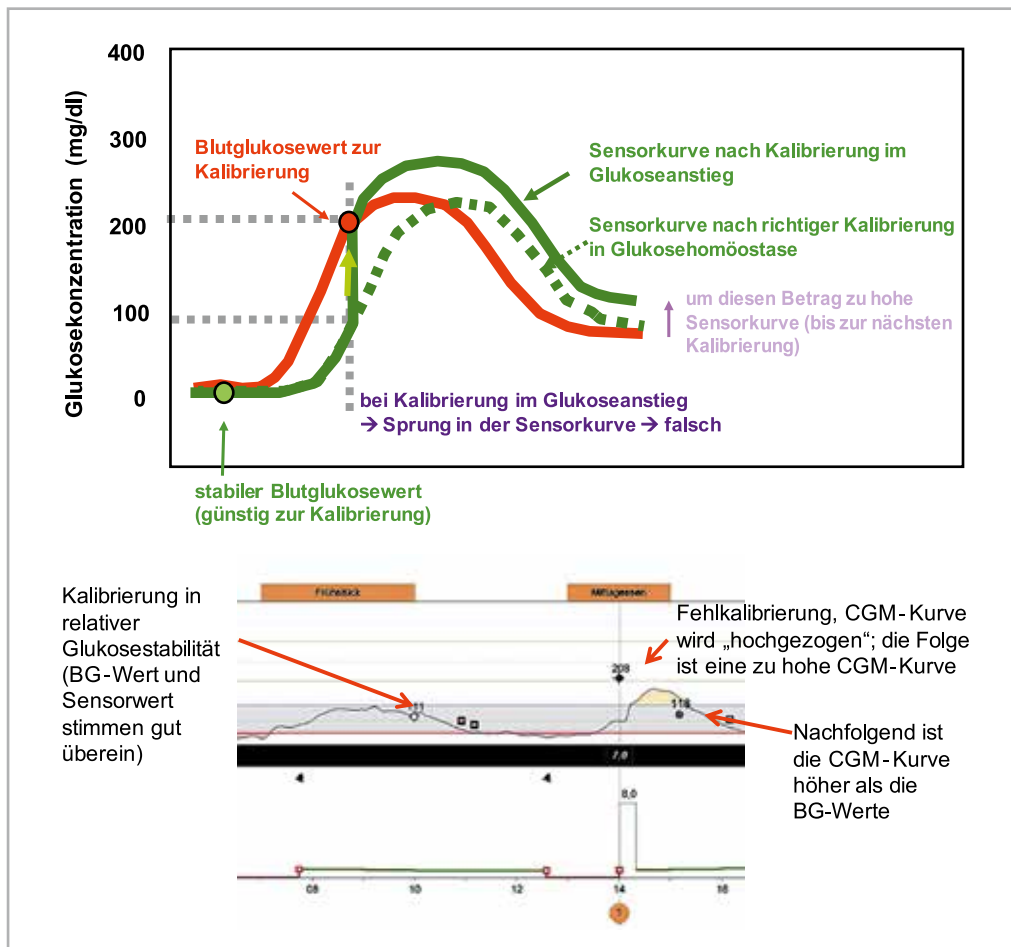


Stabilität für diese Prozedur gesucht werden, z. B. am Morgen nach dem Aufstehen. Sind Glukoseverläufe generell sehr schwankend, so wird eine fehlerfreie Kalibrierung schwierig. In einem solchen Fall muss über die Optimierung der Therapie nachgedacht werden.

In diese Kategorie gehört auch eine nicht selten zu beobachtende, eine fast reflexartig erfolgende Kalibrierung im Rahmen einer Hypoglykämie, bei der das CGM-System Alarm gibt und der Patient korrekterweise die Alarmmeldung mit einer Messung überprüft. Die Kalibrierung zu diesem Zeitpunkt ist fast immer ungünstig, da sich dabei die Glukosewerte im Blut rasch ändern.



**Abb. 2.3** Beispiel für eine fehlerhafte Kalibrierung im Glukoseanstieg, welche eine Verschiebung der CGM-Kurve zu falsch zu hohen Werten zur Folge hat (oben: schematische Darstellung, unten: ein reales Beispiel). Nach der fehlerhaften Kalibrierung zeigt das CGM-System falsch zu hohe Werte an. Allerdings sind die konsekutiven CGM-Werte zueinander konsistent, d. h. das Muster der Kurve ist unabhängig von Kalibrierungsfehlern.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Kalibrierung betrifft die Blutglukosemessung. Da diese den Richtwert für die Anpassung des CGM-Systems gibt, sollte sie eine möglichst hohe Genauigkeit aufweisen. Das ist z. B. gegeben bei dem Contour® Next Link 2.4 des Unternehmens Ascensia. Dieses Messsystem weist gegen-

Die Kalibrierung ist ein **entscheidender Faktor** für die Genauigkeit und die Zuverlässigkeit der CGM-Messung. Die Kalibrierung sollte nach Möglichkeit in der Glukosestabilität vorgenommen werden, z. B. am Morgen nach dem Aufstehen mit zeitlichem Abstand vor dem Frühstück (zu sichern ist allerdings, dass es nach dem Aufstehen nicht zu einem starken Glukoseanstieg kommt aufgrund einer nächtlichen/frühmorgendlichen Hypoglykämie).

über Laborgeräten nur eine Abweichung von  $< 3\%$  auf [2.7]. Fehlerhafte Blutglukosemessungen können dagegen das gleiche Bild hervorrufen, wie es Abbildung 2.3 zeigt, nur dass dabei der Kalibrierungswert eben nicht dem tatsächlichen Blutglukosewert entsprechen würde. Solche Probleme sind nicht selten und haben ihre Ursache in groben Handhabungsfehlern. Dazu zu zählen sind z. B. die Blutentnahme nach dem Essen von Obst, Kuchen oder Süßigkeiten, ohne sich vorher die Hände zu waschen. Was auch auftreten kann und woran im Alltag selten gedacht wird: Es gibt Handwaschmittel, welche die Messung durch das Händewaschen verfälschen, wie Honigseife oder Fruchtseifen. In allen diesen Fällen treten dann deutlich „falsch zu hohe“ Blutglukosewerte auf, die durch die Kalibrierung auf die CGM-Sensorkurve übertragen werden. Die Konsequenz wäre in diesem Fall eine ebenfalls „falsch zu hohe“ CGM-Kurve.

Mit dem Dexcom G6® und dem FreeStyle Libre gibt es zwei Glukosesensoren, die nicht kalibriert werden müssen. Im Fall des FreeStyle Libre ist eine Kalibrierung gar nicht möglich.

Voraussetzung für die Kalibrierungsfreiheit ist, dass die Glukosewerte im Zeitverlauf entweder nicht driften (keine abnehmende Glukosesignalstärke, z. B. aufgrund nachlassender Sensorperformance, zunehmender Bakterienbeläge auf der Elektrode usw.) oder dass die Kalibrierung die über die Messzeit auftretende Drift im Auswertalgorithmus berücksichtigt. Beim FreeStyle-Libre-Sensor liegt Ersteres vor – eine sehr geringe Drift auf Grundlage einer „Wired Enzyme™ Technology“. Wie bei anderen enzymatischen Glukosesensoren erfolgt die Reaktion über das Enzym Glukoseoxidase (GOD), allerdings liegt an der Elektrode eine vergleichsweise geringere Spannung an (ca. 40 mV im Vergleich zu 500–600 mV bei anderen Sensoren), was durch das Verwenden eines Mediators aus Osmiumoxid möglich wird (GOD und Mediator sind in einem Polymer eingebunden). Die Folgen sind eine geringe Wechselwirkung mit anderen Komponenten im Körper, ei-

einen deutlich unterschiedlichen Grad der Therapiebeeinflussung darstellen, was sich zwangsläufig auf die Analyse der CGM-Kurven auswirken muss.

Grundsätzlich schließt die Analyse von CGM-Profilen unter der SuP das gesamte Management der Insulinabgabe ein und muss diesem sogar vorausgehen.

### 5.2. Reihenfolge bei der Analyse der SuP-Kurven

Die meisten Erfahrungen mit der SuP liegen bei den Systemen von Medtronic vor, sodass sich die nachfolgenden Beispiele wiederum auf die dazugehörige Software CareLink™ beziehen. Auf die Berichte der MiniMed™ 670G in der Software

zu betrachten	Perspektive im CareLink™ Pro
1 Basalrate: logisch/physiologisch? Aktives Insulin?	Therapie-Management-Daten
2 Verhältnis Basalrate/Bolus	Therapie-Management-Daten
3 Insulindosis: Insulinresistenz?	Therapie-Management-Daten
4 Hypoglykämien? – nachts? – morgens? – präprandial? – postprandial?	Therapie-Management-Daten
5 Nächte: ruhig, unruhig, stabil?	Therapie-Management-Daten
6 Glukosestabilität?	Therapie-Management-Daten
7 Glukoseniveau?	Therapie-Management-Daten
8 Episoden Hypoglykämie – Ursachen?	Episodenübersicht
9 Episoden Hyperglykämie – Ursachen?	Episodenübersicht
10 Wechsel Infusionsset	Pumpenhandhabung
11 BolusExpert™, Änderung Vorschlag?	Pumpenhandhabung
12 Anteil Korrekturboli am Gesamtbolus	Pumpenhandhabung
13 Sensorfehler oder physiologische Effekte?	Sensor & Messgeräte
14 außergewöhnliche Aktivitäten	Sensor & Messgeräte

Tab. 5.1 Reihenfolge der zu betrachtenden SuP-Daten (Makroblick).

zu betrachten	Perspektive im CareLink™ Pro
15 Kalibrierungen richtig	Tägliche Übersicht
16 Hypoglykämien, Bolusmanagement, Aktivitäten der Patienten, typische Verhaltensweisen beim Diabetesmanagement, Therapiefehler...	Tägliche Übersicht

Tab. 5.2 Reihenfolge der zu betrachtenden SuP-Daten (Mikroblick).

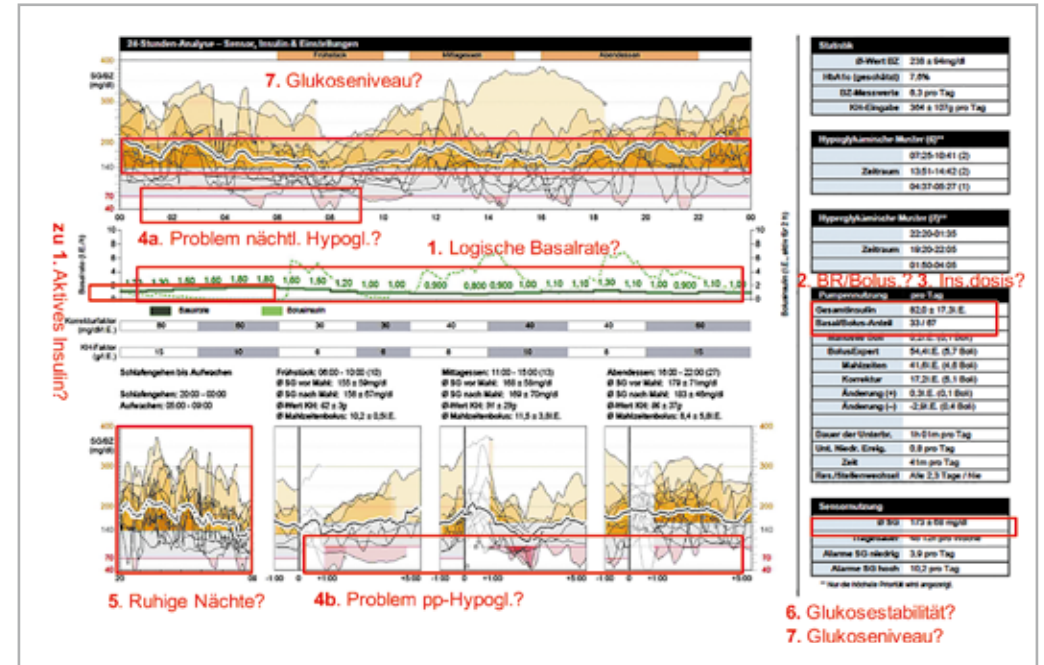


Abb. 5.1 Vorgehensweise bei der Analyse von SuP-Daten entsprechend Tabelle 5.1 in der Perspektive „Therapie-Management-Daten“. In dem Beispiel zeigt sich:

- Basalrate ist physiologisch bzgl. Verteilung,
- nur wenige Hypoglykämien nachts, einige wenige postprandiale Hypoglykämien, weil die Mahlzeitenboli teilweise zu hoch gewählt wurden,
- die Nächte sind unruhig,
- Verhältnis Basalrate/Bolus → grenzwertig (33 : 67), 40 % Basal wären wahrscheinlich besser,
- hohe Insulindosis (82 Einheiten) – Insulinresistenz,
- Mahlzeiten: nur Mittagessen immer zur gleichen Zeit, andere zeitlich sehr verschieden,
- Glukosestabilität: MW/SD = 2,54, indifferent, also weder stabil noch instabil,
- Glukoseniveau: zufriedenstellend; MW = 173 mg/dl (entspricht HbA<sub>1c</sub> von 7,5 % bzw. 58,5 mmol/mol).

CareLink™ System wird später gesondert eingegangen (Abschnitt 5.5). Grundsätzlich betrifft die Vorgehensweise aber alle Daten unter einer SuP, also auch sensorunterstützten Pumpentherapien mit beliebigen Insulinpumpen und beliebigen Stand-alone-CGM-Geräten.

Wie bereits beschrieben, sind als Erstes die „Therapie-Management-Daten“ zu betrachten, die sich gleich auf der ersten Seite des CareLink™-Pro-Reports befinden (Abb. 5.1). Zu beginnen ist mit den Angaben zur Insulinpumpentherapie. Dabei ist die Basalrate das wichtigste Kriterium der Pumpeneinstellung, dargestellt als grüne Kurve unter den CGM-Profilen. Wenn die Basalrate nicht zum Bedarf passt, hat das verschiedene Konsequenzen, insbesondere auf das Bolusmanagement und auf das Management von Hypoglykämien. Dazu zu zählen ist auch das