



LEISTUNGSSPORT UND DIABETES

DARGESTELLT

AN EINER AUSDAUERSPORTART

Facharbeit aus dem Leistungskurs Sport

von

SIMON STROBEL

Alexander-von-Humboldt-Gymnasium

Schweinfurt

Kollegstufe 2004/2006

Kursleiter: StR z.A. Holger Altenhöfer

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
1. Leistungssport und Diabetes.....	3
2. Einführung in die Thematik	
2.1. Die Volkskrankheit Diabetes.....	3
2.2. Die Leistungssportart Speedskating.....	5
3. Stellenwert des Leistungs- und Hochleistungssports für Menschen mit Diabetes	
3.1. Problematische Einflüsse des Leistungssports.....	6
3.2. Günstige Auswirkungen des Leistungssports.....	8
4. Besonderheiten für den diabetischen Leistungssportler bei Ausdauersportarten	
4.1. Notwendigkeit spezieller Therapieformen.....	10
4.2. „Chronische Effekte“ bei Diabetikern durch körperliche Aktivität	
4.2.1. Anpassungen der Skelettmuskulatur.....	13
4.2.2. Kohlenhydratstoffwechsel.....	15
4.3. „Akute Effekte körperlicher Aktivität“ bei Menschen mit Diabetes	
4.3.1. Laktatstoffwechsel.....	17
5. Zu beachtende Größen in Wettkampf und Training	
5.1. Ernährung.....	19
5.2. Trainingsintensität und Wettkampftart.....	21
6. Zusammenfassung.....	23
7. Sport als Chance für Menschen mit Diabetes.....	24
8. Glossar.....	25
9. Literaturnachweis.....	28
10. Abbildungsnachweis.....	29
11. Erklärung und Bewertung.....	30

Leistungssport und Diabetes dargestellt an einer Ausdauersportart

1. Leistungssport und Diabetes

Leistungssport und Stoffwechselerkrankung!? Trotz des medizinischen Fortschritts wird dies von vielen als eine unvereinbare Kombination angesehen. Einen Gegenbeweis liefern jedoch immer mehr stoffwechselerkrankte Menschen mit außergewöhnlichen sportlichen Leistungen. Allen voran sind hier Menschen mit Diabetes mellitus zu nennen, welche sogar in Nationalmannschaften und Profiteams vertreten sind. Karate, Schwimmen, Hockey sind nur einige wenige Beispiele für Sportarten mit diabetischen Athleten.

Besondere Beachtung verdienen aber vor allem Ausdauersportler mit Diabetes, wie zum Beispiel Speedskater. Sie bewältigen Strecken von 42,195 km in gut einer Stunde und erreichen dabei Spitzengeschwindigkeiten von knapp 60 km/h auf ebenem Terrain. Zur Realisierung derartiger Höchstleistungen ist sowohl ein perfekt eingestellter Diabetes mellitus, als auch ein optimal abgestimmtes Training notwendig und als selbstverständlich zu erachten. Im Folgenden werden nun die Grundvoraussetzungen und Anforderungen an einen Leistungssportler im Ausdauersportbereich mit Diabetes mellitus dargelegt!

2. Einführung in die Thematik

2.1 Die Volkskrankheit Diabetes

„Diabetes ist die wichtigste Nebensache im Leben!“ - Dieser Satz wird vielen Diabetikern nach ihrer ersten Einstellung in einer Klinik, beim Diabetologen oder Hausarzt mit auf den Weg gegeben. Er soll Menschen mit Diabetes vor Augen führen, dass auch mit Diabetes ein nahezu normales Leben mit kleineren Einschränkungen möglich ist.

Zur Durchführung einer modernen Diabetestherapie und zur Vermeidung von diabetischen Folgeerkrankungen sind eine fundierte Schulung und eine kompetente Betreuung durch einen Facharzt (z. B. Diabetologen) notwendig.

Menschen mit Diabetes führen die Diabetestherapie eigenverantwortlich durch. Hierzu ist ein umfassendes Wissen und Eigendisziplin des Patienten erforderlich, um eine normnahe Blutzuckereinstellung zu erreichen.

Diese Anforderungen bereiten vor allem Kindern und älteren Menschen Schwierigkeiten. Die Folgen einer langfristig schlechten Blutzuckereinstellung sind für Kinder wesentlich gravierender, da im Kinder und Jugendlichenalter ein Diabetes Typ-1 vorliegt. Bei einem Diabetes Typ-1 produziert der Körper aufgrund eines Autoimmunprozesses kein eigenes Insulin mehr, sodass ohne eine kontrollierte Behandlung mit künstlich hergestelltem Insulin der Tod letztlich die Folge wäre. Zum Ausbruch kommt der Diabetes Typ-1 meist im Alter bis 25 Jahren. Durch das zunehmende Übergewicht, auch bei jüngeren Menschen, verwischen die Altersgrenzen zwischen Typ-1 und Typ-2 Diabetes zunehmend.

Die weitaus häufigere Diabetes Form ist der Diabetes Typ-2. Er trat bis vor wenigen Jahren fast ausschließlich bei älteren Menschen mit Übergewicht auf und wurde daher als „Altersdiabetes“ bezeichnet. Aufgrund der immer geringer werdenden Bewegung und falscher Ernährung vieler Kinder und Jugendlicher wird dieser Diabetes Typ aber auch seit einigen Jahren bei jungen, übergewichtigen Patienten diagnostiziert. Bei dieser Art des Diabetes mellitus liegt kein Insulinmangel, sondern eine Insulinresistenz der Insulinrezeptoren vor. Hervorgerufen wird die Resistenz meist durch ein zu hohes Körpergewicht, erbliche Veranlagung oder anderweitige Vorerkrankungen wie beispielsweise Hypertonie, Hypercholesterinämie, Hyperlipoproteinämie. Die Gewichtsreduktion und eine Steigerung der Insulinempfindlichkeit werden bei Typ-2

Diabetikern durch eine regelmäßige sportliche Betätigung bedeutend erleichtert.

Insulinpflichtige Typ-1 Diabetiker unterstützen mit einer sportlichen Betätigung ihre körperliche Fitness. Zur Vermeidung von Hypoglykämien oder ketoazidotischen Stoffwechselsituationen während sportlicher Aktivitäten müssen bestimmte Regeln eingehalten werden.

2.2 Die Leistungssportart Speedskating

Speedskating ist eine recht junge, aufstrebende Sportart, die sich aus dem Rollschnelllauf heraus in den letzten 20 Jahren entwickelt hat. In den Anfängen wurden Wettkämpfe fast ausschließlich auf asphaltierten Bahnen mit einer Länge von 200-300 m ausgetragen.

Die traditionellen Wettkampfdistanzen betragen auf der Bahn zwischen 300 m und 10 000 m. Heute werden aber hauptsächlich auf der Straße die Marathon- und Halbmarathondistanz bewältigt. Um den Sport aber noch attraktiver für Zuschauer und Medien zu gestalten, werden auch



Abbildung 1: Finale des Bayerninlinecup 2005 in Donau-Wörth

Einzel- und Teamzeitfahren, Ausscheidungsrennen, so genanntes Last-Man-Out, oder auch Strecken von über 100 km gefahren.

Das Renngeschehen eines Speedskating Rennens ähnelt dem eines Rennradrennens. Nach einem Massenstart versuchen sich die einzelnen Teams gegenseitig auszuspielen und das Rennen durch einen Ausreißversuch oder im Zielsprint für sich zu entscheiden. Es bilden sich

dabei häufig große Gruppen, innerhalb derer durch Windschattenfahren und abwechselnde Führungsarbeit Kräfte gespart werden. Die Geschwindigkeiten betragen im Mittel ca. 35-40 km/h. Um diese Leistungen im oberen aeroben bis anaeroben Bereich (siehe Abb. 2) vollbringen zu können, müssen die Sportler im höheren Leistungsbereich ein ganzjähriges Training absolvieren.

