

1. Einleitung

Die Zahl der Diabetiker hat sich seit 1980 nahezu weltweit auf etwa 422 Millionen vervierfacht. Diabetes mellitus ist eine Krankheit, die mittlerweile überall auf der Welt und bei jeder Altersgruppe auftritt.

Um den Diabetes mellitus in den Griff zu bekommen, ist es notwendig als Erkrankter 4-6-mal am Tag den Blutzucker zu messen und bei jeder Einnahme von Kohlenhydraten Insulin zu spritzen. Gerade im Kindes- und Jugendalter lässt sich dies nicht leicht umsetzen. Erkrankte Kinder und Jugendliche können gerade in der Phase der Pubertät die nötige Eigeninitiative zum Blutzucker Messen nicht aufbringen. Darunter leiden sehr oft die Blutzuckerwerte und folglich werden Organe wie Niere, Leber oder die Augen beschädigt.

Auch Erwachsene haben oft einen strammen Zeitplan und im Alltag nicht immer die notwendige Zeit, dass Messgerät in die Hand zu nehmen, sich zu piksen und zu warten bis das Gerät den Blutzuckerwert ausgibt. Zudem müssen Werte zur Analyse dokumentiert werden und in sogenannte Tagebücher eingetragen werden. Zumal zur Messung immer eine bestimmte Hygiene beachtet werden muss. Somit ist das Messen an einem Tag, an dem ein Diabetiker einen längeren Zeitraum unterwegs ist, fast unmöglich.

Und auch in der Nacht, während der Schlafphase, entstehen Zeiträume von mehreren Stunden, in denen keine Blutzuckerwerte erfasst werden können.

Dies beeinträchtigt jeden Diabetiker in jeder Altersgruppe weltweit.

Diese Arbeit dient zur Konzipierung eines Systems zur Lösung dieser Probleme. Dabei wird auf die Domäne des Diabetes Mellitus und dessen aktuellen Markt eingegangen. Anhand dessen werden Alleinstellungsmerkmale und Anforderungen für ein potenzielles System entwickelt und erste Ziele des Systems definiert. Durch die Anwendungslogik und System-Architektur können erste Strukturen des Systems erläutert werden und Risiken im Entwicklungsprozesses erkannt werden. Zudem wird im Methodischen Rahmen entschieden, welches Vorgehensmodell sich für die Modellierung des Systems eignet.

