



Bolusrechner – Boluskalkulator – Bolusexpert *Einfach und hilfreich? Oder irreführend und gefährlich?*

Insulinpumpen der neueren Generation haben ein wichtiges Kennzeichen gemeinsam: alle besitzen ein vordergründig angenehmes Hilfsmittel, eine scheinbare Erleichterung, ein wohltuendes „Feature“, nämlich den Bolus-Rechner (Accu-Chek Combo, Fa. Roche), den Bolus Expert (Paradigm 522, 722, Veo, Fa. Minimed), den Bolus-Kalkulator (Dana Diabcare, Fa. Sooil), den integrierten Bolusrechner (mylife OmniPod und PDM, Fa. Ypsomed)

Von der Idee her, beim zugrunde liegenden Prinzip, hinsichtlich des Nutzens und bezüglich der praktischen Anwendung sind sie im wesentlichen alle gleich, nämlich: In Abhängigkeit von der geplanten Nahrungsmenge (genauer vom Kohlenhydratanteil), vom aktuellen Blutzucker, von der Insulinwirkdauer und ggf. weiteren Einflussgrößen ermittelt die Software in der Insulinpumpe gemäß vorher einprogrammierter Rechenvorschriften einen Vorschlag, welche Insulinmenge im konkreten Fall als Bolus abgegeben werden sollte. Der Einfachheit wegen wird im Folgenden prinzipiell von „Bolusrechner“ gesprochen. Dies ist keinesfalls Ausdruck einer Bewertung der verschiedenen Pumpenmodelle, sondern erweist sich hier als vorteilhaft.

Auf den ersten Blick erscheint so ein Bolusrechner sehr faszinierend, er erleichtert dem Patienten aufwändige Denk- und Rechenarbeit. Vor geplanter Nahrungsaufnahme schätzt der Patient wie viele BE (bzw. Gramm Kohlenhydrate) er essen möchte, außerdem bestimmt er den aktuellen Blutzuckerwert – teilweise mit dem gleichen Gerät, in dem auch der Bolusrechner eingebaut ist. Wahlweise sind weitere Eingabemöglichkeiten vorhanden. Mit diesen Angaben ermittelt der Bolusrechner aufgrund von individuell hinterlegten Parametern und definierten Algorithmen die zweckmäßige Bolusgröße und zeigt diese Zahl als Bolusvorschlag auf dem Display an. Wenn der Patient damit einverstanden ist, muss er den Vorschlag durch Tastendruck bestätigen und schon wird Insulin in dieser Menge von der Pumpe abgegeben. In der Tat eine einfache Vorgehensweise.

Diese Methode besitzt im Alltag des Patienten durchaus seine Vorteile, häufig kommt es damit zu einer weiteren Verbesserung der Blutzuckerstabilität, der Anteil der normnahen Blutzuckerwerte wird meist größer, die Zahl von Blutzuckerentgleisungen, insbesondere von Unterzuckerungen im Regelfall geringer. Aber es gibt dabei auch Fehlerquellen und Fallgruben. Im Folgenden wird näher darauf eingegangen, welche Gesichtspunkte bei der Anwendung des Bolusrechners zusätzlich zu beachten sind.

Die Erfahrung zeigt, dass bei wechselndem Lebensstil eines Patienten der jeweilige Insulinbedarf des menschlichen Körpers deutliche Schwankungen aufweisen kann. Bei Typ-1-Diabetes ist dementsprechend die zu spritzende Insulinmenge geeignet anzupassen. Ohne Zweifel die Kohlenhydratmenge des geplanten Essens, der aktuelle Blutzuckerwert und eventuell beabsichtigte körperliche Aktivität sind wesentliche Einflussgrößen dafür, wie viel Insulin der Körper in den anschließenden Stunden benötigt. Aber weitere Gegebenheiten können wichtig sein, mit unterschiedlichem Stellenwert.

Über diese Zusammenhänge sollte sich der Pumpenpatient im Klaren sein. Dann kann er den Vorschlag des Bolusrechners als Denkanstoß werten, er wird sich situationsbezogen seine eigenen Gedanken machen, er kann aktuelle Besonderheiten berücksichtigen und dann individuell entscheiden, ob er gewisse Änderungen am Bolusvorschlag vornehmen will oder ob er ihn akzeptieren kann.

Wesentlich für einen erfolgreichen Gebrauch des Bolusrechners ist die ständige kritische Analyse der Blutzuckerverläufe: Warum ist der Blutzucker so wie er ist? Was kann man aus dem jeweiligen Blutzuckerergebniss lernen?. Eine aussagekräftige EDV-Auswertung

mit einer geeigneten Software kann dabei sehr hilfreich sein. Die im Bolusrechner einprogrammierten Parameter sind immer wieder auf ihre Zweckmäßigkeit zu hinterfragen und aufgrund der eigenen Erfahrungen entsprechend anzupassen. Es geht darum, mit dem Bolusrechner zu „arbeiten“, und diese „Arbeit“ ist nicht immer ganz leicht.

