



# Gesundheitsökonomisches Modell zur Bewertung einer telemedizinisch gestützten Blutzuckereinstellung beim Diabetes mellitus

A. Bull, D. Klebingat

## 1 Problemstellung und Überblick

Die chronische Stoffwechselerkrankung Diabetes mellitus stellt nicht nur in Deutschland aufgrund der weiter steigenden Prävalenz sowohl beim Typ-I<sup>1</sup> als auch beim Typ-II-Diabetes<sup>2</sup> sowie der zunehmenden Lebenserwartung eine enorme ökonomische Herausforderung dar. Derzeit leben in der Bundesrepublik etwa fünf Millionen Diabetiker, von denen rund 90 % einen Typ-II-Diabetes aufweisen. In der CODE-2-Studie (Costs of Diabetes in Europe – Type 2)<sup>3</sup> wurden die durch den Typ-II-Diabetes verursachten gesamtwirtschaftlichen Kosten für das Jahr 1998 auf rund 31,4 Mrd. DM beziffert, wobei die Kostenträger (GKV/PKV) mit 61 % den größten Anteil trugen. Die Studie hat weiterhin deutlich gemacht, dass die Diabetes assoziierten Spätkomplikationen einen entscheidenden Einfluss auf die Kostenentwicklung haben. Im Vergleich zu einem komplikationsfreien Diabetespatienten fallen die Kosten für einen an mikro- und makrovaskulären Komplikationen leidenden Diabetiker um das 4,1fache höher aus.<sup>4</sup> In den großen Interventionsstudien UKPDS (United Kingdom Prospective Diabetes Study)<sup>5</sup> für den Typ-II-Diabetes und DCCT (Diabetes Control and Complication Trial)<sup>6</sup> für den Typ-I-Diabetes wurde nachgewiesen, dass ein kausaler Zusammenhang zwischen der Güte der Stoffwechseleinstellung und der Manifestation und Progression Diabetes assoziierter Folgekomplikationen besteht. Die Verbesserung der Blutzuckereinstellung mit Hilfe der Telemedizin ist Gegenstand eines durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des InnoRegio-Vorhabens „DISCO – Diabetes Informations und Service Center Online“ geförderten Projekts zur Etablierung eines Dienstleistungsunter-

nehmens, welches dem behandelnden Arzt Leistungen zur Unterstützung der Therapie von Typ-I- und Typ-II-Diabetikern mit dem Ziel einer Verbesserung der Stoffwechseleinstellung anbietet. Die im folgenden dargestellten modelltheoretischen Überlegungen sind Grundlage für die gesundheitsökonomische Evaluation eines solchen telematikbasierten Dienstleistungsangebots. Das auf der Investitionstheorie basierende Modell betrachtet die drei potentiellen Nutzergruppen Diabetespatient, Arzt und Krankenkasse einer solchen Dienstleistung und deren monetären und nicht-monetären Nutzengrößen. Die Identifikation der Nutzengrößen dient letztlich der Bestimmung von Nutzen adäquaten Grenzpreisen (Grenzbeiträge), die zur Finanzierung der Leistung durch den jeweiligen Nutzer maximal bezahlt werden könnten.

## 2 Allgemeine Informationen zum Diabetes mellitus und zu Diabetes assoziierten Spätkomplikationen

Beim Diabetes mellitus handelt es sich um eine Gruppe von Stoffwechselerkrankungen, die unabhängig von dem Diabetestyp durch eine Hyperglykämie aufgrund des Fehlens und/oder der mangelnden Wirksamkeit des Hormons Insulin charakterisiert ist.<sup>7</sup> Die zentrale Aufgabe im Rahmen der Diabetestherapie besteht in der Vermeidung von Akutkomplikationen (Hyper- und Hypoglykämie) sowie der Diabetes assoziierten Spätkomplikationen in Folge der chronischen Hyperglykämie.

Als Folge eines länger bestehenden Diabetes mellitus treten Gefäßerkrankungen in Form von Mikro- und Makroangiopathien auf.<sup>8</sup> Unter der diabetischen Mikroangiopathie versteht man diabetesspezifische Veränderungen der kleinen Blutgefäße, insbesondere der Kapillaren. Das Auftreten und die Ausprägung mikroangiopathischer Veränderungen werden vor allem durch die Diabetesdauer unabhängig von der Form des Diabetes und des Zeitpunktes seiner Manifestation sowie der Qualität der Stoffwechseleinstellung determiniert. Krankhafte Veränderungen von Blutgefäßen infolge der Diabeteserkrankung werden häufig zunächst an der Netzhaut (Retina) festgestellt. Im Rahmen der diabetischen Retinopathie kommt es zu einer Schädigung der Netzhautgefäße, welche die lichtempfindlichen Zellen mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgen. Bei Nichtbehandlung wird die Erkrankung über das Stadium der proliferativen Retinopathie und/oder das des diabetischen Makulaödems zu einer Beeinträchtigung des Sehvermögens bis hin zur Erblindung des Patienten führen. Die diabetische Nephropathie stellt eine weitere schwer wiegende mikroangiopathische Komplikation des Diabetes mellitus dar. Aufgrund des schleichenden meist durch den Patienten nicht wahrgenommenen Verlaufs der Erkrankung wird die Diagnose häufig erst zufällig im Rahmen von Laboruntersuchungen gestellt.<sup>9</sup> Ein erstes klinisches Zeichen für das Vorliegen einer diabetischen Nephropathie ist eine Mikroalbuminurie. Es kommt bei Nichtbehandlung

Autoren: A. Bull, D. Klebingat

Titel: Gesundheitsökonomisches Modell zur Bewertung einer telemedizinisch gestützten Blutzuckereinstellung beim Diabetes mellitus

