



# Telemedizin mit neuen Möglichkeiten zur Diabeteseinstellung und Unterstützung leitlinienorientierter Behandlungspfade mit KADIS® und TeleDIAB®

L. Vogt, E. Salzsieder<sup>1</sup>, P. Augstein<sup>1</sup>, K.-D. Kohnert<sup>2</sup>, G. Fritzsche, P. Heinke<sup>1</sup>, V. Heuzeroth<sup>3</sup>, H. Korb<sup>4</sup>  
Diabetes ServiCe Center Karlsburg,

<sup>1</sup> Institut für Diabetes „Gerhardt Katsch“ Karlsburg,

<sup>2</sup> Diabetes Research and Outpatient Center, Greifswald

<sup>3</sup> Taunus BKK, Frankfurt a. Main

<sup>4</sup> Telemedizinisches Zentrum der Personal HealthCare Telemedicine Services (PHTS), Düsseldorf

## Einleitung und Problemstellung

Die Behandlung der Zuckerkrankheit gestaltet sich aufgrund der individuellen Lebensumstände der Patienten und bereits bestehender Nebenerkrankungen, der Vielfalt der Erscheinungsformen des Diabetes sowie der zunehmenden therapeutischen Möglichkeiten für den Arzt und seine Patienten zunehmend schwieriger. Dabei steht mit den nationalen Leitlinien zur Diabetesbehandlung der Deutschen Diabetesgesellschaft, orientiert an evidenzbasierter Medizin, ein Instrumentarium zur Verfügung, das sich sehr gut für die individuelle Erarbeitung und Umsetzung von Behandlungspfaden eignet.

Die Diabetesprävalenz weist eine steigende Tendenz auf. In Deutschland wird von sechs bis acht Millionen Erkrankten ausgegangen. Von besonderer Bedeutung ist eine gute Stoffwechseleinstellung, da damit entscheidend auf das Risiko zur Entwicklung der gravierenden Diabetes-spätkomplikationen Einfluss genommen werden kann. Unter ambulanten Bedingungen gelingt das derzeit nur mit Einschränkungen, wie zum Beispiel anhand der Zahlen für Amputationen (alle 19 Minuten eine), für Erblindungen (alle 90 Minuten eine) und für neue Dialysefälle (alle 60 Minuten einer) abgelesen werden kann. Für eine adäquate Stoffwechseleinstellung unter ambulanten Bedingungen können u.a. als Defizite identifiziert werden:

- Zeitmangel (pro Patient stehen dem Arzt ca. 7,5 Minuten zur Verfügung)

und

- das Fehlen geeigneter Auswertetools für eine komplexe Betrachtung der für die Stoffwechseleinstellung wichtigen Parameter.

Die Telemedizin kann dabei im Rahmen von integrierten Versorgungsmodellen einen nachhaltigen Beitrag zur Anwendung der Behandlungsleitlinien in der täglichen Praxis leisten und die telemedizinische Datenverarbeitung für eine komplexe Auswertung und Betrachtung der Stoffwechseldaten bereitstellen.

KADIS® (KARlsburger DIabetes Management System) und TeleDIAB® sind telemedizinische Applikationen, die für eine breite Umsetzung der Vorgaben der nationalen Leitlinien das persönliche Charakteristische 24-Stunden-Tagesprofil (CTP) und den „Metabolischen Fingerabdruck“ bereitstellen sowie eine sichere Plattform für die Kommunikation und das Datenhandling bieten. Damit wird erstmalig eine komplexe Betrachtung des individuellen Stoffwechselverhaltens von Patienten möglich und die Ableitung und Anwendung leitlinienbasierter Behandlungspfade kann zu jeder Zeit und an beliebigen Orten erfolgen. Der Arzt erhält somit für seine Praxis eine umfassende Auswertung von Therapie- und Selbst-

kontrolldaten mit entsprechender leitliniengerechter Darstellung und anhand des persönlichen CTP mit KADIS® getestete Empfehlungen für die individuelle Stoffwechseleinstellung.