Worauf ist bei Anwendung des Bolusrechners zu achten? Welche Fehlermöglichkeiten kann es dabei geben?

- 1) ***Die einprogrammierten Kennzahlen (BE-Faktoren, Korrekturzahlen, Zeitintervalle, Wirkbeginn und Wirkdauer des Pumpeninsulins) sind für den jeweiligen Patienten nicht zweckmäßig gewählt worden.***

Zahlreiche charakteristische Größen dienen dem Bolusrechner als Grundlage für die Ermittlung des Bolusvorschlags, nämlich: individuell gewählte Tageszeitabschnitte, dazu passend zweckmäßige BE-Faktoren, geeignete Korrekturzahlen, Blutzuckerzielbereiche, Wirkdauer des verwendeten Pumpeninsulins. Diese Parameter sind wesentliche Grundlage für die Ermittlung des Insulinbedarfs, sie beschreiben allerdings die persönliche Situation des Pumpenträgers im Regelfall nur näherungsweise. Zu Beginn der Pumpentherapie werden diese Kennzahlen vom Therapeutenteam (Diabetologin/Diabetologe, Diabetesberaterin) festgelegt. Freilich gibt es dabei kein standardisiertes Vorgehen, kann es auch nicht geben, d.h. der Ermessungsspielraum ist relativ groß. Von Bedeutung sind unter anderem: die diabetologische Kompetenz der Teammitglieder, ihre spezifische Pumpenerfahrung, die Sorgfalt bei der Festlegung der Kenngrößen, die Bewertung der Ergebnisse in der Vor-Pumpen-Zeit, die Beachtung von patiententypischen Besonderheiten, tageszeitliche Schwankungen usw.

Es ist leicht nachvollziehbar, der Ermessensspielraum für die Programmierung des Bolusrechners ist relativ groß. Dementsprechend finden sich oft erhebliche Unterschiede bei der Ermittlung eines konkreten Bolusvorschlags. Nicht selten werden dabei einfache Beziehungen für den logischen Zusammenhang zwischen stündlicher Basalrate, BE-Faktoren und Korrekturzahlen nicht entsprechend beachtet. Klar und nahe liegend ist: Inwieweit der angezeigte Bolusvorschlag den tatsächlichen Insulinbedarf in einer konkreten Situation angemessen beschreibt, ist wesentlich davon abhängig, ob bei der Programmierung des Bolusrechners die patiententypischen Kennzahlen passend gewählt wurden. Wie die Brauchbarkeit der eingegebenen Parameter im Einzelfall überprüft werden kann, ist weiter unten beschrieben.

- 2) ***Die Gültigkeit und Zweckmäßigkeit der abgespeicherten Kennzahlen wird im Verlauf nicht kritisch hinterfragt.***

Zu Beginn einer Pumpenbehandlung mit integriertem Bolusrechner werden die Kennzahlen definiert und einprogrammiert. Dabei sind insbesondere auch die individuellen Vorerfahrungen des Patienten von großer Bedeutung. Im Verlauf der Pumpentherapie werden ständig neue Erkenntnisse gewonnen. Diese gilt es genau und immer wieder zu beachten. Erfolge bzw. Misserfolge bei den Blutzuckerverläufen sollten dann im weiteren Verlauf Anlass dafür sein, die primär festgelegten Rechengrößen als zweckmäßig zu bestätigen bzw. ihre Angemessenheit zu überprüfen und ggf. geeignet anzupassen. Dies ist ein dynamisches Geschehen, es ist ein individueller Prozess der Selbstbeobachtung und der Optimierung, er wiederholt sich immer und immer wieder, er führt im Idealfall zu einer ständigen Verbesserung des Bolusrechners. Aber es gibt Grenzen für die Gültigkeit eines Bolusvorschlags.

- 3) ***Ein Bolusvorschlag wird unkritisch übernommen ohne aktuelle Besonderheiten zu berücksichtigen.***

Bekanntermaßen hängt der Insulinbedarf in einer konkreten Situation von einer Fülle von Gegebenheiten, Rahmenbedingungen und Begleitumständen ab. Dabei sind Koh-

lenhydratanteil in der Nahrung, aktueller Blutzuckerwert und geplante körperliche Aktivität wesentlich aber in keiner Weise alleine für die Bolusgröße ausschlaggebend. Wie viel Insulin in einem speziellen Einzelfall benötigt wird, kann auch von folgenden Aspekten beeinflusst werden: Eiweiß- und Fettgehalt der Nahrung, begleitender Alkoholkonsum, psychische Situation (Stress? Ärger? Wut? Verzweiflung? usw.), entzündliche Begleiterkrankung, Medikamenteneinnahme, länger dauernde vorangegangene körperliche Aktivität, vorherige Unterzuckerung, aktuelle Insulinempfindlichkeit, Status der Insulinrezeptoren, etc. Insbesondere bei für längere Zeit bestehenden, deutlich höheren Blutzuckerwerten kann eine verschlechterte Insulinresistenz vorliegen. Das Ausmaß dieser BZ-Entgleisung – die sog. Entgleisungstiefe – ist im Bolusrechner nicht entsprechend berücksichtigt