In: Jäckel (Hrsg.) Telemedizinführer Deutschland, Ober-Mörlen, Ausgabe 2004

Seite: 80-86



der Mikroalbuminurie zu einer langsam fortschreitenden Zerstörung des Nierengewebes und damit zu einer zunehmenden Beeinträchtigung der Blutreinigungsfunktion. Die terminale Niereninsuffizienz stellt das Endstadium der Erkrankung dar und macht eine Nierenersatztherapie in Form einer Dialyse oder Nierentransplantation notwendig. In Deutschland wurden zum Stichtag 31.12.2001 57.188 Patienten mit Verfahren der chronischen Nierenersatztherapie infolge eines Nierenversagens versorgt.<sup>10</sup> Der Diabetes als Grunderkrankung für ein Nierenversagen gewinnt immer stärker an Bedeutung.<sup>11</sup> Bei 22 % der Patienten liegt als Ursache ein Diabetes (Typ-I-Diabetes 5 % (2.860); Typ-II-Diabetes 17 % (9.722)) vor.<sup>12</sup>

Rund 25 % der Gesamtkosten für die stationäre Behandlung von Diabetikern werden durch das diabetische Fußsyndrom verursacht.<sup>13</sup> Die Amputation stellt das Endstadium der Erkrankung dar. Für 85 % dieser Amputationen sind Fußulzera an den unteren Extremitäten verantwortlich, die bei 15 % der Diabetiker im Laufe ihrer Diabeteserkrankung auftreten.<sup>14</sup> Jährlich werden ca. 28.000 Amputationen bei Diabetikern durchgeführt.<sup>15</sup> Das diabetische Fußsyndrom wird häufig begleitet von einer diabetischen Neuropathie, die zu einer Schädigung am Nervensystem führt. Dabei stellt sich die Symptomatik der diabetischen Neuropathie sehr vielfältig dar.<sup>16</sup>

Makroangiopathische Veränderungen schlagen sich insbesondere in dem Auf-

treten kardiovaskulärer Komplikationen nieder. So treten z.B. Herzinfarkte 3-4mal häufiger bei Diabetikern im Vergleich zu Nichtdiabetikern auf.<sup>17</sup>

Eine verbesserte Blutzuckereinstellung zielt auf die Vermeidung oder Verschiebung insbesondere der Finalstadien der Diabetes assoziierten Spät komplikationen ab. So konnte die DCCT-Studie<sup>18</sup> z.B. für die diabetische Retinopathie belegen, dass eine normoglykämische Blutzuckereinstellung das erstmalige Auftreten klinisch relevanter Veränderungen an der Retina um 76 %, die Verschlechterung bei bereits vorhandenen Zeichen einer Retinopathie um 54 % und den Übergang in das Stadium der proliferativen Retinopathie um 46 % senkt. Mithin konnten notwendige Laserbehandlungen in dem Betrachtungszeitraum um 49 % reduziert werden. Dieser Zusammenhang gilt in ähnlicher Weise auch für die Wahrscheinlichkeit der Manifestation und Progression der anderen diabetischen Spät komplikationen. Den Vorteilen einer Norm nahen Blutzuckereinstellung im Hinblick auf die Vermeidung oder Verschiebung Diabetes assoziierter Spät komplikationen stehen die Nachteile eines erhöhten Hypoglykämierisikos gegenüber, welche die Lebensqualität des Patienten erheblich beeinflussen können und dementsprechend im Rahmen einer gesundheitsökonomischen Evaluation Berücksichtigung finden müssen.

Das im folgenden vor zu stellende gesundheitsökonomische Modell trägt dem

projektbedingten starken Fokus auf die Qualität der glykämischen Einstellung Rechnung und vernachlässigt die Veränderung anderer Risikofaktoren. Dennoch sei darauf hingewiesen, dass die Therapie insbesondere des Typ-II-Diabetes nicht nur auf die Senkung des Blutzuckers beschränkt sein sollte. Vor allem kardiovaskuläre Ereignisse werden zusätzlich durch das Vorliegen einer Hypertonie, einer Hypercholesterinämie und einen übermäßigen Nikotinkonsum begünstigt.

### 3 Gesundheitsökonomisches Modell zur Bewertung einer telemedizinisch gestützten Blutzuckereinstellung beim Diabetes mellitus

#### 3.1 Ziele und Funktionsweise eines telematikbasierten Dienstleistungsunternehmens im Rahmen der Diabetestherapie

Den Ausgangspunkt für die modelltheoretischen Überlegungen bildet die Etablierung eines durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des InnoRegio-Vorhabens geförderten telematikbasierten Dienstleistungsunternehmens „DISCO – Diabetes Informations- und Service Center Online“, welches das medizinische Ziel einer Verbesserung der Blutzuckereinstellung mittels patientenindividueller evidenzbasierter Therapieempfehlungen an den behandelnden Arzt verfolgt. Mithin stellt die Senkung des Laborparameters HbA1c das medizinische Hauptzielkriterium dar. Die Abbildung 1 zeigt die Arbeitsweise des telemedizinischen Anbieters DCC (Diabetes Service Center) schematisch auf.

Das Dienstleistungsunternehmen ist mit Hilfe der Software KADIS<sup>®19</sup> in der Lage, das zu erwartende Blutzucker-tagesprofil eines Patienten auf Grundlage seiner individuellen Stoffwechselsituation in Abhängigkeit unterschiedlicher therapeutischer Maßnahmen und körperlicher Aktivitäten zu simulieren. Die aus der Simulation resultierenden Erkenntnisse gehen in Form einer Therapieempfehlung dem behandelnden Arzt zu.

