

 SpringerWienNewYork

Paul Haber

Ernährung und Bewegung für jung und alt
Älter werden – gesund bleiben

Illustriert von
Piero Lercher

SpringerWienNewYork

Ao. Univ.-Prof. Dr. Paul Haber

Klinische Abt. Pulmologie, Abt. Sport- und Leistungsmedizin
Klinik für Innere Medizin IV, Medizinische Universität Wien, Österreich
www.trainingstherapie.at

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Produkthaftung: Sämtliche Angaben in diesem Fachbuch erfolgen trotz sorgfältiger Bearbeitung und Kontrolle ohne Gewähr. Insbesondere Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden. Eine Haftung des Autors oder des Verlages aus dem Inhalt dieses Werkes ist ausgeschlossen.

© 2007 Springer-Verlag/Wien • Printed in Austria
Springer-Verlag Wien New York ist ein Unternehmen von
Springer Science+Business Media
springer.at

Umschlagbild: GettyImages/Ageing woman eating outdoors/Image Source
Lay-out: Springer-Verlag, Wien
Satz: Mag. Bernhard Kollmann, Wien
Druck: Strauss GmbH, 69509 Mörlenbach, Deutschland
Gedruckt auf säurefreiem, chlorfrei gebleichtem Papier – TCF
SPIN: 11561088

Mit 36 Abbildungen

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN-10 3-211-29183-0 Springer-Verlag Wien New York
ISBN-13 978-3-211-29183-2 Springer-Verlag Wien New York

Vorwort

Wenn Sie, sehr geehrte/r LeserIn, dieses Buch durchblättern, werden Sie sich wahrscheinlich denken: „schon wieder ein Buch über Ernährung!“ Das zeigt, dass Sie sich für das Thema interessieren (sonst würden Sie ja nicht in diesem Buch blättern und außerdem wissen, dass es schon viel gibt). Tatsächlich gibt es nicht nur viele Bücher sondern auch viele Meinungen und Ansichten zu diesem Thema. Und außerdem sehr viele verschiedene, zum Teil auch extreme Diät- und Ernährungsempfehlungen. Es gibt leider auf diesem Gebiet sehr viele selbsternannte Gurus. Aber wie soll jemand, der kein Experte ist, sich da zurecht finden? Wie soll man – als Konsument – sinnvolle und vernünftige von sinnlosen oder gar gesundheitsgefährdenden Ernährungs- und Diätsempfehlungen unterscheiden? Genau dafür möchte ich Ihnen mit diesem Buch eine Hilfestellung geben. Es richtet sich vor allem an Menschen, die sich bereits in jenem Lebensabschnitt befinden, der durch den „Altersgang“, die physiologische Abnahme der Leistungsfähigkeit vieler Körperfunktionen, geprägt ist. Gerade in diesem Abschnitt, der heute viele Jahrzehnte umfasst, kann die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit und das darauf basierende psychische und soziale Befinden persönlich in erheblichem Umfang beeinflusst werden. Die Summe aller derartigen Maßnahmen können unter dem Überbegriff „Lebensstil“ zusammengefasst werden. Und ein wesentlicher Aspekt dieses Lebensstils ist die Ernährung.

Dieses Buch ist allerdings kein Diätbuch. Daher spielen auch Rezepte oder spezielle Diätvorschläge, keine wesentliche Rolle, da solche nicht die Grundlage für lebenslang einzuhaltende Gewohnheiten sein können. Sie finden daher im Anhang nur eine kleine aber exemplarische Sammlung von Rezepten, zusammen mit dem praxiserprobten Long Eivity Menü-Organizer, die dankenswerterweise von Michael und Angelika Elliot zur Verfügung gestellt worden sind. Es ist vielmehr ein Buch über Ernährung und hat die Absicht grundlegendes und wissenschaftlich fundiertes Verständnis für die Bedeutung und das Wesen zweckmäßiger und gesunder Ernährung zu vermitteln. Den Humor, mit dem bekanntlich alles besser geht, tragen die lustigen Karikaturen von Pierro Lercher bei. Wenn Sie nach der Lektüre in der Lage sind selbst überall aus dem fast unüberschaubaren Angebot an Lebens- und Nahrungsmitteln, ob im Supermarkt oder im Restaurant, das richtige für sich herauszufinden, dann hat dieses Buch seinen Zweck erfüllt.