2. Domänenrecherche

2.1 Domänenmodell

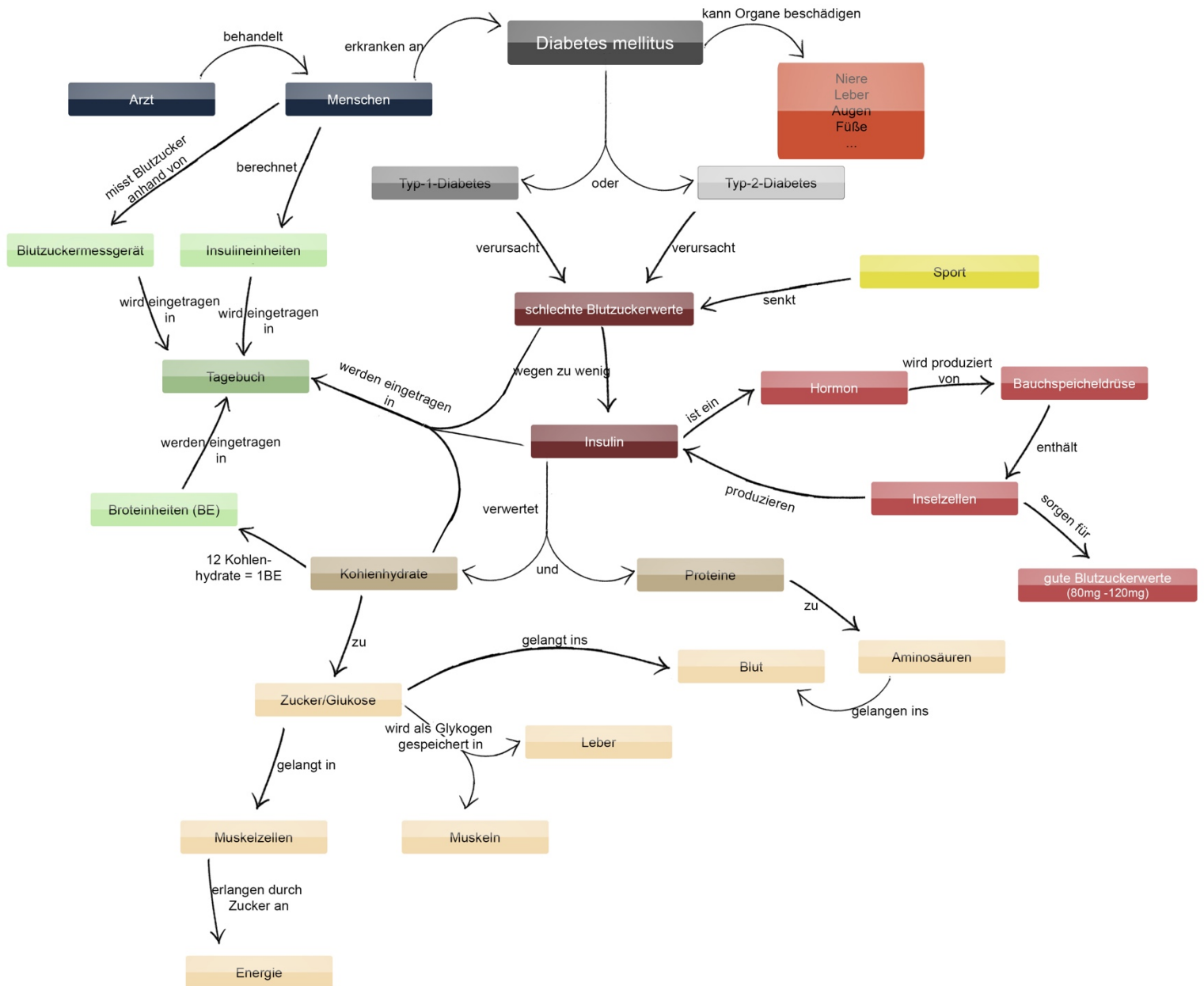


Abbildung 1: Domänenmodell

2.2 Domäne: Diabetes Mellitus – Begriffserklärung

Diabetes Mellitus	–	wörtlich übersetzt „honigsüßer Durchfluss“
Hyperglykämie	–	Zu viel Zucker im Blut
Hypoglykämie	–	Zu wenig Zucker im Blut
Keton	–	Abfallprodukt im Stoffwechsel aus der Fettverbrennung
Ketoacidose	–	Übersäuerung des Blutes durch die Anhäufung saurer Keton Körper
HbA1c-Wert	–	durchschnittlicher Blutzuckerwert der vergangenen Wochen
Pen	–	Insulinspritze, die aussieht, wie ein Kugelschreiber
Basalinsulin	–	Langzeitinsulin
Lipom	–	Verhärtung des Hautgewebes durch wiederholtes Stechen in die selbe Stelle
Einheit	–	ergeben sich aus Multiplikation von BEs und Insulinfaktor
BE	–	Broteinheit = 12g Kohlenhydrate
Insulinfaktor	–	Faktor, der mit BEs multipliziert wird, um die Einheiten zu berechnen
Korrekturfaktor	–	Faktor, um wieviel mg/dl der Blutzucker gesunken wird, wenn man eine Einheit Insulin spritzt
Basalrate	–	das Basalinsulin bei der Pumpentherapie
Bolus	–	das Kurzzeitinsulin bei der Pumpentherapie

2.3 Domäne: Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus bedeutet wörtlich übersetzt „honigsüßer Durchfluss“ und damit gemeint ist, viel süß schmeckender Urin. Bekannt ist die Stoffwechselerkrankung schon seit dem Altertum, jedoch waren jegliche Ursachen unbekannt und die Behandlung unmöglich. Erst 1922 bekam der erste Mensch Insulin gespritzt.

Bei der Diabetes mellitus wird die Aufnahme von Glukose aus dem Blut in die Körperzellen unterbunden, wodurch erhöhte Blutzuckerwerte entstehen. Ein guter Blutzuckerwert liegt im Bereich von 80 bis 120 Milligramm pro Deziliter. Der Körper speichert Zucker im Blut, Leber und Körperzellen. Nach der Essenaufnahme werden Kohlenhydrate in Glucose umgewandelt und dieses gelangt folglich in Blut und Leber. Die Leber bietet eine Zuckerspeicherung, die als Reserve dient und aufgebraucht wird, wenn die körperliche Bewegung und der Energieverbrauch des Körpers hoch ist. Insulin wird von Inselzellen in der Bauchspeicheldrüse produziert und sorgt dafür, dass der Zucker aus dem Blut und Leber in die Körper- und von dort in die Muskelzellen gelangt. Insulin dient metaphorisch als Schlüssel für die Muskelzellen, die das Schloss darstellen, sodass man von einem Schlüssel-Schloss-Prinzip reden kann. Neben den hohen Blutzuckerwerten kann ein Diabetiker auch zu niedrige Blutzuckerwerte haben. Dies wird durch Sport oder zu viel Insulin verursacht.

Eine Überzuckerung nennt man Hyperglykämie und bedeutet „zu viel Zucker im Blut“. Dies kann zur einer Ketoacidose, Übersäuerung des Blutes, führen.

Hyperglykämien sind immer ernst zunehmen und müssen konsequent behandelt werden. Kommt es tatsächlich zu einer Ketoacidose, in der Ketone in die Blutbahn und in den Urin gelangen, könnte man bei Nichtbehandlung ins Koma fallen oder sogar sterben.

Die Ketoacidose tritt meist bei Werten ab 200mg/dl über mehrere Stunden auf und ist die gefährlichste Akutkomplikation des Diabetes. Der Großteil der Todesfälle durch Diabetes ereignen sich durch Ketoacidosen und folglich Hirnödemen.

