

Wie funktioniert eine Patch-Pumpe?

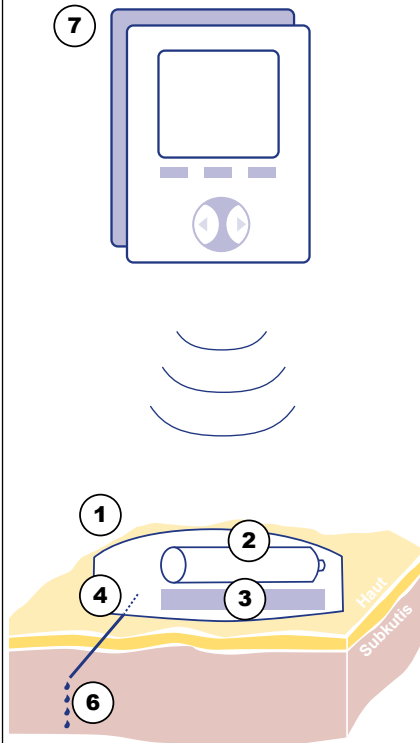


Abb. 10

- ① **Patch-Pumpe**
 - wird direkt auf die Haut geklebt
 - Steuerung nur über Mini-Computer möglich (siehe ⑦)
 - Pumpe ist Einmal-Artikel, Laufzeit 3 Tage
- ② **Stromversorgung**
 - Batterien sind in Patch-Pumpe integriert
- ③ **Insulinreservoir**
 - zu befüllen mit 85–200 I.E. Insulin
 - während des Betriebs kann kein Insulin nachgefüllt werden
- ④ **Kanüle**
 - in die Patch-Pumpe integrierte Stahl- oder Teflon-Kanüle
 - Kanüle wird automatisch „gelegt“
 - keine Auswahlmöglichkeiten bzgl. Kanülenmaterial oder -länge
- ⑥ **Insulinaufnahme im Unterhautfettgewebe (Subkutis)**
 - zeitliche Verzögerung der Insulinwirkung, abhängig z. B. von Insulinart und Tageszeit
- ⑦ **Mini-Computer/App im Mobiltelefon**
 - steuert die Patch-Pumpe über Funkverbindung
 - wird nur bei Therapieänderungen benötigt, z. B. bei Bolusgaben oder Basalraten-Änderungen. Die normale Basalrate wird von der Patch-Pumpe selbstständig abgegeben.
 - übliche Insulinpumpenfunktionen

nung an diesen Leitgedanken, der sich leider bis heute noch nicht in allen Diabetes-Zentren durchgesetzt hat, müssen die Diabetiker auch aktiv an der Auswahl ihrer individuellen Therapieform beteiligt werden. Nur gut informierte und geschulte Diabetiker können von der Pumpentherapie optimal profitieren.

Die folgenden Pro- und Contra-Argumente sollen dem Diabetiker helfen, die für ihn persönlich besser geeignete Therapieform auszuwählen. Die Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