1 Die Bedeutung von Ernährung für Gesundheit und Lebenserwartung	1
2 Einige biologische Grundlagen	7
Wir brauchen Energie	7
Wie die Pflanzenzellen Energie erzeugen	8
Und so wird in tierischen Zellen Energie erzeugt	9
Wir brauchen Stoffe	10
Ohne Information herrscht das Chaos	11
3 Der grundsätzliche Aufbau einer Zelle	13
Außen ist die Zellmembran	13
Innen ist das Zellplasma	18
Die Werkstätten der Zelle (Zellorganellen)	18
Die Kraftwerke (Mitochondrien)	18
Die Eiweißfabriken (Ribosomen)	19
Das Transportwesen (endoplasmatisches Retikulum)	19
Die Steuerzentrale (Zellkern)	19
4 Alles fließt: Die Stoffwechselbilanzen	21
5 Jetzt reden wir über Energie	23
Energie messbar machen	23
Energie erzeugen	24
Messen, was messbar ist	25
Wie viel Energie braucht ein Mensch mindestens?	26
Die Höhe des Grundumsatzes	26
Grundumsatz bei Männern	27
Grundumsatz bei Frauen	27
Der kleine Unterschied	27

Welche Faktoren beeinflussen den Grundumsatz	28
Ernährungszustand	28
Alter	29
<i>Wachstumsphase</i>	29
<i>Erwachsenenalter</i>	30
Die Wärmeproduktion des Körpers	30
Wie viel Energie braucht der Mensch zusätzlich?	32
Angabe des Energieverbrauchs in Kalorien	33
Angabe des Energieverbrauchs in metabolischen Einheiten	34
Der maximale Energieumsatz	35
Mittlere Belastungen	36
Alltagstätigkeit	36
Sportliche Tätigkeiten	37
Tagesumsatz	39
Berechnung des Tagesumsatzes	39
Gibt es einen „natürlichen“ Energieverbrauch?	43
Der Energieverbrauch wild lebender Säugetiere	44
Der natürliche Energieverbrauch von Menschen	45
Der Tagesumsatz in unserer westlichen Welt	48
Energiebedarf bei körperlichem Training und Sport	50
6 Die Nährstoffe	51
Fett	52
Allgemeine Funktion von Fett	52
Depotfett	53
Baufett	54
Energiegewinnung durch die Verbrennung von Fett	55
Besonderheiten verschiedener Fette	57
Verschiedene Fettsäuren	57
Fett in Nahrungsmitteln	58
Mindestbedarf und Normalbedarf	60
Kohlehydrate	65
Allgemeines über Kohlehydrate	65
Monosaccharide	66
Disaccharide	67
Polysaccharide	68
Der glykämische Index	69

Energiegewinnung durch Verbrennung von Kohlehydraten	72
Besonderheiten von Kohlehydrat	74
Mindestbedarf und Normalbedarf	75
Bedarf bei körperlichem Training und Sport	76
Kohlehydrate in den Nahrungsmitteln	77
Leere Kalorien	77
Ballaststoffe	78
Eiweiß	80
Allgemeine Funktion von Eiweiß	80
Die biologische Wertigkeit von Eiweiß	81
Energieproduktion durch die Verbrennung von Eiweiß	85
Mindestbedarf und Normalbedarf	86
Eiweißbedarf bei körperlichem Training und Sport	88
Eiweiß in den Nahrungsmitteln	90
Eiweißpräparate	91
Wasser	92
Mineralstoffe	95
Allgemeines	95
Mengenelemente	96
Kochsalz	96
Kalium	98
Magnesium	99
Kalzium	100
Spurenelemente	100
Eisen	100
Vitamine	102
Antioxidantien	105
Sekundäre Pflanzenstoffe	108
Nahrungsergänzungstoffe	110
Alkohol	113
7 Wie kommen die Nährstoffe in den Körper?	117
Der Darm, eine innere Oberfläche	120
Funktionsweise der Verdauung	121
Die Darmflora	125