Das gefährlich bei einer Ketoacidose sind die Ketone in Blut und Urin. Bei Glucosemangel in Muskel- und Körperzellen wird Glukagon als Hunger-Signal der Zelle ausgeschüttet. Dieses Glukagon sorgt dafür, dass die Zuckerreserven aus der Leber in die Blutbahn gelangen und somit der Blutzucker steigt. Auch dieser Zucker gelangt nicht in die Körperzellen, sodass der Körper weiter Glucose in die Blutbahn befördern möchte. Die Fettreserven werden verbrannt, wodurch freie Fettsäuren entstehen und Ketonkörper als Abfallprodukt produziert werden. Ketone sorgen für eine Übersäuerung des Blutes und scheiden über die Atmung und den Urin aus. Zudem kommt es zu einer Austrocknung des Körpers, da dieser sich von Ketone durch Wasserlassen reinigen möchte. Folglich kann es durch austrocknen der Hirnzellen zur

Bewusstseinsschwäche und somit zum Koma kommen. In dieser Phase schwebt man in Lebensgefahr. Eine Überzuckerung wird durch die Einnahme von Insulin vermieden.

Bei einer Hypoglykämie hat man zu wenig Zucker im Blut. Dies tritt auf, wenn dem Körper zu viel Insulin zugeführt oder keine Kohlenhydrate über einen längeren Zeitraum aufgenommen wurden. Von einer Hypoglykämie oder Unterzuckerung spricht man, wenn der Blutzucker unter 80mg/dl liegt. Sinkt der Blutzuckerwert weiter gegen 0mg/dl, steigt die Gefahr der Bewusstlosigkeit. Diese sorgt für Muskelzuckungen und hält solange an, bis der Körper Adrenalin ausstößt. Adrenalin hat eine blutzuckererhöhende Wirkung. Um aus der Unterzuckerung zu gelangen, ist es notwendig schnelle Kohlenhydrate wie Traubenzucker oder Orangensaft zu sich zu nehmen.

Man unterscheidet im Wesentlichen zwischen zwei Arten des Diabetes mellitus: Typ 1 und Typ 2 Diabetes mellitus.

2.3.1 Diabetes Mellitus Typ 1

Der Typ-1-Diabetes tritt häufiger schon im Kindes- und Jungendalter auf und wird durch das Bilden von Abwehrzellen gegen seine eigenen insulinproduzierenden Zellen im Körper verursacht. Kommt es zu der Zerstörung dieser Zellen, besteht ein absoluter Insulinmangel und es kommt zu den typischen Symptomen. Denn dadurch, dass die Körperzellen keinen Zucker bzw. keine Energie erhalten, kommt es zu Schwächeerscheinungen, Müdigkeit, Konzentrationsschwäche, Gewichtsabnahme, Übelkeit, Erbrechen und Bauchschmerzen.

Der Zucker sammelt sich im Blut an und der überflüssige Blutzucker wird über den Urin ausgeschieden, wodurch der Körper sehr viel Wasser verliert. Dies führt dann zu vermehrtem Durst, häufigen Toilettengang, trockener Haut, Gewichtsabnahme und eingefallene Augen.

Diese Art des Diabetes ist chronisch, da die Inselzellen in der Bauchspeicheldrüse sich nicht von ihrer Zerstörung erholen können und somit der Körper nie wieder eigenes Insulin produzieren kann.

Stellt man sich das oben beschriebene Schlüssel-Schloss-Prinzip vor, produziert der Körper eines Typ-1-Diabetikers kein Insulin, also Schlüssel, um den Zucker aus dem Blut in die Muskelzellen oder Schloss zu transportieren.

Insulin kann lediglich durch Infusion eingenommen werden. Es gibt verschiedene Therapie-Möglichkeiten für den Typ-1-Diabetiker.

2.3.2 Diabetes Mellitus Typ 2

Der Typ-2-Diabetes tritt meistens erst später im Leben auf und entsteht meist in Verbindung mit Übergewicht und Bewegungsmangel. Anders als bei dem Typ-1-Diabetes produziert der Körper bei dem Typ-2-Diabetes noch eigenes Insulin. Hier sind Schlüssel und Schloss zwar vorhanden, jedoch sind die Schlösser(Körperzellen) so verrostet, dass die Schlüssel (Insulin) nicht in diese hineinpassen. Denn die Körperzelle, die das Insulin zu Aufnahme des Zuckers aus dem Blut benötigen, bilden durch die schlechte Ernährung und die wenige Bewegung eine Insulinresistenz, sodass der Zucker von den Körperzellen nicht aufgenommen werden kann. Folglich führt dies, wie auch bei dem Typ-1-Diabetes zu einem erhöhten Blutzuckerspiegel. Den Typ-2-Diabetes kann man anfänglich noch mit Diät und Tabletten behandeln. Dauert die Erkrankung jedoch mehrere Jahre an, muss auch der Typ 2 Diabetiker Insulin spritzen.

Die Therapie eines jeden Diabetikers lässt sich aus vier Aspekten zusammenfassen: Insulintherapie, gesunde Ernährung, Bewegung und Selbstkontrolle.

2.4 Domäne: Insulin

Insulin ist ein Hormon, dass von den Inselzellen in der Bauchspeicheldrüse produziert wird. Insulin transportiert Glucose aus Blut und Leber in die Körperzellen. Diese Körperzellen wandeln die Glucose in Energie für die Muskelzellen um.

