 0.9%
- Versuch an gesunden Schweinen (Flanke)

Welche Rolle spielt Kresol und additive / ultraschnelle Insuline in der Inflammation?



Pitfalls und Challenges bei Kindern und Jugendlichen

Varianten der Insulinresistenz

1. *„Endokrine“-Variable Insulinresistenz – Menstruation*
2. *Pseudoinsulinresistenz (1): Grazing und Snacks*
3. *Pseudoinsulinresistenz (2): der 3. Kathetertag / Katheterinflammation*

Diskussionsrunde!