Der einzelwirtschaftliche Erfolg eines solchen Dienstleistungsunternehmens wird wesentlich von drei Fragen abhängen:

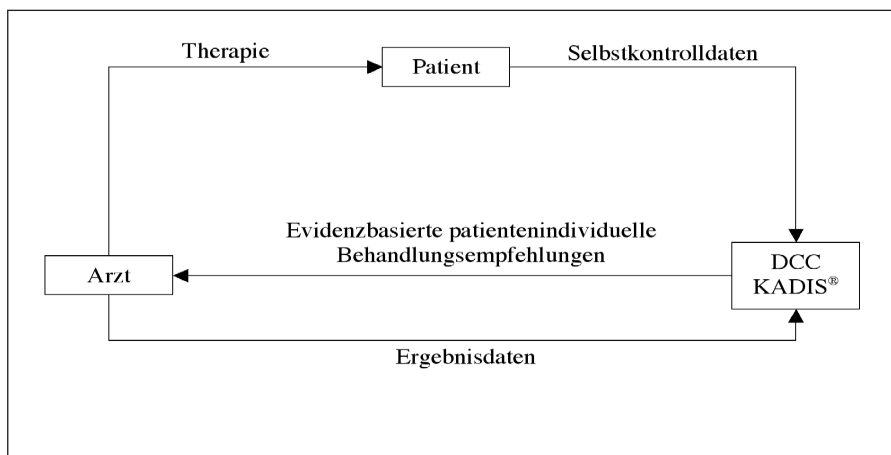


Abbildung 1: Arbeitsweise des telemedizinischen Dienstleistungsunternehmens im Rahmen der Therapie des Diabetes mellitus.



# Kompetenznetzwerke und integrierte Versorgung

1. Gelingt es dem Dienstleistungsunternehmen, die Qualität der Blutzuckereinstellung der betreuten Diabetiker signifikant zu verbessern?
2. Ist die Dienstleistung gesundheitsökonomisch vorteilhaft?
3. In welchem Umfang sind die potentiellen Nutzer bereit für diese Leistung zu zahlen?

Während die erste Frage im Rahmen einer medizinischen Evaluation der Dienstleistung erfolgt, dient das hier dargestellte Modell der gesundheitsökonomischen Bewertung der telemedizinischen Dienstleistung im Rahmen der Diabetes-therapie und einer darauf aufbauenden Konzeption eines Vergütungssystems. Die gesundheitsökonomische Vorteilhaftigkeit des Leistungsangebots wird maßgeblich durch die bewirkte Verbesserung der Blutzuckereinstellung determiniert. Mithin geht der  $HbA_{1c}$ -Wert als entscheidender medizinischer Parameter in das theoretische Modell ein, da sich die Aktivitäten des Servicecenters auf die glykämische Kontrolle konzentrieren. Zudem werden verschiedene demographische Parameter im Rahmen der gesundheitsökonomischen Evaluation berücksichtigt.

## 3.2 Struktur des gesundheitsökonomischen Modells

### 3.2.1 Der Dienstleistungsanbieter

Bei dem betrachteten gewinnorientierten Dienstleistungsunternehmen handelt es sich um einen telemedizinischen Anbieter mit geographischem Sitz im Institut für Diabetes in Karlsburg/Mecklenburg-Vorpommern. Die durch die Unternehmung angebotene Dienstleistung besteht in einer Verbesserung der Blutzuckereinstellung von Diabetespatienten durch entsprechende evidenzbasierte patientenindividuelle Therapieempfehlungen an den behandelnden Arzt auf Grundlage der bereits erwähnten Diabetessoftware KADIS®.

Aus investitionstheoretischer Sicht arbeitet das Dienstleistungsunternehmen ökonomisch vorteilhaft, wenn es gelingt, einen positiven Gesamtkapitalwert zu erwirtschaften. Mit Hilfe eines entsprechenden Partialmodells für die Gesamtunternehmung soll zunächst die Frage geklärt

werden, welche Einzahlungsüberschüsse das Unternehmen hierfür erwirtschaften muß. Auf der Auszahlungsseite stehen die mit dem Aufbau des Unternehmens verbundenen Investitionsauszahlungen für die F&E der Software KADIS®, die Telematikplattform und Entwicklungsausgaben zur Gewährleistung der Datensicherheit sowie der Implementierung des Systems in Form von Schulungen des Personals und Sicherstellung der technischen Ausstattung. Durch den laufenden Geschäftsbetrieb fallen beispielsweise Auszahlungen für Personal, Miete, Lizenzen und Steuern an. Formal stellt sich der Zusammenhang wie folgt dar:

$$K_0^{DCC} = -a_0^{DCC} + \sum_{t=1}^T \frac{e_t^{DCC} - a_t^{DCC}}{\prod_{\tau=0}^{t-1} (1 + i_{\tau;\tau+1})} \geq 0$$

mit

$$K_0^{DCC} = \text{Gesamtkapitalwert}$$

$$a_0^{DCC} = \text{Investitionsauszahlungen}$$

$$a_t^{DCC} = \text{Auszahlungen der Periode } t$$

$$e_t^{DCC} = \text{Einzahlungen der Periode } t$$

$$i = \text{Kalkulationszinssatz}$$

Ziel des DCC muss es sein, innerhalb des Planungszeitraums (T) einen positiven Kapitalwert zu erwirtschaften, d.h. die Summe der abgezinsten Zahlungsüberschüsse muss größer sein als die Investitionsauszahlung ( $a_0$ ). Unter der Annahme einer flachen Zinsstruktur und konstanter laufender Auszahlungen kann die Kapitalwertermittlung mit Hilfe des Rentenbarwertfaktors vereinfacht und ein konstanter Einzahlungsbeitrag ( $\bar{e}_t^{DCC}$ ) bestimmt werden, der mindestens pro Periode zur Erwirtschaftung eines nicht-negativen Kapitalwertes erzielt werden muß.