Da die Inselzellen bei Typ-1-Diabetikern und die Körperzellen beim Typ-2-Diabetiker gestört sind, muss ein Diabetiker sich das Insulin selber spritzen. Dies führt beim Typ-1-Diabetes zu einer normalen Verwertung des Zuckers durch das Insulin. Beim Typ-2-Diabetes ermöglicht das selbstgespritzte Insulin eine höhere Wahrscheinlichkeit der Aufnahme von Zucker in den insulinresistenten Körperzellen. Denn je mehr Insulin dem Körper zugefügt wird, desto besser und länger wirkt es.

Bei der Nutzung des Insulins unterscheidet man zwischen zwei Arten. Es gibt einmal das Langzeit- und das Kurzzeitinsulin.

Das Langzeitinsulin nennt man auch Basalinsulin und wirkt zehn bis zwanzig Stunden lang. Es dient zu Blutzuckerverarbeitung im nüchternen Zustand und wird permanent benötigt.

Das Kurzzeitinsulin dient zu Verwertung des Zuckers, dass durch die Nahrung in Form von Kohlenhydrate aufgenommen wird. Dieses Insulin spritzt man sich bei jeder Kohlenhydrataufnahme und wirkt vier bis sechs Stunden.

Das Basalinsulin wird meist ein- bis dreimal am Tag in den Oberschenkel gespritzt. Das Kurzzeitinsulin wird in den Bauch gespritzt.

Je mehr Insulin in den Körper gespritzt wird, desto besser und länger wirkt es. [*„Insulin: Das Diabetes-Hormon“*, Simon Kratzer, <https://www.diabetes-ratgeber.net/Insulin>, Letzter Aufruf: 19.10.18]

Das Spritzen in den Bauch hat einen schnellen, das Spritzen in den Oberschenkel hat einen langsamen Wirkeintritt.

2.5 Domäne: Einstellung des Insulinbedarf - Die Therapieformen

Der Insulinbedarf ist von Diabetiker zu Diabetiker unterschiedlich und sehr individuell. Es gibt drei verschiedene Insulin-Therapieformen und nicht jeder Diabetiker kommt mit jeder Therapieform zurecht.

2.5.1 Konventionelle Therapie (CT)

Die konventionelle Therapie ist eine Therapie, bei der die Insulindosis für den gesamten Tag anhand des ersten Blutzuckerwertes des Tages festgelegt wird. Dabei wird Kurzzeit- und Basalinsulin nur morgens für den ganzen Tag gespritzt. Vorteil dieser Therapie ist zum einen die einfach abzulesende Dosierung und zum anderen werden nur wenig hohe intellektuelle Fähigkeiten benötigt. Nachteile sind jedoch, dass der Spritzplan sehr unflexibel ist und es meist feste Essenszeiten benötigt werden. Zudem besteht ein sehr hohes Risiko für Hypoglykämien, wenn eine Mahlzeit weniger Kohlenhydrat lästiger ist.

Diese Insulin-Therapie ist sehr gut geeignet für Diabetiker, die einen festgeplanten und starren Tagesplan mit festen Mahlzeiten, besitzen.

2.5.2 Intensivierte Therapie (ICT)

Bei der intensivierten Therapie werden Kurzzeit- und Basalinsulin getrennt. Hierbei arbeitet der Diabetiker mit BEs und Korrekturfaktoren. Das Basalinsulin wird meistens dreimal am Tag gespritzt, das Kurzzeitinsulin bei jeder Mahlzeit. Während das Basalinsulin eine feste Dosis ist, die in bestimmten Abständen zwischen den Spritzzeiten gespritzt wird, wird die Menge des Kurzzeitinsulins anhand der Kohlenhydrate der Nahrung in sogenannte Einheiten berechnet. Die Berechnung beinhaltet BEs und Insulinfaktoren. Die BEs oder Broteinheiten entstehen durch die Kohlenhydrate. Zwölf Kohlenhydrate sind eine BE. Um die Einheiten zu erhalten, multipliziert man die BEs der Mahlzeit mit dem Insulinfaktor. Der Insulinfaktor ist bei jedem Diabetiker individuell und wird durch ärztliche Untersuchungen bestimmt.

Ist ein Blutzucker zu hoch, kann dieser durch das Kurzzeitinsulin korrigiert werden. Hierzu benötigt man Korrekturfaktoren, welche ebenfalls bei jedem Diabetiker individuell sind. Korrekturfaktoren beschreiben die Menge an mg/dl Zucker, um die sich der Blutzucker beim Spritzen einer Einheit Insulin reduziert. Eine Korrektur kann man vier Stunden nach der letzten Mahlzeit vornehmen und die benötigten Einheiten errechnet man aus dem aktuellen Blutzucker subtrahiert von dem Ziel-Blutzuckerwert und das Ergebnis davon dividiert mit dem Korrekturfaktor. Bei einem Wert von 300mg/dl und einem Korrekturfaktor von 50mg/dl pro Einheit, müsste man bei einem Ziel-Blutzuckerwert von 100mg/dl vier Einheiten Insulin spritzen:

$$\frac{(300\text{mg/dl} - 100\text{mg/dl})}{50} = 4$$

Vorteile bei dieser Therapieform ist die große Flexibilität in Größe und Zeitpunkt der Mahlzeiten, bessere Werte durch die Ermöglichung der Korrektur und Anpassung der Therapie an die aktuellen Lebensumstände des Diabetikers.