Da sich die Wettkampfsaison hauptsächlich auf die Zeit von April bis September erstreckt, ist es nötig in den verbleibenden Wintermonaten ein

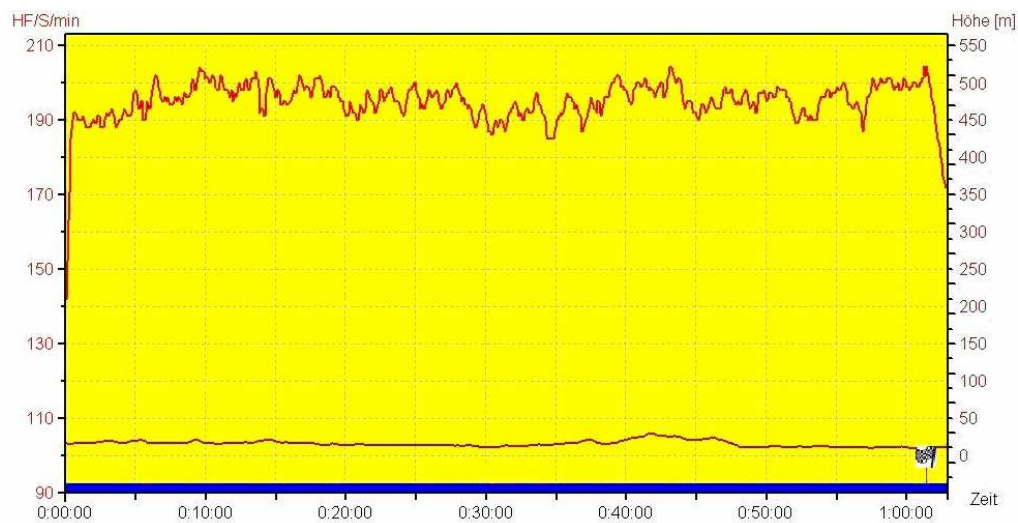


Abbildung 2: Höhenprofil und HF-Kurve 32. real Berlinmarathon, Zeit: 1:01:27 h, ØHF 195 S/min

Grundausdauertraining mit hohen Umfängen zu leisten, mit dem Ziel die lange Rennperiode erfolgreich durchzustehen.

In der Vorbereitungs- und Wettkampfphase wird fast ausschließlich mit der Intervallmethode und der Wiederholungsmethode gearbeitet, um so Sprintschnelligkeit und Tempohärte aufzubauen und zu manifestieren.

3. Stellenwert des Leistungs- und Hochleistungssports für Menschen mit Diabetes

3.1 Problematische Effekte des Leistungssports

Zunächst sollte hierbei geklärt werden für welchen der beiden Diabetesarten der Leistungssport überhaupt möglich ist. Bei Typ-2 Diabetikern liegen meist noch weitere Erkrankungen vor, die als

Kontraindikatoren für eine körperliche Beanspruchung auf dem Niveau des Leistungssports anzusehen sind. Beispiele für diese sind Hypertonie,



Abbildung 3:
Fortgeschrittene
Retinopathie

Arteriosklerose oder auch durch den Diabetes hervorgerufene Folgeerkrankungen, wie z. B. die diabetische Retinopathie.

Das höhere Durchschnittsalter eines Typ-2 Diabetikers im Vergleich zum jugendlichen Alter eines Typ-1 Diabetikers ist ein weiteres Gegenargument. (vgl. S. 132)¹ So sollte in diesen Altersbereichen der Sport zur Förderung und Erhaltung der Gesundheit dienen und nicht der Erbringung von Höchstleistungen.

Die Gefahren für den Leistungssportorientierten Typ-1 Diabetiker treten zum größten Teil während der Belastung auf. So muss sorgfältig darauf geachtet werden Hypoglykämien während der sportlichen Betätigung zu vermeiden. Durch die sportliche Betätigung erfolgt die Leerung der Glykogenspeicher in der Muskulatur. Das Gehirn arbeitet mit reiner Glukose und ist somit in der Hypoglykämiephase, da die Versorgung mit Glukose ohne externe Nahrungszufuhr fehlt. Durch die Unterversorgung kommt es zu Sehstörungen, verschlechterter Koordination und Reaktion und im schlimmsten Fall zu einem Verlust des Bewusstseins. Da jedes einzelne Symptom ausreichen kann um sich selbst oder auch andere zu gefährden, sollten Diabetiker vor allem bei Sportarten mit einem hohen Unfallrisiko, wie zum Beispiel Bergsteigen, sehr vorsichtig und verantwortungsbewusst vorgehen.



Abbildung 4:
Blutzuckermessgerät,
Stechhilfe und
Messstreifentrommel

Um diese Gefährdungen auszuschließen muss der im Leistungssport aktive Diabetiker häufigere Messungen des Blutzuckers in Kauf nehmen.

¹ Behrmann, Robert: Diabetes und Sport. Robert Behrmann u. Jürgen Weineck. Balingen: Spitta Verlag, 2001. S. 132-133

Er sollte seinen Blutzuckerspiegel mindestens zu Beginn und zum Ende jeder sportlichen Betätigung testen. Dauert die Aktivität über mehrere Stunden an oder ist die Intensität nicht genau abzuschätzen, werden auch Kontrollen während des Sports nötig.

Viele Diabetiker sehen die erforderlichen Messungen zur Therapiesicherheit als zusätzliche Härte, die sie davon abhält Sport und Bewegung selbst im Hobbybereich auszuüben.

3.2 Günstige Auswirkungen des Leistungssports

Aus meiner eigenen Erfahrung heraus kann ich bestätigen, dass der Leistungssport trotz vieler zusätzlicher Belastungen auch eine Fülle positiver Eigenschaften für den Diabetiker mit sich bringt. Über allem steht hierbei eine ausgeglichene Stoffwechseleinstellung im Vordergrund.

Im Zuge der regelmäßigen und kontrollierten Belastung im Ausdauerleistungssport kommt es zu einer Anpassung des Organismus und damit zu einer Verbesserung der Blutzuckereinstellung und Insulinempfindlichkeit, worauf ich später noch genauer eingehen werde.

Jedoch wirkt sich bereits die angesprochene Regelmäßigkeit des Trainings auf den Tagesablauf strukturierend und daher auch auf den Diabetes günstig aus. Man könnte zwar behaupten, dass ein Diabetiker einen vergleichbar geregelten Tagesablauf besitzen sollte, was in der Praxis aber kaum zutrifft.

Aufgrund der notwendigen Planung des Trainings im Leistungssport in Ruhe- und Trainingsphasen, erhält der Tagesablauf klare Strukturen. So kann eine gleichmäßig gute Einstellung des Blutzuckerspiegels leichter erreicht werden, da die sportliche Aktivität planbar ist und die vorher festgelegten Trainingszeiten entsprechend therapeutisch besser vorbereitet werden können.

Sport hat für Stoffwechselkranke, wie auch für Gesunde, den positiven Effekt ein besseres Körpergefühl zu entwickeln. Menschen mit Diabetes lernen dieses verbesserte Körpergefühl einzusetzen, um Hypoglykämien frühzeitiger wahrzunehmen. Findet regelmäßig Sport statt, kann die

therapeutische Anpassung auf Grund der vorliegenden eigenen Erfahrung leichter erfolgen.