$$K_0^{DCC} = -a_0^{DCC} + \frac{(1+i)^T - 1}{i \cdot (1+i)^T} \cdot (\bar{e}_t^{DCC} - \bar{a}_t^{DCC}) \geq 0$$

$$\bar{e}_t^{DCC} \geq a_0^{DCC} \cdot \frac{i \cdot (1+i)^T - 1}{(1+i)^T - 1} + \bar{a}_t^{DCC}$$

Aus den Größen Investitionsauszahlung, laufende Auszahlungen, Planungs-

horizont und Kalkulationszinssatz ist es so möglich, die Auszahlungen zu uniformieren und einen jährlichen Auszahlungsbetrag zu ermitteln. Die konstanten periodischen Einzahlungen des DCCs, die durch die potentiellen Nutzer in Form von Gebühren oder Beiträgen an das Dienstleistungsunternehmen zu entrichten sind, müssen zumindest diesem Umfang entsprechen. Im folgenden wird auf diese potentiellen Nutzer eingegangen.

### 3.2.2 Die Nutzergruppen

#### 3.2.2.1 Überblick

Es lassen sich drei potentielle Nutzergruppen für die von dem DCC angebotene Dienstleistung identifizieren. Die Leistung wendet sich in Form von Therapieempfehlungen direkt an die medizinischen Leistungserbringer. Im Mittelpunkt der weiteren Betrachtung stehen insbesondere die „niedergelassenen Ärzte“ aufgrund ihrer herausragenden Bedeutung in der Versorgung von Diabetespatienten im Hinblick auf die Vermeidung von diabetesassoziierten Spätkomplikationen. Die zweite Gruppe bilden die „Patienten“ als unmittelbare Inanspruchnehmer einer telemedizinisch gestützten Leistung. Als dritte Gruppe werden die Nutzen der „Kostenträger“ im Gesundheitswesen erfasst.

Unter der Annahme rationalen Verhaltens werden die Akteure für die Dienstleistung nur einen dem Nutzen entsprechenden Beitrag an das DCC zahlen. Abbildung 2 verdeutlicht den Zusammenhang zwischen dem Dienstleistungsunternehmen und den verschiedenen Nutzergruppen graphisch.

#### 3.2.2.2 Niedergelassene Ärzte

Die niedergelassenen Ärzte stellen die erste Gruppe der potentiellen Nutzer und damit Beitragszahler für das DCC dar. Vereinfacht ausgedrückt, erhalten sie eine Dienstleistung durch das DCC, welche einen monetären und nichtmonetären Nutzen stiftet. Hierfür könnten sie einen bestimmten jährlichen Betrag  $b_t^{nA}$  entrichten, der gleichzeitig einen Bestandteil der Einzahlungen  $e_t^{DCC}$  des Dienstleisters bildet. Die maximale Höhe dieses Beitrages richtet sich nach dem Dienstleistungsangebot des DCC und den

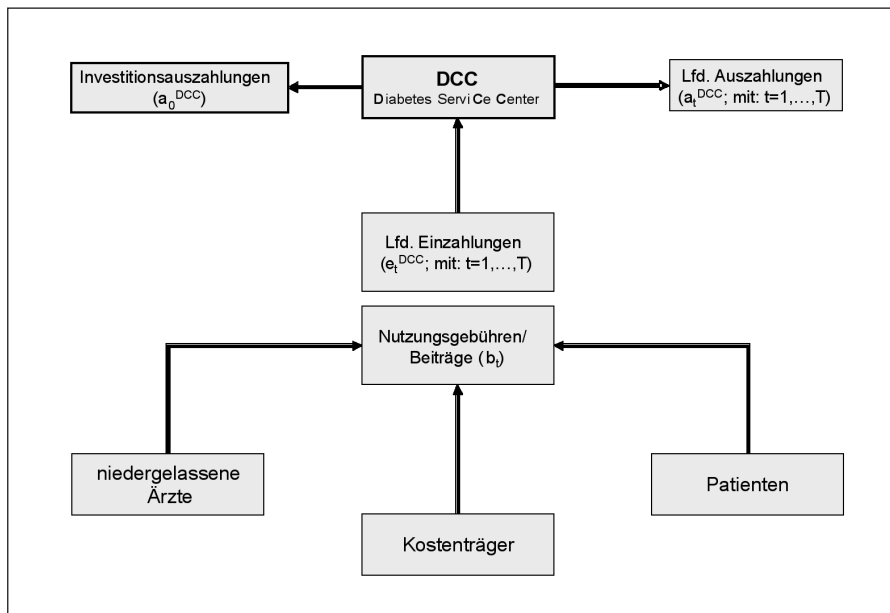
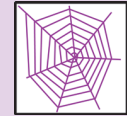


Abbildung 2: Zusammenhang Dienstleistungsunternehmen und Nutzergruppen.

daraus resultierenden Nutzenzuwachsen. Das Dienstleistungsangebot besteht in der Bereitstellung einer Informationsplattform für Ärzte, wodurch diese folgende Informationen erhalten: KADIS® I und II – Empfehlungen, neueste leitlinienbasierte Behandlungsempfehlungen, allgemeine Patienteninformationen und Informationen zu neuen Behandlungsformen. Mögliche Nutzenzuwächse und/oder Kosteneinsparungen resultieren für die niedergelassenen Ärzte in erster Linie aus der einfacheren Kommunikation, einer ständig vorhandenen aktuellen Informationsbasis, der Risikoreduktion durch evidenzbasierte Therapieempfehlungen und nicht zuletzt aus einer stärkeren Patientenbindung durch Erhöhung der Ergebnisqualität.