Der Patient sollte die Vielfalt der möglichen Einflussfaktoren für den jeweiligen Insulinbedarf kennen, er sollte durch gezielte selbstkritische Beobachtungen herausfinden, was bei ihm persönlich von Bedeutung ist und diese Erfahrungen bei der jeweiligen Bolusfestsetzung bedenken. Eine nicht ganz leichte Aufgabe und eine ständige Herausforderung.

Diese Überlegungen wollen verdeutlichen, der Bolusrechner kann nur einen Teil der Wirklichkeit berücksichtigen. Es sollte an dieser Stelle weiterhin klar werden, dass die Zweckmäßigkeit eines Bolusvorschlags in einer konkreten Situation kritisch zu hinterfragen ist und dass vor Bolusabgabe oft individuelle Korrekturen empfehlenswert sind. Der Patient befindet sich diesbezüglich in einem ständigen Lernprozess, er muss für sich selbst immer wieder neu entscheiden, welchen Aufwand er zu leisten bereit ist und wo er Grenzen der Machbarkeit akzeptieren will.

4) Kurzfristige Änderungen der Insulinempfindlichkeit werden nicht beachtet.

Die Insulinwirkung, d.h. das Ausmaß der Blutzuckersenkung durch 1 IE Insulin, sind nicht immer gleich. Ein wesentlicher Gesichtspunkt dabei ist die sog. Insulinresistenz, also die Empfindlichkeit der Körperzellen auf das vorhandene Insulin. Es gibt zahlreiche Einflussfaktoren, die zu einer mehr oder weniger ausgeprägten Veränderung dieser Insulinresistenz führen können – von oft unterschiedlicher Dauer.

Als Beispiele seien genannt: vorangegangener deutlicher Insulinmangel (Pumpendefekt? Bolusabgabe vergessen?), vermehrter Fettabbau, Ausmaß der freien Fettsäuren im Blut, Ketoazidose, aber auch Höhe und Wirksamkeit von kontrainsulinären Hormonen wie Cortison, Adrenalin, Noradrenalin, Wachstumshormon, Schilddrüsenhormon, Östrogen (Menstruationszyklus? Klimakterium?). akuter Entzündungsprozess, Fieberzustand, usw.

Dadurch wird der jeweilige Insulinbedarf mehr oder weniger stark verändert. Es ist klar und nahe liegend, dass die Festsetzung der zu spritzenden Insulinmenge mit dem vergleichsweise einfachen Algorithmus eines Bolusrechners der komplexen biologischen Wirklichkeit eines menschlichen Körpers nicht gerecht werden kann. Es wäre schön, wenn es anders wäre und wenn sich die Realität mit einfachen Formeln beschreiben ließe – aber die Natur ist eben vielfältig und wechselhaft.

5) Längerfristige Veränderungen des Insulinbedarfs können von Bedeutung sein.

Leben beinhaltet Dynamik, Leben heißt Bewegung, Leben erzeugt stets auch Änderung. Diese allgemeingültigen Aussagen betreffen mitunter auch den Insulinbedarf. Er kann beispielsweise abhängig sein von dem jeweiligen Körpergewicht (Zunahme? Gewichtsabnahme?), vom muskulären Trainingszustand, (körperliche Fitness? Zwangspause? Keine Zeit für körperliche Aktivität?), von der psychische Situation (Erschöpfung? Burn out?, Depression? Gelassenheit?) oder von sonstigen körperlichen Gegebenheiten (krankheitsbedingte Bettruhe?, chronischer Entzündungsprozess?

Schmerzsyndrom?). All dies kann den jeweiligen Insulinbedarf beeinflussen, d.h. die im Bolusrechner einprogrammierten Kennzahlen sind geeignet anzupassen, bzw. die Bolusvorschläge sind entsprechend zu verändern.

Diese Ausführungen und Denkanstöße – sie erheben keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit – mögen eines verdeutlichen: Das blinde Vertrauen auf die Vorgaben eines Bolusrechners kann im Regelfall keine erfolgreiche Behandlungsmethode sein. Der aktuelle Insulinbedarf ist äußerst komplex, er kann nicht mit einfachen Rechenformeln aufgrund von wenigen Einflussgrößen im Bolusrechner einer Insulinpumpe hinterlegt werden. Die Wirklichkeit des tatsächlichen Insulinbedarfs kann mit einem Bolusrechner nur näherungsweise erfasst werden; der Mensch mit Typ-1-Diabetes ist aufgefordert, mit Cleverness, Phantasie, Einfühlungsvermögen, Ausdauer und einem gehörigen Maß an Frustrationstoleranz immer wieder Feinkorrekturen an den Vorschlägen des Bolusrechners vorzunehmen. Sich diese Zusammenhänge immer wieder bewusst zu machen, die eigenen Erfahrungen gezielt zu verwerten und immer wieder den Mut aufzubringen, neue Wege zu gehen, ist eine wichtige Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz eines Bolusrechners.

