

Mahlzeiten Management im Closed Loop:

III. UAM Modus mit schnellem Insulin



Unser heutiges Thema ist das **Mahlzeiten**-Management im Closed Loop, wenn man mit einem sehr schnell wirksam werdenden Insulin (Lyumjev) loopt **ohne Eingaben zu Mahlzeiten** zu machen, und **ohne** jemals selbst einen **Bolus** auszulösen - im sog. UAM Modus. (*UAM steht für unangekündigte Mahlzeit oder engl. unannounced meals*).

- **Einfach essen und AndroidAPS loopen lassen, geht das?** *Schauen wir es uns mal an ...*

Eine wichtige Vorbemerkung erst noch: Dies ist ein Erfahrungsbericht eines DIY Loopers, und ausschließlich gedacht als Anregung bzw. Diskussionsbasis **für selbst auf eigene Verantwortung handelnde Looper**. Es sei gleich hier auch schon darauf hingewiesen, dass das im Folgende gezeigte Verfahren wahrscheinlich derzeit nur mit AndroidAPS oder mit OpenAPS zufriedenstellend möglich ist. Der Autor ist nicht Mediziner und kann keinerlei Haftung übernehmen, ebenso nicht die „loopercommunity.org“. - „YDMV“ (*your diabetes may vary*).

Kursiv gedruckte Texte sind nicht unbedingt Teil des Vortrags, sie sind illustrierende Zusatzkommentare zum Nachlesen.

Ebenso befinden sich ganz unten auf den Notizen-Seiten z.T. Hinweise auf weitere Literatur, Debatten usw.

Teil I und II	<ul style="list-style-type: none"> • Träge Steuerung • Mahlzeit als komplexes Steuerungsproblem • Probleme in der Nachlauf-Phase der Mahlzeit 	
Hybrid Closed Loop	<ul style="list-style-type: none"> • Good practice • Tuning • Gewichtskontrolle 	
Themen		
Teil III	<ul style="list-style-type: none"> • Wie sieht es aus wenn mit Lyumjev[®] im UAM Modus der Loop Mahlzeiten managt ? 	3
UAM Closed Loop	<ul style="list-style-type: none"> • Voraussetzungen und Grenzen des UAM Modus 	8
	<ul style="list-style-type: none"> • Eine Mahlzeit im Vergleich: Hybrid / UAM Closed Loop 	13
	<ul style="list-style-type: none"> • Weniger Insulinbedarf im UAM Modus? 	15
	<ul style="list-style-type: none"> • Variationen – ohne BaldEssenTT – mit kl. Vorab-Bolus 	16
	<ul style="list-style-type: none"> • Kohlenhydratreiche „Kinder-“Mahlzeit 	19
	<ul style="list-style-type: none"> • Tuning 	20
	<ul style="list-style-type: none"> • Nautisches Äquivalent 	28

© Eli Lilly, USA

In den vorangegangenen Teilen des Vortrags wurde die träge Natur der Steuerung erklärt. Orientiert an Befunden der Looping Pionierin Dana Lewis lag der Schwerpunkt in Teil I. ferner darauf, aufzuzeigen, wie Insulinaktivität und Kohlenhydrat-Absorption **in den ersten Stunden** nach einer Mahlzeit gut aufeinander abgestimmt werden können..

In Teil II. ging es dann um die Herausforderungen, die sich **in späteren Stunden** nach einer größeren Mahlzeit oft ergeben.

Auch für mich war es anfangs eine fast unglaubliche Erfahrung, wie sich Dinge **vereinfachen** können mit einem **schnell wirksamen Insulin, Lyumjev**, in der Pumpe.

Werfen wir also einen Blick auf AndroidAPS im „**UAM Modus**“, inklusive erste Ergebnisse zur Performance (*TIR, Hypo-Inzidenz, PGS etc*).

Dann führen wir uns die Schlüssel**voraussetzungen** für diesen Modus, und seine **Grenzen** vor Augen.

Es folgt ein direkten Vergleich einer Mahlzeit in Hybrid bzw in UAM Closed Loop.

Dann kommen wir zu sprechen auf zwei Möglichkeiten, den **UAM Modus** leicht zu **modifizieren**.

Maximalen Komfort gäbe es wenn man sich auch das Setzen von BaldEssenTT erspart. Und bessere Performance könnte man sich erhoffen, wenn man doch zur Mahlzeit ein klein wenig Bolus gibt.

Dann schauen wir uns noch anhand einer typischen Kinder-Mahlzeit an, ob der UAM Modus bei weit über 100g schnellen Kohlenhydraten an seine Grenzen kommt.

Zum Schluss ein paar Hinweise zum **Tuning**, sowie ein Schema für Freunde meiner Nautik-Vergleiche.

Teil I des Vortrags: <https://de.loopercommunity.org/uploads/short-url/mKpNMGdaIMIRyihP9BXXf8vCGqU.pdf>

Teil II. des Vortrags: <https://de.loopercommunity.org/uploads/short-url/9xNx8iUOpdIPZJNoMSvT7g10Hlw.pdf>



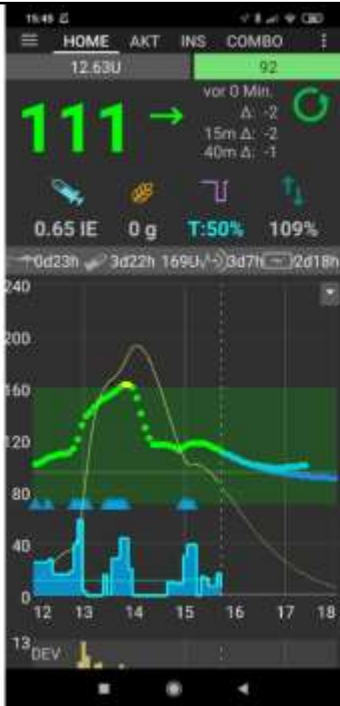
Mittagessen (12:30h)

Was sieht hier irgendwie anders aus?

UAM =
un-angekündigte
Mahlzeiten

Hier mein AndroidAPS Homescreen nach einem Mittagessen.

Was fällt auf? - Ich bin im UAM Modus = **Un-Angekündigte Mahlzeiten** -



Mittagessen (12:30h)



- Es erfolgte keine **Kohlenhydrat-Eingabe** ($\Rightarrow \text{cob}=0$, die ganze Zeit schon)
- Es wurde auch **kein Bolus** ausgelöst... (\Rightarrow immer ungewohnt niedrige iob)
- ...sondern die **Insulinaktivität** (dünne gelbe Kurve) speist sich aus zahlreichen SMBs und TBRs
- Die **Glukosekurve** geht nur kurzzeitig geringfügig über 160 mg/dl
- Im AndroidAPS Home Screen **fehlen die Buttons** („Insulin“, „Carb“, „Calculator“ unten)
– Man braucht sie einfach nicht mehr im UAM Modus !!

Es wurde **keine Kohlenhydrat-Eingabe** gemacht, auch keine eCarbs, und cob steht folgerichtig immer bei null.

Es wurde auch **kein Bolus** ausgelöst, sondern eine sehr hohe Zahl von SMBs, sowie recht hohe temporäre Basalraten, steuern Insulin bei (*in Phasen steigender Glukosekurve*). Der iob Wert erreicht nie die Höhen, die wir im Hybrid Closed Loop gewohnt sind.

„Dennoch“ geht die **Glucose-Kurve nur knapp über 160 mg/dl** hoch, und wird danach Richtung Ziel gesteuert.

In diesem Home Screen **fehlen** die gewohnten **Buttons** unten – Es kostete mich etwas Überwindung, die weg zu nehmen, aber: Man braucht sie einfach nicht mehr im UAM Modus!

(Fühlt sich an wie wenn am Fahrrad die Stützräder wegkommen – man ist sich fast sicher, das wird brutale Crashes geben .. aber es läuft erstaunlich schnell eher besser ...)

Fazit

- Der AndroidAPS Loop kann Mahlzeiten komplett selbst managen
- Wir kommen dem Traum einer künstlichen Bauchspeicheldrüse sehr nah:



"Tuned" hybrid closed loop w/ Fiasp, Novorapid mix

A



UAM closed loop w/ Lyumjev

C

<https://www.diabettech.com/orof1/lyumjev-a-fully-closed-loop-case-study-with-orof1>

Dort auch Vergleich erweitert um 1 Woche mit Lyumjev im HYBRID Closed Loop („B“)

Fazit: Einfach essen. AndroidAPS regelt's.

Diese xDrip Statistiken vergleichen:

LINKS: eine Woche Hybrid Closed Loop (A) mit Kohlenhydrateingaben und ausgelösten Boli (Fiasp/Novorapid 50/50).

Dabei hatte ich 94% TIR (70-180 mg/dl) erzielt, bei 42 Werten unter 70 mg/dl

RECHTS: eine Woche im Closed Loop im UAM Modus (C) mit dem schnelleren Insulin Lyumjev.

Es wurden 97% TIR erzielt, bei nur 5 Werten unter 70 mg/dl.

Dabei wurden 1 Woche lang nie Kohlenhydrate eingegeben oder irgendwelche Boli ausgelöst vom Nutzer.

Wir sind **der künstlichen Bauchspeicheldrüse einen entscheidenden Schritt näher** gekommen!

Damit könnten wir den Vortrag eigentlich beenden.

Die hier zitierte Studie wurde nach nur 1 Woche Lyumjev-Erfahrung gemacht mit Einstellungen, die bis auf die Kinetik-Parameter des Insulins für einen andren

Anwendungsmodus entwickelt (getunt) waren. Ferner fand AndroidAPS Software 2.6.1 Einsatz, nicht die für UAM optimierte 2.7 (vgl. Anhang Folie 30). Es wäre daher denkbar, auch noch etwas bessere Ergebnisse zu erzielen hinsichtlich des durchschnittlichen Glukosewertes in (C).

Anmerkung zu der sehr guten Performance im UAM Modus (C): Im „Alltag“, etwa 8 Wochen insgesamt bisher, ist der TIR in der laufenden 7-Tages-Statistik eher etwas niedriger, meist 95 +/- 2 %. Untersuchungen, um die Grenzen zu testen (z.B. Weglassen von BaldEssenTT, oder z.B. ein Kuchenstück zwischen 2 Mahlzeiten), sind da eingeschlossen; auch erste Versuche, Einstellungen zu tunen; und Tage, wo man wirklich mal an nichts denkt, sondern einfach laufen lässt. Allerdings vermeide ich meist extra große Herausforderungen. Würde auch erst Sinn machen mit mehr Erfahrung und „Tuning“ (Also bitte bei eigenen Versuchen nicht gleich mit süßem Saft+ Müsli +mehreren Marmeladenbrötchen einsteigen! Siehe Folie 9). Es deutet sich an, dass eng getakteter Wechsel zwischen Essen und Sport eher eine Herausforderung darstellt als die Größe einer Mahlzeit.

Es kam auch schon zu Unterbrechung des UAM Modus, nämlich als das CGM für ca 10 Stunden keine bzw. keine halbwegs realitäts-nahen Werte lieferte. Das führte mir vor Augen, wie weit ich mit nur Pumpe und Blutzuckermessgerät von 90+ %TIR weg bin! Ein Neustart des UAM Loop nach Unterbrechung ist auch nicht ganz trivial (Für die Zeitspanne von einem „DIA“ etwa muss man sehr aufpassen). Denn in einer Unterbrechung werden ja vom Nutzer via Pumpe oder Pen Boli gegeben, die nicht in AndroidAPS registriert sind. Wahrscheinlich könnte man das besser machen, mit Virtual Pump und Open Loop oder so, aber ich hatte ja sogar die Buttons in meinem AndroidAPS unten entfernt, wollte nur kurz abschalten, und baldmöglichst wieder in den eingestellten UAM Modus rein...).

Mehr zu den gezeigten Statistiken sowie Diskussion der Resultate siehe
<https://www.diabettech.com/oref1/lyumjev-a-fully-closed-loop-case-study-with-oref1/>
<https://de.loopercommunity.org/uploads/short-url/8WLZOObMOP6ZPJCNxmLiTBcayixz.pdf> /
<https://de.loopercommunity.org/t/loopen-ohne-bolus/5955>



Also dann, guten Appetit – Wer ist bereit **aus der täglichen Sisyphus-Arbeit** (*Carbs zählen, SEA oder lieber doch nicht, Bolus überlegen, FPEs, Korrekturbolus...*) zumindest versuchsweise mal **auszusteigen**?

Klar, es erscheint erst mal als eine sehr **gewagte** Abkehr von jahre-/jahrzehntelangen Gewohnheiten.

Um den **Übergang sinnvoll anzugehen** sollte man natürlich etwas **näher verstehen** .. was man in diesem speziellen Fall an seinen **Einstellungen** tunen kann oder vielleicht sogar muss, und:
.. wo die **Limitationen** liegen

Dazu habe ich noch ein bisschen was zusammengetragen was ich im Folgenden noch zeigen kann.