8 Ernährung in der 2. Lebenshälfte	129
Das Altern	129
Die Altersmerkmale	131
Körperliche Merkmale	132
Muskelmasse und Sauerstoffaufnahme-fähigkeit	132
Körperfettanteil	135
Knochendichte	141
Aktivität	143
Stoffwechsel	144
Insulinempfindlichkeit	145
<i>Die blutzuckersenkende Wirkung</i>	145
<i>Die anabole Wirkung</i>	146
Zusammensetzung der Blutfette	149
<i>Blutfett</i>	149
<i>Cholesterin</i>	149
Kreislauf	153
Zusammenfassende Betrachtung	154
Übergewicht	158
Was ist eigentlich Übergewicht	158
Wie entsteht Adipositas?	160
Faktoren, die die Entstehung der Adipositas begünstigen	163
Die Gene sind an allem schuld	163
Die Hormone sind an allem schuld	165
Das Essen ist an allem schuld	166
Warum ist Adipositas ein Problem	171
Jetzt wird abgenommen	176
Abmagerungskuren	177
<i>Fastenkuren bzw. radikal kalorienreduzierte Kuren</i>	179
<i>Proteinkuren</i>	182
Abmagerungsdiäten	183
<i>Iss die Hälfte</i>	184
<i>Trennkost</i>	185
<i>Glyx-Diät</i>	185
Medikamente	187
<i>Zentral wirksame Appetitzügler</i>	187
<i>Fettblocker</i>	188
<i>Magenfüllstoffe</i>	189

Die Änderung von Lebensgewohnheiten	189
<i>Essgewohnheiten</i>	192
<i>Bewegungsgewohnheiten</i>	199
<i>Von allem etwas</i>	203
Kalorienzählen ist doch nicht alles!	204
Was macht die Qualität der Ernährung aus?	204
Wie gefährlich sind unsere westlichen Ernährungsgewohnheiten?	205
Unterernährung	206
Überernährung	207
Die Zusammensetzung einer guten Ernährung	209
Und was ist eine Mittelmeerkost?	213
<i>Mehrmals täglich</i>	215
<i>Ein bis zweimal täglich</i>	215
<i>Mehrmals wöchentlich aber nicht täglich</i>	216
<i>Bis zu zweimal wöchentlich</i>	216
<i>Selten bzw. sehr wenig</i>	216
Eine Empfehlung für alles?	216
 Rezepte für fettreduziertes Essen nach den Regeln der Mittelmeerkost mit dem Menü-Organizer aus dem Long-Evity Programm®	 219

1

Die Bedeutung von Ernährung für Gesundheit und Lebenserwartung

Um die Wende des 19. zum 20. Jahrhundert betrug die mittlere Lebenserwartung in Österreich etwa 40 Jahre. Das war noch nicht viel, länger als im antiken Rom, wo die mittlere Lebenserwartung etwa 30 Jahre betragen hat. Im Verlauf des 20. Jahrhunderts hat sich die Lebenserwartung, trotz der beiden Weltkriege, in etwa verdoppelt. Sie beträgt heute zirka 78 Jahre, allerdings mit Unterschieden zwischen Männern und Frauen (74 bzw. 82 Jahre). Die mittlere Lebenserwartung nimmt auch heute noch weiter zu, und zwar pro Jahr um etwa 2 Monate. Einem Mädchen, das heute in unserem Raum geboren wird, geben die Statistiker eine Lebenserwartung von zirka 100 Jahren. Dies hat natürlich auch einen erheblichen Einfluss auf den Anteil der verschiedenen Jahrgänge an der Gesamtbevölkerung. Vor 200 Jahren war der Anteil der über 60-jährigen an der Bevölkerung etwa 6%. Heute ist er zirka 15% und wird in 40 Jahren auf 30% ansteigen. Parallel dazu nimmt der Anteil der jungen Menschen ab. Dieser demografische Aspekt ist einer der Gründe, warum den Problemen von Menschen über 50 Jahre zunehmend mehr Beachtung geschenkt wird. (Ein anderer Grund ist z.B. die Kaufkraft älterer Menschen, also ein wirtschaftlicher Aspekt).

Jetzt stellt sich natürlich die Frage, wieso es, nach Jahrtausenden der Stagnation, zu dieser, historisch gesehen, rasanten Entwicklung der Lebenserwartung gekommen ist. Für das Verständnis dieser Problematik ist es sinnvoll, sich mit dem Begriff der Lebenserwartung selbst etwas näher zu befassen. Zunächst einmal gibt es jene Lebenserwartung, die für den Menschen an sich, also für die biologische Art „homo sapiens“ typisch ist, etwa in der gleichen Weise, wie es für die Art „Hund“ oder „Katze“ typische Lebenserwartungen von etwa 15 bzw. 20 Jahren gibt. Diese arttypische Lebenserwartung des Menschen, die aber nur unter günstigen Lebensumständen