Fazit: Der Bolusrechner kann sehr hilfreich sein, aber die jeweiligen Vorschläge sind immer wieder kritisch auf ihre Zweckmäßigkeit hin in Frage zu stellen.

Nach diesen mehr allgemeinen Ausführungen stellt sich die nahe liegende und praktisch relevante Frage:

Wie findet man für einen individuellen Patienten die konkreten Kennzahlen, die für die Programmierung des Bolusrechners zweckmäßig sind?

Festlegung der Kennzahlen des Bolusrechners:

Folgende Kennzahlen werden im Bolusrechner üblicherweise eingegeben:

- Zeitintervalle, d.h. unterschiedliche Tageszeiten
- Dazugehörige BE-Faktoren, bzw. Gramm Kohlenhydrate
- Dazugehörige Korrekturzahlen
- Dazugehörige Blutzuckerzielbereiche
- Wirkdauer des verwendeten Insulins

Je nach Pumpenmodell sind weitere spezifische Kenngrößen programmierbar, z.B. besondere Ereignisse wie körperliche Aktivität, Stress, Krankheit und prämenstruelle Phase.

1. Definition der Zeitintervalle (Zeitblöcke)

Natürlicherweise sind diese vom üblichen Tagesrhythmus des Patienten abhängig, insbesondere von der Einschlafzeit und von der Zeit des Erwachens. Folgende Intervallvorgaben haben sich bei einem durchschnittlichen Tagesablauf als zweckmäßig erwiesen:

nach Mitternacht	0.00 – 6.00 Uhr
Frühstück	6.00 – 9.00 Uhr
Vormittag	9.00 – 11.00 Uhr
Mittagessen	11.00 – 13.00 Uhr
Nachmittag	13.00 – 17.00 Uhr
Abendessen	17.00 – 20.00 Uhr
spät abends	20.00 – 24.00 Uhr

Selbstverständlich sind diese Zeitintervalle im Einzelfall dem üblichen Tagesverlauf des Patienten anzupassen.

Bei stark wechselnden Tagesabläufen (z.B. Schichtdienstarbeit, große Unterschiede zwischen Arbeitstag und arbeitsfreiem Tag) sind individuelle Kompromisse vorzunehmen. Des Weiteren ist insbesondere an der Schnittstelle zwischen zwei Zeitblöcken die Angemessenheit eines Bolusvorschlags kritisch zu hinterfragen. Gegebenenfalls sollte vor Bolusabgabe eine geeignete manuelle Korrektur erfolgen.

2. BE-Faktoren und Korrekturzahlen

a) Berücksichtigung der bisherigen Erfahrungen

Prinzipiell wird mit einer Insulinpumpenbehandlung erst dann begonnen, wenn vorher eine intensivierete Insulintherapie (ICT) mit Pen/Spritze und freier Mischung von Kurzzeitinsulin und Verzögerungsinsulin stattgefunden hatte. Beim ICT-Konzept werden in gleicher Weise BE-Faktoren und Korrekturzahlen benutzt. Allerdings erweist es sich nicht immer als vorteilhaft, wenn diese Kennzahlen bei der Pumpentherapie im Verhältnis 1 : 1 übernommen werden. Denn: unter Pumpentherapie ist der Insulinbedarf oft um 10 – 20 % geringer als bei ICT, dementsprechend müsste eine geeignete Anpassung der Berechnungsparameter erfolgen, d.h. die BE-Faktoren sind um diesen Prozentsatz zu verringern und analog die Korrekturzahlen um den nämlichen Prozentsatz zu erhöhen. Man erhält dadurch allerdings unübliche Zahlen, die bei manueller Berechnung Probleme bereiten können, die mit einem Bolusrechner jedoch gut zu handhaben sind.

Bei der Umstellung von ICT auf Pumpe sind des Weiteren die Wirkprofile des bisher benutzten Verzögerungsinsulins zu bedenken. Der tatsächlich erforderliche basale Insulinbedarf wird bei konventioneller Insulinbehandlung im Regelfall nur näherungsweise ausgeglichen.

b) Feinere Skalierung von BE-Faktoren und Korrekturzahlen

Wegen des leichteren rechnerischen Umgangs kommen beim manuellen Verfahren im Regelfall nur Zahlen mit einer relativ groben Skalierung zur Anwendung und zwar

als BE-Faktoren: 0,5; 1,0; 1,5; 2,0;

als Korrekturzahlen: (in mg/dl) 20; 30; 40; 50;

(in mmol/l) 1,5; 2,0; 2,5; 3,0;

Es dürfte verständlich sein, dass eine solche Vorgehensweise die Wirklichkeit des Insulinbedarf nur ziemlich ungenau beschreiben wird. Die Abweichungen der tatsächlich zweckmäßigen Insulinmenge vom errechneten Wert können mitunter beträchtlich sein.