## Methodik, wesentlicher Nutzen und Ergebnisse

Zur Überprüfung und Anpassung der Behandlung wird üblicherweise der Blutzucker gemessen. Das erfolgt mit Teststreifen - man erhält einen Blutzuckerwert als Momentaufnahme. Wie verhält sich jedoch der Blutzucker während der übrigen Tageszeit, wie während der Nacht, welche kausalen Beziehungen von Blutzucker Verlauf zur Therapie bestehen, welche Auswirkungen haben Essverhalten und körperliche Aktivitäten, wie stellt sich die Insulinansprechbarkeit individuell über den Tag dar usw.?

Diese und weitere Fragestellungen können durch den Einsatz von KADIS® und TeleDIAB® beantwortet werden.

Dazu wird zunächst bei den Patienten ein kontinuierliches 72-Stunden Glukose-Monitoring durchgeführt und das daraus ermittelte Blutzuckertagesprofil eines jeden Patienten in das KADIS®- Programm eingelesen. Mit KADIS® wird für jeden Patienten sein persönliches CTP erstellt,

Autoren: L. Vogt, E. Salzsieder, P. Augstein, K.-D. Kohnert, G. Fritzsche, P. Heinke, V. Heuzeroth, H. Korb

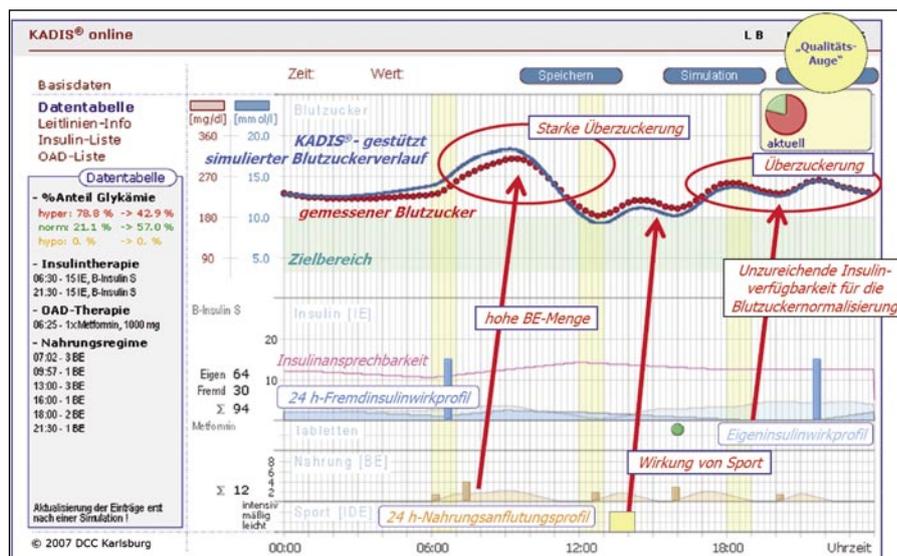
Titel: Telemedizin mit neuen Möglichkeiten zur Diabeteseinstellung und Unterstützung leitlinienorientierter Behandlungspfade mit KADIS® und TeleDIAB®

In: Jäckel (Hrsg.) Telemedizinführer Deutschland, Bad Nauheim, Ausgabe 2008  
Seite: 306-308

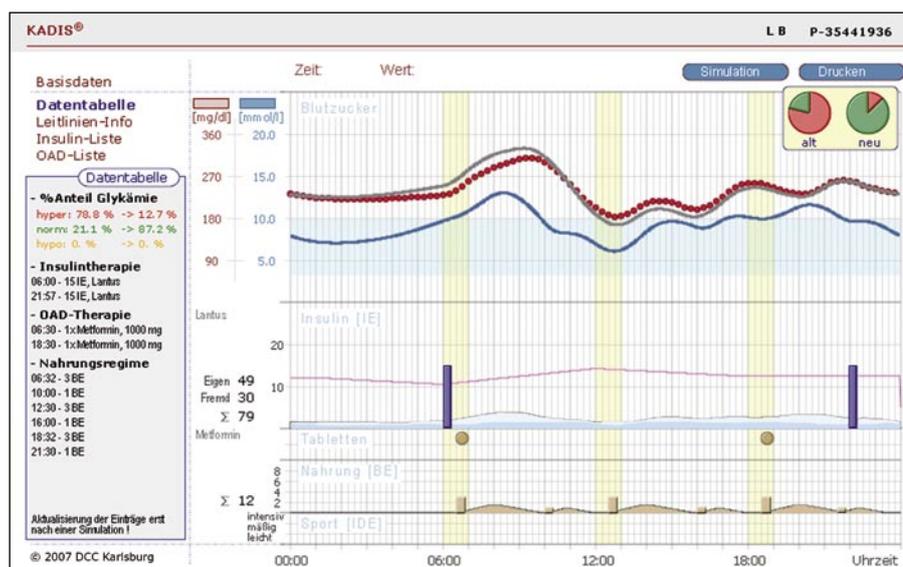
# Produktinformation, Evaluation und Integration