+ Vorteile der Insulinpumpentherapie

- + In großen Studien wurde beim Umstieg von der ICT auf die Insulinpumpentherapie eine HbA_{1c}-Verbesserung um durchschnittlich ca. 0,6 Prozent erreicht, bei stark erhöhten Ausgangswerten auch um deutlich mehr. Entscheidend ist, dass die Diabetiker sorgfältig ausgewählt werden (siehe Kap. 1.6), in spezialisierten Zentren eine umfassende Schulung durchlaufen und ambulant weiter betreut werden.
- + Mit der Insulinpumpe ist ein gleichmäßigerer Blutzuckerverlauf mit weniger hypo- und hyperglykämischen Entgleisungen zu erreichen. Insbesondere Diabetiker, die bisher trotz hoher Motivation mit allen anderen Therapieformen extrem schwankende Blutzuckerläufe hatten, können mit der Insulinpumpe meist eine stabilere Stoffwechsellage erzielen.
- + Aufgrund der besseren Stoffwechselkontrolle haben Pumpenträger weniger Unterzuckerungen. Das liegt vor allem daran, dass die basale Insulinversorgung wesentlich bedarfsorientierter erfolgt als bei der Injektion von Basalinsulin, insbesondere nachts.
- + Der Insulinverbrauch ist durch die natürlichere Abgabeform deutlich geringer als bei der ICT (bis minus 30 Prozent).
- + Bei der ICT befindet sich der Insulinvorrat unter der Haut (Injektion von Basalinsulin ein- bis dreimal pro Tag). Insulinpumpen werden dagegen ausschließlich mit schnell wirkendem Insulin befüllt, der Insulinvorrat befindet sich in der Pumpe. Daher ist das Unterzuckerungsrisiko geringer und das Leben wird flexibler. Es besteht kein Zwang mehr, zu bestimmten Zeiten Basalinsulin zu injizieren oder zu essen.
- + Körperliche Aktivität kann dank der kleineren subkutanen Insulindepots spontaner erfolgen als bei der ICT.
- + Durch die verschiedenen Bolusformen kann die Abgabe des Mahlzeiteninsulins optimal auf die Nahrungszusammensetzung abgestimmt werden, sodass die Blutzuckerspitzen nach dem Essen nicht so groß sind. Das ist unter der ICT nicht möglich.
- + Die Korrektur erhöhter Blutzuckerwerte gelingt häufig besser als unter der ICT. In die Insulinpumpe integrierte Bolusrechner (siehe Kap. 5.7) berücksichtigen die noch wirksame Insulinmenge „an Bord“ und reduzieren die Gefahr überlappender Bolusgaben.
- + Bei korrekter Basalrate können problemlos Mahlzeiten verschoben werden, z. B. zum Ausschlafen am Wochenende oder bei berufsbedingt unregelmäßigen Essenszeiten.
- + Deutliche Vorteile zeigen sich z. B. in der Behandlung von Diabetikern mit unregelmäßigem Lebensrhythmus (Extremfall: Schichtdienst) oder bei Diabetikern,

D) Irritation bei der Bolusgabe

Ursachen für Brennen oder Hautquaddel an der Einstichstelle bei der Bolusgabe und ihre Beseitigung:

- Senkrechte Kanüle zu kurz
 - Längere Kanüle verwenden
- Schräge Kanüle zu flach oder zu kurz
 - Kanüle nicht so flach einstechen oder längere Kanüle verwenden

E) Schmerz bei Bewegung

Ursachen für stechenden Schmerz an der Einstichstelle bei Bewegung und ihre Beseitigung:

- Kanüle liegt zu tief oder Nadel zu lang
 - Kürzere Kanüle verwenden bzw. schräge Kanüle flacher einstechen
- Falsche Einstichstelle (Hosenbund, Hautfalte ...)
 - Regeln zur Wahl der Einstichstelle siehe Kap. 3.3.4

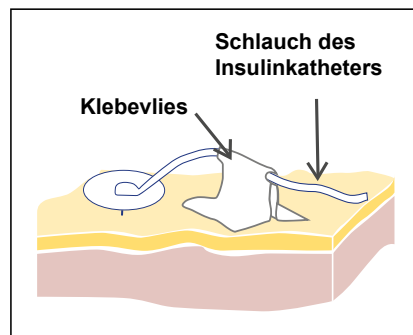
F) Irritation im Bereich des Insulinschlauchs

Mögliche Beschwerden im Bereich des Insulinschlauchs oder an den Koppelstellen sind Druckstellen, Juckreiz, Rötungen, Pusteln oder Quaddeln. Mögliche Ursachen und ihre Beseitigung:

- Irritationen durch mechanische Reize
 - Schlauch des Insulinkatheters bzw. die Kupplung an einer anderen Stelle platzieren oder mit geeignetem Material „polstern“ (z. B. Fixomull stretch®)
- Allergie gegen das Material des Insulinschlauchs

Der Insulinschlauch besteht in der Regel aus Polyethylen (PE) oder Polyurethan (PU). PU ist etwas hautverträglicher als PE, Allergien sind jedoch äußerst selten.

 - Im Zweifel: Wechsel des Insulinkatheter-Modells.

**G) Blut im Insulinschlauch**

- Kanüle liegt zu tief oder Nadel zu lang
 - Kürzere Kanüle verwenden bzw. schräge Kanüle flacher einstechen
- Falsche Einstichstelle (Hosenbund, Hautfalte ...)
 - Regeln zur Wahl der Einstichstelle siehe Kap. 3.3.4

Durch die genannten Maßnahmen können Katheterinfektionen in der Regel zuverlässig vermieden werden. Sollte es trotz aller Bemühungen zu einer Infektion an der Einstichstelle kommen (Rötung, Schwellung, Überwärmung, Verhärtung, Schmerzen), muss sofort die Einstichstelle gewechselt und frühzeitig ein erfahrener Diabetologe konsultiert werden. Um einer Abszessentwicklung vorzubeugen, ist evtl. eine antibiotische Therapie nötig. Ein manifester Abszess darf keineswegs unterschätzt werden und erfordert in der Regel eine chirurgische Behandlung.

Praxis-Tipp für alle Diabetesteam

Bei jedem Patientenkontakt sollten die Einstichstellen inspiziert werden! Zahlreiche „ominöse“ Blutzuckerschwankungen sind nach Kenntnis der Hautveränderungen an den Einstichstellen plötzlich sehr einfach erklärbar.

3.4 Therapie-Dokumentation

Die Insulinpumpenträger werden ein Protokollheft führen, das sich in einigen Punkten von dem bei einer ICT gewohnten unterscheidet. Mit diesem Heft sollen während der Insulinpumpenschulung und später im Alltag alle Einzelheiten der Therapie möglichst genau protokolliert werden. Von den Krankenkassen werden diese Hefte routinemäßig bei einer Insulinpumpenverordnung angefordert (siehe Kap. 1.9). Die Dokumentation der Pumpentherapie kann handschriftlich oder elektronisch erfolgen.

Zur gemeinsamen Analyse, Diskussion und Lösung von Therapieproblemen ist das Protokollheft ein unverzichtbares Hilfsmittel – und keineswegs ein ärztliches Kontrollinstrument. In der Einstellungsphase und in Phasen der Therapieoptimierung ist die ausführlichere handschriftliche Dokumentation vorzuziehen, da häufig Dosiskorrekturen vorgenommen werden müssen (siehe Kap. 3.4.1). In Phasen, „wenn es gut läuft“, und zur langfristigen Archivierung der Daten ist häufig eine elektronische Dokumentation ausreichend (weniger Aufwand, siehe Kap. 3.4.2). Wie die erforderliche Dokumentation durchgeführt wird, sollte von jedem Insulinpumpenträger mit seinem betreuenden Diabetesteam abgestimmt werden.

Nur anhand konkreter Anhaltspunkte ist das Diabetesteam in der Lage, sinnvolle Therapieänderungen zu empfehlen. Folgende Informationen sollten aus der täglichen Dokumentation hervorgehen (jeweils mit Datum und Uhrzeit):

- Blutzuckerwerte bzw. Gewebezucker-/Sensorwerte
- Bolusgaben und Art der genutzten alternativen Bolusformen

12.3.3 Gemeinsame Eigenschaften der CGM-Systeme

Die erhältlichen CGM-Systeme haben zahlreiche Gemeinsamkeiten (schematischer Aufbau siehe Kap. 11.2.1):

- Wie bereits ausgeführt messen die CGM-Systeme die Glukosekonzentration nicht im Blut, sondern im Unterhautfettgewebe. Der sogenannte „Gewebezucker“ entspricht weitgehend, aber nicht immer dem Blutzucker (siehe Kap. 11.3).
- Bei den verbreiteten Elektrodensensoren muss der invasive Teil des Systems, der Glukosesensor, nach 6 – 14 Tagen gewechselt werden (siehe Kap. 13.4).
- Das Mess-Signal wird über eine Funkverbindung an ein Empfangsgerät gesendet. Die meisten aktuellen Systeme verwenden den Bluetooth-Standard, der mit Mobiltelefonen kompatibel ist.
- Einige CGM-Systeme verlangen regelmäßige Blutzuckermessungen zur Kalibrierung, einige Systeme sind bereits werkseitig kalibriert (siehe Kap. 13.9).
- Der Empfänger erhält je nach Hersteller alle 2 – 5 Minuten einen aktuellen Glukosewert inkl. Glukosetrend. Der Glukoseverlauf der letzten Stunden wird in Diagrammform dargestellt.
- Alarmfunktionen warnen vor zu niedrigen oder zu hohen Glukosewerten. Die meisten Systeme haben noch weitere, teilweise prädiktive Alarmfunktionen (siehe Kap. 13.7).
- Die Alarm- und Funktionstöne können auf Wunsch abgestellt und bei den meisten Systemen durch einen Vibrationsalarm ersetzt werden.
- Das Display des Empfängers ist beleuchtet.
- Der Empfänger speichert die CGM-Daten für einen längeren Zeitraum. Mit einem Computer können die Informationen ausgelesen werden, falls die Daten nicht automatisch in der Cloud landen (je nach System). Dies ermöglicht eine detaillierte Analyse mit Statistikfunktionen und eine sichere Archivierung.

12.4 Messgenauigkeit der verschiedenen CGM-Systeme

Vor dem Kauf eines Messgeräts – und um nichts anderes handelt es sich bei einem CGM-System – stellt sich für gewöhnlich auch die Frage, wie „gut“ es misst. Diese Frage ist völlig berechtigt. Aber: Wie wichtig ist bei einem CGM-System überhaupt die Messgenauigkeit? Geht es hier nicht eher um die Glukosedynamik und die exakte Glukosehöhe spielt gar keine so große Rolle? Die Antwort ist: ja und nein. Die exakte Höhe des Glukosespiegels ist in der Tat nicht besonders relevant. Denn

die zentrale Information, die die kontinuierliche Glukosemessung liefert, ist nicht der einzelne Messwert, sondern der zeitliche Verlauf der Messwerte. In welche Richtung bewegt sich der Glukosespiegel? Wie schnell sinkt er ab oder steigt er an? Wie lange ist der Glukosespiegel schon so, wie er gerade ist? Für konkrete Therapieentscheidungen sind diese Fragen wesentlich wichtiger als die Frage, ob der Blutzucker gerade bei 134 oder 117 mg/dl liegt.

Damit die aktuelle Trendinformation eine Dosisentscheidung verbessert, muss diese jedoch sehr verlässlich sein. Die CGM-Systeme errechnen die Richtung des Trendpfeils aus ca. den letzten drei Glukosewerten. Je besser die Messgenauigkeit des CGM-Systems ist, desto mehr kann sich der Anwender auf den Trendpfeil verlassen. Je schneller der Sensor Trend-Änderungen des Glukoseverlaufs darstellt, desto besser wird das Therapieergebnis sein.

- ▶ Interpretation der aktuellen CGM-Anzeige: Kap. 14

Kurz gesagt: Zwar ist die exakte Höhe des angezeigten Glukosespiegels bei einem CGM-System nicht so bedeutsam, aber für die aktuelle Trendinformation werden doch möglichst genaue Einzelwerte benötigt.

Glücklicherweise konnten die CGM-Hersteller in den letzten Jahren die Messgenauigkeit der Systeme wesentlich verbessern. Betrug die zeitliche Verzögerung zwischen Blutzucker und CGM-Anzeige (Lagtime) der ersten CGM-Systeme vor 20 Jahren teilweise noch ca. 30 – 45 Minuten, liegt diese bei den neuesten Sensoren nur noch bei ca. 5 – 10 Minuten. Und einige Glukosesensoren messen so genau, dass sie unter bestimmten Bedingungen als Ersatz der Blutzuckermessung zugelassen sind.

- ▶ Ersatz der Blutzuckermessung: Kap. 13.9.3

12.4.1 Beschreibung der Messgenauigkeit eines CGM-Systems

Wie sind die Herstellerangaben zur Messgenauigkeit zu bewerten? Mit den folgenden Erklärungen möchten wir dabei helfen, die Angaben zur Messgenauigkeit der Hersteller oder aus Studien zu bewerten. Die Beschreibung der Präzision eines CGM-Systems ist schwierig, da es sich um ein dynamisches System handelt. Folgende Parameter sind verbreitet:

