

**Diplomarbeit**

**Kontinuierliche Insulintherapie mittels Injektionspumpe bei  
Kindern und Jugendlichen**

eingereicht von

**Julia Hausegger**

Mat.Nr.: 0310890

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der gesamten Heilkunde**

**(Dr. med. univ.)**

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

**Landeskrankenhaus Leoben-Eisenerz, Abteilung für Kinder und  
Jugendliche**

unter der Anleitung von

**Prim. Univ. - Prof. Dr. Reinhold Kerbl**

**OA Dr. Sylvia Judmaier**

Graz, Juni 2010

*Eidesstattliche Erklärung*

*Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.*

*Graz, Juni 2010*

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meiner Diplomarbeitsbetreuerin Frau OA Dr. Sylvia Judmaier, die mich sehr fachkundig persönlich unterstützte und motivierte, sowie bei meinem Hauptbetreuer Herrn Univ. Prof. Dr. Reinhold Kerbl, der mir immer äußerst hilfreich zur Seite stand und mir große Freiheit für die schriftliche Präsentation meiner Arbeit gewährte, sehr herzlich bedanken.

Meinem Freund DI Wolfgang Karl danke ich sehr für seine Geduld und sein Verständnis während meines Studiums.

Mein größter Dank gilt meinen Eltern, Frau Dipl. päd. Heidi Hausegger und Herrn Mag. Anton Hausegger, meinem Bruder Dr. Thomas Hausegger und dessen Freundin Dr. Marie Hanzer, die mir während der gesamten Studienzeit in jeglicher Hinsicht eine große Stütze waren.

Für das mir von ihnen entgegengebrachte Verständnis während stressiger Lernzeiten danke ich all meinen FreundInnen.

Danken möchte ich vor allem auch allen Pharmafirmen, die mir Material und Informationen zu ihren Insulinpumpen kostenlos zukommen ließen, und allen PatientInnen sowie deren Eltern für das Ausfüllen der ausgegebenen Fragebögen.

# Zusammenfassung

## *Hintergrund:*

Die Insulinpumpentherapie stellt eine Möglichkeit zur kontinuierlichen Verabreichung von Insulin dar. Dabei wird das Insulin über einen Katheter und eine unter der Haut liegende Nadel ständig in kleinsten Mengen abgegeben. Für die PatientInnen bedeutet dies eine größere Flexibilität in ihrem Alltag. Im Rahmen einer Studie wurden die Indikationen für die Implantation einer Insulinpumpe untersucht. Des Weiteren sollte die Frage geklärt werden, inwieweit der HbA1c-Wert durch die Therapieumstellung beeinflusst wird.

## *Material und Methode:*

Analysiert wurden die Daten von 30 Kindern und Jugendlichen mit Typ 1-Diabetes unter Insulinpumpentherapie. Dabei wurde einerseits der Verlauf des HbA1c-Wertes anhand von Krankengeschichten retrospektiv analysiert. Andererseits wurden mit Hilfe eines Fragebogens auch die subjektiven Erfahrungen der PatientInnen und deren Eltern mit der Insulinpumpe berücksichtigt. Die Daten wurden mit Hilfe des SPSS statistisch ausgewertet.

## *Ergebnisse:*

Die häufigsten Gründe für die Entscheidung zur Insulinpumpe waren die größere Flexibilität im Alltag sowie zu hohe HbA1c-Werte. Als wichtigste Vorteile der Insulinpumpe wurden neben der größeren Flexibilität das Wegfallen der Injektionen und das seltenere Auftreten von Hypoglykämien genannt. Als Nachteile wurden das ständige Tragen der Pumpe, lokale Infektionen sowie das Fremdkörpergefühl angeführt. Der HbA1c-Wert bei den ersten beiden Kontrollen zeigte im Vergleich zum Ausgangswert eine signifikante Verbesserung. Der Vergleich nach Altersgruppen ergab eine Tendenz zu einer deutlicheren Verbesserung bei den 0- bis 5- sowie den 6- bis 10-Jährigen, wohingegen die Jugendlichen bei der zweiten Kontrolle wieder leicht verschlechterte Werte zeigten.

*Schlussfolgerung:*

Der Großteil der Kinder und Jugendlichen sowie deren Eltern ist mit der Insulinpumpentherapie zufrieden, insbesondere was die Flexibilität im Alltag anbelangt. Etwaige Nachteile dieser Therapieform dürfen jedoch nicht außer Acht gelassen werden. Um Komplikationen möglichst gering zu halten, sind eine genaue Einschulung in Bezug auf die Funktionsweise und Handhabung der Insulinpumpe sowie regelmäßige ärztliche Kontrollen unumgänglich.

Die im Verlauf auffallende Verschlechterungstendenz des HbA1c-Wertes bei den Jugendlichen dürfte mit der schwierigen Entwicklungsphase der Pubertät zusammenhängen. Hier gilt es, die richtige Balance zwischen dem Gewähren der vom Jugendlichen geforderten Selbständigkeit und der doch noch notwendigen Unterstützung seitens der Eltern und der betreuenden Ärzte zu finden.

## **Abstract**

### *Background:*

The insulin pump is a medical device used for the continuous administration of insulin, which allows more flexibility in lifestyle in patients with diabetes. Insulin is delivered under the skin by means of a small catheter. In the study, the different indications for insulin pump therapy were investigated. In addition, the change of HbA1c value during insulin pump therapy was analysed.

### *Study design:*

The data of 30 children and adolescents being treated with an insulin pump were evaluated. On the one hand, objective parameters such as the change of HbA1c value were analysed using medical records. On the other hand, the patients' subjective experiences were taken into account by means of a questionnaire. The data were statistically analysed using SPSS.

### *Results:*

The most common reasons for the choice of an insulin pump were the greater flexibility in daily life and a high HbA1c value during conventional insulin therapy. Concerning the advantages of an insulin pump, the patients most often mentioned the greater flexibility in daily life and in sports, followed by the absence of painful injections and the less frequent appearance of hypoglycaemia. The continuous wearing of the pump, the risk of local infections and the foreign body sensation were named as disadvantages. HbA1c values showed a significant improvement after the change to insulin pump therapy. This difference was especially evident in the age groups of 0-5 and 6-10 years within the first two check-ups. In contrast, a tendency to even worsened HbA1c values could be seen in adolescents at the time of second check-up.

*Conclusion:*

In large part the children and adolescents as well as their parents are satisfied with insulin pump therapy, particularly considering the greater flexibility in daily life. However, disadvantages of this therapy form should be clearly kept in mind. The patient must be exactly introduced in the handling and function of the pump to avoid complications.

Furthermore, regular check-ups by experienced doctors are necessary.

The tendency to a worsening of HbA1c value during insulin pump therapy in adolescents might be explained by the complicated development phase. In this regard it is important to find the balance between the independence the patient demands and the support of parents and doctors that is still necessary.

# Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	iii
Zusammenfassung.....	iv
Abstract.....	vi
Inhaltsverzeichnis.....	viii
Abkürzungsverzeichnis.....	x
Abbildungsverzeichnis.....	xi
Tabellenverzeichnis.....	xiii
1 Allgemeiner Teil.....	1
1.1 Grundlagen des Diabetes mellitus im Kindes- und Jugendalter.....	2
1.1.1 Definition und Typen.....	2
1.1.2 Epidemiologie.....	4
1.1.3 Ätiologie.....	4
1.1.4 Aufbau des Insulins.....	5
1.1.4.1 Wirkung des Insulins.....	6
1.1.5 Klinik.....	6
1.1.6 Therapie.....	7
1.1.6.1 Insulintherapie.....	7
Physiologie der Insulinausschüttung.....	7
Formen der Insulintherapie.....	7
Insulinbedarf.....	9
1.1.6.2 Ernährung.....	10
1.1.6.3 Sport.....	12
1.1.7 Insulinarten.....	13
1.1.7.1 Humaninsuline.....	13
Normalinsulin oder Altinsulin.....	13
Verzögerungsinsuline.....	14
Mischinsuline.....	14
1.1.7.2 Insulin-Analoga.....	15
Insulinanaloga mit schnellem Wirkungseintritt.....	15
Insulinanaloga mit langer Wirkdauer.....	16

1.1.8	Komplikationen.....	17
1.1.8.1	Akute Komplikation.....	17
	Hypoglykämie.....	17
	Hyperglykämie und Ketoazidose.....	18
1.1.8.2	Chronische Komplikationen des Diabetes mellitus.....	20
1.1.9	Besonderheiten des kindlichen Diabetes mellitus in verschiedenen Altersstufen.....	22
1.1.9.1	Säuglingsalter und Kleinkinder.....	22
1.1.9.2	Schulkinder.....	23
1.1.9.3	Jugendliche.....	24
1.2	Insulinpumpentherapie im Speziellen.....	25
1.2.1	Geschichte der Insulinpumpe.....	26
1.2.2	Funktionsprinzip einer Insulinpumpe.....	27
1.2.3	Indikationen zur Insulinpumpentherapie.....	28
1.2.4	Kontraindikationen der Insulinpumpentherapie.....	29
1.2.5	Komplikationen der Insulinpumpe.....	30
1.2.6	Finanzielle Aspekte der Insulinpumpentherapie.....	30
1.2.7	Praktische Durchführung.....	31
1.3	Zielsetzung der Studie.....	37
2	Methoden und Material.....	38
3	Ergebnisse.....	40
4	Diskussion.....	50
5	Erfahrungsbericht.....	52
	Fragebogen zur Insulinpumpentherapie.....	54
	Literaturverzeichnis.....	60
	Curriculum vitæ.....	69

## Abkürzungsverzeichnis

i.v	intravenös
z.B.	zum Beispiel
u.v.m	und vieles mehr
CSII	continuous subcutaneous insulin infusion
MDI	multiple daily injection
ICT	intensivierte konventionelle Insulintherapie
NPH-Insulin	Neutrales Protamin Hagedorn-Insulin
ca.	circa

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Grundstruktur des Insulins	
<a href="http://www.pharmawiki.ch/wiki/media/Insulin_1.gif">http://www.pharmawiki.ch/wiki/media/Insulin_1.gif</a>	5
Abbildung 1.2: Änderung der Insulintherapien bei Kindern und Jugendlichen am Kinderkrankenhaus auf der Bult in den Jahren von 1986 bis 2005.	
Hürter P, Kordonouri O, Lange K, Danne T. Kompendium pädiatrische Diabetologie .Berlin: Springer; 2007.	7
Abbildung 1.3: Ernährungspyramide	
<a href="http://www.praxis-reichenbach-kosian.de/html/die_ernahrungspyramide.html">http://www.praxis-reichenbach-kosian.de/html/die_ernahrungspyramide.html</a>	11
Abbildung 1.4: Vergleich des Wirkungsprofils von Verzögerungsinsulin und Normalinsulin	14
Abbildung 1.5: Spaltung des Insulins	
<a href="http://www.biotech-alliance.de/fba_download/pdf/Konzept_des_Insulinanaloga_1.pdf">http://www.biotech-alliance.de/fba_download/pdf/Konzept_des_Insulinanaloga_1.pdf</a>	15
Abbildung 1.6: Aufbau des Insulins Lispro	
<a href="http://www.pharmawiki.ch/wiki/media/Insulin_lisp">http://www.pharmawiki.ch/wiki/media/Insulin_lisp</a>	16
Abbildung 1.7: Aufbau des Insulins Glargin	
<a href="http://www.pharmawiki.ch/wiki/media/Insulin_glargin_1.gif">http://www.pharmawiki.ch/wiki/media/Insulin_glargin_1.gif</a>	16
Abbildung 1.8: Wirkungsgrad der Insulinanaloga	17
Abbildung 1.9: Poster zur Ketoazidoseprävention in Parma	
<a href="http://www.worlddiabetesday.org/en/the-campaign/previous-campaigns/2007-2008/dka-awareness">http://www.worlddiabetesday.org/en/the-campaign/previous-campaigns/2007-2008/dka-awareness</a>	19
Abbildung 1.10: Nichtproliferative Retinopathie	
<a href="http://www.meduni-graz.at/augenheilkunde/ahk_site/systematik/nh/nh_dr/nh_dr_proli_1_200.jpgges">http://www.meduni-graz.at/augenheilkunde/ahk_site/systematik/nh/nh_dr/nh_dr_proli_1_200.jpgges</a>	21
Abbildung 1.11: Proliferative Retinopathie	
<a href="http://www.meduni-stegraz.at/augenheilkunde/ahk_site/systematik/nh/nh_dr/nh_dr_proli_1_200.jpg">http://www.meduni-stegraz.at/augenheilkunde/ahk_site/systematik/nh/nh_dr/nh_dr_proli_1_200.jpg</a>	21
Abbildung 1.12: Lage des Katheters im Bereich des Bauches	25
Abbildung 1.13: Lage des Katheters im Bereich des Oberschenkels	25
Abbildung 1.14: Beispiele für Insulinpumpen	25
Abbildung 1.15: Die erste tragbare Insulinpumpe	
<a href="http://www.prometus.at/download/ap">http://www.prometus.at/download/ap</a>	26
Abbildung 1.16: Aufbau einer Insulinpumpe <a href="http://www.diabetes-news.de/info/insulinpumpe10_g.htm">http://www.diabetes-news.de/info/insulinpumpe10_g.htm</a>	27
Abbildung 1.17: Insulinbedarf beim gesunden Menschen	
<a href="http://www.pumpencafe.de/med">http://www.pumpencafe.de/med</a>	31
Abbildung 1.18: Basalratenschieber für Kinder vom 1. bis 5. Lebensjahr (Disetronic Medical Systems AG, Accu-Chek Firma Roche)	32
Abbildung 1.19: Basalratenschieber für Kinder vom 6. bis 11. Lebensjahr (Disetronic Medical Systems AG, Accu-Chek Firma Roche)	32

Abbildung 1.20: Basalratenschieber für Jugendliche vom 12. bis 18. Lebensjahr (Disetronic Medical Systems AG, Accu-Chek Firma Roche)	33
Abbildung 1.21: Verschiedene Arten des Bolus	34
Abbildung 1.22: Aufzeichnung einer Basalrate am Beispiel eines Jugendlichen	35
Abbildung 1.23: Verlauf der Blutzuckerwerte aus einem Blutzuckermessgerät	36
Abbildung 1.24: Basalraten und Bolusprofil	37
Abbildung 3.1: Gründe für die Insulinpumpe	42
Abbildung 3.2: Gründe für die Insulinpumpe	42
Abbildung 3.3: Vorteile der Insulinpumpe	43
Abbildung 3.4: Nachteile der Insulinpumpe	44
Abbildung 3.5: Komplikationen der Insulinpumpe	45
Abbildung 3.6: HbA1c-Wert vor der Insulinpumpe	48
Abbildung 3.7: HbA1c-Wert nach der Insulinpumpe Zeitpunkt 1 (ca. nach 3-4 Monaten)	49
Abbildung 3.8: HbA1c-Wert nach der Insulinpumpe Zeitpunkt 2 (ca. nach 7-8 Monaten)	49

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gründe für Insulinpumpentherapie

Kapellen TM, Heidtmann B, Bachmann J, Ziegler R, Grabert M, Holl RW. Indications for insulin pump therapy in different age groups: an analysis of 1,567 children and adolescents. *Diabetes med.* 2007 Aug; 24(8):836-42. 28

Tabelle 2: Basalinsulinbedarf und mittlerer Insulinverbrauch

Szypowska A, Lipka M, Błazik M, Golicka D, Groele L, Pańkowska E. Age-dependent basal insulin patterns in children with type 1 diabetes treated with continuous subcutaneous insulin infusion. *µActa Paediatr.* 2009 Mar;98(3):523-6. Epub 2008 Nov 30. 31

Tabelle 3: Verlauf des HbA1c-Wertes anhand der Messzeitpunkte mit Mittelwert, Minimal- und Maximalangaben 47

# 1 Allgemeiner Teil

Der Diabetes mellitus stellt gerade in der westlichen Welt eine immer häufiger werdende Erkrankung dar. Immer früher erkranken Kinder an einem Typ I Diabetes, aber auch die Zahl an adipösen Kindern mit Typ II Diabetes nimmt stetig zu.

Bei dem Krankheitsbild des Typ I Diabetes sollte möglichst frühzeitig mit einer adäquaten Therapie begonnen werden, um später auftretende Folgeschäden zu minimieren. Durch eine möglichst exakte Einstellung der Stoffwechsellage kann die Häufigkeit von Hypo- und Hyperglykämien reduziert werden. Um betroffenen Kindern und deren Eltern den Umgang mit der Erkrankung zu erleichtern, wurde eine neue Art der Therapie, nämlich die Insulinpumpentherapie entwickelt.

Im Zeitraum von 2000 bis 2009 wurden im Landeskrankenhaus Leoben-Eisenerz 53 Kinder und Jugendliche auf eine Insulinpumpentherapie eingestellt. Eine Insulinpumpe bietet den Vorteil einer kontinuierlichen Insulinabgabe an den Körper, so dass ein funktionierendes Pankreas imitiert wird. Die Benutzer erhalten dadurch eine gewisse Sicherheit im Umgang mit der Erkrankung und können ihr Alltagsleben flexibler meistern. Auf einer Wintersportwoche lernte ich nicht nur die Handhabung und den Umgang der Kinder mit ihren Insulinpumpen, sondern auch die gut funktionierenden sozialen Beziehungen der Kinder kennen. Durch diese gemeinsame Woche gewann ich sehr viel Einblick in den Alltag eines Kindes mit einer Insulinpumpe und somit auch einige persönliche Erkenntnisse für meine Diplomarbeit.

In meiner Arbeit wurden die HbA1c-Werte von 30 Kindern und Jugendlichen, die eine Insulinpumpe besitzen, mit den HbA1c-Werten unter vorangegangenen Formen der Insulintherapie verglichen. Durch die Beantwortung der von mir ausgegebenen Fragebögen an die Kinder und Jugendlichen wurden des Weiteren die Vorteile, Nachteile und Komplikationen der Insulinpumpentherapie aufgezeigt.

## **1.1 Grundlagen des Diabetes mellitus im Kindes- und Jugendalter**

### **1.1.1 Definition und Typen**

Der Diabetes mellitus ist eine Erkrankung des Stoffwechsels, die durch einen absoluten oder relativen Insulinmangel hervorgerufen wird. Es werden ein Typ I- und ein Typ II-Diabetes unterschieden. <sup>(1)</sup>

#### *Diabetes mellitus Typ I:*

Der Diabetes mellitus Typ I, der früher auch juveniler Diabetes genannt wurde, basiert auf einem absoluten Mangel an Insulin. Bei dieser Erkrankung kommt es zu einer vollständigen Destruktion der  $\beta$ - Zellen des Pankreas und in weiterer Folge zu einer Bildung von Autoantikörpern gegen die Langerhans'schen Zellen.

#### *Diabetes mellitus Typ II:*

Beim Diabetes mellitus Typ II liegt ein relativer Mangel an Insulin vor. Diese Form des Diabetes ist hauptsächlich mit dem metabolischen Syndrom, das sich zusätzlich durch Stammfettsucht, arteriellen Hypertonus und Dyslipoproteinämie charakterisiert, assoziiert. Durch vermehrte Nahrungsaufnahme und daraus resultierende ständige Hyperglykämien sind die Insulinrezeptoren nicht mehr in der Lage, den Insulinspiegel zu senken. Es kommt somit nach einer gewissen Zeit zu einer Down-Regulation der Insulinrezeptoren. <sup>(2)</sup>

Neben den zwei wichtigsten und häufigsten Arten des Diabetes mellitus dürfen seltenere Formen nicht außer Acht gelassen werden:

#### *Monogener Diabetes:* <sup>(3)</sup>

Der monogene Diabetes sollte bei folgenden Besonderheiten in Betracht gezogen werden:

- bei einem neonatalen Diabetes, der in den ersten sechs Lebensmonaten diagnostiziert wird
- bei einer familiären Häufung des Diabetes mellitus

- bei Phasen milder Hypoglykämien (99,09- 153,14 mg/dl)
- beim Auftreten Diabetes-assoziierter Syndrome.

Dabei werden unterschiedliche Typen unterschieden. Beim MODY Typ 1 handelt es sich um eine HNF-4 $\alpha$  (Hepatic nuclear factor-4 alpha) Mutation, beim Typ 2 um einen genetischen Defekt, der das Enzym GK (Glucokinase) betrifft. Beim MODY Typ 3 liegt eine Mutation im Bereich des HNF-1 $\alpha$  (Hepatic nuclear factor-1 alpha) Gens vor. Der MODY Typ 4 basiert auf einer Mutation des IPF 1-Gens (Insulin promoter factor 1), <sup>(4)</sup> der MODY Typ 5 auf einer Mutation des HNF-1beta (Hepatic nuclear factor-1 beta) Gens. <sup>(1)</sup> Beim MODY Typ 6 liegt eine Mutation auf dem NeuroD1-Gen <sup>(5,6)</sup> vor, während beim Typ 7 ein Defekt im Bereich des CEL (Carboxyl Ester Lipase) zu finden ist. <sup>(7)</sup>

#### *Neonataler Diabetes:*

Tritt in den ersten sechs Monaten des Lebens ein Diabetes auf, handelt es sich um einen neonatalen Diabetes. <sup>(8)</sup>

Bei dieser Form liegen zum Beispiel Defekte auf dem Chromosom 6 oder eine Disomie auf der väterlicher Seite vor. <sup>(9)</sup>

#### *Medikamenten-induzierter Diabetes:*

In der Onkologie verwendete Medikamente, wie beispielsweise L-Asparaginase, oder hohe Dosen an Glukokortikoiden können einen Diabetes induzieren. <sup>(10)</sup> Dasselbe gilt für Tacrolimus und Cyclosporin, die zu einer Zerstörung der  $\beta$ -Zellen führen können. <sup>(11)</sup>

#### *Schwangerschaftsdiabetes: <sup>(12)</sup>*

Der Schwangerschaftsdiabetes, der sich zunächst oft noch durch strenge Diät behandeln lässt, aber bei erhöhten Blutzuckerspiegeln auch in einen Diabetes mellitus Typ I oder II übergehen kann, bedarf einer sehr genauen Überwachung. Die Folgen einer schlechten Stoffwechsellage betreffen vor allem das Kind mit Wachstumsverzögerungen, vermehrter Bildung von Fruchtwasser und sehr großen Babys mit hohem Geburtsgewicht.

### **1.1.2 Epidemiologie**

Hinsichtlich der Inzidenz des Diabetes mellitus liegt ein Nord-Süd Gefälle in Europa vor. Das bedeutet, die Wahrscheinlichkeit, an Diabetes zu erkranken, ist in nördlichen und nordwestlichen Bereichen Europas höher als in südlichen Teilen. <sup>(13)</sup>

Vergleicht man die Neuerkrankungsfälle weltweit, existiert eine hohe Spannbreite von 0,1/100 000 in China bis 36,8/100 000 in Sardinien und 40/100 000 in Finnland. Laut der internationalen Föderation litten im Jahre 2006 rund 440 000 Kinder im Alter von 0 -14 Jahren an Diabetes mellitus Typ I. Dies entspricht einer Steigerung von drei Prozent pro Jahr. Jährlich erkranken 70 000 Personen neu an Diabetes mellitus. Davon entfällt mehr als ein Viertel auf Südostasien und mehr als ein Fünftel auf Europa. <sup>(14)</sup>

In den Jahren 1999 bis 2007 wurde in Österreich die Häufigkeit des Diabetes mellitus Typ I und II in der Altersgruppe der 0-15 Jährigen gescreent. In diesem Zeitraum erkrankten 1857 Patienten an einem Typ I- (94,5%) und 31 Patienten (5,5%) an einem Typ II-Diabetes. Im Jahr 2007 betrug die Inzidenz des Diabetes mellitus Typ I 18,4/100 000, die Inzidenz des Typ II 0,34/100 000. Die Studie zeigte, dass die Häufigkeit des Diabetes mellitus Typ I in Österreich stetig zunimmt, während jene des Typ II annähernd gleich bleibt. <sup>(15)</sup>

### **1.1.3 Ätiologie**

Die Ätiologie des Diabetes mellitus ist noch nicht vollständig geklärt. Eine wichtige Rolle spielen sicherlich genetische Faktoren, wie beispielsweise das vermehrte Auftreten von HLA DR3- und/oder HLA DR4-Merkmalen, die jedoch nicht alleine dafür verantwortlich gemacht werden können. Enterovirusinfektionen, bestimmte Lebensmittel wie Kuhmilch sowie Chemikalien können zur Entstehung beitragen. <sup>(16)</sup>

Im Jahre 1997 klassifizierte die Amerikanische Diabetes Gesellschaft den Typ I Diabetes in einen atypischen und typischen Verlauf. Der Unterschied zwischen diesen beiden Formen besteht darin, dass die PatientInnen bei den atypischen Verläufen einige Jahre kein Insulin benötigen, dann aber sehr wohl in eine Insulinabhängigkeit übergehen. Zudem liegt bei

atypischen Verläufen eine mitochondriale Mutation auf der DNA an einem Nukleotidpaar an der Stelle 3243 vor, bei typischen Formen ist diese nicht zu finden. Bei den typischen Verlaufsformen wurden in 77% der Fälle Autoantikörper gegen Inselzellantikörper nachgewiesen, hingegen nur bei 57% der atypischen Formen. <sup>(17)</sup>

### 1.1.4 Aufbau des Insulins

Das Hormon Insulin, ein aus 51 Aminosäuren bestehendes Peptid, wird in den  $\beta$ -Zellen der Langerhans'schen Inseln der Pankreas produziert. Dieses Hormon besteht aus einer A-Kette mit 21 Aminosäuren und einer B-Kette mit 30 Aminosäuren, die miteinander durch zwei Disulfidbrücken verbunden sind. Die A-Kette verfügt zudem über eine zusätzliche Disulfidkette.

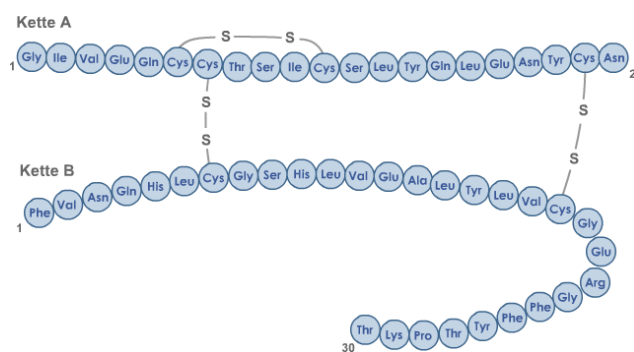


Abbildung 1.1: Grundstruktur des Insulins

Mit der Signalsequenz gelangt das PräPro-Insulin in das endoplasmatische Retikulum, wo der Prä-Teil abgespalten wird. Das dadurch entstehende Pro-Insulin wird im Golgi Apparat verpackt und als Insulin-Zink-Komplex abgespeichert. Bei einer Erhöhung des Blutglukosespiegels wird das C-Peptid herausgeschnitten und kann die Glukose im Blut auf normale Zuckerwerte herunterregulieren. <sup>(18)</sup>

#### **1.1.4.1 Wirkung des Insulins**

Bei dem Hormon Insulin handelt es sich um ein anabol wirkendes Hormon, das sowohl Synthese-fördernd als auch -hemmend in den Stoffwechsel eingreift. Gefördert werden die Glykogensynthese, die Fettsäuresynthese (Lipogenese) und die Eiweißsynthese (Proteinsynthese). Gehemmt werden die Glykogenolyse, Glukoneogenese und Lipolyse. Im Falle des Glukosegleichgewichtes kommt es zu einer Aufnahme von Glukose in die Muskulatur und das Fettgewebe, während in der Leber eine Hemmung der Glukoneogenese und Glykogenolyse stattfindet. Das Hormon Insulin spiegelt somit eine elementare Rolle in der Glukoseabsorption im Darm, der Glukoseproduktion in der Leber und der Aufnahme und Abbau von Glukose in den peripheren Geweben. <sup>(19)</sup>

#### **1.1.5 Klinik**

Der Diabetes mellitus äußert sich zu Beginn oft durch unspezifische Symptome, die eine frühzeitige Diagnostik erschweren. Um die Erkrankung dennoch in einem möglichst frühen Stadium zu erkennen, ist es äußerst wichtig, genau auf mögliche erste Anzeichen zu achten. Die Symptome lassen auch gewisse Rückschlüsse auf den Schweregrad der Erkrankung ziehen. Leichtere Manifestationen fallen häufig in erster Linie durch (vor allem nächtliche) Polyurie und Polydipsie auf, des Weiteren durch Leistungseinbruch, vermehrte Müdigkeit und Konzentrationsstörungen in Schule und Beruf.

Bei einer mittelgradigen Manifestation stehen bereits die Zeichen der hypertonen Dehydration, welche von trockener Haut und trockenen Schleimhäuten bis hin zu stehenden Hautfalten reichen, im Vordergrund. In diesem Stadium liegt aber noch keine Entgleisung des Stoffwechsels in Richtung Azidose mit pH-Werten  $< 7,3$  vor.

Ausgeprägte Manifestationen des Diabetes mellitus reichen von Ketoazidosen leichten Ursprungs bis hin zum lebensbedrohlichen Coma diabeticum. Es kommt zu Übelkeit und Erbrechen, Gewichtsverlust bis hin zur Kussmaul- bzw. Acetonatmung. <sup>(20,21)</sup>

## 1.1.6 Therapie

### 1.1.6.1 Insulintherapie

#### Physiologie der Insulinausschüttung

Durch die Aufnahme und den Abbau von Glukose mit Hilfe des insulinunabhängigen Glukosetransporters GLUT2 entsteht durch die Glykolyse, die Pyruvat-Dehydrogenase, den Citratzyklus und die Atmungskette ATP. ATP hemmt die  $K^+$ -Kanäle und führt zur Depolarisation der Zellmembran und zu einer Öffnung der  $Ca^{2+}$  Kanäle. Die Insulinausschüttung wird dadurch stimuliert.

Bestimmte Hormone wie etwa ACTH, Wachstumsfaktoren, TSH, Prostagladine oder gastrointestinale Hormone (GIP, Cholezystokinin, GRP, GLP-1, VIP) bewirken eine Freisetzung von Insulin. Eine Hemmung der Insulinausschüttung erfolgt beispielsweise durch Propranolol oder Thiazide.

Kommt es zu einem Glukoseanstieg im Blut, erfolgt eine biphasische Insulinausschüttung. Dies bedeutet, dass in den ersten 10 Minuten eine rasche Insulinausschüttung erfolgt, während die weitere Freisetzung dann langsamer vor sich geht. <sup>(22)</sup>

#### Formen der Insulintherapie

In dieser Abbildung lässt sich sehr deutlich der Verlauf der unterschiedlichen Insulintherapieverfahren erkennen. War im Jahre 1986 hauptsächlich die

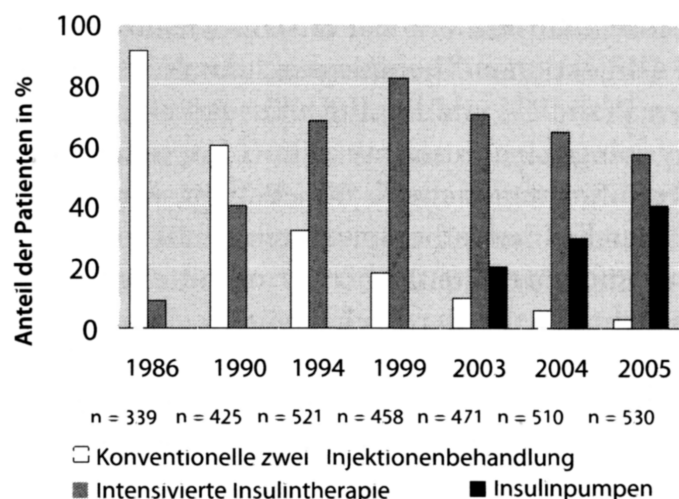


Abbildung 1.2: Änderung der Insulintherapien bei Kindern und Jugendlichen am Kinderkrankenhaus auf der Bult in den Jahren von 1986 bis 2005.

konventionelle Insulintherapie im Einsatz, kam es in den Jahren danach zu einem deutlichen Rückgang dieser Therapieform. Ein deutlicher Anstieg der intensivierten Therapie begann im Jahre 1989 mit dem Höhepunkt im Jahre 1999.

Anschließend begann eine neue Ära, nämlich die der Insulinpumpentherapie. Seitdem wird jährlich ein Zuwachs dieser Therapieform aufgezeigt. <sup>(19)</sup>

#### *- Konventionelle Therapie*

Bei der konventionellen Therapie handelt es sich um eine Form, bei der der Patient ein Verzögerungsinsulin und ein Normalinsulin zur Behandlung des Diabetes mellitus einsetzt. Pro Tag müssen mindestens zwei Insulininjektionen appliziert werden. Es werden 30 - 40% Normalinsulin und 60 - 70% Verzögerungsinsulin verabreicht. Es sollten dabei 2/3 morgentliches Insulin und 1/3 abendliches Insulin verabreicht werden.

Bei dieser Form der Therapie, die heutzutage abgesehen von der Remissionsphase der Erkrankung nur noch selten zum Einsatz kommt, erfolgt keine Differenzierung von Prandial- und Basalinsulin. <sup>(19)</sup>

Die Nachteile einer derartigen Therapie bestehen häufig in einer vermehrten Nahrungszufuhr, um Hypoglykämien zu reduzieren. Zudem handelt es sich um ein sehr starres Schema mit wenig Abweichmöglichkeiten in Bezug auf Sport und andere Aktivitäten. Als Vorteile werden die leichte Handhabung mit der Therapie und die wenigen Blutzuckermessungen angesehen. <sup>(21)</sup>

#### *- Funktionelle Insulintherapie (Basis-Bolus)*

Bei dieser Art der Therapie wird der Basalbedarf durch ein NPH-Insulin oder langwirksames Insulin abgedeckt, das 30 - 40% der Tagesdosis ausmacht und unabhängig von der Nahrung gespritzt wird. Zu den Mahlzeiten wird zusätzlich ein Normalinsulin oder kurzwirksames Insulin appliziert, das 60 - 70% der Tagesdosis ausmacht. Es werden mindestens 4 Insulininjektionen pro Tag durchgeführt. <sup>(19)</sup> Die Vorteile dieser Therapieform liegen klar auf der Hand: flexiblere Tages- und Freizeitplanung, optimale Blutzuckereinstellung und die Reduktion von Folgeerkrankungen. Als Nachteil erweist sich diese Form der Therapie nur in dem Punkt, dass der physiologische Verlauf des Basalinsulinbedarfes nicht nachgeahmt werden kann.

### - Insulinpumpentherapie (CSII)

Eine neue Form der Insulintherapie entstand mit der Weiterentwicklung des Basis- Bolus-Schemas und der Insulinpumpentherapie.

In Österreich und Deutschland wurden vom Jahr 1995 bis heute 2009 11.710 Insulinpumpen an Kinder, Jugendliche und Erwachsene ausgehändigt. Das Durchschnittsalter lag bei 19,2 Jahren, 71% der Benutzer waren jünger als 20 Jahre. <sup>(23)</sup>

Die Insulinpumpentherapie ist durch eine kontinuierliche subkutane Insulininfusion (auch CSII genannt) gekennzeichnet. Eine stündlich programmierte Basalrate wird kontinuierlich abgegeben, wodurch versucht wird, ein funktionierendes Pankreas zu imitieren. Dadurch kann ein morgendliches Dawn-Phänomen verhindert werden.

Definition der Basalrate: *„Sie bezeichnet die Menge des kontinuierlich zugeführten Normalinsulins innerhalb von 24 Stunden (IE/24 h), die der Patient unabhängig von der Nahrungsaufnahme benötigt, um die Blutglukose in dem individuell festgesetzten Zielbereich zu haben.“* <sup>(24)</sup>

Zusätzlich zur Basalrate müssen zu den Mahlzeiten Boli abgegeben werden. <sup>(1)</sup>  
*„Als Bolus wird die zusätzliche, je nach Bedarf abgerufene Insulinmenge bezeichnet, welche geeignet ist, kurzfristig auftretende Blutzuckererhöhungen auszugleichen.“* <sup>(24)</sup>.

### **Insulinbedarf**

Der Bedarf des Körpers an Insulin unterscheidet sich in den einzelnen Phasen des Diabetes mellitus Typ I.

- In der Initialphase besteht ein hoher Insulinbedarf.

- bei leichter Manifestation: 0,5-1,0 IE/kg Körpergewicht
- bei mittelgradiger Manifestation: 1,0-1,5 IE/kg Körpergewicht
- bei schwerer Manifestation: 1,5-2,5 IE/kg Körpergewicht

Auf die damit verbundenen Symptome wird im Kapitel „Klinik“ gesondert eingegangen.

- In der Remissionsphase ist der Insulinbedarf deutlich niedriger. Als partielle temporäre Remission wird die Phase bezeichnet, in der der Insulintagesbedarf definitionsgemäß weniger als 0,5 IE pro kg KG beträgt. Diese "honeymoon periode" hält unterschiedlich lange an (von 1 bis ca. 6 Monate), ein Ende ist spätestens nach 2-4 Jahren erreicht. Diese Phase der Remission tritt bei Kleinkindern seltener und kürzer auf.
- In der Postremissionsphase besteht vor der Pubertät ein Insulinbedarf von 0,8 - 1,0 IE/kg, in der Pubertätsphase bei Mädchen 1,0 - 1,3 IE/kg Körpergewicht und bei Buben 1,1 - 1,4 IE/kg Körpergewicht. Nach dieser Zeit der hormonellen Umstellung sinkt wiederum der Bedarf an Insulin. <sup>(20)</sup>

### **1.1.6.2 Ernährung**

Um eine möglichst gute Einstellung der Stoffwechsellage zu erzielen, spielt die richtige Ernährung eine entscheidende Rolle.

Ein wichtiges Ziel sollte hierbei sein, dass eine positive Energie- und Ernährungsbilanz geschaffen wird, um den Kindern und Jugendlichen eine altersentsprechende Entwicklung und ein perzentilengerechtes Wachstum zu ermöglichen. Wichtig ist zudem, dass die Blutglukose in einem optimalen Bereich liegt und sowohl Hypo- als auch Hyperglykämien vermieden werden. Hand in Hand gehen sollen außerdem die Kombination von individueller angepasster Stoffwechsellage und individuellen Ernährungsgewohnheiten. Bei Säuglingen stellt in den ersten sechs Lebensmonaten die Muttermilch den wichtigsten Bestandteil der Ernährung dar. <sup>(25)</sup>

Bei genauerer Beobachtung der Kleinkinder wird klar, dass es wenig Sinn macht, ihnen genaue Mahlzeiten und Tagespläne vorzulegen, da sie diese zumeist nicht einhalten, was wiederum Stress für die Eltern bedeutet. Wissen sollte man aber, dass Kinder in dieser Altersklasse ihre Ernährung meist gut selbst regulieren. Seitens der Eltern ist in erster Linie die regelmäßige Kontrolle der Blutzuckerwerte wichtig. <sup>(26)</sup>

Schulkinder im Alter von 6 - 12 Jahren entziehen sich immer häufiger der Kontrolle der Eltern, da sie sehr oft die von zu Hause mitgebrachte Jause nicht konsumieren oder sich aus dem Schulbuffet Snacks besorgen und dabei nicht auf die richtige Zufuhr von Kohlenhydraten achten. Kinder in dieser Altersklasse weisen eine Gewichtszunahme von

2, 5 - 3 kg pro Jahr auf, der Bedarf an Nahrung verdoppelt sich in dieser Zeitspanne. Der Hauptbestandteil der Nahrung sollte sich aus vollwertigen Nahrungsmitteln wie Vollkornbrot, Gemüse, Salat usw. zusammensetzen, da dadurch der Blutzuckerspiegel konstant gehalten werden kann. <sup>(27)</sup>

Ein Diabetiker sollte über den Kohlenhydratanteil der einzelnen Lebensmittel möglichst genau Bescheid wissen. Eine Hilfe bietet dabei die Berechnung der so genannten Broteinheiten, die sich auf den Gramm – Wert der Kohlenhydrate beziehen. 1 BE entspricht 12 g Kohlenhydraten.