Nachteile sind zum einen die häufigen Injektionen, die Lipome und somit schlechtere Insulinwirkung verursachen können und zu anderen sind gute Rechenkenntnisse erforderlich.

2.5.3 Kontinuierliche subkutane Insulininjektion (CSII)

Hierbei handelt es sich um eine Therapie mit einer elektrischen Pumpe. Diese Pumpe gibt kontinuierlich über 24 Stunden eine programmierte Basalrate ab und ersetzt so das Basalinsulin. Das Kurzzeitinsulin wird durch den Bolus ersetzt, der manuell abgerufen wird.

Die Pumpe ist permanent durch eine Insulininjektion am Bauch angeschlossen. Diese Injektionsstelle und der Katheter werden alle zwei Tage gewechselt.

Hier hat der Diabetiker die größte Flexibilität und das Setzen der Infusion ermöglicht ein Piksen alle zwei Tage.

Jedoch auch bei der Pumpentherapie ist eine gute Rechenkenntnis notwendig. Zudem besteht eine Abhängigkeit von der Technik, welche ein Fremdkörper zugleich darstellt. Dies ist auch die teuerste der drei Therapieformen.

Neben der Insulintherapie ist auch die Messung des Blutzuckers ein wichtiger Aspekt der Diabetes. Ein Diabetiker sollte vier bis sechs Blutzuckermessungen am Tag vornehmen. Hierzu benötigt man ein Tropfen des Blutes. Dieser wird meist aus den Fingerkuppen genommen. Dazu piekst man sich in die Finger und bringt den Tropfen Blut auf einen Teststreifen, der in wenigen Sekunden von einem Messgerät ausgewertet wird.

Um nun seine Blutzuckerwerte bestmöglich analysieren zu können, trägt man die Blutzuckerwerte mit Uhrzeit, BE-Einnahmen, Sportaktivitäten, Insulindosis und Korrekturen in einem sogenannten Diabetes-Tagebuch.

2.6 Domäne: Ernährung

2.7 Domäne: Diabetische Begleit- und Folgeerkrankungen

Ein schlecht eingestellter Diabetes kann Schäden an den kleinen und großen Blutgefäßen im Körper machen. Über diese Gefäßschädigungen kann es zu verschiedenen Krankheitsbildern kommen, die als Diabetische Folgeerkrankungen bezeichnet werden.

2.7.1 Mikroangiopathie

Mit Mikroangiopathie sind die Schäden an den kleinsten Blutgefäßen im Körper gemeint.

Retinopathie

Die Retinopathie ist die Schädigung der Blutgefäße in der Netzhaut des Auges. Bei diesen Schäden kann es zu Einblutungen oder zur Bildung neuer nicht funktionstüchtiger Gefäße kommen. Dies führt zu einer Beeinträchtigung der Sehkraft.

Nephropathie

Bei der Nephropathie geht es um die Schädigung der Blutgefäße in der Niere. Diese Blutgefäße können durch die Säure in Blut und Urin bei einer Überzuckerung beschädigt werden. Denn die Niere ist für die Reinigung des Blutes und des Urins zuständig. Sind die Gefäße beschädigt, kann die Niere nicht mehr alle benötigten Stoffe aus dem Urin herausfiltern, sodass es zum Ausscheiden von wichtigen Nährstoffen kommen kann.