Vorteilhaft ist auch die Kontrolle der Trainings- und Wettkampfbelastung durch Pulsmessung und Leistungsdiagnostiken. Im Gegensatz zum Breitensportler muss der Leistungssportler ständig über seinen aktuellen körperlichen Zustand informiert sein und seine Trainingsplanung diesem anpassen. So kann durch die morgendliche Messung der Ruheherzfrequenz eine Aussage, über die Erholung des Sportlers, von der vorausgegangenen Trainingseinheit, getroffen werden und das bevorstehende Training daran orientiert werden. Der Ruhepuls kann aber auch als eine Art Frühwarnsystem für Infekte dienen. Stellt der Athlet eine nicht zu erklärende Erhöhung des Ruhepulses fest, deutet dies meist auf eine bevorstehende Krankheit hin. Er kann aufgrund dieser Feststellung frühzeitig einen Arzt aufsuchen und dadurch den Ausbruch eines Infekts verhindern oder zumindest den Heilungsprozess verkürzen. Diese Früherkennung hilft nicht nur langwierige, krankheitsbedingte Trainingspausen zu vermeiden, sondern auch eine stabile Blutzuckereinstellung beizubehalten. Schon durch eine Erkältung oder einen fiebrigen Infekt erhöht sich der Insulingrundbedarf des Körpers. Eine therapeutische Anpassung des Basalinsulins, in Form einer Erhöhung um 20-50%, ist notwendig, um eine stabile Blutzuckereinstellung beizubehalten. Wird die Therapieveränderung über Boluskorrekturen gesteuert entsteht ein Ungleichgewicht in der Insulinversorgung und somit eine Instabilität des Blutzuckerprofils.

4. Besonderheiten für den diabetischen Leistungssportler bei

Ausdauerbelastungen

4.1 Notwendigkeit spezieller Therapieformen

Grundsätzlich stehen einem Diabetiker je nach Typ verschiedene Behandlungsformen zur Verfügung.

Ein Typ-2 Diabetiker verfügt noch über eine eigene Insulinproduktion der Bauchspeicheldrüse. Er wird zunächst bei vorliegendem Übergewicht und

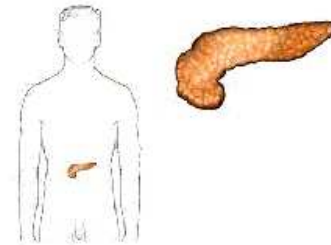


Abbildung 5:
Lage der
Bauchspeicheldrüse im
menschlichen Körper

Insulinresistenz diätetisch behandelt. Üblicherweise werden je nach Indikation auch orale Antidiabetika, Medikamente zur Senkung der Insulinresistenz (z.B. Metformin), in den ersten Schritten der Diabetesbehandlung eingesetzt. Bei sinkender Insulinsensibilität oder Versiegen der körpereigenen Insulinproduktion ist jedoch eine Insulinbehandlung indiziert.

Der Typ-1 Diabetiker verfügt auf Grund eines Autoimmunprozesses nicht über eine körpereigene Insulinproduktion und muss deshalb mit exogenem Insulin per Injektion versorgt werden. Um diesem zu entgehen bestehen erste Forschungsstudien mit implantierten Bauchspeicheldrüsen oder einer Stammzellentherapie, welche bis dato aber noch keinen nennenswerten Erfolg gebracht haben.

Die häufigste angewandte Therapieform in der heutigen Zeit ist die

intensivierte Insulintherapie, kurz ICT. Der

Patient injiziert sich hierbei ein bis zweimal täglich ein Basalinsulin, das eine lange Wirkdauer von 8-24 Stunden besitzt und den Grundbedarf des Körpers an Insulin abdeckt. Die Injektion erfolgt über eine herkömmliche Einwegspritze oder einen Insulinpen, der in seiner Form einem Füllfederhalter stark ähnelt.

Um die Kohlenhydrate aus der Nahrung



Abbildung 6:
Insulinpen, Nadel,
Einwegspritze und
Insulinampulle

verwerten zu können, wird jedoch ein schnell wirkendes Insulin benötigt, das Bolusinsulin. Man spritzt dieses mit einem 15-30-minütigen Spritz-Ess-Abstand oder direkt zur Mahlzeit in das Unterhautfettgewebe der Bauchdecke, da hier eine schnelle Resorption möglich ist. Für den Leistungssportler hat diese Therapie Vor- und Nachteile. Ein positiver Aspekt ist, dass er nach der Injektion des Insulins nicht weiter durch die Präsenz von Hilfsmitteln an den Diabetes erinnert wird. Auf das Blutzuckerprofil können sich die Versorgungslücken durch die nur ein- oder zweimalige Gabe eines Basalinsulins eher negativ auswirken. Da die Injektion bei einem 24-Stunden Insulin bereits am Vortag erfolgen muss, kann eine sportliche Betätigung am Folgetag durch eine Insulinreduktion

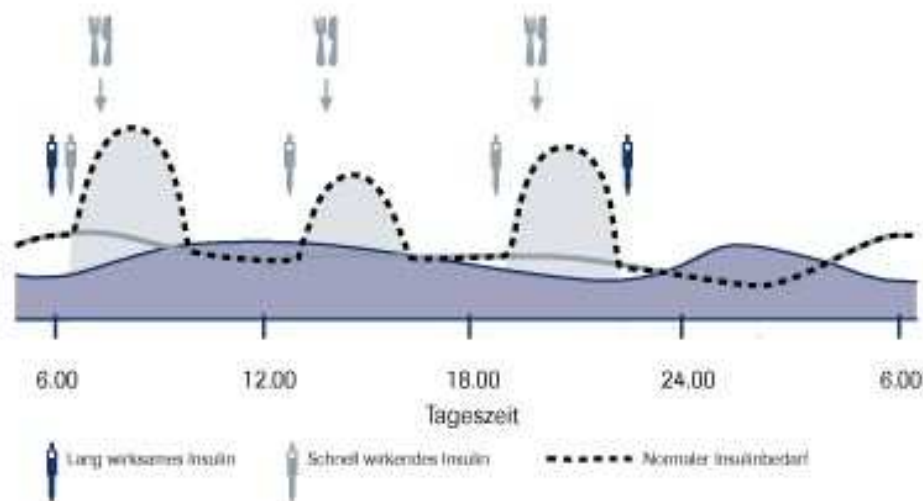


Abbildung 7: Leicht erkennbare Unterschiede zwischen Insulinbedarf und -angebot bei ICT nicht mehr gesteuert werden. Es ist kurzfristig kein Einfluss auf die Dosis möglich und der Patient somit gezwungen eine lang andauernde, sportliche Betätigung über eine Kohlenhydratzufuhr abzudecken, um Unterzuckerungen zu vermeiden.

Bei sportlicher Aktivität reduziert sich der körpereigene Insulinbedarf. Wie beschrieben kann die Dosis des injizierten Basalinsulins am Vorabend nicht weiter beeinflusst werden. Daher ist eine Reduktion des Bolusinsulins eine weitere Alternative. Durch das kurze Wirkprofil des Bolusinsulins ist eine langfristige Insulinsensibilität, bedingt durch die sportliche Betätigung, jedoch eher schlecht steuerbar. Der Blutzucker schwankt und ein Ausgleich mit Korrekturinsulin oder zusätzlichen

Kohlenhydraten wird notwendig, um die Balance wieder herzustellen. Auch die Dosierung der Insulinmenge mit der Spritze, die in der Menge von 0,5-1 IE-Schritten erfolgt, stellt vor allem Kinder oder Erwachsene mit einer sehr hohen Insulinempfindlichkeit, häufig Leistungssportler, vor große Probleme.