erreicht werden kann, beträgt zirka 100 Jahre, (mit einer Spannweite von etwa 85 – 115). Diese arttypische Lebenserwartung ist im Erbgut der Menschheit fixiert und daher in historischen Zeiträumen, also im Verlauf von einigen 100 oder auch 1000 Jahren, nicht veränderlich. Innerhalb dieser arttypischen gibt es auch eine individuelle Lebenserwartung, die der einzelne Mensch – wieder unter günstigen Lebensumständen – erreichen kann. Diese kann am unteren oder auch am oberen Rand der arttypischen liegen und daher durchaus zwischen zwei Individuen um 2 Jahrzehnte differieren. Dieser Unterschied in der individuellen Lebenserwartung, der auch bei vergleichbaren günstigen Umständen auftritt, ist im Wesentlichen genetisch bestimmt, das heißt, er kann durch unterschiedliche Erbanlagen erklärt werden.

Jetzt erhebt sich eine nächste Frage: wenn die natürliche Lebenserwartung von Menschen durchschnittlich 100 Jahre beträgt, wieso war die mittlere Lebenserwartung in der Antike nur 30 Jahre und auch 2000 Jahre später nur 40? Heißt das, dass die meisten Menschen damals zu früh, also vor Ablauf der eigentlich möglichen Lebenszeit, gestorben sind? Nun, das heißt es tatsächlich! In den vergangenen Jahrhunderten sind die meisten Menschen lange vor dem an sich erreichbaren Alter eines vorzeitigen Todes gestorben. Im antiken Rom z.B. 40% aller Kinder vor Erreichen des 5. Lebensjahres! Hat damals ein Kind die ersten 5 Jahre überlebt, dann war für die Überlebenden, z.B. mit 10 Jahren, die Lebenserwartung schon über 40 Jahre. Ist jemand trotz aller Widrigkeiten 50 geworden, dann waren die Chancen 70 zu werden nicht viel geringer als heute. Seit es schriftliche Aufzeichnungen gibt, also seit rund 5.000 Jahren, wird von Menschen berichtet, die über 80 Jahre alt geworden sind. Ein bekanntes Beispiel ist der ägyptische Pharao Ramses II, der Große, der im 13. Jhd. vor Chr. gelebt hat und 88 Jahre alt geworden ist.

Die nächste Frage ist, woran die Menschen früher vorzeitig verstorben sind. Hier gibt es eine Hauptursache, und zwar die Infektionskrankheiten. Damit sind keineswegs nur die großen Epidemien, wie Pest, Cholera oder Pocken gemeint, sondern vor allem alltäglich auftretende Infektionen, wie Darminfektionen, Blinddarmentzündung, Kindbettfieber, Bronchitis oder Lungenentzündung und viele andere.



Seit die Schrift erfunden wurde und es daher auch geschriebene Geschichte gibt, wird von Menschen berichtet, die auch nach heutigen Maßstäben sehr alt geworden sind. Z.B. der ägyptische Pharaos Ramses II. der Große, der vor zirka 3.300 Jahren gelebt hat und 88 Jahre alt geworden ist.

Der enorme Anstieg der allgemeinen Lebenserwartung ist vor allem dem Rückgang der Infektionskrankheiten zu verdanken. Nun besteht aber ein klarer Zusammenhang zwischen dem Ernährungszustand und der Anfälligkeit für Infektionen: bei gutem Ernährungszustand ist die Anfälligkeit für Infektionen geringer bzw. die Widerstandskraft, also die Funktion des Immunsystems, besser. Umgekehrt sind unterernährte Menschen für Infektionskrankheiten anfälliger. Seit dem Beginn der Industrialisierung im 19. Jhd. und der damit einhergehenden Verbesserung des Lebensstandards und auch der Versorgungslage mit Nahrungsmitteln lässt sich ein kontinuierlicher Rückgang von Infektionskrankheiten beobachten. Besonders schön lässt sich dieser

Vorgang am Beispiel der Tuberkulose verfolgen, die bis ins 19. Jhd. massenhaft aufgetreten ist und der nicht nur Künstler sondern auch gekrönte Häupter (z.B. Kaiser Josef II von Österreich) zum Opfer gefallen sind. Der Rückgang dieser Infektionskrankheit beginnt schon viele Jahrzehnte bevor das erste Medikament (das Streptomycin) entdeckt worden ist (1946) und wird bezeichnenderweise nur durch die beiden Weltkriege unterbrochen, was auch mit der jeweiligen Verschlechterung der Versorgungslage zusammenhängt. Auch in unserer Zeit lassen sich in den Entwicklungsländern der dritten Welt klare Zusammenhänge zwischen einer schlechten Versorgung mit Nahrungsmitteln und der Häufigkeit von Infektionskrankheiten beobachten.

