TÖDLICHER GENUSS

WIE ZUCKERKONSUM UNS UMBRINGT

Kass Lea - 4C6

Travail Personnel 2024-2025

Tuteur: Nicolas Aschman

1 INHALT

2 Einleitung – was ist Zucker? 4
2.1 Verschiedene Arten von Zucker 6
2.1.1 Die besondere Rolle der Fruktose 7
2.2 Stärke und glykämischer Index 8
2.3 Biologische Hintergründe unserer Ernährung 9
2.4 Die Entwicklung der menschlichen Ernährung 10
2.4.1 Die (Ernährungs)Revolution 11
2.5 Warum wir Süßes so sehr lieben und immer mehr Zucker essen 13
2.6 Die Entdeckung des Kristallzuckers 14
2.7 Wie es immer mehr wird – wieviel ist zu viel? 15
3 Zucker – eine Notwendigkeit? 16
3.1 Zucker im Körper 16
3.1.1 Glukose als Energieform – der Unterschied zwischen aerober und anaerober Energiegewinnung 17
3.1.2 Zucker als Entspannung 17
4 Im Gehirn – Macht uns Zucker dumm? 18
4.1 Das Belohnungssystem 18
4.2 Psychische Gesundheit 20
5 Glukose – Blutzuckerwerte 21
5.1 Die Mitochondrien – Warum Glukosespitzen so schädlich sind 22
5.2 Wie Glukose zu freien Radikalen und oxidativem Stress wird 23
5.3 Die Maillard-Reaktion 24
5.4 Durch Glukosespitzen ausgelöste Krankheiten 26
5.4.1 Kurzfristige Auswirkungen 26
5.4.2 Langfristige Auswirkungen 28
6 Insulin 31
6.1 Der Weg der Nahrung ins Blut: 32
6.2 Insulinwerte 32
6.3 Insulin im Fettstoffwechsel 33
6.4 Insulinabbau 34
6.5 Insulinresistenz 34
6.6 Folgen von Insulin und Zuckerüberschuss 35
7 Die low-fat high-carb Problematik 36
7.1 Wo low-fat herkommt 36
7.2 Konsequenzen des low-fat Mantras 39

8 Alternative Süßungsmittel? 41
8.1 Zuckeraustauschstoffe 41
8.1.1 Sorbit 41
8.1.2 Xylit 42
8.1.3 Isomalt 42
8.1.4 Erythrit 43
8.2 Süßstoffe 44
8.2.1 Cyclamat und Saccharin 45
8.2.2 Aspartam 45
8.2.3 Neohesperidin-DC 45
8.2.4 Thaumatin 45
8.3 Fazit 46
9 Der richtige Umgang mit Zucker 47
9.1 Die vielen Namen von Zucker – Supermarktetiketten richtig lesen 47
9.2 E-Nummern 48
9.3 Verhalten im Alltag – was kann man tun? 49
9.3.1 Reihenfolge 49
9.3.2 Kalorien 50
9.3.3 Das richtige Frühstück 50
9.3.4 Essig 51
9.3.5 Bewegung nach dem Essen 52
9.3.6 Nackte Kohlenhydrate vermeiden 52
10 Vier Wochen zuckerfrei – Ein Studienbericht 53
10.1 Erfahrungsbericht und Auswertung 55
11 Diskussion 58
12 Anhang 59

2 EINLEITUNG – WAS IST ZUCKER?

Wenn man unsere Gesellschaft beobachtet fällt auf, dass heutzutage nur noch wenig bis gar kein Bewusstsein mehr da ist für was und wie wir essen. Jährlich sterben weltweit circa elf Millionen Menschen an den Folgen einer ungesunden Ernährung. Wir essen nur noch, was uns schmeckt und bevorzugen dabei einen ganz bestimmten Stoff: Zucker. Doch warum sind wir verdammt dazu, immer heiß auf Süßes zu sein? Mit dieser Arbeit will ich die Frage ergründen, woher unser Verlangen nach den kleinen süßen Kristallen stammt und ob wir dem entgegenwirken müssen. Warum ist diese „böse“ Pflanze mit jährlich 2 Milliarden geernteten Tonnen die am meisten angebaute der Welt?

Unter Zucker verstehen die meisten Leute die kleinen süßen Kristalle, die wir zuhause zum Backen und Süßen verwenden. Doch Zucker ist viel mehr als dieser sogenannte Haushaltszucker (Saccharose).

Man ging sehr lange Zeit davon aus, dass sich Pflanzen aus Erde bilden. Dass das nicht stimmt, fand in den 1640er Jahren ein flämischer Forscher namens Johan Baptista van Helmont (1577-1644) heraus, indem er einen über fünf Jahre angelegten Versuch namens *das Weidenexperiment* durchführte. Für dieses Experiment pflanzte er einen 2,25 Kilogramm schweren Weidenschössling in einen großen Topf mit genau 90 Kilogramm Erde. In den folgenden fünf Jahren pflegte er seinen Setzling und sah im beim Wachsen zu, bis daraus ein richtiger Baum gewachsen war. Dann wog er seinen Baum erneut und stellte dabei fest, dass er 74,25kg schwerer war als am Anfang, er wog jetzt also 76,5kg. Das Gewicht der Erde im Topf war allerdings fast genau gleichgeblieben. Das zusätzliche Gewicht des Baumes konnte also nicht aus der Erde kommen. Helmonts Versuch gilt als das erste quantitative Experiment zur Phytotrophologie. [1]

Es ist wichtig dieses Experiment zu erwähnen, um zu verstehen, was Zucker eigentlich ist und worin seine Funktion besteht. Nach den Ergebnissen des Weidenexperiments versuchte die Wissenschaft jahrhundertelang zu verstehen, wie sich Pflanzen überhaupt bilden können. Die Arbeit vieler Wissenschaftler hat über Jahrhunderte hinweg zur Lösung dieses Rätsels beigetragen. Die vollständige Aufklärung dieses Prozesses einschließlich der Entschlüsselung der biochemischen Details wird heute hauptsächlich den amerikanischen Forschern Melvin Calvin, Andrew Benson und James Bassham zugeschrieben. Sie nannten ihre Entdeckung den „Calvin-Benson-Bassham-Kreislauf“ und Calvin erhielt 1961 den Chemienobelpreis für seine Entdeckung. Heute wissen wir, dass die Pflanzen, um ihre „Teile“ zu bilden Kohlendioxid und Wasser mithilfe von Sonnenenergie in Glukose überführen – der populärste Begriff für diesen Prozess lautet heute Photosynthese. [2]

Pflanzen können diese Glukose aufspalten, um ihre Energie zu nutzen oder ganz lassen und so als Baustein für Blätter, Stängel oder Wurzeln verwenden. Eine weitere Substanz, die sie aus Glukose bilden können, ist Stärke. Das ist wichtig, weil eine Pflanze zu jedem Zeitpunkt in der Lage sein muss, auf Energie zuzugreifen aber ohne Sonne keine Photosynthese betreiben kann, um den Organismus mit Glukose zu versorgen. Bei Sonnenschein produzieren sie also mehr Glukose als sie eigentlich brauchen um sie für später einlagern zu können und das tun sie in Form von Stärke. Stärke ist eine lange Kette von Glukosemolekülen, die mithilfe bestimmter Enzyme zusammengeführt werden und hauptsächlich in den Wurzeln gespeichert wird (in kleinen Mengen aber überall in der Pflanze). Auch die Samen einer Pflanze sind voller Stärke. Wurzelgemüse (Kartoffeln, Pastinaken, Möhren. Bete, ...) und Samen (Reis, Mais, Weizen, Bohnen, Erbsen, ...) enthalten also am meisten Stärke. Immer wenn die Pflanze Glukose benötigt, verwendet sie ein Enzym (α-Amylase) um einen Teil Glukose aus einer Stärkekette zu lösen.

Ein weitere Kette die Pflanzen aus Glukosemolekülen herstellen können ist die sogenannte Zellulose. Hier wird die Glukose nur von einem anderen Enzym und in einem anderen Muster angeordnet. Zellulose ist eine zähe Substanz, die den Pflanzen ermöglicht in die Höhe zu wachsen, ohne umzukippen. Wir nutzen auch Zellulose, um daraus Papier herzustellen.

Glukose schmeckt süß – ein Teil wird aber in ein noch etwa 2,3-mal süßeres Molekül namens Fruktose umgewandelt. Die Fruktose konzentrieren die Pflanzen in ihren Früchten, um sie für Tiere unwiderstehlich zu machen und diese dann ihre Samen verbreiten.

Eine sehr geringe Menge Fruktose wird mithilfe eines anderen Moleküls aber zeitweilig noch mit Glukose verbunden – so entsteht die Saccharose (es ist platzsparender, weil ein Saccharosemolekül weniger Platz einnimmt als Glukose und Fruktose einzeln). Diese Saccharose ist, was die meisten Menschen heute unter „Zucker“ verstehen.

Dieses Kapitel war relevant, um zu veranschaulichen, dass eigentlich alles aus Glukose besteht – Zucker ist also überall.

Stärke, Ballaststoffe (Zellulose), Fruktose und Saccharose sind wie Geschwister – sie stammen alle von Glukose ab. Deswegen werden sie seit 1969 auch alle unter dem Namen Kohlenhydrate zusammengefasst (weil es Verbindungen aus Wasser und Kohlenstoff sind). Zucker ist eine Untergruppe von Kohlenhydraten, zu welcher die kleinen Moleküle Glukose, Fruktose und Saccharose zählen. Umgangssprachlich ist das oft sehr verwirrend, wenn man Sätze hört wie: „Brokkoli hat wenig Kohlenhydrate aber viele Ballaststoffe.“ Korrekt wäre eigentlich: „Brokkoli hat viele Kohlenhydrate aber die meisten davon sind Ballaststoffe.“[3]

2.1 VERSCHIEDENE ARTEN VON ZUCKER

Wie bereits erwähnt werden alle Zucker werden unter dem Begriff Kohlenhydrate zusammengefasst. Alles, was umgangssprachlich als Kohlenhydrate bezeichnet wird besteht vereinfacht gesagt aus Zucker – egal ob es süß schmeckt oder nicht (Brot, Nudeln, Reis, ...). Theoretisch gibt es Hunderte von Zuckerarten, im Alltag spielen durchschnittlich 20-30 davon eine direkte Rolle in Ernährung, Industrie und Wissenschaft.

Es wird zwischen verschiedenen Kategorien unterschieden:

1. **Einfachzucker (Monosaccharide)**
   Monosaccharide bestehen aus einem einzigen Zuckermolekül. Sie sind die Bausteine für Zwei-, Mehrfach- und Vielfachzucker. Beispiele:
   - Glukose (Traubenzucker)
   - Fruktose (Fruchtzucker)
   - Galaktose (Schleimzucker)

2. **Zweifachzucker (Disaccharide)**
   Disaccharide bestehen aus zwei miteinander verbundenen Einfachzuckern. Beispiele:
   - Laktose (Milchzucker) = 1 Molekül Glukose + 1 Molekül Galaktose
   - Maltose (Malzzucker) = zwei aneinanderhängende Glukosemoleküle
   - Saccharose (Rohrzucker/Rübenzucker -> Haushaltszucker) = 1 Molekül Glukose + 1 Molekül Fruktose
   - Isomaltulose = 1 Molekül Glukose + 1 Molekül Fruktose (stärkere Bindung als bei Saccharose)
   - Trehalose = zwei aneinanderhängende Glukosemoleküle

3. **Mehrfachzucker (Ogliosaccharide)**
   Oligosaccharide bestehen aus drei bis neun Einfachzuckermolekülen.

4. **Vielfachzucker (Polysaccharide)**
   Polysaccharide bestehen aus mindestens zehn Einfachzuckermolekülen.

Unsere herzhaften Grundnahrungsmittel wie Nudeln, Reis, Brot und Kartoffeln bestehen ja wie bereits erwähnt aus Zucker beziehungsweis aus Glukose – allerdings in Form von Traubenzuckerstärke. Dass diese im ersten Moment nicht sonderlich süß schmecken liegt an der chemischen Struktur – je länger eine Zuckerkette, desto weniger süß schmeckt sie. Einfachzucker allein sind sehr süß, Zweifachzucker etwas weniger und Vielfachzucker erstmal überhaupt nicht mehr – hier müssen die einzelnen Zuckermoleküle zuerst voneinander gespalten werden. Normalerweise passiert das erst im Darm, aber wenn man beispielsweise eine Scheibe Brot etwa 30-mal kaut (ca. eine Minute) merkt man wie sich der Geschmack verändert und süßer wird. Das liegt daran, dass die Stärke dann in einzelne Glukosemoleküle gespalten wird – mithilfe der α-Amylase, die sich bei den meisten Menschen auch im Speichel befindet.

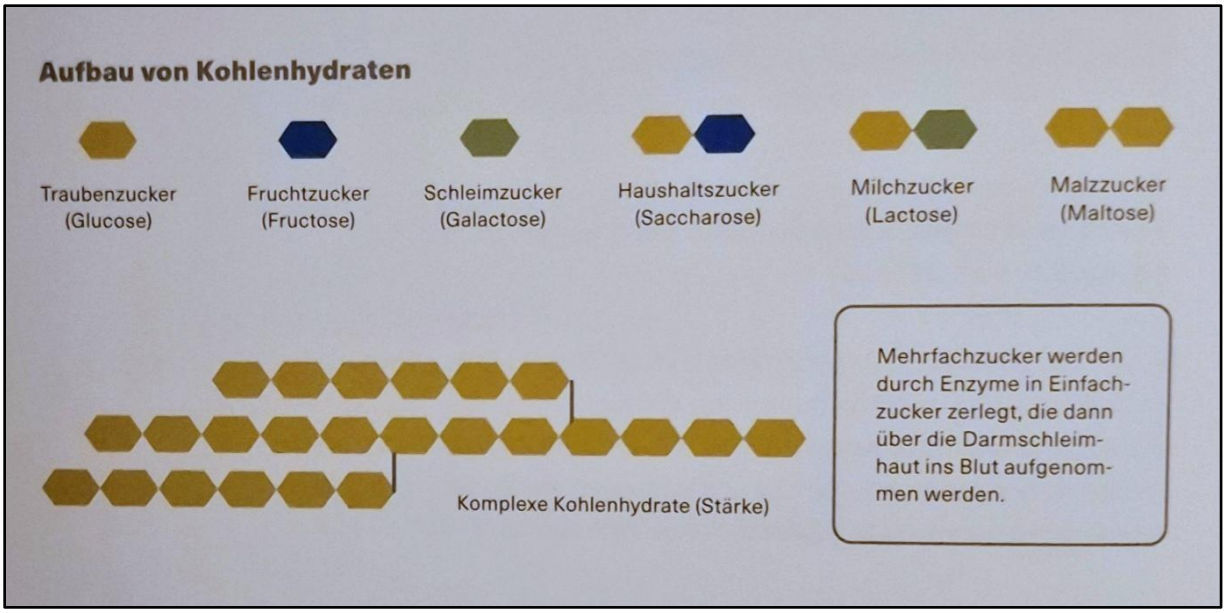

Abbildung 1: Aufbau von Kohlenhydraten

2.1.1 Die besondere Rolle der Fruktose

Ich bin bisher auf die Rolle der Glukose eingegangen. Unser Haushaltszucker besteht ja nun aber nicht nur aus Glukose, diese geht eine Bindung mit Fruktose ein. Im Gegensatz zu Glukose ist der Körper nicht auf Fruktose angewiesen. Sie wird ohne Insulin verstoffwechselt, weshalb man lange Zeit davon ausging, sie sei der perfekte Zucker für Diabetiker. Dass der Verzehr allerdings mehr Nach- als Vorteile mit sich bringt, wird klar, wenn man den weiteren Stoffwechselweg der Fruktose verfolgt. Aus dem Dünndarm gelangt sie durch ein Transportprotein direkt in die Leber, wo sie in kleinen Mengen kein großes Problem darstellt. Sobald allerdings größere Mengen eintreffen wird die Lage kompliziert: Weil es für Fruktose keinen eigenen Körperspeicher gibt und auch keine Gegenregulation existiert fängt die Leber an sie zu Leberfett umzuwandeln und so zu speichern. Die gefährliche Folgen äußern sich unter anderem als Hyperlipidämie* oder nicht-alkoholische Fettleber. Letztere gilt mit einem Drittel aller Erwachsenen weltweit die betroffen sind, als die die häufigste chronische Lebererkrankung überhaupt[4]. Fruktose ist sehr effizient in der Fettneubildung, verglichen mit der gleichen Menge an Glukose steigert sie diese um das 15-Fache. Bedauerlicherweise ist Fruktose unfassbar billig herstellbar und dazu fast doppelt so süß wie einfacher, herkömmlicher Zucker: sie ist der Liebling der Nahrungsmittelindustrie und mittlerweile massenhaft in nahezu allen industriell verarbeiteten Nahrungsmitteln enthalten.[5]

* Eine Hyperlipidämie ist eine Störung des Fettstoffwechsels, bei der die Lipide (Blutfette) erhöht sind

2.2 STÄRKE UND GLYKÄMISCHER INDEX

Stärke ist ein Mehrfachzucker und besteht aus langen und verzweigten Glukoseketten. Sie befindet sich beispielsweise in Kartoffeln, Reis, Nudeln und Brot. Lange ging man davon aus, dass diese Kohlenhydrate uns gut sättigen, weil man glaubte, dass die Glukosemoleküle in der Stärke nur sehr langsam gespaltet werden. Tatsächlich schafft die Amylase in Speichel und Darm es aber innerhalb weniger Sekunden sie zu purem Traubenzucker zu spalten.

Um zu sehen, wie schnell die Stärke vergleichsweise gespalten wird, wurde in den 1980er- Jahren der glykämische Index entwickelt. Dieser unterscheidet kohlenhydrathaltige Lebensmittel nach ihrer Wirkung auf den Blutzuckerspiegel indem er anzeigt, wie schnell die Glukose nach dem Verzehr des Nahrungsmittels ins Blut gelangt. Kartoffelpüree hat mit 85 beispielsweise einen höheren glykämischen Index als purer Haushaltszucker mit 65. Das liegt daran, dass Kartoffelpüree vorwiegend aus Stärke besteht, die verzweigten Stärkeketten werden viel schneller in einzelne Glukosemoleküle aufgespalten als das beim Haushaltszucker der Fall ist, weil dieser ja nur zur Hälfte aus Glukose besteht. Die andere Hälfte ist Fruktose und die wird beim glykämischen Index nicht mit beachtet. [6]

2.3 BIOLOGISCHE HINTERGRÜNDE UNSERER ERNÄHRUNG

Wenn wir über Nährstoffe – unsere Bausteine reden, dann unterscheiden wir zwischen zwei großen Gruppen:

1. **Makronährstoffe**

Makronährstoffe sind lebenswichtige Nährstoffe, die der Mensch zur Energiegewinnung benötigt. Sie bilden das Fundament der Stoffwechselprozesse und erfüllen noch weitere Funktionen im Körper. Zu dieser Gruppe gehören die Kohlenhydrate, die Fette und die Proteine.

Proteine bestehen aus einer Kette aus Aminosäuren. 9 der insgesamt 20 existierenden kann unser Körper nicht selber produzieren und gelten deswegen als essenziell. Proteine stellen Bausteine unserer Zellen dar, sind also für Aufbau und Erhalt unserer Körpersubstanz notwendig.

Fette dienen der Energiebereitstellung und stellen gleichzeitig unser größtes Energiedepot dar. Zudem enthalten sie lebenswichtige Fettsäuren wie beispielsweise Omega-3 und Omega-6, die mit der Nahrung aufgenommen werden müssen, weil unser Körper sie nicht selber herstellen kann. Es wird zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren unterschieden. Die Struktur sieht bei den gesättigten Fettsäuren wie ein Reißverschluss aus und alle „Zähnchen“ greifen ineinander. Die ungesättigten kann man sich so vorstellen, dass in dem Reißverschluss einige Zähnchen fehlen; man unterscheidet je nach Anzahl dieser Lücken zwischen einfach- und mehrfach gesättigten Fettsäuren. Die verschiedenen Arten von Fettsäuren haben auch unterschiedliche gesundheitliche Auswirkungen. Allgemein gelten die gesättigten als ungünstiger als die ungesättigten.

2. **Mikronährstoffe**

Mikronährstoffe sind essenzielle Elemente, wie Vitamine und Mineralstoffe, die keine Energie liefern.

Das Interessante ist, dass diese Bausteine für alle Spezies dieselben sind – sie alle brauchen sie zum Überleben und müssen sie aus der Nahrung beziehen (es gibt einige Ausnahmen wie die Wiederkäuer, die viele Vitamine von den Mikroben aus ihren Mägen bekommen). Mit dem Wissen, dass alle Tiere diese Nährstoffe aufnehmen müssen und das sogar in sehr ähnlichen Proportionen, könnte man dann argumentieren, warum nicht alle Spezies genau dasselbe essen sollten. Das ist aber offensichtlich nicht der Fall: einige Arten wie Löwen oder Tiger sind Karnivoren, andere, wie Kaninchen oder Giraffen überwiegend Herbivoren und dann gibt es noch Schweine oder Ratten, die genau wie wir Allesfresser sind. Diese sehr unterschiedlichen Ernährungsweisen stehen also im starken Widerspruch zu der Tatsache, dass alle Gattungen dieselben Nährstoffe benötigen. Der Grund warum nicht alle das gleiche essen liegt darin, dass unterschiedliche Ernährungsformen große biologische Vorteile mit sich bringen und so Wettbewerbe um dieselbe Nahrung verhindert werden können. Jede Art hat eine eigene ökologische Nische und ihre Anatomie und Physiologie sind an das Suchen, Fressen, Kauen und Verdauen der ausgewählten Nahrung angepasst. Offen ist jetzt noch die Frage nach dem Auswahlprozess: dieser kann ja aufgrund des ähnlichen Nährstoffbedarfs nicht nach den enthaltenen Nährstoffen erfolgen. Die Attraktivität einer Nahrungsgruppe wird von Faktoren wie Form und Größe, Farbe und Geruch sowie Geschmack und Beschaffenheit gelängt – diese Begriffe fassen wir unter dem Begriff „Schmackhaftigkeit“ zusammen.

Das führt uns zu dem Schluss, dass Nahrung mindestens zwei unterschiedliche Eigenschaften besitzt: Schmackhaftigkeit und Nährwerte. Die Schmackhaftigkeit eines Nahrungsmittels bestimmt, ob eine bestimmte Spezies dieses konsumiert – sie variiert von Art zu Art und eine Spezies wird so nicht einmal den Versuch unternehmen, Nahrung zu fressen die von einer anderen begehrt wird. Trotzdem muss immer noch der Nährstoffbedarf befriedigt werden. Ein Tier frisst etwas, weil es das braucht und es ihm schmeckt. Jeder sollte so instinktiv fühlen, wenn etwas richtig ist.[7]

2.4 Die Entwicklung der menschlichen Ernährung

Die Geschichte der menschlichen Ernährung beginnt vor etwa 70 Millionen Jahren. Damals gab es frühe Primatenvorfahren (Plesiadapiformes), diese waren baumwohnend und reine Pflanzenfresser, gelten aber nicht als direkte Vorfahren des Menschen. Das hielt sich so bis vor etwa 20 Millionen Jahren, als der Miozän eintrat und es zu klimatischen Veränderungen kam: die Niederschläge nahmen ab und die Erde trat in eine zwölf Millionen Jahre andauernde Dürreperiode ein. Der Miozän war bis vor fünf Millionen Jahren. Anschließend, vor 3-2 Millionen Jahren entwickelte sich der *Australopithecus africanus*. Dieser musste durch den Übergang der Waldflächen zu offener Savanne die zuvor rein vegetarische und von Früchtekonsum dominierte Ernährung des verwandten *Australopithecus robustus* anpassen und zum Jäger und Sammler werden. Der Homo habilis (vor ca. 2,5 Millionen Jahren) und der Homo erectus (vor ca. 1,9 Millionen Jahren) fingen an immer mehr Fleisch zu konsumieren[8]. Die Anatomie zeichnete sich durch Mahlzähne mit dünnem Zahnschmelz, schwach ausgeprägte Kiefermuskeln und kleine Eckzähne aus. Erlegt wurde die Beute nämlich weder mit Klauen oder Zähnen sondern mit Waffen, die in den Händen getragen wurden, weil diese nun nicht mehr zur Fortbewegung gebraucht wurden. Dadurch wissen wir auch, dass unsere Vorfahren mindestens zwei Millionen Jahre lang fast ausschließlich Fleischfresser waren – sie hatten aber den zusätzlichen Vorteil, auch pflanzliche Lebensmittel (in diesem Fall Nüsse, Blätter, Beeren und Wurzeln) verwerten zu können. Ihre Ernährung war also reich an Eiweiß, moderat im Fettgehalt und sehr arm an Kohlenhydraten[9].

2.4.1 Die (Ernährungs)Revolution

Bis vor ungefähr 10.000 Jahren waren wir abhängig vom Jagen anderer Tiere und dem Konsum wild wachsender Pflanzen. Ab diesem Zeitpunkt begann unsere Entwicklung zu Lebensmittelproduzenten. Die landwirtschaftliche Lebensmittelproduktion soll unabhängig voneinander zu drei verschiedenen Zeitpunkten in drei unterschiedlichen Teilen der Welt angefangen und sich dann von dort aus ausgebreitet haben. Die erste hatte ihren Anfang vor etwa 10.000 Jahren im „fruchtbaren Halbmond“ (heute Israel, Jordanien, Iran, Syrien, Türkei) und bestand hauptsächlich aus dem Anbau von Weizen, Gerste, Erbsen und Linsen sowie der Domestizierung von Rindern, Schafen und Ziegen. Vor etwa 7.000 Jahren entwickelte sich die Landwirtschaft dann auch in China, angebaut wurden Reis, Sojabohnen und Süßkartoffeln, außerdem wurden Schweine gezüchtet. Danach breitete sich die Landwirtschaft in Mittel- und Südamerika aus, wo Mais- und Sojabohnenanbau sowie die Zucht von Lamas und Meerschweinchen dominierte.