Eine Lösung für die oben genannten Probleme bietet die Behandlung mit einer Insulinpumpe. Diese Therapieform bezeichnet man als „kontinuierliche subkutane Insulininfusionsbehandlung“ (S. 1)², CSII. Die Behandlung erfolgt dabei ausschließlich mit Normalinsulin oder Insulinanalogon, welches mit Hilfe einer kleinen Pumpe, die außerhalb des Körpers getragen wird, über einen Katheter in das

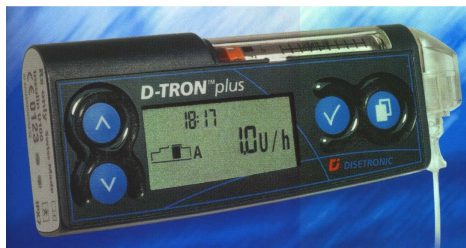


Abbildung 8: Insulinpumpe D-Tron

Unterhautfettgewebe transportiert wird. Auf diesem Weg wird die Basalrate, zur Versorgung des körpereigenen Grundbedarfs, durch kleine Insulinabgaben alle drei Minuten in den Körper injiziert. Die

bedarfsgerechte Insulinversorgung auf 24 Stunden gesehen ähnelt der physiologischen Insulinabgabe der Bauchspeicheldrüse. Die Basalrate ist stündlich auf 24 Stunden bezogen programmierbar. Das Bolusinsulin zur Abdeckung kohlenhydrathaltiger Mahlzeiten wird manuell zu den Mahlzeiten per Knopfdruck an der Pumpe abgerufen.

Der Vorteil dieser Therapieform ist die große Flexibilität. Zum einen kann man kleinste Insulinmengen in 0,1 IE-Schritten, z. B. bei einer Mahlzeit kurz vor einer sportlichen Betätigung, abgeben, was mit einer Spritze schwer möglich wäre. Andererseits ist die Basalrate prozentual steigerbar oder auch absenkbar. So kann man kurzfristig auf bevorstehende Belastungen reagieren oder sogar währenddessen die Insulinversorgung anpassen. Einziger und für viele größter Nachteil einer Insulinpumpe ist das permanente Tragen, d.h. 24 Stunden, der Insulinpumpe und des

² Haak, Thomas: Schulungsbuch Pumpen. Thomas Haak. Bad Mergentheim: Diabetes-Klinik Bad Mergentheim GmbH & Co. KG, 2004. S. 1

Bauchdeckenkatheters. Mit einem äußerlichen Blick auf die Insulinpumpe macht dieses offensichtliche Hilfsmittel die Diabeteserkrankung für Insulinpumpenträger und Umfeld präsenter und erkennbar. Der hohe Tragekomfort der Insulinpumpe, die etwa 100 g wiegt und die technischen Möglichkeiten die ein normnahe Leben mit Diabetes auch als Leistungssportler ermöglichen, lassen den äußerlichen Eindruck schnell in den Hintergrund treten. Beide Therapiemöglichkeiten erfordern die Messung des Blutzuckers zu den bereits oben erwähnten Zeitpunkten.

Die meisten Leistungssportler bevorzugen, trotz der offensichtlichen Abhängigkeit, die Insulinpumpe, da hierbei eine wesentlich genauere Therapieeinstellung möglich ist. Vor allem kann dadurch die enorm hohe und meist störende Zufuhr von Kohlenhydraten während, vor, aber auch nach einer sportlichen Belastung, im Gegensatz zur ICT, merklich reduziert werden.

4.2 „Chronische Effekte“³ bei Diabetikern durch körperliche Aktivität

4.2.1 Anpassungen der Skelettmuskulatur

Bei der Betrachtung der Skelettmuskulatur muss zunächst die Qualität der Stoffwechseleinstellung des Diabetikers mit einbezogen werden. Je besser die Einstellung des Patienten, desto weniger Unterschiede treten gegenüber dem Stoffwechselgesunden auf. Im Zustand einer schlechten Stoffwechseleinstellung sind nicht nur große, muskuläre Nachteile gegenüber Gesunden vorhanden, sondern sogar das Risiko lebensgefährlicher, akuter Erkrankungen.

Die folgenden Erkenntnisse über die chronischen Effekte eines Ausdauertrainings beruhen auf einem Vergleichstest von Typ-1-Diabetikern und Gesunden. (vgl. S. 81-83)⁴ Beide Vergleichsgruppen führten ein achtwöchiges Ausdauertraining durch und wurden auf morphologische und enzymatische Veränderungen untersucht. So waren im Blick auf das Kapillargefäßnetz bei 50% der Diabetiker keine Zunahme

³ Behrmann, Robert: Diabetes und Sport. Robert Behrmann u. Jürgen Weineck. Balingen: Spitta Verlag, 2001. S. 81

⁴ Behrmann, Robert: ebd. S. 81-83

der Kapillaren pro Muskelfaser festzustellen, gegenüber einem bei den übrigen Testpersonen zu verzeichnenden Anstieg.

Die zwei möglichen Ursachen sind zum einen eine lange Diabetesdauer oder bereits bestehende Veränderungen der Gefäße. Eine über viele Jahre bestehende Erkrankung an Diabetes kann zu einer Verdickung der kapillaren Basalmembran führen, welche wiederum die Möglichkeiten einer Kapillarneubildung verringern würde. Zweitens könnten mikroangiopathische Veränderungen nur die notwendige Trainingsdauer für Anpassungen verlängern. Daher müsste also der Belastungszeitraum ausgedehnt werden, um ebenfalls eine Ausweitung des Kapillargefäßnetzes zu erzielen. Weiterhin weisen Diabetiker jedoch bereits im Ruhezustand mehr Kapillare pro mm² Muskel gegenüber Stoffwechselgesunden auf, was der Kompensation einer erniedrigten kapillaren Funktion dient. Im Gegensatz zur Steigerung bei Stoffwechselgesunden, blieb die Kapillardichte bei den Diabetikern konstant, da sich die Zahl der Muskelfasern parallel zur Kapillarenanzahl vergrößerte. Daraus lässt sich ableiten, dass die Versorgung der diabetischen Muskulatur mindestens auf dem Niveau einer gesunden Muskulatur ist. Wird durch ein regelmäßiges Training dann noch die kapillare Funktion erhöht, könnte dies dem Athleten mit Diabetes mellitus sogar als Vorteil gereichen.

Hinsichtlich enzymatischer Veränderung im Bereich der Mitochondrien zeigten sich keine Unterschiede zwischen Diabetikern und Nicht-Diabetikern. Bei beiden war eine Aktivitätszunahme der Enzyme in Atmungskette und Zitratzyklus nach einem Ausdauertraining zu erkennen. Die glykolytischen, für die Glykolyse notwendigen Enzyme wiesen dagegen nicht immer ein gleichgerichtetes Verhalten auf. „Die Aktivität der Hexokinase, die bei Diabetikern vor Trainingsbeginn deutlich erniedrigt war, konnte durch das Trainingsprogramm erhöht werden und erreichte das Niveau der Kontrollgruppe.“ (S. 82)⁵ Deren

⁵ Behrmann, Robert: Diabetes und Sport. Robert Behrmann u. Jürgen Weineck. Balingen: Spitta Verlag, 2001. S. 81-83

Aktivität blieb vergleichsweise unverändert. Würde sich die Hexokinase-Aktivität nicht infolge des Trainings steigern lassen, wäre dies ein großer Nachteil für den diabetischen Leistungssportler gewesen. Er hätte gegenüber gesunden Konkurrenten eine geringere Energieversorgung mit ATP der Glykolyse, was sein Leistungsvermögen sehr beeinträchtigen würde. Der Grund für die zu Trainingsbeginn geringe Aktivität bei Stoffwechselerkrankten könnte eine, durch einen relativen Insulinmangel ausgelöste, reduzierte Hexokinasesynthese sein. Eine anfangs erhöhte Aktivität der Laktatdehydrogenase konnte bei den untersuchten Diabetikern mit Hilfe des Ausdauertrainings erniedrigt werden. Der Grund für die Erhöhung liegt wahrscheinlich auch in einem kompensatorischen Mechanismus, ausgelöst durch einen Insulinmangel. Alles in allem führen die festgestellten Unterschiede im Bereich der Skelettmuskulatur zwischen Diabetikern und Stoffwechselgesunden nicht zu einem Nachteil für die erst genannten. Wird eine bereits vor Ausbruch des Diabetes mellitus betriebene, regelmäßige sportliche Aktivität fortgesetzt oder möglichst frühzeitig während der Ersteinstellung damit begonnen, sind kaum muskuläre Defizite zu erwarten. Folglich sind also für den gut eingestellten Typ-1 Diabetiker die muskulären Voraussetzungen, um Leistungssport zu betreiben, auf keinen Fall schlechter als bei gesunden Personen.

