

# Grundlagen CGM

ÖDG Technologie Kurs

# Inhalt

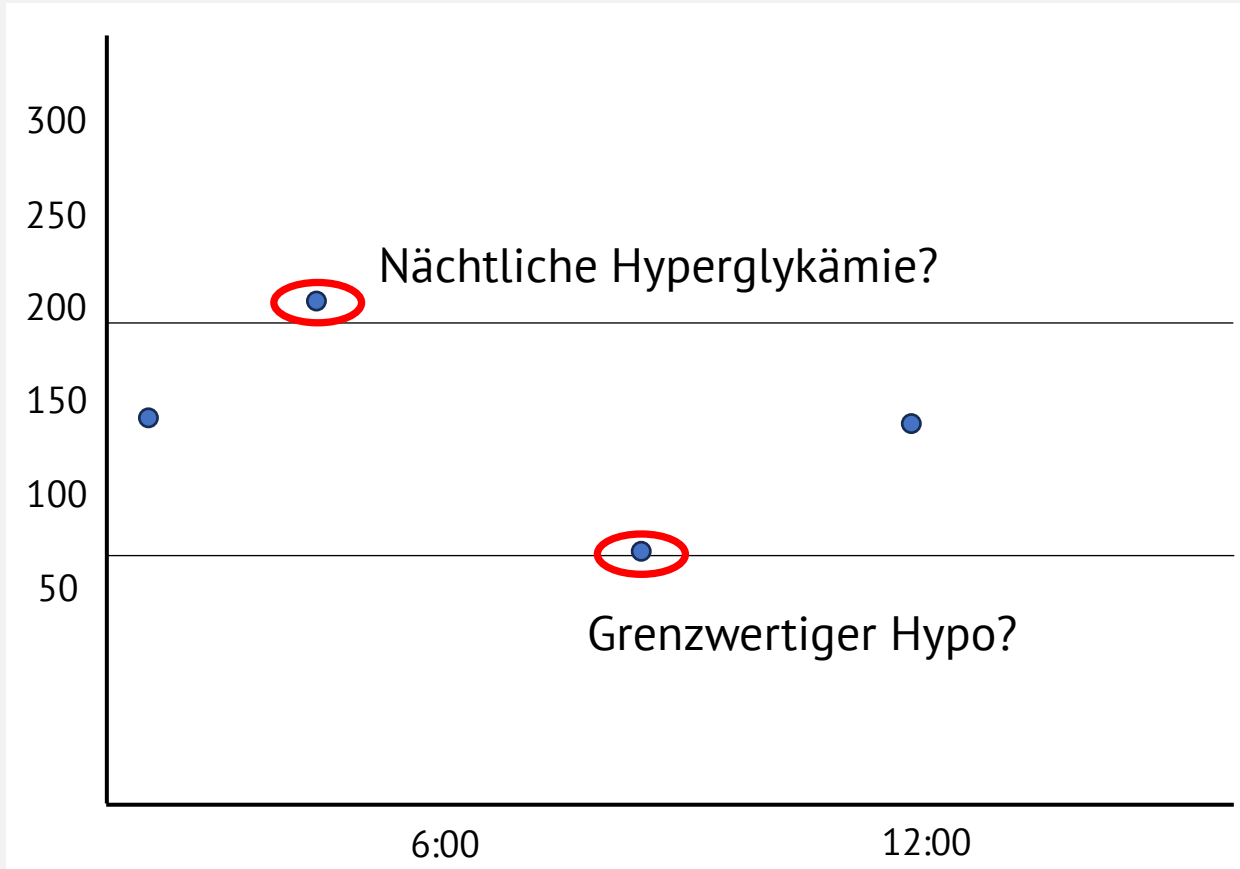
- SMBG vs CGMS
- Technischer Hintergrund
  
- Basics Sensorkurven
- Übersicht aktuelle Systeme
  
- CGM-Analyse

# Glossar

- AGP – ambulante Glucoseprofil
- CGM(S) – Continuous Glucose Monitoring (System)
  - rtCGM – real-time CGM
  - iscCGM – intermittent scanning CGM
- SMBG – self-monitoring of blood glucose
- TIR – time in range

# Single blood glucose vs. Continuous glucose monitoring

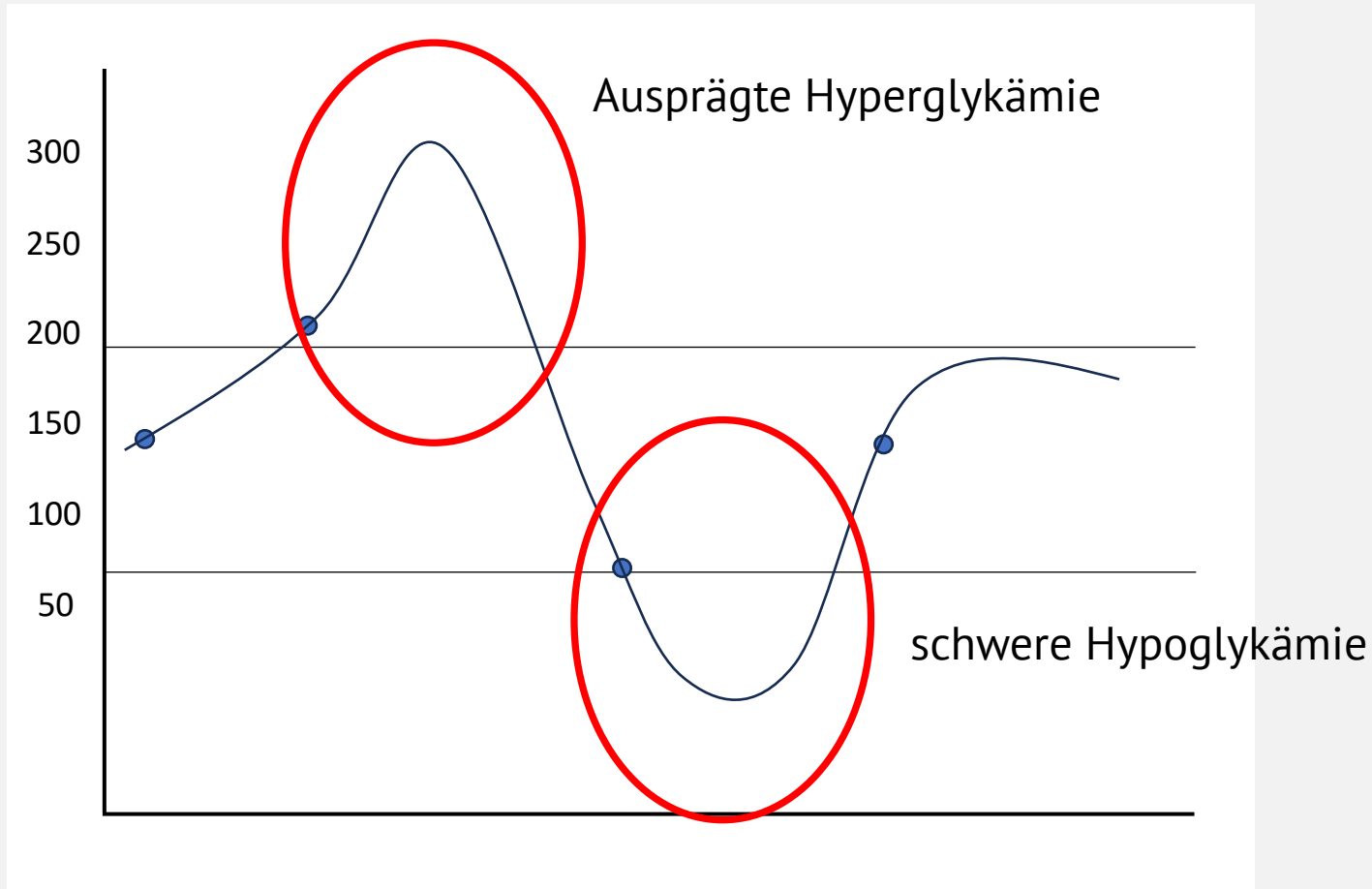
# SMBG – kapilläre BZ-Werte



Beurteilung?

Momentaufnahme ohne  
Zusammenhänge oder Verläufe

# CGM



Beurteilung?

Kontinuierlicher Verlauf, keine versteckten  
Ausreißer  
Deutlich mehr Information

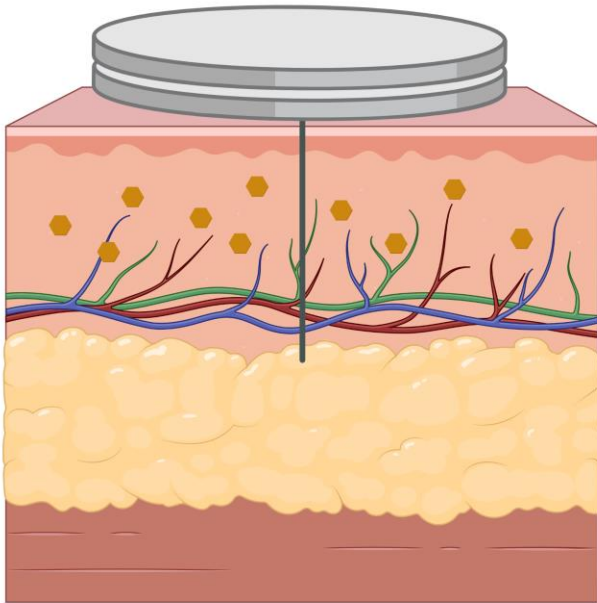
## SMBG

- 4-6 BZ/Tag bei funktioneller Therapie
- Einzelne Momente
  
- Keine Trendvorhersage

## CGMS

- Minütliche Sensorwerte = 1440 „Messungen“ pro Tag
- Realer Verlauf
  
- Trendvorhersage
- (Vor)Alarmer Hypo/Hyperglykämie

# Technischer Hintergrund



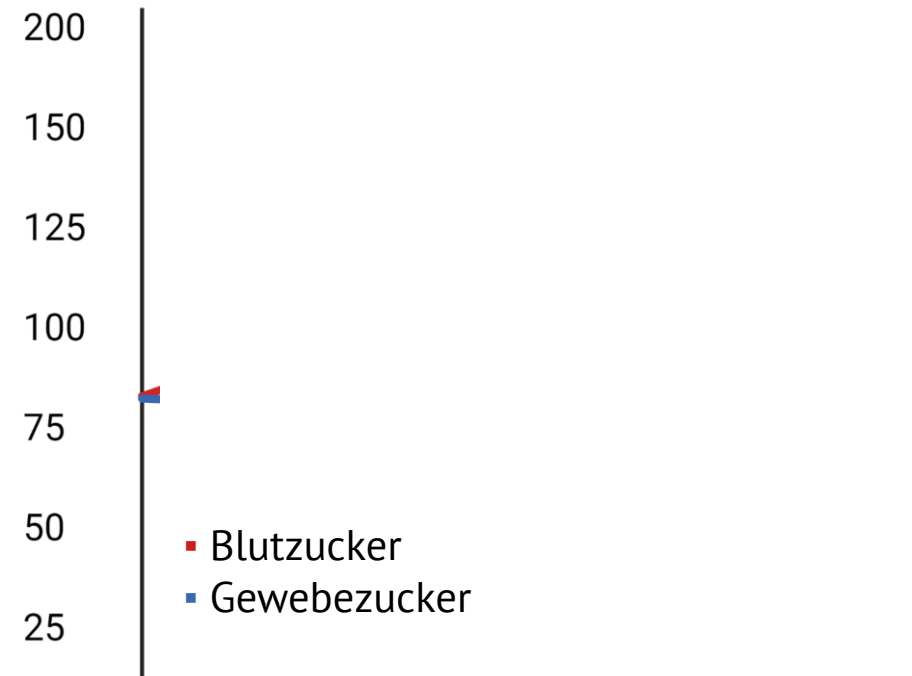
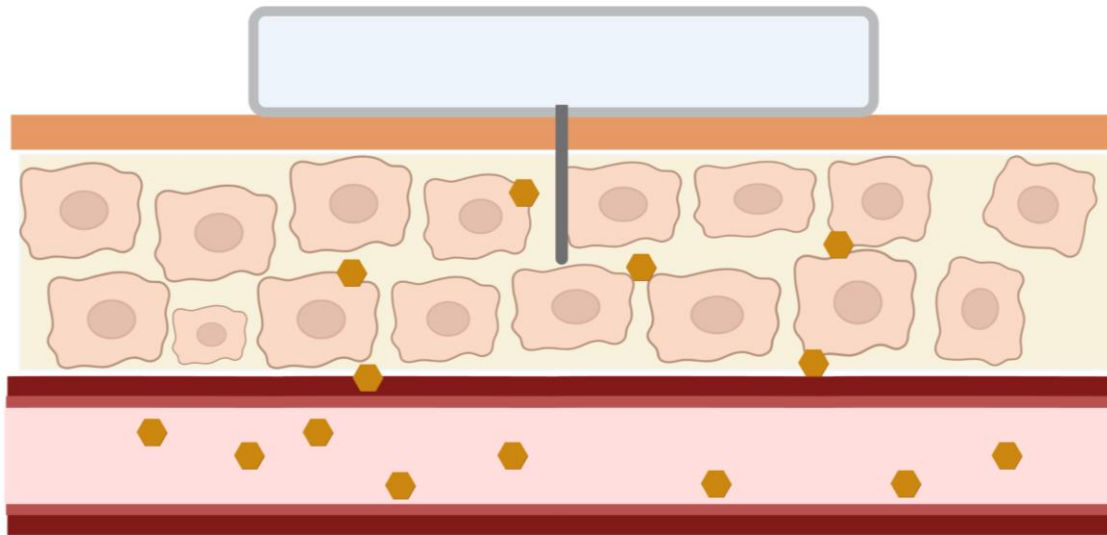
- Externer Teil
  - Transmitter an Messgerät/Handy-App
  - Batterie

- Interner Teil
  - s.c. Messfaden (ca. 5 x 0,4 mm)

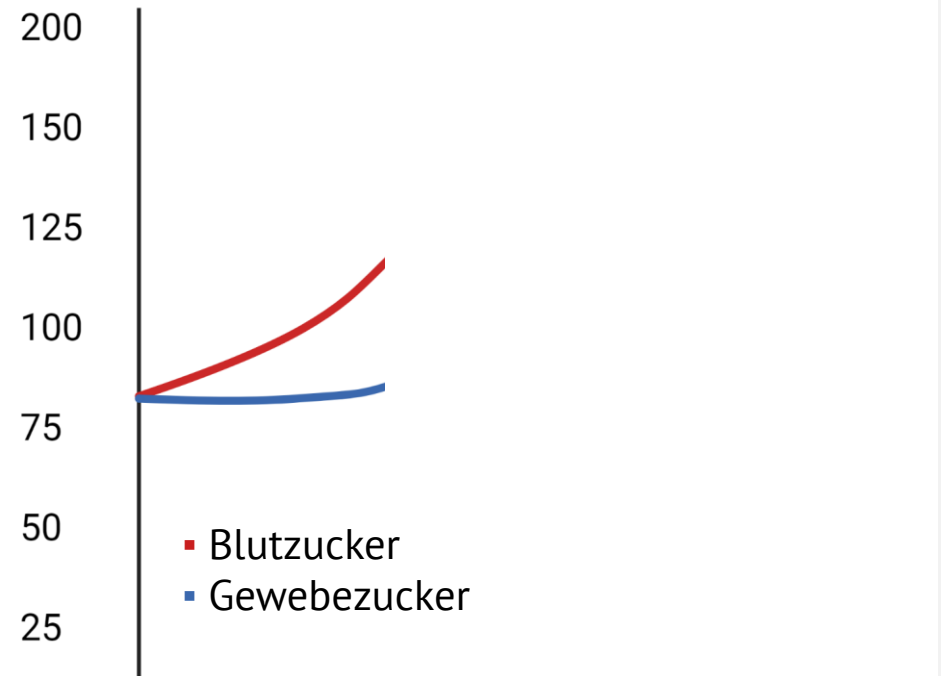
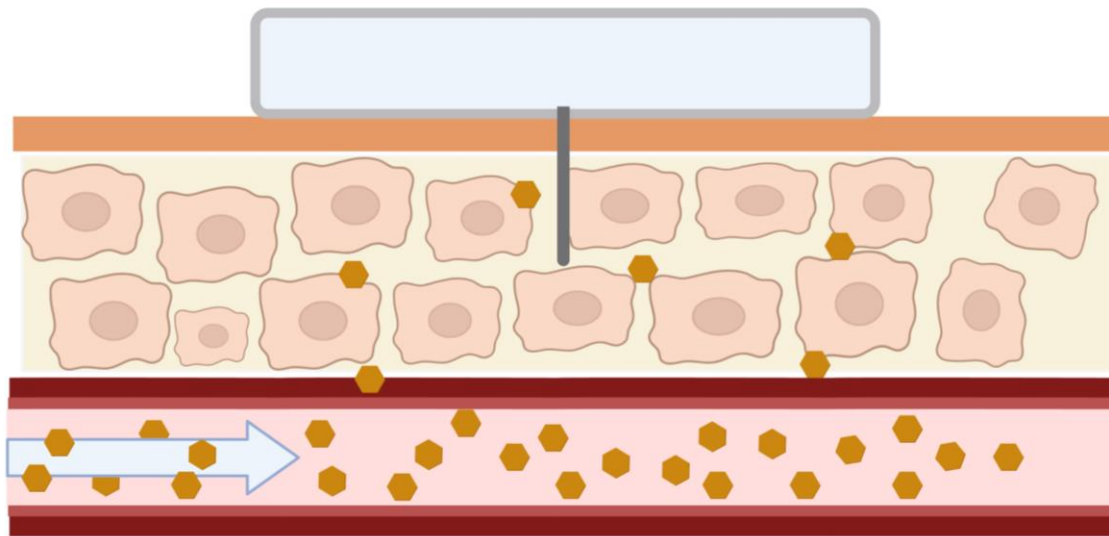
Messung passiert mittels elektro-chemischer Reaktion, meistens Oxidation von Glucose



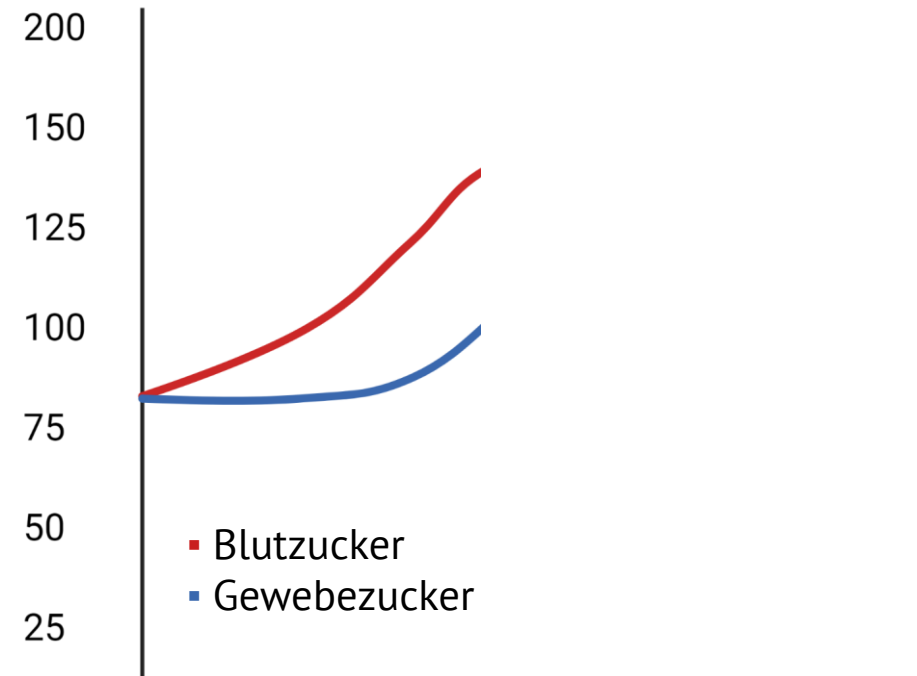
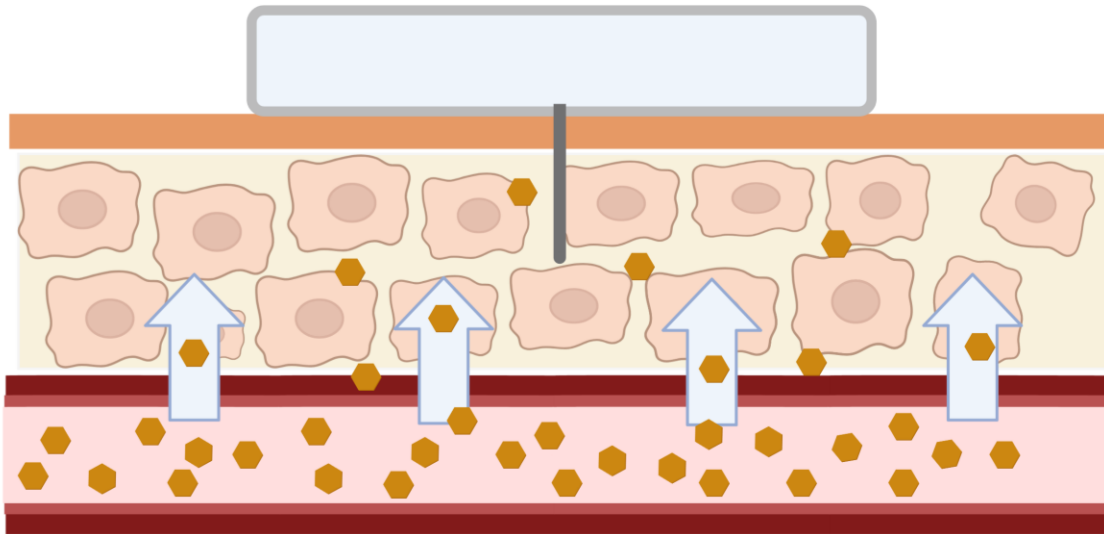
# Sensor-Lag - Verzögerung Blut vs. Gewebezucker



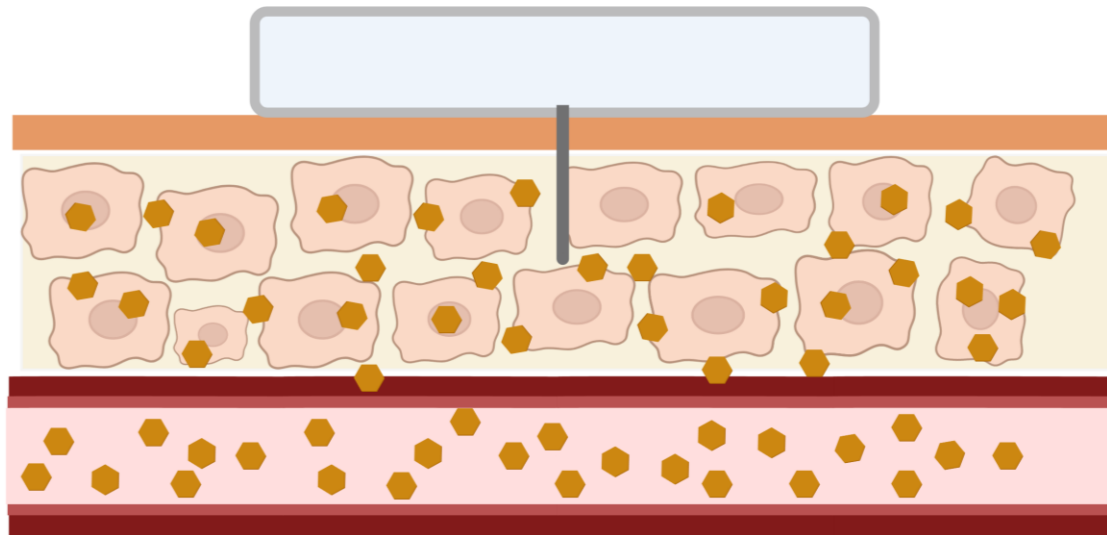
# Blutzucker Anstieg



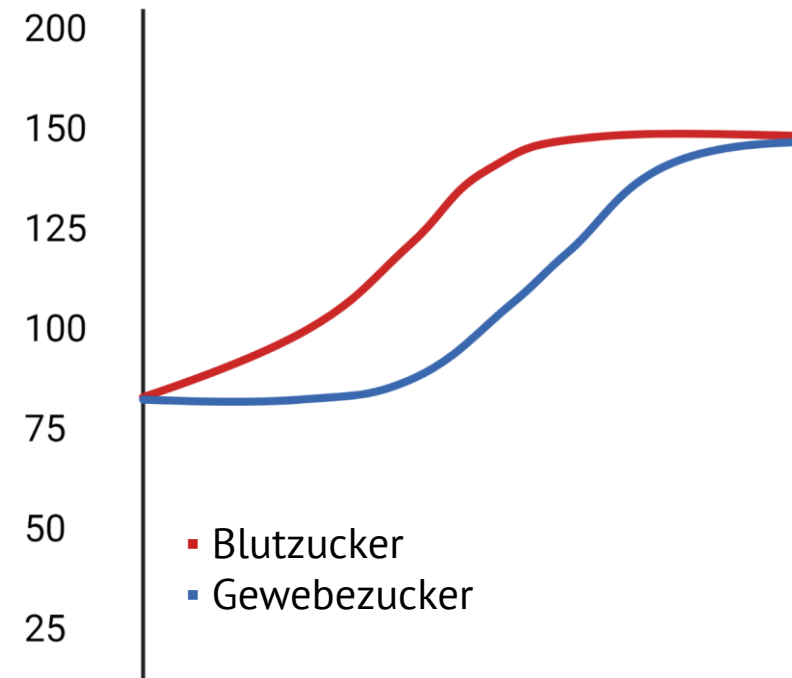
# Diffusion der Glukose ins Gewebe



# Äquilibrium zwischen Gewebe und Blut



Dauer ca. 5-15 min



# rt-CGM vs. isc-CGM

## realtime CGM

- Zeitsynchrones, direktes Ablesen der Glukosewerte vom Display (Pumpe, App, Lesegerät)
- Trendanzeige (↑ ↓ ↔ ) und Verlauf
- Hypo- und Hyperglykämiealarmierung

z.B. Guardian 3, Guardian 4, Dexcom G6, Dexcom G7, Freestyle Libre 3

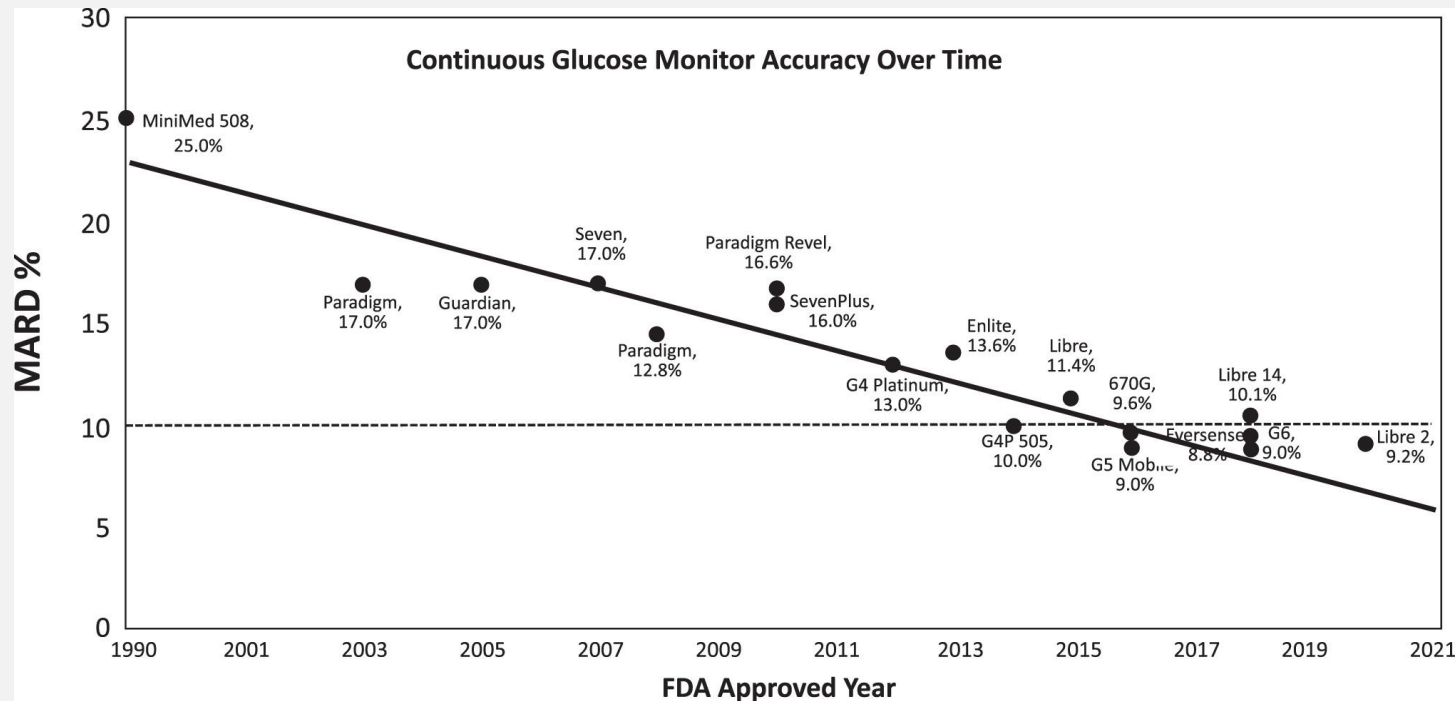
## Intermittent-scanning CGM

- ‚On demand‘ Ablesen der Glukosewerte bei Scan mit Handy-App bzw. Lesegerät
- Trendanzeige (↑ ↓ ↔ ) und Verlauf
- (KEINE) Alarme

z.B. Freestyle Libre 1, Freestyle Libre 2

# Accuracy (Messgenauigkeit) von CGM Systemen

- Die Genauigkeit hat sich stark verbessert – mittlere absolute relative Differenz (MARD) < 9 %



Bailey TS, Alva S. Diabetes Technol Ther. 2021

# Mean Absolute Relative Difference

- Relative Differenz (**RD**) =  $(\text{Wert}_x - \text{Wert}_{\text{Referenz}}) / \text{Wert}_{\text{Referenz}}$ 
  - Wert x – Sensor Glukose Werte zu einem bestimmten Zeitpunkt.
  - WertReferenz – Glukose Werte einer Referenzmessung (z.B. YSI Glukose) zum gleichen Zeitpunkt
- Absolute RD (**ARD**) =  $|(\text{Wert}_x - \text{Wert}_{\text{Referenz}})| / \text{Wert}_{\text{Referenz}}$
- **Mean ARD:** Messwertpaare/errechnete ARDs werden summiert und durch deren Anzahl geteilt.

# Substanzen, die die Genauigkeit aktueller CGM-Systeme beeinträchtigen können

- **Acetaminophen/Paracetamol:** falsch hohe Werte  
*Guardian 3 u. 4 Sensoren, Dexcom G5 Sensor*
- **Ascorbinsäure/Vitamin C:** falsch hohe Werte  
alle *Freestyle Libre* Sensoren (max. 500 mg pro Tag empfohlen)
- **Hydroxyurea/Hydroxycarbamid:** falsch hohe Werte  
alle *Dexcom* Sensoren, *Guardian 3* Sensor

Heinemann L. Interferences With CGM Systems: Practical Relevance?  
J Diabetes Sci Technol. 2022 Mar;16(2):271-274. doi: 10.1177/19322968211065065.



# Müssen CGM-Systeme kalibriert werden?

## manuelle Kalibrationen

- Ältere Generationen an CGM Sensoren (z.B. Guardian 3) müssen noch manuell kalibriert werden.
- Das System benötigt den Blutzuckerwert als Basis für die Umrechnung des elektrischen Signals in einen Glukosewert.
- Der BZ wird kapillär mit einem konventionellen Messgerät gemessen.
- Der Wert wird dem Empfangsgerät des CGM-Systems mitgeteilt/direkt übertragen.
- Kalibrierungshäufigkeit variiert je nach Gerät (z.B. nach Setzen und dann alle 12h).

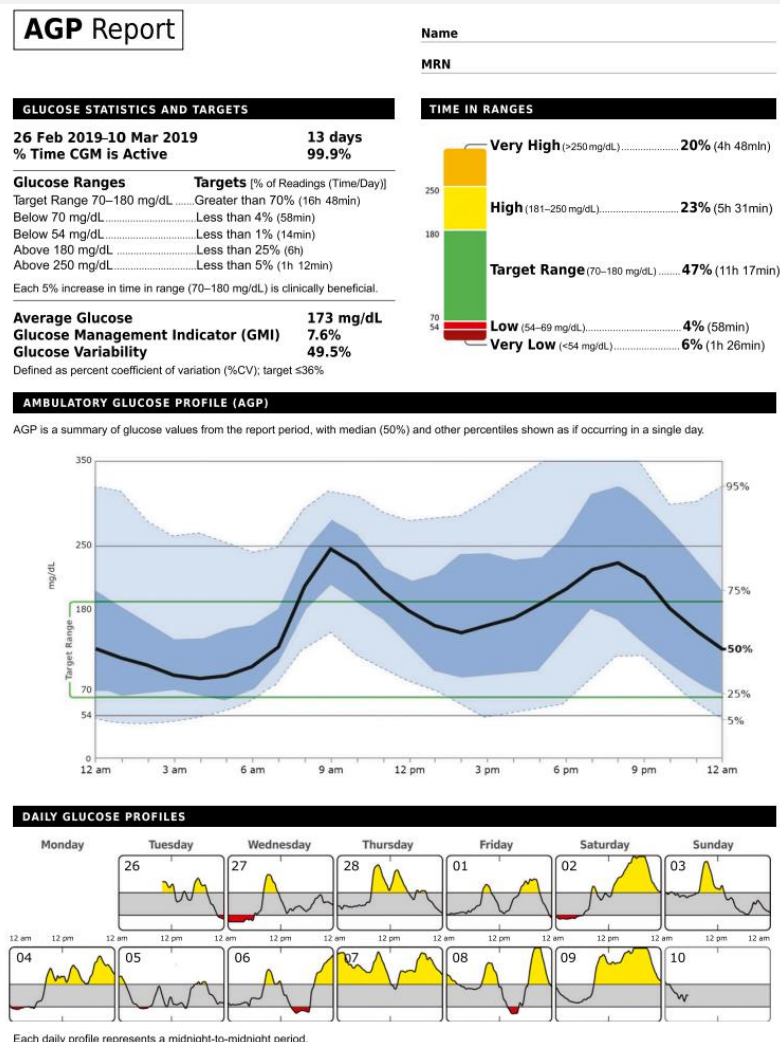
## vs. „factory-calibrated“ CGMs

- Die neuesten Generationen von rtCGM-Sensoren (z.B. Dexcom G6, Dexcom G7, Guardian 4, FSL 3) und alle verfügbaren isCGM (FSL1, FSL2) sind werkseitig kalibriert (factory-calibrated).
- D.h. manuelle Kalibrationen sind nicht mehr erforderlich.
- Kalibrationen können aber zum Teil bei Bedarf (=hohe Abweichungen) durch UserIn zusätzlich durchgeführt werden (z.B. Dexcom G6/7, Guardian 4).
- Bei allen FreeStyle Libre Sensoren ist keine individuelle Nachkalibration möglich.

# Muss man mit CGM überhaupt noch blutig messen?

- CGMS waren ursprünglich nur ergänzend zur kap. Messung zugelassen („adjunctive use“), d.h. Sensor-Werte mussten stets durch kap. Messungen überprüft werden (z. B. vor Insulindosierung).
- Durch Verbesserung der Genauigkeit sind aktuelle CGMS nun für den nicht-adjuvanten Einsatz zugelassen, d.h. Entscheidungen können allein auf Basis der CGM-Werte getroffen werden („**non-adjutant use/replacement claim**“).
- Unter bestimmten Umständen werden jedoch nach wie vor kap. Messungen empfohlen (z.B.):
  - in der Hypoglykämie, oder bei sehr hohen Werten (Genauigkeit hier oft geringer)
  - wenn sich der Blutzuckerspiegel schnell ändert
  - wenn Symptome nicht mit angezeigten Sensorwerten übereinstimmen

# Basics Sensorkurven und AGP



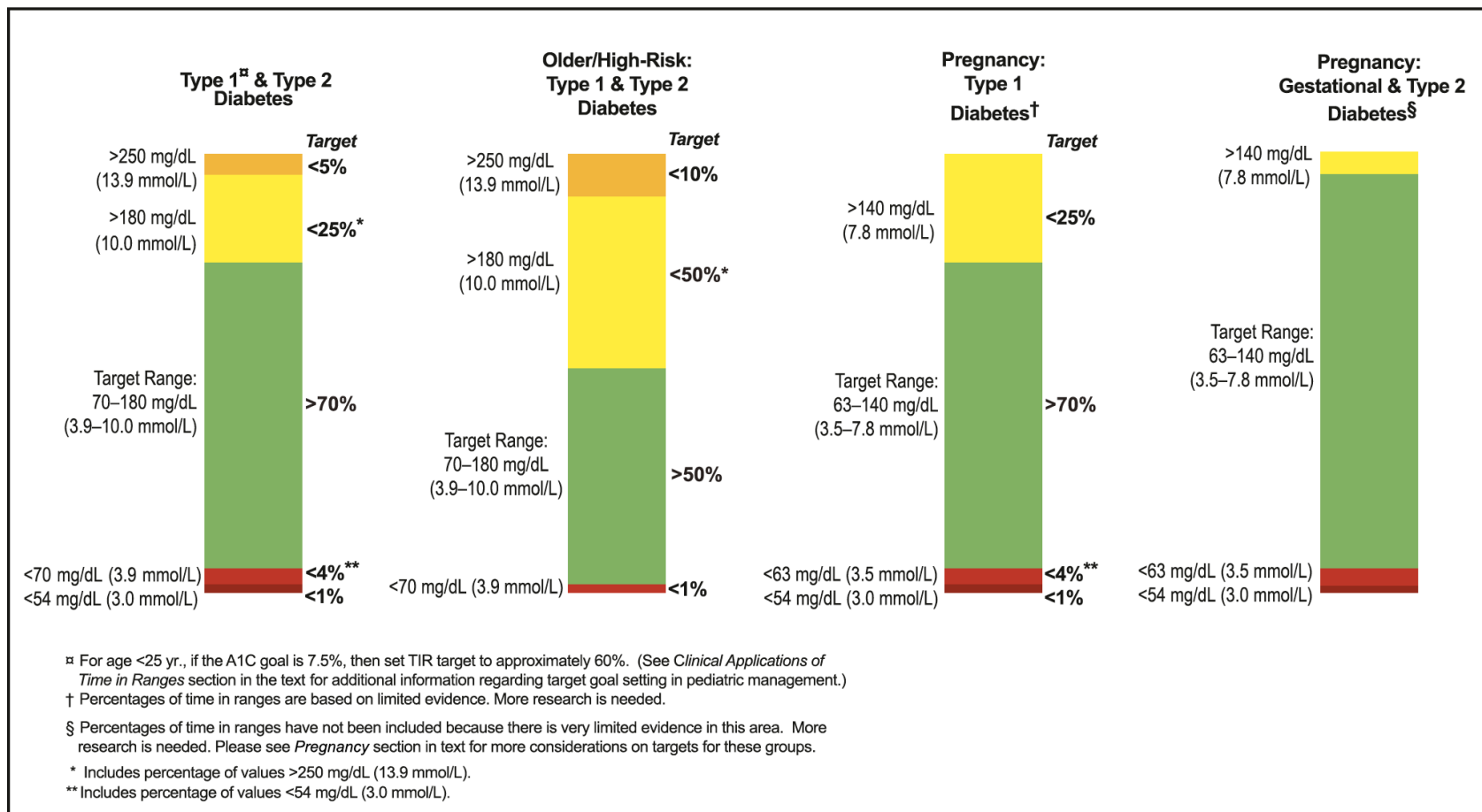
## • Statistischer Teil

- Tragezeit und aktive Sensorzeit
- Time-in Range
- Durchschnitts-Glukose
- Variabilität und GMI

## • Grafischer Teil

- Durchschnittstag (über 14 Tage)  
Mean – 25.-75. Perzentile – 10.-90. Perzentile
- Grafische Miniaturdarstellung der Einzeltage

# Individualisierte Time in Range für verschiedene Gruppen mit Diabetes mellitus



Battelino et al; Diabetes Care 2019

# Übersicht aktuelle Systeme

# Derzeit in Österreich verfügbare CGMS



**Guardian 3/4**  
**Real Time System:**  
hoch/tief Alarme,  
Trendinformationen,  
vorausschauende Funktionen,  
Sensor ist 7 Tage anwendbar



**Dexcom G6/7**  
**Real Time System:**  
hoch/tief Alarme,  
Trendinformationen,  
Sensor ist 10 Tage anwendbar



**Freestyle libre 2/3 Abbott**  
**Real time System**  
Alarme, Trendinformationen,  
ein Sensor ist 14 Tage anwendbar



**Freestyle libre 1 Abbott**  
**Flash Glucosemessung**  
keine Alarme, Trendinformationen, ein  
Sensor ist 14 Tage anwendbar



**Glucoday Menarini**  
**Real Time System:**  
hoch/tief Alarme,  
Trendinformationen

# Steckbrief – Guardian 3



<b>Kategorie</b>	rtCGM
<b>Liegedauer</b>	7 Tage
<b>Sensorstelle(n)</b>	Bauch, Gesäß, Oberarm
<b>Messwerte</b>	alle 5 Minuten
<b>Datenspeicher</b>	10h, Datenübertragung bei nächstem Bluetoothkontakt
<b>Kalibrierung</b>	2 h+6 h nach Legen, danach 2 Kalibrierungen/d (spätestens alle 12 Stunden)
<b>Erste Wertanzeige</b>	5 min nach 1. Kalibrierung
<b>Alarm</b>	Änderungsraten, Grenzwerte (hoch, niedrig), Voralarme
<b>Trendpfeile</b>	Ja
<b>Software</b>	Carelink
<b>Zulassung</b>	Keine altersbegrenzung
<b>Sonstiges</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompatibel mit 670G System</li> <li>• Transmitter wiederverwendbar und zu laden</li> </ul>

# Steckbrief – Guardian 4



<b>Kategorie</b>	rtCGM
<b>Liegedauer</b>	7 Tage
<b>Sensorstelle(n)</b>	Bauch, Gesäß, Oberarm
<b>Messwerte</b>	alle 5 Minuten
<b>Datenspeicher</b>	10h, Datenübertragung bei nächstem Bluetoothkontakt
<b>Kalibrierung</b>	Keine
<b>Erste Wertanzeige</b>	2h nach Setzen
<b>Alarm</b>	Änderungsraten, Grenzwerte (hoch, niedrig), Voralarme
<b>Trendpfeile</b>	Ja
<b>Software</b>	Carelink
<b>Zulassung</b>	Ab 7 Jahre
<b>Sonstiges</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompatibel mit 780G System</li> <li>• Transmitter wiederverwendbar und zu laden</li> </ul>



# Steckbrief – Dexcom G6



<b>Kategorie</b>	rtCGM
<b>Liegedauer</b>	10 Tage
<b>Sensorstelle(n)</b>	Bauch, Gesäß, Oberarm
<b>Messwerte</b>	alle 5 Minuten
<b>Datenspeicher</b>	für 3 h, Übertragung bei nächster Bluetoothverbindung
<b>Kalibrierung</b>	Keine
<b>Erste Wertanzeige</b>	nach 2 h Aufwärmphase
<b>Alarm</b>	Änderungsraten, Grenzwerte (hoch, niedrig), Voralarme
<b>Trendpfeile</b>	Ja
<b>Software</b>	Dexcom Clarity, Clarity App, Glooko
<b>Zulassung</b>	ab vollendetem 2. Lebensjahr
<b>Sonstiges</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transmitter wiederverwendbar für 3 Monate</li> <li>- Kombinierbar mit vielen AID Systemen (e.g. CamAPS FX, Omnipod 5, Tandem Control IQ)</li> </ul>

<https://www.dexcom.com>

# Steckbrief – Dexcom G7



<b>Kategorie</b>	rtCGM
<b>Liegedauer</b>	10 Tage
<b>Sensorstelle(n)</b>	Bauch, Gesäß, Oberarm
<b>Messwerte</b>	alle 5 Minuten
<b>Datenspeicher</b>	für 24h, Übertragung bei nächster Bluetoothverbindung
<b>Kalibrierung</b>	Keine
<b>Erste Wertanzeige</b>	nach Aufwärmphase (bis zu 30 min)
<b>Alarm</b>	Änderungsraten, Grenzwerte (hoch, niedrig), Voralarme
<b>Trendpfeile</b>	Ja
<b>Software</b>	Dexcom Clarity, Clarity App, Glooko
<b>Zulassung</b>	ab vollendetem 2. Lebensjahr
<b>Sonstiges</b>	All-in-one transmitter and sensor

<https://www.dexcom.com>

# Steckbrief – Freestyle Libre 1



<b>Kategorie</b>	iscCGM
<b>Liegedauer</b>	14 Tage
<b>Sensorstelle(n)</b>	Oberarm
<b>Messwerte</b>	Anzeige nach dem Scannen
<b>Datenspeicher</b>	8h (in 15min Schritten), Übertragung beim nächsten Scannen
<b>Kalibrierung</b>	Keine
<b>Erste Wertanzeige</b>	nach 60min Aufwärmphase
<b>Alarm</b>	keine
<b>Trendpfeile</b>	Ja
<b>Software</b>	LibreView
<b>Zulassung</b>	ab 4 Jahren
<b>Sonstiges</b>	All-in-one transmitter and sensor Auch mit LibreLink App zu scannen

# Steckbrief – Freestyle Libre 2



<b>Kategorie</b>	iscCGM
<b>Liegedauer</b>	14 Tage
<b>Sensorstelle(n)</b>	Oberarm
<b>Messwerte</b>	Anzeige nach dem Scannen
<b>Datenspeicher</b>	8h (in 15min Schritten), Übertragung beim nächsten Scannen
<b>Kalibrierung</b>	Keine
<b>Erste Wertanzeige</b>	nach 60min Aufwärmphase
<b>Alarm</b>	Optional, Grenzwerte (Aufforderung zum Scannen)
<b>Trendpfeile</b>	Ja
<b>Software</b>	LibreView
<b>Zulassung</b>	ab 4 Jahren
<b>Sonstiges</b>	All-in-one transmitter and sensor Auch mit LibreLink App zu scannen

<https://www.freestylelibre.de/>

# Steckbrief – Freestyle Libre 3



<b>Kategorie</b>	rtCGM
<b>Liegedauer</b>	14 Tage
<b>Sensorstelle(n)</b>	Oberarm
<b>Messwerte</b>	Aktueller Werte jede Minute
<b>Datenspeicher</b>	ja
<b>Kalibrierung</b>	Keine
<b>Erste Wertanzeige</b>	60 min nach Sensor-Aktivierung
<b>Alarm</b>	Optional, Grenzwerte individuell einstellbar (hoch/niedrig), bei Signalverlust
<b>Trendpfeile</b>	Ja
<b>Software</b>	LibreView, FreeStyle Libre 3 App
<b>Zulassung</b>	ab 4 Jahren
<b>Sonstiges</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• All-in-one transmitter and sensor</li> <li>• Kompatibel mit CamAPS FX System</li> </ul>

# Steckbrief – GlucoMen Day



<b>Kategorie</b>	rtCGM
<b>Liegedauer</b>	14 Tage
<b>Sensorstelle(n)</b>	Bauch
<b>Messwerte</b>	Aktueller Werte jede Minute
<b>Datenspeicher</b>	15 Tage
<b>Kalibrierung</b>	Ja (an Tag 1 2x/d, danach 1x/d)
<b>Erste Wertanzeige</b>	55 min nach Setzen
<b>Alarm</b>	Änderungsraten, Grenzwerte (hoch, niedrig), Voralarme
<b>Trendpfeile</b>	Ja
<b>Software</b>	GlucoLog, Diasend
<b>Zulassung</b>	ab 6 Jahren
<b>Sonstiges</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auslesen mit App</li> <li>• Transmitter wiederaufladbar und wiederverwendbar (bis zu 5 Jahre)</li> </ul>