Die Entwicklung der Landwirtschaft (neolithische Revolution) legte die Basis für alles, was wir heute als Zivilisation kennen: Menschen hörten auf wie Nomaden zu leben und organisierten sesshafte und soziale Gemeinschaften. Verglichen mit den Erträgen des Jagens und Sammelns brachte die Landwirtschaft üblicherweise viel höhere Nahrungsmittelmengen ein – das ermöglichte die Besiedlung von Gebieten die sonst nicht ausreichend Nahrungsressourcen gehabt hätten. Das führte dazu, dass die Bevölkerung stetig wuchs, weil viel weniger Menschen an Nahrungsmangel starben und sie sich in weiteren Bereichen der Erde ausbreiten konnten. Das ging so weiter, bis die Nahrungsmittelproduktion ihre Kapazitätsgrenze erreicht hatte und so zu einem limitierenden Faktor für die Menschen wurde, die sich ja irgendwie ernähren mussten. Wegen diesem Bevölkerungsdruck musste die Produktion angepasst werden und so fing unsere Ernährung an, deutlich von der unserer jagenden Vorfahren abzuweichen. Auf einer gegebenen Fläche kann oft das zehnfache an Kalorien in Form von Getreide und Wurzelgemüse produziert werden als in Form von Fleisch, Eiern oder Milch. Die neolithische Revolution brachte damit eine komplette Änderung unserer Nahrungszusammensetzung; diese war jetzt sehr reich an Kohlenhydraten und ärmer in Eiweißen und Fetten. Die Kohlenhydrate waren hier hauptsächlich Stärke, purer Zucker wurde bis jetzt immer noch nur in geringem Umfang über wilde Früchte und Gemüse zugeführt. Man geht außerdem davon aus, dass die Phänomene von Eiweiß- und Vitaminmangelzuständen erst dann einen ernsten Impakt auf weite Teile der menschlichen Spezies nahmen, nachdem diese auf Lebensmittelproduktion umgestiegen waren.

Obwohl das Nahrungsmittelangebot insgesamt erhöht wurde, waren die Menschen trotzdem regelmäßig mit Hungernöten und Nahrungsknappheit konfrontiert. Der Großteil der Menschen wird erst seit den letzten Jahrzehnten in eine Lebenssituation hineingeboren, in der sie mit hoher Wahrscheinlichkeit während ihres gesamten Lebens nie echten Hunger leiden müssen. Hier kommt auch die zweite revolutionäre Änderung ins Spiel: die Auswirkungen von Wissenschaft und Technik. Neuerungen wie Genetik, künstliche Düngemittel, Pestizide, Verbrennungsmotor, Lebensmittelkonservierung und noch viele andere biete ganz neue Möglichkeiten um noch viel größere Mengen an Nahrung zu produzieren uns diese auch haltbar zu machen. In wohlhabenden Ländern hat ein Großteil der Bevölkerung jetzt unabhängig von der Jahreszeit oder der geographischen Lage eine riesige Auswahl an Lebensmitteln – die Menschen können nun uneingeschränkt essen, was ihnen schmeckt und müssen immer weniger Rücksicht darauf nehmen, inwieweit es ihre Mägen füllt. Die erste Folge dieser Entwicklung war der rasante Aufstieg im Verbrauch von schmackhaften Artikeln wie Fleisch und Obst.

Die Fortschritte dieser Technologie führten nicht nur zu höherer Verfügbarkeit sondern änderten auch die komplette Produktion und Zusammensetzung der Lebensmittel an sich. Man hat nun die

Möglichkeit, Lebensmittel durch Extraktionen und Zusätze so verändern zu können, wie man es will: so fingen auch an ganz neue Nahrungsmittel zu entstehen, die eigentlich bis dahin nicht in der Natur vorgekommen sind. Einige dieser neuen, verarbeiteten Esswaren wie Brot, Mais, Kuchen und Kekse zählen für uns längst zu unseren Grundnahrungsmitteln. Viele gibt es aber auch erst seit dem letzten Jahrhundert beziehungsweise sogar den letzten Dekaden; beispielsweise Eiscreme, Softdrinks und eine riesige Auswahl an süßen sowie herzhaften Snacks.

Alles, was wir heute essen zielt darauf ab, dass es uns schmeckt. Bei herzhaften Speisen gibt es nur ein sehr begrenztes Spektrum an begleitenden Aromen und Texturen die dieses Gefühl von „Schmackhaftigkeit“ bei uns auslösen. Anders verhält es sich mit Süße: Menschen verlangen in der Regel kein besonderes Aroma oder Konsistenz, solange etwas süß schmeckt. Das macht sich die Industrie zunutze indem sie diese Süße in Form von Zucker oder anderen Süßstoffen isoliert, was zur Folge hat, dass diese heute in fast allen verarbeiteten Lebensmitteln zu finden sind. Die Industrie bemüht sich, alles künstlich so nachzubilden, dass es attraktiver ist als das Original: beispielsweise ein Hamburger der aussieht wie echtes Fleisch aber besser aussieht, besser riecht und besser brutzelt – mit dem Unterschied dass er keine Spur von Proteinen, Vitaminen oder Mineralien mehr enthält. Wir kaufen Nahrung nur noch, weil sie uns gefällt.

Der Grund, warum die Industrie damit durchkommt liegt darin, dass viele Leute immer noch glauben, wohlschmeckende oder aromatische Lebensmittel müssten einen hohen Nährwert haben und dass umgekehrt „fade“ Esswaren keinen haben. Die Trennung von Schmackhaftigkeit und Nährwert gilt als das potenziell größte Risiko in unserer heutigen Nahrungskultur – sie ist die Hauptursache der „Mangelernährung im Überfluss“.[10]

2.5 WARUM WIR SÜßES SO SEHR LIEBEN UND IMMER MEHR ZUCKER ESSEN

Ursprünglich war es so vorgesehen, dass wir Glukose in Form von Pflanzen konsumieren. Wenn den Menschen in prähistorischen Zeiten auf natürliche Weise Zucker oder Stärke begegnet ist, dann in Begleitung von Ballaststoffen. Das war gut so, denn Ballaststoffe sorgen dafür, dass der Körper den Zucker langsamer aufnimmt*. Heute ist überall Zucker drin – die Ernährung vieler Leute besteht hauptsächlich aus Zucker und Stärke. Das liegt darin, dass wir vermehrt auf industriell verarbeitete Lebensmittel und Fertigprodukte zurückgreifen – und in diesen sind überhaupt keine Ballaststoffe zu finden, weil diese die Haltbarkeit der Produkte beeinträchtigen würde. Wenn Ballaststoffketten nämlich erst gefroren und danach wieder aufgetaut werden zerbrechen diese, was die Konsistenz der Lebensmittel zerstört. Beispielsweise beim Weizen befinden sich auch noch Ballaststoffe in Keimling und Schale, beim Mahlen werden diese Bestandteile aber entfernt sodass am Ende im Weizenmehl fast nur noch Stärke übrig ist. Die Nahrungsmittelindustrie weiß genau, was sie tun muss um möglichst viele Produkte zu verkaufen und das Rezept ist ganz einfach: Süße. Wenn Menschen etwas mögen (in diesem Fall Zucker) neigen wir direkt zum Extremen und die Lebensmittelhersteller machen sich das zunutze in dem sie den süßen Geschmack destillieren und konzentrieren.

Der Grund warum wir so sehr auf Süßes ausgerichtet sind ist, dass ein süßer Geschmack in der Steinzeit ein Hinweis darauf war, dass etwas ungefährlich ist. In der Natur gibt es nämlich nichts was sowohl süß als auch giftig ist. Außerdem lieferten süße Speisen immer sehr viel Energie auf einmal. Als Nahrungsmittel noch nicht so einfach zugänglich waren und man dann etwas zu essen fand war es also ratsam, soviel Obst wie möglich auf einmal zu essen. Deswegen geht man heute davon aus, dass der Mensch sich so entwickelt hat, dass Süße Wohlbefinden bei ihm auslöst. Wenn wir Zucker essen wird das Gehirn nämlich mit Dopamin geflutet - ein Stoff von dem wir nie genug bekommen.

Auch Obst wurde so gezüchtet, dass es mit der Zeit immer mehr Zucker und somit weniger Ballaststoffe enthielt.

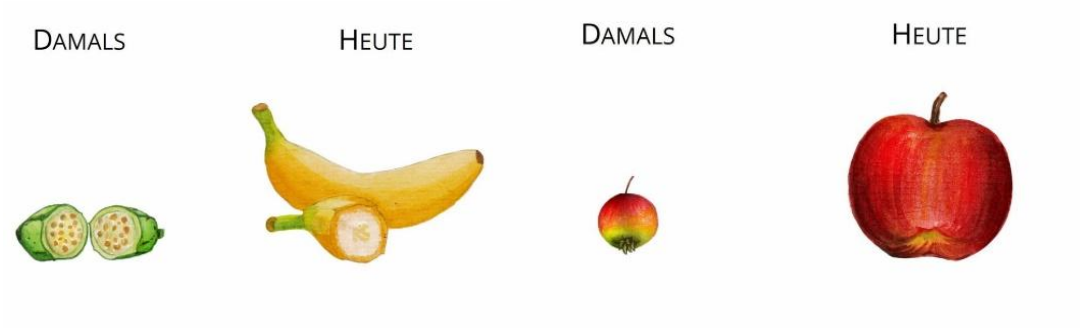

Abbildung 2: Die Evolution von Banane (links) und Apfel (rechts)

* siehe Kapitel 10.3 - Verhalten im Alltag - Was kann man tun?

2.6 Die Entdeckung des Kristallzuckers

In prähistorischen Zeiten war Zucker also nur in Form von Früchten und Obst, in Begleitung von Ballaststoffen verfügbar. Irgendwann entdeckte man dann Honig und dieser blieb auch viele Jahrtausende lang das einzige bekannte Süßungsmittel. Dann erschuf der Mensch durch das Auskochen von Zuckerrohr und das Kristallisieren des austretenden Saftes den Tafelzucker (Saccharose) wie wir ihn heute kennen. Das erstmalige Auftreten dieses Zuckers hier in Europa lässt sich auf etwa 1300 n. Chr. zurückdatieren. Damals kam der aus Zuckerrohr isolierte Zucker erstmals mit venezianischen Händlern aus Indien über Arabien und Nordafrika nach Europa. Im 16. Jahrhundert fing die Karibik an, sich zum Hauptanbaugebiet für Zuckerrohr zu entwickeln, im Lauf des 18. Jahrhunderts begann man mit großflächigem Anbau in Amerika. Damals war der Zucker noch ein Luxusgut und nur die Reichen konnten sich ihn leisten. Lange Zeit blieb das auch so, aber im 18. Jahrhundert fand das neue Produkt immer mehr Beliebtheit, das Geschäft wurde überaus lukrativ und somit auch sehr politisch. Mit der wachsenden Nachfrage wuchsen auch die Schrecken der Sklaverei: Millionen von Arbeitssklaven wurden von westlichen Sklavenhändlern in die Karibik verkauft um dort auf den Zuckerrohrplantagen zu arbeiten.

In den 1780er Jahren begann der deutsche Naturwissenschaftler Franz Carl Achard zu versuchen, einen zuckerhaltigen Sirup aus Rüben zu gewinnen. Die Engländer die um ihr damals großes Zuckermonopol fürchteten bedrohten ihn zwar aber er erhielt dennoch vom Preußenkönig Friedrich Wilhelm III die Konzession für die Herstellung von Rübenzucker. Dieser konnte sich anfangs allerdings nicht durchsetzen, er galt nämlich als gesundheitsschädlich, weil er aus einer Rübe gewonnen wurde die sonst als Viehfutter diente. Der Rübenzucker hatte erst mit der Kontinentalsperre 1806 unter Napoleon Bonaparte Erfolg. Er verfügte diese um England und seine Kolonien in einen Wirtschaftskrieg zu zwingen umso die französische Wirtschaft zu stärken. Die Unterbindung aller Exporte auf das europäische Festland löste eine große Nachfrage nach Zuckerersatz aus, was Achards Rübenzucker immer populärer machte. Da dieser ja aus Rüben hergestellt wurde und somit günstiger und lokal produziert werden konnte sank der Preis enorm. Heute gewinnen wir Saccharose hauptsächlich aus Zuckerrüben und Mais – er ist längst kein Luxusgut mehr und wir konsumieren immer mehr davon.[11]

2.7 WIE ES IMMER MEHR WIRD – WIEVIEL IST ZU VIEL?*

Es konnten also immer mehr Menschen sich Zucker leisten, und auch bei der Herstellung von Nahrungsmitteln wurde er immer öfter eingesetzt. So hat sich unser Zuckerkonsum bis heute rasant weiter gesteigert. In den 1880er-Jahren lag der Verbrauch bei etwa 2–4 kg pro Kopf und Jahr, um 1900 bereits bei 18 kg. Bis 1950 stieg der Konsum auf 25 kg, 1960 auf 30 kg. Im Jahr 2022 lag dieser Wert in Deutschland bei 33,2 kg (93g täglich), weltweit bei durchschnittlich 22,1 kg. Diese Statistik weist jedoch große Schwankungen zwischen verschiedenen Ländern auf: In Südamerika sind die Zahlen vergleichsweise besonders hoch – in Brasilien liegt der jährliche Zuckerkonsum pro Person beispielsweise bei 45,5 kg[12]. In den USA liegt der jährliche Zuckerkonsum bei durchschnittlich etwa 81 kg pro Kopf. Etwa 50 % der US-Bevölkerung konsumieren bis zu einem halben Pfund (ca. 226 g) Zucker pro Tag, was hochgerechnet etwa 82,5 kg pro Jahr entspricht. Diese Statistik berücksichtigt übrigens nur den Haushaltszucker.

Heute ist Zucker fast überall enthalten. Die oben genannten Zahlen beziehen sich nur auf den reinen Kristallzucker, doch die tatsächliche Zuckeraufnahme ist deutlich höher. Zucker ist in vielen Lebensmitteln versteckt – etwa in Salatdressings, Wurst oder Joghurt. Auch Softdrinks tragen erheblich zum Zuckerkonsum bei: Ein Liter gesüßtes Getränk enthält rund 100 g Zucker. Wer täglich einen Liter Softdrinks konsumiert, nimmt allein dadurch jährlich etwa 36,5 kg zusätzlichen Zucker auf. Noch unterschätzter sind Fruchtsäfte, die einen natürlichen Zuckergehalt von etwa 10 % haben.

Berücksichtigt man diese zusätzlichen Zuckerquellen, der durchschnittliche Zuckerkonsum in Deutschland über 70 kg pro Jahr betragen. Der größte Anteil der Kohlenhydrate, die wir täglich zu uns nehmen, stammt jedoch nicht aus Haushaltszucker, sondern aus stärkehaltigen Lebensmitteln wie Brot, Reis oder Nudeln. Kohlenhydrate machen etwa 50–60 % der gesamten Energiezufuhr aus. Bei einem durchschnittlichen Tagesbedarf von 2000 kcal entspricht das etwa 250–300 g Kohlenhydraten aus stärkehaltigen Lebensmitteln täglich, die dann im Körper zu Glukose abgebaut werden[13].

Je nach Quelle variieren die Empfehlungen wieviel (Haushalts)Zucker man pro Tag konsumieren sollte. Die *American Heart Association* empfiehlt als obersten Maximalwert bei added sugar per day für Männer 36g (9 Teelöffel = 150kcal) und für Frauen maximal 25g. Diese sind wie gesagt als Maximalwerte zu verstehen[14].

* Die für dieses Kapitel angegebenen Zahlen variieren je nach Quelle, ich habe die oben genannten deshalb aus drei verschiedenen bezogen (siehe Quellennachweis)

3 ZUCKER – EINE NOTWENDIGKEIT?

Damit unser Körper richtig funktioniert braucht er „Treibstoff“ – in Form der Nahrung, die wir zu uns nehmen. Die Makronährstoffe sind Fette, Proteine und Kohlenhydrate. Fette haben den höchsten Brennwert (ca. 9kcal/g), Proteine und Kohlenhydrate haben etwa die Hälfte davon (ca. 4kcal/g). Viele Bestandteile dieser Nährstoffe sind für Menschen überlebenswichtig. 8 der insgesamt 20 Aminosäuren sind essenziell – wir müssen sie mit der Nahrung zu uns nehmen, weil der Körper sie nicht selbst herstellen kann (Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Threonin, Tryptophan und Valin). 2 weitere sind semiessenziell, weil sie zumindest phasenweises (bspw. im Wachstum) mit der Nahrung aufgenommen werden müssen (Arginin und Histidin). Auch die Fettsäuren Omega-3 und Omega-6 müssen wir regelmäßig zu uns nehmen.

Mit Zucker, also Kohlenhydraten verhält es sich etwas anders:

In der Entwicklungsgeschichte des Menschen hat er sich Langezeit größtenteils von Eiweiß-, fett-, und ballaststoffreichen Mahlzeiten ernährt. Mit Wildfleisch, Fisch, Nüssen und grünen Pflanzen wurde der Bedarf an Fett- und Aminosäuren abgedeckt. Das waren die Zeiten der Jäger und Sammler. Wie bereits anfangs erwähnt betreiben die Menschen seit ungefähr 10 000 Jahren Ackerbau (ein Wimpernschlag im Vergleich zur Menschheitsgeschichte), die Umstellung auf eine Kohlenhydratreiche Ernährung ist also eigentlich ziemlich „neu“ – ein Grund warum unser Stoffwechsel sich auch noch nicht vollständig daran angepasst hat. Dieser ist teilweise immer noch auf die Zusammensetzung der Nahrungsmittel aus unserem ursprünglichen Lebensstil abgestimmt. Die Entwicklung des Stoffwechsels variiert allerdings auch je nach Region: bei Südeuropäern hat sich dieser nämlich viel mehr an Getreideprodukte (= hohe Zuckermengen) angepasst als bei beispielsweise Nordeuropäern[15]. „Normale“ Kohlenhydrate wie zum Beispiel Traubenzuckerstärke sind im Gegensatz zu den essenziellen Fetten und Proteinen eigentlich ein Luxusgut und im Grunde als Nahrungsmittel nicht überlebensnotwendig.

3.1 ZUCKER IM KÖRPER

Das eben gesagte gilt nur für Zucker in Nahrungsmitteln. Im menschlichen Körper selbst ist Glukose nämlich einer der wichtigsten Stoffe überhaupt. Diese muss permanent in ausreichender Menge vorhanden sein. Aus diesem Grund verfügt der Körper auch über interne Zuckerspeicher. Er kann teilweise auch Fette und Eiweiße in Zucker umbauen, dieser körpereigene Zuckererzeugungsprozess Prozess namens Glukoneogenese passiert in der Leber. Wenn aber trotzdem ein Mangel an Glukose besteht ist der Körper in der Lage, diese Energie stattdessen aus Fett zu gewinnen - dieses Phänomen wird als metabolische Flexibilität bezeichnet. Optimal ist dieser Zustand allerdings nicht, weil es immer ein paar Zellen gibt die ausschließlich auf Glukose angewiesen sind (die roten Blutkörperchen und einige Hirnzellen).

3.1.1 Glukose als Energieform – der Unterschied zwischen aerober und anaerober Energiegewinnung

Glukose ist die ideale Energieform, sie kann freigesetzt werden ohne dass dabei irgendwelchen schädlichen Nebenprodukte entstehen – entweder durch Verbrennung oder Vergärung. Deshalb liebt unser Gehirn Zucker, er ist aber auch sehr nützlich, weil er sehr schnell für Muskelarbeit benutzt werden kann – im Gegensatz zu Fetten. Diese können als Energieform nämlich ausschließlich durch „Verbrennung" freigesetzt werden. Für eine solche Verbrennung braucht es allerdings Sauerstoff und Glukose kann auch dann noch als Energiequelle verwendet werden, wenn kein Sauerstoff mehr verfügbar ist. Wenn aber genügend Sauerstoff in den Skelettmuskeln vorhanden ist und somit eine Verbrennung stattfindet, wird in den Mitochondrien* Wasserstoff zu Wasser umgewandelt was wiederum Energie freisetzt. Diese Energie nennt man ATP und bildet die Grundlage für allen wichtigen Prozesse im Körper: Zellwachstum, Zellteilung und Muskelbewegung. Das Abfallprodukt dabei ist Kohlendioxid, was allerdings einfach ausgeatmet wird. Bei der Verbrennung von Aminosäuren gibt es den Nachteil, dass neben Wasser und Kohlendioxid auch noch Ammoniak als Abfallprodukt entsteht, welches erst über Darm oder Nieren ausgeschieden werden muss.

Die Verbrennung ist als Energiefreisetzung zwar effektiv, hat allerdings den Nachteil, dass dabei von den Mitochondrien schädliche Radikale gebildet werden. Außerdem besteht wie bereits erwähnt die Notwendigkeit von Sauerstoff, ohne Atemluft würde unser Stoffwechsel also nach kürzester Zeit zusammenbrechen. Wenn aber die Aktivität der Skelettmuskeln erhöht wird wie beispielsweise beim Sport steigt der Sauerstoffbedarf für die Verbrennung immer mehr an, bis die vorhandene Sauerstoffmenge nicht mehr ausreicht und der Stoffwechsel vom aeroben (sauerstoffabhängigem) Bereich in den anaeroben (sauerstoffunabhängigen) wechselt. Dann wird die Glukose zur Energiegewinnung nämlich nicht mehr verbrannt sondern zu Milchsäure (Laktat) vergärt. Die Voraussetzung ist allerdings, dass genügend Glukose im Körper vorhanden ist. Der Körper stoppt die Vergärungsreaktion erst, wenn wieder genügend Sauerstoff zur Verfügung steht. Nach der auf eine solche Belastung folgenden Ruhephase verbrennt der Körper die entstandene Milchsäure oder wandelt sie zurück in Glukose um.

Dieser Prozess spielt auch im Training eine sehr entscheidende Rolle. Der Wechsel vom aeroben in den anaeroben Bereich hat nämlich große Auswirkungen auf die Fettverbrennung: wenn man so intensiv trainiert, dass die Muskeln im anaeroben Bereich arbeiten müssen können sie nur noch Glukose als „Treibstoff" verwenden, weil ja kein Sauerstoff mehr zur Verfügung steht – es können also keine Fettsäuren genutzt werden. Deswegen ist ein zu hohes Pensum an zu intensivem Training auch nicht die beste Methode um Fett abzubauen. Ein späterer Übergang vom aeroben in den anaeroben Stoffwechsel führt außerdem zu einer erhöhten Ausdauerleistung, weil diese entscheidend von der aeroben Leistungsfähigkeit bestimmt wird.

3.1.2 Zucker als Entspannung

Bei viel Stress muss das Gehirn mehr arbeiten, um die Situation zu analysieren und eine geeignete Lösung zu finden, um wieder in den Normalmodus zurückzukehren. Dafür brauchen die Gehirnzellen sehr viel Energie, der Zuckerbedarf steigt also. Das liegt aber auch an dem Hormon Cortisol, welches aus der Nebennierenrinde stammt und immer dann ausgeschüttet wird, wenn unser Körper in einer Stresssituation ist. Cortisol verändert dann auch die Geschmacksrezeptoren im Mund, wodurch der Appetit auf Süßes steigt und wir mehr Heißhunger

* siehe Kapitel 5.1 - Mitochondrien

Attacken erleben. Wenn man dem Körper in einer solchen Situation Zucker zuführt, sinkt der Cortisolspiegel sofort.

4 IM GEHIRN – MACHT UNS ZUCKER DUMM?

Die Maillard-Reaktion*, die durch Zucker ausgelöst wird, passiert auch im Gehirn. Man kann sich das vorstellen, wie bei einem Stück Fleisch auf dem Grill, wo sich die Zellstruktur verändert. In den letzten Jahren ist in der Ernährungswissenschaft und Neurologie vermehrt die Frage aufgetreten, wie groß die Wirkung von Zucker auf unser Gehirn wirklich ist und ob er uns einfach ausgedrückt dumm macht. Man hat herausgefunden, dass Glykation und der bei der Energieumwandlung des Zuckers entstehende Stoff Methylglyoxal unser Gehirn buchstäblich grillen können. Es wurde zum Beispiel ein Experiment mit Ratten[16] durchgeführt, die 3 Monate lang stark gezuckertes Futter erhielten. In Folge starben viele Zellen im Gehirn ab, vor allem im Hypocampus, wo sich ein großer Teil des Gedächtnisses befindet. In Folge wurden diese Ratten sehr vergesslich und fanden nicht einmal mehr den Weg zu ihrem Futter.