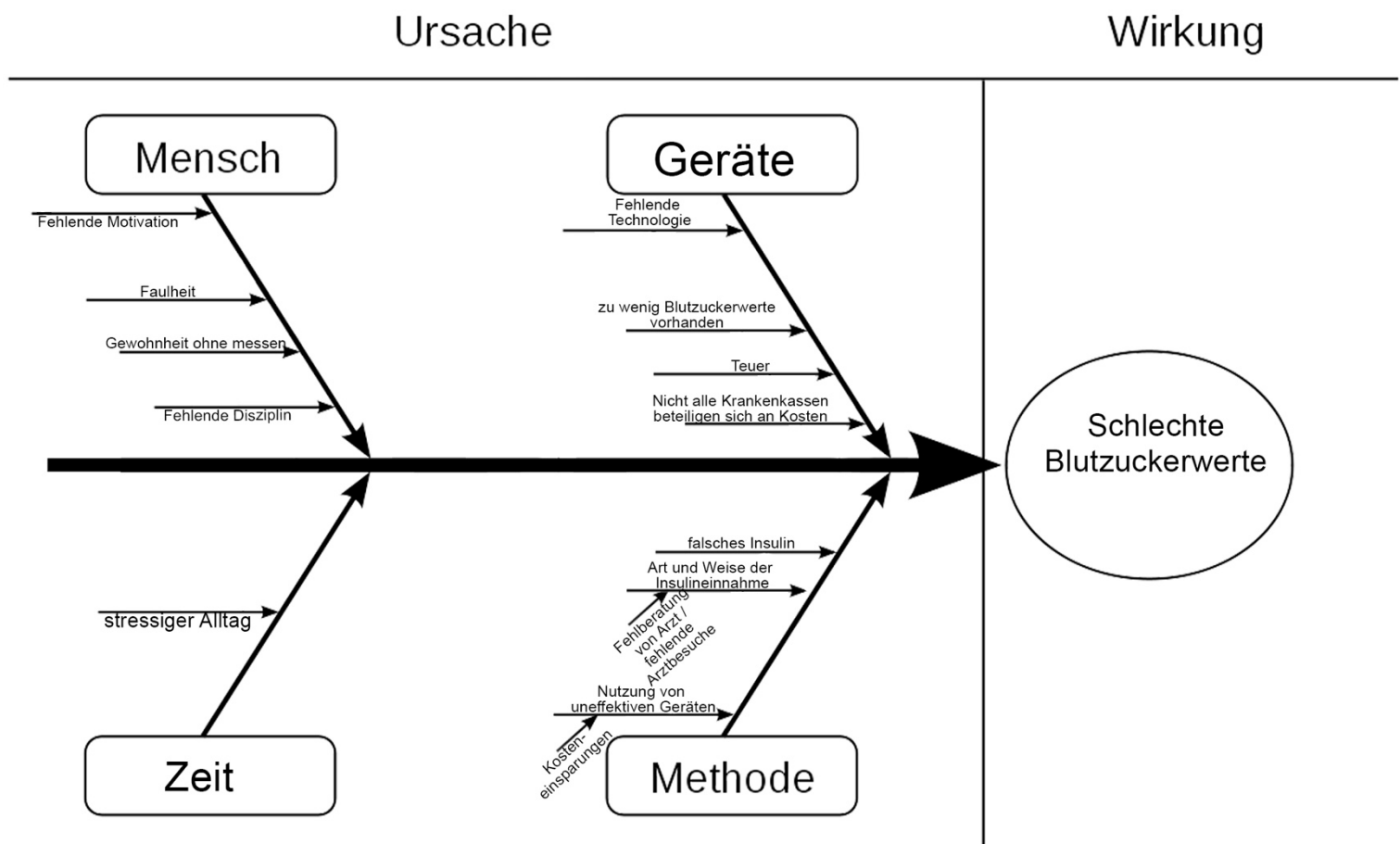
Neuropathie

Bei einer Neuropathie sind nicht nur die Blutgefäße, sondern auch die Nervenfasern im Körper betroffen. Auch diese können beschädigt werden. Bei einer Beschädigung der Nerven, trifft es immer zu erst die längsten Nervenbahnen. Dies führt zu Missempfindungen in den Gliedmaßen, Hautproblemen, Wunden die schwer zu heilen sind oder Magenentleerungsstörungen.

2.7.2 Makroangiopathie

Bei der Makroangiopathie spricht man von den Schäden an den großen Blutgefäßen, die die wichtigen Organe des Körpers mit Sauerstoff versorgen. Diese Gefäße können durch viele Einflussfaktoren, wie unter anderem Übergewicht, Rauchen, Bewegungsmangel und schlechte Ernährung, geschädigt werden. Diabetes ist ein weiterer Risikofaktor, der die Gefahr solcher Schäden erhöht. Im schlimmsten Fall kann es zu Schäden an Herz, Hirn und der Durchblutung kommen.

2.8 Ursachen-/Wirkungsdiagramm



3. Zielsetzung

Ziel ist es, ein System zu entwickeln, dass den Blutzucker eines Diabetikers kontinuierlich und permanent misst. Dabei soll dieser die Messungen nicht selber vornehmen. Das System nimmt Dokumentation und Analyse der Blutzuckerwerte vor und soll dem Nutzer eine höhere Anzahl an Blutzuckerwerten in dem Bereich von 80-120 mg/dl verschaffen. Das System soll den Nutzer über Werte außerhalb des Bereiches informieren, Änderungsvorschläge bereitstellen und vor Werten außerhalb des Bereiches warnen.

Zudem soll das System dem Nutzer anhand von individuellen Daten berechnen, wann Insulin gespritzt werden soll und wieviel gespritzt werden soll.

Das System soll einen BE-Rechner enthalten und dem Nutzer über häufige Über- oder Unterzuckerungen an gleichen Tageszeiten über mehrere Tage informieren.

4. Verteilte Anwendungslogik

Das System besteht aus Client und Server. Der Client ist die Schnittstelle zwischen Nutzer und System. Der Server ist in Dienstnutzer und Dienstgeber aufgeteilt. Der Dienstnutzer kommuniziert mit einem Sensor, der regelmäßig in bestimmten Zeitabständen Blutzuckerwerte liefert. Der Dienstnutzer weist den erhaltenen Daten weitere Informationen zur Uhrzeit, zur Mahlzeit, zum aktuellen Trend usw. zu und leitet sie an den Dienstgeber weiter. Dieser speichert die Daten in eine Datenbank und enthält Berechnungen, durch die entschieden wird, welche Meldungen dem Nutzer angezeigt werden.

Diese Meldungen werden an den Dienstnutzer gesendet, welcher mit dem Client kommuniziert. Über dem Client werden dem Nutzer die Meldungen und Daten zu den Blutzuckerwerten angezeigt.