welches erstmalig den Blutzuckerlauf mit den therapeutischen Maßnahmen und dem individuellen Stoffwechselverhalten des Patienten in Verbindung setzt (Abbildung 1). Ähnlich einer DNA-Analyse, die den individuellen genetischen Fingerabdruck liefert, so ist das CTP der „Metabolische Fingerabdruck“ eines jeden Patienten. Voraussetzung für die Erstellung des CTP sind die Teilnahme am kontinuierlichen 72-Stunden Glukose Monitoring mittels Sensor und die Dokumentation von Therapie- und Selbstkontrolldaten während des Monitorings.

Anhand des persönlichen CTPs können für jeden Patienten im Diabetes ServiCe Center Karlsburg (DCC®) seine Schwachstellen in der Stoffwechseleinstellung schneller und sicherer erkannt sowie analysiert werden. Neben dem täglichen Insulinbedarf, der Tablettentherapie, den aufgenommenen Broteinheiten sowie den sportlichen Aktivitäten werden die individuellen Wirkkurven für Insulin und Sport sowie das 24-Stunden-Ernährungsprofil berechnet und mit dem gemessenen Blutzuckertagesprofil in Beziehung gebracht. Das ermöglicht das weltweit einzigartige Simulationssystem KADIS®. Mit KADIS® kann erstmalig auch das Eigeninsulinprofil



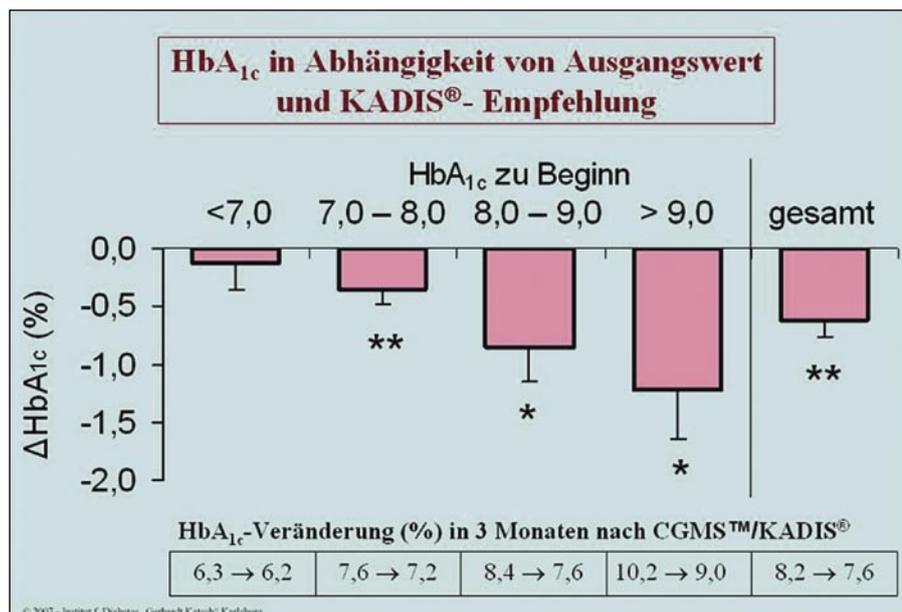
**Abbildung 1:** Darstellung des CTPs mit Angaben zur Therapie (1) und zu den kausalen Beziehungen (2) als Ergebnis der telemedizinischen Datenverarbeitung mit KADIS® für den Arzt: (1) Blutzuckerlauf aus dem 72h-Glukose Monitoring mit Sensor (rot gepunktete Kurve); Insulin-24h-Profile (Insulinverfügbarkeit über den Tag) für Fremd- (blaue Fläche) und Eigeninsulin (hellblaue Fläche); Insulinsprechbarkeit (wie wirkt Insulin) über den Tag (pinkfarbene Kurve); 24h-Nahrungsanflutungsprofil (hellbraune Fläche); Insulin- und Tablettenangaben (Zeit, Dosis, Art); BE-Aufnahme (Nahrung, Menge, Zeit) (2) zu hohe BE-Menge zum Frühstück bei verminderter Insulinsprechbarkeit (Minimum in pinkfarbener Kurve) führt zu deutlichem Blutzuckeranstieg; sportliche Aktivität von ca. 30 Minuten nach dem Mittag führt zu Blutzuckerabfall obwohl relativ wenig Fremd- und Eigeninsulin (Profile) zu dieser Zeit verfügbar ist; nach dem Abendbrot unzureichende Insulinverfügbarkeit für eine Normalisierung des Blutzuckers