Abbildung 1.3: Ernährungspyramide

Es existieren zwei Arten von Fettsäuren:

- die gesättigten Fettsäuren, die vor allem in Schokolade, Butter, Wurst und Käseprodukten zu finden sind und
- die ungesättigten Fettsäuren, die beispielsweise in Sonnenblumenöl, Nüssen und Fischprodukten enthalten sind.

Die Wahl sollte bevorzugt auf die ungesättigten Fettsäuren fallen, da sie das kardiovaskuläre Risiko nicht erhöhen. Zu einer ausgewogenen Ernährung gehört außerdem eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr, die hauptsächlich aus Mineralwasser oder ungesüßten Teesorten bestehen sollte. Der prozentuelle Anteil an Kohlenhydraten für an Diabetes erkrankte Kinder und Jugendliche sollte 50-55% der täglichen Gesamtaufuhr betragen, der Anteil an Fett maximal 30-35% und der an Eiweißen 10-15% der täglichen Gesamtaufuhr.

Der Griff zu alkoholischen Getränken sollte beschränkt werden, da Alkoholika zumeist viel Zucker enthalten und nachwirkend Hypoglykämien auslösen können. Des Weiteren gilt es zu bedenken, dass die häufig angepriesenen typischen „Diabetikerlebensmittel“ für Kinder und Jugendliche nicht effizient sind. Oberstes Ziel sollte eine ausgewogene Ernährung sein. <sup>(19)</sup>

### **1.1.6.3 Sport**

Neben der gesunden Ernährung spielt die regelmäßige körperliche Aktivität eine elementare Rolle. Durch ausreichende Bewegung (drei- bis viermal pro Woche) erzielt man als Nebeneffekt nicht nur körperliche Fitness, sondern auch psychisches und physisches Wohlbefinden. Dabei sollten die Kinder jedoch nicht zu bestimmten Sportarten oder zum Besuch eines Sportvereins „gezwungen“ werden. Vielmehr gilt es, gemeinsam mit dem Kind eine Bewegungsform zu finden, die diesem auch wirklich Spaß bereitet. Findet man außerdem in der Familie eine Sportart, die man gemeinsam als Elternteil mit dem Kind praktiziert, kann diese Aktivität ein wichtiger dauerhafter Bestandteil im kindlichen Lebensalltag werden.

## **1.1.7 Insulinarten**

Um eine individuelle Insulintherapie zu gewährleisten, müssen bei der Wahl des Insulins der Wirkungseintritt, der Wirkungshöhepunkt sowie die Dauer der Insulinwirkung berücksichtigt werden. Früher wurde zur Therapie Schweine – oder Rinderinsulin verwendet. Das Schweineinsulin wies an der Position 30 B Thyreonin anstelle von Alanin auf, während beim Rinderinsulin Alanin durch Threonin sowie Valin durch Isoleucin ersetzt waren. Dadurch traten vor allem beim Rinderinsulin immer wieder immunologische Reaktionen auf.

Heutzutage wird synthetisch hergestelltes Humaninsulin eingesetzt, das hinsichtlich Abwehrreaktionen besser verträglich ist. Um das Pankreas möglichst genau zu imitieren, wurden immer adäquatere Analoginsuline entwickelt. <sup>(24)</sup>

### **1.1.7.1 Humaninsuline**

#### **Normalinsulin oder Altinsulin**

Die Altinsuline oder Normalinsuline senken den Blutzucker nach 15-30 Minuten, während der Höhepunkt der Wirkung nach 1 bis 4 Stunden eintritt. Bei dieser Art von Insulin hält die Wirkung etwa 6 (bis 8) Stunden lang an. <sup>(28)</sup>

Das Normalinsulin wird jeweils vor einer Mahlzeit appliziert, eine i.v. Anwendung ist bei einer akuten Stoffwechsellage oder im Falle von Operationen möglich.

Zur allgemeinen Anwendung kommt diese Form des Insulins hauptsächlich als Prandialinsulin bei der intensivierten konventionellen Insulintherapie und bei der Insulinpumpentherapie. <sup>(19)</sup>

- Insuman Rapid<sup>®</sup> und Insuman Infusat<sup>®</sup>
- Actrapid Penfill<sup>®</sup>
- Huminsulin<sup>®</sup> Normal

## Verzögerungsinsuline

- Huminsulin ‘Lilly’ ‘Basal’<sup>®</sup>
- Insulatard<sup>®</sup>
- Insuman BASAL<sup>®</sup> u.v.m. <sup>(29)</sup>

Bei dieser Form der Insuline tritt der Beginn der Wirkung nach einer Zeit von 1,5 - 2 Stunden ein, das Maximum ist nach 5 - 8 Stunden erreicht.

Die Insulinwirkung hält 12 -16 Stunden an. <sup>(28)</sup>

Zu den wichtigsten und am häufigsten angewendeten Insulinen zählen die NPH-Insuline, die sehr oft mit einem Normalinsulin kombiniert werden. <sup>(19)</sup>

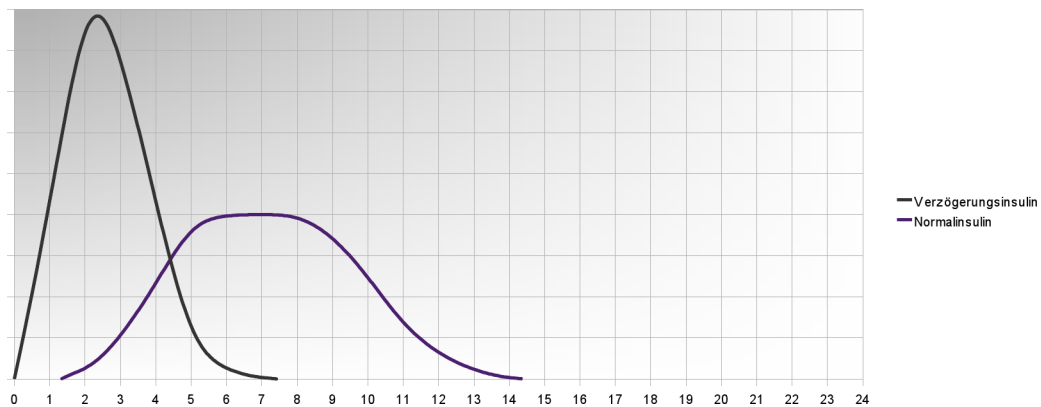


Abbildung 1.4: Vergleich des Wirkungsprofils von Verzögerungsinsulin und Normalinsulin

## Mischinsuline

Bei den Mischinsulinen liegt eine Kombination aus einem Normalinsulin und einem Verzögerungsinsulin vor.

Diese Form der Kombination wird bei an Diabetes mellitus erkrankten Kindern kaum mehr in Anspruch genommen. Auch bei der konventionellen Form der Therapie mit zweimaliger Injektion löst das NPH-Insulin das Normalinsulin immer mehr ab. <sup>(19)</sup>

### 1.1.7.2 Insulin-Analoga

#### Insulinanaloga mit schnellem Wirkungseintritt

Durch Veränderungen in der Molekülstruktur können die Wirkdauer und der Beginn der Wirkung beeinflusst werden. Das erste Analoginsulin ist durch das Vertauschen zweier Aminosäuren, nämlich Prolin und Lysin im Bereich von 28/29 entstanden. Hierbei wird eine Bildung von Dimeren verhindert. Diese Erklärung trifft auf das Insulin Lispro zu. Um einen schnellen Wirkungseintritt zu erzielen, ist es nicht mehr notwendig, eine Spaltung von einem Hexamer zu einem Monomer zu vollziehen, da das Insulinanalogon schon als solches vorliegt. Der Vorteil dieser Monomerform besteht darin, dass das Insulin innerhalb von kurzer Zeit über die Kapillarwand resorbiert werden kann.<sup>(24)</sup>

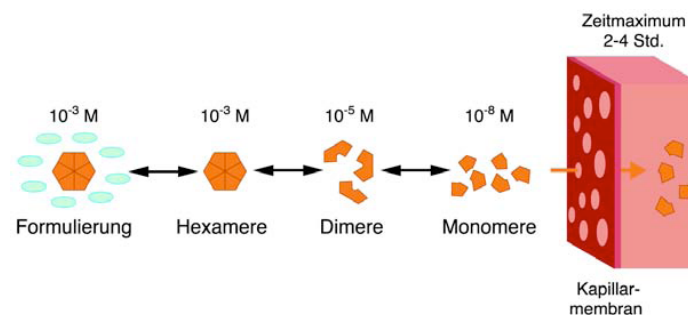


Abbildung 1.5: Spaltung des Insulins

Durch diese Art der Analoga wird eine blutzuckersenkende Wirkung nach etwa 3 bis 5 Minuten erzielt, der Höhepunkt der Wirkung ist nach 1 bis 2 Stunden erreicht. Die Wirkdauer dieses Analogons beträgt 3 (bis 5) Stunden.<sup>(28)</sup>

Zu den Insulinformen, die beispielsweise als Bolusinsulin appliziert werden können, zählen:<sup>(29)</sup>

- Lispro (Humalog<sup>®</sup>)
- Aspart (Novorapid<sup>®</sup>)
- Glulisin (Apidra<sup>®</sup>)

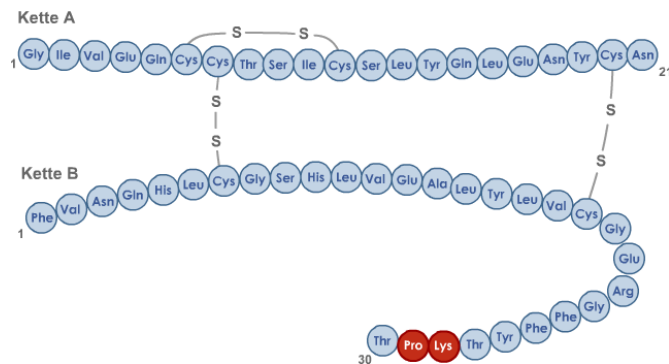


Abbildung 1.6: Aufbau des Insulins Lispro

### Insulinanaloga mit langer Wirkdauer

Durch die Veränderung des isoelektrischen Punktes (pH 5,4) zu einem neutralen pH-Wert über die Verschiebung hydrophiler Seitenketten ist es möglich, länger wirkende Analoga zu produzieren. Beim HOE 901, auch als Insulin Lantus bekannt, werden an die hydrophilen Seitenketten im Bereich B30 zwei weitere L-Argininmoleküle angeknüpft. An der Position A21 wird Glycin anstelle von Asparagin angehängt. <sup>(24)</sup>

Der Vorteil dieses Insulinanalogs besteht darin, dass der Wirkungseintritt erst nach 2 Stunden beginnt, die Hauptwirkung kontinuierlich ist und die Dauer der insulinenkenden Wirkung bis zu 24 Stunden anhält. <sup>(28)</sup>

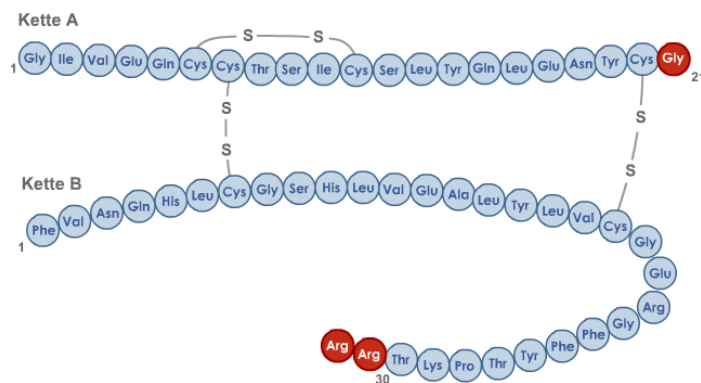


Abbildung 1.7: Aufbau des Insulins Glargin

Vertreter dieser Gruppe sind: <sup>(29)</sup>

- Glargin (Lantus<sup>®</sup>)
- Determir (Levemir<sup>®</sup>)

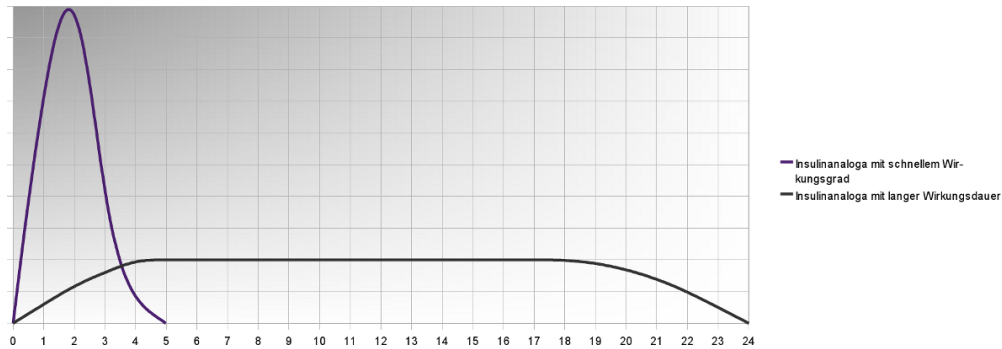


Abbildung 1.8: Wirkungsgrad der Insulinanaloga

## 1.1.8 Komplikationen

### 1.1.8.1 Akute Komplikation

#### Hypoglykämie

Eine Hypoglykämie bei einem Diabetiker ist ein sehr kritischer Zustand. Anhand der „Diabetes Control and Research Group (DDCT)“ wurden genaue Richtlinien für eine Hypoglykämie festgelegt. Die Zuckerwerte nehmen dabei untere Grenzen von weniger als 50 mg/dl bzw. weniger als 2,7 mmol/l an. <sup>(21)</sup>

Leichte Hypoglykämien manifestieren sich bei Kindern oft in Form von weinerlicher Stimmung, Kopfschmerzen, allgemeinem Schwächegefühl, Bauchschmerzen, vermehrtem Schwitzen und Zittern bis hin zu Heißhungerattacken.

Wichtig ist, dass der Patient in einem derartigen Zustand rasch resorbierbare Kohlenhydrate zu sich nimmt, um den Blutzuckerspiegel rasch zu erhöhen.

(z.B.: Traubenzucker oder gesüßten Saft). Bei schweren Hypoglykämien ist die intravenöse Verabreichung von Glucose erforderlich.

In der Nacht auftretende Unterzuckerungen verlaufen meist unbemerkt. Unruhiger Schlaf, vermehrtes Schwitzen, Albträume und Kopfschmerzen nach dem Aufstehen können wichtige Zeichen einer Hypoglykämie sein. <sup>(31)</sup>

Wesentliche Ursachen, die zu einer Hypoglykämie führen, sind beispielsweise eine verringerte Aufnahme von Nahrungsmitteln, erhöhte körperliche Aktivität ohne Kontrolle des Blutzuckerspiegels oder eine Überdosierung von Insulin. <sup>(20)</sup>

Nächtliche Hypoglykämien finden häufiger statt als vermutet wird. In einer Studie, in der in einem Zeitraum von 6 Monaten alle 14 Tage Blutzuckermessungen stattfanden, wurde gezeigt, dass bei jedem Patienten mindestens einmal eine Hypoglykämie auftrat. <sup>(31)</sup>

Die Umstellung auf eine Insulinpumpentherapie stellt eine Möglichkeit dar, rezidivierende Hypoglykämien zu reduzieren. <sup>(32)</sup>

### **Hyperglykämie und Ketoazidose**

Bei einer Ketoazidose liegt eine deutliche Blutzuckererhöhung mit Werten über 200 mg/dl vor, verbunden mit einer Verringerung des pH-Wertes auf unter 7,3 und einer Verringerung des Bikarbonatwertes auf unter 15 mmol/l. Zudem findet man vermehrt Ketonkörper im Blut und Urin. <sup>(33)</sup>

Die Ketoazidose stellt einen der häufigsten und kostenintensivsten Gründe für einen Krankenhausaufenthalt dar. <sup>(34)</sup>

50% der unter 24 -Jährigen, die nicht behandelt werden, versterben an den nicht sofort getroffenen Maßnahmen bei dieser schweren Erkrankung. <sup>(35, 36)</sup>

Bei einer diabetischen Ketoazidose können folgende Symptome vorliegen: <sup>(37)</sup>

- Dehydration
- Kussmaulsche Atmung
- Übelkeit, Erbrechen und abdominelle Syndrome, die ein akutes Abdomen vortäuschen
- kurzfristiges, tiefes Seufzen
- Bewusstseinstörung bis hin zur Bewusstlosigkeit
- Fieber beim Vorliegen einer Infektion

Laut einer Studie, die in Europa, Australien und Nordamerika durchgeführt wurde, litten 15 - 70% der neu diagnostizierten Kinder und Jugendlichen an einer derartigen Stoffwechsellage. <sup>(38,39)</sup>

Die möglichen Risikofaktoren einer Ketoazidose lassen sich klar aufzeigen. Ein niedriges Bildungsniveau und geringe finanzielle Möglichkeiten der Eltern führen oft dazu, dass nicht rechtzeitig ein adäquates Gesundheitszentrum aufgesucht wird. <sup>(40)</sup>

Auch die Unkenntnis über die Symptome der Erkrankung und deren Auswirkungen sowie Depressionen von Eltern stellen wesentliche Faktoren dar. <sup>(41)</sup>

Es werden drei Schweregrade der diabetischen Ketoazidose unterschieden:

- Bei der milden Form der diabetischen Ketoazidose liegt der pH- Wert unter einem Wert von 7,3 oder der Bikarbonatwert nimmt Werte von unter 15 mmol/l an.
- Bei der mittleren Form der diabetischen Ketoazidose beträgt der pH-Wert weniger als 7,2 und der Bikarbonatwert weniger als 10 mmol/l.
- Besonders ernst zu nehmen ist die schwere Form der Ketoazidose, dabei liegt der pH-Wert unter 7,1 und der Bikarbonatwert unter 5 mmol/l. <sup>(42)</sup>

*- Prävention der Ketoazidose im Rahmen der Erstmanifestation*

Ein über acht Jahre durchgeführtes Projekt in Parma mit dem Ziel, die Rate an Ketoazidosen zu senken, wurde zu einem großen Erfolg. Der Hintergrund dieser Kampagne war, die Bevölkerung hellhörig hinsichtlich der Anzeichen einer solchen Stoffwechsellage zu machen.



Abbildung 1.9: Poster zur Ketoazidoseprävention in Parma

An öffentlichen Plätzen, in Schulen, Arztpraxen und Apotheken wurden Poster mit dem Ziel angebracht, Eltern bezüglich der Erkrankung zu sensibilisieren. Dies führte zu dem Ergebnis, dass die Ketoazidoserate tatsächlich von 78% auf 12,5% reduziert werden konnte. <sup>(43)</sup>

#### *- Ketoazidoseprävention beim bereits erkrankten diabetischen Kind*

Bei Kindern mit bereits bekanntem Diabetes gibt es einige Regeln, die zur Vermeidung einer Ketoazidose beachtet werden sollten.

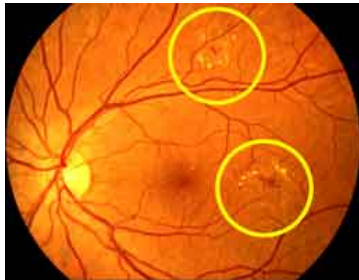
Dazu zählt beispielsweise die Möglichkeit, im Falle eines Infektes oder einer persistierenden Hyperglykämie die 3Beta-Hydroxybutyrate nachzuweisen. Dabei handelt es sich um einen Ketonkörper, der im Falle einer diabetischen Ketoazidose in hohen Mengen im Blut vorkommt. <sup>(44)</sup> Eine elementare Rolle in der Ketoazidoseprävention beim bereits erkrankten Kind spielen regelmäßige Blutzuckerkontrollen und reichliche Flüssigkeitszufuhr. Durch die Flüssigkeitsaufnahme kommt es zu einer Zunahme der glomerulären Filtrationsrate und in Folge dessen zu einer Senkung des Blutzuckerspiegels. Eine weitere Möglichkeit stellen Harnstreifentests dar, mit denen Ketonkörper nachgewiesen werden können.

#### **1.1.8.2 Chronische Komplikationen des Diabetes mellitus**

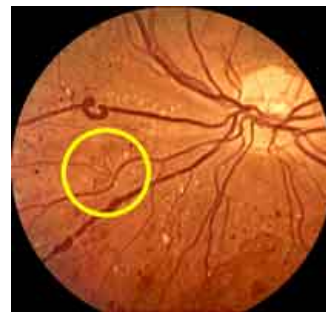
Um den möglichen Spätkomplikationen präventiv entgegenzusteuern, ist es bereits im Kindes- und Jugendalter von äußerster Wichtigkeit, eine adäquate Stoffwechseleinstellung zu erzielen. Durch regelmäßige Blutzuckermessungen und Betreuung an diabetischen Zentren wird dafür der Grundstein gelegt. Ein gesunder Lebensstil mit regelmäßiger sportlicher Betätigung stellt dabei einen wichtigen Faktor dar.

Folgeschäden eines stoffwechselkranken Patienten manifestieren sich vor allem an den kleinen und großen Gefäßen im Körper bzw. im Bereich der Nerven. <sup>(45)</sup> Eine Mikroangiopathie, die durch Basalmembranverdickungen und Lumeneinengungen entsteht, kann als Folge retinopathische und nephropathische Schäden verursachen.

Aufgrund des arteriellen Hypertonus werden auch die großen Gefäße in Mitleidenschaft gezogen, was zu Herzinfarkt, Hirninfarkt und zu peripherer Minderdurchblutung führen kann. Laut einer aktuellen Studie, die in den Jahren 1992 - 2007 an 33 Patienten durchgeführt wurde, hatten lediglich 7 PatientInnen, deren durchschnittliches Alter 23,12 +/- 6,39 Jahre betrug, keine Schäden im Sinne einer Retinopathie. 41,39% der Patienten/Innen zeigten proliferative retinopathische Schäden, 13,3% der Probanden/Innen wiesen nichtproliferative Folgen auf. In 10,10% der Fälle waren Makulaschäden und in 8,8% Katarakte feststellbar. Hierdurch wird ganz deutlich aufgezeigt, welchen wichtigen Stellenwert regelmäßige augenärztliche Untersuchungen bereits im Kindesalter und in den darauffolgenden Lebensjahren einnehmen. <sup>(46)</sup>



*Abbildung 1.10:  
Nichtproliferative Retinopathie*



*Abbildung 1.11: Proliferative  
Retinopathie*

## **1.1.9 Besonderheiten des kindlichen Diabetes mellitus in verschiedenen Altersstufen**

### **1.1.9.1 Säuglingsalter und Kleinkinder**

Gerade bei Kindern im Vorschulalter ist es aufgrund der unterschiedlichen Essenszeiten und der lebhaften Entwicklungsphasen äußerst schwierig, individuell die richtige Diabetestherapie zu finden. Neben der Erkrankung des Kindes kommen zusätzlich die Ängste und Sorgen der Eltern erschwerend hinzu. <sup>(47)</sup>

Kleinkinder weisen eine höhere Sensitivität für Insulin auf und besitzen zudem weniger Möglichkeiten, die Symptome einer Hypoglykämie zu zeigen. <sup>(48)</sup>

Die ständige elterliche Angst vor nächtlichen Hypoglykämien und Krampfanfällen stellt oft ein ernstzunehmendes Problem dar. <sup>(49)</sup>

In den meisten Fällen ist die Mutter die Person, die mit der Krankheit ihres Kindes am besten vertraut ist und die auch die notwendigen nächtlichen Blutzuckerkontrollen durchführt. Nicht selten resultiert aus dieser verantwortungsvollen Aufgabe eine mütterliche Depression oder ein Schlafentzug mit entsprechender psychischer Belastung. Sehr schwierig entwickelt sich auch bei Bedarf die Suche nach einem geeigneten Babysitter oder Kindermädchen. Schließlich muss die Aufsichtsperson mit Blutzuckermessungen und mit dem Berechnen von Broteinheiten sehr gut vertraut sein. <sup>(50)</sup> Wichtig ist dabei trotz allem, dass der telefonische Kontakt zu den Eltern und Erziehungsberechtigten jederzeit möglich ist, um rasch Auskünfte und Informationen über die notwendigen Insulindosen zu erhalten. <sup>(51)</sup>

Aus einer Studie geht hervor, dass Eltern von Kindern mit CSII weitaus weniger Stress ausgesetzt sind als jene mit MDI. <sup>(52)</sup>

### **1.1.9.2 Schulkinder**

Der Schuleintritt ist für ein Kind, das an Diabetes leidet, ein weitaus größeres einschneidendes Ereignis als für jedes andere Schulkind. In der neuen Gemeinschaft, in der es nicht nur lernen muss, sich zu behaupten, wird zusätzlich von ihm eine enorme Selbstständigkeit und eine gewisse Selbstkontrolle in Bezug auf seine Erkrankung gefordert. Besonders wichtig ist die Empathie der Lehrerin oder des Lehrers, damit sich das Schulkind nicht schon von Beginn an als Außenseiter fühlt oder als solcher behandelt wird.

Durch gezielte Vorträge sollten sowohl die KlassenkameradInnen als auch die LehrerInnen über die Krankheit informiert werden und über die Behandlung Bescheid wissen. Wichtig ist dabei auch, dass das Aufsichtspersonal und die MitschülerInnen dahingehend geschult werden zu erkennen, was im Falle einer Hypo- oder Hyperglykämiephase unternommen werden muss. Es wäre wünschenswert, jedem an Diabetes mellitus erkrankten Kind die Teilnahme an allen schulischen und sportlichen Aktivitäten zu ermöglichen. <sup>(53,54)</sup>

Eine gewisse Akzeptanz hinsichtlich Abwesenheitsstunden sollte ferner dem Diabetiker von Seiten der Klassenlehrer unbedingt entgegengebracht werden. <sup>(55)</sup>

Schließlich leiden die jungen PatientInnen nicht selten an den ständigen Blutzuckerschwankungen und an den daraus resultierenden Depressionen. Bringt man den Mitschülern aber bei, dass gegenseitige Akzeptanz, Geduld und Verständnis in einer Gemeinschaft notwendig sind, wird das kranke Kind von Beginn an ohne Probleme in der Klasse integriert sein. <sup>(56)</sup>

### **1.1.9.3 Jugendliche**

Der Eintritt in die Pubertät ist für einen Jugendlichen ein sehr schwieriger Zeitpunkt und eröffnet eine für ihn, seine Eltern und seine Umgebung nicht selten schwierige Entwicklungsphase. Häufig kommt es zu einer Auflehnung gegenüber den Eltern sowie zum Experimentieren mit „Unbekanntem“, wie Alkohol, Nikotin, Drogen oder Sex.

Ist ein Jugendlicher zudem noch an Diabetes mellitus erkrankt, kommen weitere Probleme hinzu. Einerseits besteht nun das Bedürfnis, die Erkrankung endgültig selbst zu „managen“, andererseits stößt er doch immer wieder an seine Grenzen.

Bewiesen ist, dass Jugendliche, die an Diabetes mellitus erkrankt sind, seltener medizinische Einrichtungen aufsuchen und Ratschläge weniger ernst nehmen als ihresgleichen ohne diese Erkrankung. <sup>(57)</sup>

Weitere Konfliktpunkte in der Eltern-Kind-Beziehung entstehen dadurch, dass sich viele Eltern auch dann noch für den Diabetes ihres Kindes hauptverantwortlich fühlen, wenn sich dieses bereits in der Pubertät befindet. Um diesen Problemen entgegenzusteuern, ist es wichtig, dass der Jugendliche eine gewisse Selbstverantwortung in der Diabetestherapie erlangen kann. Führt man Gespräche im Familienverband und bietet man immer wieder Hilfe bei diversen Problemen an, gibt man dem Jugendlichen das Gefühl, nicht alleine mit seiner Erkrankung zu sein. Dies ermöglicht den Eltern, ihr Kind nicht aus den Augen zu verlieren und so eine gute Beziehung aufrecht zu erhalten. <sup>(58, 59)</sup>

## 1.2 Insulinpumpentherapie im Speziellen

Der Wechsel von einer MDI zu einer CSII bedarf einer genauen Überlegung und Planung. Bezugspersonen des Kindes sollten somit bei den entsprechenden Schulungen anwesend sein, um über die Eigenschaften und die Bedienung des Gerätes genauestens Bescheid zu wissen. Außerdem sind regelmäßige Kontrollen im betreuenden Krankenhaus erforderlich. Bei Unsicherheiten oder Schwierigkeiten im Umgang mit der Insulinpumpe stehen von den Firmen Pumpenhotlines und Ansprechpartner an der Klinik rund um die Uhr für Fragen und Probleme zur Verfügung. <sup>(60)</sup>

Mittlerweile sind bereits mehr als 4 Insulinpumpen von unterschiedlichen Firmen am Markt. Die österreichische Diabetes Gesellschaft (ÖDG) plant die Erstellung eines Pumpenregisters. Dessen Ziel ist es, alle Insulinpumpenträger österreichweit zu registrieren, ihre genauen Daten aufzuzeigen und somit statistische Auswertungen über dieses Patientengut zu erhalten. Derzeit verfügt diese Gesellschaft über die Daten von 511 Erwachsenen und 188 Kindern. Laut diesem Artikel beträgt der mittlere HbA1c-Wertes bei den registrierten Kindern 7,4% und bei den Erwachsenen 7,5%. <sup>(61)</sup>



Abbildung 1.13: Lage des Katheters im Bereich des Oberschenkels



Abbildung 1.12: Lage des Katheters im Bereich des Bauches



Abbildung 1.14: Beispiele für Insulinpumpen

Derzeit sind im Landeskrankenhaus Leoben-Eisenerz ca. 50 Kinder und Jugendliche mit Insulinpumpen in Betreuung. In den Jahren 2000 bis 2004 wurden 11 PatientInnen auf diese Art der Therapie eingestellt, ab dem Jahre 2005 bis zum Jahr 2009 kam es zu einem Anstieg auf 43 Personen. Lediglich 4 Kinder und Jugendliche legten die Pumpe aufgrund psychischer Probleme ab, ein Kind verstarb leider in dieser Zeit. Allein im Jahre 2008 entschieden sich 10 Kinder für eine Pumpe, im Jahr 2009 waren es 11.

### 1.2.1 Geschichte der Insulinpumpe

Bereits 1970 begann man im Guy's Hospital in England stoffwechselkranke PatientInnen mit einer kontinuierlichen Insulingabe zu versorgen. Das Ziel hierbei war es, eine normoglykämische Blutzuckersituation zu schaffen. Da sich erfreuliche Ergebnisse zeigten, begann ein neuer Entwicklungsschritt. <sup>(62)</sup>

In den 1990-er Jahren gelang ein neuer technischer Fortschritt im Bereich der Insulinpumpen. Die Geräte wurden sicherer in der Anwendung und einfacher in ihrer gesamten Handhabung, zudem wurde eine sensiblere Insulineinstellung möglich. Die Insulinpumpen von heute haben Alarmsysteme, sind einfacher und mehrsprachig, und ermöglichen zusätzlich Computerprogramme, um die Daten auf dem Computer zu speichern. <sup>(63)</sup>



*Abbildung 1.15: Die erste tragbare Insulinpumpe*

## 1.2.2 Funktionsprinzip einer Insulinpumpe

Im Grundaufbau sind alle Insulinpumpen ähnlich. Sie unterscheiden sich nur in ihrem Aussehen und in der Bedienungsweise voneinander. Die Pumpe besteht aus zwei kleinen Prozessoren, die alle drei Minuten über eine Gewindestange einen Stopfen in der Insulinampulle bewegen und dem Körper so die erforderliche Insulinmenge zuführen. Diese Menge entspricht der Basalrate, die kontinuierlich nach dem circadianen Verlauf abgegeben wird und das Pankreas imitieren soll. Verschiedene Menüstrukturen für Anfänger und Profis erlauben eine individuelle Gestaltung der Insulinpumpentherapie. Die unterschiedlichen Arten von Boli können gezielt der Mahlzeit angepasst werden. Um die Intimsphäre des Pumpenbesitzers zu wahren, aber auch zur Erleichterung der Handhabung für Mütter, kann bereits über eine Fernbedienung eine Bolusabgabe erfolgen. Zahlreiche Sicherheitsvorkehrungen, wie etwa Füllungsstand des Insulins oder Erinnerungsmeldungen für die Blutzuckermessung unterstützen den Benutzer in seiner Anwendung.

Um Kindern eine schmerzlose und vor allem schnelle Einführung der Nadel zu gewährleisten, gibt es dafür spezielle Stechhilfen. Die Katheter können in der Bauchregion oder am Oberschenkel gesetzt werden, wie sie auf den Bildern in Abbildung 14 und 16 zu sehen sind. Um Katheterverstopfungen zu vermeiden, sollten sie alle 2 - 3 Tage gewechselt werden. Über eine Schnittstelle am Gerät besteht zudem die Möglichkeit, Daten wie etwa genaue Insulinabgaben, Bolusdetails usw. am Computer aufzuzeichnen und zurückzuverfolgen. Je nach Vorliebe können Infusionssets aus Teflon oder Stahl verwendet werden. Accessoires wie diverse Tragemöglichkeiten oder Aufkleber für die Pumpe lassen einer individuellen Gestaltung freie Hand. <sup>(64)</sup>

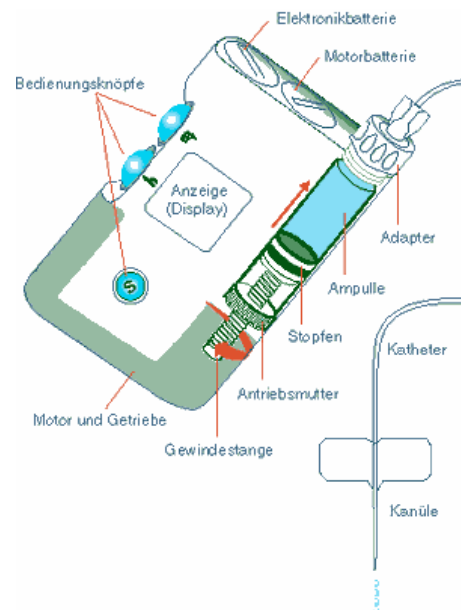


Abbildung 1.16: Aufbau einer Insulinpumpe

An der Universität Ulm in Deutschland wurde von Professor Ernst Friedrich Pfeiffer ein Glukosemesssystem entwickelt, mit dem man Blutzuckermessungen kontinuierlich aufzeigen kann. Durch einen zusätzlichen Sensor werden die subcutanen Gewebszucker gemessen und die Daten erscheinen auf dem Display der Insulinpumpe. <sup>(65)</sup>

Zudem ging aus einer 6-monatigen Studie hervor, die anhand von PatientenInnen durchgeführt wurde, die die Glukosesensoren verwendet hatten, dass es keinen verbessernden Effekt in Bezug auf Hypoglykämien gab, hingegen jedoch vermehrte Hautreaktionen im Bereich der Elektrode auftraten. <sup>(66)</sup>

Klar wird dadurch, dass der Forschung in diesem Bereich noch große Möglichkeiten offen sind und eine technische Weiterentwicklung nötig sein wird.

### 1.2.3 Indikationen zur Insulinpumpentherapie

Die Gründe für die Wahl einer CSII können vielfältig sein. Erhöhte HbA1c-Werte, rezidivierende Hypoglykämiephasen und wiederkehrende Ketoazidosen sind wesentliche Kritikpunkte vorheriger Therapien. Daher wurde der Wunsch nach einer Verbesserung laut. Zudem erhoffte man sich mehr Flexibilität im Sport, verbunden mit einer Steigerung der Lebensqualität. <sup>(67)</sup>

$\Sigma=1567$	< 5 LJ	5-9 LJ	10-14 LJ	15-0 LJ	p
	n=138	n=232	n=789	n=408	
Dawn-Phänomen	15,8%	28,2	32,1	21,7	<0,0001
Hypoglykämien zu reduzieren	42,5	31,6	17,3	11,1	<0,0001
Glykämische Kontrolle zu verbessern	15,4	15,7	17,8	20,9	0,168
Flexibilität im Alltag	22,3	19,1	21,7	25,8	0,108
Motivation	1,2	3,9	9,9	18,2	<0,0001
Versagen der Injektionstherapie	2,8	1,5	1,3	1,9	0,256
Schwangerschaft	0	0	0	0,28	0,272

Tabelle 1: Gründe für Insulinpumpentherapie

Nach Fisher sollen gewisse Voraussetzungen für einen Insulinpumpenbenutzer erfüllt sein. Unter die Motivationsfaktoren fallen etwa: <sup>(68)</sup>

- der Wunsch nach einer Reduzierung des Blutzuckers und des Langzeitzuckerwertes (HbA1c-Wertes)
- die Hoffnung auf Reduzierung der Hypoglykämiephasen
- das Erreichen einer Lebensstilmodifikation und
- das Aufgeschlossenheit gegenüber neuen Therapieformen.

Von Seiten der Behandlungsfaktoren müssen zudem folgende Grundlagen erfüllt sein:

- die Fähigkeit, die Diabetestherapie selbst zu managen
- genaueste Kenntnis über die Berechnung von Broteinheiten
- die Durchführung von mehr als vier Blutzuckermessungen täglich
- die Sicherheit im Umgang mit subcutanen Injektionen
- das Feedback von Eltern oder Bezugspersonen
- der richtige Umgang mit den technischen Richtlinien der Insulinpumpe und
- ein dauerhafter Kontakt zu einer medizinischen Einrichtung.

#### **1.2.4 Kontraindikationen der Insulinpumpentherapie**

Bei der Entscheidung zu einer Insulinpumpe sollten auch etwaige Kontraindikationen nicht außer Acht gelassen werden.

Bei mangelnder Compliance und Sorgfalt, bei psychiatrischen Erkrankungen sowie Uneinsichtigkeit des Kindes hinsichtlich der notwendigen Blutzuckermessungen darf die CSII nicht ausgehändigt werden. Als wichtigste Argument gegen den Einsatz einer Insulinpumpe spricht eine oftmals falsche Erwartungshaltung des Benutzers. Eine Insulinpumpe ersetzt keineswegs weiterhin zu durchführende Blutzuckermessungen. Nur ein sicherer und richtiger Umgang mit der Insulinpumpe ist die Grundlage für einen entsprechenden Erfolg.

Weitere Kontraindikationen stellen ein ungünstiges soziales Umfeld oder Alkohol und Drogenprobleme bei dem/der Pumpeninhaberin dar. <sup>(69)</sup> Bei blinden oder taubstummen Patienten ist der Einsatz einer CSII nur begrenzt möglich. <sup>(70)</sup>

### **1.2.5 Komplikationen der Insulinpumpe**

Da eine derartige Form der Therapie nicht nur Vorteile bringt, sollten die Komplikationen, die auftreten können, unbedingt aufgezeigt werden. So wurden bei einer Untersuchung an 120 an Diabetes mellitus erkrankten Probanden 58 kontaminierte Katheternadeln, darunter 42 mit *Staphylococcus epidermidis*, festgestellt. Aus dieser Studie ging hervor, dass eine derartige Komplikation durch sorgfältige Desinfektion der Haut vermieden werden kann. <sup>(71)</sup> Ebenfalls ein sehr häufiges Problem stellen Verstopfungen und in weiterer Folge Dysfunktionen des Kathetersystems dar. Pathogenetisch dürften dabei immuno-inflammatorische Reaktionen und Insulin-Amyloid-Ablagerungen eine wichtige Rolle spielen. <sup>(72)</sup> Eine weitere Komplikation, die im Rahmen einer Insulinpumpentherapie auftreten kann, ist die Ketoazidosegefahr. Durch mögliche Dislokationen des Katheters kann oft erst spät bemerkt werden, dass die Insulinzufuhr unterbrochen ist.

### **1.2.6 Finanzielle Aspekte der Insulinpumpentherapie**

Über die finanziellen Aspekte der Insulinpumpentherapie bei Kindern und Jugendlichen liegen nur sehr wenige Daten vor. Beim Vergleich der MDI und CSII Behandlung können keine exakten Kostenaufschlüsselungen vorgenommen werden. Es können lediglich die Kosten aufgezeigt werden, die aufgrund einer besser eingestellten Diabetestherapie vermieden werden könnten. <sup>(73)</sup>

Laut einer in Deutschland durchgeführten Studie, die 6437 Patienten einschloss, betragen die Fixkosten eines an Diabetes mellitus erkrankten Patienten pro Jahr 2611 Euro. Davon machten die Blutzuckermessungen 37%, die Krankenhausaufenthalte 26% und der Insulinbedarf 21% aus. Weitere 9% fielen für ambulante Versorgung an, 7% für Injektionsbestecke und Zubehör und 0,1% für die Behandlung des Bluthochdruckes. <sup>(74)</sup>

Bei einem Insulinbedarf von 40 IE/Tag bei der CSII und 50 IE/Tag bei der ICT kommt man auf einen Kostenbetrag von 6,22 Euro bei ICT Therapie, während die Kosten der CSII sich auf 11,72 bis 12,36 Euro belaufen. <sup>(19)</sup>

## 1.2.7 Praktische Durchführung

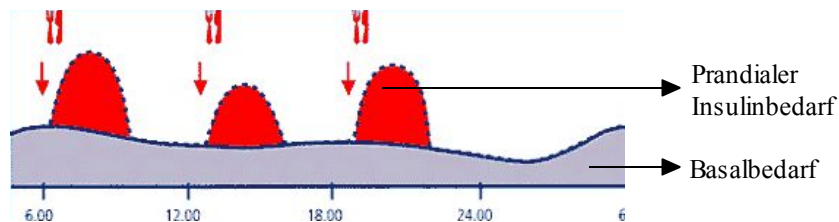


Abbildung 1.17: Insulinbedarf beim gesunden Menschen

Die Grafik zeigt den Insulinbedarf des gesunden Menschen über den Tag verteilt an. Zu den Essenszeiten wird vermehrt Insulin produziert, um den Blutzuckerspiegel zu senken. In der Zeit von Mitternacht bis drei Uhr Früh ist ein konstant niedriger Insulinspiegel vorhanden.

### Basalrate

Altersgruppe	Mittlere stündliche Basalrate (IE/h)	Mittlere Insulintagesdosis (U/kg)
0-6 Jahre	0,14	0,7
6-9 Jahre	0,24	0,74
9-12 Jahre	0,39	0,79
>12 Jahre	0,72	0,87

Tabelle 2: Basalinsulinbedarf und mittlerer Insulinverbrauch

Bei der Umstellung von der Basis-Bolus Therapie auf die Insulinpumpentherapie geht man vom bisher benötigten Insulinbedarf aus. Der circadiane Verlauf des Basalinsulinbedarfs ist abhängig vom Lebensalter. Bei Kindern vor der Pubertät liegt die maximale Basalrate in der Zeit vor Mitternacht höher, während in der Pubertät dieser Bereich in den frühen Morgenstunden anzutreffen ist.

Für die Eruiierung der Basalrate gibt es zum Beispiel für Diabetologen einen Basalratenschieber der Firma Roche oder einen Basalrechner der Firma Medtronic. Dieser Schieber kann als Einstellhilfe bei einer Insulinpumpentherapie verwendet werden. Durch die Berücksichtigung des Alters und des genauen Körpergewichtes kann die Basalrate für 24 Stunden berechnet werden.<sup>(19)</sup>

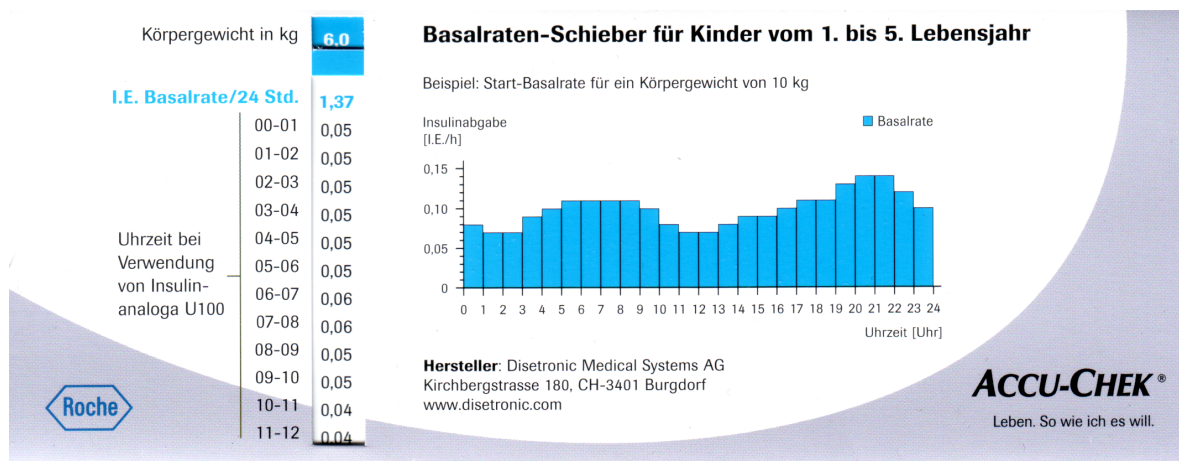


Abbildung 1.18: Basalratenschieber für Kinder vom 1. bis 5. Lebensjahr

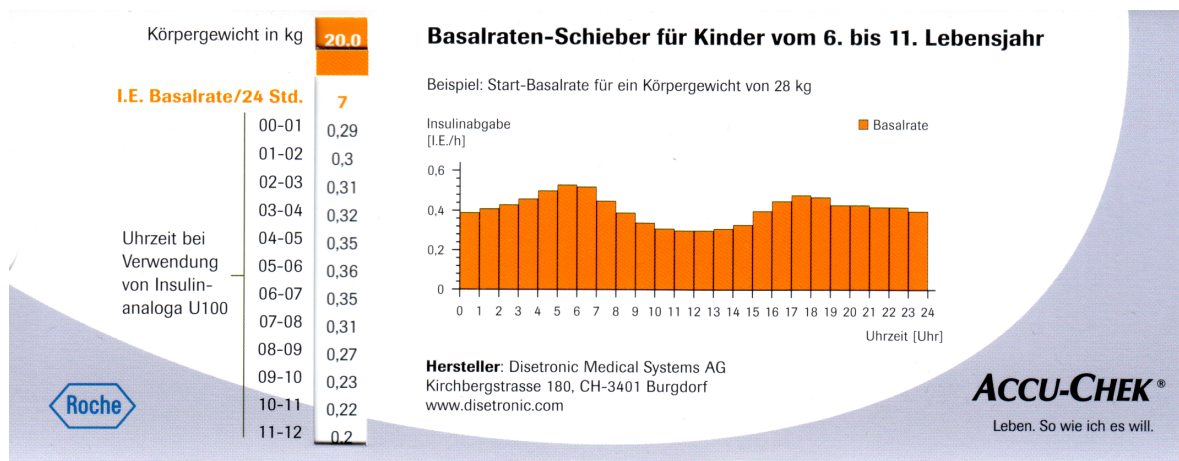


Abbildung 1.19: Basalratenschieber für Kinder vom 6. bis 11. Lebensjahr

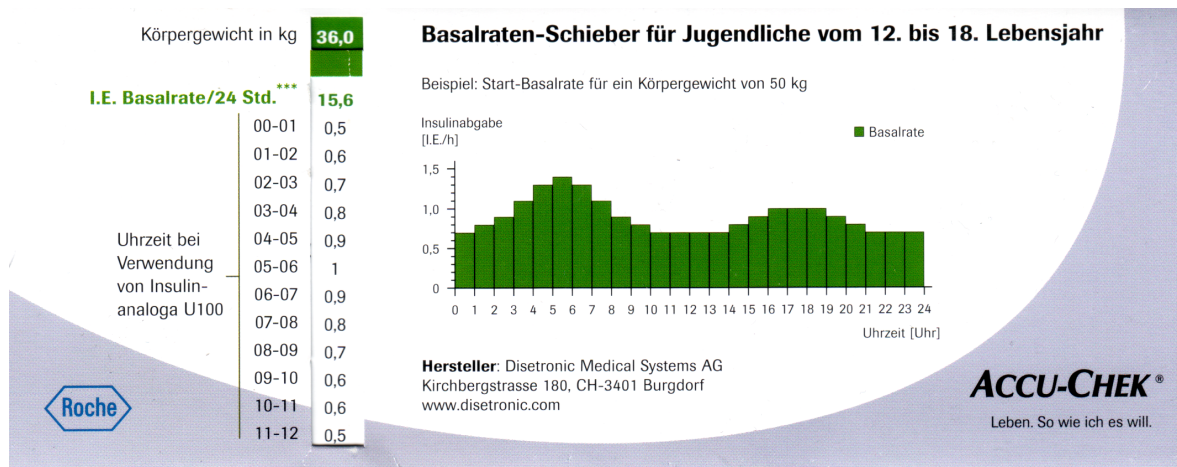


Abbildung 1.20: Basalratenschieber für Jugendliche vom 12. bis 18. Lebensjahr

Es wird besonders darauf geachtet, zu welcher Tageszeit bei den PatientInnen Blutzuckerschwankungen auftreten. Wichtig ist dabei eine genaue Dokumentation der Blutzuckerwerte.

Der Gesamtbedarf des Insulins wird um 10% reduziert, wenn der Patient oder die Patientin wiederkehrende Hypoglykämiephasen und einen normalen Langzeitzuckerwert (HbA1c) aufweist, ansonsten belässt man ihn gleich. 40-50% des Gesamtbedarfes bilden hierbei die Basalrate.<sup>(24)</sup>

Im Falle einer Infektion, eines hochfieberhaften Infektes oder bei Immobilität kann die Basalrate für kurze Zeit angehoben werden. Bei längeren sportlichen Aktivitäten kann eine Senkung vorgenommen werden.<sup>(19)</sup>

Zur Kontrolle, ob die Basalrate funktioniert, kann ein sogenanntes „Teilfasten“ vorgenommen werden. Dabei wird am ersten Tag auf das Frühstück verzichtet, am nächsten Tag auf das Mittag- und am darauf folgenden Tag auf das Abendessen.

## Bolus

Die Insulinmenge, die als Bolusmenge angenommen wird, entspricht primär der gleichen Menge, die bei der Basis-Bolus Therapie verwendet wird. Im Laufe der Therapie kann diese Menge nach Bedarf adaptiert werden. (Beginn 1 Insulineinheit/BE)

Es gibt drei Arten von Boli:

- den Normalbolus
- den verlängerten Bolus
- und den Dualbolus.

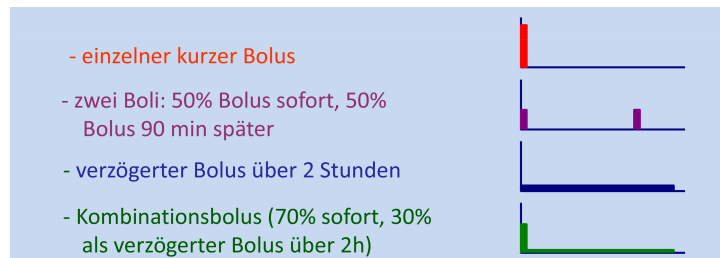


Abbildung 1.21: Verschiedene Arten des Bolus

Zur Korrektur bei erhöhter

Kohlenhydratzufuhr wird der Normalbolus gespritzt, bei länger andauernder Nahrungsaufnahme wird der verlängerte Bolus angewandt.

Bei einem Kombinationsbolus werden 70% sofort, 30% verzögert über 2 Stunden abgegeben. Bei einem Dualbolus wird eine Kombination aus einem Normalbolus und einem verlängerten Bolus gewählt. Bei dieser Art des Bolus kann der Zeitpunkt und die prozentuale Verteilung der Verabreichung individuell entschieden werden.<sup>(75)</sup>

## Beispiele einer Insulinpumpenaufzeichnung

### 1. Beispiel

Im Rahmen von Kontrolluntersuchungen ist es möglich, die Speicher der Insulinpumpe genauestens abzulesen. So können die BetreuerInnen und ÄrztInnen die Handlungen der Benutzer genau nachvollziehen und aus etwaigen Fehlern der Benutzer Rückschlüsse ziehen.

Bei diesem Jugendlichen liegt das Basalinsulinmaximum in der Zeit um 6 Uhr morgens vor, eine weitere Erhöhung der Basalrate zeigt sich um ca. 16 Uhr. Dies entspricht genau einem zweimaligen Anstiege des Basalbedarfes.

### Basalraten

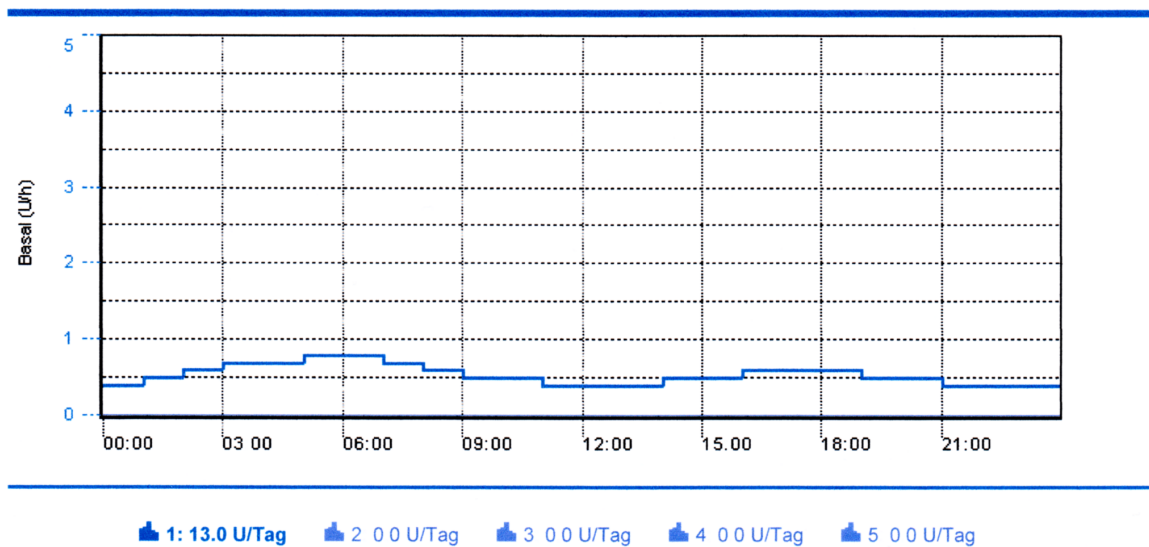


Abbildung 1.22: Aufzeichnung einer Basalrate am Beispiel eines Jugendlichen

## 2. Beispiel

In diesem Beispiel sind die Blutzuckerwerte eines Patienten von einer Woche aufgezeichnet. Auf der x - Achse wurden die Tage, auf der y - Achse die Blutzuckerwerte eingetragen. Die maximale Höhe des Blutzuckerwertes lag bei ca. 110 mg/dl, während ein Minimum des Blutzuckers von 55 - 60 mg/dl abzulesen ist.

Deutlich erkennbar ist in diesem Beispiel, dass der Patient keine Hypoglykämiephasen aufweist. Der Mittelwert der Blutzuckerwerte liegt bei

ca. 70 - 80 mg/dl. Es zeigt sich somit eine sehr gute Blutzuckereinstellung.

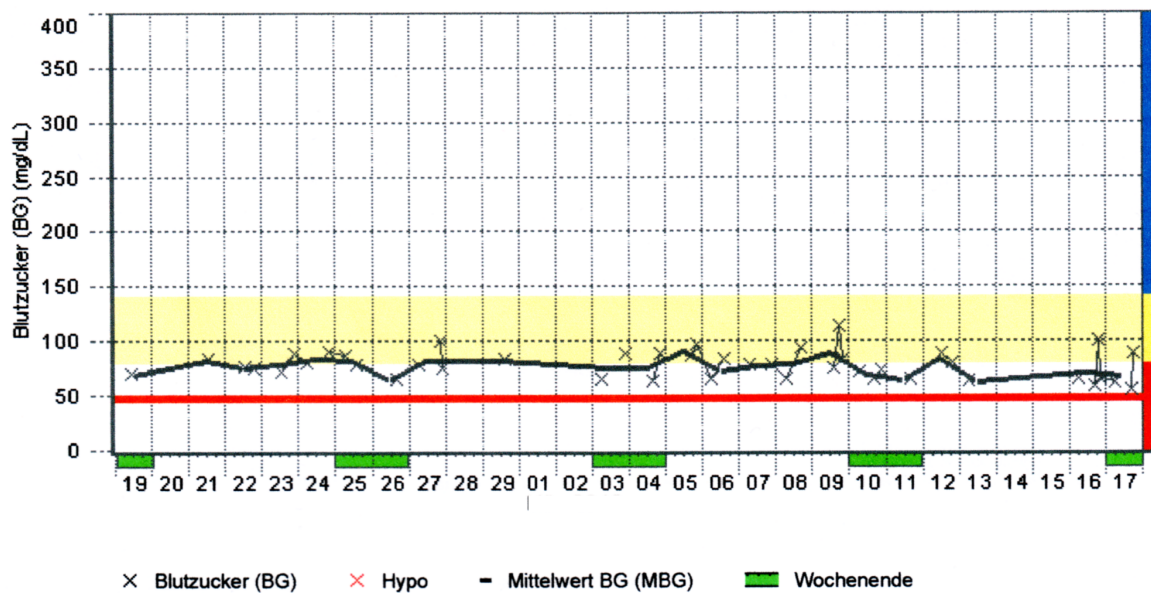


Abbildung 1.23: Verlauf der Blutzuckerwerte aus einem Blutzuckermessgerät

### 3.Beispiel

Im folgenden Beispiel zeigen sich die Basalrate und die Bolusgaben. In diesem Verlauf werden auch die Katheterfüllungen und der Ampullenwechsel des Benutzers sichtbar.