4.2.2 Kohlenhydratstoffwechsel

Auch bei den Auswirkungen von Leistungssport auf den Kohlenhydratstoffwechsel muss beachtet werden, dass nur ein regelmäßiges und kontrolliertes Ausdauertraining ausgleichend auf die Blutzuckerwerte im Tagesverlauf wirkt. So können die Blutzuckerwerte im Schnitt dauerhaft um ca. 20-30% gesenkt werden. (vgl. S. 83)⁶ Unkontrolliertes Trainieren in immer wechselnden Zeitabständen oder mit stark schwankender Belastung kann zu einer schwer kontrollierbaren

⁶ Behrmann, Robert: Diabetes und Sport. Robert Behrmann u. Jürgen Weineck. Balingen: Spitta Verlag, 2001. S. 83

Stoffwechselsituation führen. Die oben erwähnte „Stabilisierung des Blutzuckers spiegelt sich in weniger starken Schwankungen des Blutzuckergehaltes wieder. Im untrainierten Zustand führt eine Belastung zu einem stärkeren Abfall der Blutglukose, als im trainierten Zustand und nach der Belastung bleibt der Blutzucker beim trainierten Diabetiker länger erniedrigt als beim Untrainierten. Diese Tendenz der Stabilisierung zeigt sich auch deutlich im Verhalten des Wachstumshormons und des Kortisols. Beim trainierten Diabetiker sind die Blutspiegel beider Hormone niedriger. ...nach der Belastung [kommt es] zu einem nachhaltigen Effekt eines Konzentrationsabfalls der Hormone.“ (S. 83)⁷

Da vor allem das Hormon Kortisol kontrainsulinär wirkt, kann aufgrund des beschriebenen Konzentrationsabfalls nach der sportlichen Betätigung die notwendige Menge an Insulin bei konstanter Blutzuckereinstellung merklich reduziert werden.

Durch längere oder intensive Sporteinheiten kommt es zu einer Leerung der körpereigenen Glykogenspeicher. Diese stellen die Glukosemenge für eine 50-60-minütige sportliche Betätigung im Bereich der anaeroben Schwelle zur Verfügung. (vgl. S. 107)⁸ Dauert der Sport länger an, sind sowohl die muskulären, als auch die hepatischen Glykogenspeicher aufgebraucht und müssen durch die Aufnahme von Kohlenhydraten mit der Nahrung wieder aufgefüllt werden. Für diesen Vorgang ist kein Insulin notwendig. „Dieser Insulin einsparende Effekt beruht auf einer gesteigerten Insulinempfindlichkeit des Glukosestoffwechsels beim Trainierten, welche auf das Muskelgewebe begrenzt zu sein scheint.“ (S. 84)⁹ Nach extremen Belastungen, wie einem Speedskating Rennen über 111 km, kann die gesteigerte Empfindlichkeit über einige Tage hinweg anhalten, wobei nicht nur die Dauer der Belastung relevant ist, sondern auch die Intensität. Nur mit Hilfe eines täglichen Ausdauertrainings ist es möglich diesen Effekt zur Stabilisierung der Blutzuckerprofile zu nutzen.

⁷ Behrmann, Robert: Diabetes und Sport. Robert Behrmann u. Jürgen Weineck. Balingen: Spitta Verlag, 2001. S. 83

⁸ Geiger, Ludwig: Ausdauertraining. Der sportmedizinische Ratgeber. München: Copress Verlag in der Stiebner Verlag GmbH 2001. S. 107

⁹ Behrmann, Robert: ebd., S. 84

Um auf diese Änderung der Insulinempfindlichkeit reagieren zu können, ziehen daher viele Leistungssportler die Insulinpumpe, die eine flexiblere und bedarfsgerechte Insulinversorgung auch unter Leistungssportbedingungen möglich macht, der Spritzentherapie vor.

Der für das Wohlbefinden des Diabetikers wohl wichtigste Effekt, ist jedoch, dass die „hepatischen und muskulären Kohlenhydratspeicher ... im trainierten Zustand ökonomischer mobilisiert [werden], wodurch der Diabetiker eine größere Energiereserve behält und hypoglykämische Reaktionen auch bei stärkerer Arbeitsbelastung seltener werden.“ (S. 83)¹⁰ Die vergrößerten Energiereserven helfen aber auch außerhalb des Trainings Hypoglykämien abzumildern und schließen die Chance einer schweren Unterzuckerung mit akuter Bewusstlosigkeit fast völlig aus, was vielen Diabetikern eine zusätzliche Sicherheit gibt.

Große Vorsicht ist dennoch im Blick auf Alkohol geboten. Bei einer durch übermäßigen Alkoholgenuss ausgelösten Hypoglykämie, kann der Körper auf die hepatischen Speicher nicht zurückgreifen und ist damit auf Glucose aus der Nahrung angewiesen.

4.3 „Akute Effekte körperlicher Aktivität“¹¹ bei Diabetikern

4.3.1 Laktatstoffwechsel

Um die Ausdauerleistungsfähigkeit von Sportlern objektiv beurteilen zu können, werden meist Leistungstest anhand des Parameters Laktat durchgeführt. Über das Verhalten des diabetischen Laktatstoffwechsels existieren verschiedene Studien im Vergleich mit gesunden Kontrollpersonen. Diese Studien wurden sowohl mit reinen Ausdauerbelastungen, als



**Abbildung 9:
Leistungsdiagnostik
auf dem Ergometer**

¹⁰ Behrmann, Robert: Diabetes und Sport. Robert Behrmann u. Jürgen Weineck. Balingen: Spitta Verlag, 2001.S. 83

¹¹ Behrmann, Robert: ebd. S. 63

auch in normalen Sportstunden durchgeführt, wobei beide Gruppen annähernd gleiche körperliche Voraussetzungen hatten. In einer ersten Studie aus dem Jahr 1977 reagierten nicht nur befriedigend, sondern auch hyperglykämisch eingestellte Diabetiker mit einem „signifikant höheren Anstieg der Blutlaktatkonzentration als Stoffwechselgesunde.“ (vgl. S. 74)¹² Ermittelt wurden die Werte während einer dreistündigen Belastung im unteren Grundaussdauerbereich.

Bei einer weiteren Studie 1978, „wurden sowohl bei einer 10-minütigen submaximalen Fahrradergometer-Belastung als auch bei einer 1-stündigen Sportstunde höhere Laktatspiegel als bei trainierten Kontrollpersonen gefunden.“ (S. 74)¹³ Bereits im Jahr 1976 erhielt man jedoch ein grundlegend anderes Ergebnis. Ein bis zur Erschöpfung durchgeführter Fahrradergometertest ergab bei Diabetikern einen wesentlich geringeren Laktatanstieg als bei den Kontrollpersonen. Diese Versuchsergebnisse wurden aber 1983 durch einen wiederum bis zur Erschöpfung durchgeführten Leistungstest widerlegt, wobei bei beiden Gruppen ein deutlicher Laktatanstieg zu verzeichnen war. (vgl. S. 74-75)¹⁴ Das Ergebnis eines verminderten Laktatanstiegs kann ich durch eigene