4.1 DAS BELOHNUNGSSYSTEM

Vor allem im Gehirn ist der Zucker die wichtigste Energiequelle. Wenn nicht ausreichend viel vorhanden ist, sinkt die geistige Leistungsfähigkeit und Konzentration. Das Gehirn will also eine möglichst kontinuierliche Zuckerversorgung sichern und belohnt uns deshalb, wenn wir etwas Süßes essen. Wenn wir Zucker essen, wird auch die Aufnahmefähigkeit des Gehirns für die Aminosäure Tryptophan erhöht, diese wird anschließend in Serotonin umgewandelt. Außerdem führen größere Zuckermengen im Gehirn zu einer erhöhten Aktivität der Nervenzellen, was ein angenehmes Gefühl auslöst. Jedes Zuckermolekül setzt Glücksgefühle frei, das ist bereits bei Kleinkindern am Gesichtsausdruck erkennbar, wenn sie etwas Süßes essen. Das liegt an dem Neurotransmitter Dopamin, der vor allem im Mittelhirn gebildet wird. Dieser Stoff wird ans Belohnungssystem geschickt, sobald wir etwas Schönes erleben oder uns freuen. Weil Dopamin auch für Motivation und lernen mitverantwortlich ist werden Erfahrungen, die es auslösen automatisch mit dem Befehl „das war toll, du musst es wieder machen“ verknüpft. Wenn wir Zucker essen, bedarf es allerdings nicht einmal eines bestimmten Erlebnisses, um das auszulösen; ein Grund warum unser Verlangen nach Süßem so groß ist. Zucker ist mittlerweile ja fast überall enthalten – das bedeutet, dass permanent Reize an unser Belohnungssystem gesendet werden. Dieser ganze Mechanismus hat Ähnlichkeiten mit einer Sucht: Das Belohnungssystem ist konstant aktiv und es braucht immer mehr Stimulation. Dazu wurde auch eine Studie durchgeführt[17]: In dem Versuch wurden die Probanden in zwei Gruppen eingeteilt, beide erhielten während 2 Monaten zusätzlich zum Mittagessen einen Pudding, dieser hatte für alle gleich viele Kalorien. Die Puddingvariante der ersten Gruppe bestand aus sehr viel Fett und sehr viel Zucker, während der zweite eine „light“-Variante war, die nur sehr wenig Zucker und Fett enthielt. Nach den 2 Monaten fanden sich beide Gruppen in dem Institut ein, wo sie einen sehr süßen Milkshake erhielten, der das Belohnungssystem triggern sollte. Daraufhin wurde die Hirnaktivität in einem Magnetresonanztomographen gemessen und man stellte fest, dass das Belohnungssystem bei der ersten Grupp regelrecht ausflippte, während es bei der zweiten kaum Aktivität gab. Das illustriert den Prozess, was passiert, wenn sich unsere Vorlieben ändern. Die entsprechenden Kreisläufe für Wahrnehmung im Gehirn müssen sich dann nämlich anpassen, das bedeutet die neuronalen Schaltkreise programmieren sich praktisch neu. In Folge wird auch

* Siehe Kapitel 6.3 - Maillard Reaktion

unser Empfinden für Süßes umprogrammiert und wir brauchen immer mehr. Diese Problematik macht sich oft bemerkbar, wenn Leute versuchen mit dem Zuckerkonsum aufzuhören: man erlebt erstmals oft ein starkes Verlangen mit einer fast schon zwanghaften Komponente und es hat häufig etwas von einer Entzugssymptomatik. Wir lieben Zucker so sehr, weil er in gewisser Weise auf uns wirkt wie eine Droge, die abhängig macht. Die Industrie hat gelernt, dieses Verlangen zu nutzen: mittlerweile enthalten über 80% der Insutrienahrungsmittel Zucker. Die am meisten verwendete Rezeptur ist dabei 50% Zucker und 35% Fett, diese Mischung schaltet nämlich unsere Sättigungsmechanismen aus und sorgt dafür, dass wir immer mehr wollen.[18]

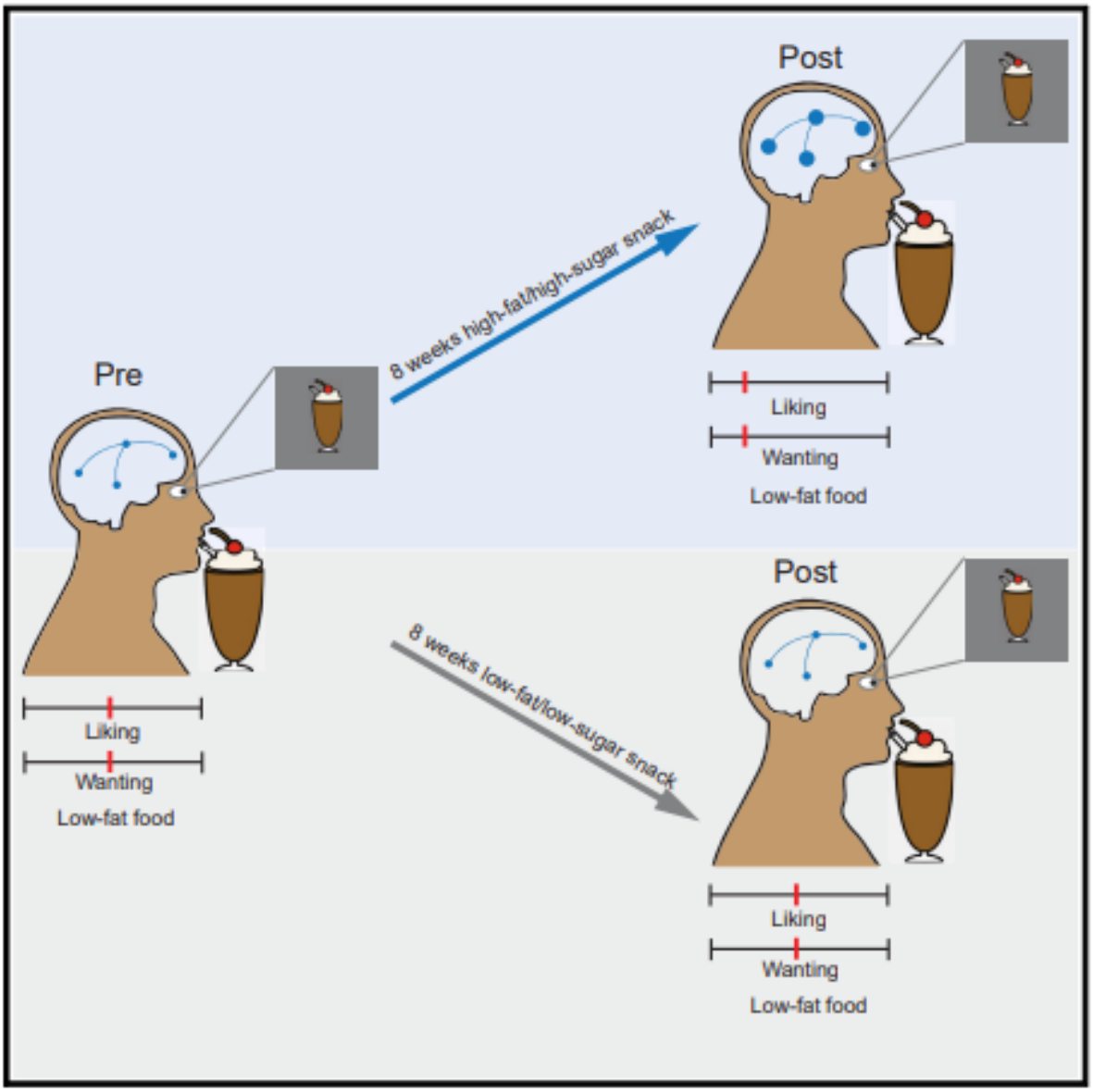

Abbildung 3: Veränderung nach 8 Wochen Pudding

4.2 PSYCHISCHE GESUNDHEIT

Das Gehirn kann im Gegensatz anderer Organe nicht durch Schmerzsignale auf Problem hinweisen, weil es keine Sinnesnerven hat. Ein erhöhter Zuckerkonsum führt zu einem höheren Risiko für mentale Krankheiten. Entzündungen im Körper entstehen beispielsweise, wenn man krank ist und ein Virus im Körper hat. Man entwickelt das sogenannte *sickness behaviour,* das zu depressiven Verhaltensmustern wie sozialer Rückzug sowie Antriebs-, Freude- und Interesseverlust führt. Wir wissen mittlerweile, dass solche Entzündungen, die eben unter anderem zu großen Teilen durch Zuckerkonsum ausgelöst werden[19], maßgeblich zur Entwicklung einer depressiven Symptomatik beitragen [20] . Bei 30 Prozent der Betroffenen sind die Entzündungswerte in niedriggradigem Bereich erhöht. Man hat durch Tierversuche auch entdeckt, dass sich bei Mäusen, die an einer Insulinresistenz leiden häufig ein solcher depressiver Phänotyp entwickelt und sie ängstlicher werden[21].

Insgesamt muss man einfach berücksichtigen, dass die durch chronische Entzündungen eingeleiteten gewebsschädigenden Prozesse einen großen Impakt auf das Gehirn haben: sie beeinflussen den Verfall und die Regeneration der Zellen auch dort. Alles was im Gehirn nicht richtig funktioniert sorgt automatisch für Störungen im restlichen Körper, weil es durch unzählige Nervenzellen sehr eng mit allen anderen Körperteilen vernetzt ist.

5 GLUKOSE – BLUTZUCKERWERTE

Wenn man ermitteln will, wieviel Glukose sich in unserem Körper befindet wird von Ärzten oft Blut abgenommen. Die Glukose befindet sich allerdings nicht nur im Blut sondern dringt in alle Körperteile vor und kann von überall gemessen werden. So messen Glukosemessgeräte, die man am Arm trägt beispielsweise die Glukosekonzentration zwischen den Fettzellen an der Rückseite des Arms.

Die Glukosekonzentration im Körper kann man entweder in Milligramm pro Deziliter (mg/dl) oder in Millimol pro Liter (mmol/l) angeben. Besonders wichtig ist der Nüchternblutzucker, dieser wird morgens vor dem Frühstück gemessen. Die *American Diabetes Association*[22] (ADA) erachtet einen Wert zwischen 60 und 100 mg/dl für „normal“. Ein Wert zwischen 100 und 126 mg/dl weist auf Prädiabetes hin und ein Wert über 126mg/dl gilt als Diabetes. Diese als „normal“ geltenden Werte sind aber keineswegs optimal. In älteren Studien ging man noch davon aus, dass der Optimalbereich des Nüchternblutzuckers eher zwischen 72 und 85 mg/dl liegen könnte. Ab 85 mg/dl sprach man von einem erhöhten Risiko für Gesundheitsprobleme.

Der Nüchternblutzucker ist aber auch nicht der einzige Wert von Bedeutung. Ebenfalls relevant sind die Anstiege und Einbrüche des Blutzuckerspiegels über den Tag hinweg, sogenannte Glukosespitzen. Laut der ADA sollte unser Blutzuckerspiegel nach dem Essen nicht über 140mg/dl steigen. Auch hier ist dieser Wert aber nicht unbedingt optimal. Man geht eher davon aus, dass Anstiege ab 30 mg/dl nach dem Essen als schädlich einzustufen sind.

Es sind gerade diese Spitzen, die schädlich sind. Wenn wir über Jahre hinweg täglich solche Spitzen erleben, lässt das den Nüchternblutzucker langsam steigen – den meisten fällt das allerdings erst auf, wenn es bereits zu spät ist. Das oberste Ziel sollte es also sein, diese Spitzen zu vermeiden, erstmal unabhängig vom eigentlichen Nüchternblutzuckerspiegel – sie sind es nämlich die Probleme verursachen. Wenn man seine Glukosekurve möglichst flach hält (also wenige Spitzen) spricht man von einer Reduktion der glykämischen Variabilität. Je geringer diese glykämische Variabilität ist, desto besser für unsere Gesundheit.

Was bei einer solchen Messung des Blutzuckerspiegels allerdings nicht gemessen wird, ist die Konzentration der Fruktose im Blut. Wenn wir zwei Spitzen miteinander vergleichen, die genau gleich aussehen kann es trotzdem sein, dass die eine schädlicher ist als die andere. Spitzen, die durch Süßigkeiten (bspw. Schokolade, Cupcake, Bonbons,...) ausgelöst werden sind immer schlimmer als solche von stärkehaltigen Lebensmitteln. In Süßigkeiten ist nämlich immer Haushaltszucker, also eine Verbindung von Glukose und Fruktose, enthalten. Und weil bis jetzt noch keine Geräte zur kontinuierlichen Überwachung des Fruktosespiegels existieren sehen wir die direkte Wirkung dieses Moleküls auch nicht.[23]

5.1 DIE MITOCHONDRIEN – WARUM GLUKOSESPITZEN SO SCHÄDLICH SIND[24]

Sobald wir eine Glukosespitze erleben, spüren das alle 30 Billionen Zellen unseres Körpers. Der wichtigste biologische Zweck der Glukose ist ja ihre Umwandlung in Energie. Zu diesem Zweck verfügt unser Körper über mikroskopisch kleine Organellen namens Mitochondrien, die sich in fast jeder Zelle befinden. Sobald die Glukose in unsere Zellen gelangt, strömt sie auf die Mitochondrien zu, wo durch eine chemische Reaktion die Glukose mithilfe von Sauerstoffe in Energie umgewandelt wird.
Im Deutschen wird dieser Vorgang Zellatmung genannt; sein Ziel ist es, Adenosintriphosphat (AT P) zu gewinnen, das als universelle Energiequelle für unsere Zellen dient.

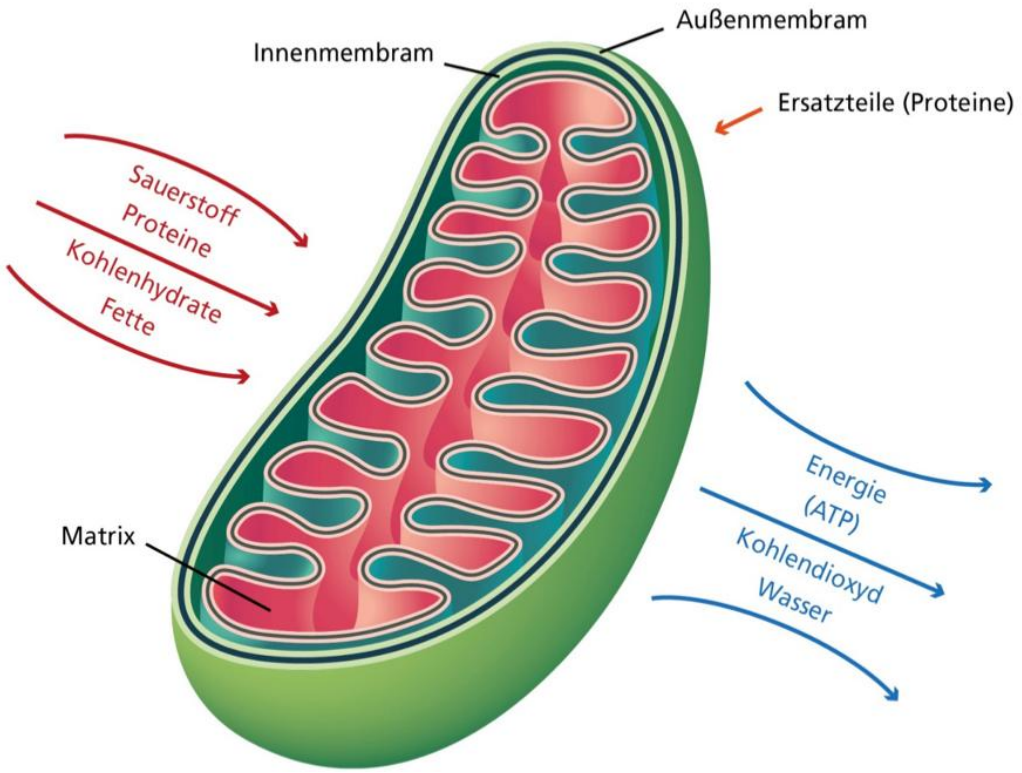

Abbildung 4: sehr vereinfachte Darstellung des Prozesses der aeroben Zellatmung

5.2 Wie Glukose zu freien Radikalen und oxidativem Stress wird

Bei einer Glukosespitze gelangt die Glukose zu schnell in unsere Zellen. Die Mitochondrien können allerdings immer nur so viel Glukose verbrennen, wie die Zelle für die Energieproduktion benötigt. Wenn die Geschwindigkeit des Glukosenachschubs zu hoch ist, sind sie sozusagen überfordert. Laut einer jüngeren wissenschaftlichen Theorie, dem Modell der allostatischen Last werden bei einer Überschwemmung der Mitochondrien mit unnötiger Glukose freie Radikale freigesetzt. Diese greifen alles an was ihnen begegnet und nehmen willkürliche Änderungen an unserem Genom (DNA) vor, was Mutationen erzeugt die schädliche Gene aktivieren und so zur Entstehung von Krebszellen führen. Normalerweise ist die Menge an freien Radikalen in unseren Zellen zwar so gering, dass wir damit zurechtkommen aber bei ständigen Glukosespitzen ist sie irgendwann nicht mehr beherrschbar. Der Körper gerät dann in den Zustand von oxidativem Stress. Oxidativer Stress erhöht unter anderem das Risiko für Herzkreislauferkrankungen, Diabetes Typ 2, kognitive Defizite und allgemeine Alterungsprozesse[25]. Über Jahrzehnte hinweg zerstört das die Zellen und führt zu Organschäden. Ein weiterer Grund warum süße Lebensmittel schädlicher sind als stärkehaltige ist, dass Fruktose noch mehr oxidativen Stress verursacht als Glukose allein[26]. Zu viel Fett kann ebenfalls für oxidativen Stress sorgen. Dieser Zustand kann über Jahrzehnte hinweg unsere Zellen zerstören. Wenn die Mitochondrien nämlich dauerhaft überschwemmt werden, sind sie irgendwann nicht mehr in der Lage, Glukose effizient in Energie umzuwandeln. Das führt zu einem Hungerzustand der Zellen, was wiederum irgendwann Organschäden verursacht. Symptome dafür, dass die Zellen hungern kann beispielsweise chronische Müdigkeit sein; man ist sehr träge, hat einen dauerhaften Energiemangel und es fällt beispielsweise schwer trotz ausreichend Schlaf morgens aus dem Bett zu kommen. Und das alles obwohl man eigentlich (mehr als) genug isst.

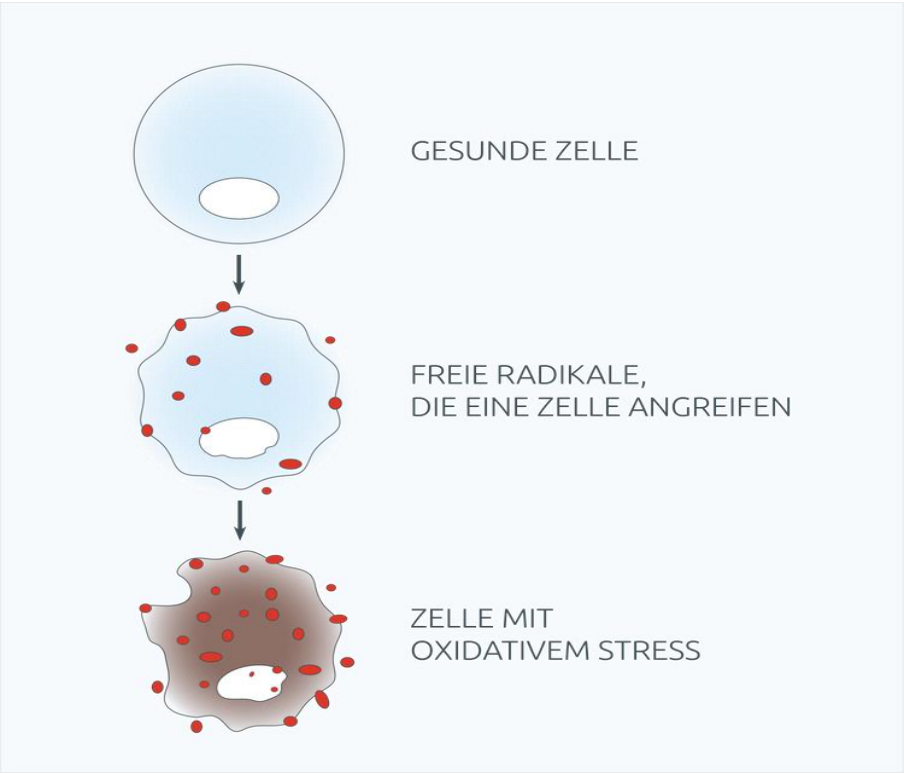

Abbildung 5: Zelle entwickelt oxidativen Stress unter Befall von freien Radikalen

5.3 Die Maillard-Reaktion

Je älter wir werden, desto brauner wird unser Körperinneres. Bei der Geburt ist der Knorpel im Brustkorb des Babys noch weiß – im Alter von 90 Jahren hat er sich braun verfärbt. Dieses Phänomen wurde 1912 von dem französischen Chemiker Louis Camille Maillard beschrieben und ist deswegen heute als Maillard-Reaktion bekannt. Er entdeckte, dass der Zusammenstoß eines Glukosemoleküls mit einem anderen Molekül zu einem Bräunungsprozess führt – das zweite Molekül wird „glykiert". Wenn ein Molekül bis einmal glykiert ist, ist es danach beschädigt. Dieser Vorgang ist aber normal und unvermeidlich, er ist der Grund warum wir altern, die Organfunktionen abnehmen und wir irgendwann sterben. Man kann ihn zwar nicht aufhalten aber dennoch verlangsamen oder beschleunigen. Da wir davon ausgehen, dass Altern gleich Bräunen ist führt eine Verlangsamung des Bräunungsvorgangs im Körper zu einem längeren Leben[27]. Glykation hat viele Langzeitfolgen, die oft im zunehmenden Alter auftreten. Diese reichen von Falten bis zu Herzkreislauferkrankungen und Alzheimer[28].

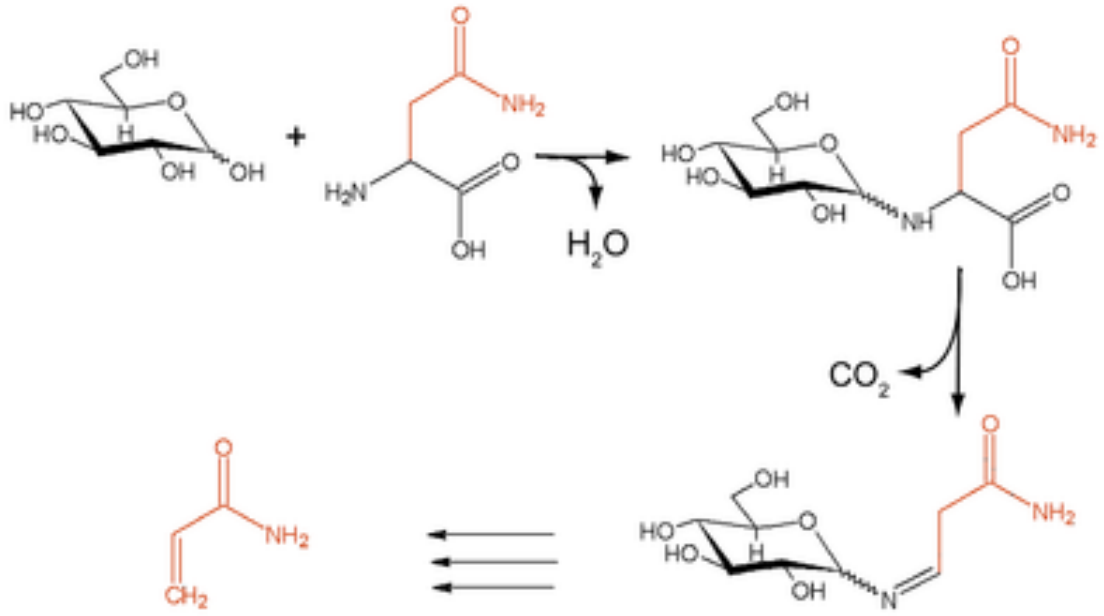

Abbildung 6: „Die Maillard-Reaktion im Körper: Ein Zucker-Molekül reagiert mit einer Aminosäure, wodurch über mehrere Zwischenschritte sogenannte Advanced Glycation End Products (AGEs) entstehen. Diese spielen eine zentrale Rolle bei Alterungsprozessen und Krankheiten wie Alzheimer oder Arteriosklerose

Eine Beschleunigung dieses Bräunungsprozesses wird unter anderem durch den Verzehr von viel Fruktose herbeigeführt. Fruktosemoleküle glykieren andere Moleküle nämlich 10mal so schnell wie Glukose und ist deshalb viel gefährlicher[29]. Schlussfolgernd lassen Spitzen, die durch Süßigkeiten (Saccharose=Fruktose+Glukose) verursacht werden uns deshalb viel schneller altern als solche, die durch stärkehaltige (Stärke=Glukose+Glukose) Lebensmittel verursacht werden (bspw. Nudeln).

Der bekannte Langzeitblutzuckertest (HbA1C) basiert ebenfalls auf dem Glykationsprozess. Er misst, wie viele Proteine innerhalb der roten Blutkörperchen in den letzten zwei bis drei Monaten durch Glukose glykiert wurden. Je höher der HbA1C-Wert, desto häufiger läuft die Maillard-Reaktion im Körper ab, desto mehr Glukose befindet sich im Kreislauf, desto schneller altert der Körper.

Wenn eine Kombination aus oxidativem Stress, zu vielen freien Radikalen und zu viel Glykation besteht, verursacht das einen allgemeinen Entzündungszustand im Körper. Entzündungen an sich sind Schutzmechanismen des Körpers aber chronische Entzündungen sind schädlich, weil sie sich gegen den Körper selbst richten können. Von außen können das Rötungen oder Schwellungen sein, innen werden das Gewebe und die Organe beschädigt. Chronische Entzündungen sind die Ursache vieler chronischer Erkrankungen, die WHO stuft entzündungsbasierte Krankheiten als die größte Gefahr für die menschliche Gesundheit ein. Weltweit sterben 3 von 5 Menschen an einer solchen Krankheit. Schlussfolgernd reduziert eine Ernährung, die weniger Glukosespitzen auslöst also auch Entzündungen und somit das Risiko für Entzündungskrankheiten[30].

5.4 DURCH GLUKOSESPITZEN AUSGELÖSTE KRANKHEITEN

Die eben beschriebenen Prozesse, die durch Glukosespitzen verursacht werden (Glykation, oxidativer Stress, erhöhter Insulinspiegel,...) führen nicht nur zu Entzündungskrankheiten sondern haben noch viele andere gesundheitliche Folgen. Ich werde in diesem Kapitel einige davon vorstellen, sie sind eingeteilt in kurzfristige und langfristige Auswirkungen.

5.4.1 Kurzfristige Auswirkungen

5.4.1.1 Dauerhaftes Hungergefühl

Hunger hat mit dem Glukosespiegel zu tun: wenn man zwei Mahlzeiten miteinander vergleicht, die die gleiche Kalorienzahl haben stellt man fest, dass diejenige bei der die Glukosekurve flacher bleibt einen länger satt hält als die, die eine größere Spitze auslöst. Ein ständiges Hungergefühl ist zudem ein Hinweis auf einen hohen Insulinspiegel*, dieser wird ja durch ständige Spitzen kontinuierlich in die Höhe getrieben. Wenn sich über einen jahrelangen Zeitraum viel Insulin im Körper befindet, bringt das den Hormonhaushalt durcheinander: es kann dann vorkommen, dass das Sättigungshormon Leptin häufiger blockiert wird und dann das Hungerhormon Ghrelin dominiert. Das signalisiert unserem Körper, dass wir essen müssen- obwohl wir genügend Fettreserven und somit ausreichend verfügbare Energie haben. Das führt dann zu einem Teufelskreis, weil jede durchs Essen ausgelöste Spitze den Insulinspiegel ansteigen lässt, was dann wiederum weiteres Ghrelin aktiviert. Die Lösung ist also, die Glukosekurve flacher zu halten, weil so automatisch der Insulinspiegel gesenkt wird.