5. Wirtschaftliche und gesellschaftliche Relevanz

6. Marktrecherche

Auf dem Markt werden sind viele Systeme mit Teilfunktionen zur Lösung des Nutzungsproblems angeboten. Diese werden im folgenden Kapitel erläutert, dessen Nach- und Vorteile aufgelistet und abschließend ein Fazit gebildet.

6.2 Dexcom G6 Real Time CGM-System

Dexcom ermöglicht mit ihrem System eine kontinuierliche Blutzuckerüberwachung in Echtzeit. Dabei verwendet Dexcom keine Blutmessungen durch Blutropfen, sondern Gewebeblutmessungen. Diese Gewebeblutmessungen werden durch Sensoren, welche bis zu 10 Tage getragen werden können, ermöglicht. Der Sensor enthält einen Transmitter, welcher einen Speicher, einen Akku und eine Bluetooth-Schnittstelle enthält, sodass eine Verbindung mit dem Smartphone möglich ist. Die Applikation erfasst die Daten und stellt sie in einem Graphen-Diagramm dar. Das System meldet dem Nutzer Unter- und Überzuckerungen und zeigt ihm den Trend des Blutzuckerspiegels in den letzten Stunden an. Zudem informiert die Applikation den Nutzer rechtzeitig vor Unterzuckerungen. Dexcom ermöglicht seine Daten zu teilen und so ihren „Follower“ ihre Blutzuckerwerte mit zu verfolgen.

[„Das neue Dexcom G6 Real-Time-CGM-System. Entdecken Sie die Vorteile des Dexcom G6.“, Keine Angabe zum Autor, https://www.dexcom.com/de-DE/de-dexcom-g6-cgm-system#Warnungen_und_Alarme, Letzter Aufruf: 19.10.18]

Vorteile

Dexcom ist der wahrscheinlich beste Konkurrent, der aktuell auf dem Markt ist. Mit den dauerhaften Blutzuckermessungen und der Graphen-Darstellung weist Dexcom zwei wesentliche Stärken auf. Auch die Alarm-Funktion bei schlechten Werten und das erkennen von zukünftigen Hypoglykämien sind weitere Vorteile dieses Systems. Gerade für Eltern kann die „Follower“-Funktion von Vorteil sein, da die Kontrolle der Blutzuckerwerte der Kinder so um einiges vereinfacht wird.

Nachteile

Neben den vielen Vorteilen, die Dexcom bietet, weist das System auch einige Nachteile auf. Zum einen lassen sich keine Blutzuckerwerte manuell in die Datenbank einpflegen und zum anderen sind die Blutzuckerwerte auch die einzigen Daten, die das System sammelt. Dabei spielen Mahlzeiten, Sport und Krankheiten eine wichtige Rolle im Blutzuckerspiegel. Zudem muss zur genauen Betrachtung der Werte Dexcom Clarity, eine Anwendung für den Computer, installiert werden. Ein BE-Rechner und Einheiten-Rechner würde dem System von Dexcom noch Individualität für den Nutzer verleihen. Dexcom verlangt keine Angaben von Nutzer. Auch die Darstellung eines Tagebuches mit weiteren Angaben ist nicht möglich. Die Darstellung der Daten wird lediglich per Graphen durchgeführt.

6.2. Freestyle Libre

Freestyle Libre ist ein weiteres CGM-System mit Echtzeitmessungen. Auch hier geschieht die Messung über einen Sender. Neben der Applikation für das Smartphone erhält man beim Freestyle Libre einen externen Receiver der die Daten anzeigt. Auch hier werden die Daten durch eine Graphen-Darstellung angezeigt. Der Sensor hat eine Speicherkapazität von acht Stunden. Nach acht Stunden werden die ältesten Blutzuckerwerte gelöscht. Um die Daten auf den Receiver oder Smartphone zu erhalten, müssen diese vom Nutzer an den Sensor gehalten werden. Ähnlich wie bei Dexcom erhält der Nutzer auch hier einen Trendpfeil der den Trend der letzten Stunden anzeigt. Andere Personen können ebenfalls die Daten über ein anderes Smartphone überwachen und einsehen.

[„DAS IST DAS FREESTYLE LIBRE MESSSYSTEM.“, Keine Angabe zum Autor, <https://www.freestylelibre.de/libre/produkte.html>, Letzter Aufruf: 19.10.18]

Vorteile

Freestyle Libre ähnelt sehr dem Dexcom. Auch hier ist die Graphen-Darstellung ein sehr positiver und wichtiger Aspekt des Systems und mit dem Trendpfeil kann man deutlich erkennen, in welche Richtung sich der Blutzuckerwert hinbewegt. Ebenfalls verfügt das System über die Möglichkeit als Außenstehender die Werte eines anderen verfolgen zu können.