Formal werden die Auswirkungen des DCC auf die niedergelassenen Ärzte wie folgt erfasst:

$$U_t^{nA, monetär} = \Delta e_t^{nA} = e_t^{nA, mitDCC} - e_t^{nA, ohneDCC}$$

Der monetäre Nutzen für die niedergelassenen Ärzte ergibt sich somit aus der Differenz zwischen den Einzahlungen der Periode  $t$  mit Hilfe des DCC und denen ohne DCC, d.h. bei Beibehaltung des derzeitigen Standards. Zusätzlich werden Unterstützungen für den niedergelassenen Arzt, die nicht direkt zu finanziellen Effekten führen, wie beispielsweise ein Patienten bezogenes Gesundheitsmo-

nitoring, als nichtmonetärer Nutzen  $U_t^{nA, nicht monetär}$  erfasst. Erste Gespräche haben ergeben, dass diese Darstellungen nicht unmittelbar zu Zahlungsbereitschaften bei den niedergelassenen Ärzten führen werden. Es ist trotzdem notwendig, diese Informationen zu erfassen und zu Argumentationszwecken für das DCC gegenüber den niedergelassenen Ärzten ein zu setzen, da diese den reglementierenden Faktor für das gesamte Projekt bilden. Von der Anzahl der die Dienstleistungen des DCC in Anspruch nehmenden niedergelassenen Ärzte ( $I^{nA}$ ) und ihrer durchschnittlichen Anzahl an Diabetespatienten ( $ox^{nA}$ ) hängt es ab, wie viele Patienten insgesamt ( $x^{gesamt}$ ) in den Genuss dieser, die Therapie positiv beeinflussenden, Leistung kommen und damit als Multiplikator auftreten. Entsprechend werden sie als eben solcher in einer Nebenbedingung des gesundheitsökonomischen Modells erfasst.

$$x^{gesamt} = I^{nA} \cdot ox^{nA}$$

### 3.2.2.3 Kostenträger

Die Perspektive der Kostenträger (GKV/PKV) ist von besonderem Interesse, da davon aus zu gehen ist, dass sie in besonderem Maße von einer verbesserten Blutzuckereinstellung im Rahmen der Therapie des Diabetes mellitus profitieren dürften. Der Einfluss der Änderung der

Stoffwechseleinstellung auf die langfristigen medizinischen Effekte wird für einen Zeitraum von 10 Jahren prognostiziert und anschließend monetär bewertet. Die Prognose der Akut- und Spätkomplikationen in Abhängigkeit von der Blutzuckereinstellung, gemessen an dem Laborparameter HbA1c und deren zeitlicher Anfall, erfolgt mit Hilfe der Simulationssoftware DMM Version 3.0 der Firma IMOR (Institute of Medical Outcome Research).<sup>20</sup> Das Simulationsmodell beruht auf den wichtigsten klinischen und epidemiologischen Studien (DCCT<sup>21</sup>, UKPDS<sup>22</sup>) zum Diabetes mellitus.<sup>23</sup>

Der Kreislauf bestehend aus Dienstleistung, Nutzen und finanzieller Vergütung zwischen Kostenträgern und DCC wird in Abbildung 3 kurz dargestellt.

Zur Erfassung des monetären Nutzens der Kostenträger wurde ein modularer Aufbau mit drei Submodulen gewählt. In Modul I

$$\Delta a_t^{K,DT} = \sum_{j=1}^n \Delta a_{t,j}^{K,DT}$$

werden die Kosteneinsparungen oder möglicherweise auch Kostenerhöhungen im Bereich der allgemeinen Diabetestherapie erfasst, während im Modul II

$$\Delta a_t^{K,AK} = \sum_{i=1}^m \Delta a_{t,i}^{K,AK}$$

explizit die durch Akutkomplikationen bedingten Aus- und Einzahlungen erhoben werden. In beide Module fließen direkt Kostendaten ein, die studienbegleitend im Rahmen einer parallel durchgeführten medizinischen Evaluation der DCC-gestützten Versorgung von Diabetespatienten erhoben werden, d.h. es wird der Kostenvorteil direkt durch den Vergleich einer mit Unterstützung des DCC behandelten Gruppe gegenüber einer ohne DCC-Unterstützung behandelten Gruppe erfasst. Zudem erfolgt ein Vergleich der tatsächlichen Akutkomplikationen mit denen der durch die Simulationssoftware (DMM Version 3.0) prognostizierten Akutereignisse.

Das Modul III

$$\Delta a_t^{K,SK} = \sum_{k=1}^o \Delta a_{t,k}^{K,SK}$$



## Kompetenznetzwerke und integrierte Versorgung

erfasst die Auswirkungen einer DCC-gestützten Diabetes-therapie im Hinblick auf die Spät- komplikationen einer Diabetes- erkrankung. Das zeitliche Auseinanderfallen einer verbesserten Blutzuckereinstellung und der daraus resultierenden verhinder- ten oder zumindest nach hinten verlagerten Spät- komplikationen erfordert in diesem Modul eine komplexere Erfassung der zukünftig erwarteten Auszahlungs- änderungen. Formal erfolgt die Erfassung der Auszahlungen, zum einen bei einer DCC-gestützten Therapie und zum anderen bei traditioneller Therapie, in Form von Gegenwartswerten. Die Differenz wird mit Hilfe des Wiedergewinnungs- faktors auf den Betrachtungszeitraum als Kostenvorteil pro Periode umgelegt, d.h. der heterogene Zahlungsstrom wird zur besseren Betrachtung uniformiert.