*Beispiel: geplante Nahrungsmenge: 6 BE; Aktueller BZ-Wert: 234 mg/dl bzw. 13 mmol/l
BZ-Zielwert: 120 mg/dl bzw. 6,5 mmol/l*

Dann berechnet sich die zu spritzende Insulinmenge als:

a) bei grober Skalierung: BE-Faktor 1,5; Korrekturzahl 30 mg/dl (bzw. 1,5 mmol/l) erhält man rechnerisch mit der üblichen Näherung als Spritzmenge 13 IE..

b) Würde man eine feinere Skalierung vornehmen, nämlich: BE-Faktor 1,3; Korrekturzahl 35 mg/dl (bzw. 1,9 mmol/l) so käme man auf eine zu spritzende Insulinmenge von 11 IE

Man erkennt, wie sehr eine größere Feinabstimmung bei den wesentlichen Rechengrößen im Einzelfall zu deutlich verschiedenen Ergebnissen führen kann.

Anhand dieses Beispiels dürfte ein wesentlicher Vorteil des Bolusrechners klar werden: Man kann für die Kennzahlen BE-Faktor bzw. Korrekturzahl auch eine Feinabstimmung mit „unüblicheren“ Zahlen wählen. Dadurch kann man mitunter, insbesondere bei größeren BE-Mengen und/oder stärkeren Abweichungen vom BZ-Zielwert, rein

rechnerisch für die zu spritzende Insulinmenge andere Ergebnisse erhalten als bei der manuellen Vorgehensweise mit relativ grober Skalierung der Kennzahlen.

c) Das „Prinzip des logischen Zusammenhangs“

Der durchschnittliche Gesamtinsulinbedarf während eines Tages kann von Patient zu Patient auch bei theoretisch gleichem Lebensstil verschieden sein und zwar mit einem großen Streubereich. Selbst beim gleichen Patienten kann es bei gleichen äußeren Rahmenbedingungen (z.B. gleiches Essen, gleiche körperliche Aktivität) zu verschiedenen Tageszeiten Unterschiede für den individuell optimalen Insulinbedarf geben. Der theoretische Grund dafür ist klar: Die Insulinempfindlichkeit ist nicht bei allen Menschen gleich, bei einer einzelnen Person kann die Insulinbedürftigkeit während eines Tages sich ändern. Daraus erklären sich die Unterschiede beim individuellen Insulinbedarf bei verschiedenen Patienten, sowie die tageszeitlichen Besonderheiten beim gleichen Patient. Dieser Sachverhalt muss logischerweise bei der Wahl der Kenngrößen für den Bolusrechner Beachtung finden und einkalkuliert werden. Zweifelsohne eine nicht immer einfache Herausforderung.

Welche Hilfsüberlegungen kann es dabei geben? Es ist das „**Prinzip des logischen Zusammenhangs**“. Hintergrund dafür sind folgende Grundgedanken und Gesichtspunkte:

Kennzeichen und Konsequenz einer guten Insulinempfindlichkeit sind niedrige stündliche Basalrate, kleiner BE-Faktor und eine relativ große Korrekturzahl. Andererseits erfordert eine schlechte Insulinempfindlichkeit eine hohe stündliche Basalrate, einen großen BE-Faktor und eine vergleichsweise kleine Korrekturzahl. Hieraus ergibt sich zwangsläufig, dass es nicht sinnvoll sein dürfte, wenn beispielsweise bei einer niedrigen stündlichen Basalrate zur gleichen Zeit ein großer BE-Faktor als Rechengrundlage für den aktuellen Insulinbedarf benutzt wird. Beispielsweise „passt es nicht“, wenn bei einer Basalrate von 0,5 IE Insulin pro Stunde als BE-Faktor die Zahl 2 IE Insulin pro BE benutzt wird. Andererseits sollte es genauso einleuchtend sein, dass es nicht zweckmäßig und richtig sein dürfte, wenn bei deutlich verschiedenen Basalraten die zugehörigen BE-Faktoren bzw. Korrekturzahlen vollkommen gleich sind. Wenn zum Beispiel die stündlichen Basalraten während eines Tages im Bereich von 0,5 IE/Std. bis 2,3 IE/Std. schwanken, ist nicht nachvollziehbar, wenn als Korrekturzahl stets 30mg/dl (bzw. 2 mmol/l) benutzt wird und zwar unabhängig von der Tageszeit. Kleiner Hinweis: Wegen der Insulinwirkdauer des Kurzzeitinsulins ist eine Vorlaufzeit der Basalrate von 1 – 2 Stunden zu bedenken.

In der folgenden tabellarischen Übersicht sind Anhaltspunkte für das Prinzip des logischen Zusammenhangs zwischen stündlicher Basalrate, BE-Faktoren und Korrekturzahlen zusammengestellt:

Stdl. Basalrate (IE Insulin pro Stunde)	BE-Faktor (IE Insulin pro BE)	Korrekturzahl in mg/dl (mg/dl pro 1IE Insulin)	Korrekturzahl in mmol/l (mmol/l pro 1IE Insulin)
0,5	0,6	70	4,0
1,0	1,2	50	3,0
1,5	1,8	35	2,0
2,0	2,4	25	1,5
3,0	3,6	20	1,0

Eine genauere und kritische Beurteilung der obigen Tabellenwerte zeigt gewisse Auffälligkeiten: z.B. keine korrekte Umrechnung zwischen den Korrekturzahlen in mg/dl und mmol/l bzw. keine Halbierung der Korrekturzahlen bei Verdoppelung der stündlichen Basalrate. Dieser Sachverhalt will verdeutlichen: es handelt sich um Anhaltspunkte, die Gültigkeit der einprogrammierten Kennzahlen im Bolusrechner sind im Einzelfall immer wieder kritisch zu hinterfragen, es kann bei der Vielfalt der Einflussfaktoren für den Insulinbedarf bei verschiedenen Patienten kein einfaches allgemeingültiges Behandlungskonzept geben. Der Erfolg gibt Recht und nicht die zugrunde liegenden theoretischen Überlegungen.

d) Überprüfung der Richtigkeit der Kennzahlen

Wurden die Kennzahlen erst einmal festgelegt und einprogrammiert, dann tauchen als nahe liegende Fragen auf: Sind diese Zahlen richtig? Passen sie zu dem individuellen Patienten? Müssen sie geändert werden? Wie sieht eine solche Änderung konkret aus?

Die Antworten darauf sind einfach, zumindest theoretisch: kritisch beobachten – vielfältig nachdenken – mutig entscheiden – gezielt ausprobieren. Zweifel an der Gültigkeit der einprogrammierten Kennzahlen werden dann auftreten, wenn die Blutzuckerergebnisse nicht zufrieden stellend sind. Allerdings ist dabei vorab zu klären, ob der Grund für stärkere BZ-Schwankungen primär nicht an ungeeigneten Anpassungsparametern liegt, sondern vielmehr darin zu sehen ist, dass gewisse Sonderbedingungen (z.B. Stress, schlechte Schlafqualität, hormonelle Einflüsse, usw. allgemein: ein kurzfristig geänderter Insulinbedarf) vorliegen, die nur vorübergehend bestehen. In solchen Fällen kann eine Umprogrammierung der Kennzahlen keine Stabilisierung des BZ-Verlaufs bringen. Stattdessen sollten die Sonderbedingungen Anlass dafür sein, den Bolusvorschlag durch eine entsprechende Anpassung und Feinkorrektur geeignet zu modifizieren.

Von ungeeigneten programmierten Kennzahlen sollte eher dann ausgegangen werden, wenn bei übersichtlichen und weitgehend gleichen äußeren Rahmenbedingungen und jeweiliger Übernahme des Bolusvorschlags die BZ-Ergebnisse stets in der gleichen Richtung vom Zielwert abweichen, z.B. zu tief sind mit gelegentlichen Unterzuckerungen bzw. deutlich zu hoch sind. Der wesentliche BZ-Wert ist dabei das Messergebnis am Ende der Wirkdauer des abgegebenen Bolus.

Beispiel: Bei einem Patienten ist während der Mittagsstunden die stündliche Basalrate 0,9 IE/Std., als BE-Faktor wird 1 IE pro BE benutzt. Als Korrekturzahl ist 30 mg/dl (1,8 mmol/l) in den Bolusrechner programmiert. Wenn der BZ-Wert vor dem Mittagessen höher als 200 mg/dl (11,1 mmol/l) ist, wird folglich stets mit 3 IE Insulin oder noch mehr korrigiert. Am späten Nachmittag, d.h. nach 4 – 5 Stunden (nach Ende der Wirkdauer des Pumpeninsulins) ist der Messwert dann meist unter 80 mg/dl (4,4 mmol/l), gelegentlich kommt es auch vorher zu einer leichten Unterzuckerungssymptomatik. Als Grund für die tendenziell zu niedrigen BZ-Werte nach vorangegangener stärkerer Korrektur ist am ehesten die zu kleine Korrekturzahl anzunehmen.

Das Beispiel macht gleichzeitig bewusst, dass es hilfreich, ja geradezu notwendig ist, eine aussagekräftige Dokumentation durchzuführen. Sie dient als Grundlage für eine nachfolgende, fragenorientierte Ergebnisanalyse. Dabei benötigt man Spürsinn, Intuition, aber auch Abstraktionsvermögen, sowie Zeit und Muße. An dieser Stelle sind umfassende Erfahrungen verknüpft mit kreativem Einfühlungsvermögen von kompetenten diabetologischen Beratern (Fachkräfte bzw. auch Betroffene) großzügig in Anspruch zu nehmen.

3. Insulinwirkdauer

Der Bolusrechner berücksichtigt auch eine eventuelle Restwirkdauer eines abgegebenen Bolus. Dies ist von Bedeutung, wenn innerhalb der Insulinwirkdauer ein weiterer Bolus verabreicht wird. Als Zielwert ist in diesem Fall von einem höheren BZ-Wert auszugehen, da die noch wirksame Restmenge des ersten Bolus noch zu einer BZ-Senkung führt kann.

Beispiel: 2 Stunden nach einem Frühstück mit relativ rasch resorbierbaren Kohlenhydraten (z.B. normale Brötchen mit Honig) und Gabe eines geeigneten Nahrungsbolus ist der BZ-Wert 180 mg/dl (10 mmol/l). Es wird Obst zum 2. Frühstück gegessen beispielsweise eine Banane. Der Frühstücksbolus besitzt noch eine deutliche Restwirkung, eine weiterer Blutglukoseanstieg durch das Frühstück ist nicht zu erwarten, so dass in diesem Fall beim Bolus zum 2. Frühstück trotz des anscheinend höheren BZ-Wertes kein zusätzlicher Korrekturanteil gegeben werden sollte.

Ein solcher Sachverhalt findet beim Bolusrechner Beachtung. Ist innerhalb der Wirkdauer eines bereits abgegebenem Bolus ein weiterer Bolus geplant, so wird die noch vorhandene Restmenge des vorangehenden Bolus vom Bolusrechner berücksichtigt. Als Grundlage dafür muss die durchschnittliche Insulinwirkdauer des Pumpeninsulins einprogrammiert werden. Als Empfehlungen haben sich dabei bewährt:

Kurzwirksames Analoginsulin (z.B. Humalog, NovoRapi, Apidra, Liprolog): 4 – 5 Stunden

..Humanes Normalinsulin (z.B. Actrapid, Huminsulin Normal, Insuman Rapid): 6 – 7 Stunden

Diese Zeitangaben sind bewusst großzügig gewählt, um sicher zu sein, dass ein eventuell noch wirksamer früherer Bolus bei der Ermittlung der aktuellen Bolusgröße berücksichtigt wird.

Zusammenfassende Bewertung von Stellenwert und Bedeutung des Bolusrechners im Alltag von Menschen mit Typ-1-Diabetes

Vorteile:

- Im Normalfall, wenn also keine speziellen Sonderbedingungen zu beachten sind, lässt sich mit Hilfe eines Bolusrechners übersichtlich, einfach und rasch ermitteln, wie viel Insulin als Bolus zweckmäßigerweise abgegeben werden sollte.
- Anhand der individuell einprogrammierbaren Insulinwirkdauer berücksichtigt der Bolusrechner automatisch eine eventuell noch wirksame Restwirkung des vorherigen Bolus.
- Bei den BE-Faktoren und den Korrekturzahlen kann die Abstufung feiner und differenzierter einprogrammiert werden, als sie üblicherweise bei manueller Berechnung vorgenommen wird. Dadurch ist eine gezieltere Ermittlung des Gesamtbolus möglich.
- Mit dem Bolusrechner erfolgt eine systematische Bestimmung für die Insulinabgabemenge aufgrund der Haupteinflussgrößen für den Insulinbedarf, nämlich der Nahrungsmenge, des aktuellen Blutzuckerwertes und der eventuellen Restwirkung des vorherigen Bolus. Die häufig praktizierte Bolusfestlegung „aus dem Bauch heraus“ kann somit entfallen.

Nachteile:

- Unterschiede bei der Insulinempfindlichkeit von Tag zu Tag findet beim Bolusrechner keine unmittelbare Berücksichtigung. Dies betrifft speziell eine geänderte Insulinresistenz.

- Der Gebrauch des Bolusrechners verleitet zu einer sehr schematischen Vorgehensweise. Das kritische Überdenken der eigenen Ergebnisse sowie das Berücksichtigen von individuellen Besonderheiten werden nicht gefördert.
- Der nicht unwichtige Aspekt des Spritz-Zeitpunktes (wann wird die Bolusmenge konkret abgegeben?) wird beim Bolusrechner nicht thematisiert. So wird beispielsweise bei Anwendung des Bolusrechners häufig der „Drück-Ess-Abstand“ nicht geeignet verändert.
- Der Gesichtspunkt „selbständiges und eigenverantwortliches Entscheiden und Handeln des Patienten aufgrund von persönlichen Erfahrungen und individuellen Besonderheiten“ wird bei Benutzung eines Bolusrechners häufig nicht entsprechend gewürdigt. Stattdessen werden oft unüberlegt Vorgaben von Diabetesfachleuten übernommen und unkritisch beibehalten.