**Abbildung 2:** Lt. Behandlungsleitlinie wird bei unzureichender Stoffwechseleinstellung mit einer kombinierten Therapie aus Insulin/Metformin z. B. eine zweite Gabe Langzeitsinsulin empfohlen. Der in der Abbildung dargestellte Test einer zweiten Insulingabe Langzeitsinsulin am Morgen zeigt eine deutliche Verbesserung des zu erwartenden Blutzuckerlaufes (blaue Kurve im Vgl. zum grau dargestellten ursprünglichen Blutzuckerlauf). Der prozentuale Anteil an Hyperglykämiezeiten geht von ca. 79 % auf 12 % zurück („Qualitätsauge“ rechts oben in der Abbildung)

für Diabetes Typ 2 berechnet und dargestellt sowie in die Bewertung des CTP einbezogen werden. Allein schon anhand der mit dem CTP verfügbaren Informationen zur aktuellen persönlichen Stoffwechselsituation des Patienten kann der Arzt sehr schnell und sicher die Schwachstellen in der Stoffwechseleinstellung erkennen und erklären. Diese Informationen können in der Regel bereits wenige Tage nach dem 72-Stunden-Glukose-Monitoring der Arztpraxis durch das DCC Karlsburg über TeleDIAB® zugänglich gemacht werden.

Mit dem KADIS®-System werden im DCC® Empfehlungen für die Überwindung der erkannten Schwachstellen in der Stoffwechseleinstellung rechnergestützt simulativ getestet. Das erfolgt interaktiv bis für den betroffenen Patienten die bestmögliche Variante gefunden ist. Dafür werden die Behandlungsleitlinien der Deutschen Diabetesgesellschaft (DDG) zugrunde gelegt. Das Ergebnis der KADIS® Simulation ist der bei der praktischen Anwendung der erarbeiteten Empfehlungen durch den Patienten zu



**Abbildung 3:** Verbesserung des HbA<sub>1c</sub>-Wertes nach der Einbeziehung von KADIS® in Abhängigkeit vom HbA<sub>1c</sub>-Wert vor der Anwendung von CGMS™/KADIS®

erwartende Blutzuckerverlauf. Dadurch entfallen weitgehend monatelange Proberphasen, da die zu erwartenden Effekte von Änderungen in der Therapie (Insulin, Tabletten, Diät und körperliche Aktivität) sofort abgelesen werden können. Neben Dosis, Menge und Intensität von Insulin- und Tablettenpräparat kann auch die zeitliche Zuordnung zu den Mahlzeiten und zu körperlichen Aktivitäten ausgetestet werden (Abbildung 2).

Die Ergebnisse werden im KADIS®-Bericht patientenbezogen für den behandelnden Arzt zusammengefasst, kommentiert und anschaulich grafisch dargestellt. Der Bericht ist übersichtlich in Basisdaten (u. a. aktuelle Therapie, letzter HbA<sub>1c</sub>-Wert, Body Mass Index), Darstellung und Auswertung des 72-Stunden-Glukose-Monitorings (Tagesverläufe und modaler Tag), das persönliche CTP mit Schwachstellenanalyse und die auf der Basis der Behandlungsleitlinien mit KADIS® getesteten Empfehlungen in Gegenüberstellung zur bisherigen Therapie gegliedert. Der KADIS®-Bericht wird in gedruckter Form oder elektronisch als PDF-Dokument zur Verfügung gestellt.