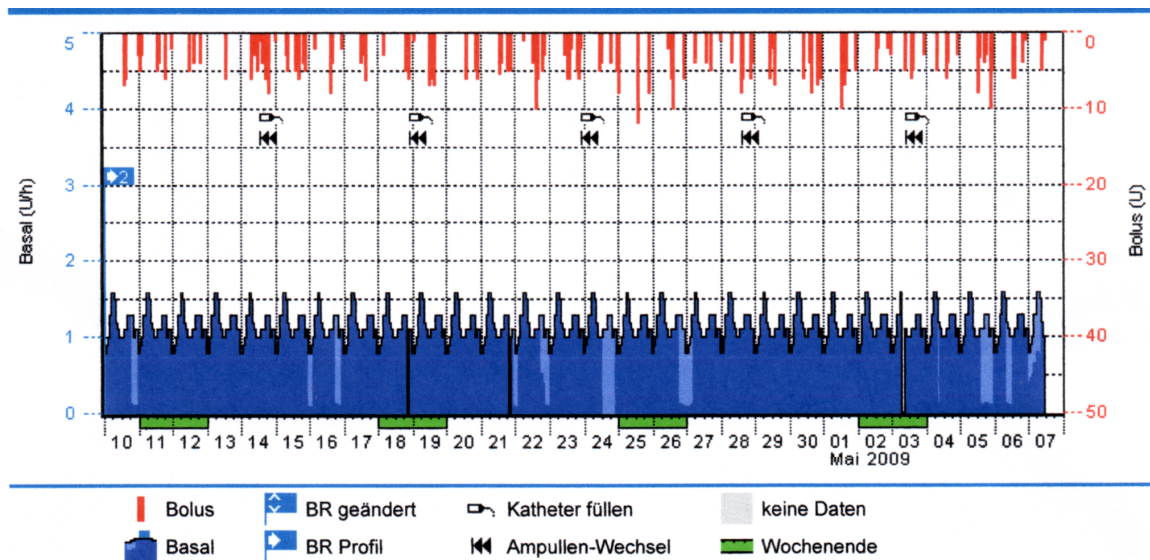


Abbildung 1.24: Basalraten und Bolusprofil

### 1.3 Zielsetzung der Studie

Die Diplomarbeit beschäftigt sich mit der kontinuierlichen Insulintherapie mittels Injektionspumpen bei Kindern und Jugendlichen. In dieser Arbeit werden vor allem die Indikationen für eine derartige Therapie aufgezeigt und anhand eines Fragebogens, der von den Kindern selbst, deren Eltern oder anderen Bezugspersonen ausgefüllt wurde, statistisch ausgewertet. Vor- und Nachteile sowie Komplikationen einer derartigen Therapie wurden ebenfalls herausgearbeitet.

Des Weiteren wurde der HbA1c-Wert während der Insulinpumpentherapie mit dem HbA1c-Wert unter vorangegangenen Therapieformen verglichen. Ein besonderes Ziel dieser Arbeit ist es, etwaige Verbesserungsvorschläge für die Insulinpumpentherapie aufzuzeigen.

## 2 Methoden und Material

### *Studiendesign*

Es handelt sich um eine retrospektive Studie. Anhand von Kontrolluntersuchungen am Landeskrankenhaus Leoben-Eisenerz wurden die Langzeitzuckerwerte vor und nach dem Umstellen auf eine Insulinpumpe im „OpenMedocs“-System herausgesucht. Bei diesem System handelt es sich um ein Computerprogramm, in dem Informationen und Daten über die Patienten seit dem Jahre 2004 gespeichert werden. Die herausgefundenen Werte wurden miteinander verglichen, um eine Verbesserung oder Verschlechterung zu erkennen. Die jeweiligen Daten wurden im SPSS Programm eingegeben und statistisch ausgewertet.

Für die Diplomarbeit wurden zudem 30 Fragebögen an Kinder, Eltern oder deren Bezugspersonen ausgehändigt. Die Fragebögen wurden größtenteils sowohl auf der Schiwoche als auch im Rahmen von Kontrolluntersuchungen im LKH Leoben verteilt. Einige Unterlagen wurden per Post an die Patienten bzw. deren Eltern verschickt und ausgefüllt retourniert. Im Fragebogen wurden vor allem die Vor- und Nachteile der Insulinpumpentherapie und etwaige Komplikationen der Therapie nach eigenem Empfinden hinterfragt.

Parameter, die im Rahmen der Studie im Fragebogen erhoben wurden:

- Patientengut
- Gesundheitszustand
- Diabetesdauer
- Insulinpumpenfirma
- Gründe für die Entscheidung zur Insulinpumpe
- persönlich empfundene Vorteile der Insulinpumpe
- persönlich empfundene Nachteile der Insulinpumpe
- eventuelle Komplikationen der Insulinpumpe
- Veränderungen durch die Insulinpumpentherapie aus Sicht der Angehörigen
- Reaktion der Umgebung

- Änderung der Essensgewohnheiten
- Angabe, wie die erneute Entscheidung zur Insulinpumpe ausfallen würde
- Verbesserungsvorschläge

### *Patientengut*

Das Patientengut umfasste 30 Kinder und Jugendliche, die ab dem Jahre 2002 bis zum Jahre 2009 am Landeskrankenhaus Leoben-Eisenerz eine Insulinpumpe bekamen.

### *Erhebung der Patientendaten*

Durch die genaueste Aufzeichnung der PatientInnendaten meiner Diplomarbeitbetreuerin Frau OA. Dr. Judmaier war es mir möglich, die Namen der InsulinpumpenbesitzerInnen im OpenMedocs herauszusuchen. Bei den Kindern und Jugendlichen wurden die HbA1c-Werte notiert und später im SPSS-System untereinander verglichen.

Es wurden ferner die HbA1c-Werte vor Erhalt der Insulinpumpe registriert und ihr weiterer Verlauf statistisch aufgezeigt.

### 3 Ergebnisse

#### *Patientengut*

Das untersuchte Patientengut umfasste 16 weibliche und 14 männliche Patienten.

Die Altersverteilung sah wie folgt aus:

- 10% waren zwischen 0 und 5 Jahren alt (entspricht 3 Kindern)
- 26,7% zwischen 6 und 10 Jahren (8 Kinder)
- 50% zwischen 11 und 15 Jahren (15 Kinder) und
- 13,3% über 15 Jahre alt (4 Jugendliche).

#### *Gesundheitszustand*

60% der PatientInnen gaben in dem Fragebogen an, dass sie ihren Gesundheitszustand als gut empfinden. Als sehr gut beurteilten ihn 26,7%, als mittelmäßig 10% und als schlecht oder sehr schlecht 3,3% der Befragten.

#### *Diabetesdauer*

Die durchschnittliche Diabetesdauer bei den PatientInnen lag bei 2 Jahren. Bei 43,3% bestand der Diabetes seit 0-3 Jahren, bei 20% seit 4 bis 6 Jahren, bei 26,7% seit 7-10 Jahren und bei 10% seit 11 Jahren oder mehr.

#### *Insulinpumpenfirma*

30% der PatientInnen hatten eine Insulinpumpe Paradigma Medtronic, 33,3% eine Accu-check Spirit Roche, 20% eine Animas Med Trust, 13,3% eine Cozmo Smiths Medical und 3,3% eine Accu Check Combo.

### *Erneute Entscheidung zur Insulinpumpe*

Die Frage nach einer neuerlichen Entscheidung für die Insulinpumpen bejahten 29 von 30 Personen. Nur von einem einzigen Angehörigen eines Patienten wurde die Insulinpumpe entschieden abgelehnt. Als Grund wurden der heimliche Griff des Kindes zu Süßigkeiten ohne die Applikation von Insulin und die zahlreichen Infektionen im Bereich der Nadel und des Katheters angeführt.

### *Verbesserungsvorschläge*

Bei der Frage nach Verbesserungsvorschlägen der Insulinpumpe wurden Wünsche nach einer Veränderung des Displays und des Aussehens der Pumpe geäußert. Die Kinder würden sich ein leichteres, unauffälligeres Modell, das wasserdicht ist und ein farbig gestaltetes Display aufweist, wünschen.

Da die Pumpe ein sehr persönlicher Gegenstand des Benutzers ist, sollten nach einem weiteren Vorschlag mehrere individuelle Skins für die optische Gestaltung zur Verfügung stehen.

Als Verbesserungsvorschlag wurde außerdem angeführt, dass ein längeres Verbleiben von Katheter und Nadel von großem Vorteil wäre. Der Wunsch der Angehörigen bestand im Speziellen darin, ein geschlossenes Kreislaufsystem für Blutzuckermessungen zu schaffen, um so Warnhinweise im Falle einer Hypo- oder Hyperglykämie zu erhalten und adäquat Insulin abzugeben.(vergleichbar mit der von Prof. Pfeifer aus Ulm entwickelten Methoden<sup>(76)</sup>)

Im Allgemeinen waren die Kinder und deren Angehörige mit der Funktionsweise und Handhabung der Insulinpumpe aber sehr zufrieden.

### Gründe für die Entscheidung zur Insulinpumpentherapie

40% der BenutzerInnen entschieden sich aufgrund der größeren Flexibilität zu einer Insulinpumpe. Bei 26,7% war der Hauptgrund für die Entscheidung zu einer derartigen Therapie der hohe HbA1c Wert. 16,7% der AnwenderInnen störten die ständig auftretenden Blutzuckerschwankungen und 10% gaben das Wegfallen der Insulininjektionen als Beweggrund an. 6,7% der BenutzerInnen wählten die CSII aufgrund häufig auftretender Hypoglykämien.

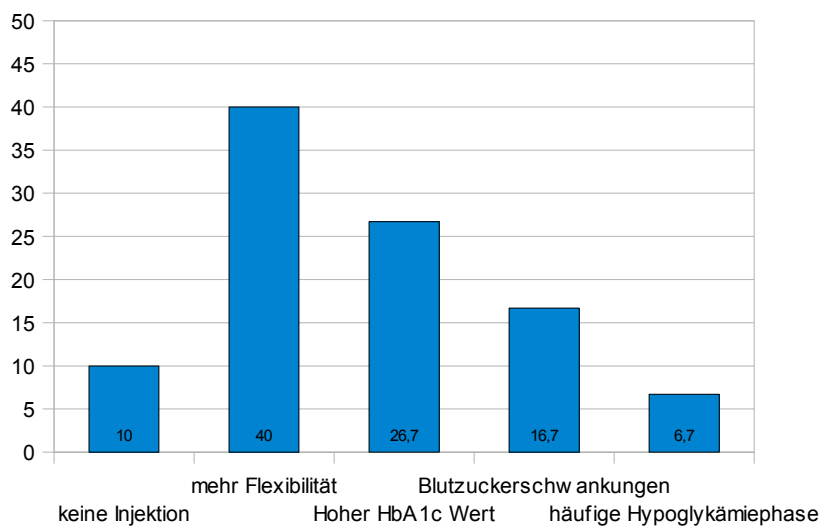


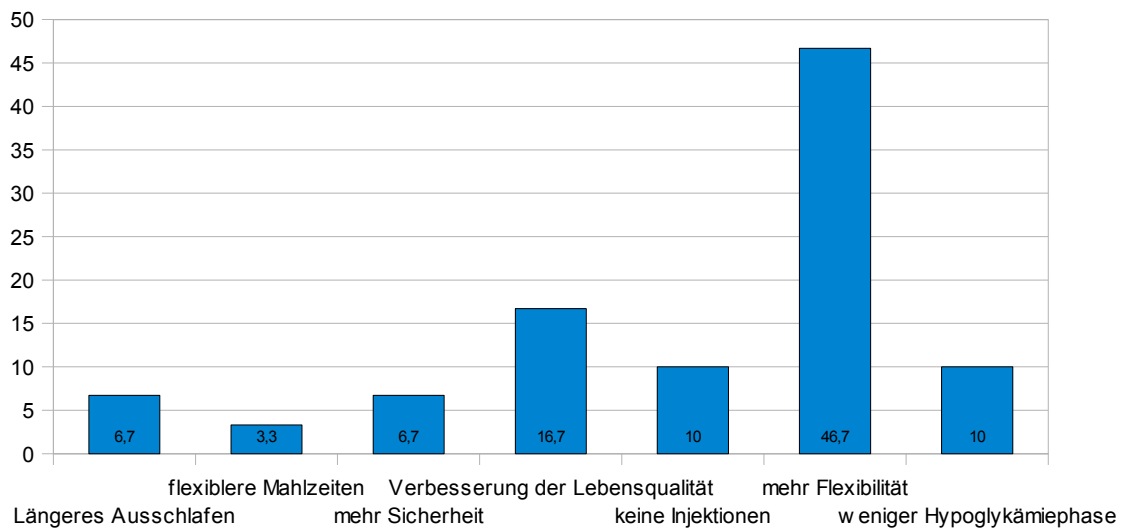
Abbildung 3.2: Gründe für die Insulinpumpe

### *Vorteile der Insulinpumpentherapie*

Als hauptsächlichster Vorteil der Insulinpumpe war mit 46,7% die Flexibilität klar erkennbar, mit 16,7% wurde die Verbesserung des Lebensstils angeführt, mit jeweils 10% die nicht mehr benötigten Injektionen.

Von 10% wurde als weiterer Vorteil klar hervorgehoben, dass durch diese Form der Therapie weniger Hypoglykämiephasen auftreten.

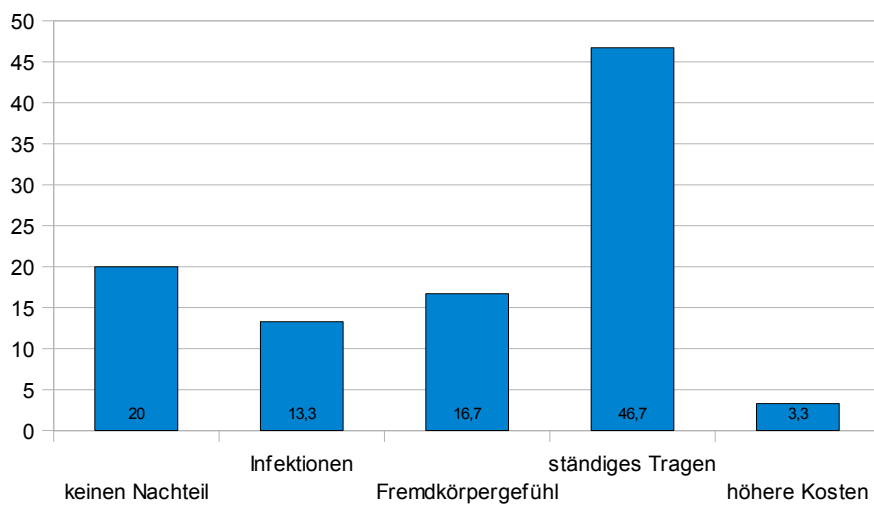
6,7% erfreuten sich am längeren Ausschlafen an den Wochenenden und an mehr Sicherheit im Umgang mit der Erkrankung. Für 3,3% der PatientInnen wurden die flexibleren Mahlzeiten als Vorteil der CSII angesehen.



*Abbildung 3.3: Vorteile der Insulinpumpe*

### *Nachteile der Insulinpumpentherapie*

46,7% der TeilnehmerInnen gaben an, dass sie das ständige Tragen der Insulinpumpe störe. 20% der Befragten empfanden keinerlei Nachteile, während 16,7% das Fremdkörpergefühl und 13,3% die Infektionen im Bereich des Katheters oder der Nadel störte. Ein kleiner Anteil von 3,3% empfand die hohen Kosten im Vergleich zu anderen Therapien als Nachteil.

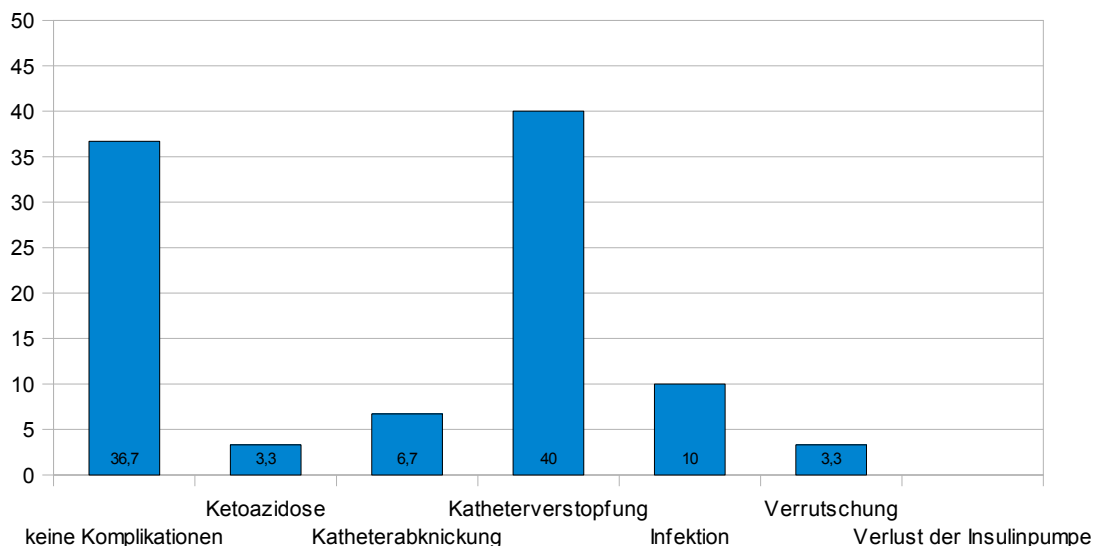


*Abbildung 3.4: Nachteile der Insulinpumpe*

### *Komplikationen der Insulinpumpentherapie*

Bei 63,3% der AnwenderInnen traten unter der Therapie Komplikationen auf, bei 36,7% zeigte sich ein komplikationsloser Verlauf. 40% der BenutzerInnen gaben an, dass immer wieder Verstopfungen des Katheters auftreten.

6,7% gaben als Komplikationen Abknickungen des Katheters an, während 3,3% über immer wieder auftretende Ketoazidosen klagten. 3,3% gaben an, dass es bei ihnen zu Dislokationen des Katheters komme. In 10% der Fälle traten Infektionen im Bereich des Katheters auf, während es keine positiven Rückmeldungen in Bezug auf einen stattgefundenen Verlust der Insulinpumpe gab.



*Abbildung 3.5: Komplikationen der Insulinpumpe*

### *Änderung der Essensgewohnheiten*

Bei 63,3% der BenutzerInnen kam es zu einer Änderung der Essensgewohnheiten. Dies resultierte aus flexibleren Essenszeiten (40%), aus der Möglichkeit des Weglassens einer Mahlzeit (10%) und aus mehr Freiheit bei der Essensauswahl (13,3%). 36,7% behielten ihre Ernährungsgewohnheiten unverändert bei.

### *Reaktion der Umgebung*

46,7% gaben an, dass die Insulinpumpe von der Umgebung häufig mit einem MP3-Player verwechselt werde. 3,3% wurden öfters auf die Ähnlichkeit der Pumpe mit einem Handy angesprochen. 33,3% der AnwenderInnen berichteten, dass die Insulinpumpe aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten des „Versteckens“ nur selten von der Umgebung bemerkt werde. 16,7% der Befragten gaben an, dass ihre nähere Umgebung positiv und interessiert reagiere, wenn die Insulinpumpe doch bemerkt werde. Negative Reaktionen der Umgebung wurden von keinem der Befragten angegeben.

Auf die Frage, wie es Eltern oder Bezugspersonen mit der Insulinpumpe des Kindes ergehe, bestätigten 63,3%, durch die Insulinpumpentherapie keine Änderung ihres Lebensstils oder ihrer Gewohnheiten vorgenommen zu haben.

20% der Eltern gaben jedoch an, unter ständigen Ängsten zu leiden, die sich vor allem auf nächtliche Hypoglykämien beziehen. Daraus resultieren häufige nächtliche Blutzuckermessungen, die in 6,7% der Fälle zu Schlafentzug und Depressionen führen. Von 3,3% wurde die Schwierigkeit, einen Babysitter oder Betreuer zu finden, der mit der Insulinpumpe des Kindes umzugehen weiß, als Problem geschildert.