Wir können also feststellen, dass eine ausreichende quantitative, aber, wie wir später noch hören werden, auch qualitative Versorgung ganzer Bevölkerungen mit Nahrungsmitteln ein entscheidendes Fundament für die allgemeine Gesundheit darstellt. Eine angemessene Ernährung verlängert nicht die allgemeine menschliche Lebenserwartung an sich. Die ist, wie ich vorher ausgeführt habe, mit zirka 100 Jahren genetisch festgelegt. Aber sie erhöht beträchtlich die Wahrscheinlichkeit die individuell zugemessene Lebensspanne auch tatsächlich zu erreichen und nicht an einer vermeidbaren Infektionskrankheit oder an einem vermeidbaren Herzinfarkt vorzeitig zu sterben. Das gilt uneingeschränkt auch heute, wo sowohl ein Überangebot als auch die industrielle Fertigung von Nahrungsmitteln zunehmend kritisch beleuchtet werden. Übrigens sollte man auch angesichts der Gefahren der Überernährung nicht vergessen, dass weltweit gesehen, nämlich in den armen Regionen unseres Planeten, die gesundheitlichen Gefahren einer Unterernährung auch heute noch keineswegs gebannt sind.

Allerdings tritt heute vor allem in der industrialisierten westlichen Welt in zunehmendem Maße zum ersten Mal in der Geschichte der Menschheit das Phänomen auf, dass Überernährung eine volksgesundheitliche Bedeutung erlangt, weil die unmittelbare Folge, die *Fettsucht (Adipositas)* und durch sie geförderte Krankheiten bereits massenhaft auftreten. Tatsächlich scheint heute weltweit erstmals in der Geschichte der Menschheit die Zahl derer, deren Gesundheit durch



Gesunde Ernährung ist keine Hexerei! Auch Esoterik, Mystik oder Ideologie sind überflüssig. Nützlich für das Verständnis gesunder Kost sind hingegen einige biologische und physiologische Kenntnisse.

Adipositas bedroht ist, mit der Zahl der Menschen, deren Gesundheit durch Unterernährung bedroht ist, gleich zu ziehen. Bei der Bekämpfung der Krankheiten, die als Folge der Unterernährung bzw. als Folge der Überernährung auftreten, ist allerdings zu bedenken: die Unterernährung ist meist eine Folge der Armut und kann daher vom betroffenen Individuum nicht ohne weiteres beeinflusst werden, da dies von der Entwicklung der jeweiligen Gesellschaft und des Lebensstandards abhängt. Die Überernährung und ihre Folgen sind hingegen, zumindest im Prinzip, von jedem Betroffenen jederzeit selbst beeinflussbar.

Es ist dies allerdings keineswegs so leicht wie es zunächst klingt, weil die Adipositas letztlich das Ergebnis von mehreren Einflussfaktoren ist. Neben der Nahrungsaufnahme ist z.B. ein weiterer entscheidender Einflussfaktor die körperliche Bewegung, die erstaunlicherweise nur selten gebührend berücksichtigt wird. Tatsächlich ist

die Bedeutung der Bewegung so fundamental, dass die Zusammenhänge von Altern, Ernährung und Gesundheit ohne Einbeziehung der Bewegung nicht seriös behandelt werden können.