Mehr und mehr Looper sind, allerdings erst seit wenigen Wochen, mit der neuen Methode unterwegs, und wir haben **noch nicht viel ausgetestet**.

Insbesondere gab es noch wenig Zeit zu tunen.

Beim Tunen soll man ja immer nur an einem Parameter etwas ändern, und dann einige Tage laufen lassen und analysieren.

Es wird also längere Zeit dauern, bis die UAM Methode „experimentell abgesichert“ gut beschrieben werden kann (wie man optimale Einstellungen für sie findet, aber v.a. auch ihre Limitationen).

Aber Hypothesen lassen sich natürlich aufstellen, in die Wissen über die Funktion des Loop sowie erste Beobachtungen von Anwendern einfließen.

Auch Kritiken und Ergänzungen zu diesem Vortrag würden beitragen -

><https://de.loopercommunity.org/t/loopen-ohne-bolus/5955>) Danke an dieser Stelle auch an Christoph, Andi und alle anderen, die in der loopercommunity schon berichtet haben, und auf deren Erfahrungen wir hier aufbauen können.

PS: Großer Dank auch an ga-zelle (Gerhard), der tief in meine Logfiles eingetaucht ist und interessante Untersuchungen gemacht hat zur Kernfrage, wie SMBs im UAM Modus begrenzt werden. <https://de.loopercommunity.org/t/loopen-ohne-bolus/5955/71?u=bernie> - Da scheint es Unterschiede in AAPS 2.6.1 (in meiner Vergleichsstudie, S.5, verwendet) und der neuen 2.7 Version (verwendet bei meiner Quiche S.14).

UAM Modus	Start	KH-Menge	FP-Menge	Absorptions-kinetik	IC Werte (abh. Tageszeit)	Eingriffe in den Loop	„Linie“
	.. erst beim Essen	keine Eingaben	nicht berücksichtigt	unberücksichtigt	IC unwichtig	gar kein Eingriff (vorausschauend evtl. TT)	gewählten Weg feintunend (ISF)
	Spritz-Ess-Abstand (~ 15 Min. SEA)	Bauchgefühl	FPE ~ kcal/100; Faktor 5 ...10?	% eingestellt im Bolusrechner; Rest als „eCarbs“	IC aus „trial und error“	aus Bauchgefühl revidierte („späte“ ? „fake“?) KH Eingaben	springend zw. Optionen
	Kalkulierter (kl.) Vorab-Bolus für die schnellen ersten KH (>30 Min vor Start)	exakt bestimmt	P zu KH Faktor 50-60%; F zu KH Faktor 10-20%?	60 g (75g?) wd. Haupt-wirksamkeit Bolus; Rest „eCarbs“	IC bestimmt aus 3Std. Beobachtungszeit (hoher G.I.)	Open Loop/ MultiBolus Afrezza Zusatz-Bolus (Bolusrechner folgend)	mahlzeits-/situations-bezogen wird variiert
	BaldEssenTT (~1 Std. vor Mahlzeit)			Gesamtdauer (gleichverteilte Restabsorption)	IC von Autotune oder „KI“	Temp.% Profil (iOS: overrides)	Lösung funktioniert „gut genug“, wird periodisch/ bei Trigger wie gesunkenem TIR, geänderter Diät.. überprüft
				Differenzierte eCarbs Eingaben	ICg ermittelt aus Gesamtbilanz mit FPE	Boli aus Ungeduld, Frust	

Hier noch mal aus Teil II. des Vortrags die **Optionen zum Mahlzeitenmanagement** mit all den schönen Optionen für die, die die Sisyphus-Arbeit lieben, die selbst beherzt anpacken wollen mit kreativen Tricks und Kniffen. (Vielleicht erinnert sich der eine oder andere an meine Freundin Afrezza aus Teil II ? ... I've come a long way, aber...:).

Die beste Balance zwischen Aufwand und erzieltm Ergebnis sehe ich für mich **SEIT VERFÜGBARKEIT VON LYUMJEV** in dem hier **gelb** markierten Vorgehen.. wo ich eigentlich **alles den Loop machen lasse**.

Weiterhin ist jedoch klar, dass **abhängig vom benutzten System, der Art der Ernährung, den Ansprüchen ans Ergebnis sowie dem akzeptierten täglichen Aufwand viele andere Möglichkeiten** in Betracht kämen. (Auch halte ich es weiter für **wertvoll, die Bandbreite der Möglichkeiten zu kennen, weil ich mich aus dieser „Toolbox“ bedienen kann wenn ich mit der UAM Methode irgendwann an Grenzen komme. Das könnte eventuell schon bei großer Portion Fruchtsaft+ Marmeladen-Baguette der Fall sein, oder wenn es komplizierter wird, weil sich Mahlzeiten bzw. Mahlzeiten und körperliche Aktivität „ungünstig“ überlagern auf der Zeitachse...**

An den **Start** gehe ich in der Regel mit **BaldEssenTT**, um etwas aktives Insulin zu haben wenn die ersten KH absorbiert werden, und um nicht gleich in der ersten Stunde hohe Blutzucker zu riskieren. Beim Loopen ohne Bolus im UAM Modus mit

SMBs ist es wichtig, dass das temporäre Bald-Essen Glukoseziel (z.B. 75 mg/dl) **noch mindestens 40 Minuten in die Mahlzeit hinein** beibehalten wird, da ansonsten keine SMBs ausgelöst werden wenn erste Kohlenhydrate absorbiert werden und *die Glukose zu steigen beginnt, aber eben noch unter dem „normalen“ Glukoseziel liegt*. Wenn *deshalb* SMBs zunächst nicht gleich ausgelöst werden, verliert man natürlich einen guten Teil des an sich mit Lyumjev gesuchten Vorteils an dieser Stelle.

Eine Einschätzung der Kohlehydrat- und FPE Menge wie auch die Auslösung eines Mahlzeitenbolus (inklusive der Debatten um Pre-Bolus, SEA usw.) **entfallen komplett!**. Ebenso entfallen spätere Eingriffe durch Korrekturbolus. Wie eingangs gezeigt, kann man *(nach kurzer Einarbeitungs-Zeit)* getrost die Buttons unten im AndroidAPS Home-Screen entfernen, die für Kohlenhydrateingaben, Bolusrechner, und für Auslösen von Boli gedacht

Alle ANDEREN Vorgehensweisen im Mahlzeitenmanagement bedeuten, dass der Nutzer periodisch NICHT WIRKLICH LOOPT, sondern durch eigene Aktionen – von ihm ausgelöste Boli vor allem – den Loop zum temporären Rückzug zwingt. Zero-temping ist sozusagen die Standardantwort des Loop auf forsche Eingriffe des (Nicht-)Nutzers.

*Solche Eingriffe **können** vorteilhaft oder sogar **notwendig sein**, wenn der Loop wegen zu **langsam wirksam werdendem Insulin** in zu hohe Glukosewerte läuft. Je schneller der Wirkungseintritt des verwendeten Insulins, desto kompetitiver wird jedoch der UAM Modus (oben gelb, und in diesem Teil III. des Vortrages alleiniges Thema).*

Damit „UAM“ wirklich gut genug funktioniert muss man wahrscheinlich zu einigen Tuning Kniffen greifen, später werden ein paar vielversprechende Ansätze dazu aufgezeigt.

Voraussetzungen für den UAM Modus



• **AndroidAPS** (oder **OpenAPS**) **oref(1) SMB+UAM**

Eine Studie an Schweinen (Stanford Univ.) zeigte Eignung des Algorithmus fürs Loopen ohne Bolus:

TIR = 64 % mit AndroidAPS



■ TIR ■ high



TIR = 41 % mit iOS Loop



■ TIR ■ high

• **Sehr gutes CGM und aggressiv eingestellte SMBs**



Siehe S. 17/18 betr. mögliche Kompromiss-Lösung dann mit pre-bolussing

• **Insulin mit kurzer Time-to-peak: Lyumjev** (mit Abstrichen auch Fiasp)



? vom Nutzer toleriert (ohne Hämatome...)

• **Basalrate und ISF sind zutreffend bestimmt** und werden im Falle von Sensitivitätsschwankungen nachgeregelt

• **Hypo-Vermeidung ist dem Nutzer wichtiger als ein HbA1C tief im „gesunden“ Bereich ?** TIR (70-180) > 90% und HbA1c ≤ 6% scheinen mit UAM erreichbar. Aber wer partout Werte über ~ 150 vermeiden möchte und lieber Hypo-Risiken managt wird mit UAM evtl. nicht glücklich. Typisches Bild mit UAM: ~ 4 min tägl. über 200 mg/dl, ~ 8 min zw. 180 - 200 mg/dl, ~ 53 Minuten zw. 160 - 180 mg/dl. TIR ist dabei über 95% und HbA1C-Trend zw. 5,5 und 6,0

Warum hat sich das so easy aussehende UAM noch nicht durchgesetzt?

Zum einen: Der **UAM Modus** geht **nur mit AndroidAPS und OpenAPS**. Mit iOS Loop geht es nicht. Ob es eventuell mit Entwickler-Varianten wie FreeAPS/ivan branch doch auch ginge, bleibt abzuwarten. *(Mit der Autobolus bzw. der FreeAPS/Ivan Branch und moderaten Erwartungen an den erzielbaren TIR (wie sie ältere Verwandte von Loopern haben können) ist Loopen ohne Bolus auch schon mit diesen Systemen gezeigt worden: Kenny Fox @ Loop and Learn Facebook, Nov.13/14, 2020).*

Mit den mir bekannten kommerziellen Loops geht Loopen ohne Bolus auch nicht. In Teil I wurde bereits eine Studie von Stanford University in Kalifornien zitiert: Je 3 Wochen lang wurde beobachtet, wie Schweine mit AndroidAPS bzw. mit iOS Loop im Range blieben. Erwartungsgemäß klappte dies nur mit AndroidAPS (SMB und UAM) zufriedenstellend. *(Unbedingt mit Version 2.7 oder höher arbeiten (s. Hinweis Folie 31 im Anhang!))*

Ferner bedarf es eines sehr schnellen Insulins. **Lyumjev** ist noch nicht überall zugelassen bzw. erhältlich, und hat auch für Kinder generell noch keine Zulassung. Vereinzelt bzw. zeitweise schaffen Looper auch mit **Fiasp** einen UAM Modus. Schade ist, dass manche nicht zu Lyumjev (oder dgl. auch bei Fiasp) greifen können wegen **Nebenwirkungen** (z.B. sich bildende Hämatome die die Insulinzufuhr unter der Haut verstopfen).

Einen Versuch könnte es in solchen Fällen aber noch wert sein, sich anzuschauen, ob die im **UAM** Modus gegebenen **sehr kleinen Insulindosen** evtl. doch vertragen werden. *Auch das Mischen von Lyumjev mit einem weiteren Insulin kam bereits in die Debatte; kann hier natürlich nicht empfohlen werden, aber bei entsprechender persönlicher Problemlage lohnt sich evtl. das zu beobachten.*

Basalrate und ISF sowie weitere Einstellungen müssen gut eingestellt sein. Das ist eher keine super große Hürde. Aber **die ISF** sind im UAM Modus gerade in den Stunden wichtig, wo zuvor immer der IC Faktor essentiell (und ISF unwichtig) war, das lohnt also anzuschauen beim Übergang.

Im UAM Modus reagiert der Loop erst auf eine Mahlzeit, wenn ein Glukoseanstieg evident wird, und reagiert dann auf jeden **CGM** Messwert mit z.T. recht hohen SMBs und mit bis 500%TBR. Das hat zwei wichtige Implikationen:

- 1) Man muss darauf achten dass das CGM immer super funktioniert.
- 2) Tendenziell geht die Glukose immer erst mal hoch (*während man im Hybrid Closed Loop Modus mit großen Anfangs-Boli (evtl sogar „SEA“) in den ersten 2 Stunden einer Mahlzeit auch niedrige Glukosewerte erzielen kann, wenn auch mit Hypo-Gefahr verbunden*). Deshalb sollte es nicht erstaunen, dass sich in Pilotstudien zeigte, dass sich **im UAM Modus eher etwas höhere durchschnittliche Glukose** und höhere HbA1c ergeben als in Modi mit Bolus (*siehe Link diabettec unten*).

Der UAM Modus erscheint deshalb weniger geeignet für „Extremisten“ die unbedingt einen HbA1c tief im Bereich der gesunden Population anstreben, also, um eine Zahl zu nennen, die unter 5,5% kommen wollen, und dafür auch gerne öfters Richtung Hypos driften (die man ja erkennen und schnell abfangen kann, meistens).

Meine Einschätzung ist, dass auch diese „Extremisten“ sich auf Dauer der Attraktivität von „UAM Looping“ nicht verschließen werden können, sich jedoch Hintertürchen offen lassen werden um in bestimmten Situationen auch selbst einen Vorab-Bolus oder Korrekturbolus geben zu können (mit einhergehender erhöhter Hypo-Gefahr, aber eben die Durchschnitts-Werte senkend). Sozusagen ein Hybrid-Betrieb, bei dem man zwischen Möglichkeiten, wie in der Tabelle der vorangegangenen Folie gezeigt, nach Bedarf variiert und, seinen Zielen gemäß, optimiert.

Quelle: Poster bei ATTD Feb.2020, Madrid. COMPARING DIY FULL CLOSED-LOOP PERFORMANCE IN PIGS WITH STREPTOZOCIN-INDUCED DIABETES CLOSED-LOOP SYSTEM AND ALGORITHM Link aus dem Flyer: [* Zu abstract 246 weiterscrollen. 6](#) 246 / Abstract ID 474

Eignung „UAM“ für Looper – siehe auch Discussion in: <https://www.diabettech.com/oref1/lyumjev-a-fully-closed-loop-case-study-with-oref1>

Zu andren Loop Systemen: Ein Anzeichen für zumindest potenziell geeignete Algorithmen wäre, ob man „im eCarb Zeitfenster“ ohne Eingaben zu Kohlenhydraten und Absorptionszeiten loopen könnte mit der betreffenden iOS-Loop Entwickler-Variante, oder dem kommerziellen Loop System.

Glykämischer Index und Blutzucker-Wirkung

9

Herausforderung für UAM Modus steigt mit hoher BZW

BZW = Blutzucker-Wirkung

⇒ „Links einsteigen“ und Settings optimieren. Dann erst Mahlzeiten mit hoher BZW „testen“

⇒ Bei hoher BZW: Diese Komponente mit z.B. 50% Vorab-Bolus abdecken?



<https://fet-ev.eu/glykaemischer-index-ballaststoff-index/2/>

Beim Einstieg in den UAM Modus sollte man Lebensmittel mit sehr hoher BZW erst mal **komplett vermeiden**, und sich bezüglich Nahrungskomponenten mit **hoher** BZW graduell steigern.

Sehr hohe BZW ist vorerst dem Hypo-Management vorbehalten!

Erst wenn man sein System im UAM Modus kennengelernt und ein Stück weit **getunt** hat, sollte man mit Lebensmitteln sehr hoher BZW (sofern man sie überhaupt mag) austesten.

Es könnte durchaus sein, dass diese den UAM Modus generell überfordern - was evtl. auch eine bedauerliche Einschränkung wäre für viele Kids (- aber, wer weiß, vielleicht hilft der enorme Komfortgewinn, der im UAM Modus winkt, dem einen oder der andren auch zu einer etwas gesünderen Lebensweise?).

Das ist noch nicht getestet, weil alle „Early Adopters“ erst mal die Stellschrauben für UAM an ihren normalen Mahlzeiten austesten, und nicht Zeit damit verplempern, ein nicht optimiertes und noch nicht ganz verstandenes System „an die Wand zu fahren“. Ein paar „neugierige erste Versuche“ weisen aber in die Richtung, dass der UAM Loop auch Mahlzeiten mit sehr hoher BZW managen könnte (S. 19 und 20).

Letztlich wird jede/r für sich entscheiden müssen ob er/sie eine bessere Alternative hat zu dem, was ihm/ihr der UAM Modus bei genau seiner/ihrer „Diät“ „bringt“... und

dann gibt's noch die „**Hintertürchen**“, ein „**UAM-fremdes**“ Tool aus der Tabelle (2 Folien zurück) halt mal zu **nutzen**:

Wenn sehr hohe BZW nicht die Regel darstellt in der eigenen Diät, kann man trotzdem den UAM Modus nutzen, und würde vor der „kleinen Diät-Sünde“ halt einen **Vorabbolus** (z.B. für 50% der Carbs) setzen. *(Bisschen „un-cooler“, aber man sollte dann zumindest den Insulinbutton unten im AndroidAPS Home Screen nicht entfernen).*

So ein Eingriff (Vorabbolus) stört natürlich den UAM Modus (je nach Bolusgröße, die man da selbst auslöst, verabschiedet sich der Loop sich weitgehend für die Zeit des resultierenden Zero-Tempings – wie im Hybrid Closed Loop ja auch schon immer der Fall. Dennoch, bei sehr hoher BZW wahrscheinlich insgesamt nützlich.

Quantitative Daten (Tabelle) zu BZW von Lebensmitteln siehe: <https://fet-ev.eu/glykaemischer-index-ballaststoff-index/2>

S.a. sailor911 in: <https://de.loopercommunity.org/u/sailor911>

Was muss man auch im UAM Modus noch tun?

• Sport, Aktivität managen:



• BaldEssenTT auslösen

~ 1Std vor der Mahlzeit, Zeitspanne bis mind. 40 Minuten nach dem Essen (empfohlen)

• Glukose-Entwicklung beobachten bzw. Warngrenzen setzen

- Bei Hypo-Gefahr *) Hypo-Snack nehmen
- Die CGM Performance monitoren
- Insulin-Zuleitung darf nicht verstopfen / Nötigenfalls UAM Modus verlassen
- Tuning Ideen entwickeln und testen



*) Die Hypo-Gefahr ist bei zutreffend gewähltem ISF im UAM Modus viel geringer als in andren Loop Modi

Die Buttons unten, mit denen wir uns tagsüber im Hybrid Closed Loop immer wieder beschäftigen, sind ja weg. Am wichtigsten sind im UAM Modus die zwei obersten Bedienfelder:

- Das **Profil**-Feld wird vor Sport benutzt um das Profil abzusenken
- Das **Zielwert**-Feld daneben ist das wesentliche Steuerungselement mit dem der Nutzer „soft“, mit Vorlaufzeit von ca 1 Stunde, den Loop zu Start-Glukosewerten hin regeln lässt, vor Mahlzeiten zu einem niedrigen Wert, vor Sport zu einem höheren. (Wie gewohnt sind die TT Werte und Zeitspannen, für die sie gelten sollen, bereits vor-programmiert, und es sind nur 2 Tastendrücke, was man da macht).

Wenn alle Technik funktioniert, und die Faktoren und Settings gut einjustiert sind, braucht man nichts weiteres zu tun.

Auch wenn im UAM Mode die Hypo-Gefahr besonders gering ist (siehe Folie 5) empfiehlt es sich weiterhin, immer einen Hypo-Snack dabei zu haben und die Alarmpoptionen zu nutzen.

Da im UAM Modus 5-minütig z.T. recht große SMBs ausgelöst werden ist es wichtig, dass das CGM System keine Sprünge macht.

Vor allem in der Anfangszeit muss man die Glukosekurve beobachten und analysieren, was man an Einstellung ändern könnte für zufrieden stellendere Performance. Ein Eingriff des Nutzers in den laufenden Loop sollte nur als Notfallmaßnahme erfolgen

(das beträfe v.a. Verstopfung; leider finden viele Probanden, dass Lyumjev –ähnlich wie auch für Fiasp berichtet wurde– zu verklumpenden Hämatomen führen kann.)

Funktionsweise Oref(1) Closed Loop



Insulingabe erfolgt, wenn Glukoseanstieg beobachtet wird

=> Zuvor muss:

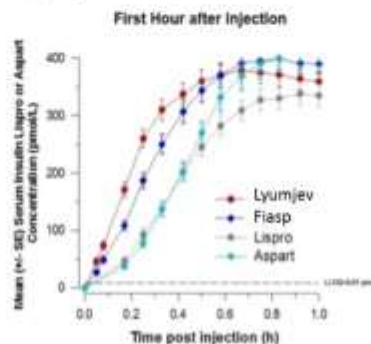
- Glukose absorbiert worden sein
- ..und sich im Gewebe(!)zucker widerspiegeln

Erst dann wird Insulingabe ausgelöst

- und nun kommt es darauf an, wie schnell es zur Wirkung kommt:

Einstellungen in AndroidAPS:

45 min peak time
5 h DIA



- URLI had the fastest insulin absorption: early 50% T_{max} was reached at:
 - 13 min for Lyumjev
 - 19 min for Fiasp
 - 25 min Lispro
 - 27 min Aspart (all p<0.001)
- URLI had the greatest increase in the exposure in the first 15 min:
 - 1.5-fold vs. Fiasp
 - 5-fold vs. Lispro
 - 5-fold vs. Aspart (all p<0.002)

Die Daten hier zeigen, dass Lyumjev (einen deutlichen Zeitvorteil hat gegenüber bisher geläufigen Insulinen, was schnelle Wirkung anbelangt.

Allerdings werden im UAM Modus weitere kostbare Minuten verloren vor Insulinausschüttung, denn sie erfolgt erst, wenn

- 1) erste Kohlenhydrate der Nahrung absorbiert werden
- 2) die entsprechende Glukose-Erhöhung auch im Unterhaut Gewebe, wo der Sensor sitzt, ankommt sowie
- 3) der CGM Sensor Meldung macht.

*Vielleicht wird es irgendwann noch schnellere Insuline geben,. Aber man sieht, dass weiterer **Fortschritt** auch durch schneller ansprechende Sensorik denkbar ist.*

Wie Oref(1) die Insulinzufuhr regelt, siehe Back-up Folie S. 24

Mit dem etwas langsameren **Fiasp** gelingt vereinzelt Loopern (Dana Lewis, Tynbendad Tadbendyn und wenige andere) auch ein UAM Loop. Wenn wir mehr Wissen gesammelt haben zum Tunen im UAM Modus mit Lyumjev lohnt es sich sicher auch Fiasp im UAM Loop zu probieren für Looper ohne Zugang zu Lyumjev, sei es regional oder altersmäßig bedingt, oder wegen Unverträglichkeiten).

Mathematisches Modell

In einer Modellierung *) kann berechnet werden, dass schnellere Insuline zu niedrigeren **Glukose-Peaks** führen.

Die noch bessere Nachricht für uns: **Große Mahlzeiten** haben gegenüber kleinen Mahlzeiten und Snacks **keine super große zusätzliche Erhöhung** mehr zur Folge, je schneller das Insulin wirkt.

Im Bild sieht man das daran, dass, wenn wir auf der x-Achse nach rechts gehen, die Aufspreizung der bunten Kurvenschar (sie steht für unterschiedlich große Mahlzeiten) immer geringer wird.



<https://de.loopercommunity.org/mahlzeiten-kontrolle-wissenschaft/artikel/3182/>

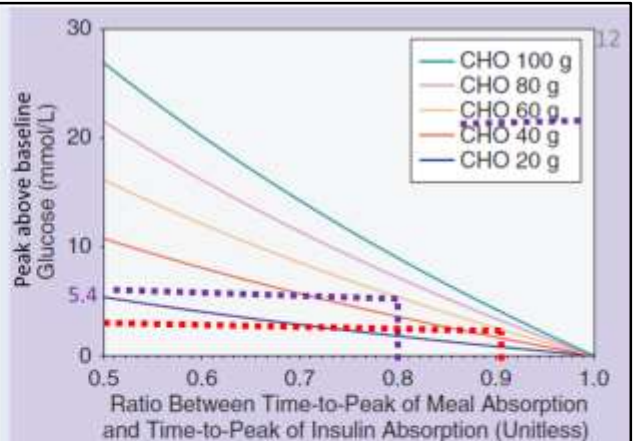


FIGURE S2 A plot of the maximum glucose peak after ingestion of different carbohydrate (CHO) quantities as a function of the ratio between time-to-peak of meal absorption τ_m and time-to-peak of insulin absorption τ_i . This graph shows that, for instance, following a 60-g meal, the maximum peak of glucose is 5.4 mmol/L for a ratio $\alpha = \tau_m/\tau_i = 0.8$. Increasing the ratio to 0.9 (by slowing the meal digestion or providing a faster-acting insulin) may result in decreasing the peak by 46% to 2.5 mmol/L.

In einem vorangegangenen Teil des Vortrags wurde bereits hingewiesen auf ein **mathematisches Modell** das das Zusammenwirken von Kohlehydrat- und. von Insulinabsorption beschreibt. In diesem **Diagramm** wird prognostiziert dass ein schnelleres Insulin – die Annahmen treffen grob auf Lyumjev zu – den post-prandialen **Peak** der Glukose-Kurve **um 46% reduzieren** kann!

Was auch sehr schön ist für uns im UAM Modus: Wenn wir auf der x-Achse von 0,8 Richtung 0,9 gehen, wird die **Spreizung zwischen** den Kurven (zwischen **verschieden großen Mahlzeiten**) auch sehr **gering**, d.h. Die Glukose wird auch bei der großen Pizza usw. bei weitem nicht mehr so weit ansteigen, wie wir es bei Verwendung eines langsameren Insulins sehen.