$$\Delta a_{t,k}^{K,SK} = GW_{0,k}^{K,SK} \cdot \frac{(1+i)^T \cdot i}{(1+i)^T - 1}$$

mit :

$$GW_{0,k}^{K,SK} = \sum_{t=1}^T \frac{\Delta a_{t,k}^{K,SK}}{(1+i)^t}$$

Die jährlichen Eintrittswahrscheinlichkeiten der Spät- komplikationen, wie beispielsweise diabetische Retinopathie, werden in Abhängigkeit von der Verbesserung des HbA<sub>1c</sub>- Wertes und weiterer Faktoren mit Hilfe der bereits angesprochenen Simulationssoftware DMM Version 3.0 ermittelt. Zu den Ereignissen werden die entsprechenden Auszahlungen für Therapie und Verlaufskontrolle bestimmt und in das Modell aufgenommen. Durch diese Vorgehensweise ist es möglich, nicht nur die Verhinderung, sondern auch die zeitliche Verschiebung der entsprechen- den Auszahlungen investitionstheoretisch korrekt zu berücksichtigen.

Als Differenz aus Auszahlungen der Kostenträger mit Unterstützung des DCC und Auszahlung der Kostenträger ohne Unterstützung des DCC ergibt sich ein Betrag, der durch Uniformierung der Auszahlungen für Spät- komplikationen den jährlichen monetären Nutzen und damit den maximal zahlbaren Betrag  $b_t^{K,max}$  der Kostenträger für die Dienstleistung des DCC darstellt.

$$U_t^{K,monetär} = \Delta a_t^{K,DT} + \Delta a_t^{K,AK} + \Delta a_{t,uniformiert}^{K,SK} = b_t^{K,max}$$

Der monetäre Nutzen wird für alle an der Studie beteiligten Patienten ermittelt und dann durch deren Anzahl geteilt, so dass ein durchschnittlicher Wert pro Pati- ent ( $b_t^{K,max}/x^{gesamt}$ ) bestimmt wird.

### 3.2.2.4 Patienten

Für die Patienten kann das DCC als Informationsplattform und Ansprech- partner auftreten, dabei liefert es allge- meine Informationen zum Diabetes und ermöglicht indirekt über den Arzt eine individuelle Therapie durch KADIS®. Des weiteren ist es für den Patienten möglich, ein Online-Diabetestagebuch zu führen. Der Nutzen für diese Gruppe schlägt sich in der täglichen Einsparung von Mess- streifen, einer zeitlichen Verlagerung von Folgeerkrankungen durch den telemedizi- nisch geleiteten Umgang mit der Krank- heit Diabetes und deren Therapie sowie in höherer Therapiezufriedenheit und erhöhter Lebensqualität nieder. Die ma-ximale Zahlungsbereitschaft ( $b_t^{P,max}$ ) der Patienten ergibt sich wiederum aus den für ihn resultierenden monetären Nutzen. Dieser ergibt sich als Differenz zwischen den Auszahlungen des Patienten ohne und mit Unterstützung des DCC.

$$U_t^{P,monetär} = \Delta a_t^P = a_t^{P,ohne DCC} - a_t^{P,mit DCC} = b_t^{P,max}$$

Für die Messung des nichtmonetären Nutzens ( $U_t^P$  nicht monetär) werden zwei spezielle Fragebögen zu Therapiezufriedenheit und Lebensqualität eingesetzt.

### 3.2.3 Gegenüberstellung der Grenzpreise

Ergebnis der Datenerhebung und Auswertung ist die Gegenüberstellung der jeweiligen Entscheidungswerte (Grenz- preise) der beteiligten Akteure, DCC und Nutzergruppen für die Erbringung bzw. Nutzung der Dienstleistung.

Wenn die jährliche Mindesteinzah- lungsforderung des DCC ( $\bar{e}_t^{DCC}$ ) kleiner oder gleich dem maximal zahlbaren Betrag der Nutzergruppen

$$b_t^{max} = (b_t^{K,max}/x^{gesamt} + b_t^{P,max}) \cdot x^{gesamt}$$

ist, entsteht ein Verhandlungsspielraum, der es beiden Parteien erlaubt, sich auf einen Preis für die Dienstleistung zu