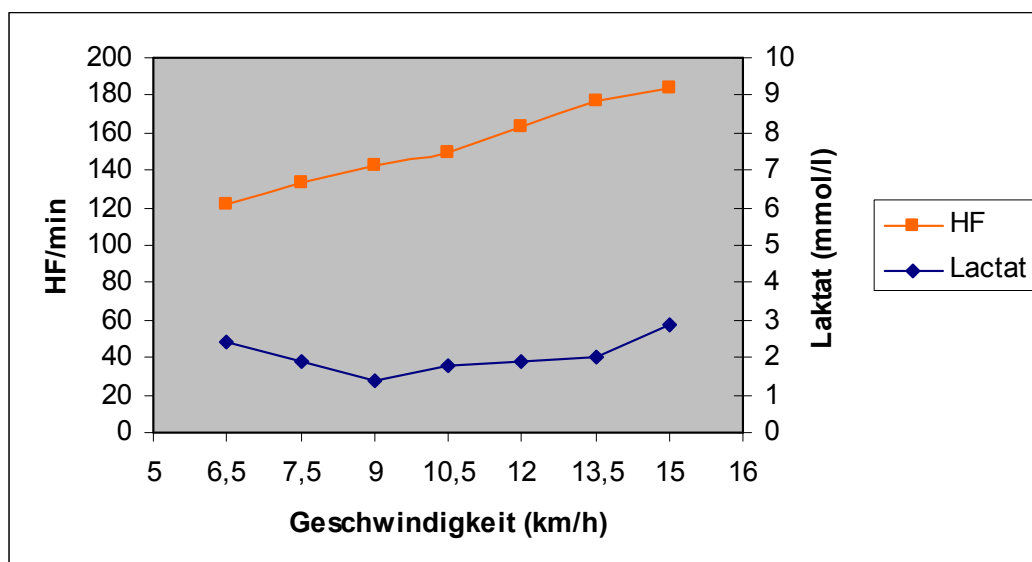


Abbildung 10: Leistungsdiagnostik auf dem Laufband vom 27.4.2004; trotz steigender HF sehr geringe Erhöhung des Laktatspiegels

¹² Behrmann, Robert: Diabetes und Sport. Robert Behrmann u. Jürgen Weineck. Balingen: Spitta Verlag, 2001. S. 74

¹³ Behrmann, Robert: ebd., S. 74

¹⁴ Behrmann, Robert: ebd., S. 74-75

Leistungsdiagnostiken bestätigen (siehe Abb. 10). Jedoch zeigte sich bei weiteren Tests, dass eine verminderte Laktatkonzentration unter Belastung eher eine Ausnahme darstellt. Würde dies ein dauerhafter Zustand sein, könnten Diabetiker bei Sportarten mit einer großen statischen Belastungskomponente, wie beim Speedskating oder auch Eisschnelllauf, deutlich länger die aerodynamische, tiefe Position halten und damit schnellere Zeiten fahren. Zusammengefasst gibt es also bis heute keine eindeutigen Werte, die das Verhalten des Laktatstoffwechsels von Diabetikern im Vergleich zu Stoffwechselgesunden manifestieren.

Hätte sich das Testergebnis einer erhöhten Blutlaktatkonzentration bei Diabetikern während einer sportlichen Belastung bestätigt, würden die Chancen für eine erfolgreiche Teilnahme nicht nur an Speedskating-Wettkämpfen erheblich sinken. Durch stark laktazide Belastungen bei Tempoverschärfungen oder auf kürzeren Distanzen würde der diabetische Organismus wesentlich schneller als bei gesunden Konkurrenten an die Grenzen seiner Laktattoleranz stoßen und folglich der Schutzmechanismus des Belastungsabbruches schneller eintreten.

Auch andere Ausdauerathleten mit Diabetes, wie der Rennradfahrer und mehrfache Bayerische Meister Andreas Alt, haben mir bestätigt, dass im Blick auf die Laktattoleranz keine Leistungsseinschränkungen bestehen. Gerade bei ihm als Bahnfahrer und Sprinter, ist die Laktattoleranz eine der Säulen seiner Leistungsfähigkeit.

5. Zu beachtende Größen in Training und Wettkampf

5.1 Ernährung

Für ein Maximum an Leistung im Sport, „gelten für den Ausdauersportler jeder Leistungsstufe die allgemeinen Richtlinien einer gesunden Ernährung.“ (S. 103)¹⁵ Dies gilt im besonderen Maß für Diabetiker, da eine ausgewogene Ernährung eine der Grundsäulen für eine, im Leistungssport

¹⁵ Geiger, Ludwig: Ausdauertraining. Der sportmedizinische Ratgeber. München: Copress Verlag in der Stiebner Verlag GmbH 2001. S. 103

notwendige, ausgeglichene Stoffwechselsituation ist. Sie sollten daher nicht nur auf Art und Zusammensetzung der Nahrung achten, sondern auch auf den Zeitpunkt der Nahrungsaufnahme und bevorstehende oder zurückliegende körperliche Beanspruchungen Rücksicht nehmen. So muss zum einen darauf geachtet werden, zu den Kohlenhydratportionen, eine ausreichende Menge an Ballaststoffen aufzunehmen, um die Resorption der Kohlenhydrate im Magen-Darmtrakt zu verlangsamen. Eine Verlangsamung erniedrigt die Glucoseabgabe in das Blut pro Zeiteinheit, was einen raschen, schwerer kontrollierbaren Blutzuckeranstieg verhindert. Abgesehen davon, wirkt eine ballaststoffreiche Kost präventiv gegen Darmerkrankungen. Weiterhin sollte der Fettanteil der Nahrung höchstens 30% betragen, damit das bei Diabetikern erhöhte Risiko von Gefäßerkrankungen reduziert werden kann.

Der Zeitpunkt der Nahrungsaufnahme vor einer Belastung sollte möglichst so gewählt sein, dass während der Belastung nur eine geringe Menge an Bolusinsulin wirksam ist. Somit muss im Laufe der Belastung hauptsächlich nur noch auf das Basalinsulin geachtet werden, um eine Hypoglykämie zu vermeiden. Dennoch ist eine Reduktion der Insulinabgabe zum Essen vor dem Sport sinnvoll, da folglich das Risiko einer Unterzuckerung noch einmal reduziert wird. Andererseits kann so auf eine erneute Zufuhr von Kohlenhydraten, auch Sport-BE genannt, vor der Belastung verzichtet werden. Dies wird mit Hilfe der vom Essen wirksamen, jedoch nicht mit Insulin abgedeckten, Kohlenhydrate erreicht. Vor allem in der Zeit direkt nach einer sportlichen Aktivität sollte bei der Ernährung darauf geachtet werden, ob die vorausgegangene sportliche Betätigung ein Defizit in den Glykogenspeichern verursacht hat. Ist dies der Fall muss das Insulin für die folgenden Mahlzeiten entsprechend reduziert werden. Damit wird eine mögliche Unterzuckerung in der Zeit nach der Belastung vermieden, da die Muskulatur zum Auffüllen der Glykogenspeicher mit Kohlenhydraten kein Insulin benötigt.

Um die Versorgung mit ausreichend Energie während des Sports zu gewährleisten, müssen, wie beim gesunden Sportler auch, Energieriegel oder Getränke mit Zucker verzehrt werden.

Die Menge ist bei jedem Typ-1 Diabetiker individuell verschieden und von der Belastungsstärke und -art abhängig. Als Indikator hat sich jedoch der Puls bewährt. Anhand regelmäßiger Leistungstests werden für die jeweils zu trainierende Sportart die aerobe und anaerobe Schwelle ausgetestet und entsprechende Pulsbereiche festgelegt. Der Athlet erkennt somit durch seine Pulswerte während des Trainings, welche Art der Energiegewinnung gerade hauptsächlich aktiv ist. So kann zumindest eine grobe Einschätzung des Energieverbrauchs vorgenommen werden.