### *HbA1c-Wert (gesamt)*

Der HbA1c - Wert, der eine Aussage über die Blutzuckerwerte der letzten 8 - 12 Wochen erlaubt, kommt durch die Anlagerung von Zucker an das Hämoglobin zustande.

Dieser Wert liegt beim gesunden Menschen im Bereich von 4 - 5%, beim Stoffwechselkranken steigt der Wert auf über 6% und mehr an.<sup>(77)</sup>

An Hand eines T -Testes wurden der HbA1c-Wert vor Erhalten der Insulinpumpe und bei den ersten beiden Kontrolluntersuchungen nach Erhalt der Insulinpumpe miteinander verglichen.

Der mittlere HbA1c-Wert vor der Therapie lag bei 9,2%, während sich bei der ersten Kontrolluntersuchung eine Verbesserung auf 8,43% ergab. (T=3,170; df=29; p=0,004). Das

Minimum des HbA1c-Wertes lag sowohl vor der Insulinpumpentherapie als auch nach Therapieumstellung bei 5,8%. Das Maximum des HbA1c-Wertes lag vor der Insulinpumpentherapie bei 13,9%.

Bei der Auswertung der zweiten Kontrollmessung ergab sich im Vergleich zur ersten Kontrolluntersuchung ein Mittelwert des HbA1c-Wertes von 8,46%, das Maximum lag bei 10,4%, das Minimum bei 5,4%. (  $T=2,321$ ;  $df = 28$ ;  $p = 0,028$ )

Ab der dritten Kontrolluntersuchung ergab sich keine Signifikanz aufgrund der unterschiedlichen Häufigkeiten der Messwerte, da die PatientInnen unterschiedlich oft zu Kontrolluntersuchungen erschienen sind. (  $T = 0,788$ ;  $df = 25$ ;  $p = 0,438$ )

	Mittelwert	Minimum	Maximum
Messung vor der Insulinpumpe	9,2	5,8	13,9
1. Kontrollmessung	8,43	5,8	10,4
2. Kontrollmessung	8,46	5,4	10,4

*Tabelle 3: Verlauf des HbA1c-Wertes anhand der Messzeitpunkte mit Mittelwert, Minimal- und Maximalangaben*

Die Auswertung der HbA1c-Werte durch den Kolmogorov-Smirnov Anpassungstest ergab eine Normalverteilung der Werte.

### *HbA1c-Wert in den unterschiedlichen Altersgruppen*

#### *-vor Beginn der Insulinpumpentherapie:*

Beim Vergleich des HbA1c-Wertes nach Altersgruppen zeigte sich in den Gruppe der 0 - bis 5- Jährigen ein mittlerer HbA1c-Wert von 9,27%.

Bei den 6- bis 10-Jährigen ergab sich ein Wert von 8,2%, in der Altersklasse der 11 - 15 Jährigen zeigte sich ein Wert von 9,73%, bei den über 15-Jährigen ein Wert von 9,03%.

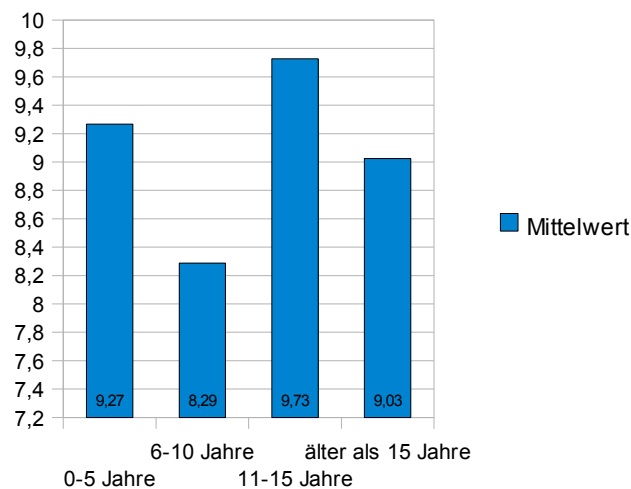


Abbildung 3.6: HbA1c-Wert vor der Insulinpumpe

-nach Beginn der Insulinpumpentherapie:

In der Altersgruppe der 0 – bis 5-Jährigen ergab sich bei der ersten Kontrolluntersuchung ein mittlerer Wert von 8,57%, bei den 6- bis 10-Jährigen ein Wert von 8,16% und bei den 11-bis 15-Jährigen ein Wert von 8,71%. Bei den älteren Kindern und Jugendlichen lag der HbA1c-Wert bei 7,8%.

Bei der Auswertung der zweiten Kontrolluntersuchung zeigte sich eine weitere Verbesserung der Werte im Altersbereich der 0- bis 5-Jährigen (8,2%) und der 6- bis 10-Jährigen (7,85%). Eine Verschlechterung der Langzeitzuckerwerte ergab sich in der Altersklasse der 11- bis 15-Jährigen (8,99%) und in der über 16-Jährigen (8,05%). Statistisch signifikant war dabei nur die Verbesserung der Werte in der Gruppe der 11- bis 15-Jährigen bei der ersten Kontrollmessung ( $p=0.012$ ). Die fehlende Signifikanz in den anderen Altersgruppen dürfte auf die zu geringe Fallzahl zurückzuführen sein.

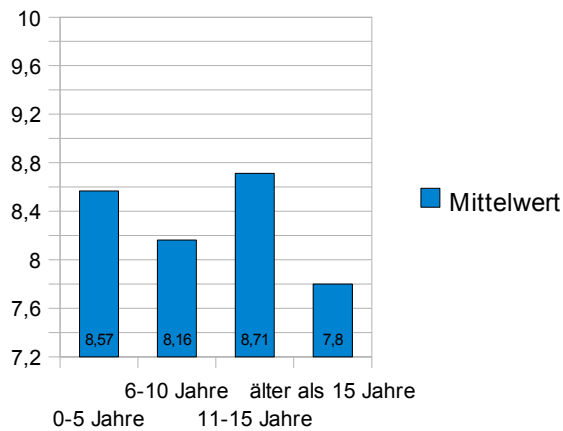


Abbildung 3.7: HbA1c-Wert nach der Insulinpumpe Zeitpunkt 1 (ca. nach 3-4 Monaten)

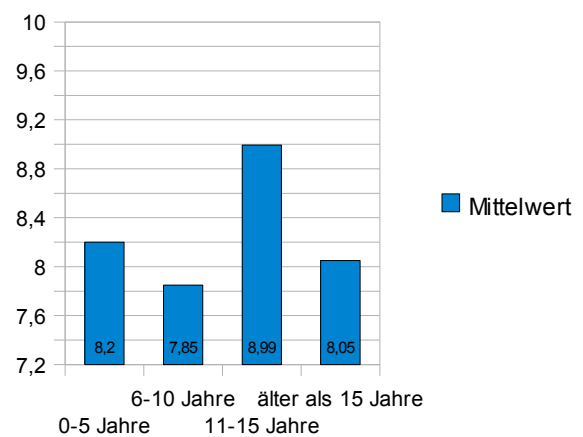


Abbildung 3.8: HbA1c-Wert nach der Insulinpumpe Zeitpunkt 2 (ca. nach 7-8 Monaten)

Die Unterschiede in den Altersgruppen resultieren wahrscheinlich aus der Tatsache, dass Jugendliche in dieser Phase der Entwicklung weniger auf ihre Gesundheit achten und Grenzen auszuloten versuchen. Nicht nur Eltern kommen während dieser Zeit schwer an ihre Kinder heran, auch medizinischem Personal fehlt oft der notwendige persönliche Zugang zu ihnen. Eine Abkapselung der Jugendlichen mit einer fehlenden Einsicht und dem fehlenden Verständnis für die Erkrankung erschwert die Situation für beide Seiten. Bei den 0- bis 5- sowie den 6- bis 10-Jährigen hingegen liegt die richtige Durchführung der Diabetestherapie noch ganz in den Händen der Eltern, so dass sie leichter den gewünschten Erfolg bringen kann.

## 4 Diskussion

Dass die neue Technologie „Insulinpumpe“ Vorteile bringt, zeigt die Zufriedenheit der Betroffenen an Hand der ausgegebenen Fragebögen. Flexiblere Tagesgestaltungen, längeres Ausschlafen am Wochenende, mehr Sicherheit im Umgang mit der Erkrankung, hohe HbA1c-Werte, keine subkutanen Injektionen u. v. m. wurden als positive Gründe für die Benutzung einer Insulinpumpe angeführt.

Anhand der statistischen Auswertungen konnte gezeigt werden, dass im Vergleich zu vorherigen Werten eine Verbesserung der HbA1c-Werte aufgezeigt werden kann.

Anhand der statistischen Auswertungen konnte gezeigt werden, dass sich insgesamt der HbA1c-Wert im Vergleich zu vorangegangenen Therapieformen verbessert.

Der Vergleich nach Altersgruppen zeigt (bei jedoch fehlender statistischer Signifikanz) eine Tendenz zu einer deutlicheren Verbesserung des HbA1c-Wertes bei den jüngeren Kindern (bis 10 Jahre), während sich bei den Jugendlichen bei der zweiten Kontrolluntersuchung die Werte tendenziell wieder verschlechtern.

Letzteres resultiert wahrscheinlich aus der Tatsache, dass Jugendliche in dieser Phase der Entwicklung weniger auf ihre Gesundheit achten und Grenzen auszuloten versuchen. Nicht nur Eltern kommen während dieser Zeit schwer an ihre Kinder heran, auch medizinischem Personal fehlt oft der notwendige persönliche Zugang zu ihnen. Eine Abkapselung der Jugendlichen mit einer fehlenden Einsicht und dem fehlenden Verständnis für die Erkrankung erschwert die Situation für beide Seiten. Bei den 0- bis 5- sowie den 6- bis 10-Jährigen hingegen liegt die richtige Durchführung der Diabetestherapie noch ganz in den Händen der Eltern, so dass sie leichter den gewünschten Erfolg bringen kann.

Zu den Vorteilen der Insulinpumpentherapie zählt neben der großen Flexibilität im Alltag die Verbesserung der Lebensqualität. Speziell bei Kleinkindern, die sehr spontan in ihren Handlungen und Nahrungsaufnahmen sind, bietet die Insulinpumpe einen wesentlichen Vorteil.

Natürlich hat jede Form der Therapie auch Nachteile, wie etwa Katheterverstopfungen und Abknickungen des Katheters. Ich bin der Meinung, dass jeder Patient/jede Patientin mit einem medizinischen Fachberater genauestens abwägen sollte, welche Form der Therapie für ihn/sie am geeignetsten ist.

Wird die Entscheidung zu Gunsten der Insulinpumpe getroffen, müssen unbedingt gewisse Voraussetzungen von Seiten des Benutzers erfüllt werden. Zusätzlich muss ein Ärzteteam im Hintergrund stehen, um im Falle von plötzlich auftretenden Problemen und Fragen jederzeit zu helfen und bereitzustehen. Nur so kann ein komplikationsloser und sicherer Umgang mit der Insulinpumpe gewährt werden.

## 5 Erfahrungsbericht

Vom 8. Februar bis 13. Februar 2009 fand auf der Frauenalpe- Murau der Diabetikerschikurs statt. Dank der freundlichen Unterstützung von Frau OA Judmaier und dem Lions Club wurde mir die Teilnahme ermöglicht. Somit erhielt ich die Gelegenheit, einen unmittelbaren Einblick in die Welt der Kinder, den Umgang mit ihrer Krankheit und mit der Insulinpumpe zu erhalten.

Das Alter der Kinder lag zwischen acht und zwölf Jahren. Das Tagesprogramm war bezüglich der Essenszeiten streng organisiert: 8. 15 Uhr Frühstück, 12. 00 Uhr Mittagessen, 16. 10 Uhr Stehjause, 18. 00 Uhr Abendessen und bei Bedarf Spätjause. Die Küche verwöhnte die Typ 1 Diabetiker mit einer stets ausgewogenen Ernährung und einem abwechslungsreichen, gesunden Speiseplan. Zu trinken gab es hauptsächlich Wasser oder ungesüßten Früchte- und Kräutertee. Die Berechnung der Broteinheiten war den Kindern vertraut. Unter Aufsicht der Betreuer wurden stets die Kohlenhydrate abgewogen und nach den Broteinheiten berechnet.

In zahlreichen Spielen und Aktivitäten beschäftigten sich die Kinder mit ihren Betreuern mit der Berechnung oder Schätzung ihrer Nahrungsmittel. Bei dem Spiel „Eins, Zwei oder Drei“ wurden den Kindern Fragen über ihre Erkrankung gestellt, z.B.: „Wie viel BE hat eine Banane ohne Schale und mit Schale?“ „In welchen Zellen der Bauchspeicheldrüse wird Insulin produziert?“ Alle Kinder konnten die zahlreichen Fragen mit Bravour beantworten. Bei den sportlichen Aktivitäten hatten die Kinder keinerlei Einschränkungen. Ganz im Gegenteil! Sie glänzten mit ihren Leistungen, egal ob es bei der Schnitzeljagd oder beim Schirennen war. Die Basalrate der Insulinpumpe wurde dabei auf 80% reduziert und nach jeder anstrengenden sportlichen Aktivität wurde sofort der Blutzucker gemessen. Bis zu fünf Messungen pro Tag wurden durchgeführt, wobei die letzte um zwei Uhr nachts von den Betreuern übernommen wurde. Bei zu hohen Blutzuckerwerten wurde Insulin gespritzt, bei zu niedrigen Werten eine entsprechende Mahlzeit verabreicht, um den Zucker zu erhöhen. Bei diversen Messungen um zwei Uhr nachts stellte ich staunend fest, dass die Kinder ohne mit einer Wimper zu zucken bereitwillig ihre Hände streckten, um den Blutzuckerspiegel messen zu lassen. Kleine Mahlzeiten wie Traubenzucker oder

Müsliriegel verzehrten sie dann nötigenfalls halb schlafend im Bett. Musste ein Kind durch die Blutzuckermessung geweckt werden, achtete es genau darauf, ob auch die anderen Kinder ihre Mahlzeiten brav einnahmen.

Abschließend möchte ich anmerken, dass diese Woche den Kinder sehr viele neue Erfahrungen brachte, und vor allem auch die Gewissheit, dass sie mit dieser schweren Krankheit nicht alleine sind. Dadurch, dass drei von den fünf Betreuern und den zwei Oberärztinnen selbst an Typ 1 Diabetes erkrankt sind, merkten die Kinder, dass nicht nur sie als Kinder die Folgen eines Unterzuckers spüren mussten, sondern auch die drei erwachsenen Betreuer ab und zu unter den körperlichen Anstrengungen litten.

Diabetescamps finden rund um den Erdkreis statt, erstmalig im Jahre 1925 in den USA. <sup>(78)</sup>

Das Ziel dieser Camps ist es, den Kindern und Jugendlichen eine gewisse Sicherheit im Umgang mit ihrer Erkrankung zu geben und sie in ein soziales Gefüge einzugliedern.



Untersuchungen, ob Diabetescamps

den HbA1c-Wert beeinflussen, ergaben unterschiedliche Ergebnisse. In einer norwegischen Studie zeigte sich während der Zeit des Camps keine Verbesserung, bei länger danach durchgeführten Studien aber sehr wohl. <sup>(79)</sup>Eine türkische Studie zeigte in der Langzeitaufzeichnung einen Abfall des HbA1c-Wertes von 9,3% auf 8,9% innerhalb von 3 Monaten. Nach einer neuerlichen Untersuchung nach 6 Monaten zeigten sich Werte von 8,3% und nach 12 Monaten 8,2 %. <sup>(80)</sup>

Für mich war es eine sehr interessante Erfahrung, die Kinder eine Woche lang beim Umgang mit ihrer Erkrankung und ihrer Insulinpumpe zu beobachten und zu begleiten. Ich hoffe, noch viele weitere Diabetikerlager mitorganisieren zu können. Denn es ist großartig zu sehen, wie die Kinder trotz ihrer Erkrankung unbeschwert und fröhlich Sport betreiben können und daneben äußerst konsequent und genau auf ihren Körper zu „hören“ lernen müssen.

## Fragebogen zur Insulinpumpentherapie

Frage 1:

**- Wie alt bist du / ist Ihr Kind?**

0-5 Jahre    6-10 Jahre    11-15 Jahre    älter als 15 Jahre

Frage 2:

**- Wie ist dein Geschlecht / das Geschlecht Ihres Kindes?**

weiblich

männlich

Frage 3:

**- Wie schätzt du deinen Gesundheitszustand / schätzen Sie den Gesundheitszustand Ihres Kindes ein?**

Sehr gut

Gut

Mittelmäßig

Schlecht

Sehr schlecht

Frage 4:

**- Wie lange bist du / ist Ihr Kind schon an Diabetes mellitus erkrankt?**

0-3 Jahre    4-6 Jahre    7-10 Jahre    mehr als 10 Jahre

Frage 5: (für Eltern oder Angehörige des Kindes)

**- Hat sich für Sie als Angehöriger Ihres Kindes etwas geändert, als bei Ihrem Kind Diabetes festgestellt wurde?**

Nein

Ja (Zutreffendes ankreuzen)

ständige Angst vor Hypoglykämien und Krämpfen (vor allem nachts und beim Mittagsschlaf)

Angst, nicht mit Ihrem Kind in anderen Familien integriert zu sein

Schlafentzug

soziale Isolation

Schwierigkeit, einen Babysitter, ein Kindermädchen oder eine Betreuungsstelle zu finden

Depressionen

Frage 6:

**- Seit wann hast du / hat Ihr Kind eine Insulinpumpe?**

seit 0-3 Jahren  seit 4-6 Jahren  seit 7-10 Jahren  seit mehr als 10 Jahren

Frage 7:

**- Von welcher Firma ist deine Insulinpumpe / die Insulinpumpe von Ihrem Kind?**

Paradigm Medtronic

Accu-Check Spirit Roche

Animas Med Trust

Cozmo Smiths Medical

Frage 8:

**- Warum hast du dich / haben Sie sich bei Ihrem Kind für eine Insulinpumpe entschieden? (Bitte nur eine Antwort ankreuzen!)**

- häufige Hypoglykämiephasen
  - ausgeprägte Blutzuckerschwankungen
  - Wunsch nach mehr Flexibilität in der Diabetestherapie
  - keine subkutanen Injektionen mehr nötig
  - beginnende diabetische Sekundärveränderungen
  - hoher HbA1c-Wert
  - Dawn Phänomen (hohe Blutzuckerwerte in den Morgenstunden)
  - mehr Flexibilität im Sport und in der Freizeitgestaltung
  - Weitere Gründe:
- 
- 

Frage 9:

**- Welchen Vorteil siehst du / sehen Sie bei Ihrem Kind im Vergleich zur früheren Therapie? (Bitte nur eine Antwort ankreuzen!)**

- weniger Hypoglykämiephasen
- mehr Flexibilität
- keine subkutanen Injektionen mehr nötig
- mehr Sicherheit
- Reduzierung des Dawn Phänomens
- Verbesserung der Lebensqualität
- längeres Ausschlafen am Wochenende, ohne zu spritzen
- ermöglicht diskreteren Umgang mit der Erkrankung
- flexiblere Mahlzeiten möglich

- Sicherheitsalarm
- freundliche Nutzung

Frage 10:

**- Welchen Nachteil siehst du / sehen Sie im Umgang mit der Insulinpumpentherapie? (Bitte nur eine Antwort ankreuzen!)**

- Infektionen im Bereich des implantierten Katheters
- schwieriger Umgang mit der Pumpe
- Fremdkörpergefühl
- ständiges Tragen der Pumpe
- höhere Kosten