Es gibt auf dem Gebiet der Ernährung eine große Anzahl von „Experten“ und Gurus und eine unüberschaubare Anzahl von Vorschlägen für Diäten, Kuren und Kostformen, die das Ziel haben überflüssiges Körperfett abzubauen und damit nicht nur das Aussehen sondern auch die Gesundheit zu verbessern. Den allermeisten dieser Diäten und Kuren ist gemeinsam, dass sie nicht von nachhaltigem Erfolg gekrönt sind, die Rückfallquote beträgt nahe 100%. Und manche Kostformen, wie z.B. die Rohkost, sind wegen ihrer Einseitigkeit nicht ganz unproblematisch. Ernährung ist ein fundamentaler und unabdingbarer Teil des Lebensprozesses und muss daher bestimmte biologisch begründbare Voraussetzungen bezüglich Quantität und Qualität erfüllen. Sind diese Voraussetzungen erfüllt, dann hat die Ernährung alles, was sie überhaupt zur Gesundheit beitragen kann, geleistet. Darüber hinaus gibt es keinen gesundheitlichen Nutzen. Werden hingegen diese Voraussetzungen nicht erfüllt, dann sind Störungen oder sogar Krankheiten oder Tod die Folge. Die Art der Störung oder Krankheit hängt davon ab nach welcher Seite – zu viel oder zu wenig – die Ernährung oder ein Bestandteil der Ernährung vom Optimum abweicht. Und das Ausmaß der Störung hängt davon ab, wie stark die Ernährung vom Optimum abweicht. Um das zu verstehen bedarf es sicherlich keiner mystischen Erklärungen, hingegen sind die Kenntnisse einfacher biologischer und physiologischer Grundlagen der Ernährung nützlich. Ein guter Teil dieses Buches befasst sich mit der Vermittlung derartiger Kenntnisse. Dies soll Sie, sehr geehrte/r LeserIn, in die Lage versetzen die Plausibilität von Ernährungsempfehlungen oder Diäten beurteilen zu können bzw. Ihr eigenes Ernährungs- (und auch Bewegungs-)verhalten kritisch und im Lichte wissenschaftlicher Grundlagen zu hinterfragen. Letztlich ist es das didaktische Ziel, Ihnen zu helfen ein für Sie sinnvolles und vernünftiges Ernährungs- und Bewegungsverhalten zu entwickeln, das ein Teil Ihrer persönlichen Lebensführung werden soll und das Sie daher für den Rest Ihres Lebens beibehalten.

2 Einige biologische Grundlagen

Die Notwendigkeit zu essen und zu trinken lässt sich zunächst recht banal damit begründen, dass ein Ausbleiben von Wasser und Nahrung auf Dauer nicht mit dem Leben vereinbar ist. Darüber herrscht sicher Einigkeit. Keineswegs so klar ist allerdings die Vorstellung, was nun das Wesentliche einer optimalen Ernährung ist. Optimal bedeutet hier, dass die Ernährung alles, was zum bestmöglichen Funktionieren der Lebensprozesse erforderlich ist, auch wirklich zur Verfügung stellt. Um darüber sprechen zu können, müssen wir uns aber zunächst mit einigen biologischen und physiologischen Grundlagen des Lebens und des Essens auseinandersetzen.

Um Leben in der uns bekannten Form zu erhalten sind drei Fundamente erforderlich:

- Energie
- Stoffe
- Information

Alle drei Fundamente sind in den Zellen, den einzelnen Bausteinen, aus denen sich unser Organismus zusammensetzt, realisiert.

Wir brauchen Energie

Energie ist erforderlich, damit in den Zellen aus einfachen Stoffen, z.B. Kohlenstoff, Sauerstoff oder Wasser, komplexe, große Moleküle aufgebaut werden können, aus denen die Strukturen der Zelle bestehen, also für die sogenannten Syntheseleistungen der Zelle. Dann verbraucht die Zelle auch Energie um bestimmte Funktionen erfüllen zu können, wie z.B. die mechanische Verkürzung einer Muskelzelle. Da für diese Lebensvorgänge Energie ununterbrochen benötigt wird, muss auch die Bereitstellung von Energie ununterbrochen erfolgen. Nach der Methode, wie in den Zellen die Energieerzeugung vor

sich geht, kann man grundsätzlich zwei Haupttypen von Zellen unterscheiden.