Im Rahmen von zertifizierten Pilotstudien wurde die mit KADIS® und TeleDIAB® bereitgestellte telemedizinische Datenverarbeitung mit Patienten und Ärzten bereits erfolgreich evaluiert. Innerhalb von

3 Monaten konnte der HbA<sub>1c</sub>-Wert im Mittel um 0,6 % gesenkt werden, wobei der Verbesserungseffekt in der Gruppe mit einem HbA<sub>1c</sub>-Wert > 9,0 % mit einer Absenkung um 1,2 % am deutlichsten ausfiel. Bezieht man Ergebnisse von jüngsten Untersuchungen ein, die gezeigt haben, dass sich der HbA<sub>1c</sub>-Wert bei Diabetes Typ 2 Patienten vor der Umstellung auf eine Insulintherapie mit der Diabetesdauer verschlechtert, ist der Gewinn durch den Einsatz von KADIS® noch deutlicher (Abbildung 3). In einer weiteren multizentrischen Studie mit 49 insulinbehandelten Diabetespatienten wurde in einem 3 Monate follow up die Verbesserung des HbA<sub>1c</sub>-Wertes in einer Gruppe mit 72-Stunden-Glukose-Monitoring ohne die Einbeziehung von KADIS® (CGMS™ Gruppe) und einer Gruppe mit der Anwendung der KADIS®-basierten Empfehlungen (KADIS® Gruppe) verglichen. Dabei war die HbA<sub>1c</sub>-Verbesserung in der KADIS®-Gruppe mit einer Absenkung um -0,34 % gegenüber einer Erhöhung des HbA<sub>1c</sub>-Wertes in der CGMS™ Gruppe um +0,27 % signifikant (Augstein et al., Diabetes Care 30(7), S. 1704-08 (2007)).

Der derzeitige Schwerpunkt des Einsatzes von KADIS® und TeleDIAB® erfolgt im Rahmen eines Vertrages zur integrierten Versorgung von Diabetikern

(IV-Vertrag gemäß §140 ff. SGB V) in Kooperation mit PHTS Telemedizin und der Taunus BKK.

## Zusammenfassung

Die vorgestellte telemedizinische Datenverarbeitung mit KADIS® und Bereitstellung der Auswertungsergebnisse mit TeleDIAB® können wesentlich zur praktischen Umsetzung der Behandlungsleitlinien in der ambulanten Routine und zur Unterstützung der Diabeteseinstellung beitragen. Die erforderlichen Daten werden durch den Einsatz eines 72-Stunden-Glukose-Monitorings mit Sensor und einer einfach zu bewerkstellenden Dokumentation von Therapie- und Selbstkontrolldaten durch den Patienten unter ambulanten Alltagsbedingungen erhoben. Erstmalig werden Blutzucker-, Therapie- und Selbstkontrolldaten in einer Weise ausgewertet und in Beziehung gestellt, die eine komplexe Auswertung und Betrachtung kausaler Zusammenhänge anhand des persönlichen CTP ermöglicht. Damit werden dem behandelnden Arzt umfassende Auswertungsergebnisse zur aktuellen persönlichen Stoffwechselsituation seines Patienten zur Verfügung gestellt. Unter den Bedingungen der ambulanten Praxis kann damit Zeit eingespart und ein deutlicher Zugewinn bei der Umsetzung leitlinienorientierter Behandlungspfade durch die Einbeziehung von KADIS® erreicht werden.

## Kontakt

**Dr. rer. biol. hum. Lutz Vogt**  
**Diabetes ServiCe Center Karlsburg**  
**GmbH & Co. KG**  
**Greifswalder Str. 11e**  
**17495 Karlsburg**  
**Tel.: +49 (0) 3 83 55 / 6 84 38**  
**Fax.: +49 (0) 3 83 55 / 7 11 11**  
**lvogt@diabetes-service-center.de**