Nachteile

Vergleicht man das Freestyle Libre mit dem Dexcom, weisen beide ähnliche Nachteile in ihrem System auf. Nutzer könne auch hier keine individuellen Daten wie Korrekturfaktoren oder Insulinfaktoren angeben. Zudem verfügt der Freestyle Libre ebenso über keinen BE-Rechner oder Einheiten-Rechner. Das System dient lediglich zu Erfassung der Blutzuckerwerte. Und diese werden im Freestyle Libre nur in Form eines Graphen dargestellt. Zudem besitzt der Sensor lediglich eine Speicherkapazität von acht Stunden. Schläft der Nutzer nachts länger als 8 Stunden, entsteht eine Erfassungslücke in der Graphen-Darstellung. Die Möglichkeit die Blutzuckerwerte in einem Tagebuch zusammen mit den Mahlzeiten, BEs, Einheiten und Sportaktivitäten ist nicht möglich. Dies erschwert, wie auch beim Dexcom die Nachanalyse der letzten Blutzuckerwerte. Zumal die Daten nur am Smartphone oder auf dem Receiver angezeigt werden. Manuelle Blutzuckerwerte kann man nicht eintragen.

Zudem lässt sich aus Erfahrungsberichten schließen, dass das Freestyle Libre-System bei Werten ab 200mg/dl eine hohe Abweichung vom tatsächlichen Blutzuckerwert aufweist.

6.3 MySugr

MySugr ist eine Applikation für Smartphones und dient als Diabetes-Manager. Mit der Applikation kann man Tagebuch führen und sich die Blutzuckerwerte auf unterschiedliche Arten Darstellen lassen. MySugr kann mit den manuellen Blutzuckermessgeräten verbunden werden und so ein Tagebuch erstellen. Das Eintragen von Mahlzeiten, BEs, Insulineinheiten und die Sportaktivität in das Tagebuch sind die wesentlichen Funktionen des Systems. Es berechnet Daten wie den durchschnittlichen Blutzuckerwert der letzten Tage.

[„Was ist mySugr?“, Keine Angabe zum Autor, <https://mysugr.com/de/about-us/>, Letzter Aufruf: 19.10.18]

Vorteile

Die Applikation dient zur Tagebuchführung und kann Werte direkt vom Messgerät übertragen oder auch manuelle Blutzuckerwerte vom Nutzer eintragen lassen. MySugr lässt die Blutzuckerwerte sowohl in Tagebuchform als auch als Graphen anzeigen. Dies erleichtert das Dokumentieren der Blutzuckerwerte in ein Tagebuch.

Nachteile

MySugr ist der wahrscheinlich schwächste der drei aufgelisteten Konkurrenten. Es arbeitet anders als die anderen beiden Konkurrenten mit der manuellen Blutzuckermessung und benötigt den Aktionismus des Nutzers die Blutzuckerwerte und weitere Informationen einzutragen. Weiterhin ist die Hauptfunktion dieses System lediglich eine verschönerte Darstellung der Blutzuckerwerte und das Speichern der Daten in ein Tagebuch.

6.4 Fazit

Mit den vorgestellten Systemen lässt sich jeweils Teilaspekte des Nutzungsproblems lösen. Das automatische Erfassen der Blutzuckerwerte, das Warnen bei schlechten und vor schlechten Blutzuckerwerten, das Digitalisieren des Diabetes-Tagebuch unter Angaben weiterer Daten wie BEs, Insulindosis und ähnliches, und das Teilen von Blutzuckerwerten ermöglichen zwar diese Systeme, jedoch existiert keine Lösung, die all diese Funktionen in einem System vereint. Zudem hat keines dieser drei Systeme einen BE-Rechner oder Insulineinheiten-Rechner, welche durch individuellen Daten des Nutzers den Insulinbedarf ausrechnen können. Der Nutzer muss meist die Menge des benötigten Insulins selber berechnen. Weiterhin fehlt bei allen drei Systemen die Möglichkeit die Daten auf Papier zu bringen, um diese mit zum Arzt nehmen zu können. Bei der Analyse der Blutzuckerwerte muss der Nutzer selber auf schlechte Blutzuckerwerte achten, die Parallelen in Uhrzeit und Aktivität aufweisen.

7. Alleinstellungsmerkmale

Aus den zuvor dargestellten Konkurrenten und dessen Vor- und Nachteile sowie aus dem verfassten Fazit, lässt sich schließen, dass das zu entwickelnde System die Funktionalitäten aller drei Konkurrenten vereinen und um folgende Alleinstellungsmerkmale erweitert werden sollte.

Integrierter Insulinrechner

Das System soll anhand der individuellen Daten, wie Korrekturfaktor oder Insulinfaktor, des Nutzers und dessen aktuellen Blutzuckerwertes, die Anzahl der notwendigen Insulineinheiten berechnen.

Druckvorlage aus den gesammelten Daten erstellen

Das System sollte die gesammelten Daten zu einer druckbaren Darstellung bearbeiten und per Mail an die E-Mail-Adresse des Nutzers senden können, sodass dieser seine Dokumentationen der Blutzuckerwerte für die Arztbesuche und Analysen ausdrucken kann.

Erkennen von Parallelen zwischen Blutzuckerwerten

Das System soll Parallelen der Werte und Aktivitäten erkenne und den Nutzer darüber informieren.

Berechnung des Hba1c-Wertes

Das System sollte anhand des durchschnittlichen Blutzuckers den Hba1c-Wert berechnen können.