5.2 Trainingsintensität und Wettkampft

Die Auswirkungen im Körper von verschiedenen Trainingsarten oder Wettkämpfen können von gesunden Leistungssportlern, ohne ständige medizinische Betreuung, kaum nachvollzogen werden. Demgegenüber registriert der Diabetiker jede noch so kleine Änderung im Bereich des Stoffwechsels anhand seiner Blutzuckerkontrollen. Daher muss nicht nur im Wettkampf, sondern auch im Training, die bevorstehende körperliche Anstrengung analysiert werden.

Das einfachste Beispiel ist ein kontinuierliches Ausdauertraining über mehrere Stunden im aeroben Bereich. Dabei muss darauf geachtet werden, wann der Körper nahezu vollständig auf die Verbrennung von Fetten umschaltet, um dementsprechend die notwendigen Sport-BE zu reduzieren. Entsprechend dem Trainingszustand beginnt die Fettverbrennung erst 15-30 Minuten nach Belastungsbeginn. Bis dahin werden zur Energiegewinnung hauptsächlich die Glykogenspeicher in der Muskulatur genutzt. Ist die Fettverbrennung voll angelaufen, werden „bis zu 90% des gesamten Energiebedarfs durch Fettsäureabbau gedeckt“ (S. 36)¹⁶ und die Nachfuhr von Kohlenhydraten, zur Deckung der übrigen

¹⁶ Geiger, Ludwig: Ausdauertraining. Der sportmedizinische Ratgeber. München: Copress Verlag in der Stiebner Verlag GmbH 2001. S. 36

10%, kann auf ein Minimum reduziert werden. Aufgrund der fast unbegrenzten Depotfettvorräte in Muskelfasern und Unterhautfettgewebe können auf diese Weise Leistungen niedriger Intensität über mehrere Stunden vollbracht werden. (vgl. S. 36)¹⁷ Wird das Training jedoch in der Fahrtspielmethode geleistet, sind vom diabetischen Leistungssportler seine Erfahrungswerte gefordert. Durch den ständigen Wechsel der Belastungsintensität, schwankt der Energieverbrauch sehr stark.

Eine, für den im Leistungssport unerfahrenen Diabetiker, überraschende Situation stellt sicherlich das Intervalltraining oder die Wiederholungsmethode dar. So kann es mit zunehmenden Erholungszeiten und damit verbunden kürzeren, aber intensiveren, Belastungsphasen entgegen aller Erwartungen zu einem Blutzuckeranstieg im Verlauf des Trainings kommen. Hervorgerufen wird dieser Effekt durch eine Ausschüttung von kontrainsulinären Hormonen

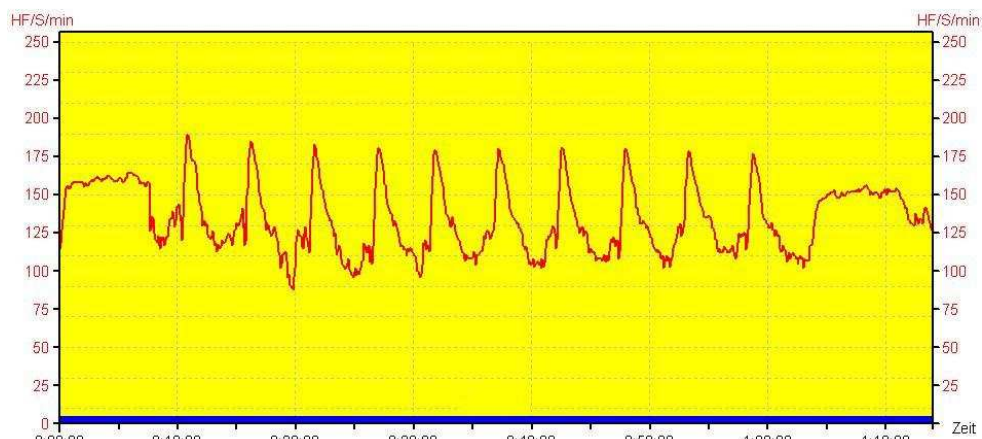


Abbildung 11: Wiederholungsmethode, 10x 200 m Sprint mit Einfahren und Ausfahren

(z. B. Adrenalin) während der submaximalen bis maximalen Belastung bei kürzeren Sprintstrecken.

In gesteigerter Form kann dies in der Wettkampfsituation beobachtet werden. Blutzuckerwerte in einer Höhe von 200-250 mg/dl sind direkt nach einem Speedskating-Rennen keine Seltenheit. Vor allem ist dies auf die Stresssituationen während eines Wettkampfes zurückzuführen. In Abschnitten des Rennens mit vielen Sprints oder großem Gedränge im

¹⁷ Geiger, Ludwig: Ausdauertraining. Der sportmedizinische Ratgeber. München: Copress Verlag in der Stiebner Verlag GmbH 2001. S. 36

Feld werden vom Körper verschiedene Stresshormone, besonders Adrenalin, ausgeschüttet, das die Insulinwirkung fast völlig außer Kraft setzt. Sehr gut ist dies während Bahnwettkämpfen zu beobachten, da hier nur ein begrenzter Raum für die Fahrer vorhanden ist und immer wieder Zwischensprints gefahren werden.

Ist die Stresssituation überstanden, reguliert der Körper seinen Hormonhaushalt nach und auch der Blutzuckerspiegel sinkt wieder. Bei einer Korrektur mit Insulin direkt nach einer solchen Belastung muss daher vorsichtig agiert werden.

6. Zusammenfassung

Die Kombination von Leistungssport und Diabetes ist also keinesfalls schädigend. Ganz im Gegenteil kann sogar, mit Hilfe der regelmäßigen und kontrollierten sportlichen Aktivität, eine ausgeglichene Stoffwechselsituation leichter erreicht werden als ohne.

Aber es müssen auch bestimmte Abläufe und Regeln eingehalten werden, um Gefahren für sich und andere möglichst zu reduzieren. Die Anpassung der Therapieform an die sportlichen Höchstleistungen ist für den diabetischen Athleten ebenso wichtig, wie die Kenntnis der Stoffwechselfvorgänge im eigenen Körper.

Ausgehend von einer guten Stoffwechselsituation, sind die muskulären Grundvoraussetzungen für den Leistungssport bei Menschen mit Diabetes denen gesunder Menschen ebenbürtig. Auch während der Belastung zeigen sich bei normnahen Blutzuckerwerten keine Nachteile im Blick auf den Laktatstoffwechsel. Im Bereich der Ernährung ist der Diabetiker den meisten gesunden Athleten mit seinem, für die Diabetestherapie notwendigem, Wissen bei weitem überlegen und kann somit Leistungseinbrüche durch eine falsche Nahrungsaufnahme weitestgehend vermeiden.

Die genaue Kenntnis über bevorstehende Belastungen in Training und Wettkampf und deren Auswirkungen auf die Blutzuckerprofile erweist sich ebenfalls als notwendig.

Werden all jene Punkte beachtet und das Training richtig gesteuert, steht dem Erfolg für einen Leistungssportler mit Diabetes mellitus nichts mehr im Weg!

7. Sport als Chance für Menschen mit Diabetes

„Ich habe den Diabetes auf mein Leben eingestellt!“ (S. 4)¹⁸ – Diese Aussage stammt von Oberarzt Dr. Carsten Fischer, einem ehemaligen Hockeynationalspieler und Typ-1 Diabetiker. Kurz nach Beendigung seines Medizinstudiums wurde bei ihm Diabetes mellitus festgestellt, was ihn jedoch nicht davon abhielt seinen Platz in der Nationalmannschaft zu verteidigen. Menschen wie Dr. Carsten Fischer sind ein positives Beispiel für die gelungene Kombination von Leistungssport, Beruf und nicht zuletzt Diabetes mellitus.

Es ist notwendig anderen Menschen mit Diabetes Mut zu machen, ihr Leben selbstbewusst anzugehen und es aktiv im Umgang mit Diabetes zu meistern. Eine große Hilfe hierbei ist die Publikation derartiger Beispiele und ein gegenseitiger Informationsaustausch.