5.4.1.2 Heißhungerattacken

Glukosespitzen sind verantwortlich für Heißhungerattacken. Das konnte mit einem Experiment bewiesen werden, das 2011 an der Yale University durchgeführt wurde[31]. Bei dem Versuch wurden die Teilnehmer in ein fMRT-Gerät geschoben, um ihre Gehirnaktivität zu messen und parallel überwachte man noch ihren Blutzuckerspiegel. Dann zeigte man ihnen Bilder von diversen Lebensmitteln (Kekse, Brokkoli, Burger, Salat,...) und die Probanden mussten dann auf einer Skala von 1 (überhaupt nicht gern) bis 9 (sehr gern) bewerten, wie gern sie das Gesehene in dem Augenblick essen würden. Die Forscher stellten fest, dass die Teilnehmer nur wenigen Lebensmitteln einen hohen Wert gaben, wenn ihr Glukosewert stabil war. Sobald dieser Wert allerdings sank, leuchtete das Verlangenszentrum des Gehirns auf, wenn sie kalorienreiche Speisen sahen. Außerdem bewerteten sie diese Produkte viel höher auf der Skala. Dieses Experiment führt uns zu der Schlussfolgerung, dass wir bereits beim geringsten Sinken unseres Glukosespiegels Appetit auf kalorienreiches Essen verspüren. Wenn wir viele Glukosespitzen erleben, führt das folglich zu ständigen Heißhungerattacken, weil unser Blutzuckerspiegel ständig sinkt.

* Siehe Kapitel 7 - Insulin

5.4.1.3 Chronische Müdigkeit

Wenn wir unserem Körper viel Glukose zuführen, ist das wie bereits gesehen sehr belastend für die Mitochondrien. Das hat allerdings auch einen direkten Einfluss auf die Energieproduktion weshalb es uns müde macht. Beweisen kann man das beispielsweise durch Versuche auf Fahrrad-Ergometern: Menschen mit einer angeborenen Mitochondrien-Fehlfunktion können dort meistens nur halb so viel körperliche Leistung erbringen wie gesunde[32]. Weil wir in fordernden Situationen, egal ob physisch oder psychisch, immer auf die von Mitochondrien erzeugte Energie angewiesen sind fallen uns selbst kleinste Aufgaben schwer, sobald diese Probleme haben. Jede Glukosespitze gefährdet die langfristige Funktionsfähigkeit unserer Mitochondrien; eine Ernährung, die viele Spitzen bringt macht uns also auch müder als eine mit einer flachen Kurve. Auch das Gefühl, unserem Körper einen Energieschub zu geben, wenn wir etwas Süßes essen ist eigentlich eine Illusion: das Hochgefühl wird durch den Dopaminausstoß in unserem Gehirn ausgelöst, denn eigentlich beeinträchtigt eine solche Spitze unsere Energieproduktion ja negativ.

5.4.1.4 Schlafstörungen

Mitten in der Nacht aufzuwachen gilt als klassisches Symptom eines schwankenden Blutzuckerspiegels, es ist nämlich oft die Folge eines akuten Glukoseabfalls. Statistiken zeigen auch, dass eine Glukosespitze kurz vor dem Schlafengehen zu Schlaflosigkeit, bei Männern auch zu Schlafapnoe* führen kann[33].

5.4.1.5 Geschwächtes Immunsystem - Erkältungen und schwerere Krankheitsverläufe

Glukosespitzen führen zu einer kurzzeitigen Schwächung des Immunsystems[34], bei chronisch hohen Blutzuckerwerten fängt man sich also leichter Krankheiten ein und leidet auch eher an Komplikationen. Während der Covid-19-Pandemie hat sich herausgestellt, dass ein gesunder Stoffwechsel (also Funktionsfähigkeit der Mitochondrien) einer der Hauptfaktoren für eine erfolgreiche Genesung dieser Erkrankung ist. Menschen mit einem erhöhten Blutzuckerspiegel infizierten sich auch schneller an dem Virus und starben mehr als doppelt so häufig wie Patienten mit normalen Werten (41 zu 16 Prozent)[35].

5.4.1.6 Migräne

Zu Migräne gibt es bisher sehr wenige Forschungsdaten aber man konnte feststellen, dass insulinresistente Frauen mit doppelt so hoher Wahrscheinlichkeit an wiederkehrenden Migräneschüben leiden wie Frauen mit normalen Insulinwerten[36]. Man geht auch davon aus, dass eine Senkung des Insulinspiegels diesen Zustand verbessern kann. Es gab beispielsweise einen Versuch, bei dem eine Gruppe von 32 Personen ein Medikament erhielt, welches die Insulinmenge im Körper reduzierte. Anschließend litten diese Probanden bedeutend weniger an Migräneanfällen[37].

5.4.1.7 Schwerer Umgang mit Diabetes

Bei Menschen die an Typ-1-Diabetes leiden sorgen ständige Glukosespitzen dafür, dass sie sich die ganze Zeit Insulin spritzen müssen. Bei einer flachen Glukosekurve lässt sich diese Belastung logischerweise deutlich verringern und Betroffene müssen beispielsweise beim Sport weniger Angst vor einer Hypoglykämie haben.

* ernsthafte Schlafstörung; es kommt während des Schlafs zu wiederholten Atemaussetzern

5.4.2 Langfristige Auswirkungen

5.4.2.1 Hautprobleme

Viele Hauterkrankungen wie Akne, Ausschläge oder Schuppenflechte können durch Entzündungen ausgelöst werden – und diese sind ja eine Auswirkung von Glukosespitzen. Eine flachere Kurve sorgt bewiesenermaßen auch für ein weniger rotes Hautbild und lässt dadurch, dass weniger Entzündungen ausgelöst werden auch Akne und Pickel abklingen. Bei einem Versuch mit männlichen Probanden zwischen 15 und 25 Jahren ging die Akne bei einer Ernährung die für einen stabilen Blutzucker sorgte signifikant zurück; das obwohl sie nicht auf etwa Milchprodukte verzichteten die derartige Hautprobleme begünstigen sollen. Das Gegenteil passierte bei der Kontrollgruppe deren Ernährung für viele Schwankungen sorgte[38].

5.4.2.2 Altern und Arthritis

Wie bereits im vorherigen Kapitel über die Maillard-Reaktion erklärt, sorgen Glykation und freie Radikale die zu Entzündungen werden zu einem langsamen Verfall der Zellen (also Altern). Je mehr Spitzen man erlebt, desto schneller altert man. Die freien Radikale greifen aber außerdem noch das Protein Kollagen an. Dieses befindet sich in weiten Teilen unseres Gewebes und wenn es beschädigt wird, wird die Haut schlaffer und es entstehen Falten. Zusätzlich führen die Schäden zu Gelenkentzündungen, rheumatoider Arthritis, Knorpelschäden und Arthrose; die Knochen werden brüchiger und es entstehen Gelenkschmerzen. Bei zu vielen freien Radikalen kann es sein dass die Zellen ganz sterben, doch wenn ein solcher Zelltod eintritt hat das für und Folgen: das Immunsystem leidet, Knochen verkümmern, das Herz pumpt schwächer und das Risiko für das Auftreten neurodegenerativer Erkrankungen wie Alzheimer wird grösser.

5.4.2.3 Alzheimer und Demenz

Alzheimer wird häufig als „Diabetes des Gehirns“ oder „Typ-3-Diabetes“ bezeichnet. Grund dafür ist der ausgeprägte Zusammenhang zwischen der Krankheit und dem Glukosespiegel. Das liegt daran, dass das Gehirn mehr Energie verbraucht als alle anderen Organe; deswegen beherbergt es auch eine enorme Menge an Mitochondrien und reagiert folglich sehr empfindlich auf überschüssige Glukose im Körper. Die Neuronen im Gehirn leiden ebenso wie alle anderen Zellen unter oxidativem Stress, deshalb führen ständige Glukosespitzen, die diesen ja verursachen, irgendwann zu Entzündungsreaktionen im Nervengewebe und schließlich zu kognitiven Beeinträchtigungen. Diese ständigen Entzündungen gelten auch als Schlüsselfaktor aller chronisch degenerativer Erkrankungen unter anderem Alzheimer. Typ-2-Diabetiker haben auch ein viermal so hohes Risiko, an Alzheimer zu erkranken[39]. Kognitiver Verfall lässt sich aber auch durch eine Anpassung der Essgewohnheiten verbessern oder rückgängig machen; an der University of California gibt es sogar bereits einen Therapieansatz für Menschen die aufgrund ihrer kognitiven Leistung aus ihrem Beruf ausgeschieden waren: nach drei Monaten mit einer flacheren Glukosekurve konnten sie ihre Arbeit wieder aufnehmen und erbrachten bessere Leistungen als zuvor[40].

5.4.2.4 Risiko für Krebserkrankung

Kinder, die aktuell zur Welt kommen werden mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 Prozent irgendwann in ihrem Leben an Krebs erkranken; bei der Hälfte der Krebserkrankungen ist der Hauptfaktor neben dem Rauchen eine schlechte Ernährung[41].

5.4.2.5 Verdauungsprobleme

Es ist offensichtlich, dass die Gesundheit unseres Verdauungstraktes eng mit der Ernährung in Verbindung steht - es ist immerhin der Ort, an dem die aufgenommene Nahrung verarbeitet wird. Verdauungsstörungen wie das Reizdarmsyndrom oder das Leaky-Gut-Syndrom können also zu großem Teil durch eine ungünstige Ernährung verursacht werden. Ein direkter Impakt von Glukosespitzen auf solche Erkrankungen ist bislang nicht bewiesen, wir wissen allerdings, dass Entzündungen, die ja von Glukosespitzen ausgelöst werden, mitverantwortlich sind. Sie können beispielsweise zu Entzündungen in der Darmwand führen, sodass Giftstoffe austreten, diese können wiederum Lebensmittelallergien und verschiedene Autoimmunerkrankungen wie Morbus Crohn und rheumatoide Arthritis auslösen. Menschen, die eine Ernährungsumstellung vornehmen verspüren anschließend auch oft weniger Bauchschmerzen und Sodbrennen. Ein weiteres, zu komplexes Thema um hier ausreichend ausgeführt zu werden ist, dass das Mikrobiom große Auswirkungen auf unsere Gesundheit generell hat. Zudem bevorzugen industriell prozessierte Nahrungsmittel mit sehr viel Zucker und Fett ungünstige Darmmikrobiom Stämme. Ist das Mikrobiom ungesund oder geschädigt hat das viele gesundheitliche Nebenwirkungen und schadet dem gesamten Körper. Ein schnell und häufig auftretendes Symptom ist beispielsweise mentale Unausgeglichenheit, Darm und Gehirn sind immerhin mit über 500 Millionen Nervenzellen verbunden[42].

5.4.2.6 Herzerkrankungen

Die Wände unserer Blutgefäße bestehen aus Zellen. Diese reagieren besonders empfindlich auf Stress in den Mitochondrien (der von Glukose und Fruktose verursacht wird). Wenn also dort nun besonders viel Stress entsteht, leiden die Zellen darunter und es sammelt sich Plaque an – sie verlieren ihre glatte Oberfläche, sodass die Gefäßinnenwand uneben wird und dort mehr Fettpartikel hängen bleiben. Ein weiteres Problem ist auch hier ein zu hoher Insulinspiegel: wenn dieser nämlich zu hoch ist, produziert die Leber LDL-Muster B[43]. Das sind sehr dichte, kleine Cholesterinpartikel, die sich an den Rändern der Blutgefäße entlangbewegen, wo sie sich allerdings sehr schnell verfangen können – im Gegensatz zu LDL-Muster A, dieses ist weitaus grösser, weniger dicht und harmlos, es wird durch das Nahrungsfett aufgenommen. Je mehr Glukose, Fruktose und Insulin sich im Blut befindet, desto schneller kann dieses Fett oxidiert werden. Wenn das passiert, dann nistet es sich in der Gefäßwand ein und bleibt auch dort – es bildet sich Plaque, was den Blutstrom beeinträchtigt und anschließend zu Herzproblemen führt. Die wirklich kritischen Risikofaktoren für einen Herzinfarkt sind eigentlich der Glukose- und Fruktosespiegel sowie die Entzündungswerte, die die hohe Konzentration dieser Moleküle in unserem Körper auslösen. All diese Prozesse werden zusätzlich von Glukosespitzen begünstigt. Das Risiko, einen Herzinfarkt zu erleiden wird sogar durch jede durchlebte Glukosespitze erhöht – sogar dann, wenn der Nüchternblutzucker in einem normalen Bereich liegt. Diese Ausführungen sollen zeigen, dass es nicht einfach nur um zu hohe Cholesterinwerte geht, wie viele Leute glauben. Tatsächlich hat mehr als die Hälfte der Menschen, die einen Herzinfarkt erleiden einen ganz normalen Cholesterinspiegel[44] – es ist eben eine bestimmte Art (LDL-Muster B) und ein Entzündungsumfeld, die Herzkrankheiten begünstigen. Auch hier lautet die Devise also, die Glukose-, Fruktose- und Insulinkurve flach zu halten, um uns zu schützen[45].

5.4.2.7 Unfruchtbarkeit

Es gibt bemerkenswerte Verbindungen zwischen Insulin und unserer Fortpflanzungsfähigkeit. Wenn Gehirn und Geschlechtsdrüsen entscheiden, ob die Umstände gerade sicher für eine Befruchtung sind deutet ein viel zu hoher Insulinspiegel darauf hin, dass man nicht gesund ist. Ein erhöhter Insulinspiegel steigert also zwangsläufig das Risiko für Unfruchtbarkeit. Bei Frauen ist Unfruchtbarkeit meisten auf das polyzystische Ovarialsyndrom (PCOS) zurückzuführen. Jede achte Frau leidet an dieser Erkrankung, sie sorgt dafür, dass in den Eierstöcken Zysten wachsen und deswegen kein Eisprung mehr stattfindet[46]. PCOS wird unter anderem durch zu viel Insulin verursacht; je höher die Werte, desto stärker die Symptome. Das liegt daran, dass die Eierstöcke von Insulin angewiesen werden, mehr Testosteron zu produzieren, zusätzlich wird bei zu viel Insulin die natürliche Umwandlung von männlichen in weibliche Hormone gestört, was dann zu noch mehr Testosteron führt. Durch überschüssiges Testosteron entwickeln Frauen männlich konnotierte Merkmale wie beispielsweise Haarwuchs am Kinn und Haarausfall am Kopf. Die Periode der Betroffenen wird unregelmäßig und sie bekommen oft Akne. Schließlich können die Eierstöcke Eier zurückhalten oder ansammeln, sodass der Eisprung ausbleibt. Die Anfälligkeit für PCOS ist zwar individuell variabel, eine flache Glukosekurve sorgt allerdings in jedem Fall für eine Linderung der Symptome. Das beweist unter anderem eine Studie der Duke University: zwölf Frauen hielten ihre Glukosekurve über sechs Monate durch ihre Ernährung möglichst flach, in Folge halbierte sich ihr Insulinspiegel und der Testosteronspiegel sank um 25%, sie nahmen ab, ihre Körperbehaarung ging zurück und zwei der Teilnehmerinnen wurden schwanger[47]. Für Männer ist ein unregulierter Blutzuckerspiegel ebenfalls problematisch, erhöhte Glukosewerte werden nämlich mit einer geringeren Samenqualität und Erektionsstörungen in Verbindung gebracht. Durch aktuelle Studien liegt es mittlerweile sogar nah, dass Erektionsstörungen bei Männern unter vierzig auf eine unbekannte Fehlfunktion im Stoffwechsel und Glukosehaushalt hinweisen[48].

6 INSULIN

Um unser Überleben zu sichern, muss die überschüssige Glukose so schnell wie möglich aus dem Blutkreislauf raus, um die Bildung freier Radikale und die Glykation zu minimalisieren. Zu diesem Zweck existiert das Hormon Insulin: es entzieht überschüssige Glukose dem Kreislauf und bringt sie zu den entsprechenden Speicherstätten, um den Schaden bestmöglich zu reduzieren. Wenn der Blutzuckerspiegel steigt, wird Insulin von der Bauchspeicheldrüse ausgeschüttet. Die erste Speicherstätte, wo die Glukose hingebracht wird, ist die Leber. Dort muss nämlich auch all das Blut, was mit neuer Glukose aus dem Verdauungstrakt kommt, passieren. In der Leber wird die Glukose in Glykogen überführt, das kann man sich dann als lange Kette von Glukosemolekülen vorstellen (ähnlich wie Stärke). Im Gegensatz zu der Originalform Glukose, welche ja oxidativen Stress und Glykationsprozesse auslösen würde, ist Glykogen sozusagen harmlos. Die Leber kann allerdings maximal etwa 100 Gramm Glukose in Form von Glykogen aufnehmen, das ergibt die Hälfte der 200 Gramm Glukose, die unser Körper täglich als Energiequelle benötigt. Wenn dieser Speicher bis voll ist, wird auf die zweite Speicherstätte zurückgegriffen, das sind unsere Muskeln. Diese stellen eine besonders effektive Lösung dar, weil wir so viele von ihnen haben. Bei einem durchschnittlichen Erwachsenen Menschen (70 Kilo) können die Muskeln etwa 400 Gramm Glukose in Form von Glykogen aufnehmen.

Die Zuckerkrankheit Diabetes mellitus Typ 1 ist eine Autoimmunerkrankung, der Körper hat wegen einer Fehlsteuerung im Immunsystem die eigenen insulinproduzierenden Zellen zerstört. Diese Krankheit, die durch einen Mangel an Insulin verursacht wird, ist schon seit der Antike bekannt. Wir wissen das aus den Aufzeichnungen des griechischen Arzt *Aretaios,* aus dem Jahr 100. Er beschrieb ein furchtbares Leiden, begleitet von unstillbarem Durst und dem sicheren Tod. Insulin an sich kennen wir aber erst seit ungefähr 100 Jahren, es wurde 1921 von den kanadischen Medizinern Grant Banting und Charles Best entdeckt. Es gelang ihnen nach langjährigen Versuchen, das Hormon aus der Bauchspeicheldrüse eines Hundes zu isolieren, 1923 erhielt Banting dafür den Medizin-Nobelpreis. Ein paar Jahre zuvor hatte der rumänische Professor Nicolae Paulescu bereits entdeckt, dass die Bauchspeicheldrüse ein Hormon zur Regulierung des Zuckerstoffwechsels produziert, weil er mit Schlachtabfällen experimentierte. Daraufhin gelang es ihm auch das Extrakt Pankrein aus der Bauchspeicheldrüse von Rindern zu gewinnen und behandelte damit zuckerkranke Hunde[49].

6.1 Der Weg der Nahrung ins Blut:

Die konsumierten Kohlenhydrate gelangen durch die Speiseröhre in den Magen und von dort in den Darm. Dort werden alle Ketten von den Enzymen in Einfachzucker wie Fruktose, Galaktose oder Glukose zerlegt. Da sich im Darm große Mengen an Amylase und anderer Enzyme befindet wird auch Stärke so schnell in Glukose umgewandelt. Diese Glukose wird dann durch die Darmwand ins Blut abgegeben. Die Glukose, die sich dann im Blut befindet ist jetzt der Blutzucker. Glukose ist das einzige Molekül, das die Insulinproduktion anregen kann – Galaktose und Fruktose sind nicht dazu in der Lage.

Wenn nun der Blutzuckerspiegel steigt, weil immer mehr Glukose hineingelangt, gibt das der Bauchspeicheldrüse das Signal, Insulin auszuschütten. Die Bauchspeicheldrüse ist in diesem Prozess sehr wichtig, weil sie ebenfalls den Darmsaft mit den Enzymen produziert, die die Nahrung in ihre einzelnen Bestandteile zerlegt. Über das gesamte Organ verteilt befinden sich die Langerhans'sche Inseln, welche für die Hormonproduktion zuständig sind. Unter ihnen sind auch die Betazellen, die das Insulin produzieren. Diese Vorgänge zeigen, dass nicht ausschließlich der Verzehr von Haushaltszucker für eine Steigung des Blutzuckerspiegels verantwortlich ist, sondern die Aufnahme von kohlenhydrathaltigen Lebensmitteln generell ihn steigen lässt, was wiederum die Insulinproduktion anregt[50].

6.2 Insulinwerte

Insulin ist sehr wichtig, um die überschüssige Glukose zu handhaben – ohne Insulin könnten wir nicht überleben. Da Insulin ein solch lebenswichtiges Hormon ist, ist auch die Dosis entscheidend. Bei zu niedrigen Werten entsteht der Typ-1-Diabetes mellitus, bei dem Betroffene ohne Insulinspritzen nicht überleben können. Zu hohe Insulinspiegel werden meistens nicht mit einer eindeutigen Erkrankung in Verbindung gebracht. Wir wissen allerdings, dass dauerhaft hohe Insulinspiegel zu einer massenweisen Gewichtzunahme führen. Es ist unter anderem die Hauptursache für Fettleibigkeit und PCOS (polyzystisches Ovarialsyndrom) und noch sehr viele andere Erkrankungen – und je mehr Glukosespitzen wir erleben, desto mehr Insulin muss freigesetzt werden.

Nicht jeder Mensch produziert gleich viel Insulin; die Produktion hängt einerseits von der genetischen Veranlagung und andererseits vom Verhalten ab. Es gibt zahlreiche Studien die zeigen, dass bestimmte Verhaltensweisen und Lebensumstände einen maßgeblichen Einfluss auf die Insulinausschüttung haben. Außerdem weiß man, dass sorgen hohe Insulinspiegel für ein größeres Hungergefühl, weil sie den Glukosespiegel abfallen lassen und man so schneller wieder Hunger hat.

Einige Lebensstilfaktoren, die laut diesen Studien den Insulinspiegel erhöhen sollen sind[51]:

- Schlafmangel
- Rauchen
- Depression
- Straßenverkehr (Leben an stark befahrenen Straßen)
- Stress
- Mangel an Bewegung bzw. Bewegungsarmut
- Ernährung (Emulgatoren, künstliche Süßstoffe, Kohlenhydrate)
- Eisen

6.3 INSULIN IM FETTSTOFFWECHSEL

Wenn man abnehmen, beziehungsweise Fett verbrennen will, ist das nur möglich, wenn der Insulinspiegel niedrig ist. Insulin blockiert nämlich die Fettverbrennung. Es wird ja wie bereits erklärt dann ausgeschüttet, wenn der Blutzuckerspiegel, also die Konzentration der Glukose im Blut, ansteigt. Das sagt dem Körper, dass genügend schnell verfügbare Energie in Form von Glukose zur Verfügung steht und er die Fettreserven verschonen kann. Daraufhin wird die Fettverbrennung blockiert, je nach Menge der aufgenommenen Kohlenhydrate für mehrere Stunden. Die Höhe des Insulinspiegels im Blut zeigt dem Körper im Grunde an, ob genug Glukose im Blut ist um den Energiebedarf zu decken, oder ob er auf Energiereserven zurückgreifen muss. Der Körper nutzt erst Energie aus den Fettreserven wenn der Glykogenspeicher leer ist. Bereits ein nur leicht erhöhter Insulinspiegel, der noch keine Auswirkungen auf den Blutzucker hat blockiert das Abbauen von Fett. Das verdeutlicht auch, wie erhöhte Insulinwerte zu Übergewicht führen, sie fördern nämlich zusätzlich noch das Anlegen neuer Fettreserven, weil überschüssige Glukose in Fett umgewandelt und gespeichert wird. Das beschränkt sich nicht nur auf das Fett in den Körperzellen, zusätzlich verfetten permanent hohe Insulinspiegel die Organe, wie beispielsweise die Leber was zu einer nicht-alkoholischen Fettleber führt[52].

Aufgrund dessen wurde das Insulin bereits kurz nach seiner Entdeckung bei psychiatrischen Patienten mit erheblicher Mangelernährung eingesetzt. Ihnen wurde vor einer kohlenhydratreichen Mahlzeit in steigenden Dosierungen Insulin gespritzt, was zu einer durchschnittlichen Gewichtszunahme von 1,4kg pro Behandlungswoche führte[53].

Die Fettverbrennung wird also mehr und mehr blockiert, wenn man viele Kohlenhydrate (Stärke und Zucker) isst, weil diese wie bereits gesehen den Blutzucker schnell und stark ansteigen lassen. Das lässt ja wiederum den Insulinspiegel rasch in die Höhe gehen und bei viel Insulin ist die Fettverbrennung blockiert.

In den USA wurde vor einigen Jahren ein Experiment durchgeführt, bei dem gesunde Männer täglich 6.000 Kalorien (50% Kohlenhydrate, 35% Fett und 15% Proteine) zu sich genommen haben[54]. Sie durften sich während dieser Zeit zusätzlich nicht sonderlich viel bewegen. Ihr Alltag, der nun aus übermäßigem Essen und wenig Bewegung bestand, erinnerte an den auf einer Kreuzfahrt. Bereits am zweiten Tag des Experiments hatten sich die Insulinspiegel der Männer verdoppelt, am dritten verdreifacht. Die Gewichtszunahme kam einige Tage später. Dieser Versuch illustriert, wie ungesund der Tagesablauf der meisten Leute ist, die den ganzen Tag sitzen und nur eine Pause machen, um etwas zu essen.

In einem 1999 durchgeführten Experiment an der Universität Tübingen konnten Forschende nachweisen, dass der Fettabbau durch Insulin gestoppt wird. Sie spritzten dazu 12 gesunden Personen Insulin und anschließend wurde die Glycerinkonzentration im Blut gemessen (Glycerin entsteht, wenn Fette zur Gewinnung von Energie gespalten werden). Je mehr Insulin die Testpersonen gespritzt bekamen, desto weniger Glycerin befand sich im Blut. Außerdem maßen sie durch einen eingesetzten kleinen Katheter mittels Mikrodialyse den Glyceringehalt im Fettgewebe. So konnten sie die Fettverbrennung im Unterhautfettgewebe messen. Mit steigenden Insulinmengen sank der Glyceringehalt (also die Fettverbrennung) – bei der Insulingabe nach einer kohlenhydratreichen Mahlzeit war die Fettverbrennung in dem Versuch bis zu 80 Prozent blockiert[55].

6.4 INSULINABBAU

Sobald das Insulin seine Funktion erfüllt hat (Zucker aus dem Blut in die Zellen führen), wird es wieder abgebaut. Der Abbau wird hauptsächlich über das Enzym IDE (Insulin Degrading Enzyme = insulinabbauendes Enzym) geregelt. Über dieses Enzym und seine Rolle wird aktuell noch viel geforscht. Es gibt bereits einige Tiermodelle, beispielsweise das mit den sogenannten Knockout-Mäusen. In diesem Versuch wurde bei den Mäusen das Gen, das für die Produktion von IDE verantwortlich ist deaktiviert und man konnte dadurch feststellen, dass die Konzentration von Insulin im Blut der Mäuse danach viel höher war. Die Mäuse entwickelten also eine Hyperinsulinämie und weil das Insulin im Blut nicht mehr richtig abgebaut werden konnte, legten sie zusätzlich sehr viel Gewicht zu und entwickelten einen Typ-2-Diabetes[56].

Genau wie bei der zuvor erklärten Entwicklung des Hormons spielt der Lebensstil auch beim Abbau eine große Rolle. Diverse Versuche zeige, dass bestimmte Verhaltensweisen mitbestimmen, wieviel Insulin in den Phasen zwischen den Mahlzeiten abgebaut werden kann – das hat wiederum einen Effekt auf den Insulinspiegel im nüchternen Zustand. Desto mehr IDE man hat, desto schneller kann das Insulin wieder abgebaut werden; Menschen mit weniger IDE sind folglich auch empfänglicher für Übergewicht. Wieviel jeder von dem Enzym hat, ist einerseits genetisch bedingt, es gibt aber andererseits wie bereits erwähnt bedeutende Faktoren im Bereich des Lebensstils. Ein Beispiel ist Sport: Laut dieser Studie wirkt Muskelarbeit nämlich direkt auf das Immunsystem und regt dort die Bildung des Botenstoffs Interleukin-6 (IL-6) an, welcher die Aktivität von IDE fördert[57]. Man geht folglich davon aus, dass sportlich aktive Menschen Insulin besser abbauen können. Gegenteilig verhält es sich mit Kortisol. Bei dauerhaftem Stress wird dieses Hormon ausgeschüttet und es bremst den Insulinabbau. Die Wirkung des Stresshormons auf den Insulinabbau sieht man auch bei Personen, die über längere Zeit mit Kortisol behandelt werden müssen: sie nehmen oft zu, ohne mehr zu essen.

6.5 INSULINRESISTENZ

Hohe Insulinspiegel führen neben Gewichtszunahme auch noch zu einem stetigen Verlust der Wirkung des Hormons. Der Körper versucht sich durch das Herabsetzen der Wirkung des Insulins vor dem erhöhten Spiegel zu schützen. Eine Insulinresistenz wird häufig als Ursache der erhöhten Insulinspiegel gesehen: man denkt, dass die Resistenz die Wirksamkeit des Insulins herabsetzt und der Körper dann mehr produziert, um das zu kompensieren. Die Überproduktion ist aber gleichzeitig ein Grund für die Resistenz, weil der Körper sich wie gesagt durch eine eingeschränkte Wirksamkeit vor dem erhöhten Insulinspiegel schützen will.[58]

6.6 Folgen von Insulin und Zuckerüberschuss

Das Problem ist, dass viele Menschen heutzutage viel mehr Glukose konsumieren, als in diesen Speichern gelagert werden kann, sie füllen sich viel zu schnell. Sobald sie voll sind, wird der Rest in Fett umgewandelt und in unseres Fettreserven deponiert, diese können sich schnell und ohne große Mühe ausdehnen: wir nehmen zu. Und das nicht nur wegen der Glukose, die Fruktose lässt sich nämlich nicht in Glykogen überführen und kann ausschließlich in Form von Fett gelagert werden.

Dieses Fett wird an den Hüften, Schenkeln, im Gesicht aber auch zwischen den Organen gelagert. Zudem kann das Fett, das der Körper aus Fruktose bildet zu einer nicht-alkoholischen Fettleber führen. Es tritt außerdem in den Blut-Kreislauf ein und steigert so das Risiko für Herzerkrankungen – man spricht von LDL (low-density-lipoprotein) oder schlechtem Cholesterin. Die Abwesenheit von Fruktose bedeutet also, dass weniger Moleküle in Fett umgewandelt werden. Je besser man in der Lage ist, die Anzahl und Größe seiner Fettzellen zu steigern (üblicherweise abhängig von der genetischen Veranlagung), desto länger ist man gegen ein Übermaß an Glukose und Fruktose im Blut geschützt. Man nimmt allerdings auch schneller zu. Schlussendlich ist die Ansetzung von Fett also eine Schutzmaßnahme unseres Körpers[59].

7 DIE LOW-FAT HIGH-CARB PROBLEMATIK

Für viele überraschend, aber das zunehmende Übergewicht in allen Industrienationen und mittlerweile auch Entwicklungsländern ist zu großen Teilen auf die low-fat Propaganda zurückzuführen. Die meisten denken bei „Fett“ an Gewichtszunahme und machen negative Assoziationen zu ungesunden, fettigen Nahrungsmitteln wie Pommes, Speck und Co. Das ist auch nicht verwunderlich, weil die meisten beim Abnehmen an eine Kalorienreduktion denken und Fett pro Gramm mehr als doppelt so viele enthält wie Kohlenhydrate oder Proteine. Dass Fette allgemein für Fettpolster sorgen und die alleinigen Übeltäter sind, stimmt allerdings nicht.

7.1 WO LOW-FAT HERKOMMT

In den 1950er-Jahren beobachtete man in den USA einen rasanten und beunruhigenden Anstieg der Herzanfallrate. Was wir heute als Herzinfarkt bezeichnen war dort bis in die 1930er-Jahre extrem selten. Das erregte die Aufmerksamkeit des renommierten Ernährungswissenschaftlers Ancel Benjamin Keys (1904-2004), der unter anderem für die Entwicklung der K-Rationen im zweiten Weltkrieg und die Durchführung des gewagten *Minnesota Starvation Experiment* ist. Keys glaubte zwar nicht daran, dass Übergewicht und Herzinfarkte irgendwie in Verbindung stehen, gilt aber als einer der ersten Wissenschaftler, die erkannten, dass diese mit Atherosklerose (Arterienverkalkung) zusammenhängen. Er stellte nämlich fest, dass sich bei Herzinfarkt-Patienten, die solche fetthaltigen Ablagerungen in den Gefäßen gebildet hatten. Das brachte ihn zu der Annahme, dass Fett über Nahrungsfette in die Wände der Blutgefäße gelangt, das Problem lag seiner Meinung nach also logischerweise in den viel konsumierten Fetten der US-Amerikaner. In seinem Studienbericht von 1953 präsentierte er die 7-Länder-Grafik, die seine Theorie stützen sollte. Späterhin wurde Keys in wissenschaftlichen Kreisen aber stark dafür kritisiert, man warf ihm methodische Fehler und falsche Schlussfolgerungen vor. Das lag vor allem daran, dass er und sein Studienteam eigentlich die Daten von 22 Ländern zur Verfügung hatten, sich aber nur diejenigen herausgesucht haben, die zu ihrer Theorie der schlimmen und tödlichen Fette passten.

Als Reaktion auf die Vorwürfe initiierte Keys 1958 eine große Beobachtungsstudie mit 12.000 Männern in sieben Ländern (USA, Finnland, Niederlande, Italien, ehemalig Jugoslawien, Griechenland, Japan). Diese sehr zeit- und kostenintensive Studie sollte Keys‘ Theorie bestätigen, je mehr Fett die Menschen konsumieren, desto höher steigt die Todesrate. Weil das allerdings nicht der Fall war, „entdeckte“ er nun die gesättigten Fettsäuren als Ursache für Herzinfarkte und machte nicht länger die Gesamtfette verantwortlich. Das Problem ist zudem, dass Schlüsse aus solchen Ernährungsstudien immer kritische gesehen werden müssen, weil Aufbau und Methodik sehr komplex sind. Um wirklich aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, müsste man mehrere Tausend Teilnehmer über Jahre in einem Labor einsperren, wo sie alle das Gleiche tun und essen müssten, was offensichtlich eine Utopie ist. Während dieser Zeit, genauer gesagt 1955, erlitt außerdem der damalige US-Präsident Dwight D. Eisenhower seinen ersten Herzinfarkt. Keys und Eisenhowers Arzt gingen davon aus, dass sein Infarkt auf zu hohen Fettkonsum zurückging, weil er ja glaubte, das Nahrungsfett würde durch Ablagerung zu Verengungen in Blut- und Herzkranzgefäßen führen. Sie setzten den Präsidenten also auf eine fettarme Diät, er starb 1969 an akutem Herzversargen und erlitt in Zwischenzeit noch einen zweiten Infarkt und einen Schlaganfall, das ging aber größtenteils auf sein Kettenrauchen zurück. All das löste in der Bevölkerung den Glauben aus, Fett würde die Gesundheit schädigen.

Ivan Frantz, ein Mitarbeiter von Keys leitete von 1968 bis 1973 eine weitere Studie, den „Minnesota Coronary Survey“. Diese sollte ihre Hypothese bestätigen, dass gesättigte Fettsäuren gefährlich sind und Cholesterin sowie die Herzinfarktrate erhöhen und so zum verfrühten Tod führen. Dazu wurden die Bewohner von sechs psychiatrischen Anstalten und einem Altenheim per Cluster-Randomisierung in zwei Gruppen unterteilt, die erste erhielt eine normale Kost mit vielen gesättigten Fettsäuren, die andere erhielt statt der gesättigten die „guten Fette“ also ein- oder mehrfach ungesättigten Fettsäuren (in diesem Fall war das Linolsäure in Form von beispielsweise Maiskeimöl und speziellen Margarinen). Bei der Auswertung stellte sich heraus, dass in der Pflanzenfett Gruppe der Cholesterinspiegel zwar sank, sich bei den Herzinfarkten allerdings kein Unterschied zeigte – diese Ergebnisse wurden 1989 in einem einzigen Studienbericht veröffentlicht, allerdings nicht vollständig. Erst 25 Jahre später stellte sich nämlich heraus, dass es sich um Wissenschaftsbetrug handelte. Zuerst war die Methodik kritisch, die Studie wurde nämlich ohne Aufklärung bei sehr alten und psychisch kranken Menschen durchgeführt, ein Ethikvotum gab es ebenfalls nicht. Christopher Ramsden untersuchte die Daten 2016 noch einmal und fand dabei heraus, dass die Gruppe mit den „guten“ Fetten eine höhere Sterblichkeit als die Kontrollgruppe mit den gesättigten Fettsäuren aufwies. Dieses Ergebnis war vom Studienleiter absichtlich zurückgehalten worden. Das gleiche fand er beim Überprüfen der von 1966-1973 durchgeführten „Sydney Diet Heart Study“ heraus: auch hier entdeckte er unveröffentlichte Studiendaten, die zeigten, dass bei den Teilnehmern, bei denen man gesättigte Fettsäuren durch ungesättigte ersetzt hatte (Linolsäure in Form von Distelöl) ein höheres Sterberisiko durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen aufwiesen. Diese beiden Publikationen, die den Wissenschaftsbetrug aufdeckten belegen, dass die Vorteile der ungesättigten gegenüber den gesättigten Fettsäuren weniger groß sind, als man jahrelang glaubte.

1956 zeigte dann der britische Ernährungswissenschaftler John Yudkin (1910-1995), dass in der 7-Länder Grafik die Länder mit hohem Fettkonsum ebenfalls sehr viel Zucker zu sich nahmen. Er stellte dann die Gegenhypothese auf, Zuckerkonsum sei ein wesentlicher Faktor für die Entwicklung einer Koronarthrombose. Er widmete seine Laufbahn der Aufklärung über die tödlichen Folgen von zu vielen Kohlenhydraten und Zucker und behielt mit seinen Voraussagungen bedauerlicherweise recht. Trotz seiner unzähligen Veröffentlichungen zu dem Thema setzten sich die Fette als Hauptproblem durch. Das liegt auch an der 1967 erschienen Übersichtsarbeit zu dem Thema, wo die Autoren schlussfolgerten, dass ganz klar Fette schuld sind und nicht der Zucker. Erst viele Jahre später stellte sich heraus, dass bei dieser im *New England Journal of Medicine* publizierten Arbeit die Zuckerindustrie mitgewirkt hatte: sie zahlten den Studienleitern damals 4.000 US-Dollar für ihre Analyse, auf heutige Verhältnisse übertragen wären das 40.000 Dollar. [60]

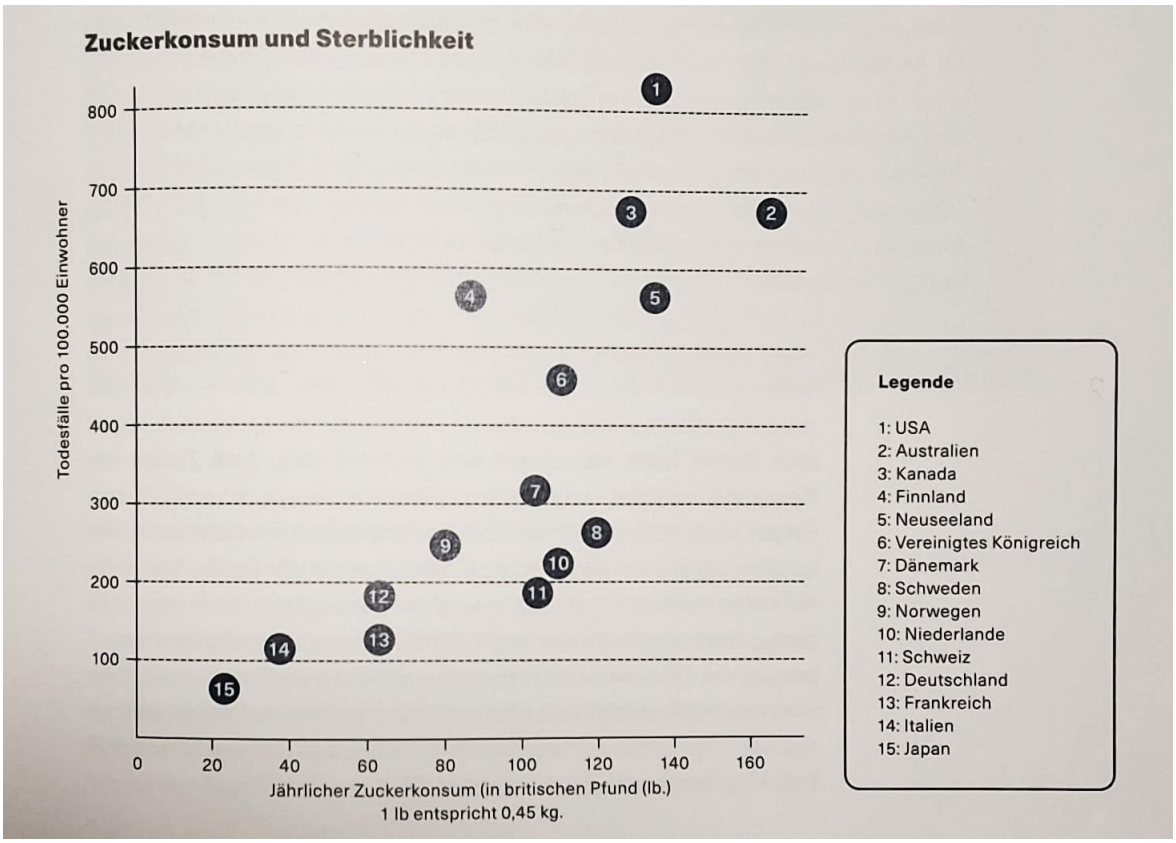

Abbildung 7: Zusammenhang Zuckerkonsum und Sterblichkeitsrate

7.2 KONSEQUENZEN DES LOW-FAT MANTRAS

Alle historischen Experimente, die zu dem schlechten Ansehen von Fetten beigetragen haben, sind rückblickend als extrem fragwürdig einzustufen. Ab 1967 wurde die US-Bevölkerung von der Regierung trotzdem dazu angehalten, weniger Fette zu konsumieren. Im US-Kongress von 1977 wurde dann eine Liste mit Ernährungsempfehlungen herausgegeben, an der sich viele Menschen bis heute orientieren. Die Empfehlungen waren:

1. Übergewicht vermeiden durch Reduktion der Kalorien in der Nahrung
2. Erhöhung von komplexen Kohlenhydraten und natürlich vorkommenden Zuckern von 28 auf 48 Prozent der Gesamtenergie
3. Reduzierung von raffinierten Zuckern um 45%
4. Reduzierung des Fettkonsums von 40 auf weniger als 30 Prozent
5. Reduzierung gesättigter Fette auf 10 Prozent der gesamten Energieaufnahme
6. Reduzierung der Cholesterinaufnahmne auf 300mg/Tag
7. Salz auf 5g/Tag imitieren

Diese Empfehlungen wurden wie gesagt von Menschen auf der ganzen Welt übernommen. Da die Devise aber eigentlich nur „wenig Fett, viele Kohlenhydrate“ lautete, stieg der Insulinspiegel immer weiter und während den letzten 40 Jahren wurden immer mehr Menschen übergewichtig. Mittlerweile kam eine Metaanalyse zu dem Schluss, dass eigentlich keine richtige wissenschaftliche Evidenz zu diesen ersten Ernährungsempfehlungen vorlag und diese auch niemals so hätten veröffentlicht werden dürften.

Der aktuelle Stand der Wissenschaft lässt vielmehr darauf schließen, das Fette sehr gesund sind. Als Beispiel die spanische PREDIMED (Prevención con Dieta Mediterránea) Studie, bei der 7.500 Spanier mit erhöhtem Risiko für Herzinfarkte und Schlaganfälle hatten[61]. Die Hauptbotschaft dieser Studie lautet: Fette machen nicht dick – und schützen sowohl vor Herzinfarkten als auch vor Schlaganfällen. Die Studie wurde randomisiert durchgeführt, die Teilnahmer also per Zufallsprinzip in 3 Gruppen unterteilt:

Gruppe 1: low-fat

- Nahrungsfett auf weniger als 30% der Gesamtenergie reduzieren

Gruppe 2: mediterranes Ernährungsmuster

- Viel Gemüse, viel Fisch
- Zusätzlich täglich 30g Nüsse, Mischung aus Mandeln, Haselnüssen, Walnüssen

Gruppe 3: mediterran mit zusätzlichem Olivenöl

- Mediterrane Ernährungsweise: viel Gemüse, viel Fisch
- Erhielten statt der Nüsse pro Woche einen Liter Olivenöl, sollten möglichst viel davon beim Kochen verwenden und zusätzlich 2-3 Löffel täglich essen (war für die ganze Familie gedacht)

Nach viereinhalb Jahren wurde von der Ethik-Kommission veranlasst, die Studie abzubrechen, weil in der low-fat Gruppe zu viele Herzinfarkte, Schlaganfälle und Herz-Kreislauf-Todesfälle aufgetreten waren – viel mehr als in den anderen Gruppen. Es war also nicht länger ethisch vertretbar dieser Gruppe eine fettreiche Ernährung vorzuenthalten und sie dadurch einem größeren Risiko auszusetzen. Die Olivenölgruppe hatte zudem viel mehr Gewicht verloren. Die PERIMED Studie hatte also vor allem gezeigt, wie gesund die pflanzlichen Fette in Nüssen und Oliven sind. Die PURE (Prospective Urban Rural Epidemology) Studie konnte allerdings beweisen, dass auch tierische Fette gesund sind[62]. Sie hatte weltweit über 130.000 Teilnehmer in 18 Ländern auf 5 Kontinenten. Das Ergebnis war, dass ein hoher Fettkonsum die Sterblichkeit erhöht. Dabei machte es auch kaum einen Unterschied, ob es hauptsächlich gesättigte oder ungesättigte Fettsäuren waren, klar zeigte sich allerdings, dass ein erhöhter Kohlenhydratkonsum mit einer höheren Sterblichkeit einherging. Diese Ergebnisse wurden über 7,5 Jahre ausgewertet und das Team kam zu dem Schluss, dass Menschen die sich zu rund 35% von Fett ernähren ein um 23% geringeres Sterberisiko haben als die, die nur 11% Fett zu sich nehmen.

8 ALTERNATIVE SÜßUNGSMITTEL?

Bei meiner Recherche darüber, ob Zuckerersatzstoffe die Lösung aller Probleme sind, musste ich feststellen, dass man sich darüber uneinig ist. Ich habe mich mit den Meinungen vieler Experten auseinandergesetzt, um festzustellen, dass sie alle eine andere vertreten. Tatsächlich wird auf diesem Gebiet noch sehr viel geforscht, potenzielle Nebenwirkungen der verschiedenen Stoffe sind bisher meistens nur Verdächte. Ich werde hier eine Auswahl der häufigsten und populärsten dieser Stoffe vorstellen.

8.1 ZUCKERAUSTAUSCHSTOFFE

Zuckeraustauschstoffe sind zahnfreundlich, kalorienärmer als Zucker, haben keinen bis wenig Einfluss auf den Blutzuckerspiegel und schmecken trotzdem süß – trotzdem können einige von ihnen Nebenwirkungen haben. Wenn man ihre chemische Struktur beachtet, sind diese Stoffe Alkohole, werden deswegen auch Zuckeralkohole genannt. In der Europäischen Union sind bislang insgesamt acht Zuckeraustauschstoffe zugelassen: Sorbit, Xylit, Isomalt, Maltit, Lactit, Mannit, Erythrit und Polyglycitolsirup. Seit Inkrafttreten der Europäischen Lebensmittel-Informationsverordnung 2014 werden Zuckeraustauschstoffe und Süßstoffe unter dem Begriff „Süßungsmittel“ zusammengefasst. Wenn ein Lebensmittel einen Stoff aus dieser Gruppe enthält, muss es vorschriftsgemäß über den Hinweis „mit Süßungsmittel(n)“ verfügen. Wenn es zusätzlich noch Zucker enthält muss auf dem Etikett „mit Zucker(n) und Süßungsmittel(n)“ stehen. Auf der Zutatenliste muss zusätzlich die Klassenbezeichnung „Süßungsmittel“ und dahinter die verwendete Substanz stehen, alternativ auch die E-Nummer. Dieser Hinweis ist allerdings nur für die Zutatenliste verpflichtend, in der Nährwerttabelle fließen Zuckeraustauschstoffe nur in die Kategorie „Kohlenhydrate“ mit ein. Manche Hersteller vermerken dann darunter den Stichpunkt „Mehrwertige Alkohole“, das geschieht aber wie gesagt freiwillig. Wenn ein Produkt Zuckerausstoffe in Höhe von über 10 Prozent des Gesamtgewichts enthält braucht es einen Warnhinweis über die abführende Wirkung: „Kann bei übermäßigem Verzehr abführend wirken“[63].

8.1.1 Sorbit

Sorbit, auch noch Sorbitol oder Glucitol genannt dient als Süßungs- und Feuchthaltemittel. Es ist auf der Zutatenliste entsprechend seiner Funktion angegeben. Man findet es in Lebensmitteln wie Kaugummi, Pralinenfüllungen, Speiseeis (um den Gefrierpunkt herabzusetzen) und weichen Gebäckarten aber auch in Zahnpasta. Sorbit kommt auch auf natürliche Weise in verschiedenen Obstsorten vor, beispielsweise Pflaumen, Kirschen, Trauben, Äpfel und Birnen. Wenn diese Früchte zu Tockenfrüchten weiterverarbeitet werden haben sie aufgrund des Wasserverlusts prozentual gesehen oft einen verhältnismäßig hohen Sorbit-Gehalt, das muss dann aber auf der Packung nicht vermerkt werden, weil es nicht als Substanz zugesetzt wurde.

Auch Menschen mit einer sehr gesunden Verdauung erleiden Symptome wie Blähungen oder Durchfall, wenn sie mehr als 50 Gramm Sorbit täglich konsumieren. Wenn man empfindlich ist, kann es bereits bei geringen Mengen von unter fünf Gramm zu Bauchkrämpfen kommen. Das liegt daran, dass es teilweise vom Dünndarm resorbiert wird, die unresorbierten Mengen aber weiter in den Dickdarm wandern, wo sie bakteriell zersetzt werden. Weil es aber hygroskopische Eigenschaft hat, zieht unverstoffwechseltes Sorbit Wasser in den Darm, das löst dann Durchfälle aus. Menschen, die Sorbit schlecht vertragen, reagieren meistens auch nicht gut auf andere Zuckeraustauschstoffe.

8.1.2 Xylit

Xylit, auch noch Xylitol oder Birkenzucker, erzeugt ähnlich wie Menthol beim Verzehr einen leichten Kühleffekt auf der Zunge. Der Stoff wird aus Baumteilen hergestellt, weil diese Xylose enthalten (Holzzucker). Mittlerweile werden als Ausgangsstoffe aber häufiger landwirtschaftliche Reststoffe wie entleerte Maiskolben oder Stroh verwendet. Anders als beim Sorbit kann man durch langsame Dosissteigerung die Verträglichkeit allmählich erhöhen, nach einer Gewöhnungszeit ist man also oft in der Lage auch größere Menge beschwerdefrei zu vertragen. Die Resorption erfolgt überwiegend im Dünndarm, bei der Verstoffwechselung von Xylit werden allerdings kleine Mengen an Insulin freigesetzt. Zusätzlich zu der zahnfreundlichen und antikariogen Wirkung von Zuckeralkoholen generell, soll Xylit die Plaque-Entstehung in der Mundhöhle um bis zu 70 Prozent verringern können und kleinere, kariös bedingten Zahnschäden remineralisieren können. Birkenzucker sieht fast genauso aus wie normaler Haushaltszucker, die Kristalle schmecken sehr süß, haben allerdings weniger Kalorien (240kcal/100 Gramm vs. 400kcal/100 Gramm). Er kostet allerdings auch fast das zehnfache des normalen Haushaltszuckers. Für Xylit sind folgende Werbesätze erlaubt, gesundheitsbezogene Angaben müssen der europäischen Health-Claims-Verordnung entsprechen:

- „Der Verzehr von Lebensmitteln/Getränken, die anstelle von Zucker Xylit enthalten, bewirkt, dass der Blutzuckerspiegel nach ihrem Verzehr weniger stark ansteigt als beim Verzehr von zuckerhaltigen Lebensmitteln/Getränken.“
- „Der Verzehr von Lebensmitteln/Getränken, die anstelle von Zucker Xylit enthalten, trägt zur Erhaltung der Zahnmineralisierung bei.“

8.1.3 Isomalt

Isomalt ist ähnlich wie Xylit und hat eine sehr geringe Wirkung auf Glukose- und Insulinspiegel. Es nimmt keine Feuchtigkeit aus der Luft auf, wodurch es nicht verklumpt, es ist deshalb beliebt bei Bonbons.

8.1.4 Erythrit

Verglichen mit allen anderen Zuckeralkoholen gilt Erythrit als besonders gut verträglich. Es ist zudem nahezu kalorienfrei und lässt sich klumpenfrei weiterverarbeiten. Bei Erythrit handelt es sich um die reduzierte Form der Weinsäure, in geringen Mengen befindet es sich auch in einigen Obstsorten und fermentierten Lebensmitteln. Industriell wird es allerdings aus stärkehaltigen Pflanzen wie Mais gewonnen. Die Stärke wird enzymatisch in Glukose und Saccharose aufgespalten und dann mithilfe gentechnisch veränderter Mikroorganismen (Pilze, Hefen) in Erythrit umgewandelt. Unsere Mundbakterien können es nicht zerlegen, es entstehen also keine kariesfördernden Säuren, bei längerer Anwendung soll es sogar zahnpflegend wirken. Seine Süßkraft liegt bei 70 Prozent verglichen mit normalem Zucker und ist mit 20kcal/100 Gramm sehr kalorienarm. Die Resorption von Erythrit erfolgt zu 90% im Dünndarm, es wird unverändert und ohne dass der Blutzuckerspiegel ansteigt über die Nieren ausgeschieden. Nur sehr geringe Mengen gelangen in den Dickdarm, wo es infolge der bakteriellen Zersetzung bei empfindlichen Personen zu Blähungen kommen kann. Im Gegensatz zu den anderen wirkt es in der Regel allerdings erst bei einem täglichen Konsum von 70 Gramm abführend. Es darf nicht Fruchtsaftgetränken eingesetzt werden, weil Getränke den Verdauungstrakt sehr schnell durchlaufen, zudem ist es schlecht löslich in kalten Flüssigkeiten. Es kann auch als Komplexbinder, Feuchthaltemittel, Stabilisator, Geschmacksverstärker und Deckungsmittel verwendet werden. Ein Nachteil von Erythrit ist sein hoher Preis, es kostet ca. einen Euro pro 100 Gramm, für diesen Preis bekommt man ein Kilogramm Haushaltszucker.

Zuckeralkohol	E-Nummer	Verwendung	Süßkraft im Vergleich zu Saccharose
Sorbitol	E420	Süßstoff, Feuchthaltemittel, Stabilisator	0.6
Mannitol	E421	Süßstoff, Feuchthaltemittel	0.5-0.7
Xylitol	E967	Süßstoff, Zahnpflegeprodukte	1.0
Isomalt	E953	Süßstoff, Feuchthaltemittel	0.45
Maltitol	E965	Süßstoff, Feuchthaltemittel	0.9-1.0
Lactitol	E966	Süßstoff, Feuchthaltemittel	0.4-0.6
Erythritol	E968	Süßstoff, Feuchthaltemittel	0.6-0.8
Hydrogeniertes Stärkesirup (HSS)	-	Süßstoff, Verdickungsmittel	0.5-0.7 (abhängig von der Zusammensetzung)

Abbildung 8: Übersicht in der EU zugelassene Zuckeraustauschstoffe

8.2 SÜßSTOFFE

Süßstoffe, auch noch Zuckerersatzstoffe oder non-nutritive sweeteners genannt, sind natürlich vorkommende oder synthetische Verbindungen, die zwar eine hohe Süßkraft aber kaum Kalorien besitzen. Sie gehören zu den Lebensmittelzusatzstoffen und bilden zusammen mit den Zuckeraustauschstoffen die Gruppe der Süßungsmittel, welche bereits im Kapitel über Zuckeraustauschstoffe ausgeführt wurde. Auch hier ist sind die Hinweise „mit Süßungsmittel(n)“ und „mit Zucker/mit einer Zuckerart und Süßungsmittel(n)“ verpflichtend. Auf der Zutatenliste muss die Klassenbezeichnung „Süßungsmittel“ sowie die verwendete Substanz oder ihre E-Nummer vermerkt sein. Wenn ein Produkt Aspartam enthält muss durch einen Warnhinweis auf das enthaltene Phenylalalin aufmerksam gemacht werden, weil beispielsweise Menschen mit der Stoffwechselerkrankung Phenylketonurie (PKU) dieses nicht zu sich nehmen dürfen. Bislang wurden von der Europäischen Union zwölf Süßstoffe als sicher eingestuft: Aspartam, Cyclamat, Saccharin, Acesulfam K, Advantam, Aspartam-Advantem-Salz, Sucralose, Thaumatin, Neohesperidin DC, Neotam und Steviaglycoside. Aus Sicherheitsründen gibt es für all diese Stoffe Höchstwerte für den menschlichen Verzehr; die akzeptable tägliche Aufnahmemenge (englisch: Acceptable Daily Intake = ADI). Der ADI wird in Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht ausgedrückt und bezieht sich auf die tägliche und lebenslange Aufnahme der betreffenden Substanz. Bei Einhaltung dieser Normen braucht man in der Regel keine Angst zu haben, seiner Gesundheit durch den Verzehr von Süßstoffen zu schaden. Auch nach der Zulassung werden diese Stoffe noch regelmäßig von einem Expertengremium geprüft. Um das bestmögliche Geschmackserlebnis zu bieten, werden die Stoffe häufig kombiniert.

Es kursieren viele Theorien, dass Süßstoffe trotz fehlender Kalorien die Gewichtszunahme fördern, weil sie dem Gehirn das Signal „süß“ senden, es somit täuschen und Irritation ausgelöst werden, die Hunger und Appetit nur steigern. Das hat sich bislang allerdings nicht belegen lassen. Es gibt ebenfalls Hinweise darauf, dass Süßstoffe möglicherweise über eine Veränderung der Darmflora einen Einfluss auf die Entstehung des metabolischen Syndroms nehmen könnten. Ergebnisse gibt es diesbezüglich bislang nur aus Tierversuchen, dort hat man gesehen wie sich bei den Tieren die Darmflora bereits nach wenigen Tagen erheblich verändert hatte. In dem Versuch stieg die Anzahl der Bakterien, die vermehrt Kohlenhydrate freisetzen, deren Resorption wiederum den Blutzuckerspiegel ansteigen lässt. Auch aus Tierversuchen stammt die Theorie, Aspartam und Acesulfam könnten zu Störungen im Fett- und Energiestoffwechsel führen[64]. Die DGE spricht sich bisher allerdings noch für den bewussten Einsatz von Süßstoffen bei der Gewichtskontrolle aus[65]. Sie rechnet auch vor, dass sich allein durch das Süßen von Kaffee und Tee mit Süßstoffen anstelle von Zucker jährlich 23.000 kcal einsparen ließen, das entspricht einer Fettgewebsmasse von 3kg[66].

8.2.1 Cyclamat und Saccharin

Cyclamat wird trotz seiner eher geringen Süßkraft (30 bis 50) am häufigsten verwendet, weil es einen besonders natürlichen Geschmack hat. Zudem ist es hitzebeständig und lässt sich daher gut zum Kochen und Backen verwenden. Oft wird es auch mit Saccharin im Verhältnis 10:1 vermischt um seine Süßkraft zu erhöhen, dieses hat nämlich eine relative Süßkraft von 300 bis 500. Wenn man das Saccharin so gering dosiert fällt auch dessen leicht bitter-metallischer Beigeschmack nicht auf.

8.2.2 Aspartam

Aspartam ist am beliebtesten zum Süßen von Erfrischungsgetränken, Milchprodukten und Süßwaren. Es ist nicht hitzebeständig.

8.2.3 Neohesperidin-DC

Neohesperidin-DC stammt von dem in Zitrusfrüchten vorkommenden Flavonoid Neohesperidin. Es wird hauptsächlich als Süßungsmittel in flüssigen Arzneimitteln eingesetzt, weil es hilft, bittere Geschmacksnoten zu überdecken.

8.2.4 Thaumatin

Thaumatin wird gentechnisch aus veränderten Hefen hergestellt, seine Verwendbarkeit ist allerdings durch die Kochinstabilität eingeschränkt. Es hilft ebenfalls Bitterstoffe zu maskieren und ist durch seine lang anhaltende Süße auf der Zunge attraktiv zur Herstellung von Nahrungsergänzungsmitteln und Kaugummi.

Süßstoff	E-Nummer	Süßkraft (verglichen mit Saccharose = 1)	Bemerkungen
Acesulfam-K	E950	200	Hitzestabil, oft in Kombination mit anderen Süßstoffen verwendet
Aspartam	E951	200	Zerfällt bei Hitze, daher nicht für Backwaren geeignet
Cyclamat	E952	30–50	Oft mit Saccharin kombiniert, in einigen Ländern verboten
Saccharin	E954	300–500	Metallischer Nachgeschmack, oft mit anderen Süßstoffen kombiniert
Sucralose	E955	600	Hitzestabil, gut wasserlöslich
Thaumatin	E957	2.000–3.000	Natürlich vorkommendes Protein, langsamer süßer Geschmack
Neohesperidin DC	E959	250–1.800	Bitter-süßer Geschmack, wird in Kombination mit anderen Süßstoffen genutzt
Steviolglycoside	E960	50–300	Aus der Stevia-Pflanze gewonnen, natürlicher Ursprung
Neotam	E961	7.000–13.000	Verwandt mit Aspartam, aber hitzestabil
Advantam	E969	20.000–37.000	Sehr hohe Süßkraft, für viele Anwendungen geeignet

Abbildung 8: Übersicht in der EU zugelassene Zuckerersatzstoffe

8.3 Fazit

Das Ziel einer gesunden Ernährung sollte nicht sein, Zucker durch Zuckeraustauschstoffe zu ersetzen, sondern sich einfach auf „weniger süß“ umzustellen. Gerade die Gewöhnung an Süßes führt dazu, dass noch mehr Lust auf Süßes entsteht und sich Gewohnheiten entwickeln, vor allem bei Kindern – das lässt sich anschließend nicht mehr so leicht abtrainieren.

9 DER RICHTIGE UMGANG MIT ZUCKER

9.1 DIE VIELEN NAMEN VON ZUCKER – SUPERMARKTETIKETTEN RICHTIG LESEN

Im Jahr 2011 wurde die Lebensmittel-Informationsverordnung beschlossen, seit 2014 gilt diese in allen Staaten der Europäischen Union. Diese schreibt für alle Produkte, die in geschlossenen Verpackungen verkauft werden eine Zutatenliste vor, wo die Inhaltsstoffe in absteigender Reihenfolge ihrer enthaltenen Menge, bezogen auf ihren Gewichtsanteil aufgeführt werden. Zusätzlich ist in der EU seit 2016 eine Nährwertkennzeichnung in Form der „Big Seven“ verpflichtend. Jeweils pro 100g bzw. 100 ml müssen dabei Energiegehalt, Fett, davon gesättigte Fettsäuren, Kohlenhydrate, davon Zucker, Eiweiß und Salz genannt werde[67].

Die Besonderheit beim Zucker ist, dass es eine Zuckerartenverordnung, erlassen vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft gibt, die ausdrücklich erlaubt, dass Zucker andere übliche Bezeichnungen tragen darf, „sofern der Verbraucher dadurch nicht irregeführt wird“. Das bedeutet, dass Lebensmittelhersteller das Recht haben, den Zucker praktisch so zu bezeichnen wie sie wollen, wobei das gewählte Wort im Endeffekt nicht mal mehr „Zucker“ enthält. Die in der folgenden Tabelle aufgeführten Namen sind einige häufige, die benutzt werden, um den Zuckergehalt zu verschleiern.

Agavendicksaft	Saccharose	Fruchtzucker	Fructosesirup	Glucose
Polydextrose	Dextrose	Traubensüße	Vanillinzucker	Raffinadezucker
Agavensaft	Melasse	Isoglucose	Galaktose	Glucose-Fructose-Sirup
Maltodextrin	Milchzucker	Invertzucker	Weizendextrin	Invertzuckersirup
Malzextrakt	Fruchtextrakt	Stärkerzucker	Laktose	Karamellsirup
Ahornsirup	Stärkesirup	Invertzuckercreme	Gelierzucker	Haushaltszucker
Rohrzucker	Fruchtsaft	Fructose	Zuckerrübensirup	Rübenzucker
Apfeldicksaft	Molkenerzeugnis	Traubenzucker	Gerstenmalzextrakt	Honig
Malzsirup	Molkenpulver	Fructose-Glucose-Sirup	Zuckerrohrsaft	Kandiszucker
Mannit	Fruchtsaftkonzentrat	Vanillezucker	Maltit	Maissirup
Dextrin	Süßmolkenpulver	karamellisierter Zucker		

Auch Aussagen wie „ohne Zuckerzusatz“ oder „ungesüßt“ sind bei den Hersteller sehr beliebt. In solchen Fällen muss man immer aufpassen, ob das Produkt nicht von sich aus reichlich Zucker enthält, wie beispielsweise Trockenfrüchte. Auch der Hinweis „Mit der Süße von Früchten“ heißt nicht, dass Obst enthalten ist sondern deutet vielmehr auf den Zusatz von Fruktose oder Fruktose-Sirup hin. Es wird oft versucht durch die Inhaltsstoffe „Natur“ zu suggerieren. Ein gutes Beispiel dafür ist Agavensirup, auch noch Agavendicksaft oder Agavennektar genannt, der oft als „gesunder Zucker“ vermarktet wird, weil man argumentiert, dass er den Blutzucker weniger ansteigen lässt. Das stimmt zwar – allerdings aus dem einfachen Grund, dass darin oft bis zu 90% Fruktose enthalten ist, was es keineswegs weniger schädlich macht. Auch der teure Kokosblütenzucker unterscheidet sich hinsichtlich Gesundheit keineswegs vom herkömmlichen, das gleiche gilt für Ahornsirup und auch Apfel- oder Birnensirup, wo der Fruktose-anteil oft bei mindestens 60% liegt. Auch Honig ist keine gesunde Alternative; er enthält in der Regel 70-80% Einfachzucker (Glukose, Fruktose), ca. 8% Mehrfachzucker (Saccharose, Maltose, Melezitose, ...), ca. 18% Wasser und die restlichen 2% bilden dann Pollen, sekundäre Pflanzenstoffe, Enzyme, Proteine usw.[68].

9.2 E-Nummern

Allen in der Europäischen Union zugelassenen Lebensmittelzusatzstoffen wird eine sogenannte E-Nummer zugeordnet. Der Sinn und Vorteil hinter diesem Verfahren ist, dass Zusatzstoffe europaweit identifizierbar sind, unabhängig von der verwendeten Sprache. Insgesamt sind 341 Lebensmittelzusatzstoffe zugelassen und diese sind in 34 Gruppen wie Emulgatoren, Geschmacksverstärker, Konservierungsmittel, Säureregulatoren oder auch Süßungsmittel eingeteilt.

9.3 VERHALTEN IM ALLTAG – WAS KANN MAN TUN?[69]

Wenn man kohlenhydratreiche Lebensmittel isst, gibt es einige Maßnahmen, die man ergreifen kann, damit sich der Einfluss auf den Blutzuckerspiegel in Grenzen hält und man weniger Glukosespitzen erlebt.

- ➔ Stärke- und Zuckerhaltige Lebensmittel tendieren immer dazu, Spitzen auszulösen. Um die Glukosekurve flach zu halten, sollte man diese Kohlenhydrate bewusster konsumieren. Wenn möglich kann man auch versuchen die Zufuhr zu regulieren, indem man beispielsweise nur maximal einmal am Tag eine Mahlzeit isst, wo sie die Hauptkomponente darstellen.

- ➔ Manche Lebensmittel lösen individuell unterschiedliche Reaktionen aus -> nicht jeder erfährt Spitzen im gleichen Ausmaß. Dennoch gibt es Tendenzen.

9.3.1 Reihenfolge

Zwei Mahlzeiten, die die gleichen Nährstoffe und Kalorien enthalten können je nachdem, wie wir die Bestandteile zu uns nehmen sehr unterschiedliche Auswirkungen auf den Körper haben. Wenn man die Komponenten einer Mahlzeit aus Stärke, Ballaststoffen, Protein, Zucker und Fett in einer bestimmten Reihenfolge isst, verringert das die Glukosespitze um 73% und die Insulinspitze um 48%.

Die richtige Reihenfolge ist:

1. Ballaststoffe
2. Proteine & Fette
3. Stärke & Zucker

Die Erklärung ist, dass alles was man isst zuerst im Magen landet und dann in den Dünndarm gelangt (≈ 3 kcal/Minute) wo es zersetzt wird und in den Blutkreislauf aufgenommen wird. Wenn man also zuerst Stärke- oder Zuckermoleküle isst, strömen diese fast direkt in den Darm, wo sie in Glukosemoleküle aufgespalten werden, die sehr schnell in den Blutkreislauf gelangen. -> Glukosespitze. Je mehr Kohlenhydrate man isst (und je schneller man sie zu sich nimmt) desto höher fällt die Glukosespitze aus.

Ballaststoffe werden vom Verdauungstrakt nicht in Glukose aufgespalten. Sie durchlaufen die Verdauung praktisch unverändert. Außerdem setzen sie die Wirksamkeit der ∂-Amylase (das Enzym, das Stärke in Glukosemoleküle aufspaltet) herab, verlangsamen die Magenentleerung und erzeugen eine Art elastisches Netz im Dünndarm, was der Glukose den Übergang in den Blutkreislauf erschwert. Dadurch verlangsamen Ballaststoffe also die Aufspaltung und Aufnahme sämtlicher Glukose -> Glukosespitze fällt geringer aus.

Fetthaltige Lebensmittel verlangsamen ebenfalls die Magenentleerung. Bei Fetten sollten gehärtete und raffinierte Speiseöle gemieden werden -> bspw. Rapsöl, Sonnenblumenöl, Sojaöl, … Stattdessen lieber kaltgepresste öle verwenden.

Die Reihenfolge hilft auch Heißhunger Attacken vorzubeugen. Bei einem Versuch an der Cornell University konnte nachgewiesen werden, dass wenn Stärke und Zucker zuerst gegessen werden, die Konzentration des Hungerhormons Ghrelin bereits 2 Stunden nach der Mahlzeit wieder genauso hoch ist wie zuvor.

- ➔ Kohlenhydrate immer zum Schluss
- ➔ Obst zählt zu Zucker (enthält eine sehr geringe Menge an Ballaststoffen, besteht größtenteils aus Glukose, Fruktose und Saccharose) also auch immer zum Schluss!

Wenn die Mahlzeit kein Gemüse enthält (bspw. ein Teller Spaghetti) ist es eine sehr gute Idee ihr eine Vorspeise hinzuzufügen. Die beste Option ist grünes Gemüse. Wenn man vor den Nudeln ein bisschen Salat ist, hat das bereits enorme positive Auswirkungen auf die Glukosekurve.

9.3.2 Kalorien

Man sollte unbedingt aufhören Lebensmittel nach Anzahl ihrer Kalorien zu beurteilen. Was sagen Kalorien eigentlich aus?

Um zu ermitteln wie viele Kalorien ein Lebensmittel enthält, kann man es in einem Gefäß in ein Wasserbad tauchen und dann anzünden. Dann schaut man, um wieviel Grad sich das Wasser erwärmt. Wenn man diesen Temperaturanstieg mit der Menge an Wasser im Behälter und der Energiekapazität des Wassers (=1 Kalorie/Gramm) multipliziert erhält man die Kalorienanzahl des Lebensmittels.

Ein Satz wie: „Dieser Donut und dieser griechische Joghurt haben gleich viele Kalorien“ bedeutet eigentlich nur „Dieser Donut und dieser griechische Joghurt erwärmen das Wasser um die gleiche Gradanzahl, wenn wir sie verbrennen“.

- ➔ Die Anzahl der Kalorien verweist also lediglich auf die erzeugte Wärme.

Anstatt Kalorien zu zählen, sollte man lieber darauf achten, welche Moleküle man zu sich nimmt. 100kcal aus Glukose, aus Protein oder aus Fett setzen zwar die gleiche Menge an Wärme frei, wirken sich aber trotzdem sehr unterschiedlich auf den Körper aus.

Kalorien aus Fruktose sind beispielsweise auch viel schädlicher als die aus Glukose, Fruktose wird nämlich in viel größerem Ausmaß in Fett umgewandelt, löst mehr Entzündungen aus und lässt die Zellen schneller altern. Wir können unserer Mahlzeit also bedenkenlos Kalorien hinzufügen, solange es die richtigen sind (Ballaststoffe und Fette), sie also helfen die ausgelöste Glukosespitze zu reduzieren. Das sorgt dann auch dafür dass man nach der Mahlzeit länger satt bleibt und danach weniger Kalorien in Form von Snacks zu sich nimmt die den Blutzucker nur wieder steigen lassen würden.

9.3.3 Das richtige Frühstück

In westlichen Ländern fällt das Frühstück oft süß aus, in Form von beispielsweise Frühstücksflocken, Gebäckstücken, Marmeladentoasts, Smoothies, Fruchtsaft, süßem Porridge, Bananenbrot oder Müsli. Wir essen also morgens oft nur Zucker und Stärke = massenhaft Glukose. Viele Leute denken, dass morgens etwas Süßes zu essen ihnen Energie verleiht. Das funktioniert aber eigentlich nicht so, weil das Insulin, das durch die süße Mahlzeit ausgeschüttet wird soll den Körper ja vor den Auswirkungen der Glukose schützen und entzieht sie deswegen dem Blutkreislauf, um sie in Form von Glykogen oder Fett einzulagern.

Man hat in vielen Experimenten diesbezüglich bereits Ernährungsweisen miteinander verglichen und dabei festgestellt, dass je mehr Kohlenhydrate die Mahlzeit enthält, desto weniger Energie steht nach der Verdauung im Kreislauf zur Verfügung. Mehr Zucker zum Frühstück bedeutet also weniger Energie.

Morgens (auf nüchternen Magen) reagieren wir am sensibelsten auf Glukose: Zucker und Stärke zum Frühstück verursachen also die schlimmste Spitze des Tages. Ein Frühstück, das eine ausgeprägte Glukosespitze auslöst lässt uns schneller wieder hungrig werden und bringt den Blutzuckerspiegel für den Rest des Tages aus dem Gleichgewicht, sodass Mittag- und Abendessen ebenfalls starke Spitzen verursachen.

Die beste Wahl ist es, ein herzhaftes Frühstück zu sich zu nehmen = Proteine, Ballaststoffe, Fette – optional auch Stärke und Obst aber dann am besten zum Schluss.

Beispiele:
- Vollfettjoghurt mit Obstschnitzen und etwas Tahini
- Griechischer Joghurt mit Nussbutter und ein paar Beeren
- Eine halbe Avocado, drei Esslöffel Hummus, Olivenöl, Salz
- Räucherlachs mit Avocado und Tomaten
- Gebratener Halloumi mit Tomaten und Salat
- Quinoa Porridge mit Spiegelei
- Rührei mit zerkrümeltem Ziegenkäse
- Warme Linsen mit einem Spiegelei
  - ➔ Proteine: griechischer Joghurt, Tofu, Fleisch, Aufschnitt, Käse, Nussbutter, Nüsse, Kerne, Eier,...
  - ➔ Fett: Butter, Olivenöl, Avocado, Chiasamen, Leinsamen,...

Aufpassen mit Hafermilch (sie besteht aus Getreide = mehr Kohlenhydrate), verursacht häufig enorme Spitzen.

- ➔ Das gilt nicht nur für Frühstück sondern auch für „Snacks“ (Falls man nicht darauf verzichten kann) diese sollten auch immer lieber herzhaft als süß sein

9.3.4 Essig

Ein Esslöffel Essig in einem Glas Wasser ein paar Minuten vor einer Zuckerhaltigen Mahlzeit hält die Glukosekurve flach und den Insulinspiegel niedrig = weniger Heißhungerattacken und angeregte Fettverbrennung.

Das mit dem Essig wirkt, weil die Essigsäure die ∂-Amylase zeitweilig deaktiviert und dann Zucker und Stärke nicht so schnell in Glukose umgewandelt werden. Essigsäure, die sich im Blutkreislauf befindet, dringt auch in die Muskeln vor und bringt diese dazu, schneller Glykogen zu produzieren, sodass überschüssige Glukose schneller aufgenommen wird. -> Es ist weniger Glukose im Blut unterwegs = Glukosespitze fällt geringer aus.

- ➔ Am beliebtesten ist Apfelessig (wegen des Geschmacks), viele Leute bevorzugen heißes Wasser
- ➔ Gilt auch für stärkehaltige Mahlzeiten (bspw. Nudeln)
- ➔ Man muss das Glas maximal 20 Minuten vor, während oder weniger als 20 Minuten nach der Mahlzeit austrinken
- ➔ Man kann die Menge langsam steigern
- ➔ Man kann den Essig auch in Form von Salatdressing konsumieren
- ➔ Manche Leute vertragen den Essig nicht gut, er kann die Magenschleimhäute reizen oder Sodbrennen auslösen
- ➔ Kombucha gilt nicht weil er weniger als 1% Essigsäure enthält
- ➔ Zitronensaft enthält keine Essigsäure -> gilt nicht als Essig !

9.3.5 Bewegung nach dem Essen

Je mehr Energie ein Muskelverbraucht, desto mehr Glukose benötigt er (Die Mitochondrien in den Zellen können auch aus anderen Substanzen wie bspw. Fett Energie gewinnen, aber wenn Glukose verfügbar ist stellt sie die schnellste und bevorzugte Option dar). Wie schnell man die Glukose verbrennt hängt davon ab wie schwer der Körper arbeitet und wieviel ATP er benötigt. Nachdem wir dem Körper durch eine Mahlzeit Glukose zugeführt haben gibt es 2 Szenarien wie er damit umgeht. Wenn wir herumsitzen, wenn die Spitze ihren Höhepunkt erreicht strömt die Glukose in die Zellen wo sie die Mitochondrien überfordert und so entstehen freie Radikale, die Entzündungswerte steigen und die überschüssige Glukose wird in Leber, Muskeln oder Fettgewebe eingelagert. Wenn wir allerdings die Muskeln betätigen während die Glukose vom Darm in den Blutkreislauf übergeht erhöht sich die Verbrennungskapazität der Mitochondrien. Sie sind dann nicht so schnell überfordert und nutzen die zusätzliche Glukose, um ATP zu produzieren und die Muskeln mit Energie zu versorgen. Die Glukosekurve verläuft dadurch auch sehr viel flacher. In einer Studie aus dem Jahr 2018 hat sich die Glukosekurve bei einer aeroben Tätigkeit wie bspw. Gehen um 3-27% verringert. Widerstandsübungen (Liegestütze, Kniebeugen, Gewichtheben,...) können die Spitze bis um 30% verringern und in den folgenden 24 Stunden bis um 35%.

Normalerweise benötigen Muskeln Insulin um Glukose einzulagern aber wenn sie gerade arbeiten können sie Glukose ohne Hilfestellung aufnehmen. Der Insulinspiegel bleibt also auch niedriger, je mehr Muskeln sich zusammenziehen.

- ➔ Ein Spaziergang von 10 Minuten reicht bereits aus
- ➔ Die Bewegung muss innerhalb von 70 Minuten nach dem Essen geschehen

9.3.6 Nackte Kohlenhydrate vermeiden

Wenn wir Kohlenhydrate essen (bspw. eine Schale Reis) sollten wir diese nicht allein („nackt“) essen, sondern der Mahlzeit immer „Kleidung “ (= Fett, Proteine, Ballaststoffe) hinzufügen. Das sorgt dann auch schon dafür dass die Glukose langsamer vom Körper absorbiert wird.

Beim Verzehr von nackten Kohlenhydraten sinkt der Ghrelinwert (Hungerhormon) und steigt dann aber sehr schnell wieder an, sodass wir am Ende hungriger sind, als wir es vor der Mahlzeit waren.

Es hat auch sehr positive Auswirkungen auf die Glukosekurve, wenn wir Obst zusammen mit „Kleidung“ essen. Eine sehr einfache aber effektive Methode sind bspw. Nüsse oder Nussbutter.

10 VIER WOCHEN ZUCKERFREI – EIN STUDIENBERICHT

Um die Auswirkungen des Zuckerkonsums selber erleben, visualisieren und dokumentieren zu können habe ich entschlossen, einen Versuch zu machen bei dem ich zusammen mit 22 Studienteilnehmer*innen während 28 Tagen auf Zucker verzichtet habe. Viele Teilnehmer*innen arbeiteten außerdem mit den „Hacks“ und überwachten sogar kontinuierlich ihren Blutzuckerspiegel. Zu Anfang erhielten die Teilnehmer*innen eine 10-seitige Infobroschüre[*], die ihnen die Auswirkungen des Blutzuckerspiegels erklärt hat und auch die oben beschriebenen Maßnahmen („Hacks“) zur besseren Regulierung der Glukose erläuterte. Zur Dokumentation erstellte ich ein System, bestehend aus zwei Dokumenten:

1. **Ernährungstagebuch**

   Hier sollten alle konsumierten Nahrungsmittel zusammen mit der Uhrzeit des Verzehrs festgehalten werden. Zusätzlich fügte ich eine Spalte ein die ermöglichte eventuell befolgte „Hacks“ zu dokumentieren.

Datum	***Frühstück***	***Mittagessen***	***Abendessen***	***Zusätzliche „Hacks“***	
Zeit:					
Konsumierte Nahrungsmittel				**Reihenfolge**	
				Bewegung	
Snacks + Drinks (+ Zeit)				**Essig**	

Abbildung 9: Von mir erstellte Vorlage für das Ernährungstagebuch

[*] Die von mir erstellte Infobroschüre ist im Anhang zu finden

2. Tabelle zur Nachverfolgung des körperlichen Wohlbefindens

Um die körperlichen Veränderungen nachverfolgen zu können erstellte ich eine Tabelle. Hier sollten die Teilnehmer täglich ankreuzen inwieweit sich die aufgeführten Symptome verändert hatten.

	Mo 06.01.2025	Di 07.01.2025	Mi 08.01.2025	Do 09.01.2025	Fr 10.01.2025
Heißhungerattacken					
Schlafqualität					
Energie					
Körperlich Verfassung					
Stimmungsschwankungen					
Andere:					
Beeinträchtigungen (bspw. Grippe)					
Andere Bemerkungen					

Legende:	++	viel besser als sonst
	+	besser als sonst
	0	keine Veränderung
	-	schlechter als sonst
	--	viel schlechter als sonst

Abbildung 10: Ein Ausschnitt der Tabelle zur Nachverfolgung des Wohlbefindens während der Studiendauer mit Legende

Nach Abschluss der vier Wochen bat ich die Teilnehmer*innen, mir eine Zusammenfassung ihrer Beobachtungen anhand der ausgefüllten Dokumente zu geben. Anschließend habe ich basierend auf diesen Rückmeldungen eine weitere Tabelle erstellt, wo sie die aufgeführten Symptome rückblickend betrachtet noch einmal bewerten sollten. Mit diesen Ergebnissen habe ich dann die Auswertung vorgenommen.

Bewertung	++	+	0	-	--
Schlafqualität					
Stimmungsschwankungen					
Heißhungerattacken					
Energie					
Körperliche Verfassung					
Mentale Verfassung					
Gewichtsverlust					
Bedürfnis nach Zucker					

Abbildung 11: Tabelle zur Abschlussbewertung der Symptome während der Studie

10.1 Erfahrungsbericht und Auswertung

Die Studie war für keine teilnehmende Person eine negative Erfahrung. Ich selbst war unfassbar überrascht darüber, wie positiv sich mein eigenes Empfinden während dieser Zeit entwickelt hat. Zuvor musste ich beispielsweise alle zwei Stunden etwas essen, um keinen Hungeranfall zu bekommen – ohne Zucker kam ich nach einer Eingewöhnungsphase mit nur drei Mahlzeiten am Tag aus. Insgesamt brauchten die meisten eine solche Eingewöhnungsphase, um sich anzupassen, diese dauerte im Durchschnitt 1-3 Tage. Insgesamt acht Teilnehmer maßen während der Studie für mindestens zwei Wochen ihren Blutzucker und testeten die „Hacks“ – alle berichteten dadurch von einer signifikanten Abflachung ihrer Glukosekurve nach kohlenhydrathaltigen Mahlzeiten. Außerdem stellten einige dieser Leute fest, dass ihr Nüchternblutzucker, wenn er anfangs noch hoch lag, teilweise nach zwei Wochen schon um bis zu 20mg/dl gesunken war.

Eine Teilnehmerin war eine Diabetes-Typ-1 Patientin, sie berichtete, dass sie bei einem Fall von Unterzucker jetzt viel weniger Zucker zu sich nehmen musste, um den Glukosespiegel zu normalisieren. Eine andere Teilnehmerin leidet an Arthritis und erlebte während der gesamten Studiendauer kein einziges Mal Gelenkschmerzen. Vier der Teilnehmer leiden regelmäßig an Migräneanfällen, sie berichteten nur maximal einen Migräneanfall während der vier Wochen erlebt zu haben. Manchen ist auch eine Verbesserung ihres Hautbildes aufgefallen. Körperliche Veränderungen machten sich vor allem am Bauch bemerkbar; ich erhielt viele Berichterstattungen über weniger Beschwerden wie Blähungen und Magensäure, zudem stellten viele einen Fettverlust in dieser Region fest.

Da es für so viele eine derart positiv Erfahrung war, beschloss ein Großteil der Teilnehmer, die Regeln so gut wie möglich weiter zu verfolgen und die „Hacks“ in ihren Alltag zu integrieren.

Bei der Datenanalyse fiel auf, dass die „junge“ Teilnehmergruppe unter 25 Jahren in den meisten Punkten weit weniger Veränderungen erlebte als die ältere mit Teilnehmern über 25 Jahren. Man muss natürlich immer im Hinterkopf behalten, dass es für Bereiche wie beispielsweise „mentale Verfassung“ immer externe Faktoren gibt, die diese maßgeblich beeinflussen können. Manche Teilnehmer*innen berichteten mir auch davon, dass ihre teils negative Bewertung in diesen Bereichen auf andere Ereignisse zurückzuführen waren, die nichts mit ihrem Lebensstil, beziehungsweise ihrer Ernährung zu tun hatten. Ich habe mich dennoch dazu entschlossen, alle Daten in dieser Analyse zu integrieren.

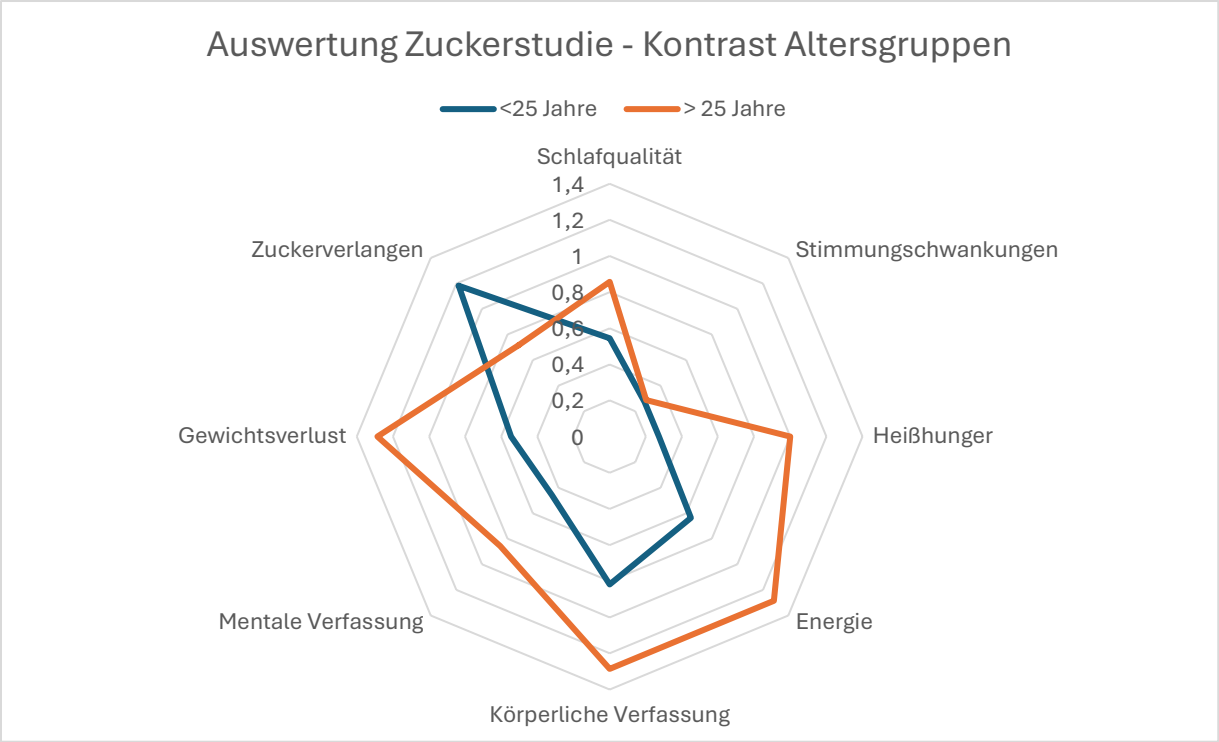

Abbildung 12: Netzdiagramm zur Veranschaulichung des Kontrasts zwischen der beiden Altersgruppen

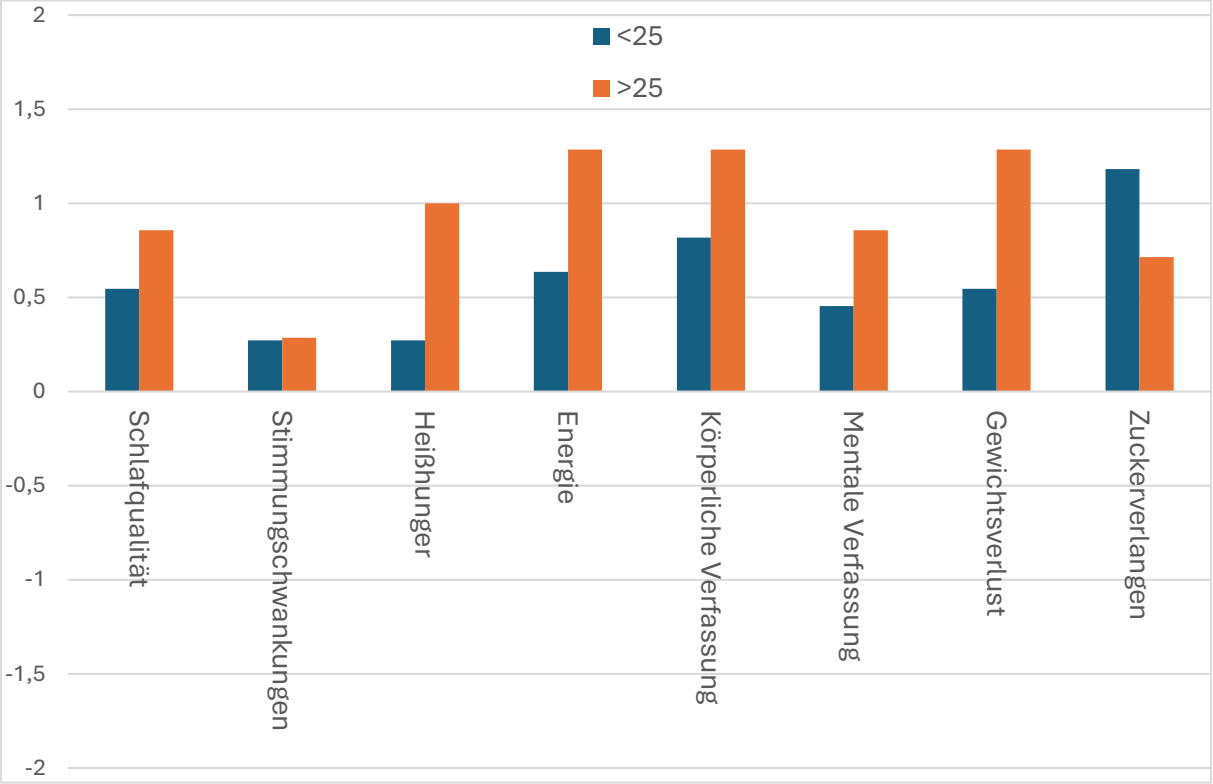

Abbildung 13: Balkendiagramm zur Veranschaulichung des Kontrasts zwischen der beiden Altersgruppen

Ich bin mir natürlich bewusst, dass meine „Studie“ keineswegs mit einer richtig angelegten, standardisierten Statistik gleichzusetzen ist und meine Analyse schon allein aufgrund des sehr geringen Zeitraums von vier Wochen nicht wirklich repräsentativ ist. Dennoch hat man nach dieser sehr kurzen Zeit schon erhebliche Veränderungen feststellen könnte, wie die oben aufgeführten Diagramme beweisen.

Ich möchte mich herzlichst bei allen Teilnehmer*innen bedanken, ohne deren Einsatz diese Erkenntnisse nicht möglich gewesen wären.

11 DISKUSSION

Inspiriert hat mich anfangs die Allgegenwärtigkeit des Zuckers in unserer Ernährung. Ich war mir wie viele andere Leute der Tatsache bewusst, dass ein übermäßiger Konsum ungesund ist, habe die gesundheitlichen Folgen bisher allerdings immer nur mit Karies und Gewichtszunahme assoziiert. Über den reellen Einfluss des Zuckers auf unsere Gesundheit wusste ich, als ich angefangen habe, praktisch gar nichts – und während dem Verfassen dieser Arbeit, wurde mir auch bewusst warum. Die Zuckerindustrie, deren Markt laut einem Bericht von *MarketsandMarkets* bis 2028 auf 59,1 Milliarden US-Dollar wachsen soll, hat selbstverständlich kein Interesse daran, dass diese Informationen verbreitet werden. Die Tatsache, dass nicht nur der Konsum von Haushaltszucker, sondern viel mehr ein schwankender Glukosespiegel ausschlaggebend für unsere Gesundheit ist, hat mich ebenfalls kalt erwischt. Wie die der meisten, bestand meine Ernährung hauptsächlich aus Kohlenhydraten – entsprechend schockiert war ich, als ich bei der Messung meines Blutzuckers feststellte, dass ein einfacher Teller Nudeln mit Tomatensauce diesen in weniger als zehn Minuten um mehr als 80mg/dl ansteigen ließ.

In unserer Gesellschaft muss ein Umdenken geschehen, um unsere- und die Gesundheit zukünftiger Generationen zu schützen. Der Zucker ist allerdings mittlerweile so tief in unserer Kultur verankert, dass es schwer ist diesbezüglich Veränderungen herbeizuführen. Auf der einen Seite steht die Nahrungsmittelindustrie, die im Zucker einen Stoff gefunden hat, der ihr eine ungeheure Macht über die größtenteils sehr unaufgeklärten Verbraucher gibt. Auf der anderen sind die Konsumenten, die vom Zucker sozusagen abhängig sind und dazu verführt werden, immer mehr davon zu sich zu nehmen. Das Zuckerproblem ist so schwer in den Griff zu bekommen, dass mittlerweile vermehrt Fragen über eine Regulierung, wie es bei Zigaretten und Alkohol der Fall ist, in den Raum geworfen werden. Ein anderer Ansatz wäre auch, ihn als Zusatzstoff anstatt als Grundnahrungsmittel zu bezeichnen. Weil derartige Restriktionen aber oft den gegenteiligen Effekt erzielen und für Unmut in der Bevölkerung sorgen, würde ich persönlich es eher für sinnvoll halten, eine Zuckersteuer einzuführen. Auch wenn umstritten ist, wie groß die Wirkung auf das Konsumverhalten tatsächlich ist, gibt es auch Beispiele, die zeigen, dass es funktioniert: In Mexiko senkte die 2014 eingeführte Steuer den Konsum von Softdrinks um 7,6% und in Großbritannien veranlasst sie die Hersteller seit 2018 dazu, den Zuckergehalt in süßen Getränken zu reduzieren. Eine solche Steuer würde zudem volkswirtschaftliche Kosten senken und das Gesundheitssystem könnte enorm entlastet werden – man würde jährlich mehrere Milliarden einsparen.

Auch wenn ich durch diese Arbeit dafür plädiere, aufgrund der massiven gesundheitlichen Nebenwirkungen den Zuckerkonsum so weit wie möglich einzuschränken, bin ich dennoch der Meinung, dass eine zu gezwungen restriktive Ernährungsform ungesund ist. In den meisten Fällen führen zu strenge Regeln zu immer mehr Wegen, diese zu umgehen. Derartige Diäten sind oft einseitig und nicht nachhaltig durchhaltbar, führen im Zweifelsfall sogar zu einem gestörten Essverhalten und psychischer Belastung. Den Schlüssel für ein nachhaltig gesundes Essverhalten sehe ich in der Aufklärung: die Menschen müssen ein Verständnis und Bewusstsein für was und wie sie essen entwickeln.

Das Ziel dieser Arbeit war es zu illustrieren, wie unsere falschen Ernährungsentscheidungen bezüglich Zucker unserem körperlichen und mentalen Wohlbefinden weit mehr schaden als den meisten bewusst ist. Das hat klar gemacht, wie groß die Rolle des Zuckers in all diesen Prozessen tatsächlich ist. Ich hoffe, dass sie mehr Aufklärung darüber verschaffen konnte, wie genau dieser Stoff uns schadet und wie man das verhindern kann.

12 ANHANG

28 Tage zuckerfrei – INFO

Ziel: Herausfinden ob sich Tendenzen bei den Auswirkungen einer zuckerfreien Ernährung feststellen lassen.

Was ist Zucker?

Zucker ist nicht nur der kristalline Haushaltszucker (Saccharose), den wir zum Süßen verwenden. Zucker sind eine Kategorie von Kohlenhydraten, es gibt allerdings sehr viele verschiedene Arten von Zucker. Hier ist der wichtigste Glukose, dieser dient nämlich als Baustein für viele andere Zucker. Glukose ist ein Einfachzucker, genau wie Fruktose. Die Verbindung aus Fruktose und Glukose ist die Saccharose. Stärke ist ein Mehrfachzucker, der aus einer Kette von Glukosemolekülen besteht, die in der Verdauung gespalten werden um Energie zu liefern. Stärke befindet sich in komplexen Kohlenhydraten wie bspw. Nudeln oder Reis.

Glukose ist die bevorzugte Energiequelle unserer Zellen und unverzichtbar (Bei einem Mangel kann der Körper aber auch Fette und Proteine zu Glukose umwandeln = Glukoneogenese). Fruktose hingegen ist nicht notwendig für unseren Körper .

Im Rahmen dieses Versuches konzentrieren wir uns auf Glukose, Fruktose, Saccharose und Stärke.

➔ **Zucker ist Zucker,** Honig, Ahornsirup, Agavendicksaft, Kokosblütenzucker, Melasse, Palmzucker, Rohrzucker, Rübenzucker, Vollrohrzucker, ... Gelten alle als Zucker

Grundsätzliche Regeln:

1. Es darf keine Saccharose (Haushaltszucker) konsumiert werden
2. Der *gemäßigte* Verzehr von Fructose (in Form von Obst) ist erlaubt
3. (Industriell) verarbeitete Lebensmittel sind verboten (bzw. sollten so weit wie möglich unbedingt gemieden werden)
4. Es sollte auch auf Zuckerersatzstoffe und Süßungsmittel verzichtet werden (bspw. Cola Zero)
5. Für die bestmöglichen Ergebnisse, sollte man auch versuchen seinen Blutzucker stabil zu halten (siehe unten)

Was ist mit Obst?

Zucker ist Zucker, egal, ob er aus Mais oder Rüben gewonnen und dann zu weißen Krümeln kristallisiert wird, oder ob er aus Orangen stammt und in flüssiger Form dargereicht wird. Unabhängig von der Pflanze aus der sie stammen sind Glukose- und Fruktosemoleküle immer schlecht für uns. Wenn wir schon Zucker essen wollen ist Obst **im ganzen** aber immer die beste Wahl. Früchte **am Stück** enthalten nämlich meistens nicht allzu viel Zucker und man kommt normalerweise nicht auf die Idee 3 Äpfel oder 3 Bananen auf einmal zu essen – eine Menge die für Smoothies oder Säfte allerdings nicht ungewöhnlich ist. Selbst wenn man so viel Obst essen würde, würde die Verdauung immer noch länger dauern, weil essen immer langsamer ist als Trinken. Wenn wir Obst Mixen oder Pürieren werden die Ballaststoffketten zu winzigen Partikeln pulverisiert, die ihre Schutzfunktion dann nicht mehr richtig erfüllen können. In getrocknetem, püriertem oder ausgepresstem Obst sind die Ballaststoffe entfernt und der Zucker konzentriert, er gelangt also sehr schnell in unser System. Obst in einer solchen Form sollte man als Süßigkeit oder Nachtisch sehen. Ein Glas Orangensaft (ca. 3 Orangen) enthält 24 Gramm Zucker, soviel ist auch in einer Dose Coca-Cola.

„Ja, Fruchtsaft enthält Vitamine, aber wer den Saft deswegen trinkt, müsste auch den Wein wegen der Oxidantien darin trinken“

- ➔ Je weiter eine Frucht von ihrem natürlichen Zustand entfernt ist, desto schlechter ist sie für uns. Apfel > Apfelmus > Apfelsaft
- ➔ American Heart Association empfiehlt täglich MAXIMAL 25g Zucker für Frauen und 36g für Männer
- ➔ Smoothies sind prinzipiell nicht ungesund, sie müssen dann aber genügend Proteine, Fette und Ballaststoffe enthalten (Gemüse > Obst)
- ➔ Obst mit vielen Ballaststoffen und weniger Zucker sind am besten für einen konstante Glucosespiegel, bspw. Beeren, Zitrusfrüchte und säuerliche äpfel
- ➔ Tropische Früchte haben einen sehr hohen Zuckergehalt (bspw. Mango, Ananas) -> Nachtisch

Um die bestmöglichen Fortschritte zu erzielen sollte man ebenfalls versuchen seinen Blutzuckerspiegel (Glukosespiegel) möglichst stabil zu halten (-> siehe unten warum ein nicht stabiler Blutzuckerspiegel schlimm ist)

- ➔ **Eine Glukosespitze ist der schnelle Anstieg und Einbruch der Glukosekonzentration im Blut nach dem Essen** (ab einem Anstieg von 30mg/dl).
- ➔ Ein gesunder Nüchternblutzucker liegt unter 100mg/dl, 100-126mg/dl gilt als Prädiabetes und über 126mg/dl ist Diabetes Typ II

1. **<u>Reihenfolge</u>**

Zwei Mahlzeiten, die die gleichen Nährstoffe und Kalorien enthalten können je nachdem, wie wir die Bestandteile zu uns nehmen sehr unterschiedliche Auswirkungen auf den Körper haben. Wenn man die Komponenten einer Mahlzeit aus Stärke, Ballaststoffen, Protein, Zucker und Fett in einer bestimmten Reihenfolge isst, verringert das die Glukosespitze um 73% und die Insulinspitze um 48%. *(Studie Cornell University, 2015)*
Die richtige Reihenfolge ist:

4. Ballaststoffe
5. Proteine & Fette
6. Stärke & Zucker

Die Erklärung ist, dass alles was man isst zuerst im Magen landet und dann in den Dünndarm gelangt (≈ 3 kcal/Minute) wo es zersetzt wird und in den Blutkreislauf aufgenommen wird. Wenn man also zuerst Stärke- oder Zuckermoleküle isst, strömen diese fast direkt in den Darm, wo sie in Glukosemoleküle aufgespalten werden, die sehr schnell in den Blutkreislauf gelangen. -> Glukosespitze. Je mehr Kohlenhydrate man isst (und je schneller man sie zu sich nimmt) desto höher fällt die Glukosespitze aus.

Ballaststoffe werden vom Verdauungstrakt nicht in Glukose aufgespalten. Sie durchlaufen die Verdauung praktisch unverändert. Außerdem setzen sie die Wirksamkeit der ∂-Amylase (das Enzym, das Stärke in Glukosemoleküle aufspaltet) herab, verlangsamen die Magenentleerung und erzeugen eine Art elastisches Netz im Dünndarm, was der Glukose den Übergang in den Blutkreislauf erschwert. Dadurch verlangsamen Ballaststoffe also die Aufspaltung und Aufnahme sämtlicher Glukose -> Glukosespitze fällt geringer aus.

Fetthaltige Lebensmittel verlangsamen ebenfalls die Magenentleerung. (Bei Fetten sollten gehärtete und raffinierte Speiseöle gemieden werden -> bspw. Rapsöl, Sonnenblumenöl, Sojaöl,... Stattdessen lieber kaltgepresste öle verwenden)

Die Reihenfolge hilft auch Heißhunger Attacken vorzubeugen. Bei einem Versuch an der Cornell University konnte nachgewiesen werden, dass wenn Stärke und Zucker zuerst gegessen werden, die Konzentration des Hungerhormons Ghrelin bereits 2 Stunden nach der Mahlzeit wieder genauso hoch ist wie zuvor.

- ➔ Kohlenhydrate immer zum Schluss
- ➔ Obst zählt zu Zucker (enthält eine sehr geringe Menge an Ballaststoffen, besteht größtenteils aus Glukose, Fruktose und Saccharose) also auch immer zum Schluss!

2. **Kalorien**

Man sollte unbedingt aufhören Lebensmittel nach Anzahl ihrer Kalorien zu beurteilen. -> Was sagen Kalorien eigentlich aus?
Um zu ermitteln wie viele Kalorien ein Lebensmittel enthält, kann man es in einem Gefäß in ein Wasserbad tauchen und dann anzünden. Dann schaut man, um wieviel Grad sich das Wasser erwärmt. Wenn man diesen Temperaturanstieg mit der Menge an Wasser im Behälter und der Energiekapazität des Wassers (=1 Kalorie/Gramm) multipliziert erhält man die Kalorienanzahl des Lebensmittels.
Ein Satz wie: „Dieser Donut und dieser griechische Joghurt haben gleich viele Kalorien " bedeutet eigentlich nur „Dieser Donut und dieser griechische Joghurt erwärmen das Wasser um die gleiche Gradanzahl, wenn wir sie verbrennen".
➔ Die Anzahl der Kalorien verweist also lediglich auf die erzeugte Wärme.

Anstatt Kalorien zu zählen, sollte man lieber darauf achten, welche Moleküle man zu sich nimmt. 100kcal aus Glukose, aus Protein oder aus Fett setzen zwar die gleiche Menge an Wärme frei, wirken sich aber trotzdem sehr unterschiedlich auf den Körper aus.

Kalorien aus Fruktose sind beispielsweise auch viel schädlicher als die aus Glukose, Fruktose wird nämlich in viel größerem Ausmaß in Fett umgewandelt, löst mehr Entzündungen aus und lässt die Zellen schneller altern. Wir können unserer Mahlzeit also bedenkenlos Kalorien hinzufügen, solange es die richtigen sind (Ballaststoffe und Fette), sie also helfen die ausgelöste Glukosespitze zu reduzieren. Das sorgt dann auch dafür dass man nach der Mahlzeit länger satt bleibt und danach weniger Kalorien in Form von Snacks zu sich nimmt die den Blutzucker nur wieder steigen lassen würden.

3. **Grüne Vorspeise**

Wie bereits bei der Reihenfolge erwähnt sollte man immer mit den Ballaststoffen anfangen. Aber wenn die Mahlzeit kein Gemüse enthält (bspw. ein Teller Spaghetti) ist es eine sehr gute Idee ihr eine Vorspeise hinzuzufügen. Die beste Option ist grünes Gemüse. Wenn man vor den Nudeln ein bisschen Salat ist, hat das bereits enorme positive Auswirkungen auf die Glukosekurve.

4. **<u>Das richtige Frühstück</u>**

In westlichen Ländern fällt das Frühstück oft süß aus, in Form von beispielsweise Frühstücksflocken, Gebäckstücken, Marmeladentoasts, Smoothies, Fruchtsaft, süßem Porridge, Bananenbrot oder Müsli. Wir essen also morgens oft nur Zucker und Stärke = massenhaft Glukose. Viele Leute denken, dass morgens etwas Süßes zu essen ihnen Energie verleiht. Das funktioniert aber eigentlich nicht so, weil das Insulin, das durch die süße Mahlzeit ausgeschüttet wird soll den Körper ja vor den Auswirkungen der Glukose schützen und entzieht sie deswegen dem Blutkreislauf, um sie in Form von Glykogen oder Fett einzulagern.

Man hat in vielen Experimenten diesbezüglich bereits Ernährungsweisen miteinander verglichen und dabei festgestellt, dass je mehr Kohlenhydrate die Mahlzeit enthält, desto weniger Energie steht nach der Verdauung im Kreislauf zur Verfügung. Mehr Zucker zum Frühstück bedeutet also weniger Energie.

Morgens (auf nüchternen Magen) reagieren wir am sensibelsten auf Glukose, Zucker und Stärke zum Frühstück verursachen die schlimmste Spitze des Tages. Ein Frühstück, das eine ausgeprägte Glukosespitze auslöst lässt uns schneller wieder hungrig werden und bringt den Blutzuckerspiegel für den Rest des Tages aus dem Gleichgewicht, sodass Mittag- und Abendessen ebenfalls starke Spitzen verursachen.

Die beste Wahl ist es, ein herzhaftes Frühstück zu sich zu nehmen = Proteine, Ballaststoffe, Fette – optional auch Stärke und Obst aber dann am besten zum Schluss.

Beispiele:

- Vollfettjoghurt mit Obstschnitzen und etwas Tahini
- Griechischer Joghurt mit Nussbutter und ein paar Beeren
- Eine halbe Avocado, drei Esslöffel Hummus, Olivenöl, Salz
- Räucherlachs mit Avocado und Tomaten
- Gebratener Halloumi mit Tomaten und Salat
- Quinoa Porridge mit Spiegelei
- Rührei mit zerkrümeltem Ziegenkäse
- Warme Linsen mit einem Spiegelei

➔ Proteine: griechischer Joghurt, Tofu, Fleisch, Aufschnitt, Käse, Nussbutter, Nüsse, Kerne, Eier,...

➔ Fett: Butter, Olivenöl, Avocado, Chiasamen, Leinsamen,...

Aufpassen mit Hafermilch (sie besteht aus Getreide = mehr Kohlenhydrate), verursacht häufig enorme Spitzen.

➔ Das gilt nicht nur für Frühstück sondern auch für „Snacks“ (Falls man nicht darauf verzichten kann) diese sollten auch immer lieber herzhaft als süß sein

5. **Essig**

Ein Esslöffel in einem Glas Wasser ein paar Minuten vor einer Zuckerhaltigen Mahlzeit hält die Glukosekurve flach und den Insulinspiegel niedrig = weniger Heißhungerattacken und angeregte Fettverbrennung.
Das mit dem Essig wirkt, weil die Essigsäure die ∂-Amylase zeitweilig deaktiviert und dann Zucker und Stärke nicht so schnell in Glukose umgewandelt werden. Essigsäure, die sich im Blutkreislauf befindet, dringt auch in die Muskeln vor und bringt diese dazu, schneller Glykogen zu produzieren, sodass überschüssige Glukose schneller aufgenommen wird.
-> Es ist weniger Glukose im Blut unterwegs = Glukosespitze fällt geringer aus.

- ➔ Am beliebtesten ist Apfelessig (wegen des Geschmacks), viele Leute bevorzugen heißes Wasser
- ➔ Gilt auch für stärkehaltige Mahlzeiten (bspw. Nudeln)
- ➔ Man muss das Glas maximal 20 Minuten vor, während oder weniger als 20 Minuten nach der Mahlzeit austrinken
- ➔ Man kann die Menge langsam steigern
- ➔ Man kann den Essig auch in Form von Salatdressing konsumieren
- ➔ !Manche Leute vertragen den Essig nicht gut, er kann die Magenschleimhäute reizen oder Sodbrennen auslösen
- ➔ Kombucha gilt nicht weil er weniger als 1% Essigsäure enthält
- ➔ **Zitronensaft enthält keine Essigsäure -> gilt nicht als Essig !**

6. **Bewegung nach dem Essen**

Je mehr Energie ein Muskelverbraucht, desto mehr Glukose benötigt er (Die Mitochondrien in den Zellen können auch aus anderen Substanzen wie bspw. Fett Energie gewinnen aber wenn Glukose verfügbar ist stellt sie die schnellste und bevorzugte Option dar). Wie schnell man die Glukose verbrennt hängt davon ab wie schwer der Körper arbeitet und wieviel ATP er benötigt. Nachdem wir dem Körper durch eine Mahlzeit Glukose zugeführt haben gibt es 2 Szenarien wie er damit umgeht. Wenn wir herumsitzen, wenn die Spitze ihren Höhepunkt erreicht strömt die Glukose in die Zellen wo sie die Mitochondrien überfordert und so entstehen freie Radikale, die Entzündungswerte steigen und die überschüssige Glukose wird in Leber, Muskeln oder Fettgewebe eingelagert. Wenn wir allerdings die Muskeln betätigen während die Glukose vom Darm in den Blutkreislauf übergeht erhöht sich die Verbrennungskapazität der Mitochondrien. Sie sind dann nicht so schnell überfordert und nutzen die zusätzliche Glukose, um ATP zu produzieren und die Muskeln mit Energie zu versorgen. Die Glukosekurve verläuft dadurch auch sehr viel flacher. In einer Studie aus dem Jahr 2018 hat sich die Glukosekurve bei einer aeroben Tätigkeit wie bspw. Gehen um 3-27% verringert. Widerstandsübungen (Liegestütze, Kniebeugen, Gewichtheben,...) können die Spitze bis um 30% verringern und in den folgenden 24 Stunden bis um 35%.

Normalerweise benötigen Muskeln Insulin um Glukose einzulagern aber wenn sie gerade arbeiten können sie Glukose ohne Hilfestellung aufnehmen. Der Insulinspiegel bleibt also auch niedriger, je mehr Muskeln sich zusammenziehen.

- ➔ Ein Spaziergang von 10 Minuten reicht bereits aus
- ➔ Die Bewegung muss innerhalb von 70 Minuten nach dem Essen geschehen

7. **Nackte Kohlenhydrate vermeiden**
   Wenn wir Kohlenhydrate essen (bspw. eine Schale Reis) sollten wir diese nicht allein („nackt“) essen, sondern der Mahlzeit immer „Kleidung “ (= Fett, Proteine, Ballaststoffe) hinzufügen. Das sorgt dann auch schon dafür dass die Glukose langsamer vom Körper absorbiert wird.
   Beim Verzehr von nackten Kohlenhydraten sinkt der Ghrelinwert (Hungerhormon) und steigt dann aber sehr schnell wieder an, sodass wir am Ende hungriger sind, als wir es vor der Mahlzeit waren.

   Es hat auch sehr positive Auswirkungen auf die Glukosekurve, wenn wir Obst zusammen mit „Kleidung“ essen. Eine sehr einfache aber effektive Methode sind bspw. Nüsse oder Nussbutter.

➔ Stärke- und Zuckerhaltige Lebensmittel tendieren immer dazu, Spitzen auszulösen. Um die Glukosekurve flach zu halten, sollte man diese Kohlenhydrate bewusster konsumieren. Wenn möglich kann man auch versuchen die Zufuhr zu regulieren, indem man beispielsweise nur maximal einmal am Tag eine Mahlzeit isst, wo sie die Hauptkomponente darstellen.

➔ Manche Lebensmittel lösen individuell unterschiedliche Reaktionen aus -> nicht jeder erfährt Spitzen im gleichen Ausmaß. Dennoch gibt es Tendenzen.

Warum ein nicht stabiler Blutzuckerspiegel schlimm ist

Glukose ist die bevorzugte Energiequelle unserer Zellen. Ihr wichtigster Zweck ist also die Umwandlung in Energie. Das machen mikroskopisch kleine Organellen namens Mitochondrien, die sich in fast jeder Zelle befinden. Nach dem Verzehr strömt die Glukose also direkt in die Zellen, zu den Mitochondrien. Diese können allerdings immer nur soviel Glukose verbrennen, wie die Zelle für die Energieproduktion benötigt.

Eine Glukosespitze ist der schnelle Anstieg und Einbruch der Glukosekonzentration im Blut nach dem Essen (ab einem Anstieg von 30mg/dl). Bei einer Glukosespitze gelangt die Glukose zu schnell in die Zellen, die Geschwindigkeit in der die Mitochondrien Nachschub bekommen ist viel zu hoch. Wenn sie zu viel „Treibstoff“ auf einmal bekommen sind sie überfordert. Laut einer jüngeren wissenschaftlichen Theorie, dem Modell der allostatischen Last werden bei einer Überschwemmung der Mitochondrien mit unnötiger Glukose freie Radikale freigesetzt. Diese greifen alles an was ihnen begegnet und nehmen willkürliche Änderungen an unserem Genom (DNA) vor, was Mutationen erzeugt die schädliche Gene aktivieren und so zur Entstehung von Krebszellen führen. Normalerweise ist die Menge an freien Radikalen in unseren Zellen zwar so gering, dass wir damit zurechtkommen aber bei ständigen Glukosespitzen ist die Menge irgendwann nicht mehr beherrschbar. Der Körper gerät dann in den Zustand von oxidativem Stress. Oxidativer Stress erhöht unter anderem das Risiko für Herzkreislauferkrankungen, Diabetes Typ 2, kognitive Defizite und allgemeine Alterungsprozesse. Fruktose verursacht übrigens noch mehr oxidativen Stress als Glukose allein. Über Jahrzehnte hinweg zerstört das die Zellen und führt zu Organschäden.

Ein weiteres Problem ist die sogenannte Maillard-Reaktion. Wenn ein Glukosemolekül mit einem anderen Molekül zusammenstößt führt das zu einem Bräunungsprozess – das zweite Molekül wird glykiert. Wenn ein Molekül bis glykiert ist, ist es danach beschädigt. Dieser Vorgang ist aber normal und unvermeidlich, er ist der Grund warum wir altern, die Organfunktionen abnehmen und wir irgendwann sterben. Man kann ihn zwar nicht aufhalten aber dennoch verlangsamen oder beschleunigen. Glykation hat viele Langzeitfolgen (siehe Auflistung unten). **Fruktosemoleküle glykieren andere Moleküle 10mal so schnell wie Glukose und ist deshalb viel gefährlicher.** Spitzen die durch Süßigkeiten (Saccharose=Fruktose+Glukose) verursacht werden lassen uns deshalb viel schneller altern als solche, die durch stärkehaltige (Stärke=Glukose+Glukose) Lebensmittel verursacht werden (bspw. Nudeln).

Die Kombination von oxidativem Stress und zu viel Glykation führt zu einem allgemeinen Entzündungszustand im Körper. Entzündungen an sich sind Schutzmechanismen des Körpers aber chronische Entzündungen sind schädlich, weil sie sich gegen den Körper selbst richten können. Von außen können das Rötungen oder Schwellungen sein, innen werden das Gewebe und die Organe beschädigt. Chronische Entzündungen sind die Ursache vieler chronischer Erkrankungen, **die WHO stuft entzündungsbasierte Krankheiten als die größte Gefahr für die menschliche Gesundheit ein.** Weltweit sterben 3 von 5 Menschen an einer solchen Krankheit.

➔ Eine Ernährung, die weniger Glukosespitzen auslöst reduziert auch die Entzündungen

Die kurzfristigen Auswirkungen von Glukosespitzen sind:

- Dauerhaftes Hungergefühl
- Heißhunger Attacken
- Chronische Müdigkeit
- Schlafstörungen
- Erkältungen
- Schwierigkeiten im Umgang mit Schwangerschaftsdiabetes
- Hitzewallungen und nächtliche Schweißausbrüche
- Migräne
- Gedächtnisprobleme und Beeinträchtigung der kognitiven Funktionen
- Schwierigkeiten im Umgang mit Diabetes Typ 1

Langfristige Auswirkungen:

- Akne und andere Hautprobleme
- Altern
- Arthritis
- Alzheimer und Demenz
- Krebsrisiko
- Depressive Episoden
- Verdauungsprobleme
- Herzerkrankungen
- Unfruchtbarkeit
- PCOS
- Insulinresistenz
- Diabetes Typ 2

- Nicht alkoholische Fettleber
- Falten und grauer Star

➔ Wenn Sie an einem oder mehreren dieser Symptome leiden kann eine Ernährung mit weniger Glukosepitzen es wahrscheinlich verbessern

Insulin

Wir müssen die überschüssige Glukose so schnell wie möglich aus dem Blutkreislauf schaffen, um zu überleben. Dafür schüttet die Bauchspeicheldrüse das Hormon Insulin aus, die die überschüssige Glukose dem Kreislauf entzieht indem sie sie zu Speicherstätten bringt. Diese sind die Leber, wo die Glukose in Glykogen übergeführt wird, dort werden ca. 100 Gramm Glukose in Form von Glykogen aufgenommen. Das ist die Hälfte dessen was der Körper täglich als Energiequelle benötigt (200 Gramm). Der Rest wird in den Muskeln gespeichert (bei einem 70kg schweren Erwachsenen könne das bis zu 400 Gramm sein). Wir neigen allerdings dazu viel mehr Glukose zu uns zu nehmen, diese wird dann in Fettreserven gespeichert. Fruktose kann außerdem ausschließlich in Form von Fett gespeichert werden. Das Fett, das aus Fruktose entsteht gelangt unter anderem in die Leber (führt zu einer nicht-alkoholischen Fettleber), zwischen den Organen und im Blutkreislauf (Cholesterin).

Je mehr Glukosespitzen wir erleben, desto mehr Insulin wird freigesetzt. Langfristig führt das zu sehr vielen Krankheiten. Erhöhte Insulinwerte sind auch die Hauptursache von Fettleibigkeit, weil das Hormon die Fettverbrennung verhindert.

➔ Eine flache Glukosekurve hält automatisch auch die Insulinkurve flacher

(Bei Interesse kann man seine Glukosekurve überwachen, indem man den Blutzucker misst. Falls ein solches Interesse besteht bitte melden.)

Quellennachweis

[1] Hershey R., D.: Digging Deeper into Helmont's Famous Willow Tree Experiment
[2] Encyclopedia of the Environment: The path of carbon in photosynthesis
[3]Inchauspé, J.: Glucose Revolution
[4] Deutsche Leberhilfe
https://www.leberhilfe.org/total-zentral-die-leber-volkskrankheit-fettleber-immer-haeufiger-und-meist-unentdeckt/
[5] Berger, R.: Zucker
[6] Martin, S.: Wie Insulin uns alle dick oder schlank macht
[7] Yudkin, J.: Pure, White and Deadly
[8] Biologie Schule: Homo erectus
https://www.biologie-schule.de/homo-erectus.php
[9] Science ORF: Vormenschen lebten weitgehend vegetarisch
https://science.orf.at/stories/3228472/
[10] Yudkin, J.: Pure, White and Deadly
[11] Coy F ., J.: Fit Mit Zucker
[12] Coy F ., J.: Fit Mit Zucker
[13] Pro-Kopf-Konsum von Zucker in Deutschland in den Jahren 1950/51 bis 2023/24
https://de.statista.com/statistik/daten/studie/175483/umfrage/pro-kopf-verbrauch-von-zucker-in-deutschland/
[14] American Diabetes Association
https://diabetes.org/
[15] Coy F ., J.: Fit Mit Zucker
[16] UCLA; National Institute of Neurological Disorders and Stroke: your brain on sugar - high-fructose diet sabotages learning and memory
https://www.uclahealth.org/news/release/high-fructose-diet-sabotages-learning-memory
[17] Thanarajah S., E. et al.: Habitual daily intake of a sweet and fatty snack modulates reward processing in Humans
[18] Arte: Macht Zucker dumm?
https://www.youtube.com/results?search_query=macht+zucker+das+gehirn+kaputt
[19] Ma X. et al.: Excessive intake of sugar: an accomplice of inflammation
https://www.frontiersin.org/journals/immunology/articles/10.3389/fimmu.2022.988481/full
[20] Knüppel, A. *et al.*: Sugar intake from sweet food and beverages, common mental disorder and depression: prospective findings from the Whitehall II study
https://www.nature.com/articles/s41598-017-05649-7#citeas
[21] Hyeong Baek J. et al.: Long-Term Hyperglycemia Causes Depressive Behaviors in Mice with Hypoactive Glutamatergic Activity in the Medial Prefrontal Cortex, Which Is Not Reversed by Insulin Treatment
https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9777379/
[22] American Diabetes Association: Diabetes Care Issues, 2025
https://diabetesjournals.org/care/issue/48/Supplement_1
[23] Inchauspé, J.: Der Glukosetrick-Wie Glukosespitzen uns krank machen
[24] Kyriazis D., I. et al.: The impact of diet upon mitochondrial physiology
https://www.spandidos-publications.com/10.3892/ijmm.2022.5191
[25]Picard, M.: Mitochondrial allostatic load puts the 'gluc' back in glucocorticoids
https://www.nature.com/articles/nrendo.2014.22
[26] Lustig H., R.: Fructose - it's "alcohol without the buzz"
https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23493539/
[27] Chaudhuri, J. et al.: The role of advanced glycation end products in aging and metabolic diseases - bridging association and causality
https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6355252/
[28] Kothandan, D. et al.: A Comprehensive Review
https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11214645/#:~:text=Advanced%20glycation%20end%20products%20(AGEs,like%20receptor%204%20(TLR4).
[29] Gugliucci, A.: Formation of Fructose-Mediated Advanced Glycation End Products and Their Roles in Metabolic and Inflammatory Diseases

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28096127/
[30] Pahwa, R. et al: Chronic Inflammation
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493173/
[31] Page A., K. et al. : Circulating glucose levels modulate neural control of desire for high-calorie foods in humans
https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21926468/
[32] Taivassalo, T. et al.: The spectrum of exercise tolerance in mitochondrial myopathies: a study of 40 patients
https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12538407/
[33] Farhadnejad, H. et al.: The association of dietary glycemic index and glycemic load with the risk of insomnia in the adult population
https://bmcnutr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40795-023-00689-x#:~:text=study%20reported%20that%20a%20high,risk%20of%20insomnia%20%5B19%5D.
[34] Nagham J. et al.: The Effect of Short-Term Hyperglycemia on the Innate Immune System
https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26897277/
[35] Mirabella S. et al.: Glucose dysregulation and its association with COVID-19 mortality and hospital length of stay
https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8867960/
[36] Del Moro L. et al:: Migraine, Brain Glucose Metabolism and the "Neuroenergetic" Hypothesis: A Scoping Review
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1526590022000396#:~:text=Increasing%20evidence%20suggests%20that%20migraine,specific%20brain%20areas%20of%20migraineurs.
[37] Islam Rafiqul M. et al. : Glucose-Related Traits and Risk of Migraine—A Potential Mechanism and Treatment Consideration
https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9141901/
[38] Chandak Sejal et al.: Acne Vulgaris and Metabolic Syndrome: A Possible Association
https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9166482/#:~:text=Raised%20blood%20glucose%20values%20are,cell%20proliferation%20by%20IGF%2D1.
[39] Janson J. et al.: Increased risk of type 2 diabetes in Alzheimer disease
https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14747300/
[40] Harvard Medical School: Sugar and the Brain
https://hms.harvard.edu/news-events/publications-archive/brain/sugar-brain
[41] Inchauspé J.: Glucose Revolution
[42] Inchauspé J.: Glucose Revolution
[43] Inchauspé J.: Glucose Revolution
[44] Miedema M.D. et al.: Statin Eligibility and Outpatient Care Prior to ST-Segment Elevation Myocardial Infarction
https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/JAHA.116.005333
[45] Inchauspé J.: Glucose Revolution
[46] Universitäts Spital Zürich: PCO-Syndrom
https://www.usz.ch/krankheit/pco-syndrom/#:~:text=Da%20das%20Zusammenspiel%20der%20weiblichen,sehr%20gut%20behandelbarer)%20Unfruchtbarkeit%20f%C3%BChren.
[47] Chavarro J.E. et al. : A prospective study of dietary carbohydrate quantity and quality in relation to risk of ovulatory infertility
https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3066074/#:~:text=In%20the%20multivariable%2Dadjusted%20model,risk%20of%20ovulatory%20infertility%20with
[48] Prof. Dr. Özbek E., MD: Does Insulin Resistance cause erectile dysfunction?
https://dreminozbek.com/en/does-insulin-resistance-cause-erectile-dysfunction/#:~:text=Neurological%20Factors%3A%20Insulin%20resistance%20may,to%20achieve%20and%20sustain%20erections.
[49] Tovar C.: Die Entdecker des Insulins – Banting und Best
https://www.planet-wissen.de/gesellschaft/krankheiten/diabetes/pwiedieentdeckerdesinsulinsbantingundbest100.html
[50] Martin S.: Wie Insulin uns alle dick oder schlank macht

[51] Martin S.: Wie Insulin uns alle dick oder schlank macht
[52] Gesundheitsforschung BMFD: Nicht alkoholische Fettleber und Typ-2-Diabetes
https://www.gesundheitsforschung-bmbf.de/de/nicht-alkoholische-fettleber-und-typ-2-diabetes-6585.php
[53] Martin S.: Wie Insulin uns alle dick oder schlank macht
[54] Boden G. et al.: Excessive caloric intake acutely causes oxidative stress, GLUT4 carbonylation, and insulin resistance in healthy men
https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5600191/
[55] Martin S.: Wie Insulin uns alle dick oder schlank macht
[56] Tadahiro K. et al.: Insulin receptor knockout mice
https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12471165/
[57] Gerald, F.: le sport dope le système immunitaire
[58] Wikipeadia.org: Insulinresistenz
https://de.wikipedia.org/wiki/Insulinresistenz
[59] Martin, S.: Wie Insulin uns alle dick oder schlank macht
[60] Martin, S.: Wie Insulin uns alle dick oder schlank macht
[61] Estruch, R. et al.: Primary Prevention of Cardiovascular Disease with a Mediterranean Diet Supplemented with Extra-Virgin Olive Oil or Nuts
https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1800389
[62] Teo, K. et al.: The Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study: examining the impact of societal influences on chronic noncommunicable diseases in low-, middle-, and high-income countries
https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19540385/
[63] Verbraucherzentrale Lebensmittelklarheit
https://www.lebensmittelklarheit.de/
[64] Martin, S.: Wie Insulin uns alle dick oder schlank macht
[65] Deutsche Gemeinschaft für Ernährung
https://www.dge.de/
[66] Berger, R.: Zucker
[67] Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2011 betreffend die Information der Verbraucher über Lebensmittel und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1924/2006 und (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Richtlinie 87/250/EWG der Kommission, der Richtlinie 90/496/EWG des Rates, der Richtlinie 1999/10/EG der Kommission, der Richtlinie 2000/13/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2002/67/EG und 2008/5/EG der Kommission und der Verordnung (EG) Nr. 608/2004 der Kommission Text von Bedeutung für den EWR
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32011R1169
[68] Berger, R.: Zucker
[69] Inchauspé, J.: Eine flache Glukosekurve – wie geht das?