<https://glucomenday.at>

# Standardisierte CGM-Analyse

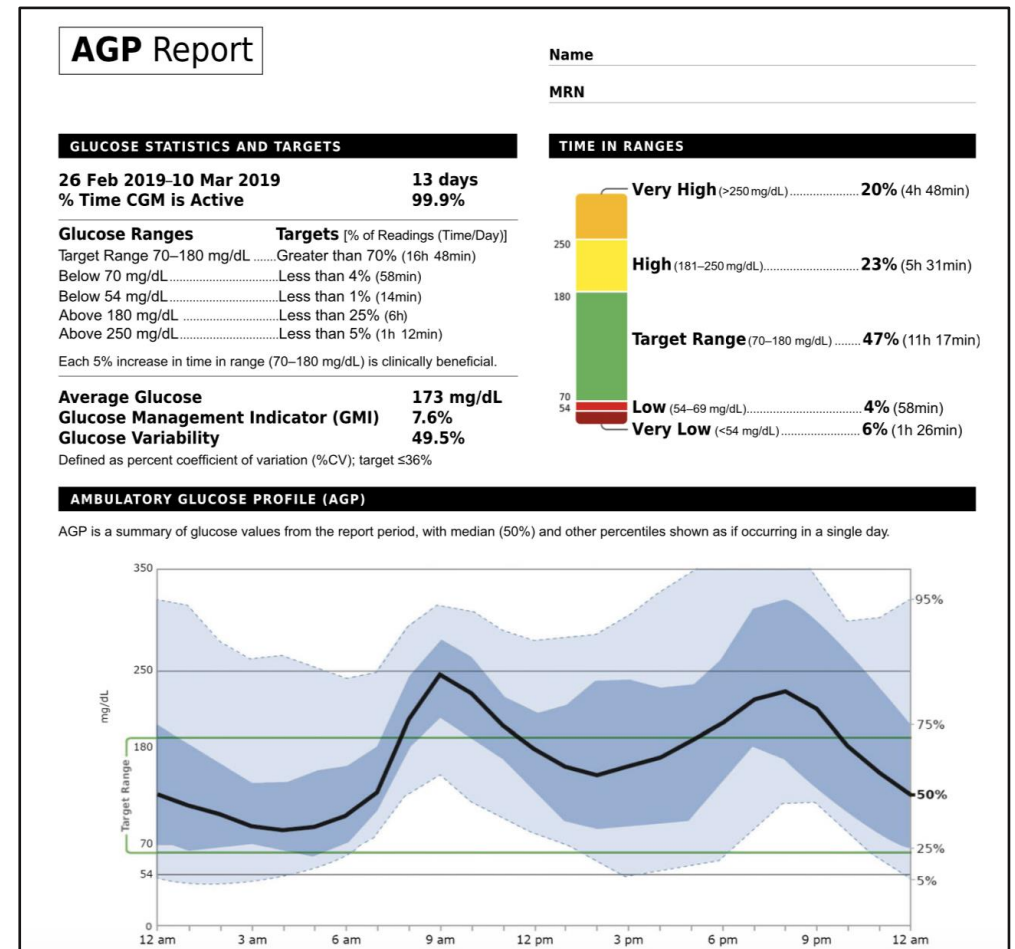


## Clinical Targets for Continuous Glucose Monitoring Data Interpretation: Recommendations From the International Consensus on Time in Range

*Diabetes Care* 2019;42:1593–1603 | <https://doi.org/10.2337/dci19-0028>



Tadej Battelino,<sup>1</sup> Thomas Danne,<sup>2</sup> Richard M. Bergenstal,<sup>3</sup> Stephanie A. Amiel,<sup>4</sup> Roy Beck,<sup>5</sup> Torben Biester,<sup>2</sup> Emanuele Bosi,<sup>6</sup> Bruce A. Buckingham,<sup>7</sup> William T. Cefalu,<sup>8</sup> Kelly L. Close,<sup>9</sup> Claudio Cobelli,<sup>10</sup> Eyal Dassau,<sup>11</sup> J. Hans DeVries,<sup>12,13</sup> Kim C. Donaghue,<sup>14</sup> Klemen Dovc,<sup>1</sup> Francis J. Doyle III,<sup>11</sup> Satish Garg,<sup>15</sup> George Grunberger,<sup>16</sup> Simon Heller,<sup>17</sup> Lutz Heinemann,<sup>18</sup> Irl B. Hirsch,<sup>19</sup> Roman Hovorka,<sup>20</sup> Weiping Jia,<sup>21</sup> Olga Kordonouri,<sup>2</sup> Boris Kovatchev,<sup>22</sup> Aaron Kowalski,<sup>23</sup> Lori Laffel,<sup>24</sup> Brian Levine,<sup>9</sup> Alexander Mayorov,<sup>25</sup> Chantal Mathieu,<sup>26</sup> Helen R. Murphy,<sup>27</sup> Revital Nimri,<sup>28</sup> Kirsten Nørgaard,<sup>29</sup> Christopher G. Parkin,<sup>30</sup> Eric Renard,<sup>31</sup> David Rodbard,<sup>32</sup> Banshi Saboo,<sup>33</sup> Desmond Schatz,<sup>34</sup> Keaton Stoner,<sup>35</sup> Tatsuiko Urakami,<sup>36</sup> Stuart A. Weinzimer,<sup>37</sup> and Moshe Phillip<sup>28,38</sup>



# CGM-Analyse

**Table 1—Standardized CGM metrics**

2017 international consensus on CGM metrics (18)

1. Number of days CGM worn
2. Percentage of time CGM is active
3. Mean glucose
4. Estimated A1C
5. Glycemic variability (%CV or SD)
6. Time >250 mg/dL (>13.9 mmol/L)
7. Time >180 mg/dL (>10.0 mmol/L)
8. Time 70–180 mg/dL (3.9–10.0 mmol/L)
9. Time <70 mg/dL (<3.9 mmol/L)
10. Time <54 mg/dL (<3.0 mmol/L)
11. LBGI and HBGI (risk indices)
12. Episodes (hypoglycemia and hyperglycemia) 15 min
13. Area under the curve
14. Time blocks (24-h, day, night)

*Use of Ambulatory Glucose Profile (AGP) for CGM report*

CV, coefficient of variation; LBGI, low blood glucose index; HBGI, high blood glucose index.



# CGM-Analyse

**Table 1—Standardized CGM metrics**

2017 international consensus on CGM metrics (18)

1. Number of days CGM worn
2. Percentage of time CGM is active
3. Mean glucose
4. Estimated A1C
5. Glycemic variability (%CV or SD)
6. Time >250 mg/dL (>13.9 mmol/L)
7. Time >180 mg/dL (>10.0 mmol/L)
8. Time 70–180 mg/dL (3.9–10.0 mmol/L)
9. Time <70 mg/dL (<3.9 mmol/L)
10. Time <54 mg/dL (<3.0 mmol/L)
11. LBGI and HBGI (risk indices)
12. Episodes (hypoglycemia and hyperglycemia) 15 min
13. Area under the curve
14. Time blocks (24-h, day, night)

*Use of Ambulatory Glucose Profile (AGP) for CGM report*

CV, coefficient of variation; LBGI, low blood glucose index; HBGI, high blood glucose index.

70% CGM-Daten innerhalb von 14 aufeinanderfolgenden Tagen<sup>1</sup>  
100% CGM-Daten innerhalb von 10 Tagen<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Danne et al. *Diabetes Care* 2017;40:1631-  
<sup>2</sup> ATTD-consensus on TIR 2019

# CGM-Analyse

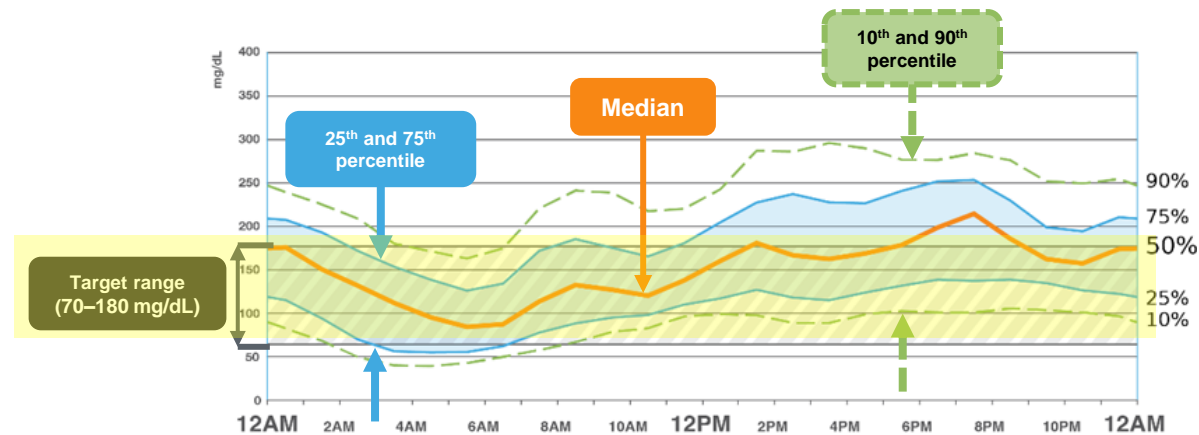
**Table 1—Standardized CGM metrics**

2017 international consensus on CGM metrics (18)

1. Number of days CGM worn
  2. Percentage of time CGM is active
  3. Mean glucose
  4. Estimated A1C
  5. Glycemic variability (%CV or SD)
  6. Time >250 mg/dL (>13.9 mmol/L)
  7. Time >180 mg/dL (>10.0 mmol/L)
  8. Time 70–180 mg/dL (3.9–10.0 mmol/L)
  9. Time <70 mg/dL (<3.9 mmol/L)
  10. Time <54 mg/dL (<3.0 mmol/L)
  11. LBGI and HBGI (risk indices)
  12. Episodes (hypoglycemia and hyperglycemia) 15 min
  13. Area under the curve
  14. Time blocks (24-h, day, night)
- Use of Ambulatory Glucose Profile (AGP) for CGM report*

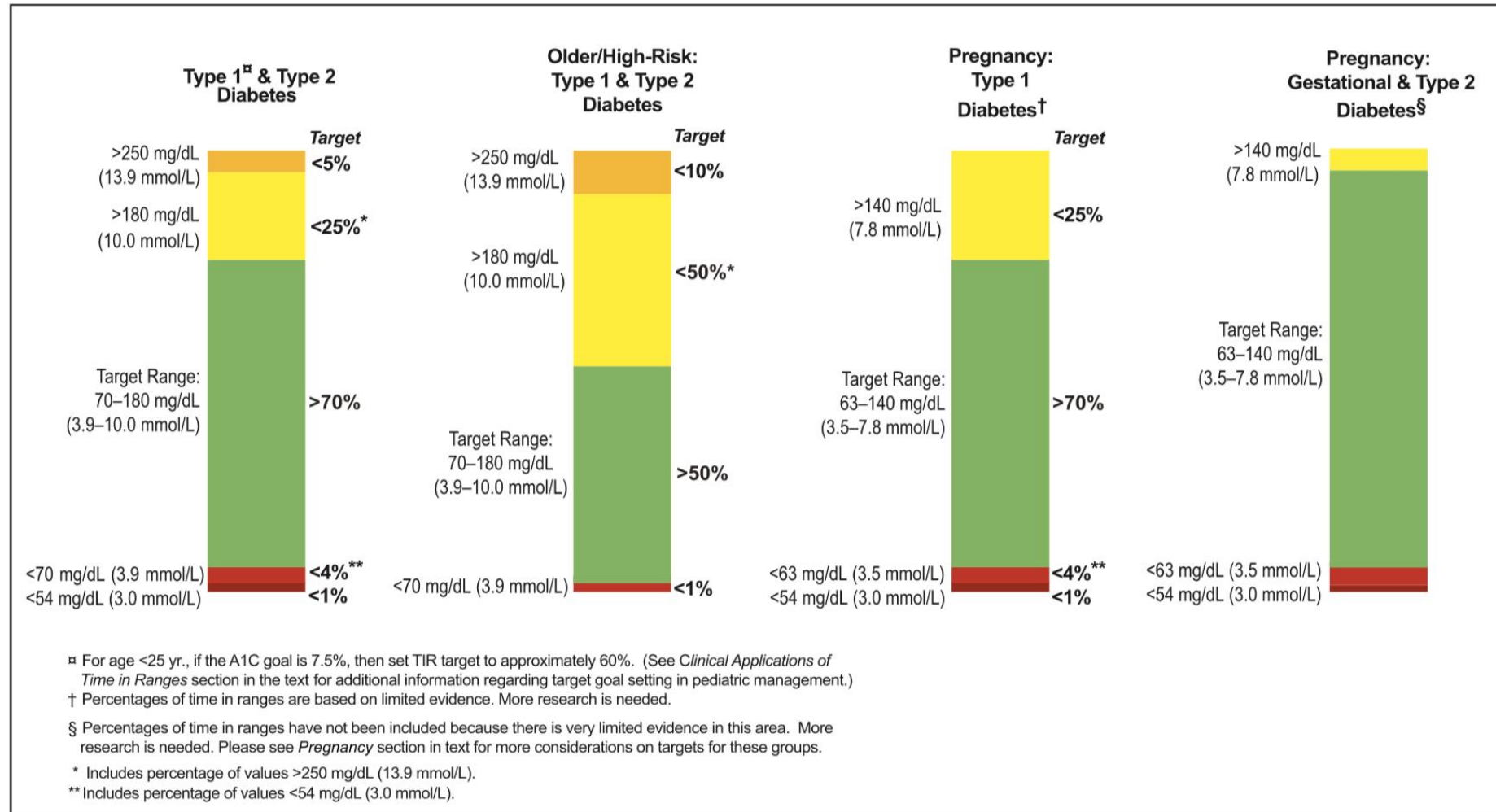
CV, coefficient of variation; LBGI, low blood glucose index; HBGI, high blood glucose index.

## Time In Range (TiR)



**Aktuell DER Zielparameter bei der kontinuierlichen Glukosemessung!**

# Time in Range (TiR)



# Time in Range und HbA1c

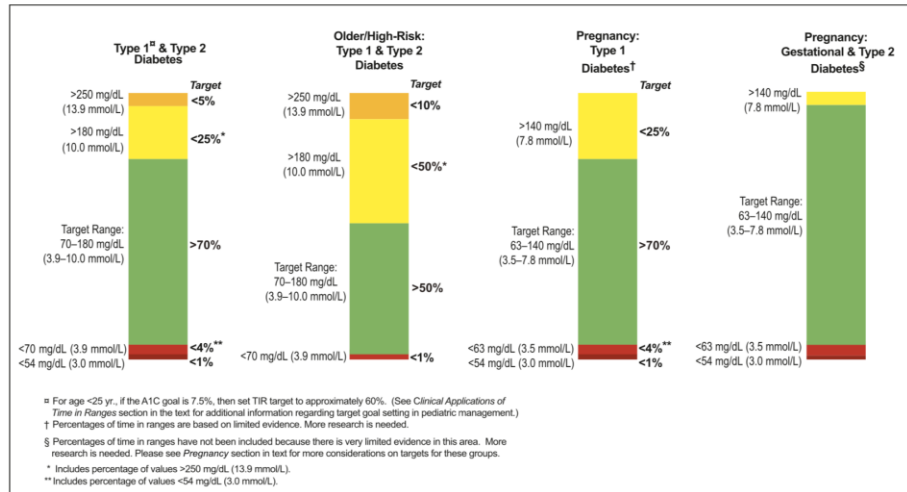


Figure 1—CGM-based targets for different diabetes populations.

Table 5—Estimate of A1C for a given TIR level based on type 1 diabetes and type 2 diabetes studies

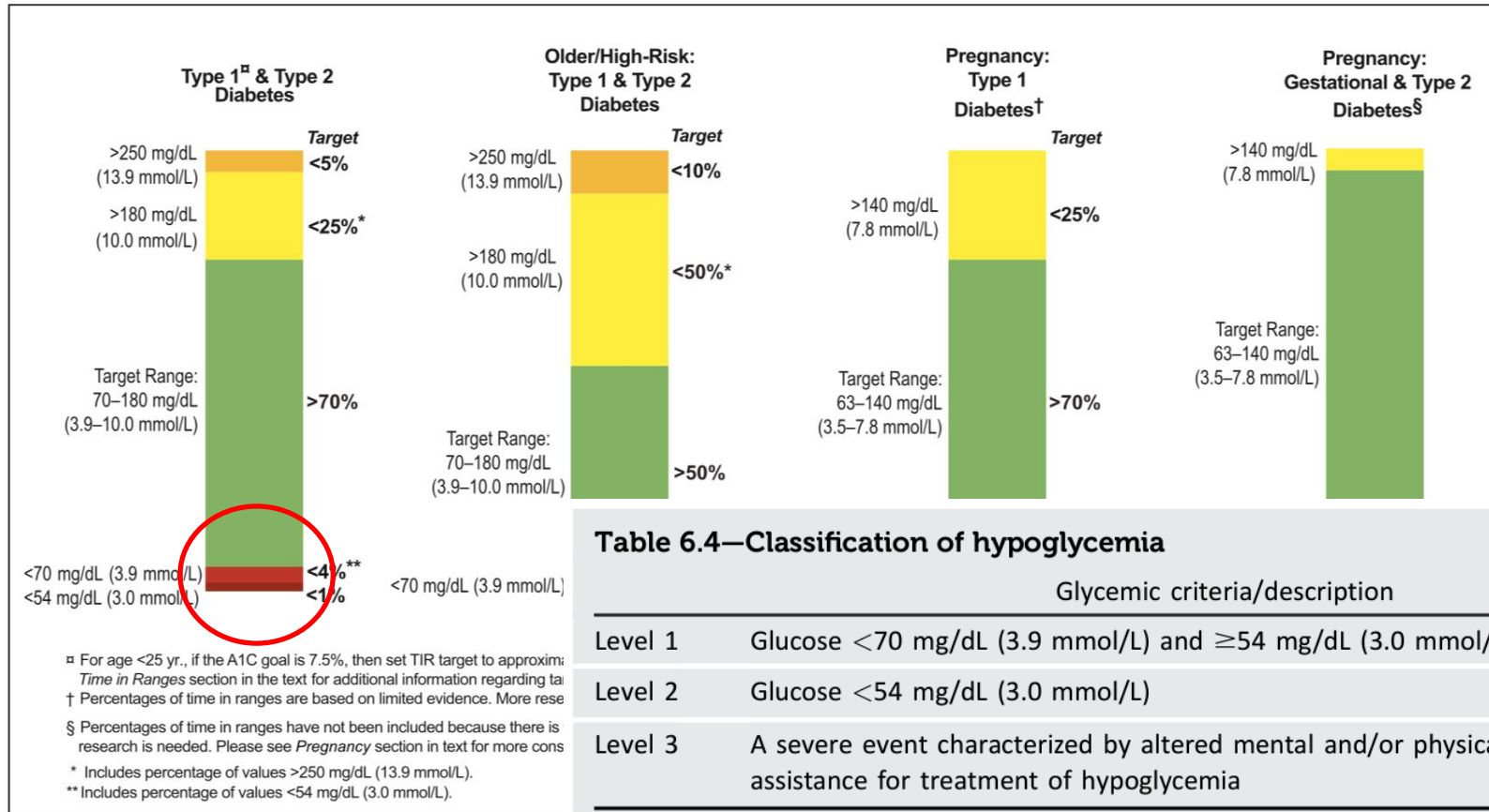
Beck et al. (26) (n = 545 participants with type 1 diabetes)			Vigersky and McMahon (27) (n = 1,137 participants with type 1 or type 2 diabetes)	
TIR 70–180 mg/dL (3.9–10.0 mmol/L)	A1C, % (mmol/mol)	95% CI for predicted A1C values, %	TIR 70–180 mg/dL (3.9–10.0 mmol/L)	A1C, % (mmol/mol)
20%	9.4 (79)	(8.0, 10.7)	20%	10.6 (92)
30%	8.9 (74)	(7.6, 10.2)	30%	9.8 (84)
40%	8.4 (68)	(7.1, 9.7)	40%	9.0 (75)
50%	7.9 (63)	(6.6, 9.2)	50%	8.3 (67)
60%	7.4 (57)	(6.1, 8.8)	60%	7.5 (59)
70%	7.0 (53)	(5.6, 8.3)	70%	6.7 (50)
80%	6.5 (48)	(5.2, 7.8)	80%	5.9 (42)
90%	6.0 (42)	(4.7, 7.3)	90%	5.1 (32)

Every 10% increase in TIR = ~0.5% (5.5 mmol/mol) A1C reduction

Every 10% increase in TIR = ~0.8% (8.7 mmol/mol) A1C reduction

The difference between findings from the two studies likely stems from differences in number of studies analyzed and subjects included (RCTs with subjects with type 1 diabetes vs. RCTs with subjects with type 1 or type 2 diabetes with CGM and SMBG).

# Time below Range (TbR)



# Der Glucose-Management-Indicator (GMI)

**Table 1—Standardized CGM metrics**

2017 international consensus on CGM metrics (18)

1. Number of days CGM worn
  2. Percentage of time CGM is active
  3. Mean glucose
  4. Estimated A1C
  5. Glycemic variability (%CV or SD)
  6. Time >250 mg/dL (>13.9 mmol/L)
  7. Time >180 mg/dL (>10.0 mmol/L)
  8. Time 70–180 mg/dL (3.9–10.0 mmol/L)
  9. Time <70 mg/dL (<3.9 mmol/L)
  10. Time <54 mg/dL (<3.0 mmol/L)
  11. LBGI and HBGI (risk indices)
  12. Episodes (hypoglycemia and hyperglycemia) 15 min
  13. Area under the curve
  14. Time blocks (24-h, day, night)
- Use of Ambulatory Glucose Profile (AGP) for CGM report*

CV, coefficient of variation; LBGI, low blood glucose index; HBGI, high blood glucose index.

## AGP-Bericht

9 Mai 2022 - 22 Mai 2022 (14 Tage)

### GLUKOSESTATISTIK UND -ZIELE

9 Mai 2022 - 22 Mai 2022

Zeit (in %), in der der Sensor aktiv ist

Bereiche und Ziele für

Glukosebereiche	Ziele % der Messwerte (Zeit/Tag)
Zielbereich 70-180 mg/dL	Größer als 70% (16h 48min)
Unter 70 mg/dL	Kleiner als 4% (58min)
Unter 54 mg/dL	Kleiner als 1% (14min)
Über 180 mg/dL	Kleiner als 25% (6h)
Über 250 mg/dL	Kleiner als 5% (1h 12min)

Jeder 5%ige zeitliche Anstieg im Bereich (70-180 mg/dL) ist klinisch von Nutzen.

**Glukose-Durchschnitt**

159 mg/dL

**Glukosemanagementindikator (GMI)**

7,1% bzw 54 mmol/mol

**Glukosevariabilität**

39,6%

Definiert als prozentualer Variationskoeffizient (%CV); Ziel ≤36%

37-jährige Patientin  
Typ 1 Diabetes seit 27.Lebensjahr

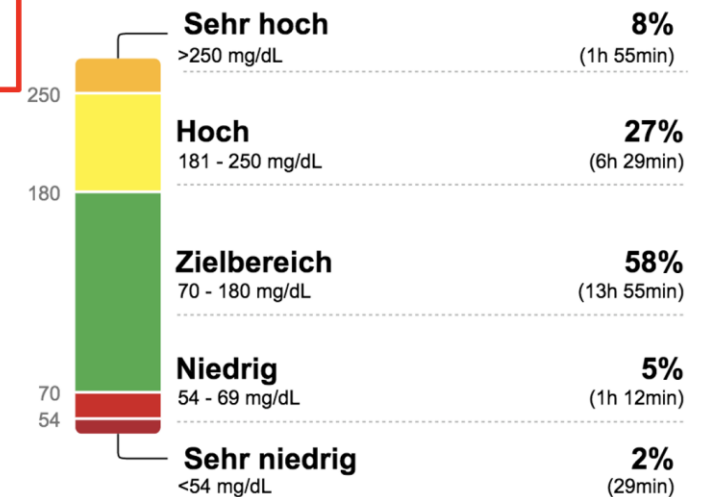
BMI 20 kg/m<sup>2</sup>

Aktuelle Therapie:  
Insulin glargin U-300: 19-0-0 IE s.c.  
Insulin glulisin: 2 - 1,75 - 1,5 IE pro BE

Aktueller HbA1c: 7,8%

LibreView

### ZEIT IN BEREICHEN



# Wann kann der GMI hilfreich sein?

Patient mit Typ 2 (?) Diabetes unter Metformin-Monotherapie  
HbA1c stets 6,5%

Nach COVID-Infektion: Hba1c 8,7% - Indikation für Insulintherapie?

## AGP-Bericht

9 Mai 2022 - 22 Mai 2022 (14 Tage)

LibreView

### GLUKOSESTATISTIK UND -ZIELE

9 Mai 2022 - 22 Mai 2022 **14 Tage**  
Zeit (in %), in der der Sensor aktiv ist **66%**

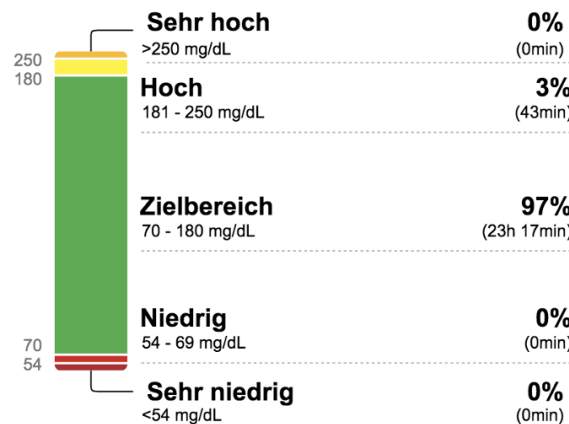
Bereiche und Ziele für Diabetes Typ 1 oder Typ 2

Glukosebereiche	Ziele % der Messwerte (Zeit/Tag)
Zielbereich 70-180 mg/dL	Größer als 70% (16h 48min)
Unter 70 mg/dL	Kleiner als 4% (58min)
Unter 54 mg/dL	Kleiner als 1% (14min)
Über 180 mg/dL	Kleiner als 25% (6h)
Über 250 mg/dL	Kleiner als 5% (1h 12min)

Jeder 5%ige zeitliche Anstieg im Bereich (70-180 mg/dL) ist klinisch von Nutzen.

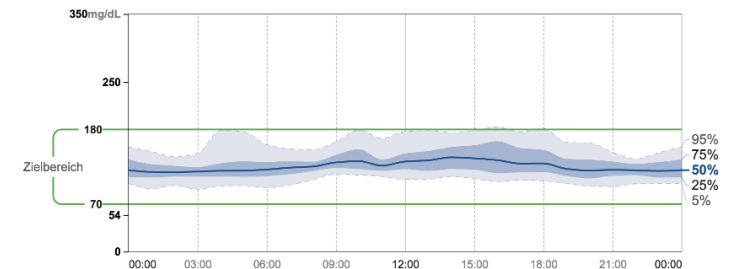
**Glukose-Durchschnitt** **128 mg/dL**  
**Glukosemanagementindikator (GMI)** **6,4% bzw 46 mmol/mol**  
**Glukosevariabilität** **16,8%**  
 Definiert als prozentualer Variationskoeffizient (%CV); Ziel ≤36%

### ZEIT IN BEREICHEN



### AMBULANTES GLUKOSEPROFIL (AGP)

AGP ist eine Zusammenfassung der Glukosewerte aus dem Berichtszeitraum, wobei der Medianwert (50 %) und andere Perzentile angezeigt werden, als betreffen sie einen einzigen Tag.



# Glykämische Variabilität

**Table 1—Standardized CGM metrics**

2017 international consensus on CGM metrics (18)

1. Number of days CGM worn
2. Percentage of time CGM is active
3. Mean glucose
4. Estimated A1C
5. Glycemic variability (%CV or SD)
6. Time >250 mg/dL (>13.9 mmol/L)
7. Time >180 mg/dL (>10.0 mmol/L)
8. Time 70–180 mg/dL (3.9–10.0 mmol/L)
9. Time <70 mg/dL (<3.9 mmol/L)
10. Time <54 mg/dL (<3.0 mmol/L)
11. LBGI and HBGI (risk indices)
12. Episodes (hypoglycemia and hyperglycemia) 15 min
13. Area under the curve
14. Time blocks (24-h, day, night)

*Use of Ambulatory Glucose Profile (AGP) for CGM report*

CV, coefficient of variation; LBGI, low blood glucose index; HBGI, high blood glucose index.

Die glykämische Variabilität (GV) ist ein Maß für Glukose-Schwankungen und bildet sowohl Hypo- als auch Hyperglykämien ab und ist mit einem erhöhten Risiko für Hypoglykämien assoziiert. Zudem wird diskutiert ob Glukoseschwankungen wesentlich zur Entwicklung von Ko-Morbiditäten bei Diabetes beitragen.

Maß für die GV:

Standard Deviation (SD): Abweichungen vom Mittelwert

**Coefficient of variation (CV) = SD/mean glucose**

Mean amplitude of glycemic excursions (MAGE)

Low Blood Glucose Index (LBGI)

High Blood Glucose Index (HBGI)

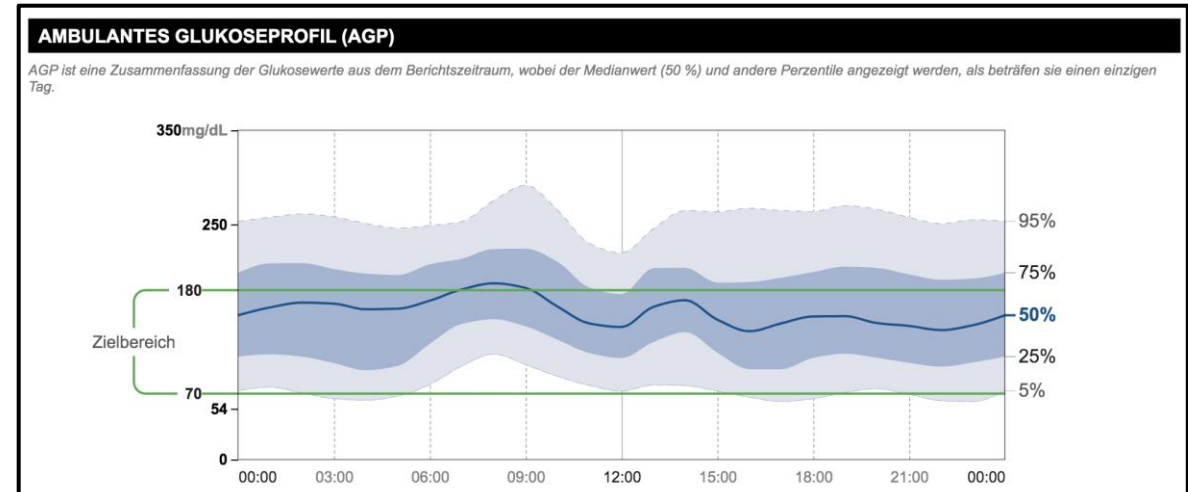
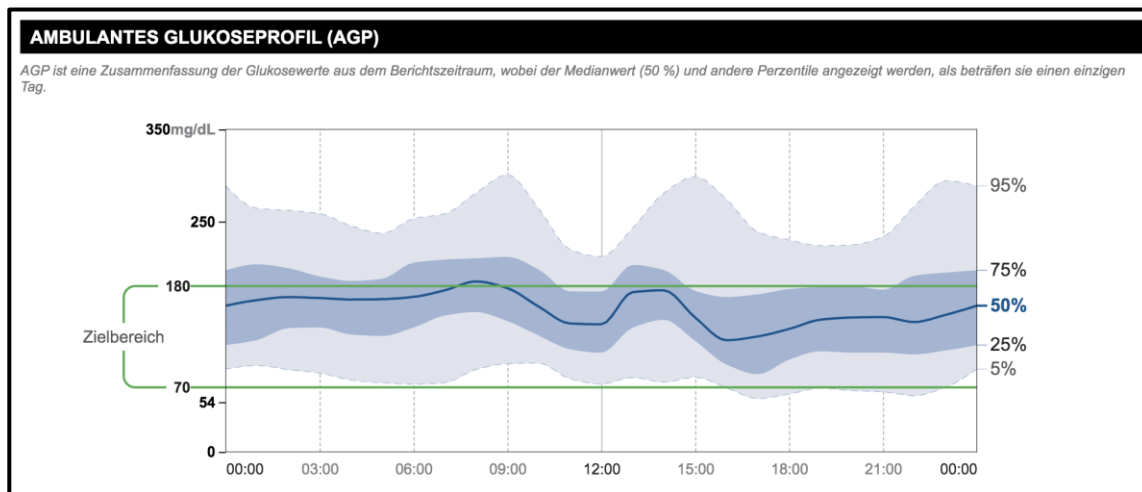
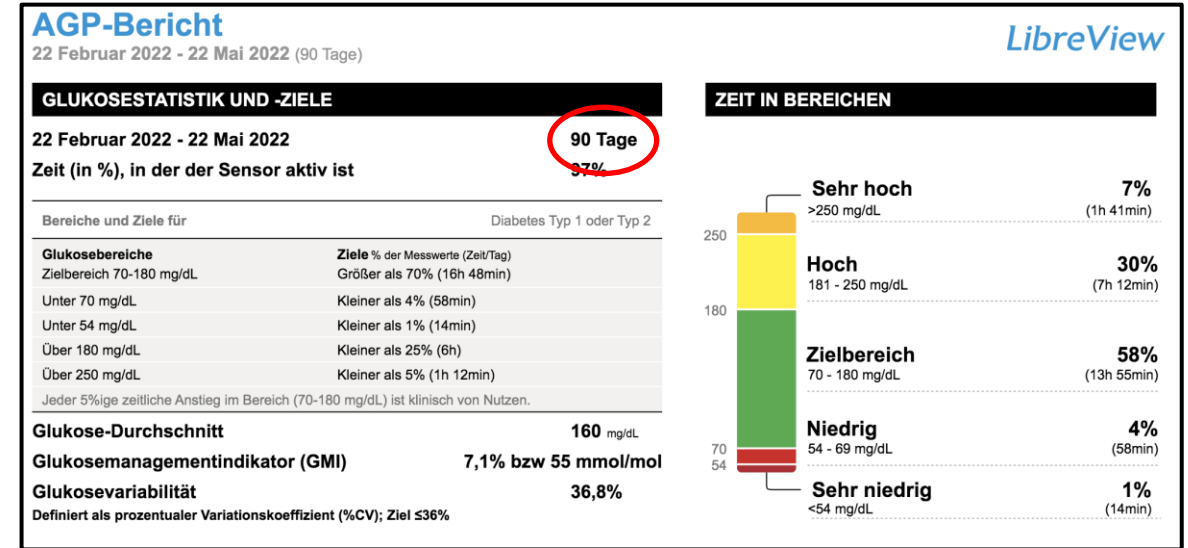
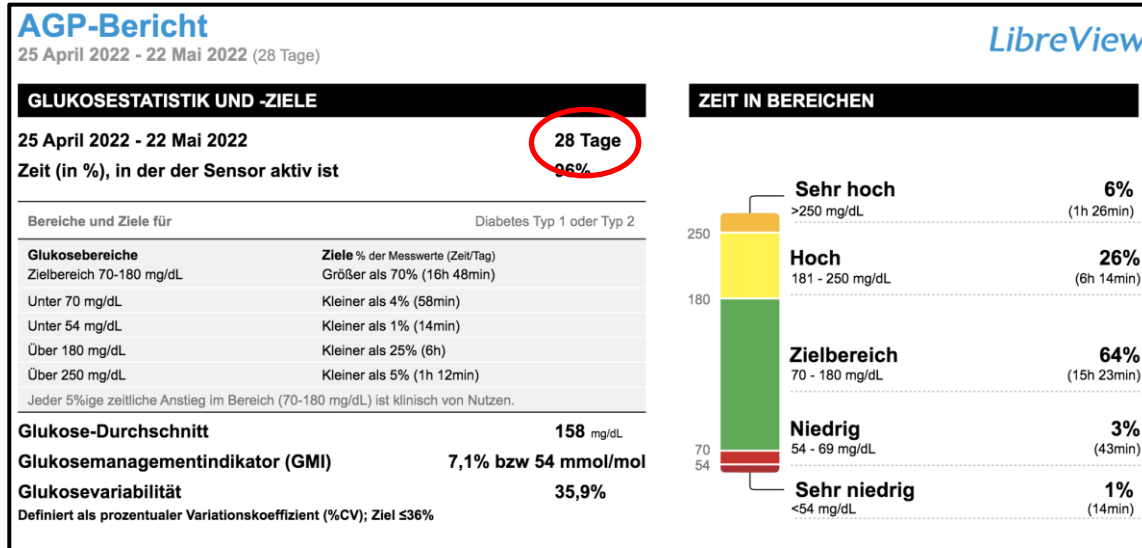
CV < 36%: stabile Glukosewerte

CV ≥ 36%: zu starke Glukoseschwankungen



# Weitere Empfehlungen zur CGM-Analyse abseits der internationalen Leitlinien

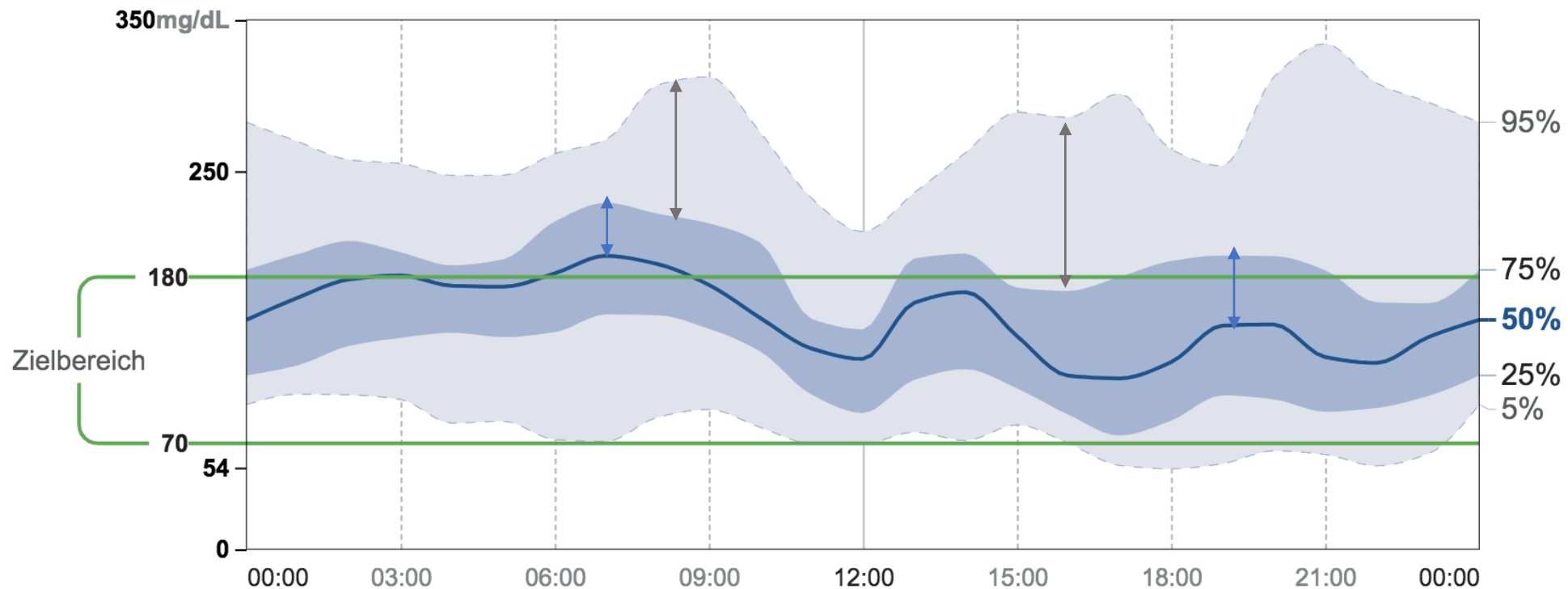
# CGM-Analyse über 14, 30 oder 90 Tage



# Interquartile und Interdecile Ranges

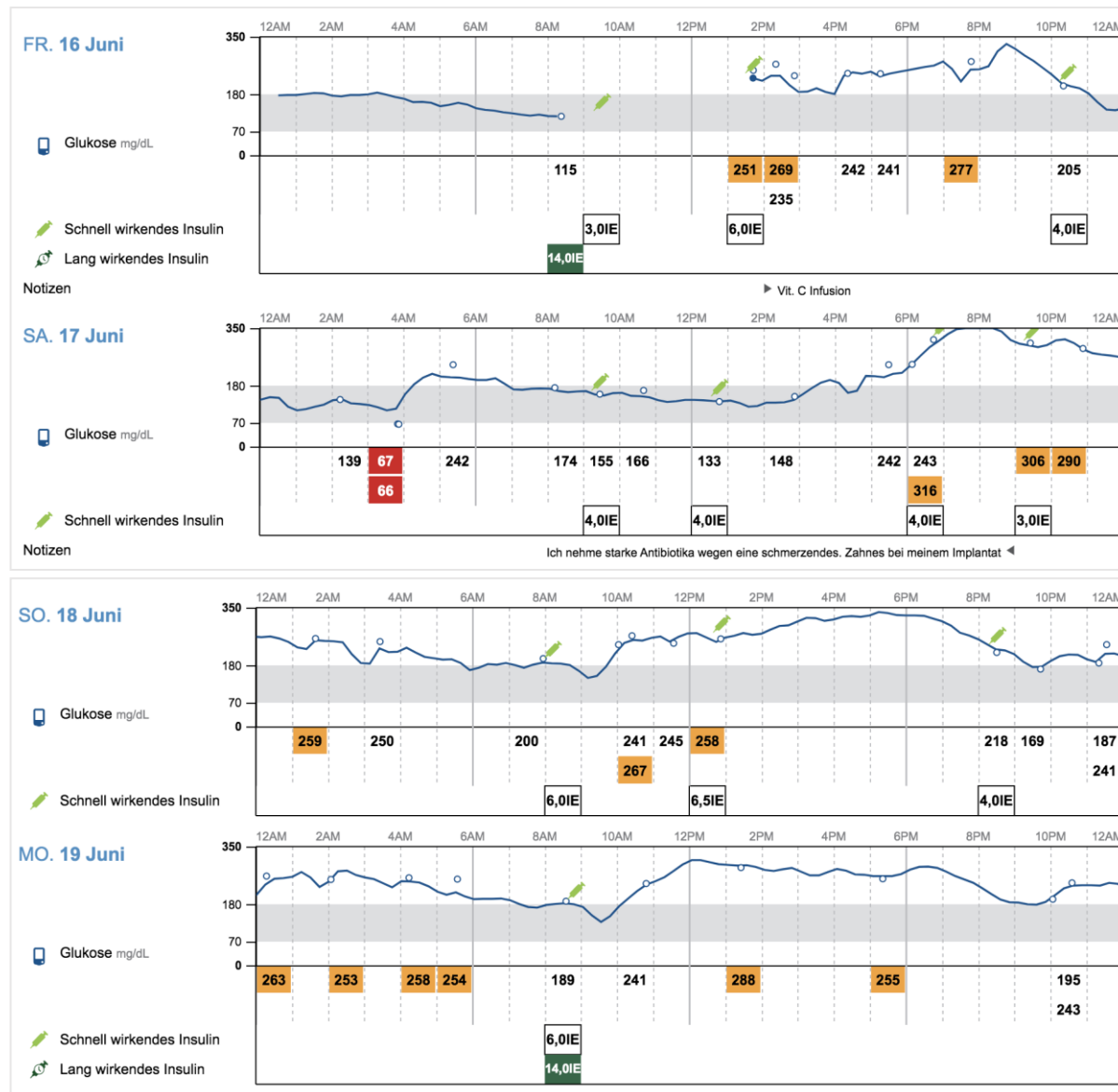
## AMBULANTES GLUKOSEPROFIL (AGP)

AGP ist eine Zusammenfassung der Glukosewerte aus dem Berichtszeitraum, wobei der Medianwert (50 %) und andere Perzentile angezeigt werden, als betreffen sie einen einzigen Tag.

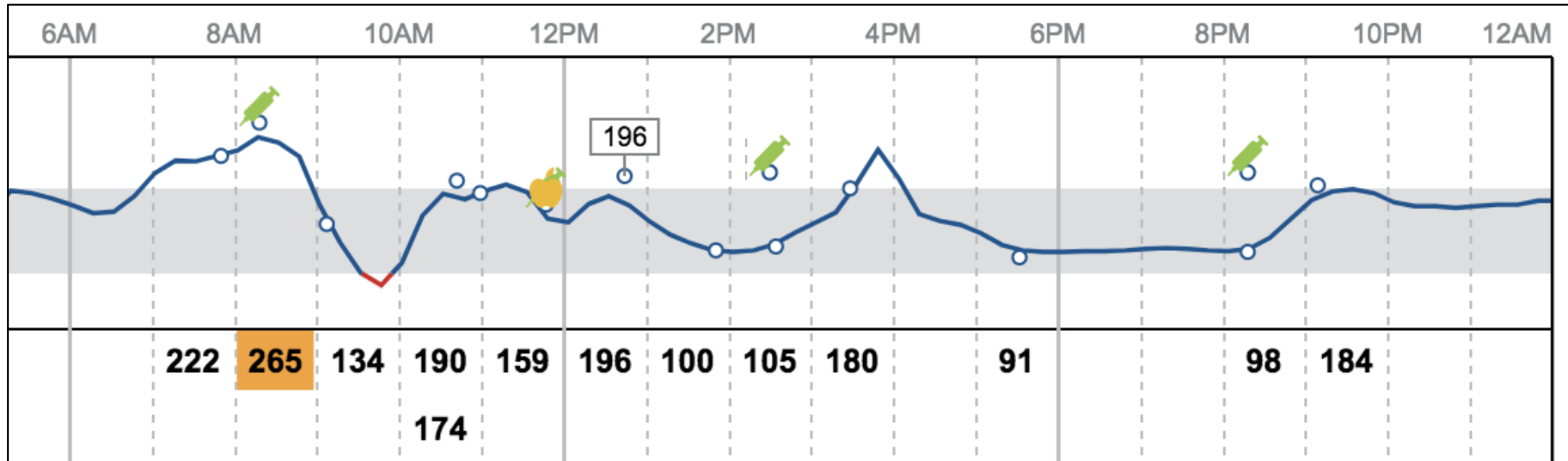


- Interquartile Range: Maß für die Therapiealgorithmen, zB Dosis Basalinsulin, KH- oder BE-Faktor
- Interdecile Range: Maß für individuelle/Patienten-Faktoren, zB Lebensstil (Sport, Ernährung)

# Analysen der Tageskurven



# Der Mahlzeiten-Bolus kann sein...

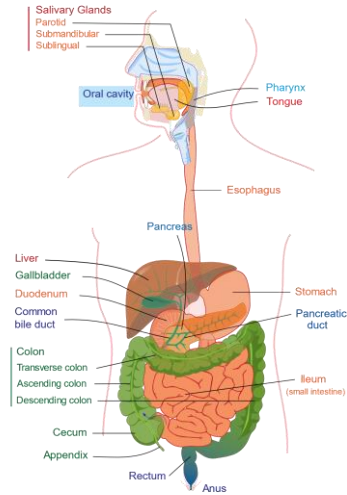


Zu viel!

Genau richtig!

Zu wenig!

# Ursachen der prandialen glykämischen Variabilität bei Typ 1 Diabetes



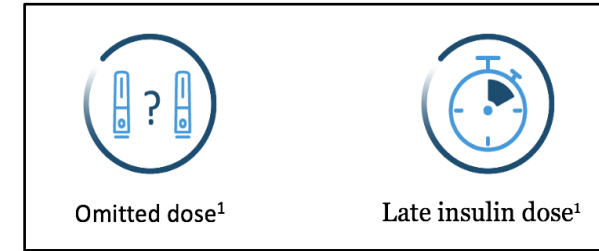
Nahrungsaufnahme



Zusammensetzung der Mahlzeiten: convenience food



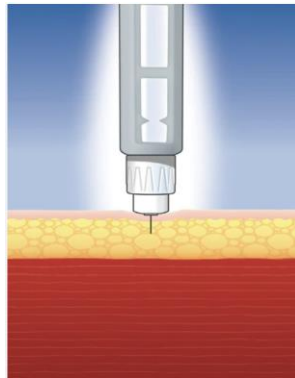
Injektionszeitpunkt



Vergessene oder verspätete Boli



Berechnung der KH-Menge und Insulindosis /Bolusrechner



Insulinresorption



Insulinsensitivität



Gegenregulation



Zusatztherapien