Quelle: *The Artificial Pancreas and Meal Control*. A. El Fathi et al, *IEEE Control Systems Magazine* Feb.2018 p.67-85, mit 147 Lit.verweisen

Weiterführend siehe auch Modell Univ.Virginia/Univ.Padua in:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4454102/>

Siehe auch Tim Street's Kommentar zu meiner Lyumjev Studie in diabetec :
<https://www.diabetec.com/oref1/lyumjev-a-fully-closed-loop-case-study-with-oref1>
Systeme mit 2 Hormonen siehe z.B.; <https://de.loopercommunity.org/t/zwei-danars->

*pilotprojekt-zu-dual-hormone-artificial-pancreas/786 und
[https://de.loopercommunity.org/t/erstes-bionic-pancreas-system-erhaelt-die-
auszeichnung-breakthrough-device/2101](https://de.loopercommunity.org/t/erstes-bionic-pancreas-system-erhaelt-die-auszeichnung-breakthrough-device/2101)*



Quiche 13:00 im Hybrid Closed Loop

Vorlauf-Phase (z.T. nicht im Bild) : mit Schwung Richtung Hypogrenze

13:00 2 Stück Quiche. Bolusrechner fordert für die **45 g KH** einen Sofort-**Mahlzeitenbolus** von **5,6 U**.
 Ich halte **10%** zurück, was der Loop ~14:30 mehr als ausgleicht mit **0,8 U** SMBs
20g KH aus Eiweiß und Fett werden (schon um 13h gleich mit) **eingetragen für eCarbs**

Ca. 15:30h **gebe ich 1 U**, und der **Loop reagiert auf die Glukose-Entwicklung**, **gibt SMBs** (in 2 Clustern) von insgesamt **2,7 U**, und die **TBR** überwiegen die Basalrate um insgesamt **0,6 U** diesen 3 Stunden.

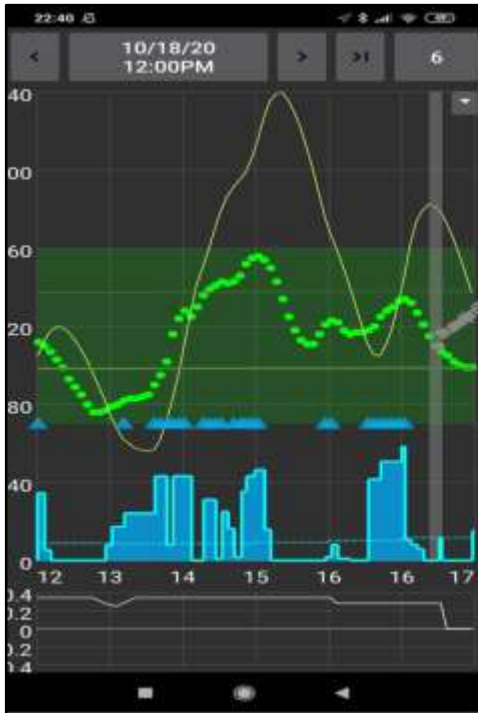


Hier nochmal aus Teil II des Vortrags wie ich ein Quiche Lunch im normalen **Hybrid Closed Loop**, also **mit Bolus und eCarb-Eingaben**, bewältigt hatte.

Und in der nächsten Folie sehen wir die gleiche Mahlzeit im UAM Closed Loop ->

Ich gab 6 U ($=90\% \cdot 5,6 + 1$) und der Loop steuerte 4,1 U ($=0,8 + 2,7 \text{ SMBs} + 0,6 \text{ U TBR>Profil}$) bei, zusammen 10,1 U. Siehe Teil II. des Vortrags, was die „Logik“ hinter dieser – erfolgreichen, wie die Glukose-Kurve zeigt – Strategie anbelangt.

(Die 10,1 U erscheinen etwas hoch für 45+20g. Wahrscheinlich hatte ich die Mahlzeit unterschätzt)



Quiche 12:30 im UAM Closed Loop

14

11:30 „BaldEssenTT“

Um 12:30 wird gegessen. **Kein Bolus, keine KH-Eingabe..** Einfach essen und den Loop machen lassen...

Resultat: Auch hier bleibt die Glukose im Bereich **75 – 150 mg/dl.**

Siehe auch Vergleich über eine gesamte Woche, (B) vs. (C) in: <https://www.diabettech.com/oref1/lyumjev-a-fully-closed-loop-case-study-with-oref1>

Wenn ich die SMBs aufaddiere, und vom Integral der TBRs die Profilbasalrate f.d. Zeitraum abziehe, resultiert **4.0 U** zur Mahlzeit **vom Loop gegebenes Insulin**. Das ist deutlich weniger als bei meinem Management im Hybrid Closed Loop. (Erklärungsversuch?)



Jetzt das Gleiche, 1 Woche später, im UAM Closed Loop: Auch diesmal starte ich 1 Stunde vor dem Essen indem ich BaldEssenTT anklicke.

Um 12:30 esse ich **ohne jeglichen Bolus und ohne jegliche Kohlenhydrat- oder eCarb-Eingabe.**

Im UAM Closed Loop ergibt sich eine recht **ähnlicher Verlauf im Range wie es bei Hybrid Closed Loop der Fall war, alle Werte bleiben zwischen ca 75 und 150 mg/dl** im betrachteten ~ 4 Stunden Fenster.

Dieser Befund ist gut in Einklang mit den in Folie 5 berichteten ähnlichen durchschnittlichen Glukosewerten in beiden Modi. Siehe Vergleich über eine gesamte Woche, (B) vs. (C) in: <https://www.diabettech.com/oref1/lyumjev-a-fully-closed-loop-case-study-with-oref1>

Der den Basalbedarf übersteigende Insulinbedarf erscheint nun im UAM Modus deutlich geringer. Dies ist noch ungenügend untersucht.

S. auch Folie 15. Beim TDD finde ich keine entsprechend gravierende Differenz, vielleicht -10% (ref: wie Folie 5).

Weniger Insulin nötig im UAM Closed Loop ?



15

Bei der Quiche-Mahlzeit wurde im UAM Modus deutlich weniger Insulin gebraucht als im Hybrid Closed Loop. Beim Vergleich der beiden Modi über eine gesamte Woche fällt auf, dass sich der durchschnittliche tägliche Insulinverbrauch (TDD) um 20-25% verringert bei UAM.

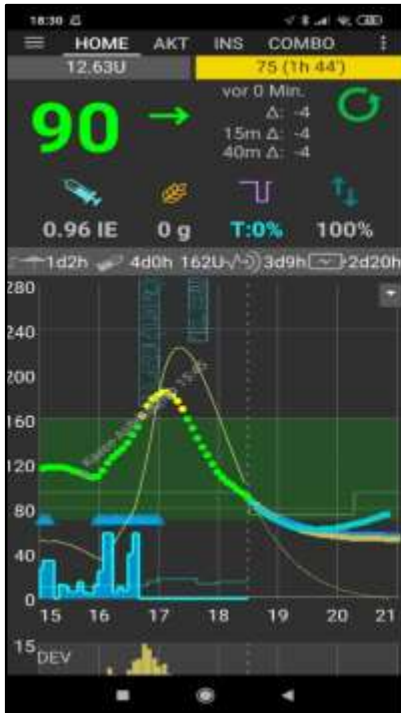
Auf diesem Befund aufbauen hier 2 Hypothesen für die weitere Erforschung, bzw. für Endokrinologen/Nahrungswissenschaftler, die das vielleicht beurteilen können:

Hypothese 1: Im hohen Glukose-Bereich wird zusätzliches Insulin benötigt um Resistenz zu bekämpfen (wahrsch. herrührend von Rezeptorblockaden durch freie Fettsäuren, s. Teil II, Folie ...). Im UAM Modus ist TIR (>180 mg/dl) deutlich reduziert, und aus diesem Grund wird insgesamt weniger Insulin benötigt.

Hypothese 2: Im UAM Modus ist nie so viel Insulin (iob) im Körper wie im Hybrid Closed Loop (wegen der dort gegebenen Boli). UAM ist daher näher an der „gesunden“ Physiologie, bringt weniger Streuung (CV) in den Zuckerwerten, und hat daher Langzeit-health benefits. 2a: UAM erleichtert auch die Körpergewichts-Kontrolle (vgl. Folie ... in Teil II.)

(vorlesen)

Importance of reducing glucose variability was studied systematically in pigs.... Insulin-Ausschüttung bei nicht-diabetischen Schweinen, Rolle bei Mästung...See for instance this summary: <https://www.feedstrategy.com/blog/livestock-reproduction-and-nutrition-the-role-of-insulin/>



UAM Closed Loop ohne BaldEssenTT

16

(Manchmal wird man "vergessen" BaldEssenTT zu setzen, oder man verpasst das Zeitfenster der „Automation“)

Um 15:45h bei 115 mg/dl Glucose (ohne BaldEssenTT), ohne Bolus, und ohne Kohlenhydrat-Eingabe: Ein Stück Käse-Apfelkuchen. Hier herrschen schnell absorbierende Kohlehydrate vor, und erwartungsgemäß steigt der Zucker stark an bevor die erste SMBs wirksam werden können. Deshalb kommt meine Automation (S.25) kurzzeitig zum Zug, die bei Werten über 170 einen Profilwechsel macht. 16:54 Der Loop löst größeren Bolus aus, der an Einführungsstelle brennt. Ich schaue in AndroidAPS nach: Es war ein 1,2 U SMB. DIE Glukose steigt nicht über 184 mg/dl.

Fazit: Es geht auch ganz ohne Eingaben zu Mahlzeiten.

Bei Verwendung von BaldEssenTT wäre auch dieses Stück Kuchen vom Loop im UAM Modus im Range (70-180) verarbeitet worden



Ich esse ein Stück Käse-Apfel-Kuchen um zu testen wo die Grenzen des UAM Modus liegen, **wenn man** rein gar nichts mehr tut, also sogar **das Setzen von BaldEssenTT vor dem Essen vergisst - was ja immer wieder vorkommen wird** im wirklichen Leben.

Start erfolgt um 15:45h, **bei Glukosewert von 115 mg/dl, ohne BaldEssenTT, ohne Bolus, und ohne Kohlenhydrat-Eingabe.** Da hier **schnell absorbierende** Kohlehydrate vorherrschen ist ein größerer **Anstieg** zu befürchten... (on top von 115 hier, wohlgemerkt – Man hätte ja mit einem Knopfdruck eine Stunde zuvor etwas „vorbauen“ können, aber das wurde hier bewusst mal weggelassen.)

In der Tat feuern **SMBs und TBR** ziemlich stark in der ersten Stunde (Details on file hier: <https://de.loopercommunity.org/uploads/short-url/7OkMPstv1B99PEMssdOWlqPY6zE.pdf/Bild 7-9>). Trotzdem übersteigt nach genau einer Stunde die Glukose die 160 mg/dl Linie, und bald wird auch **170 mg/dl überschritten**, eine Grenze, wo der Nutzer eine **Automation** mit auf 130% erhöhtem Profil (gelbes Feld links oben in Bild) laufen lässt. (Dies Automation wurde vom User um erhöhter Insulinresistenz bei hohen Werten Rechnung automatisch zu tragen, wenn Werte über 170 mg/dl passieren; sie wurde für UAM im weiteren Tuning auf 120% abgemildert - siehe auch Folie 23).

Die automatisch erfolgte Profilerhöhung wurde bei Unterschreiten von 150 mg/dl automatisch wieder zurück-genommen (kurz vor 18h im Bild).

Als **Peak** wurde **184 mg/dl** erreicht (kurz nach 17h im Bild, gelber Teil der Glukose-Kurve) Der

Zielbereich wurde also kurz geringfügig überschritten.

Ende des Versuchs ohne BaldEssenTT! **Fazit: Es geht auch ganz ohne irgendwelche Eingaben bzw. Ankündigungen.**

Für das Abendessen (ca 19:30 geplant) wurde um 18:30 ein BaldEssenTT gesetzt, *weil das wirklich kein Aufwand ist oben rechts im Homescreen 2x draufzudrücken, irgendwann im Zeitfenster grob 1 Std (+/- ½) vor (je)dem Essen...*

UAM Closed Loop mit Vorab-Bolus



17

Wer im UAM Modus keine befriedigenden Resultate erzielt (nahellegend bei „Diät“ mit hoher BZW, vgl. Folie 9) hat 4 Möglichkeiten (*auch Kombinationen daraus*):

- 1) Zeitweise hohe Werte hinnehmen für den Komfort mit UAM
- 2) „Gesünder“ essen
- 3) Zurück gehen auf Hybrid Closed Loop
- 4) Den **UAM Loop gelegentlich durchbrechen mit Vorab-Bolus**

Letztendlich unterscheidet sich diese Vorgehensweise (4) nur dadurch, dass zu Essensbeginn mehr aktives Insulin aufgebaut wird, um die Kurve flacher zu halten.

PRO: UAM krankt prinzipiell „vorne“ daran, dass es erst mal die Glukose nach oben zieht bevor überhaupt Insulin (*>Basalbedarf*) gegeben wird vom Loop im UAM Modus.

CON: Postwendend zu Bolus setzt der Loop immer ein zero-temping. Tendenziell verschieben sich Probleme so nach hinten: Oft resultieren langdauernde Glukose-Hochs in der 3. und 4. Stunde nach der Mahlzeit, wenn die Bolus-Aktivität abflacht (manchmal gefolgt von „Abstürzen“ Richtung Hypo..)

Tuning ausreizen .. Eigenen Weg finden!

Möglicherweise fahren Looper die gerne viele **schnell resorbierende Kohlenhydrate** zu sich nehmen (Folie 9) und/oder die sehr **geringe Insulin-Empfindlichkeit** haben nicht gut genug mit dem UAM Modus.

Falls ihnen – bei **ausgereizten Versuchen des Tuning** – die Glukose immer wieder deutlich über 200 mg/dl ausschlägt, haben sie 4 Möglichkeiten (*und auch Kombinationen daraus*):

- 1) Die zeitweise hohen Werte hinnehmen, denn sie sind das aus ihrem bisherigen Diabetesmanagement (*eher noch schlechter?*) gewohnt, möchten aber den Komfort mitnehmen, der mit UAM erreichbar wird
- 2) „Gesünder“ essen (Folie 9)
- 3) Zurück gehen auf Hybrid Closed Loop
- 4) Den **UAM Loop gelegentlich durchbrechen mit Vorab-Bolus** bei Mahlzeiten mit sehr hoher Blutzuckerwirkung (Folie 9).

Gelegentlich zu einem Vorab-Bolus greifen, ja, warum eigentlich nicht? Und warum dann nicht gleich „für alle“, auch alternativ zu „BaldEssenTT“?

Es ist schon **zweischneidig**:

EINERSEITS: Postwendend zu einem vom Nutzer ausgelösten Bolus setzt der Loop immer ein **zero-temping**. (D.h.: im Prinzip verabschiedet sich die Regelung. Der Loop sagt für „ne Zeit: „Bitteschön, wenn du meinst du kannst es besser. Ich beobachte/regle im Rahmen meiner Möglichkeiten noch mit, bin aber jetzt erst mal über die Grenze geschubst und mache zero ...!“) Tendenziell verschieben sich Probleme so nach hinten (*vor allem weil das milde, beinahe*

„physiologische“ Stacking der moderaten Insulingaben des Loop im UAM Modus mit einem „hektischen“ Eingriff jäh unterbrochen wurde, und es ungefähr einen DIA lange dauert, bis alles wieder in Ruhe laufen kann) **Oft resultieren langdauernde Glukose-Hochs in der 3. und 4.Stunde** nach der Mahlzeit, wenn die Bolus-Aktivität abflacht (manchmal dann auch noch gefolgt von „Abstürzen“ Richtung Hypo, vor allem wenn verschärfend noch ein „falscher“ DIA dazu kommt.)

...

ANDERERSEITS krankt UAM schon prinzipiell „vorne“, nämlich daran, dass es erst mal die Glukose nach oben zieht bevor überhaupt Insulin (>Basalbedarf) gegeben wird vom Loop im UAM Modus. Und deshalb sollte man nicht dogmatisch Boli ablehnen. (Erst mal das brennende Problem der nächsten halben Stunde, Stunde zu lösen ... und sich DANN zu kümmern, wie man aus den nächsten, prinzipiell nicht diffizileren Problemen auch noch rauskommt, ist dann die Devise....)

Ich finde es spannend, wenn wir noch mehr wissen und beim „UAM Tuning“ mehr ausgereizt haben, wieviel Vorteil dann bleibt für den extra Bolus.

Ich sehe Chancen für UAM durch weiteres Tuning (... v.a. der ISF, sowie „chirurgische“ Automation - Bei Folien 23-24 werden wir einen Blick darauf werfen). Auf S. 25 gehen wir sogar so weit, Hand anzulegen an die Basalrate (inkl. Chancen/Risiko-Betrachtung dazu).



UAM Closed Loop mit Vorab-Bolus

Anwendungsbeispiel *An-Di 23. Okt. Loopercom. "Loopen ohne KH..."*

18



Ich gebe AndroidAPS jetzt nur noch mit BaldEssentTT die Info, dass demnächst eine Mahlzeit ansteht.

Außerdem bei Einnahme von mehr als 24g KH einen Pre-Bolus, der nur „über den Daumen gepeilt“ ist (lieber zu wenig statt zu viel).

Die Eingabe von Kohlenhydraten oder eCarbs lasse ich komplett weg. Die erkennt der Loop über die Abweichungen und UAM selbst.

Damit liege ich im Durchschnitt über 90% im Zielbereich 70-180, muss mich kaum noch um den Loop kümmern, brauche nur ganz grob das Essen zu schätzen und bin glücklicher als je zuvor mit meinem Dia-Management.

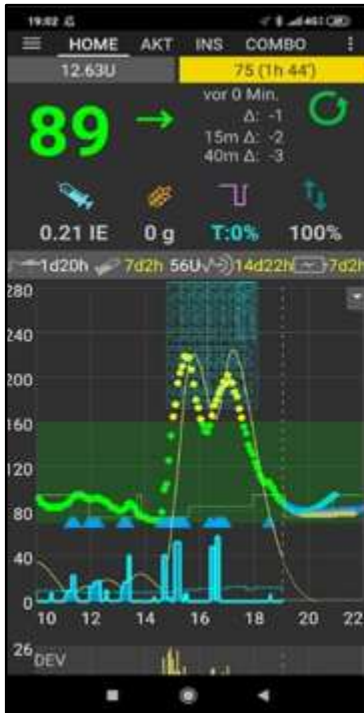
<- Hier ein Beispiel (beachtet die Deviations und die Ziele)...

Hier ist die – z.B. von An-Di bevorzugte - Kompromiss-Variante, wo man für größere Mahlzeiten einen Vorabbolus gibt, aber ansonsten den UAM Loop ohne KH-Eingaben arbeiten lässt.

Über 90% im Zielbereich 70-180 werden erreicht ohne sich viel um den Loop kümmern. Für den Vorab-Bolus muss das Essen nur sehr sehr grob geschätzt werden – Der Nutzer berichtet dass er „glücklicher als je zuvor (ist) mit seinem Dia-Management“.

aus: Rubrik „Loopen ohne Kohlehydrat-Eingaben“ bei de.loopercommunity (An-Di 23.Okt.2020)

<https://de.loopercommunity.org/t/loopen-ohne-kh-eingabe-aber-mit-prebolus/6079>



Kohlenhydratreiche Mahlzeit mit UAM

19

EatingSoonTT gedrückt => ~ 75 mg/dl zu Beginn.

14:10h: **117 g schnelle KH + 13 g eCarbs** (Milchreis mit Kirschen). UAM Mode = **kein Bolus, keine KH-Eingaben**.

Wie zu erwarten, steigt die Glukose anfangs steil. Peak ist bei 220 mg/dl. Über 170 wird eine Nutzer-programmierte Automation (S. 23) aktiv, die die Glukose schneller herunterbringt; aber das zurückschnellen in den grünen Bereich (ca. 16h) führt bereits zum zero-temping und es werden keine SMBs mehr ausgelöst. Jedoch kommen weiterhin („dem Loop 'nicht mitgeteilte“) KH, denn: (130g / 30g/h => 4 1/3 h wird die Absorption etwa beanspruchen). Ein zweiter Peak bei ca 200 mg/dl entwickelt sich folgerichtig, wird aber dann vom Loop beherrscht (ab 18h kommen ja keine weiteren KH mehr). Insgesamt werden **12 U SMBs** (Größe bis 1.1 U) und, **33 Minuten** lang, **400-500% TBRs** vom Loop abgegeben.

Auch mit diesem „Ausflug“ in die 200er Region hatte mein Loop, auf 24 h betrachtet, **93% TIR** bei nur **6% hohen Werten** (>180).

Um die Grenzen des UAM Modus („Reinform“ ohne Vorab-Bolus jetzt wieder) etwas auszuloten, auch mit Hinblick auf Kids, die gerne Süßes essen, machte ich einen Versuch mit 130g vorwiegend schnellen KH zu Mittag: Ein Reisbrei mit Kirschen!

Ca. eine Stunde vor dem Essen habe ich BaldEssenTT gedrückt. Ich erreiche ca. ~ 75 mg/dl bis **14:10 h**, als ich...

...dann **117 g schnelle KH + 13 g eCarbs** esse (Milchreis mit Kirschen). Ich bin im UAM Modus = **Kein Bolus, keine KH-Eingaben** erfolgen.

Wie zu erwarten, steigt die Glukose anfangs steil. Peak ist bei 220 mg/dl. Über 170 wird eine Nutzer-programmierte Automation (S. 23) aktiv, die die Glukose schneller herunterbringt; das Zurückschnellen in den grünen Bereich (ca. 16h) führt bereits zum zero-temping, und es werden keine SMBs mehr ausgelöst.

Jedoch kommen weiterhin („dem Loop 'nicht mitgeteilte“) KH, denn: (130g / 30g/h => 4 1/3 h wird die Absorption etwa beanspruchen). Ein zweiter Peak bei ca 200 mg/dl entwickelt sich folgerichtig, wird aber dann vom Loop beherrscht; (ab 18h kommen ja keine weiteren KH mehr).

Insgesamt werden **12 U SMBs** (Größe bis 1.1 U) und, **33 Minuten** lang, **400-500% TBRs** vom Loop abgegeben.

Auch mit diesem „Ausflug“ in die 200er Region hatte mein Loop, auf 24 h betrachtet, **93% TIR** bei nur **6% hohen Werten** (>180). Dies zeigt, dass im UAM Modus auch größere süßere Mahlzeiten „möglich“ sind. Und auch weitere Verbesserungen sind möglich: S. 26 sehen wir die gleiche Mahlzeit nochmal nach etwas Tuning.

aus: Rubrik „Loopen ohne Bolus“ bei de.loopercommunity (BerNie 12.Nov.2020)
PS: Bei Kindern ist – wie generell betreffs SMBs – auch hier deren niedrige Basalrate
eventuell ein limitierendes Problem. S.25 zeigt ein Beispiel, wie man hier die
Möglichkeiten ausloten könnte.

Tuning – 1. Möglichst wenig eingreifen



In den Closed Loop sollte man **möglichst wenig eingreifen**, da man dann die Regelung empfindlich stört, was oft Schwingungen verstärkt.

Motto ist: Geduld. *Beobachten und Lernen. Logik und Prediction Curves verstehen.*

Eingriff nur im Notfall:

- Bei **Hypo** natürlich ETWAS Traubenzucker, (Da wir im UAM Modus nie Kohlenhydrat Eingaben machen ist dies eigentlich gar kein Eingriff wirklich)
- Bei **anhaltend hohen BZ-Werten**: Integrität der Insulinzufuhr und DKA abklären und ggf managen <https://de.loopercommunity.org/uploads/short-url/IFgUkZnGkO83RmheUUxnbfnRU6C.docx>

Auch wenn man sich zurecht gelegt hat, wie es gut genug funktioniert – Man wird oft Grund finden zu Unzufriedenheit mit dem aktuellen Ergebnis ..

.. und versucht sein, in die Steuerung des Closed Loop einzugreifen.

Das sollte man aber lassen. Vornehmlich kommt es darauf an zu beobachten, zu lernen, **den Loop zu verstehen** versuchen und **ihm** mit den Faktoren und Sicherheitsparametern das nötige **Werkzeug und „Leitplanken“ zu geben (Tuning)**.

Ich kenne nur 2 Indikationen, wo ich aktiv in den Loop eingreifen sollte (*bzw. muss, bzw. er sich evtl auch selbst abstellt oder zumindest laute Alarme aussendet*):

Bei Hypo kann es indiziert sein ein paar g Traubenzucker zu nehmen um schneller als der Loop dies (vielleicht) auch kann aus der roten Zone zu kommen. (- *Nicht so viel wie wir aus vor-Loop Zeiten gewohnt sind; und HypoTT setzen, damit der Loop nicht sofort wieder Insulin dagegen ballert*)

Anhaltend (über Stunden) steigende BZ-Werte, bei steigendem angezeigten iob, deuten darauf hin, dass etwas mit der Insulinzufuhr nicht stimmt („fake“ hohes iob) . Da hilft meist nur ein Bolus mit dem Pen, der aber gut überlegt sein will, was die Größe anbelangt. Nach der Wiederherstellung der Insulinzufuhr muss auch die Datenbasis des Loop um fake Werte

bereinigt werden.

Wie kann man sich das Tuning vorstellen? ...

Mehr zum Vorgehen bei Problemen mit Insulinzufuhr, siehe:

<https://de.loopercommunity.org/uploads/short-url/IFgUkZnGkO83RmheUUxnbfnRU6C.docx>

Tuning – 2. Grundeinstellungen periodisch überprüfen



Unruhige BZ Kurven weisen auf unpassende Grundeinstellungen hin.

Erst Basalrate und DIA passend einstellen. Das sollte vor Eintritt in einen UAM Modus bereits durchgeführt worden sein! DIA für das „schnelle“ Insulin verwenden.

Dann vor allem ISF in den fraglichen Stunden abklären (im laufenden Betrieb tunen)

Falls Automation Routinen die Faktoren temporär verändern, auch diese „tunen“

Autosense ?

„Auto-ISF“ künftig?

Die **Basalrate** sollte „aus der Zeit vor UAM“ bereits gut eingestellt sein. Bezüglich DIA und Time-to-peak muss eine Anpassung an das neue Insulin erfolgen.

Neben Einstellung „aggressiver“ **SMBs** (max min Basal) ist vor allem der Sensitivitätsfaktor ISF eine zentrale Größe beim Looping im UAM Modus.

Beim „Tunen“ des **ISF** ist zu berücksichtigen, dass er besonders empfindlich auf Tageszeit und körperlich/gesundheitlichen Zustand reagiert.

Ferner sind „selbstgestrickte“ Automations-Routinen kritisch zu hinterfragen und neu zu tunen, vor allem wenn sie den ISF verändern können.

*Beim Tunen des ISF sollte man Autosense dabei mit-interpretieren können. Da gab es in AAPS 2.7 Änderungen, und wir müssen noch Erfahrungen sammeln ...
 Dringend abraten möchte ich im Zusammenhang mit UAM Nutzung von Autotune-definierten ISF Vorschlägen.*

*Hochinteressant ist das **Auto-ISF**, das ga-zelle (de.loopercommunity) in Prototyp-Stadium entwickelt hat: Auto-ISF könnte das Feintuning der ISF automatisch real-time vornehmen, und hätte das Potenzial, Autotune und (zumindest im UAM Modus) vielleicht sogar Autosense zu ersetzen. Vgl. S.26.*

Tuning – 3. Weitere Stellschrauben



22

Wenig untersucht / wir stehen alle ziemlich am Anfang im UAM Modus ...

1. Über der Ziel-Linie bleibende Werte können von zu schwachem **ISF**, aber auch von Sicherheits-Limits herrühren.
Zu starke ISF führen zu zackigen Verläufen, u.U. mit Hypo-Episoden.
2. **SMB** (**limitSMB** to **min basal**) muss auf jeden Fall hoch gewählt werden
3. **Autosense Limits** evtl. aufweiten / einengen
4. **Automation** (erkannte Muster -> temporär modifizierte Parameter setzen f.d. Regelung)

Neben der in AndroidAPS integrierten Automation könnte man darüber hinaus auch „IFTTT“ und „Automate“ von Drittanbietern nutzen: <https://androidaps.readthedocs.io/en/latest/CROWDIN/de/Usage/Automation.html#alternativen>

Im UAM Modus sind die Möglichkeiten zum Tuning noch nicht gut untersucht, aber hier einige Ansatzpunkte.

Grundsätzlich geht es ja im UAM Modus darum, steigende Glukose-Werte herunter zu korrigieren, alle 5 Minuten. Dabei sind 2 Dinge zentral wichtig:

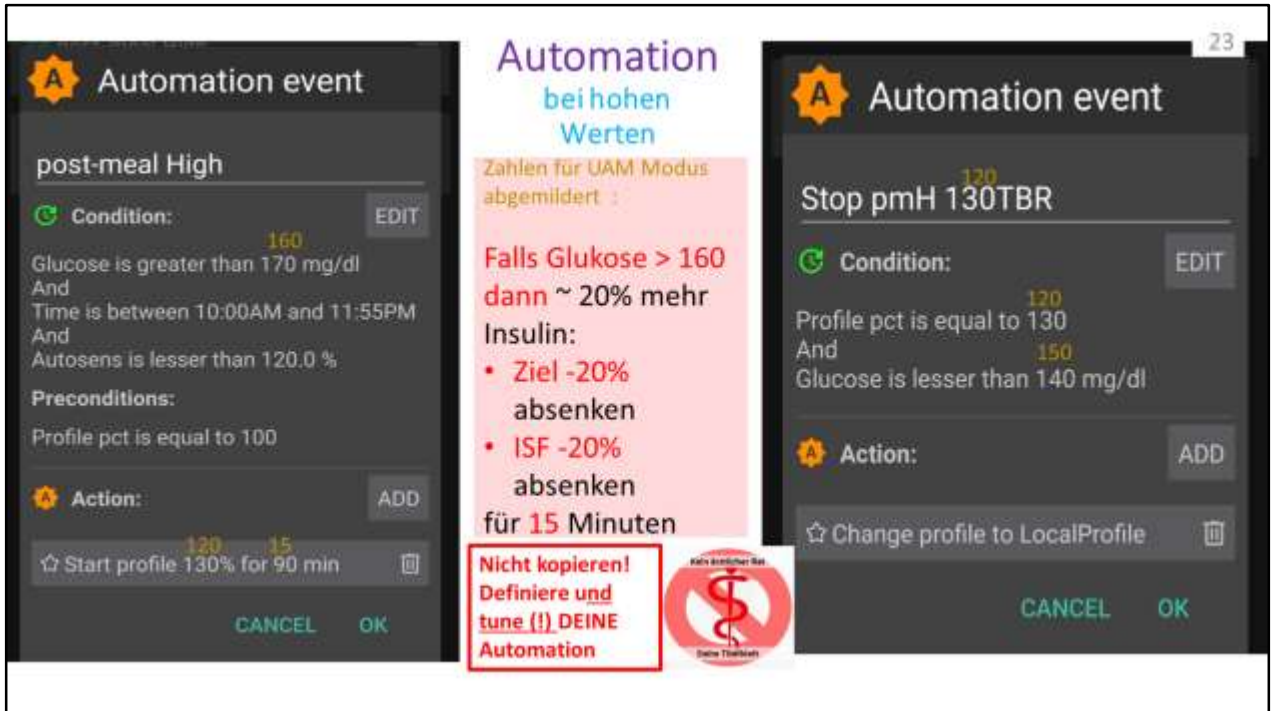
- 1) Dass der Korrekturfaktor **ISF** genügend Biss hat (ohne aber in Hypos hinein zu führen)
- 2) Dass die zulässigen **SMB** (max 120 (?) Minuten Basal) und **TBRs** (kann bis 500% geöffnet werden) zumindest annähernd ausgeschöpft werden mit entsprechenden Einstellungen in AndroidAPS.

Die Einstellungen für Autosense und einige weitere dürften auch eine Rolle spielen, sind aber im UAM Modus noch nicht gut untersucht.

Fast schon chirurgisch anmutende (von Usern selbst-programmierte) **Automation add-ons** werden im UAM Modus **das i-Tüpfelchen im Feintuning** sein. - Es folgen zwei Beispiele...

Auf jeden Fall sollte man die Alarmer nicht abschalten, und anfangs am besten auch mit leicht erhöhtem Glukoseziel loopen, wenn man neu einsteigt in den UAM Modus. Und vor allem natürlich die Herausforderungen immer vorsichtig steigern, nicht gleich

mit großem süßen Frühstückbuffett o.ä. beginnen (S. 9).



Im UAM Modus ist das tunen des ISF kritisch. Was man dabei auch heranziehen kann: **ISF** modulieren in einer **Automation** Schleife mit wohl durchdachten Bedingungen. Ich biete das gleich ein in einen **Profilwechsel**. D.h. nicht nur der reduzierte ISF beschleunigt bzw. ermöglicht Korrekturen hinunter zum Zielwert,

Ich gebe also vor: Sobald Werte auf **über 160** mg/dl steigen
 Und dies im (für post-prandiale Probleme realistischen) Fenster 10 – 24 h passiert
 Und nicht Autosense sowieso schon stark wirkt
 Dann erhöhe das **Profil auf 120%** (d.h. die jeweiligen Insulingaben um ca. 20%).

Das heißt natürlich nicht zwingend, dass mein Loop 20% mehr Insulin gibt wenn meine Automation „zuschlägt“: Der Loop regelt ja weiterhin auf seine Zielgrößen hin, er macht aber **jeden einzelnen Schritt „aggressiver“**. Alle 5 Minuten wird dann immer neu „bilanziert“...

Wichtig: Ein Abbruchkriterium sollte man zu seiner Automations-Regel dazu formulieren (*wenn sie nicht ohnehin sehr eng, auf wenige Minuten, terminiert ist*). Hier: Breche die definierte Automation Maßnahme vorzeitig ab wenn die Glukosekurve unter 150 mg/dl sinkt

(Um Über-Korrekturen zu reduzieren, hatte ich meine ursprünglich im Hybrid Closed Loop entwickelten Automation (siehe Vortragsteil II.) entschärft, wie in den Bildern zu sehen).

Man sieht:, Jetzt habe ich nicht mehr nur **einen** Faktor (den ISF) sondern **sechs** Faktoren (*Grenzen 160, 150, AS 120%; Profil 120%, Dauer und Zeit der Gültigkeit*) an denen ich, verfeinert, weitertunen sollte ☺

Das ist durchaus ernst gemeint: Es ist ziemlich kritisch, wie lange und wie stark SMBs gegeben werden um eine Korrektur von hohen Glukosewerten zu erwirken ohne die potenzielle „Bremswirkung“ des Loop bei zero-temping zu überfordern. Die selbst hinzuprogrammierte Automation Routine hat ganz klar Potenzial, die auf Nutzer-Sicherheit angelegte Programmierung des Loops auszuhebeln, und **muss** deshalb „getunt“ werden.

Nicht nur die Wirkgröße und –zeit wird getunt, sondern auch der „chirurgische“ Aspekt, **in welchen Situationen („Condition“)** die Regel Geltung entfalten soll (*und von welchen, **individuell vorkommenden**, vielleicht ähnlichen Situationen wir schärfer abgrenzen müssen, damit dort KEIN Eingriff erfolgt*) ist überaus wichtig. Das meine ich mit dem Begriff „**personalisiertes Tuning**“, wie in Zusammenfassung S.29 verwendet.

Automation mit besserem „Zuschnitt“ auf UAM *(sailor911)*

Die anflutenden KH bei einer normalen Mahlzeit (kein low carb) sind im UAM Modus immer höher als das nötige IOB, das aktuell im Blut ist

- Wenn eine größere KH Portion kommt, dann geht das BZ Delta in der Regel über Zehn.
- Deshalb **Automation**: Damit **schon zu Beginn des Anstiegs** AndroidAPS intensiver reagiert:

Falls **BZ Anstieg** mit

- mit Delta $> +10$ mg/dl
- dann **TT = 80mg/dl** setzen für **9** Minuten.

Nicht kopieren!
Definiere und
tune (!) DEINE
Automation



Genaue Ausgestaltung wäre individuell zu „**tunen**“:

- die 9 Minuten steigern
- ohnehin das BaldEssenTT während der gesamten Phase steigender Glukose aktiv lassen
- zusätzlich den ISF schärfen für die wenigen SMBs, die im „Fenster“ dieser Automation ausgelöst werden

Die Automation der vorangegangenen Folie schöpft ihre Berechtigung vor allem daraus, dass es bei hohem Zucker ja zu Insulinresistenz kommt und somit ein derartiger Eingriff in den Loop-Algorithmus vom Nutzer gerechtfertigt werden kann. Es wurde im Hybrid Closed Loop entwickelt (sh. auch Vortragsteil II.).

Nun im UAM Modus hat die Automation, ab 160 mg/dl mehr Insulin zu geben, allerdings den Nachteil, dass sie sehr spät einsetzt, während im UAM Modus ja gerade **in der frühen Anstiegsphase** entscheidend ist, wie stark die **ersten SMB** kommen.

Deshalb erscheint die mit **dieser** Folie vorgestellte Automation (*sailor 911, loopercommunity 28Oct2020*) **besser auf den UAM Loop zugeschnitten**:

Die anflutenden KH bei einer normalen Mahlzeit (*kein low carb*) sind im UAM Modus immer höher als mit dem vorhandenen IOB abgedeckt werden kann. Deshalb kommen gerade anfangs gerne

hohe Anstiege der Glukosekurve vor,
über 10 mg/dl in 5 Minuten.

Deshalb definieren wir als **Automation**,
damit schon zu Beginn des Anstiegs
AndroidAPS intensiver reagiert:

Falls **BZ Anstieg**

- mit Delta > +10 mg/dl
- dann **TT = 80mg/dl** setzen für **9 Minuten**

Natürlich muss jeder für sich die genaue Ausgestaltung noch „tunen“. Z.B. könnte auch hier zusätzlich der ISF geschärft werden für die ein oder zwei SMBs, die im „Fenster“ dieser Automation ausgelöst werden. Oder man kann generell das **BaldEssenTT während der gesamten Phase steigender Glukose aktiv lassen** (z.B. immer bis **40 Minuten** nach Essenbeginn, Vorschlag BerNie/loopercommunity.org).

Detail: Die 9 Minuten sind gewählt, weil CGM-Werte im 5min Rhythmus kommen, und dann als Trigger in AAPS genommen werden für Aktionen des Systems (TBRs, SMBs, etc).

Hier laufe ich dann etwas asynchron [(2x5)-1], um evtl. vor der übernächsten BZ Info dem Automaten die Gelegenheit zu geben, nichts mehr zu machen (also Auslaufen der TT- Regel, wenn's wieder flacher wird.

Tuning – 4. „Chirurgischer Eingriff“ an der Basalrate

Im UAM Modus (ohne Bolus-Gaben) ist es ja entscheidend, dass beim ersten Glukoseanstieg nach jeder Mahlzeit die SMBs eine gewisse Größe erreichen können. Limit ist aber 2 Std. Basal. Meine Abwägung für 12-14h, wo meine Basalrate nur ca. $2 \times 0,55 \text{ U}$ beträgt:

Nicht kopieren!
Tune bei Bedarf
DEINE Profil-Basalrate



Ausgangs-Situation (@ Mahlzeit S. 19)

Basal 0,55 U/h => SMB bis 1,1 U

Glukose steigt (S.19) von 75 -> 220
= + 145 mg/dl

Nach Tuning *) (@ Mahlzeit S. 26)

Basal 0,75 U/h => SMB bis 1,5 U

Glukose steigt (S.24) von 78 -> 191
= + 113 mg/dl, also **22% weniger Anstieg**

*) Zusätzlich zum Basalraten-Tuning war eine Auto-ISF pre-dev. Branch im Test, die zu etwas aggressiveren ISF führt wenn Glukose nicht fällt

Tuning

Basal 0,2 U/h erhöht (12-14h)

- 36% stärkere **SMBs** möglich
- In 30 Minuten (6 SMBs) würde das bis **2,4 U** (= $6 \times 0,4$) **zusätzlich** bedeuten ...oder mind. 31%, (2,1 U) falls sich der Basal-Fehler mit Gegenfehler beim ISF kompensiert, **u. Risiko-Abschätzung** ->
- Wenn für ca 30 Minuten (vgl. S.19) der Loop mit ~400% bis 500% **TBR** operiert, kann er nun ferner + 0,8 U bis + 1 U **mehr** bekommen in den entscheidenden **Anstiegsphasen**.

In Summe kann es also **über 3 U mehr** Insulin, **zu früherem Zeitpunkt** schon, geben, also während der Anstiegsphase.

12-14 h insges. 0,4 U Basal zu viel:
Risiko-Abschätzung

Effekt @ ISF = 30 mg/dl/U:

Glukose sinkt bis **12 mg/dl** unter Ziel **oder** beim Tunen gerät mein **ISF < 5%** zu „**lasch**“ (12-14h, bei > 8 U Insulinbedarf)

und/oder bei IC = 8 g/U: ich muss **3 g KH** nehmen zum Ausgleich

und/oder (wenn Closed Loop läuft) mein Loop braucht einen Teil seiner Regelungskapazität zum Ausgleich meines bewußt gemachten Basal-Fehlers. Erst unterhalb von **73% TBR** ($0,55 = 73\% \times 0,75$) findet „wirklich“ eine Reduktion meines Basalbedarfs statt.

Im UAM Modus (ohne Bolus-Gaben) ist es ja entscheidend, dass beim ersten Glukoseanstieg nach jeder Mahlzeit die SMBs eine gewisse Größe erreichen können. Limit ist aber 2 Std. Basal. Es kann also interessant, ja notwendig, sein, die Basalrate in ein oder zwei post-prandialen Stunden (in die der Glukose-Anstieg fällt) zu erhöhen. ABER dem steht entgegen, dass eine zutreffende Basalrate das A und O ist für einen gut funktionierenden Loop.

Hier beispielhaft meine (!) Abwägung für 12-14h, wo meine Basalrate ca. $2 \times 0,55 \text{ U}$ beträgt:

(Mittlere Spalte) Ich gebe in diesen beiden Stunden, in die mein Anstieg nach dem Mittagessen fällt, als **Tuning-Maßnahme je 0,2 U mehr** Insulin in die **Basalrate**, also ca. 0,75 statt 0,55 U. Dadurch kann ich **36% höhere SMBs** erhalten, jede bis 1,5 U groß nun. Da in 30 Minuten starken post-prandialen Anstiegs 6 SMBs ausgelöst werden, kann der Loop in dieser kritischen halben Stunde nun bis 9 U, bzw. bis 2,4 U **ZUSÄTZLICH**, auslösen. Dazu kommt noch, dass die temporäre Basalrate bis 500% gehen kann, also von daher in einer halben Stunde nochmal $(1/2 \times (1,5 - 1,1) \text{ U} \times 500\%) = 1 \text{ U}$ dazukommen.

In Summe kann der Loop also **über 3 U mehr** Insulin, **zu früherem Zeitpunkt** schon, geben (bis ca. $9 + 3,9$ statt $6,6 + 2,8$) **während ~ 30 Minuten Anstiegsphase**).

Durch das Tuning lasse ich also eine **aggressivere Bremsung des post-prandialen Anstiegs** zu. In der Beispiel-Mahlzeit (Reisbrei, S. 19 vgl. mit S.26) sieht man, dass nun die Glukose nur mehr auf 191 mg/dl ansteigt statt auf 220 mg/dl, und sich der Anstieg

um 22% verringert.

Anmerkung: Damit die zulässige SMB Größe auch ausgeschöpft wird, kommt es auf weitere Faktoren an. 1) ZIELWERT. Ich lasse 40 Minuten in die Mahlzeit hinein den niedrigen BaldEssenTT stehen (oder man kann ihn via Automation, S. 23, auch wieder einführen) . 2) ISF. Um den ISF bei hohen Glukosewerten „aggressiver“ zu machen, nutze ich einerseits die Automation S.23. Und ferner lief beim Versuch S.26 ein gegenüber Autosense besser auf UAM zugeschnitten erscheinende Modulation der ISF Werte mit, gemäß einer experimentellen „Auto-ISF“ Branch (ga-zelle, Stand Ende Nov.2020).

In der rechten Spalte findet sich meine **Risikoabschätzung**. Demgemäß erwarte ich, dass sich die Nebeneffekte aus meiner (auf ca. 30 Minuten Anstiegsphase zielenden) Maßnahme über 2 und mehr Stunden verträglich „ausschleichen“, und auch z.B. beim kompletten Auslassen einer Mahlzeit, oder im Open Loop, noch leicht beherrschbar bleiben.

*Eine korrekte zirkadiane Basalrate hat einen hohen Wert. Bewusst gegen sie zu verstoßen will gut überlegt sein und sollte sich in engen Grenzen bewegen was das Zeitfenster und die %uale Erhöhung betrifft. Der möglicherweise wertvolle „chirurgische Eingriff“ erfolgt **auf eigenes Risiko**, unter Abwägung der Risiken und Nebenwirkungen!*

Für die weitere Entwicklung könnte man erwägen einen Pull-Request auf Github zu machen, um die postprandiale Basalerhöhung im UAM Modus z.B. beim Setzen von BaldEssenTT gezielt - wie unter AAPS-Einstellungen dann individuell definierbar – mit aktivieren zu können (statt sie immer, wie in meinem Beispiel, von 12-14h fürs Mittagessen „vorzuhalten“)



KH-reiche Mahlzeit, wiederholt nach Tuning

26

Hier ist er nochmal, der **Reisbrei** (130 g vorwiegend schnelle Kohlenhydrate, S.19), **nach zusätzlichem Tuning**.

- Erhöhung der **Basalrate** in kritischen Zeitblöcken um **0,2 U/h** (S.25) => **36%** stärkere SMBs möglich.
- Mehr Insulin in Steigungs- und Hoch-Phasen durch stärkere ISF.

Dennoch nach 5 Std. wieder weiche Landung nahe der Ziellinie (13 -> 18 h).

Weiterhin sehen wir zwei Hochs, aber die **Erhöhung**, von der BaldEssenTT-getriggerten Baseline gerechnet ist **nun nur noch max 113 mg/dl** (-22% zu 145 (S.19)).

Die SMB-Summe ist von 12 U (max.gegebene **SMB 1.1U**) zu 9.2 U (-23%) gefallen (jetzt max gegebene **SMB 1.5 U**, +36%). Die Zeit bei TBR >400% sank von 33 Minuten auf 25 Minuten (-25%).

26

Hier nochmal der Reisbrei von S.19, nun unter Verwendung aller Ansätze zum Tunen, die soeben besprochen wurden:

- Erhöhung der **Basalrate** in kritischen Zeitblöcken um **0,2 U/h** (S.25) => **36%** stärkere SMBs möglich
- BaldEssenTT weiterhin aktiv (war schon bei S.19)
- Mehr Insulin in Steigungs- und Hoch-Phasen durch **stärkere ISF** (Automation S.23 war schon bei S.19; jetzt zusätzlich **prototyp- „auto-ISF“**)

Gut zu sehen: Trotz aggressiverer Korrekturen steigt das spätere Hypo-Risiko nicht: Weiche Landung nahe der Ziellinie (13 -> 18 h).

Vielleicht sollte man sogar eher formulieren: **Wegen** aggressiverer Korrekturen in der **Anstiegsphase** erreichen wir **kein so hohes Plateau**, und **folgerichtig** ist das herunter-Regulieren durch den Loop danach mit **weniger Hypo-Gefahr** verbunden.

Weiterhin sehen wir zu Beginn zwei Hochs, aber die **Erhöhung**, von der BaldEssenTT-getriggerten Baseline gerechnet ist **nun nur noch max 113 mg/dl** (-22% zu 145 (S.19)).

Die SMB-Summe ist von 12 U (max.gegebene **SMB 1.1U**) zu 9.2 U (-23%)

gefallen (jetzt max gegebene SMB **1.5 U**, +36%). Die Zeit bei TBR >400% sank *von 33 Minuten* auf 25 Minuten (-25%).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass **auch herausfordernde Mahlzeiten „einhegbar“** scheinen **im UAM Modus**.

Reisbrei Beispiel aus: Rubrik „Loopen ohne Bolus“ bei de.loopercommunity (BerNie 19.Nov.2020)

Herausforderungen im laufenden UAM Closed Loop



27

Der Autor sieht nach fast 2 Monaten UAM Modus, und erstem erfolgreichen Tuning, zur Zeit vor allem folgende **Herausforderungen** beim Betrieb seines **UAM Closed Loop**:

1. Wechseln des Infusions-Sets nach 2,0 Tagen. Und trotzdem darauf achten, bei steigenden „unlogischen“ Glukosewerten und steigenden iob, auch vorzeitig zu wechseln. Ggf. **Okklusions-Management** (Hypo-Gefahr bei Überschätzung der fake iob).
2. Für allzeit gute **Sensor**-Werte sorgen. (Muss der Loop für mehrere Stunden unterbrochen werden: Re-start braucht realistischen iob Wert!)
3. **Aktivität/Sport** hat als Herausforderung, relativ zu den eher „easy“ gewordenen Mahlzeiten, an Gewicht gewonnen: Rechtzeitig genügend „tiefe“ **Profil%** und (hohe) **Glukoseziele setzen**, ist essentiell um nicht immer wieder Snacks gegen drohende Hypos nehmen zu müssen.
4. **Automations** müssen fein-getunt werden, damit Sport-Snacks NICHT die gleiche Behandlung erfahren wie Mahlzeiten.
5. Auf der Stunden-Achse verschachtelte (überlappende) Mahlzeiten und **Sport-Aktivitäten** sind eine Herausforderung. Bei deren Management ist im UAM Modus erschwerend, dass man nie cob Infos hat, also selbst überlegen muss, welcher „**carbs needed**“ Info (oben im AAPS Home Screen) man ggf. folgen sollte, und welche man ignorieren sollte (bzw. zu welchen % man sie ignorieren sollte) .

Der Autor sieht nach fast 2 Monaten UAM Modus, und erstem erfolgreichen Tuning, zur Zeit vor allem folgende **Herausforderungen** beim Betrieb seines **UAM Closed Loop**:

1. Wechseln des Infusions-Sets nach 2,0 Tagen. Und trotzdem darauf achten, bei steigenden „unlogischen“ Glukosewerten und steigenden iob, auch vorzeitig zu wechseln. Ggf. Okklusions-Management (Hypo-Gefahr bei Überschätzung der fake iob).
2. Für allzeit gute Sensor-Werte sorgen. (Muss der Loop für mehrere Stunden unterbrochen werden: Re-start ist riskant ohne realistischen iob Wert!)
3. Aktivität/Sport hat als Herausforderung, relativ zu den eher „easy“ gewordenen Mahlzeiten, an Gewicht gewonnen: Rechtzeitig genügend „tiefe“ Profil% setzen, und (hohe) Glukoseziele setzen, ist essentiell um nicht immer wieder Snacks gegen drohende Hypos nehmen zu müssen (*siehe auch S. 32*).
4. Automations müssen (von jedem Nutzer, der sie ja „chirurgisch“ selbst definiert), fein-getunt werden, damit Sport-Snacks NICHT die gleiche Behandlung erfahren wie Mahlzeiten.
5. Auf der Stunden-Achse verschachtelte (überlappende) Mahlzeiten und Sport-Aktivitäten sind eine Herausforderung. Bei deren Management ist im UAM Modus erschwerend, dass man nie cob Infos hat, also selbst überlegen muss, welcher „carbs needed“ Info (oben im AAPS Home Screen) man ggf. folgen sollte, und welche man ignorieren sollte (bzw. zu wieviel % man sie ignorieren sollte, da noch

unangekündigte KH zur Absorption kommen, also „ohnehin – quasi als Blinde Passagiere schon - an Bord sind“, und deshalb eben NICHT zusätzlich erforderlich sind, wie vom Loop vorgeschlagen).

Während ich mit meiner UAM Performance zum Mahlzeiten-Management durchweg zufrieden bin (nach dem beschriebenen Tuning), bleibt es weiterhin natürlich von großem Interesse, auf welche Limitationen andere Looper stoßen, wie sich die Option Vorab-Bolus (S.17/18) „schlägt“ im Vergleich, zum Beispiel. Oder ob/wie auch Kinder/Jugendliche es erfolgreich anwenden werden können. Die Bedeutung von Autosense bzw. der möglicherweise kommenden Option „auto-ISF“ wäre ebenfalls noch genauer einzuordnen.

Nautisches Äquivalent



Nur noch Notfall-Paddel im Boot! 28

Boot ist so aufgerüstet, dass wir es machen können wie der Kapitän des Containerschiffs: Wir geben nur noch das Ziel in die Software ein, und passen ein bisschen auf....

Wenn ein Strom von rechts kommt (Mahlzeit) geben wir, je nach Stärke der Einströmung (g und glykäm. Index der Carbs) und je nach PS und gegenwärtiger Fahrrinne des Bootes, frühzeitig eine kleine Richtungsänderung ein (ein TT das dem Boot etwas Momentum gibt gegen die erwartete Einströmung).

Wenn ein Sturm aufkommt mit starkem Wind und Wellen, die nach rechts drücken, können wir die Steuerung unterstützen, indem wir das Ziel etwas nach links orientieren (entspräche erhöhtem Sport TT) bzw. auch etwas mehr Power vom Motor abrufen (entspräche Profil % Erhöhung bei Sport).

Wir kommen zum Schluss. Zur Erholung haben wir eine Paddeltour verdient. Oh, wir sind ja jetzt ohne Paddel....Also..

Für alle, die mein nautisches Bild in diesem Teil des Vortrags vermisst haben, noch diese kleine Zugabe:

Wir haben nur noch einen Notfall Paddel im Boot liegen (in AndroidAPS sind die Buttons unten weg, und nur über Umwege könnten wir mit einem Bolus noch eingreifen).

Wir haben unser Boot so aufgerüstet, dass wir es machen können wie der Kapitän des Containerschiffs: Wir geben wir nur noch das Ziel in die Software ein, und passen ein bisschen auf, dass nichts Unvorhergesehenes passiert.

Wenn ein Strom von rechts kommt (Mahlzeit) geben wir, je nach Stärke der Einströmung (Blutzucker-Wirkung (*Folie 9*) der Kohlenhydrate) und je nach PS und gegenwärtiger Fahrrinne des Bootes, eine kleine Richtungsänderung ein (ein TT das dem Boot etwas Momentum gibt gegen die erwartete Einströmung).

Wenn ein Sturm aufkommt mit starkem Wind und Wellen, die nach rechts drücken, können wir die Steuerung unterstützen, indem wir das Ziel etwas nach links orientieren (entspräche erhöhtem Sport TT) bzw. auch etwas mehr Power vom Motor

abrufen (entspräche Profil % Erhöhung bei Sport).



Zus.fassg. Teil III.: *Closed Loop ohne Bolus u. KH-Eingabe*

Der UAM (unangekündigte Mahlzeiten) Modus eines vollautomatisch laufenden Closed Loop wurde beschrieben. Ein sehr schnell wirksames Insulin und ein geeigneter Algorithmus -oref(1) SMB+UAM - sind Voraussetzung.

- 1) Eine sehr niedrige Hypo Inzidenz und über 90% TIR (70-180) wurde von ersten Nutzern gefunden.
- 2) Nutzer müssen/sollten sich "nur noch" kümmern ums Setzen von temporären Glukosezielen bei Sport und vor Mahlzeiten. Jegliches "BE"-Zählen oder Bolus-Geben (mit den damit verbundenen Gefahren) ist eliminiert. Wir waren nie näher am Traum vom künstlichen Pankreas!
- 3) Im UAM Modus wird weniger Insulin benötigt, und die Glukosewerte sind weniger variabel. Hypothese: Hieraus (wie auch wg. Punkt 1) ergeben sich gesundheitliche Langzeit-Vorteile.
- 4) Das Tuning ist gegenwärtig noch wenig untersucht. "Chirurgisch" anmutende Automations-Routinen erlauben (und erfordern) Nutzer-Engagement für personalisierte Lösungen.
- 5) Eine Kompromiss-Lösung wäre, einen Vorab-Bolus weiterhin auszulösen.
- 6) #WeAreNotWaiting. Andere Loop Systeme sind angespornt ähnliche (bessere?) Lösungen bringen.

In Teil I.&II. ging es ums Mahlzeiten-Management im heute noch absolut vorherrschenden Hybrid Closed Loop. Dort muss der Nutzer seine KH einschätzen und mindestens einen Bolus dazu auslösen. Ein Drei-Phasen-Modell erklärt, wie die zeitliche Entwicklung von Insulinaktivität und von KH-Absorption so gemanagt werden kann, dass die Glukose weitgehend im Zielbereich bleibt.

It's DIY{not Do It Alone!}



<https://de.loopercommunity.org/t/loopen-ohne-bolus/5955>.

Special thanks an Pionierin Dana Lewis.
Danke aber auch an Tim Street, Christoph Lehner, Andreas Eggen und
immer mehr weitere Looper, die seit Verfügbarwerden von Lyumjev
über ihre Versuche mit UAM laufend berichten.

Zum Abschluss möchte ich noch auf unsere **LooperCommunity** hinweisen, einem Ort des Austauschs, wo man auch zu Themen rund um Mahlzeiten Management und Tuning des Loop sehr viel Interessantes findet, - und auch selbst beitragen sollte
Hier der Link speziell zum Thema Loopen ohne Bolus:
<https://de.loopercommunity.org/t/loopen-ohne-bolus/5955>.

Pionierarbeit leistete da vor allem Dana Lewis, schon vor Lyumjev. Mein Dank gilt auch Tim Street, Christoph Lehner, Andreas Eggen und immer mehr weiteren Loopern, die begannen bei Verfügbarwerden von Lyumjev über ihre Versuche mit UAM berichten.

*Die Fortschritte im Diabetes-Management, die unsere **Entwickler** und wir Anwender " schon erarbeitet haben sind einfach Spitze!*

*Ganz cool finde ich auch, dass wir **Anwender** nämlich auch Mitentwickler sind: -durch manches Feedback auf github -via Automation, und vereinzelt: -via Ausprobieren neuer Sub-Routinen wie das bei Folie19 genannte „Auto-ISF.“*

Aber bitte immer beachten: **Wir sind alle Laien. Übernehmt nicht einfach Änderungen** von anderen, auch nicht **aus diesem Vortrag**.

Sprecht Anpassungen die ihr für euch macht (*nicht die systemspezifischen Details vielleicht, aber was an Effekten gewünscht oder denkbar ist*) **mit eurem**

Arzt/Diabetesberater durch.

(Das rote Logo „Kein ärztlicher Rat“ soll daran erinnern, auf jeder Seite dieses Vortrags).

Und, ja, weil Open Source Looping kein zugelassenes Verfahren ist, steht ab einem bestimmten Punkt **jeder für sich selbst in der Verantwortung.**

Auch deshalb: Informiert euch weiter, kommuniziert eure Erfahrungen und Gedanken dazu. Danke.

Back-Up: Beispiel 'für die Korrektur-Logik im UAM Modus



Request: **Rate: 2.04 U/h (497.56%)**
Dauer: 30.00 min
SMB: 0.8 IE
Begründung: COB: 0, Dev: 38, BGI: -1, ISF: 43, CR: 8.1, Target: 95, minPredBG 163, minGuardBG 125, IOBpredBG 125, UAMPredBG 201; Eventual BG 201 >= 95, insulinReq 1.6; maxBolus 0.8; Microbolusing 0.8U.
 adj. req. rate: 3.61 to maxSafeBasal: 2.04, temp 1.3940000000000001<2.04U/hr.

Im AndroidAPS SMB Tab kann man jeweils die Logik für die letzte SMB bzw. TBR im Detail nachvollziehen, und auch sehen, welche Sicherheitslimits evtl. eingegriffen haben (*die man bei Tuning vorsichtig erweitern könnte*).

Ältere Daten sind (*mit etwas mehr Mühe*) aus den AndroidAPS Logfiles ersichtlich. (Was Nightscout/Nighscout Reporter in diesem Zusammenhang „bringt“ kann ich nicht gut beurteilen, da ich es selten nutze)

Back-Up: Größen-Limitierung der SMB im UAM Modus mit 2.7

In AndroidAPS V.2.7 wurde gesondert eingeführt die **Größenlimitation für SMBs** für UAM.

In der Regel wird man hier **120 Minuten Profil-Basal** einsetzen.

Die wirklich vom Loop gegebene SMB Größe ist dann vor allem gegeben via ISF und dem predicted Glukosewert, der ja nicht unter die Hypogrenze sinken soll (mit noch einem Sicherheitspuffer). Die 120 Minuten werden eher selten ausgeschöpft, und nur bei steilen Anstiegsphasen der Glukosewerte.

Vorsicht mit alten Softwareversionen vor 2.7

Im Quellcode von AAPS 2.6.1 steht noch: „*if IOB covers more than COB, limit maxBolus to 30m of basal*“. Beim UAM Loopen ohne Bolus gilt immer COB=0. Durch das Setzen des „Eating soon TT“ ist IOB>0. Damit sind die beiden Voraussetzungen erfüllt, nach denen das maxSMBBasalMinutes keine Rolle spielt, sondern **immer 30 Minuten** angesetzt werden.

Die im Herbst 2020 gelaunchte Software Version AndroidAPS 2.7 führt die im UAM Modus zulässige SMB Größe als gesonderte Variable ein. Sie wird auf die Profilbasalrate für die betreffende Stunde bezogen.

Bei mir z.B. stündlich Basal ca 0,6 U, d.h. mit **120 Minuten Basal** limitiere ich jede SMB Gabe auf 1.2U (*Status vor dem Tuning S.25*).. Da je Stunde zwölf SMBs möglich sind (all 5 Minuten) könnten also bis zu $12 * 1,2 = 14,4$ U beim Loopen abgegeben werden. Bei Loopern mit höherer/niedrigerer Basalrate entsprechend mehr/weniger.

Da die Basalrate in etwa proportional zum individuellen Bedarf bei Mahlzeiten sein sollte, müsste sich hierdurch – oder spätestens mit Tuning a la S. 25 - für die meisten Nutzer eine hinreichende Insulinzufuhr realisieren lassen.

Die **wirklich abgegebenen SMB** schöpfen dieses Größenlimit nach meiner Erfahrung nur selten (nur anfänglich bei steilen Anstiegen) aus. Vielmehr tritt hier die Vorsicht beim Herunter-Regeln Richtung Glukoseziel in den Vordergrund, woraus im Endeffekt die äußerst niedrige Hypo-Rate im UAM Modus resultiert (*siehe auch Folie 5, C*)

In der auf Folie 5 zitierten Studie war AAPS 2.6.1 verwendet worden, in der die SMBs im UAM Modus auf 30 Minuten Basal begrenzt blieben. Somit hatten die SMB nicht die volle Power und bei Wiederholung mit Version 2.7 wäre zu erwarten, dass sich die Durchschnittsglukose etwas senken würde.

Man könnte mutmaßen, dass es auch zu häufigeren niedrigen Werten käme. Das halte ich 1. für unwahrscheinlich; denn die aggressiven SMBs sind nur wenige ganz zu Beginn von

Anstiegen; während das Herunterregeln Richtung Ziel nach wie vor durch eine Vielzahl intermittierend ausgelöster kleinerer SMBs geschieht. 2. Könnte es ggf.. durch Tuning der ISF Werte abgefangen werden.



• Sport, Aktivität proaktiv managen:



Back-Up: Sport im UAM Modus

• Sport, Aktivität „akut“ managen:

- Absacken der Kurve verhindern mit Sport-**Snacks**, Drinks

• Tuning für Sport:

- % und Zeitfenster der Profilanpassung, geeignetes SportTT, für jede Aktivität bestimmen
- Falls hohe Werte vorkommen durch Stress, Wettkampf-Aufregung...:
Das für Mahlzeiten optimierte **Tuning (inkl. Automation)** überprüfen, und Zusätze definieren für Sport, damit nicht automatisch eine Über-Korrektur erfolgt!

Bei Sport sind im UAM Modus verschärft einige Dinge zu beachten (z.B. kann man ja nicht selbst, wie bei Eingriffen mit Boli im Hybrid Closed Loop Modus, z.B. für Sport etwas Insulin abziehen...)

Zeitliche Überlagerung von Zeiträumen in denen Sport und Mahlzeiten vom Loop zu managen sind (oder auch wenn Mahlzeiten überlappen) sind vorsichtig selbst zu erproben wenn die Basics mal funktionieren. Siehe auch Folie 27.