- Pflanzenzellen
- Tierische Zellen

Wie die Pflanzenzellen Energie erzeugen

Der erste Haupttypus ist die pflanzliche Zelle. Das besondere an Pflanzenzellen ist, dass sie in der Lage sind, die Energie, die von der Sonne in Form von Licht zu uns kommt, zu verwerten. Dazu gibt es in den Pflanzenzellen die *Chloroplasten*. Das sind kleine Körperchen, die in etwa den Mitochondrien (siehe Seite 18) vergleichbar sind und die Funktion von Kraftwerken der Pflanzenzellen erfüllen. In ihnen wird mit Hilfe des grünen Blattfarbstoffes, des *Chlorophylls*, die Lichtenergie in eine chemisch gebundene Form umgewandelt. Dabei entsteht der chemische Stoff *Adenosin-Tri-Phosphat* (der mit *ATP* abgekürzt wird). Im ATP-Molekül ist somit auf chemische Weise Energie gespeichert, es ist also eine Art chemischer Batterie. ATP ist daher in der Lage überall dort, wo es notwendig ist, Energie zur Verfügung zu stellen. Die Lichtenergie wird also nicht direkt genutzt, sondern kann nur auf dem Umweg über die ATP-Bildung, die *Photosynthese*, verwertet werden. Mit der Bereitstellung von Energie aus ATP kann die Pflanze ihre Syntheseleistungen erbringen. Aus den einfachen Ausgangsstoffen *Wasser* (H_2O), *Kohlendioxid* (CO_2) und – für den Aufbau von Aminosäuren – auch *Stickstoff* (*N*) werden komplexe Moleküle, wie *Kohlehydrate*, *Fette* oder *Proteine*, synthetisiert, die die Pflanze für den Aufbau ihrer Strukturen und für vielfältige biologische Funktionen braucht. Dabei wird *Sauerstoff* (O_2) freigesetzt. Das ATP wird verbraucht, aber durch Nachlieferung aus den Chloroplasten fortlaufend ersetzt. Da in die Synthese Energie investiert wird, ist auch in diesen komplexen Molekülen Energie chemisch gespeichert.

Und so wird in tierischen Zellen Energie erzeugt

Der zweite Haupttypus ist die tierische Zelle. Tierische Zellen, zu denen ja letztlich auch die menschlichen gehören, sind entweder direkt oder indirekt auf die Existenz von Pflanzen angewiesen. Sie sind nicht in der Lage die Energie des Sonnenlichts in eine biologisch verwertbare Form zu bringen. Sie greifen daher auf jene Energie zurück, die die Pflanzen bei der Synthese von Kohlehydraten, Fett und Eiweiß in diesen komplexen Molekülen gespeichert haben und kehren den Synthesevorgang um. Dazu müssen die tierischen Zellen die von den Pflanzen gebildeten Stoffe als *Nährstoffe* aufnehmen. Bei der Aufspaltung von Kohlehydraten, Fetten oder Proteinen in ihre Ausgangsstoffe, CO_2 und Wasser, wird wieder jene Energie frei, die zuvor von den Pflanzen bei der Synthese investiert worden ist. Außerdem muss auch der Sauerstoff, der von den Pflanzen freigesetzt worden ist, wieder zugeführt werden. Dieser Vorgang der Energieerzeugung in tierischen Zellen ist die *biologische Oxidation*, deren Endprodukte wieder Kohlendioxid und Wasser bzw. beim Abbau von Eiweiß auch Stickstoff sind. Der größere Teil der bei der Oxidation freiwerdenden Energie, etwa 60%, wird als Wärme frei und dient z.B. der Aufrechterhaltung einer konstanten Körpertemperatur. Die restlichen etwa 40% werden auch in den tierischen Zellen in Form von ATP chemisch gebunden und stehen nur in dieser Form für alle energieverbrauchenden biologischen Vorgänge zur Verfügung. Auch im tierischen Organismus sind das insbesondere die Synthese komplexer Moleküle für den Aufbau körpereigener Strukturen und von Molekülen, die auf die Erbringung besonderer Funktionen spezialisiert sind, wie z.B. Enzyme. Aber auch für spezielle Leistungen, wie z. B. die Tätigkeit von Nerven- oder Muskelzellen ist ATP erforderlich. Das tierische ATP ist übrigens chemisch identisch mit dem bei der Photosynthese der Pflanzen gebildeten. Weil die biologische Oxidation O_2 verbraucht, wird diese Art der Energieerzeugung auch *aerob* genannt. Tierische (und daher auch menschliche) Zellen haben außerdem auch die Möglichkeit aus Traubenzucker (Glukose) ohne Beteiligung von O_2 ATP zu bilden. Diese Art der Energiegewinnung wird *anaerob* genannt.

Innerhalb des Tierreichs kann man, in Bezug auf die Ernährung, noch 3 Hauptgruppen unterscheiden:

- *Pflanzenfresser*: Das sind Tierarten, welche die von den Pflanzen bereitgestellten Nährstoffe unmittelbar für ihre eigene Energieerzeugung und Synthese körpereigener Stoffe nutzen und sich daher von Pflanzen ernähren können.
- *Fleischfresser*: Das sind Tierarten, die sich die in der Körpermasse von Pflanzenfressern enthaltenen Nährstoffe zunutze machen. Sie treten daher entweder als Jäger (Raubtiere) oder als Aasfresser auf. Natürlich ist es auch möglich, dass große Raubtiere kleinere fressen oder Aasfresser die Körper von solchen großen Raubtieren. Ein derartiger Aasfresser wäre dann das 5. Glied in der Nahrungskette (Pflanze – Pflanzenfresser – kleines Raubtier – großes Raubtier – Aasfresser).
- *Allesfresser*: Das sind Tierarten, die Nährstoffe sowohl pflanzlichen als auch tierischen Ursprungs verwerten können. Auch der Mensch gehört in diese Gruppe.