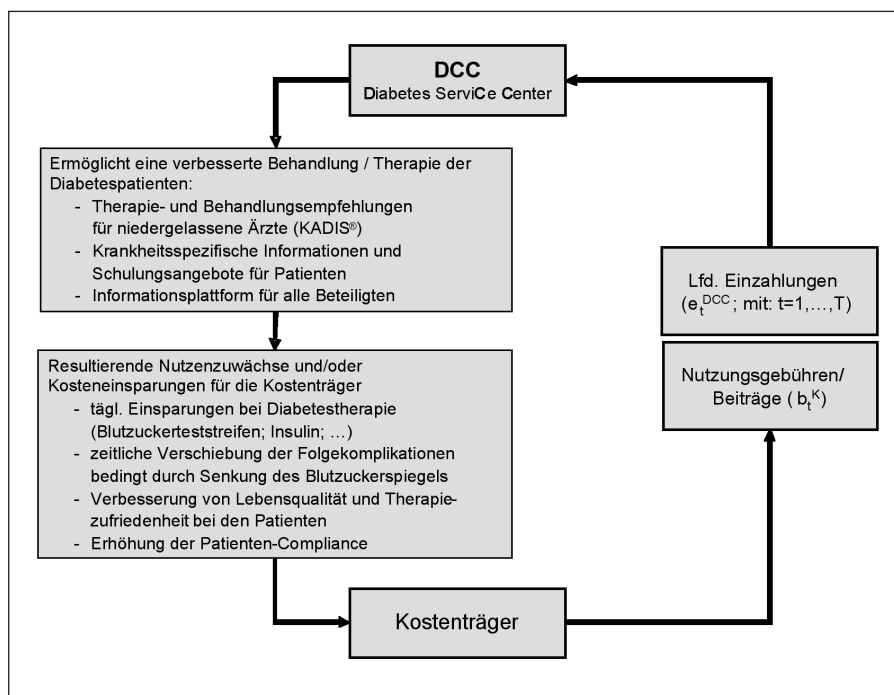


Abbildung 3: Kreislauf zwischen DCC und Kostenträgern im Gesundheitswesen

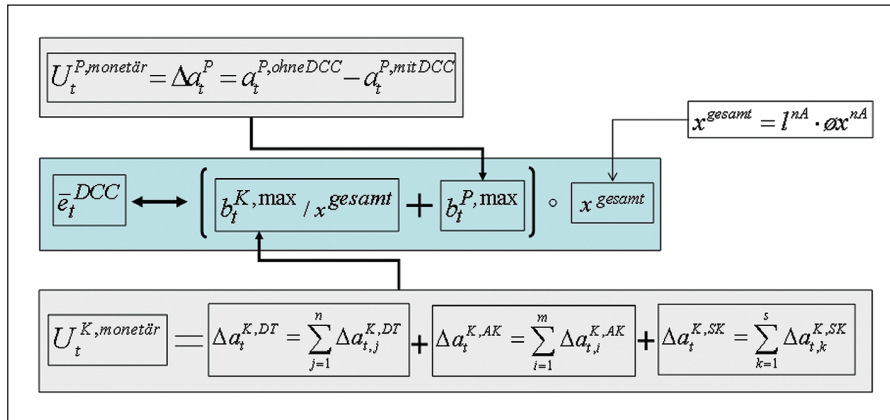


Abbildung 4: Gegenüberstellung der Grenzpreise.

einigen, der keine der beiden Parteien schlechter stellt.

$$\boxed{e_t^{DCC}} \leq \text{Preis für die Dienstleistung} \leq \boxed{b_t^{max}}$$

Ist die Mindesteinzahlungsforderung größer als der maximal zahlbare Betrag, so besteht für das DCC die Möglichkeit, entweder die Dienstleistungen zu verbessern und somit den monetären Nutzen bei den Empfängern zu erhöhen oder aber bei Beibehaltung des Status Quo seine Auszahlungen zu verringern.

## 4 Ausblick

Die hier vorgestellten modelltheoretischen Überlegungen dienen der gesundheitsökonomischen Bewertung einer auf die Verbesserung der Blutzuckereinstellung bei Diabetikern abzielenden telematikbasierten Dienstleistung, die in Form von softwaregestützten evidenzbasierten patientenindividuellen Behandlungsempfehlungen die Therapie durch den niedergelassenen Arzt unterstützen soll. Trotz des starken Fokus des Modells auf ein solches Dienstleistungsunternehmen, kann es durch relative einfache Anpassungen zur gesundheitsökonomischen Evaluation anderer auf die glykämische Kontrolle ausgerichteter Versorgungsregime herangezogen werden. Ein entsprechender Anpassungsbedarf ergibt sich lediglich im Hinblick auf die mit dem jeweiligen Versorgungskonzept verbundenen Investitionsauszahlungen und der veränderten Auszahlungen im Rahmen der Diabe-

testherapie sowie der durch das Konzept bewirkten Veränderung der Einstellungsqualität gemessen am Laborparameter HbA1c und der daraus resultierenden langfristigen medizinischen Effekte.

## Literatur

- 1 Dahmen, H.-G. (Das diabetische Fußsyndrom): Das diabetische Fußsyndrom und seine Risiken: Amputation, Behinderung, hohe Folgekosten, in: Gesundheitswesen; 59, 1997, S. 566 – 568.
- 2 EURODIAB ACE Study Group (Incidence of childhood diabetes in Europe), Variation and trends in incidence of childhood diabetes in Europe, in: Lancet 2000, 355, S. 873 – 876.
- 3 Frei, U./Schober-Halstenberg, H.-J. (Nierenersatztherapie in Deutschland): Nierenersatztherapie in Deutschland, Bericht über Dialysebehandlung und Nierentransplantation in Deutschland 2001, Quasi-Niere, 2000.
- 4 Girndt, J. (Nieren-, Herz- und Kreislaufschäden bei Diabetikern): Nieren- Herz- und Kreislaufschäden bei Diabetes mellitus – Unabwendbares Schicksal oder leichtfertiges Versäumnis?, Stuttgart, 1996.
- 5 Grabensee, B. (Methodenwahl der Nierenersatztherapie): Methodenwahl der Nierenersatztherapie, in: Ellipse 16 (4), 2000, S. 132 – 137.
- 6 Greiner, W. (Evaluation am Beispiel der Transplantationsmedizin) Ökonomische Evaluationen von Gesundheitsleistungen: Fragestellungen, Me-

thoden und Grenzen dargestellt am Beispiel der Transplantationsmedizin, Baden-Baden, 1999.