Frage 11:

**- Sind bei dir / bei Ihrem Kind Komplikationen bei der Insulinpumpentherapie aufgetreten?**

- Nein
- Ja (Zutreffendes ankreuzen)
  - Verlust der Insulinpumpe
  - Ketoazidosen
  - Katheterabknickung
  - Katheterverstopfungen
  - Infektionen im Bereich des implantierten Katheters
  - Verrutschung des Katheters oder der Nadel

Frage 12:

**- Haben sich bei dir/ bei Ihrem Kind die Essensgewohnheiten geändert?**

Nein

Ja (Zutreffendes ankreuzen)

O flexiblere Essenszeiten

O Mahlzeiten können ausgelassen werden

O mehr Freiheiten bei der Essensauswahl

Frage 13:

**- Wie reagiert deine Umgebung/ die Umgebung Ihres Kindes auf das Tragen der Insulinpumpe?**

O Es wird selten bemerkt, dass ich / mein Kind an Diabetes leide /leidet

O Beim Bemerkten meiner Insulinpumpe / der Insulinpumpe meines Kindes wird diese überaus positiv bewertet

O Manche glauben, es handle sich um einen MP3-Player

O Manche reagieren negativ auf die Insulinpumpe

O weitere Reaktionen

---

---

Frage 14:

**- Würdest du dich / würden Sie sich bei Ihrem Kind erneut für eine Insulinpumpe entscheiden?**

O ja

O nein

O wenn nein, warum nicht:

---

---

Frage 15:

**- Hast du / haben Sie Verbesserungsvorschläge für die Insulinpumpe?**

---

---

## Literaturverzeichnis

- (1) Gerd Gerold und Mitarbeiter. Innere Medizin. Eine vorlesungsorientierte Vorstellung. Köln: Hrsg. Gerd Herold; 2005.
- (2) Stefan Sibernagl, Florian Lang. Taschenatlas der Pathophysiologie. 181 Farbtafeln von Rüdiger Gay und Astrid Rothenburger. Stuttgart, New York: Thieme; 1998.
- (3) Hattersley A, Bruining J, Shield J, Njolstad P, Donaghue KC. The diagnosis and management of monogenic diabetes in children and adolescents. *Pediatric Diabetes* 2009;10 (Suppl.12): 33-42.
- (4) Stoffers DA, Ferrer J, Clarke WL, Habener JF. Early-onset type –II diabetes mellitus (MODY4) linked to IPF1. *Nature Genetics* 1999: 23(3): 323-328.
- (5) Malecki MT, Jhala US, Antonellis A, Fields L, Doria A, Orban T, et al. Mutations in NEUROD1 are associated with the development of Type 2 diabetes mellitus. *Nature Genetics* 1999: 23(3):323-328.
- (6) Kristinsson SY, Thorolfsdottir ET, Talseth B, Steingrímsson E, Thorosson AV, Helgason T, et al. MODY in Iceland is associated with mutations in HNF-1alpha and a novel mutation in NeuroD1. *Diabetologia* 2001: 44(11): 2098-103.
- (7) Raeder H, Johansson S, Holm PI, Haldorsen IS, Mas E, Sbarra V, et al. Mutations in the CEL VNTR cause a syndrom of diabetes and pancreatic exocrine dysfunction. *Nat Genet* 2006: 38(1): 54- 62.
- (8) Craig ME, Hattersley A, Donaghue KC. Definition, epidemiology and classification of diabetes in children and adolescents, *Pediatric Diabetes* 2009: 10 (Suppl. 12): 3-12.
- (9) Metz C, Cave H, Bertrand Am, Deffert C, Gueguen- Giroux B, Czernichow P, Polak M. Neonatal diabetes mellitus: chromosomal analysis in transient and permanent neonatal diabetes. *Hum Mutat* 2005: 25: 22-2.

- (10) Pui Ch , Burghen Ga, Bowman Wp, Aur Rj. Risk factors for hyperglycemia in children with leukemia receiving L-asparaginase and prednisone. *J Pediatr* 1981; 99: 46-50.
- (11) Drachenberg CB, Klassen DK, Weir MR, Wiland A, Fink JC, Bartlett ST, Cangro CB, Blahut S, Papadimitriou JC. Islet cell damage associated with tacrolimus and cyclosporine: morphological features in pancreas allograft biopsies and clinical correlation. *Transplantation* 1999; 68: 396-402.
- (12) Schaps K-P, Kessler O, Fetzner U. *Gynäkologie Pädiatrie. Das Zweite- kompakt.* Heidelberg: Springer; 2007. Seite 29.
- (13) The global burden of youth diabetes: Perspectives and potential Chapter one. *Diabetes in children: epidemiology. Pediatric Diabetes*; 2007.
- (14) Karvonen M, Viik-Kajander M, Moltchanova E, Libman I, LaPorte R, Tuomilehto J; For the Diabetes Mondiale Project Group. Incidence of childhood type 1 diabetes worldwide. *Diabetes care* 2000; 23: 1516-1526.
- (15) Schober E, Waldhoer T, Rami B, Hofer S, Austrian diabetes incidence study group. Incidence and Time Trend of Type 1 and Type 2 Diabetes in Austrian Children 1999-2007. *J Pediatric* ; 2009.
- (16) Gale EAM. The rise of childhood type 1 diabetes in the 20 th century. *Diabetes* 2002; 51: 3353-3361.
- (17) Lee WJ, Lee HW, Palmer JP, Parks KS, Lee HK, Park JY, Hong SK, Lee KU. Islet cell autoimmunity and mitochondrial DNA mutation in Korean subjects with typical and atypical Type I diabetes. *Diabetologia* 2001; 44: 2187-2191.
- (18) Horn F, Moc I, Schneider N, Grillhösl C, Berghold S, Lindenmeier G. *Biochemie des Menschen. Das Lehrbuch für das Medizinstudium.* Stuttgart, New York: Thieme; 2005 Seite 352-355.

- (19) Hürter P, Kordonouri O, Lange K, Danne T. Kompendium pädiatrische Diabetologie .Berlin: Springer; 2007.
- (20) Hürter P, Danne T. Diabetes bei Kindern und Jugendlichen. Grundlagen , Klinik, Therapie. Berlin: Springer ;2005.
- (21) Hien P, Böhm B. Diabetes-Handbuch. Eine Anleitung für Praxis und Klinik. Heidelberg: Springer; 2007.
- (22) Florian Lang, Phillipp Lang. Basiswissen Physiologie. Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2007.
- (23) Hofer S, Heidtmann B, Raile K, Fröhlich-Reiterer E, Lilienthal E, Berghaeuser M, Holl R; for the DPV-Science-Initiative and the German working group for insulin pump treatment in pediatric patients. Discontinuation of insulin pump treatment in children, adolescents, and young adults. A multicenter analysis based on the DPV database in Germany and Austria. Pediatric Diabetes: 2009.
- (24) Austenat E. Das Insulinpumpen-Buch. Physiologische Insulinzufuhr. Berlin, Wien: Blackwell Wissenschaft; 1999. S.25.
- (25) NMRC. Dietary Guidelines for children and adolescents in Austria incorporating the infant feeding guidelines for health.Workers.2003. Ref Type: Report.
- (26) Powers SE, Byars KC, Mitchell MJ, Patton SR, Standiford DA, Dolan LM. Parent report of mealtime behavior and parenting stress in young children with type 1 diabetes and in healthy control subjects. Diabetes Care 25: 313, 2002.
- (27) Magrath G, Hartland BV. Dietary recommendations for children and adolescents with diabetes:an implementation paper. British diabetic Association's professional advisory committe. Diabetic Medicine 10:874-885, 1993.

- (28) Kerbl R, Kurz R, Roos R, Wessel L. Checkliste Pädiatrie. 3.,vollst. überarbeitete. u. erweiterte Auflage. Stuttgart: Thieme; 2007.
- (29) Braun J, Dormann J.A. Klinikleitfaden Innere Medizin. München: Urban Fischer; 2006.
- (30) Burdick J, Harris S, Chase P. The importance of ketone testing. *Pract Diabetol* 2004: 3–11.
- (31) Ludvigsson J, Hanas R. Continuous subcutaneous glucose monitoring improved metabolic control in pediatric patients with type 1 diabetes: a controlled crossover study. *Pediatrics* 2003; 111: 933-938.
- (32) Pickup JC, Renaard E. Long-acting insulin analogs versus insulin pump therapy for the treatment of type 1 and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2008; 31: S140-S145.
- (33) Dunger DB, Sperling MA, Acerini CL, Bohn DJ, Daneman D, Danne TP, et al. ESPE/LWPES consensus statement on diabetic ketoacidosis in children and adolescents. *Arch Dis Child* 2004 Feb; 89(2): 188-94).
- (34) Bismuth E, Laffel L. Can we prevent diabetic ketoacidosis in children? *Pediatric Diabetes* 2007; 8 (Suppl. 6): 24–33.
- (35) Scibilia J, Finegold D, Dorman J, Becker D, Drash A. Why do children with diabetes die? *Acta Endocrinol Suppl (Copenh)* 1986; 279: 326–333.
- (36) Edge JA, Ford-Adams ME, Dunger DB. Causes of death in children with insulin dependent diabetes 1990-96. *Arch Dis Child* 1999; 81: 318–323.
- (37) Wolfsdorf J, Craig ME, Daneman D, Dunger D, Edge J, Lee W, Rosenbloom A, Sperling M, and Hanas R. Diabetic ketoacidosis in children and adolescents with diabetes. *Pediatric Diabetes* 2009; 10(Suppl.12): 118.133.

- (38) Levy-Marchal C, Patterson CC, Green A. Geographical variation of present diabetes in children: the Eurodiab study. *European and Diabetes. Diabetologia* 2001; 44 (Suppl. 3): B75–B80.
- (39) Bui TP, Werther GA, Cameron FJ. Trends in diabetic ketoacidosis in childhood and adolescence: a 15-yr experience. *Pediatr Diabetes* 2002; 3: 82–88.
- (40) Franzese A, Valerio G, Argenziano A et al. Social deprivation influences illness onset in diabetic children. *Diabetologia* 1997; 40: 988–989.
- (41) Svoren B, Hood K, Volkening L et al. Predictors of DKA at onset in pediatric type 1 diabetes. *Diabetes* 2006; 55 (Suppl. 1): A549.
- (42) Chase HP, Garg SK, Jelley DH. Diabetic ketoacidosis in children and the role of outpatient management. *Pediatr Rev* 1990 Apr; 11(10): 297-304
- (43) Vanelli M, Scarabello C, Fainardi V. Available tools for primary ketoacidosis prevention at diabetes diagnosis in children and adolescents “The Parma campaign”. *Acta Biomed* 2008; 79: 73-78.
- (45) Hien P, Böhm B. *Diabetes-Handbuch. Eine Anleitung für Praxis und Klinik.* Heidelberg: Springer ; 2007.
- (45) Rovet JF, Ehrlich RM, Hoppe M. Specific intellectual deficits in children with early onset diabetes mellitus. *Child Dev* 1988; 59: 226-234.
- (46) Dujčić MP, Ignjatović Z. Juvenile diabetes eye complications and treatment. *Vojnosanit Pregl.* 2009 Sep;66(9):729-32.
- (47) Weinzimer SA, Ahern JH, Doyle EA et al. Persistence of benefit of continuous subcutaneous insulin infusion in very young children with type 1 diabetes: a follow-up report. *Pediatric* 2004; 114: 1601-1605

- (48) Weinzimer SA, Swan KL, Sikes KA, Ahern JH. Emerging evidence for the use of insulin pump therapy in infants, toddlers and preschool -aged children with type 1 diabetes. *Pediatric Diabetes* 2006; 7 (Suppl.4): 15-19.
- (49) Sullivan-Bolyai S, Deatrick J, Gruppuso P, Tamborlane W, Grey M. Mothers' experiences raising young children with type 1 diabetes. *J Soc Pediatr Nurs* 2002; 7: 93-103.
- (50) Sullivan-Bolyai S, Deatrick J, Gruppuso P, Tamborlane W, Grey M. Constant vigilance: mothers' work parenting young children with type 1 diabetes. *J Pediatr Nurs* 2003; 18: 21-29.
- (51) Weinzimer SA, Ahern JH, Doyle EA et al. Persistence of benefits of continuous subcutaneous insulin infusion in very young children with type 1 diabetes: a follow- up report. *Pediatrics* 2004; 114: 1601-1605.
- (52) Opari-Arrigan L, Fredericks EM, Burkhart N, Dale L, Hodge M, Foster C. Continuous subcutaneous insulin infusion benefits quality of life in preschool-age children with type 1 diabetes mellitus. *Pediatric Diabetes* 2007; 8: 377-383.
- (53) Robinson M, Lloyd CE, Stevens LK. Social deprivation and mortality in adults with diabetes mellitus. *Diabet Med* 1998; 205-212.
- (54) Nilsson Pm, Johansson S-E, Sundquist J. Low educational status is a risk factor for mortality among diabetic people. *Diabet Med* 1998; 15: 213-219.
- (55) Moussa MA, Alsaied M, Abdella N, Refai TM, Al-Sheikh N, Gomez JG. Social and psychological characteristics of Kuwaiti children and adolescents with type 1 diabetes. *Soc Sci Med* 2005; 60: 1835-1844.
- (56) Nassau JH, Drotar D. Social competence in children with IDDM and asthma: child, teacher and parent reports of children's social adjustment, social performance, and social skills. *J Pediatr Psychol* 1995; 20: 187-204.

- (57) Faulkner MS. Quality of life for adolescents with type 1 diabetes: parental and youth perspectives. *Pediatr Nurs* 2003; 29: 362-368.
- (58) Wysocki T. Associations among teen-parent relationships, metabolic control, and adjustment to diabetes in adolescent. *J Pediatr Psychol* 1993; 18: 441-452.
- (59) Hanna KM, Guthrie DW. Involvement in health behaviours among youth with diabetes. *Diabetes Educ* 1999; 25: 211-219.
- (60) Phillip M, Battelino T, Rodriguez H, Danne T, Kaufman F. Use of insulin pump therapy in the pediatric age-group: consensus statement from the European Society for Paediatric Endocrinology, the Lawson Wilkins Pediatric Endocrine Society, and the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes, endorsed by the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes care* 2007 Jun; 30(6): 1653-62.
- (61) Diabetes Forum .Das Praxisforum der österreichischen Diabetes Gesellschaft. Wien: MedMedia;2008.
- (62) Pickup J, Keen H, Parson JA, Alberti KG. Continuous subcutaneous insulin infusion: an approach to achieving normoglycemia. *BMJ* 1978, 1:204-207
- (63) Battelino T. Risk and benefit of continuous subcutaneous insulin infusion (CSII) treatment in school children and adolescents. *Pediatric Diabetes* 2006; 7 (Suppl. 4): 20-24.
- (64) Ulrike Thurm. *Insulinpumpenfibel...oder bei dir piept's ja*. Verlag die deutsche Bibliothek, 2006.
- (65) Pfeiffer EF. The "Ulm Zucker Uhr System" and its consequences. *Horm Metab Res* 1994; 26:510-14.

(66) Chase HP, Beck R, Tamborlane W et al. A randomized multicenter trial comparing the GlucoWatch Biographer with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2005; 28: 1101-1106.

(67) National Institute for Health and Clinical Excellence continuous subcutaneous insulin infusion for the treatment of diabetes mellitus. (Review of technology appraisal guidance 57). NICE technology; appraisal guidance 151, London, 2008; Available at: <http://www.nice.org.uk/guidance/index.jsp?action=byTopic&o=7239>, accessed on October 20, 2008.

(68) Fisher LK. The selection of children and adolescents for treatment with continuous subcutaneous insulin infusion (CSII) *Pediatric Diabetes* 2006; 7 (Suppl. 4): 11-14.

(69) Farkas-Hirsch R, Hirsch IB. Continuous subcutaneous insulin infusion: a review of the past and its implementation for the future. *Diabetes Spectr* 1994; 7: 80-84 e 136-138.

(70) The diabetes and control and complications trial research group. Early worsening of diabetic retinopathy in the diabetes control and complications trial. *Arch Ophthalmol* 1998; 116: 874-886.

(71) Chaantelau E, Lange G, Sonnenberg GE, Berger M: Acute cutaneous complications and catheter needle colonization during insulin- pump treatment. *Diabetes Care* 1987 Jul; 10(4): 478-482.

(72) Renard E, Baldet P, Picot MC, Jacques-Apostol D, Lauton D, Costalat G, Briger J, Jaffiol C. Catheter complications associated with implantable systems for peritoneal insulin delivery. An analysis of frequency, predisposing factors, and obstructing materials. *Diabetes Care*.1995 Mar; 18(3):300-6.

(73) Nuboer R, Bruining GJ. Cost- effectiveness of continuous subcutaneous insulin infusion (CSII) in children: illusion or delusion? *Pediatric Diabetes* 2006; 7 (Suppl.4): 39-44.

(74) Icks A, Rosenbauer J, Haastert B et al. Direct costs of pediatric diabetes care in Germany and their predictors. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 2004; 112: 302-309.

(75) Chase et al., ADA Scientific Session 2001; Diabetes 50 (Suppl.2): A92, 2001.

(76) Gough DA, Armour JC. Development of the implantable glucose sensor: what are the prospects and why is taking so long? Diabetes 1995; 44: 1005-1009.

(77) Helga Vollmer. Mein Kind hat Diabetes. Bergisch Gladbach: Ehrenwirth; 2002.

(78) Karaguzel G, Bircan I, Erisir S, Bundak R. Metabolic control and educational status in children with type 1 diabetes: effects of a summer camp and intensive insulin treatment. Acta Diabetol 2005; 42: 156-161.

(79) Hansen Lp, Jacobsen Bb, Kofoed Pel et al. Serum fructosamine and HbA1C in diabetic children before and after attending a winter camp. Acta Paediatr Scand 1989; 78: 451-452.

(80) John HJ. The planning of a camp for diabetic children. Am J Med 1946; 1: 642-648.

## Curriculum vitæ

### ***Persönliche Daten:***

Vor- und Zuname: Julia Hausegger  
Geburtsdatum: 09.05.1985  
Geburtsort: Voitsberg  
Wohnort: 8047 Graz  
Ragnitzstrasse 62d

Staatsangehörigkeit: Österreich  
Familienstand: ledig



### ***Ausbildung:***

2003 - 2010 Studium an der  
Medizinischen Universität Graz

1991 - 1995 VS Köflach Alleestraße

1995 - 2003 Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium Köflach  
Matura mit gutem Erfolg

### ***Famulaturen:***

4.7.2005 - 15.7.2005 LKH Graz, Univ.-Klinik für Kinder -und Jugendheilkunde  
10.9.2007 - 21.9.2007  
21.7.2008 - 1.8.2008

20.6.2005 - 1.7.2005 LKH Graz, Univ.-Klinik für Radiologie  
7.7.2008 - 18.7.2008

8.9.2009 - 26.9.2009 Voitsberg, Abteilung für Innere Medizin  
3.8.2009 - 21.8.2009 LKH West, Abteilung für Innere Medizin

### ***Praktika 6.Studienjahr:***

1.10.2009 - 11.12.2009 Graz Eggenberg, Abteilung für Innere Abteilung  
14.12.2009 - 29.1.2010 LKH Leoben-Eisenerz, Abteilung für Kinder und  
Jugendheilkunde

1.3.2010 - 16.4.2010 Graz Eggenberg, Allgemeinmediziner Dr. Anderwald  
19.4.2010 - 2.7.2010 LKH Graz, Univ.-Klinik für Kinderchirurgie

### ***Besondere Kenntnisse:***

Fremdsprachen: Englisch  
Italienisch  
Sonstige Kenntnisse: EDV (MS Office, MS Excel)