Fazit:

Die Ergebnisse des Bolusrechners sind stets als Hilfen, als Vorschläge, als Möglichkeiten sowie als Denkanstöße zu betrachten, sie dürfen aber keinesfalls als verbindlich zu übernehmende Vorschriften angesehen werden. In konkreten Situationen sind aufgrund der aktuellen Gegebenheiten und den eigenen Vorerfahrungen immer wieder Feinkorrekturen und gezielte Änderungen an den Bolusvorschlägen vorzunehmen. Der abzugebende Bolus ist dem jeweiligen Insulinbedarf – dieser ist durch vielfältiges Denken einfühlsam zu erahnen – möglichst optimal anzupassen. Weil die zahlreichen Einflussgrößen nicht immer vollständig bekannt sind und weil sie meist nur näherungsweise – wenn überhaupt – zahlenmäßig beschreibbar sind, lassen sich gewisse Unsicherheiten hinsichtlich der Bolusberechnung nicht vermeiden und sind als solche zu akzeptieren. Jeder möge dabei seinen für ihn optimalen Weg herausfinden.

Bei der Festlegung des jeweils zweckmäßigen Insulinbolus handelt es sich um einen ständigen Lernprozess, der Bolusrechner ist dabei ein hilfreiches Handwerkszeug, der die tägliche „Arbeit“ des Pumpenträgers erleichtert, wenn es darum geht, die angemessene und notwendige Insulinmenge zu ermitteln. Die Entscheidungen allerdings trifft der Patient und nicht der Bolusrechner.

Tipps für eine erfolgreiche „Arbeit“ mit dem Bolusrechner

Wie immer wieder betont, sind vielfältige und kritische Überlegungen vorzunehmen, bevor der berechnete Bolusvorschlag akzeptiert wird. Eine unbedachte Abgabe des Bolusvorschlags wird nicht empfohlen. Vorab können folgende Fragen hilfreich sein:

- *Warum bin ich davon überzeugt, dass der Bolusvorschlag zweckmäßig ist?*
- *Warum sind außer den einprogrammierten Kenngrößen (BE-Menge, BZ-Wert, Insulinwirkdauer etc.) keine weiteren Einflussfaktoren von wesentlicher Bedeutung?*
- *Habe ich die aktuelle Situation genau und umfassend erfasst im Hinblick auf den Insulinbedarf?*

Falls Sonderbedingungen zu beachten sind, können als Art Checkliste folgende Fragen wegweisend sein, bevor der Bolusvorschlag gezielt verändert wird oder doch angenommen wird:

- *Inwiefern weicht das geplante Essen und Trinken vom Normalfall ab (z.B. glykämischer Index, Eiweiß- und Fettgehalt, Ballaststoffanteil, Genauigkeit der BE-Schätzung)?*

- *Wie ist der aktuelle Blutzuckertrend vermutlich zu erwarten (stark fallende BZ-Werte, deutlich steigende BZ-Verläufe oder keine wesentlichen Änderungen)?*
- *Wie ist die momentane Insulinempfindlichkeit (z.B. meist verbessert nach längerer körperlicher Aktivität, eher verschlechtert in einer Infektsituation)?*
- *Hat mein vorheriges Verhalten einen Einfluss auf den Insulinbedarf (Blick zurück)?*
- *Sind meine Planungen für die nächsten Stunden für die Insulinmenge von Bedeutung (Blick nach vorne)?*
- *Sind besondere Gegebenheiten zu berücksichtigen?*
- *Wie waren meine früheren Erfahrungen in ähnlichen Situationen?*

Zugegeben eine mitunter sehr aufwändige Vorgehensweise. Man wird immer wieder Abstrich davon machen müssen, um das individuell Optimale herauszufinden. Aber es lohnt sich genauer hinzuschauen.

Ergänzende Bemerkungen:

Nachdem der abzugebende Bolus gezielt durch umfassende Denkarbeit feststeht, sind noch drei weitere Gesichtspunkte von Bedeutung:

- Zu welchem Zeitpunkt sollte der berechnete Bolus abgegeben werden (z.B. Drück-Ess-Abstand)?
- Welche Abgabegeschwindigkeit des Bolus ist zweckmäßig (regulärer Bolus, verzögerter Bolus, dualer bzw. multiwave Bolus)?
- Sollte vorübergehend eine Basalratenerhöhung bzw. eine Basalratenabsenkung vorgenommen werden (temporäre Basalrate)?

Mit diesen weiteren Möglichkeiten einer Pumpenbehandlung kann die jeweilige Insulinwirkung und damit der Blutzuckerverlauf zusätzlich beeinflusst werden.

Viel Erfolg bei der „Arbeit“ mit dem Bolusrechner wünscht Ihnen

*das Diabeteschulungsteam
der Klinik Saale Bad Kissingen*

Verfasser: Dr. R. Herrmann
OA der Klinik Saale
Tel.Nr.: 0971 65649
h.r.herrmann@web.de