- 7 Hamm, H. (Diabetische Spätkomplikationen), Diabetische Spätkomplikationen, in: Lamprecht, K. (Hrsg.), Diabetes mellitus – eine Beobachtungsstudie in der Allgemeinmedizin, 1995, S. 52 – 64.
- 8 Hauner, H./Maxion-Bergemann, S./Müller, E./Schulz, M./Huppertz, E./Bergemann, R. (DMM - Diabetes mellitus Modell), DMP Diabetes mellitus: Simulation der Behandlungsergebnisse verschiedener Leitlinien, Ein neues Diabetes mellitus Modell (DMM), in: Dtsch Med Wochenschr, 2003; 128, S. 1167 - 1172.
- 9 Liebl, A./Neiß, A./Spannheimer, A./Reitberger, U./Wagner, T./Görtz, A. (CODE-2-Studie Deutschland), Kosten des Typ-2-Diabetes in Deutschland, Ergebnisse der CODE-2-Studie, in: Dtsch Med Wochenschr, 2001, 126, S. 585 – 589.
- 10 Nationale Versorgungsleitlinie Diabetes mellitus Typ 2 (Kurzfassung), Kurzfassung, Mai 2002, in: Der Internist; 8, 2002, S. M, 164 – M178.
- 11 Neu, A./Willasch, A./Ehehalt, S./Kehrer, M./Hub, R./Schwarze, C. P./Ranke, M. B. (Prävalenz des Diabetes mellitus im Kindesalter in Deutschland), Prävalenz und Altersverteilung des Diabetes mellitus im Kindesalter in Deutschland, in: Monatsschrift Kinderheilkunde, 2002, 150, S. 196 – 200.
- 12 Palitzsch, K.-D./Nusser, J./Arndt, A./Enger, I./Zietz, B./Hügl, S./Cuk, A./Schäffler, A./Büttner, R./Frick, E./Rath, H./Schölmerich, J. (Prävalenz des Diabetes in Deutschland), Die Prävalenz des Diabetes mellitus wird in Deutschland deutlich unterschätzt – eine bundesweite epidemiologische Studie auf der Basis einer HbA1c-Analyse, in: Diab Stoffw, 1999; 8, S. 189 – 200.
- 13 Schulze, J./Kunath, H./Müller, G. (Leitlinien Sachsen), Ärztliche Leitlinien Diabetes mellitus in Sachsen, in: ZaeFQ, 1998, 92, S. 503 – 507.
- 14 Schwegler, B./Böni, T./Furrer, J./Spinas, G. A./Lehmann, R. (Praktisches Management des diabetischen



## Kompetenznetzwerke und integrierte Versorgung

Fußes): Praktisches Management des diabetischen Fußes, in: Therapeutische Umschau, Bd. 59, Heft 8, 2002, S. 435-442.

- 15 The Diabetes Control and Complication Trial Research Group (DCCT), The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long term complications in insulin-dependent diabetes mellitus, in: N Engl J Med 1993; 329, S. 977-986.
  - 16 United Kingdom Prospective Diabetes Study Group (UKPDS 33), Intensive blood glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33), in: Lancet, 1998; 352, S. 837-853.
- ### Fußnoten
- 1 Vgl. Neu/Willasch/Eehalt/Kehrer/Hub/Schwarze/Ranke, Diabetes mellitus im Kindesalter in Deutschland (2002), S. 198f, EURODIAB ACE Study Group, Incidence of childhood diabetes in Europe (2000), S. 873ff.
  - 2 Vgl. Palitzsch/Nusser/Arndt et al., Prävalenz des Diabetes in Deutschland (1999), S. 189.
  - 3 Vgl. Liebl/Neiß/Spannheimer/Reitberger/Wagner/Görtz, CODE-2-Studie Deutschland (2001), S. 585-589.
  - 4 Vgl. Liebl/Neiß/Spannheimer/Reitberger/Wagner/Görtz, CODE-2-Studie Deutschland (2001), S. 588.
  - 5 United Kingdom Prospective Diabetes Study Group, UKPDS 33 (1998), S. 837-853.
  - 6 The Diabetes Control and Complication Trial Research Group, DCCT (1993), S. 977-986.
  - 7 Vgl. Nationale Versorgungsleitlinie Diabetes mellitus Typ 2, Kurzfassung (2002), S. M166.
  - 8 Vgl. Hamm, Diabetische Spätkomplikationen (1995), S. 52.
  - 9 Vgl. Greiner, Evaluation am Beispiel der Transplantationsmedizin (1999), S. 165.
  - 10 Vgl. Frei/Schober-Halstenberg, Nierenersatztherapie in Deutschland (2002), S. 9 und S. 17f.
  - 11 Vgl. Grabensee, Methodenwahl der Nierenersatztherapie (2000), S. 132; Frei et al., Nierenersatztherapie in Deutschland (2002), S. 35f.
  - 12 Vgl. Frei/Schober-Halstenberg, Nierenersatztherapie in Deutschland (2002), S. 35.
  - 13 Vgl. Dahmen, Das diabetische Fußsyndrom (1997), S. 566.
  - 14 Vgl. Schwegler/Böni/Furrer et al., Praktisches Management des diabetischen Fußes (2002), S. 435.
  - 15 Vgl. Dahmen, Das diabetische Fußsyndrom (1997), S. 567.
  - 16 Vgl. Girndt, Nieren-, Herz- und Kreislaufschäden bei Diabetikern (1996), S.194.
  - 17 Vgl. Schulze/Kunath/Müller, Leitlinien Sachsen (1998), S. 503.
  - 18 The Diabetes Control and Complication Trial Research Group, DCCT (1993), S. 977-986.
  - 19 Die Software KADIS® liegt derzeit für den Typ-I-Diabetes vor. Im Rahmen des durch das BMBF geförderten InnoRegio-Vorhabens DISCO erfolgt die Weiterentwicklung der Software für den Typ-II-Diabetes.
  - 20 Hauner/Maxion-Bergemann/Müller/Schulz/Huppertz/Bergemann, DMM – Diabetes mellitus Modell (2003), S. 1167-1172.
  - 21 The Diabetes Control and Complication Trial Research Group, DCCT (1993), S. 977-986.
  - 22 United Kingdom Prospective Diabetes Study Group, UKPDS 33 (1998), S. 837-853.
  - 23 Vgl. Hauner/Maxion-Bergemann/Müller/Schulz/Huppertz/Bergemann, DMM – Diabetes mellitus Modell (2003), S. 1168.