Dies geschieht bereits in vielen Selbsthilfegruppen in ganz Deutschland und in Internetforen weltweit. Da jedoch das Angebot speziell für sportlich aktive Diabetiker noch ausbaufähig ist, habe ich eine eigene Homepage, unter der Internetadresse www.simonstrobel.com, gestaltet. Auf diese Weise hoffe ich meine Erfahrungen aus dem Bereich Diabetes mellitus und Leistungssport mit anderen austauschen zu können und vor allem jungen, neu diagnostizierten Diabetikern die Akzeptanz ihrer Erkrankung zu erleichtern!

¹⁸ Müller, Silvia: Porträt. „Ich habe den Diabetes auf mein Leben eingestellt“.
In: DiabetesPartner
August 2005. S. 4

8. Glossar¹⁹

Arteriosklerose – Schädigung der arteriellen Blutgefäße. Erhöhte Blutzucker-, Blutfett- und Blutdruckwerte tragen dazu bei, dass die Wände der Blutgefäße dicker werden, sich verhärten und an Elastizität verlieren. Die Blutbahnen werden immer enger und es kommt zu Durchblutungsstörungen.

Basalinsulin – Gesamtmenge an Insulin zur Abdeckung des Grundbedarfs des menschlichen Körpers ohne Nahrungsaufnahme.

Basalmembran – Struktur für die Organisation und den Halt von Zellen, zudem elementar für die Versorgung der Zellen.

BE – Maßeinheit für die Berechnung des Kohlenhydratanteils von Nahrungsmitteln. Abkürzung für Brot- oder Berechnungseinheit (BE). Eine BE enthält 12 g Kohlenhydrate.

Blutzucker – Zuckergehalt des Blutes. Beim Diabetiker sollten die Blutzuckerwerte vor der Mahlzeit bei 80-120 mg/dl und 2 Std. nach der Mahlzeit nicht über 135-160 mg/dl liegen.

Bolusinsulin – Die Menge an Insulin, die zum Essen notwendig ist.

Diabetologie – Lehre von der Zuckerkrankheit.

Glykogen – Speicherform der Glukose in der Leber (hepatisch) und den Muskeln.

Hypoglykämie – Anderes Wort für Unterzucker. Von einem Unterzucker spricht man bei Blutzuckerwerten unter 60 mg/dl. Eine Unterzuckerung kündigt sich durch Anzeichen wie Schwitzen, Zittern oder Heißhunger an und muss sofort richtig behandelt werden. Am besten schnell wirksame Kohlenhydrate wie Traubenzucker, Fruchtsaft oder Cola zu sich nehmen.

¹⁹ Haak, Thomas: Schulungsbuch Pumpen. Thomas Haak. Bad Mergentheim: Diabetes-Klinik Bad Mergentheim GmbH & Co. KG, 2004. Vgl. S. 171-177

Hyperglykämie – Anderes Wort für Überzuckerung. Von einem erhöhten Blutzucker spricht man, wenn vor dem Essen Werte über 125 mg/dl oder zwei Stunden nach dem Essen Werte von über 160 mg/dl erreicht werden. Ein sehr stark erhöhter Blutzucker kann zu einem diabetischen Koma (→ Ketoazidose) führen.

Insulin – Hormon, welches in den Langerhans'schen Inselzellen der Bauchspeicheldrüse (→ Pankreas) gebildet wird und die Aufgabe hat, den Zucker in die Körperzellen zu schleusen, damit diese daraus Energie gewinnen können.

Insulintherapie – Bezeichnung für eine Therapieform, bei der körperfremdes Insulin dem Körper zur Verfügung gestellt wird.

Insulinresistenz – Zustand, in dem Körperzellen zu wenig oder fast überhaupt nicht auf das Insulin reagieren.

Ketoazidose – Schwere und sehr gefährliche Stoffwechsellage bei einer Überzuckerung mit Insulinmangel unter Bildung von Ketonkörpern, wie z. B. Azeton. Geht mit sehr erhöhten Blutzuckerwerten und einer Übersäuerung des Blutes einher.

Kontrainsulinäre Wirkung – Temporäre Steigerung des Insulinbedarfs aufgrund einer Reduktion der Insulinempfindlichkeit, z. B. durch Hormone.

Korrektur-Bolus – Die Menge an Insulin, die notwendig ist, um einen erhöhten Blutzucker auf den angestrebten Zielwert zu korrigieren.

Mikroangiopathie – Oberbegriff für die Erkrankung der kleinen Gefäße.

Pankreas – Anderes Wort für Bauchspeicheldrüse. Organ im Körper, in dem Verdauungsstoffe und Hormone – unter anderem das Insulin – hergestellt werden.

Retinopathie - Schädigung der Netzhaut als mögliche Folge eines schlecht eingestellten Diabetes. Erste Veränderungen am Augenhintergrund sind meist nicht zu spüren, da die Sehkraft normalerweise nicht beeinträchtigt wird. Daher ist die regelmäßige Augenuntersuchung beim Augenarzt wichtig. Es besteht die Gefahr, dass Blutgefäße platzen und es zu Einblutungen ins Auge kommt. Erste Veränderungen am Augenhintergrund lassen sich durch eine frühzeitige Laserbehandlung behandeln.

Übergewicht - Als Übergewicht bezeichnet man ein Gewicht, dessen Körper-Masse-Index (BMI) über 26 kg/m^2 liegt.

9. Literaturnachweis

Behrmann, Robert: Diabetes und Sport. Dr. med. Robert Behrmann u.
Prof. Dr. med. Dr. phil. habil. Jürgen Weineck.
Balingen: Spitta Verlag, 2001. 2. Auflage

Geiger, Ludwig: Ausdauertraining. Der medizinische Ratgeber. Dr.
Ludwig Geiger. München: Copress Verlag in der
Stiebner Verlag GmbH, 2001. 3. Auflage

Haak, Thomas: Schulungsbuch Pumpen. Prof. Dr. med. Thomas
Haak. Bad Mergentheim: Diabetes-Klinik Bad
Mergentheim GmbH & Co. KG, 2004. 1. Auflage

10. Abbildungsnachweis

- Titelbild: Collage von Simon Strobel, am 20.11.2005
- Abb. 1: <http://www.speedteam-bilderserver.de/bic-don-17-09-2005>
- Abb. 2: Trainingsaufzeichnung von Simon Strobel, am 24.09.2005 mit Polar Precision Performance SW®
- Abb. 3: http://e-learning.studmed.unibe.ch/augenheilkunde/systematik/netzhaut/retino_diabetica.html
- Abb. 4: http://shop-apotheke.com.xsite.de/medikamente_ac/accuchek_compact_set_mg/dl_1310151.htm
- Abb. 5: <http://hausarzt.qualimed.de/qmDoc.php?fn=bauchspeicheldruese&filetime=1046638225>
- Abb. 6: http://www.diabetes-zentrum.de/Kinder_und_Jugendlic.128.0.html
- Abb. 7: Roche Diagnostics GmbH, D-68298 Mannheim
- Abb. 8: <http://www.accu-chek.de/infusion/de/content/insulinpumpentherapie/grundlagen/grundlagen.html>
- Abb. 9: <http://www.florianwenk.com/photos.php>
- Abb. 10: Leistungsdiagnostik von Simon Strobel, am 24.2.2004
- Abb.11: Trainingsaufzeichnung von Simon Strobel, am 22.10.2005 mit Polar Precision Performance SW®

Erklärung und Bewertung

Ich erkläre, dass ich die Facharbeit ohne fremde Hilfe angefertigt und nur die im Literaturverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Schwanfeld, 22. November 2005

Simon Strobel

Punkte Facharbeit schriftlich:

Punkte Prüfung mündlich:

Gesamtpunktzahl (3x schriftlich + mündlich):

Zurückgegeben am:

Unterschrift des Kursleiters: