

CGM und FGM (FreeStyle libre) auslesen und bewerten: Was bedeuten AGP und Time in Range

18. September 2022

VFED-Tagung, online

Dr. med. Winfried Keuthage

Schwerpunktpraxis für Diabetes
und Ernährungsmedizin Münster

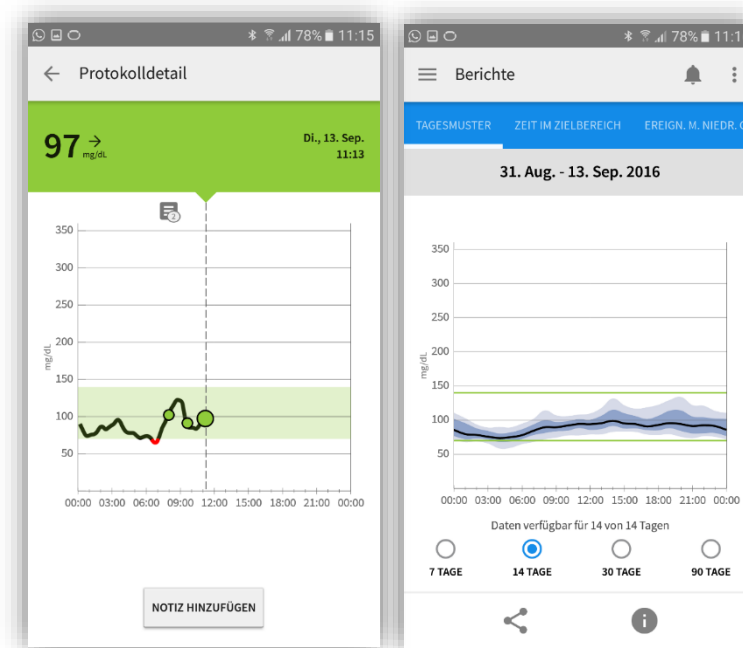
www.diabetes-praxis-muenster.de

Flash Glucose Monitoring (FGM) z.B. FreeStyle Libre

- Größe ähnlich einer 2€-Münze (35mm x 5mm)
- dünner, flexibler Fühler im Unterhautfettgewebe
- kann 14 Tage auf Rückseite des Oberarms getragen werden
- Kosten ca. 5€/Tag
- Kostenübernahme durch die meisten gesetzlichen und privaten Kassen (bei ICT)
- keine Kalibrierung nötig
- Wasserfest
- Scannen des Sensors durch einfaches Vorhalten (NFC-Schnittstelle)
(auch durch Kleidung hindurch) möglich
- Auslesen der Werte mit App Android+iOS
- Speichern der Werte in Cloud (Freestyle view)



Freestyle libre: Was der Patient sieht



Freestyle libre: Was der Patient sieht



Vergangenheit

Wie entstand der aktuelle Glukosewert?

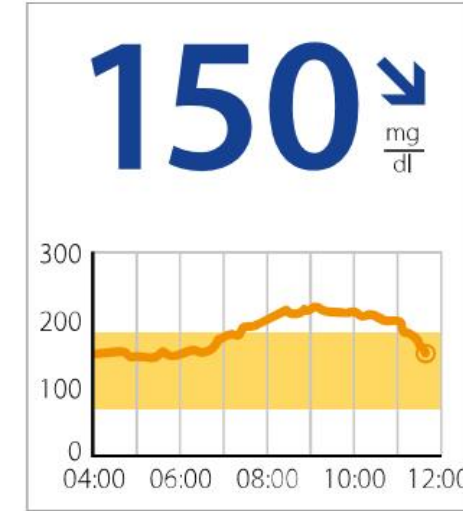
→ Analyse des Verlaufs gibt Anhaltspunkte zur **Interpretation** des aktuellen Glukosewerts



Gegenwart

Wie hoch ist der aktuelle Glukosewert?

→ einfache und wiederholte Bestimmung des **aktuellen Glukosewerts** möglich



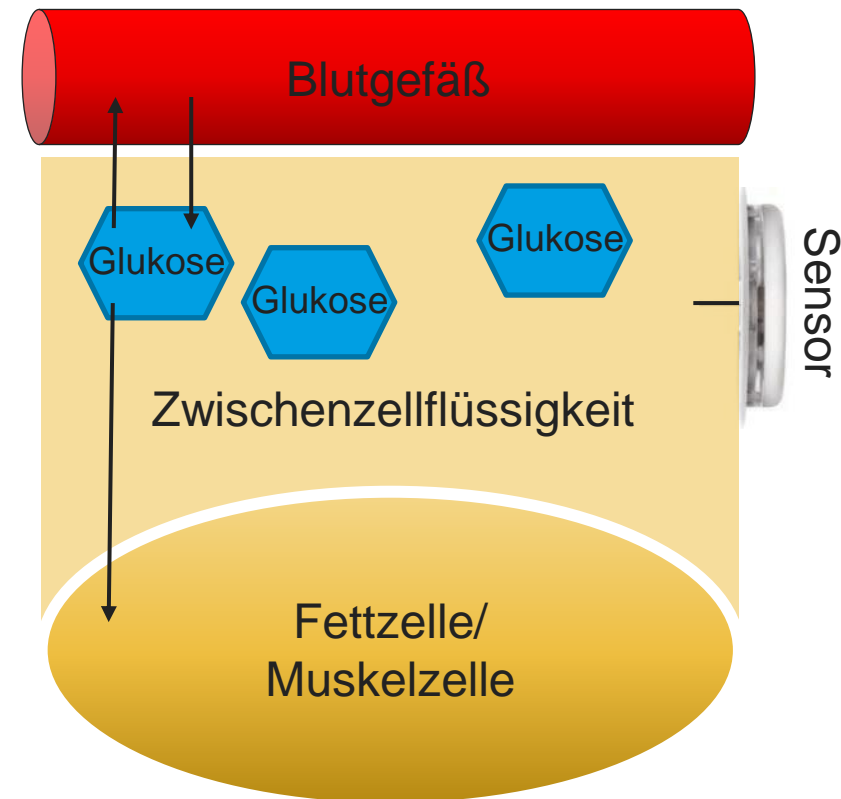
Zukunft

Wie entwickelt sich der Glukosewert?

→ Voraussage des Glukoseverlaufs aufgrund der **Trendpfeilen** möglich

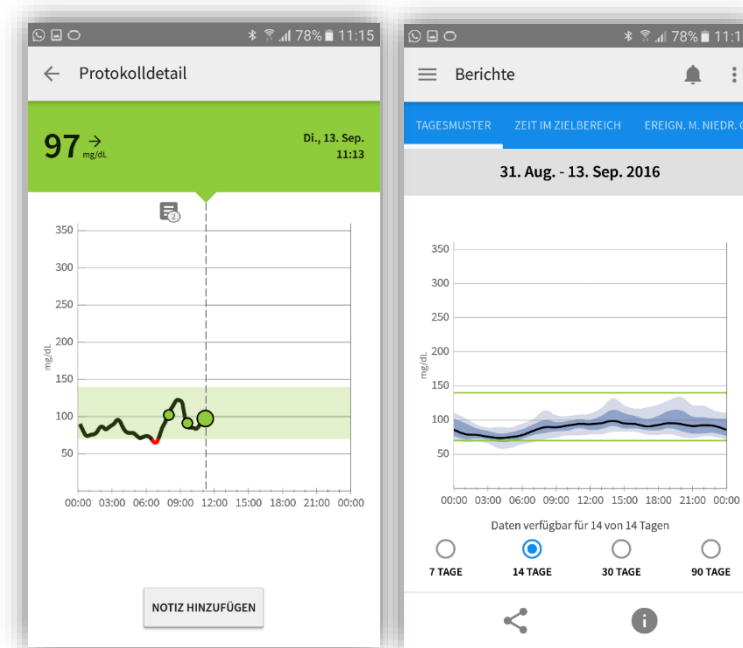
Messmethode Freestyle Libre

- Messung der Glukose in der Zwischenzellflüssigkeit des Unterhautfettgewebes.
- Glukose aus den Blutgefäßen geht frei in den Zwischenzellraum über.¹
- Der Glukose-Übergang zwischen Blutgefäß und Zwischenzellflüssigkeit weist eine Verzögerung von ca. 5–10 Minuten auf.²



1. Rebrin K, Steil GM. Can interstitial glucose assessment replace blood glucose measurements? *Diabetes Technology Ther.* 2000;2(3):461-472.
2. Rebrin K, Sheppard NF Jr, Steil, GM. Use of subcutaneous interstitial fluid glucose to estimate blood glucose: Revisiting delay and sensor offset. *J Diabetes Sci Technol.* 2010;4(5): 1087-1098.

Was der Patient sieht



Was der Patient sieht



Vergangenheit

Wie entstand der aktuelle Glukosewert?

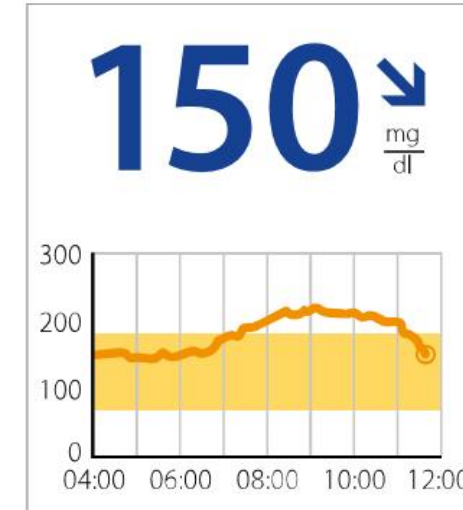
→ Analyse des Verlaufs gibt Anhaltspunkte zur **Interpretation** des aktuellen Glukosewerts



Gegenwart

Wie hoch ist der aktuelle Glukosewert?

→ einfache und wiederholte Bestimmung des **aktuellen Glukosewerts** möglich

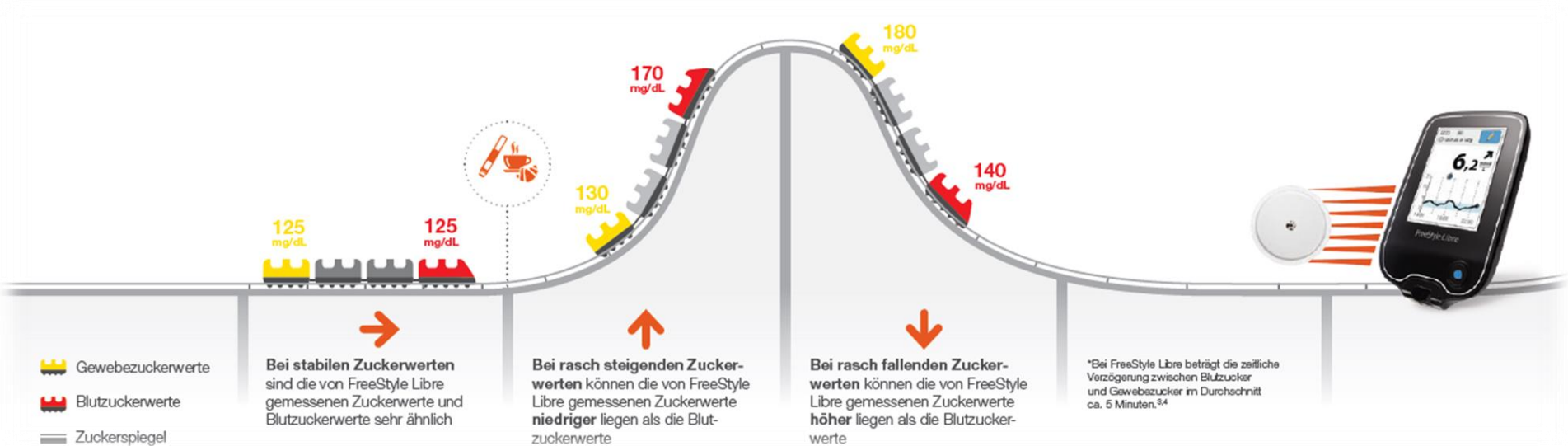


Zukunft

Wie entwickelt sich der Glukosewert?

→ Voraussage des Glukoseverlaufs aufgrund der **Trendpfeilen** möglich

Unterschied Blut- und Gewebezucker



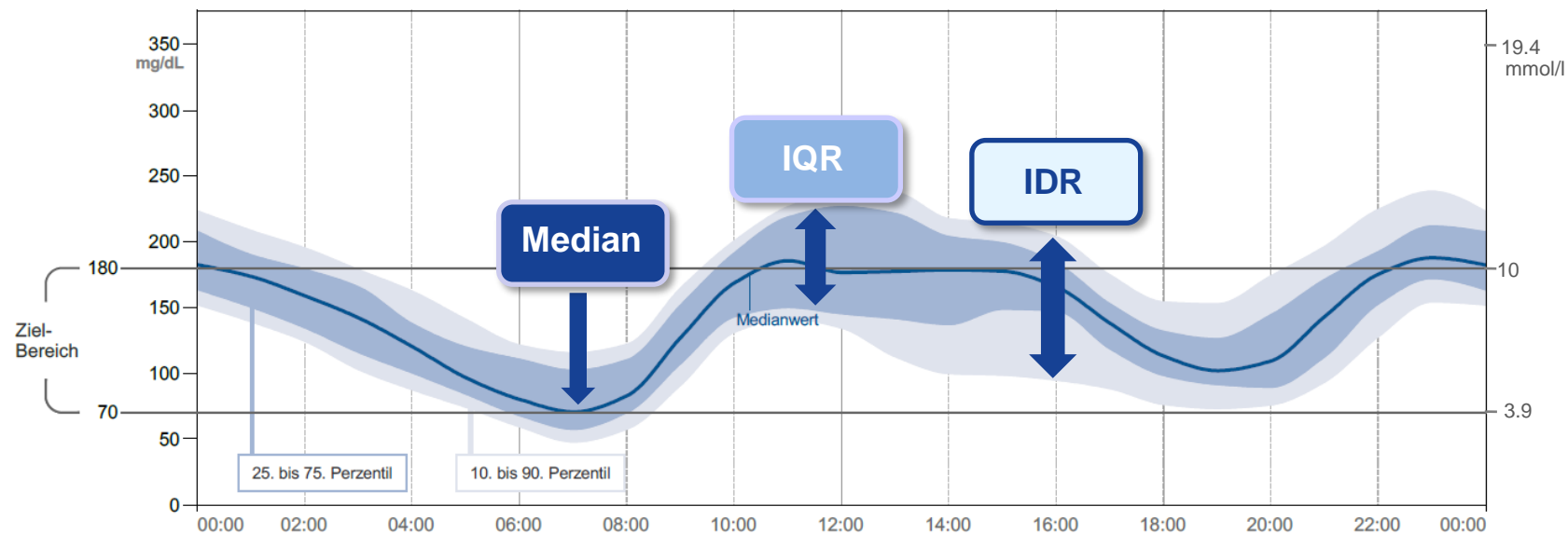
Wie kann ich mit dem Patienten die Daten besprechen... ...ist vom Wunsch des Patienten abhängig

Hardware	Lesegerät	Smartphone
Software Praxis	FreeStyle Libre Software <i>oder</i> LibreView** (internetbasiert)	internetbasiert
Software Patient	nicht erforderlich Optional FreeStyle Libre	App LibreLink
Cloudbasiert	Nein	www.libreview.com Patienten-Login (für Patienten kostenlos) oder Teilen der Daten mit einem Praxis-Account**
Follower-Funktion	Nein	App LibreLinkUp

** einmalig 49 €

Was man noch sehen kann: Das Ambulante Glukose Profil (AGP)

- Projektion der **gemessenen Glukosewerte** auf ein 24 h Tagesmodell (Standardtag) ermöglicht zuverlässige Aussage zu Mustern
- Die mittleren Glukosewerte zu jedem Zeitpunkt werden als **Mediankurve** dargestellt
- Die **Glukosevariabilität** wird ohne Ausreißer dargestellt und unterschieden in:
 - ▶ **Interdezil-Bereich** (interdecile range: **IDR**, 80 % der Messwerte) und
 - ▶ **Interquartil-Bereich** (interquartile range: **IQR**, 50 % der Messwerte)



Analyse der Glukosedaten mittels AGP in 5 Schritten

Schritt 1: Wie ist die Datenqualität?

Schritt 2: Wie sind Zielbereich und Time in Range?

Schritt 3: Sind Hypoglykämien aufgetreten?

Schritt 4: Wie sieht es aus mit der Glukosevariabilität?

Schritt 5: Wie stabil ist das Glukoseprofil?

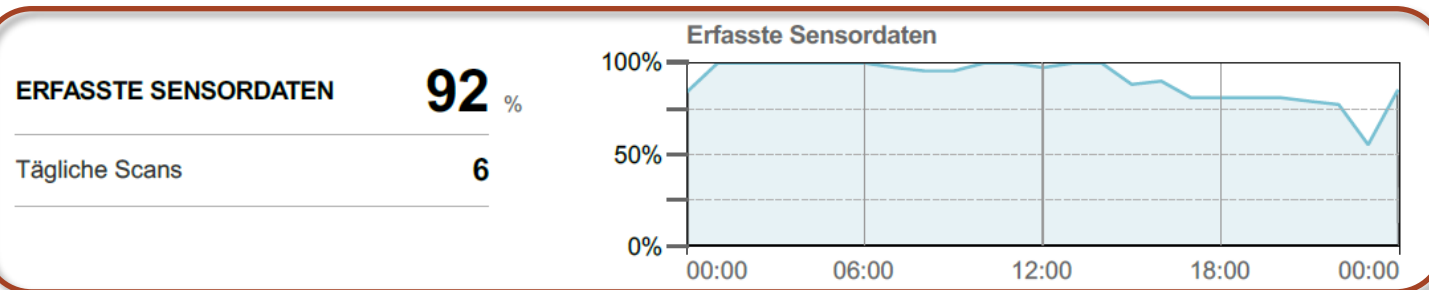
Schritt 1

Wie ist die Datenqualität?

Wählen Sie für die Auswertung ein Zeitintervall aus,

- Das mindestens 14 und höchstens 28 Tage beträgt.
- Zu den Standardbedingungen in diesem Zeitraum vorgelegen haben (z.B. kein Urlaub, akute Krankheit oder Schichtwechsel)

📶 Sensorbenutzung



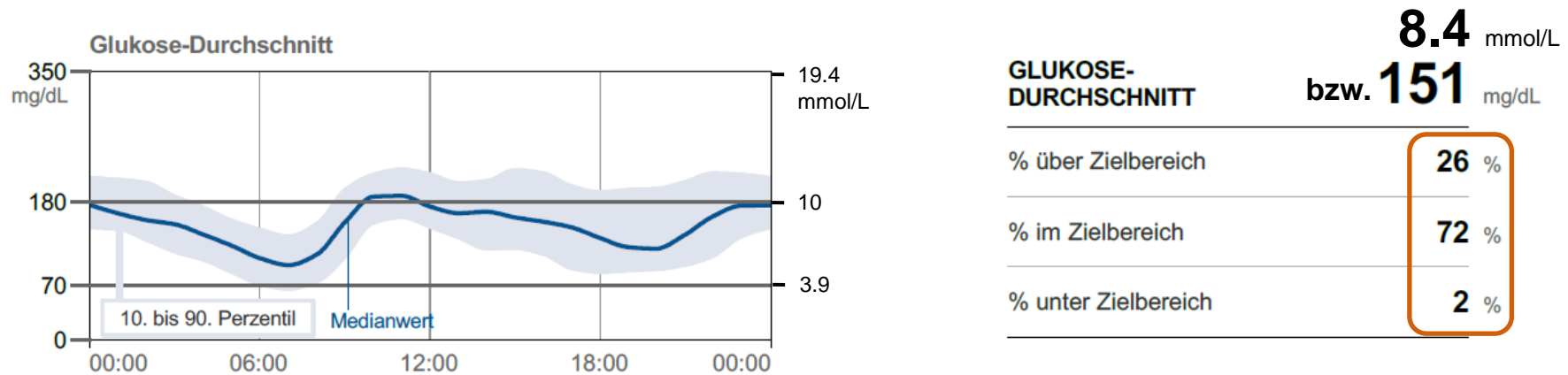
Bitte beachten Sie, dass mindestens 70 % der Sensordaten erfasst sein sollten

Schritt 2

Wie sind Zielbereich und Time in Range?

Zielbereich umfasst prä- und postprandiale Glukosewerte und stimmt in der Regel nicht mit dem individuellen Zielbereich des Patienten überein.

Der internationale Konsensus für den Zielbereich lautet: **70 - 180 mg/dl oder 3.9 - 10 mmol/l** ¹



Time in Range (TIR) beschreibt die Zeit (in %) innerhalb des festgelegten Zielbereichs.

Die Expertengruppe empfiehlt als Mindestanforderung:

- Menschen mit Typ-1 und Typ-2 Diabetes: **TIR ≥ 70 %**
- pädiatrische Patienten: **TIR ≥ 50 %**

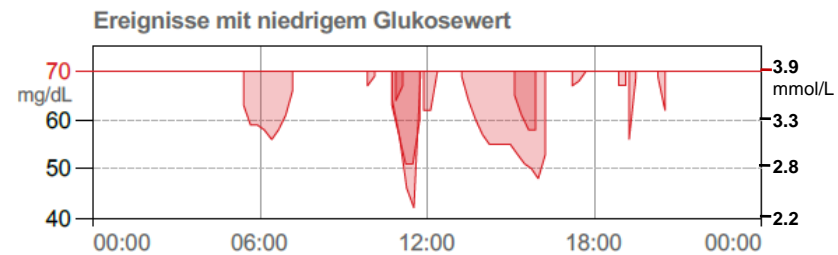
Schritt 3

Sind Hypoglykämien aufgetreten?

Beurteilen Sie eventuell aufgetretene Hypoglykämien anhand der folgenden Parameter:

1. Frequenz (Häufigkeit der Ereignisse)
2. Dauer (in Minuten)
3. Tiefe (Glukosewert)
4. Periodizität (Anzahl der Ereignisse pro Zeitintervall)

EREIGNISSE MIT NIEDRIGEM GLUKOSEWERT	12
Durchschnittliche Dauer	69 Min.



Schritt 3

Sind Hypoglykämien aufgetreten?

Beurteilen Sie eventuell aufgetretene Hypoglykämien anhand der folgenden Parameter:

Und teilen Sie diese in vier Stufen mit bestimmter Handlungsempfehlung ein:

In einem Zeitraum von 14 Tagen:

Frequenz	Dauer	Tiefe	Periodizität	EREIGNISSE MIT NIEDRIGEM GLUKOSEWERT	Durchschnittliche Dauer	Ereignisse mit niedrigem Glukosewert
≤ 5	≤ 60 min	Stufe 1: ≤ 54 mg/dl ≤ 3 mmol/l	nein	4	58 Min.	
Keine akute Hypoglykämie-Problematik						
> 5	> 60 min	Stufe 2: ≤ 54 mg/dl > 3 mmol/l	nein	9	113 Min.	
Keine akute Hypoglykämie-Problematik- individuelle Entscheidung						
> 5	> 60 min	Stufe 3: ≤ 54 mg/dl ≤ 3 mmol/l	nein	9	71 Min.	
Ja, therapeutische Intervention erforderlich						
Frequenz	Dauer	Tiefe	Periodizität	EREIGNISSE MIT NIEDRIGEM GLUKOSEWERT	Durchschnittliche Dauer	Ereignisse mit niedrigem Glukosewert
Zunächst Behebung der Hypoglykämien vor weiteren Therapieanpassungen				9	148 Min.	

Schritt 4

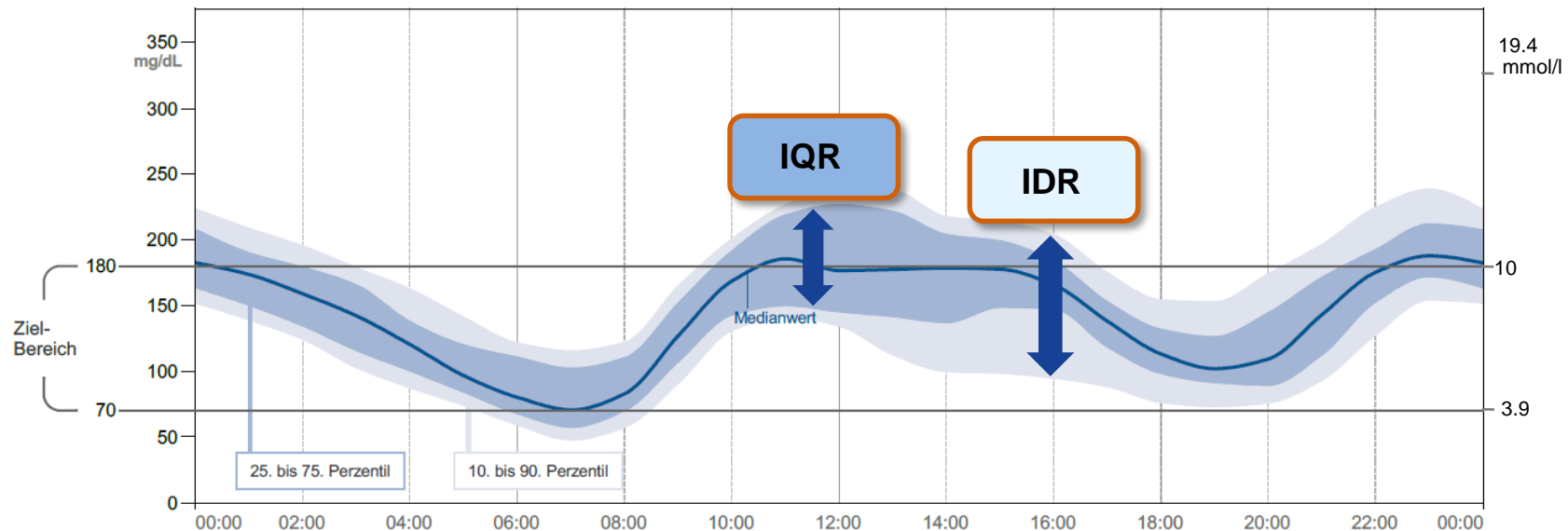
Wie ist die Glukosevariabilität?

IDR (Interdezil-Bereich: hellblau)

▶ Variationen durch Lebensstil?!

IQR (Interquartil-Bereich: dunkelblau)

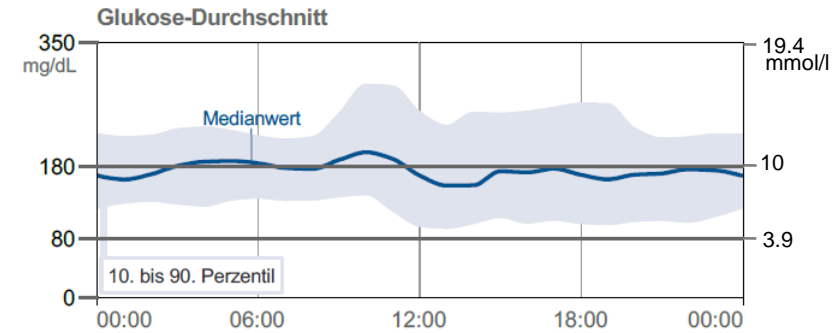
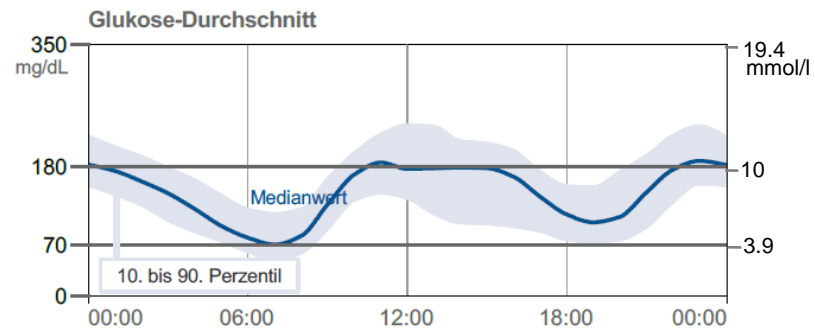
▶ Kann Medikation angepasst werden?



Schritt 5

Wie stabil ist das Glukoseprofil?

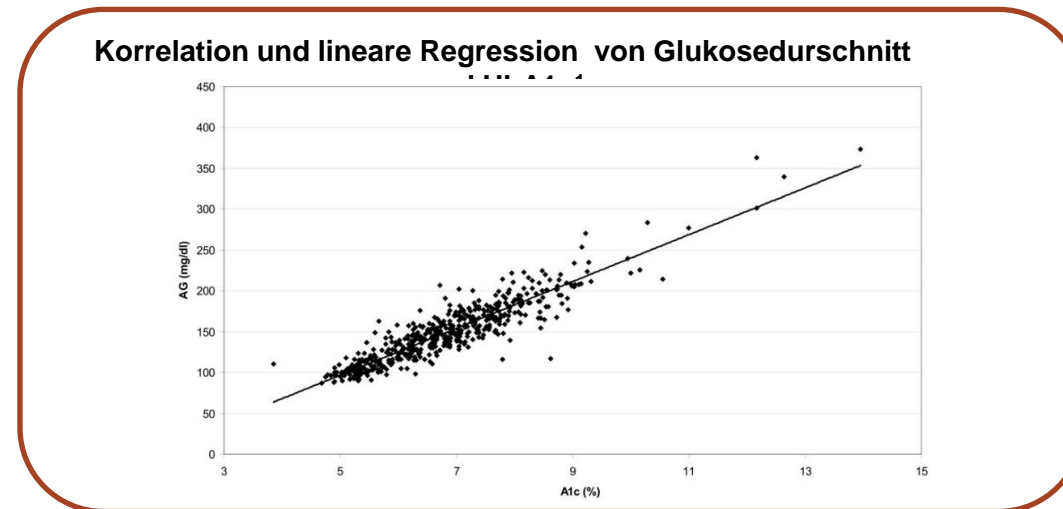
Steigt die Mediankurve steil an oder fällt steil ab?



eHbA1c - Studienlage

Studie¹: Nathan et al, 2008 „Translating the A1C Assay Into Estimated Average Glucose Values” A1C-derived average glucose (ADAG) study group:

- Studiendesign: 507 Probanden (268 T1D, 159 T2D und 80 stoffwechselgesund), Erfassung des Glukosedurchschnittes mittels SMBG und CGM Daten (Medtronic Minimed) und des HbA1c Wertes
- Datenauswertung: Korrelation Glukosedurchschnitt und HbA1c
- Ergebnis: Der Glukosedurchschnitt korreliert mit HbA1c wie folgt:
 $AG_{\text{mg/dL}} = 28,7 \times \text{HbA1c} - 46,7$ ($AG_{\text{mmol}} = 1,59 \times \text{A1C} - 2,59$); $R^2 = 8,84$, $P < 0,0001$
- Schlussfolgerung: Auf Basis der Korrelation lässt sich anhand des Glukosedurchschnittes ein geschätzter HbA1c wie folgt errechnen: $e\text{HbA1c} (\%) = (\text{Mittelwert [mg/dL]} + 46,7) / 28,7$



1. Nathan, D.M., et al., *Translating the A1C assay into estimated average glucose values*. *Diabetes Care*, 2008. **31**(8): p. 1473-8.

Fallbeispiele

AGP-Fallbeispiel 1

Alter:	55 Jahre	Geschlecht:	weiblich
Diabetes mellitus:	Typ 1	BMI:	21,0 kg/m ²
Diabetesdauer:	13 Jahre	letzter HbA1c -Wert:	8,1 %
Beruf:	Lehrerin		

Therapie: Insulinpumpentherapie (CSII)

Therapieparameter:

Insulin	Insulinmenge	Korrekturfaktor	Zielwert	Basalrate
Insulin aspart	morgens 1,9 Einheiten/ KE	1 Einheit/40 mg/dl	100 mg/dl	21,95
	mittags 1,5 Einheiten/KE	bzw.	bzw.	Einheiten/24 h
	abends 1,5 Einheiten/KE	1 Einheit/2,8 mmol/l	5,6 mmol/l	

zusätzliche Erkrankungen: arterielle Hypertonie, Neuropathie

Besonderheiten: HbA1c -Verbesserung angestrebt

Fallbeispiele

AGP-Fallbeispiel 1

Momentaufnahme

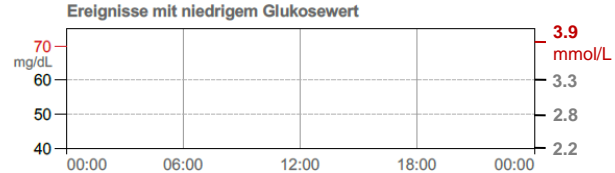
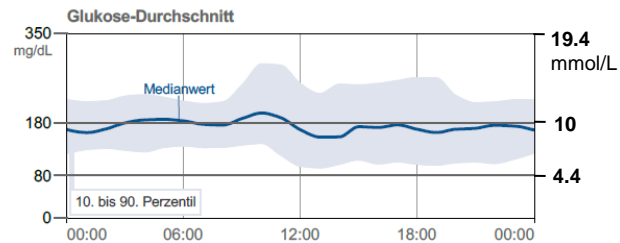
11. Oktober 2017 - 7. November 2017 (28 Tage)

Glukose

Geschätzter HbA1c **7,8% oder 62 mmol/mol**

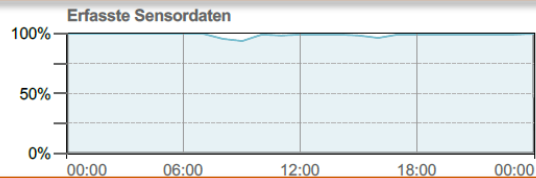
GLUKOSE-DURCHSCHNITT	9.9 mmol/L bzw. 178 mg/dL
% über Zielbereich	47 %
% im Zielbereich	52 %
% unter Zielbereich	1 %

EREIGNISSE MIT NIEDRIGEM GLUKOSEWERT	0
Durchschnittliche Dauer	0 Min.



Sensorbenutzung

ERFASSTE SENSORDATEN	100 %
Tägliche Scans	24



Schritt 1: Datenqualität

- hervorragende Datenqualität

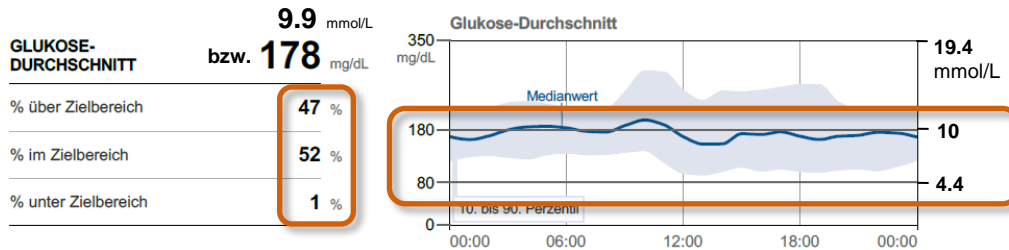
Fallbeispiele

AGP-Fallbeispiel 1

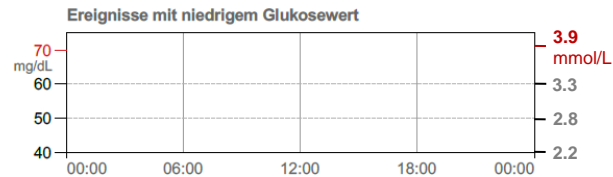
Momentaufnahme

11. Oktober 2017 - 7. November 2017 (28 Tage)

Glukose Geschätzter HbA1c **7,8% oder 62 mmol/mol**

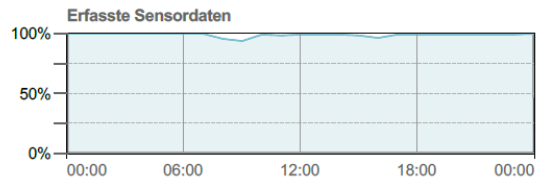


EREIGNISSE MIT NIEDRIGEM GLUKOSEWERT	0
Durchschnittliche Dauer	0 Min.



Sensorbenutzung

ERFASSTE SENSORDATEN	100 %
Tägliche Scans	24



Schritt 1: Datenqualität

- hervorragende Datenqualität

Schritt 2: Zielbereich und Zeit im Zielbereich

- Zielbereich an Expertenempfehlung angelehnt
- TIR: >50% (angestrebt: >70%)

Fallbeispiele

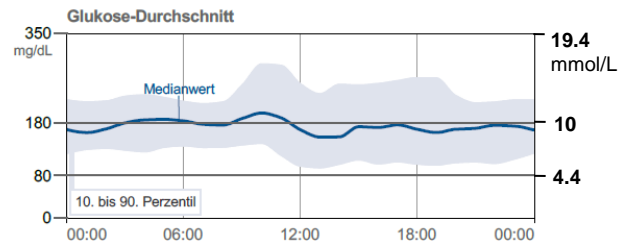
AGP-Fallbeispiel 1

Momentaufnahme

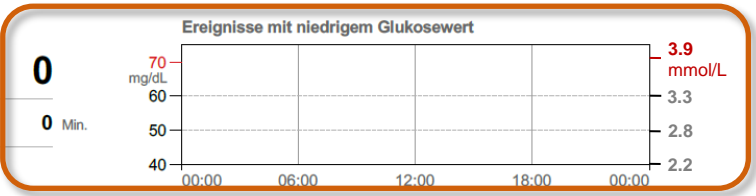
11. Oktober 2017 - 7. November 2017 (28 Tage)

Glukose Geschätzter HbA1c **7,8% oder 62 mmol/mol**

GLUKOSE-DURCHSCHNITT	9.9 mmol/L bzw. 178 mg/dL
% über Zielbereich	47 %
% im Zielbereich	52 %
% unter Zielbereich	1 %

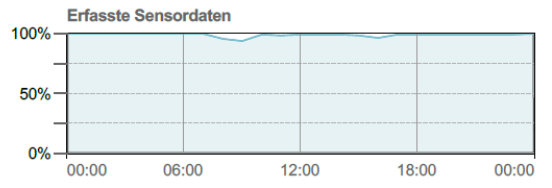


EREIGNISSE MIT NIEDRIGEM GLUKOSEWERT
Durchschnittliche Dauer



Sensorbenutzung

ERFASSTE SENSORDATEN	100 %
Tägliche Scans	24



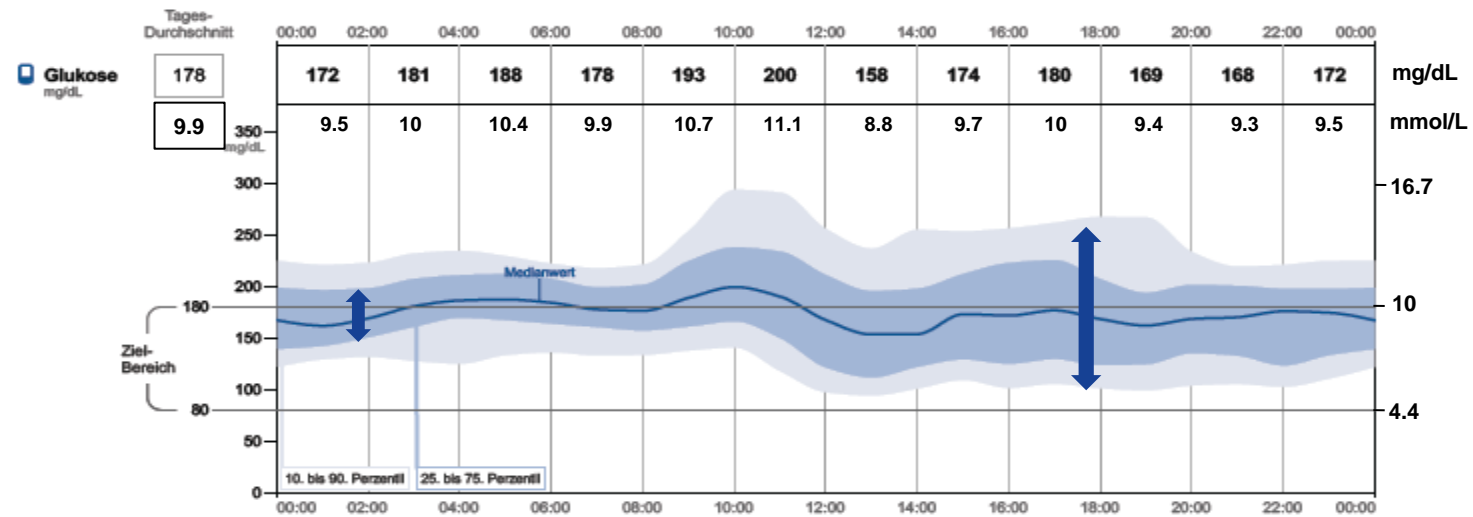
Schritt 3: Hypoglykämien

- keine Hypoglykämien: Hypoglykämie-Stufe 1
→ keine Intervention erforderlich

	Frequenz	Dauer	Tiefe	Periodizität
1	≤ 5	≤ 60 min	> 54 mg/dl > 3 mmol/l	nein
2	> 5	> 60 min	> 54 mg/dl > 3 mmol/l	nein
3	> 5	> 60 min	≤ 54 mg/dl ≤ 3 mmol/l	nein
4				ja

Fallbeispiele

AGP-Fallbeispiel 1

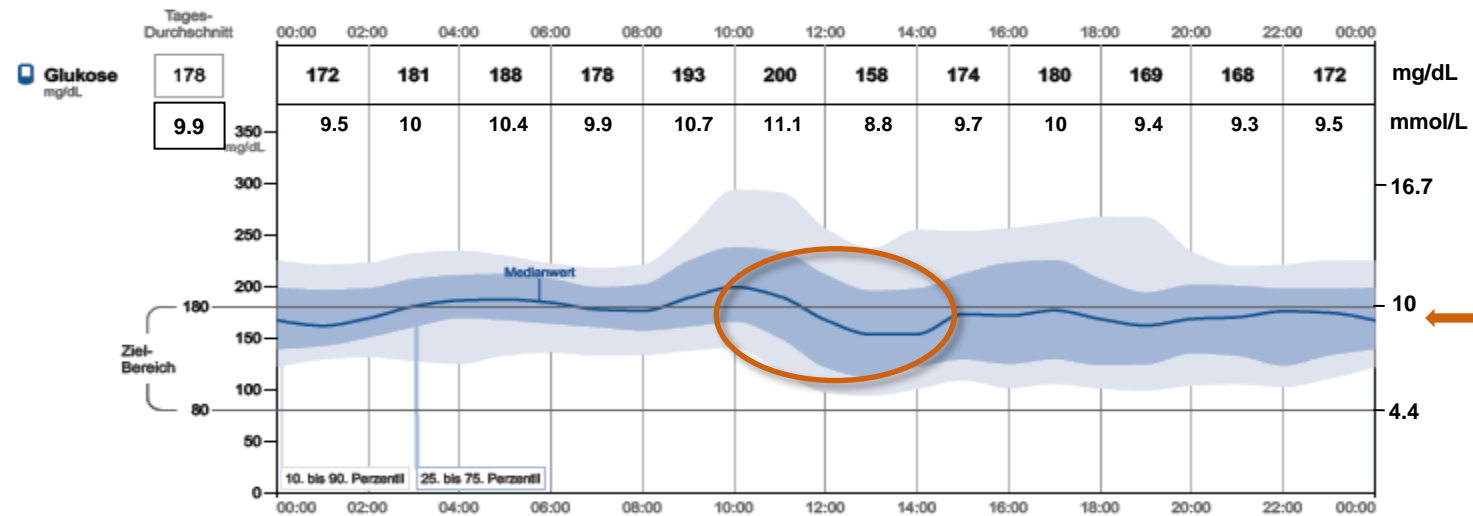


Schritt 4: Variabilität

- **IDR:** am Tag von 7 bis 20 Uhr hoch
- **IQR:** nachts gering, tagsüber befriedigend

Fallbeispiele

AGP-Fallbeispiel 1



Schritt 4: Variabilität

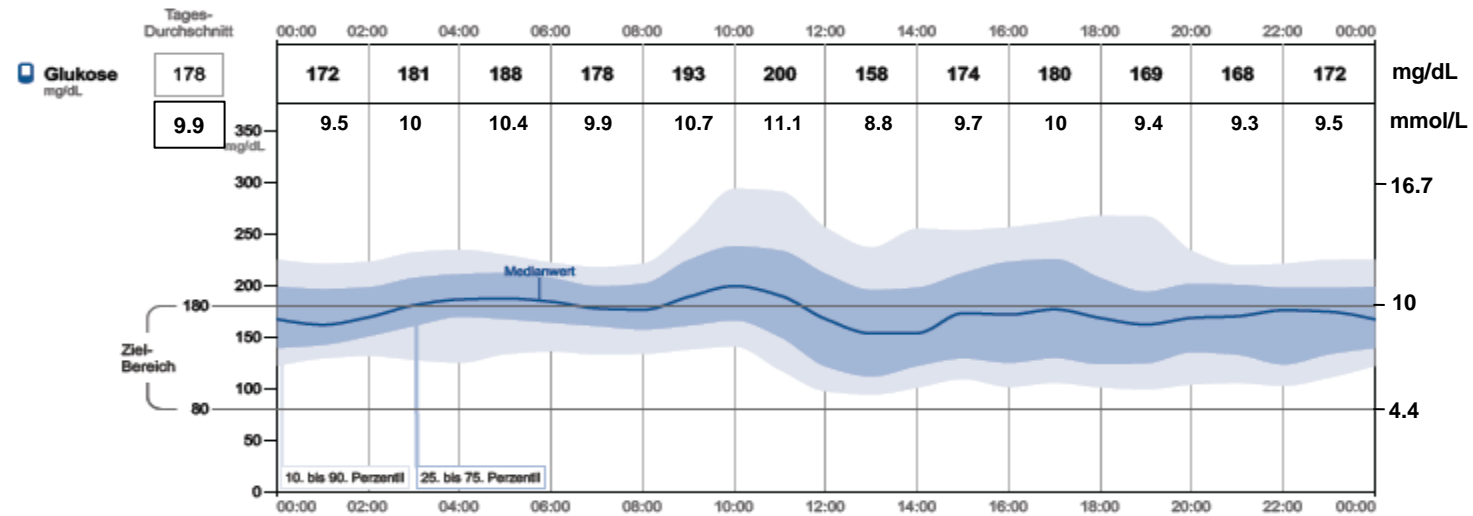
- **IDR:** am Tag von 7 bis 20 Uhr hoch
- **IQR:** nachts gering, tagsüber befriedigend

Schritt 5: Stabilität

- gute Stabilität
- Abfall vormittags:
postprandial in den Zielbereich und deshalb gewünscht

Fallbeispiele

AGP-Fallbeispiel 1



In diesem Fall durchgeführte Therapieänderungen:

- Patientengespräch: im Tagesverlauf auf Unregelmäßigkeiten achten, sichtbar in den **Tagesprofilen**
- Basalratentest durchführen → Basalrate abends und nachts erhöhen

Fallbeispiele

AGP-Fallbeispiel 1 - nachher

Momentaufnahme

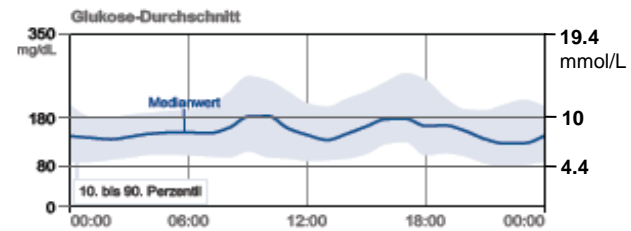
7. November 2017 - 24. November 2017 (18 Tage)

Glukose

Geschätzter HbA1c **7,1%** oder **54 mmol/mol**

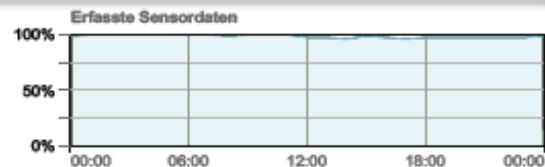
GLUKOSE-DURCHSCHNITT	8.7 mmol/L
bzw.	156 mg/dL
% über Zielbereich	28 %
% im Zielbereich	69 %
% unter Zielbereich	3 %

EREIGNISSE MIT NIEDRIGEM GLUKOSEWERT	4
Durchschnittliche Dauer	60 Min.



Sensorbenutzung

ERFASSTE SENSORDATEN	100 %
Tägliche Scans	21



Schritt 1: Datenqualität

- sehr gut

Fallbeispiele

AGP-Fallbeispiel 1 - nachher

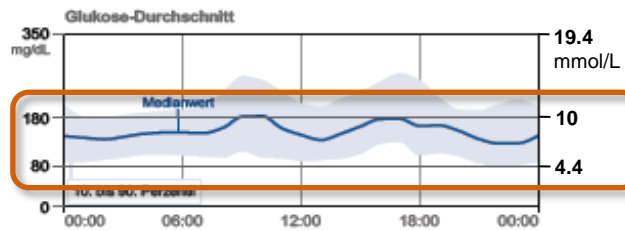
Momentaufnahme

7. November 2017 - 24. November 2017 (18 Tage)

Glukose

Geschätzter HbA1c **7,1% oder 54 mmol/mol**

GLUKOSE-DURCHSCHNITT	8.7 mmol/L bzw. 156 mg/dL
% über Zielbereich	28 %
% im Zielbereich	69 %
% unter Zielbereich	3 %

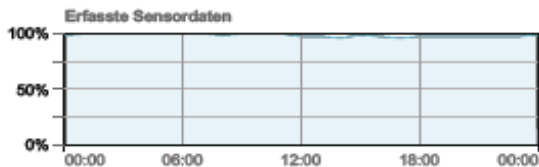


EREIGNISSE MIT NIEDRIGEM GLUKOSEWERT	4
Durchschnittliche Dauer	60 Min.



Sensorbenutzung

ERFASSTE SENSORDATEN	100 %
Tägliche Scans	21



Schritt 1: Datenqualität

- sehr gut

Schritt 2: Zielbereich und Zeit im Zielbereich

- knapp 70 % nahezu optimal

Fallbeispiele

AGP-Fallbeispiel 1

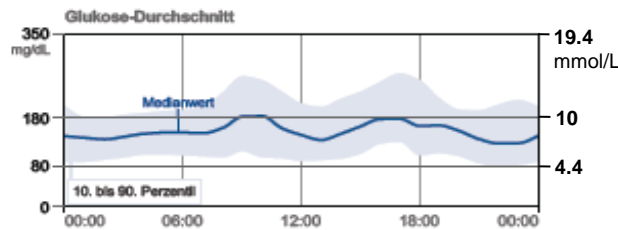
Momentaufnahme

7. November 2017 - 24. November 2017 (18 Tage)

Glukose

Geschätzter HbA1c **7,1% oder 54 mmol/mol**

GLUKOSE-DURCHSCHNITT	8.7 mmol/L bzw. 156 mg/dL
% über Zielbereich	28 %
% im Zielbereich	69 %
% unter Zielbereich	3 %



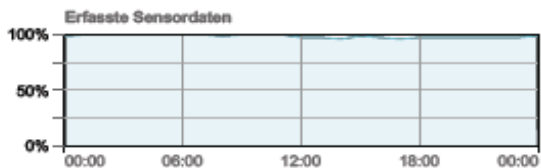
EREIGNISSE MIT NIEDRIGEM GLUKOSEWERT

4
60 Min.



Sensorbenutzung

ERFASSTE SENSORDATEN 100 %
Tägliche Scans 21



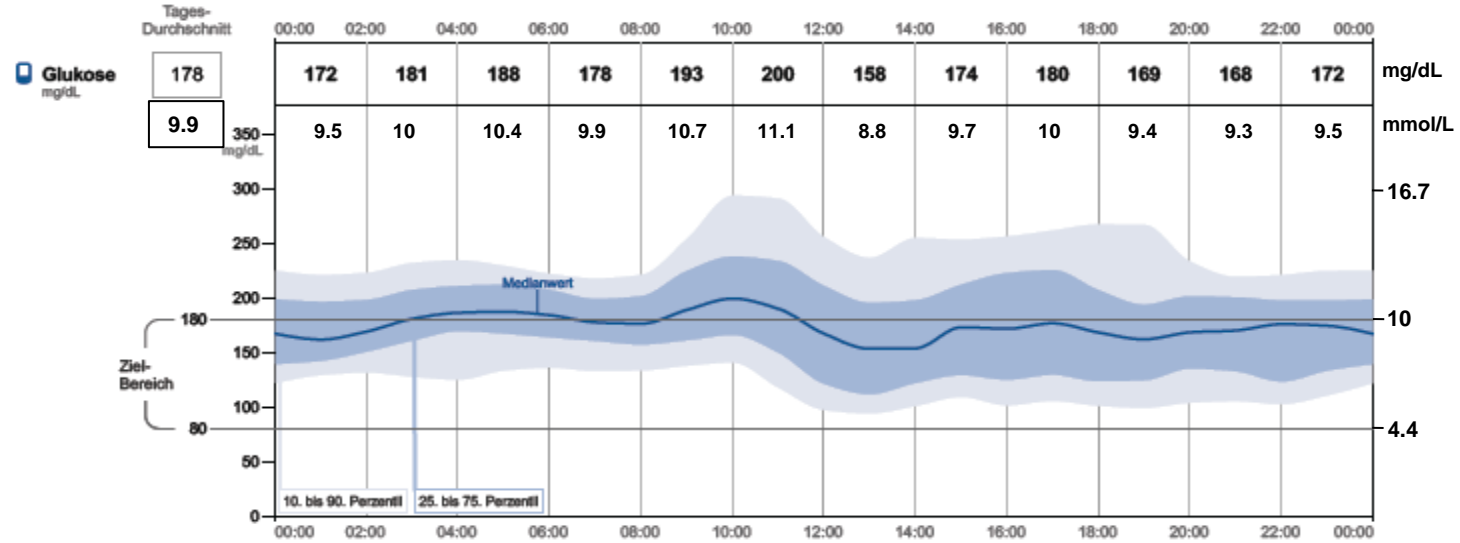
Schritt 3: Hypoglykämien

- Weiter Hypoglykämie-Stufe 1: keine Hypoglykämie-Problematik und keine Hypoglykämien ≤ 54 mg/dl bzw. 3.0 mmol/l
→ keine Intervention erforderlich

	Frequenz	Dauer	Tiefe	Periodizität
1	≤ 5	≤ 60 min	> 54 mg/dl > 3 mmol/l	nein
2	> 5	> 60 min	> 54 mg/dl > 3 mmol/l	nein
3	> 5	> 60 min	≤ 54 mg/dl ≤ 3 mmol/l	nein
4				ja

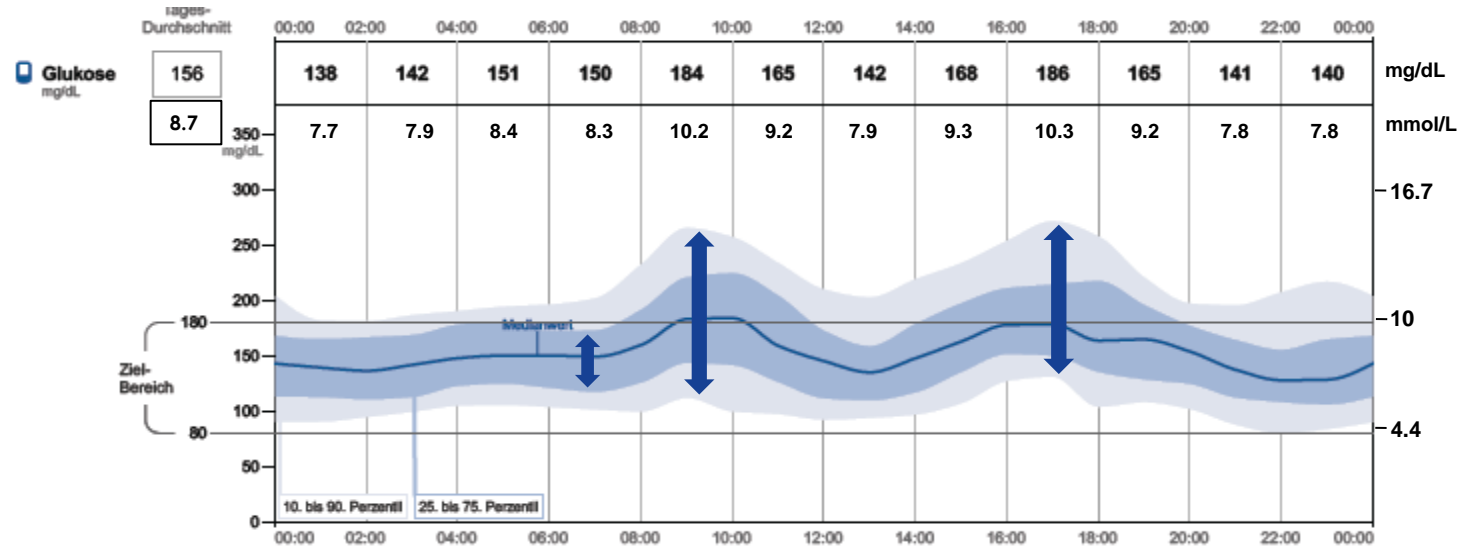
Fallbeispiele

AGP-Fallbeispiel 1 - vorher



Fallbeispiele

AGP-Fallbeispiel 1 - nachher

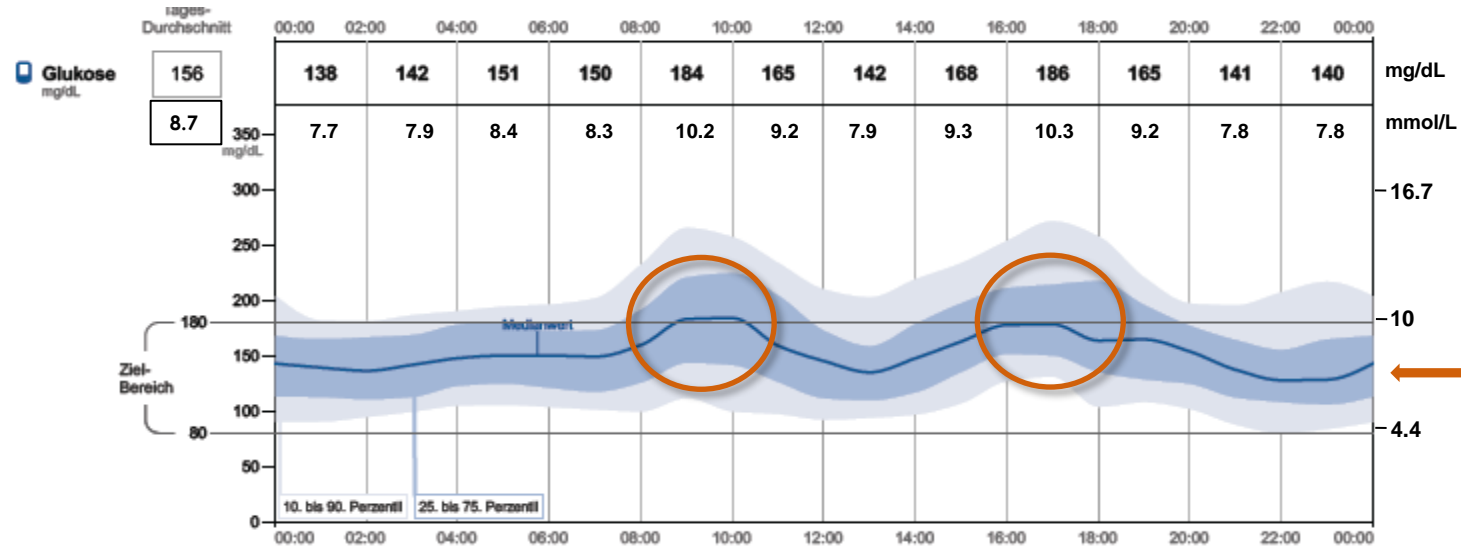


Schritt 4: Variabilität

- **IQR:** ausreichend gut
- **IDR:** nach Frühstück und Nachmittagsmahlzeit etwas breiter

Fallbeispiele

AGP-Fallbeispiel 1 - nachher



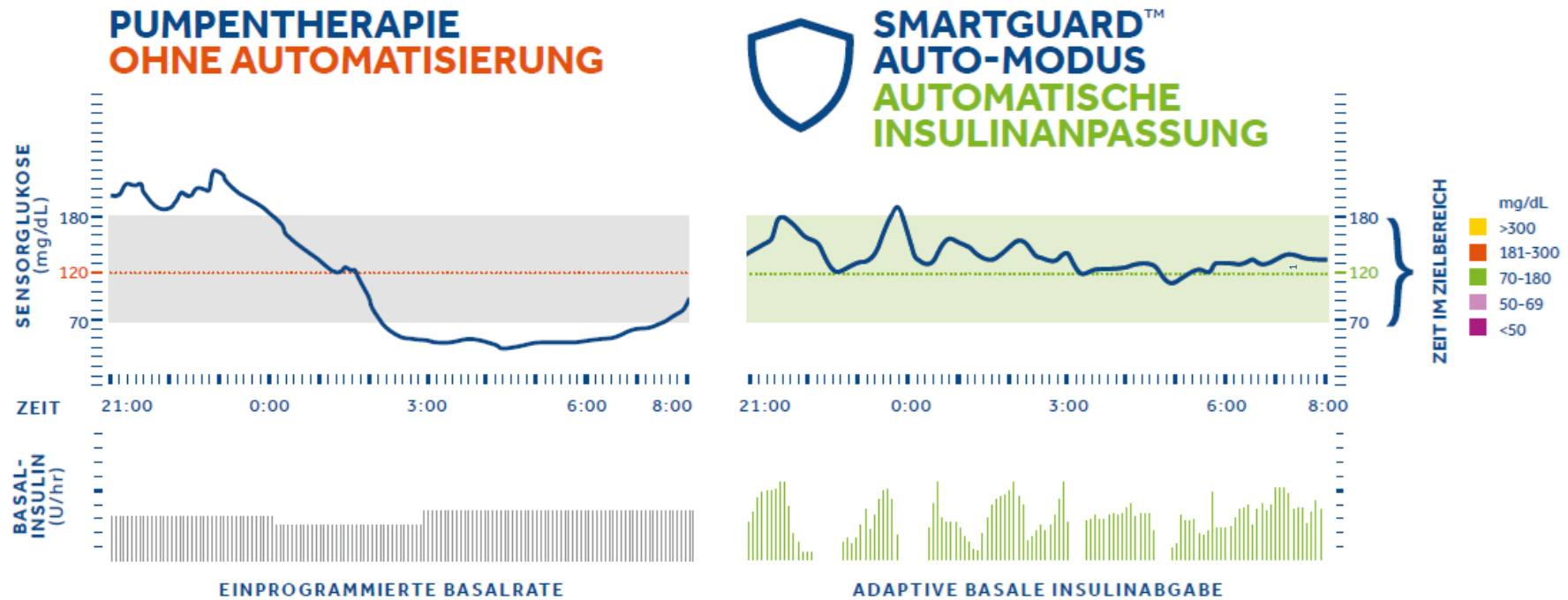
Schritt 4: Variabilität

- **IQR:** ausreichend gut
- **IDR:** nach Frühstück und Nachmittagsmahlzeit etwas breiter

Schritt 5: Stabilität

- Geringer als vorher durch Anstiege postprandial morgens und nachmittags, aber weiterhin gut

Hybrid Closed Loop Medtronic 670G: Seit Herbst 2019 in Deutschland in der Erstattung



**DIE ADAPTIVE BASALE INSULINABGABE PASST SICH DEM ALLTAG DES PATIENTEN AN
UND UNTERSTÜTZT DABEI DIE ZEIT IM ZIELBEREICH ZU ERHÖHEN.^{1,2}**

Quelle: 1. Iturralde E, et al. The Diabetes Educator. 2017; 43(2):223 - 232. 2. Bergenstal, R. M. et al. Jama. 2016; 316 (13): 1407 - 1408.

Manueller Modus und Auto-Modus – was wofür?

Manueller Modus

Das ist wie ein..
Hand am Steuer

Selber lenken mit
Abstandshalter
(SmartGuard™
Unterbrechen vor Niedrig)



Auto-Modus

Auto-Basal

Das ist wie ein...
Autopilot

Mit ständiger
Anpassung im
Hintergrund



Basal sicher

Das ist wie ein...
Sofort-Check

Damit der Autopilot
wieder aktiviert wird



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