Wir brauchen Stoffe

Das zweite Fundament des Lebens ist die stoffliche, also materielle Basis. Der konkrete Ablauf biologischer Prozesse beruht auf der chemischen und physikalischen Interaktion von Atomen und Molekülen nach bestimmten Regeln, die durch die Eigenschaften der Materie vorgegeben sind. Die *Naturgesetze*, mit denen sich die Fachgebiete Biologie, Physiologie, Chemie und Physik befassen, beschreiben diese Regeln. Naturgesetze sind also keineswegs von Wissenschaftlern „erfunden“ worden und sie haben auch keineswegs die Funktion von Vorschriften, wie wegen der Verwendung des Begriffes „Gesetz“ angenommen werden könnte. Naturgesetze sind lediglich Beschreibungen von Vorgängen, die in der Natur unter gleichen Bedingungen immer gleich ablaufen. Für diesen regelhaften Ablauf ist es gleichgültig, ob das Naturgesetz bekannt ist oder nicht oder ob man Naturgesetze mag oder nicht.

Auch die Lebensvorgänge lassen sich im Detail mit derartigen Naturgesetzen beschreiben. Je besser unsere Untersuchungsmethoden werden, desto tiefere Einblicke in biologische Prozesse werden ermöglicht. Und desto mehr hochkomplexe Funktionen, wie z.B. auch Emotionen, lassen sich auf die Wirkung bestimmter materieller Substanzen, wie z.B. Hormone, zurückführen.

„Alles Leben ist Chemie“ ist ein Ausspruch von Lavoisier, einer der Begründer der modernen Naturwissenschaften. Das ist nach wie vor uneingeschränkt richtig. Die darüber hinaus gehende Annahme „aber nicht nur Chemie“ ist Gegenstand des Glaubens, der sich einer naturwissenschaftlichen Begründung entzieht.

„Es gibt mehr zwischen Himmel und Erde als sich Menschenweisheit träumen lässt“ (Shakespeare) ist ein Zitat, das unbestreitbar viel Wahrheit enthält und das gerne als Antwort auf eine naturwissenschaftlich basierte Argumentation angeführt wird. Aber auch wenn man die Richtigkeit dieses Zitates akzeptiert, so heißt das noch lange nicht, dass man deswegen jeden esoterischen Unsinn, von dem gerade auf dem Gebiet der Ernährung unglaublich viel grassiert, auch glauben muss.

Jedenfalls hat die Ernährung die fundamentale Aufgabe, die für den „Betrieb“ des Lebens notwendigen Stoffe aufzunehmen und dem Organismus zuzuführen.

Ohne Information herrscht das Chaos

Wie ich schon geschildert habe, braucht der Körper Energie und Stoffe, um die körpereigenen Strukturen aufzubauen und um seine Lebensvorgänge und -aktivitäten aufrecht zu erhalten. Tatsächlich sind diese Strukturen hochkomplex und werden zudem laufend abgebaut und wieder erneuert. Biologische Abläufe sind unglaublich kompliziert. Und dennoch bleibt die gesamte Struktur über viele Jahre eines Lebens

in gleicher Form und die biologischen Reaktionen ändern sich nicht. Dies ist möglich, weil die gesamte Information über den Bau und die Funktion jeder Zelle und damit des gesamten Körpers in jeder einzelnen Zelle des Körpers komplett gespeichert ist. Alle Lebensvorgänge unterliegen der Steuerung durch diesen Informationsspeicher, der sich im Kern jeder Zelle befindet. Da alles Leben, wie erwähnt, Chemie ist, wird nicht nur die Energie im Körper chemisch gespeichert (ATP) sondern auch die Information. Die chemische Substanz, mit der das bewerkstelligt wird, ist die *Desoxyribonukleinsäure (DNS)* aus der die *Chromosomen*, die Träger der Erbinformation im Zellkern aufgebaut sind.

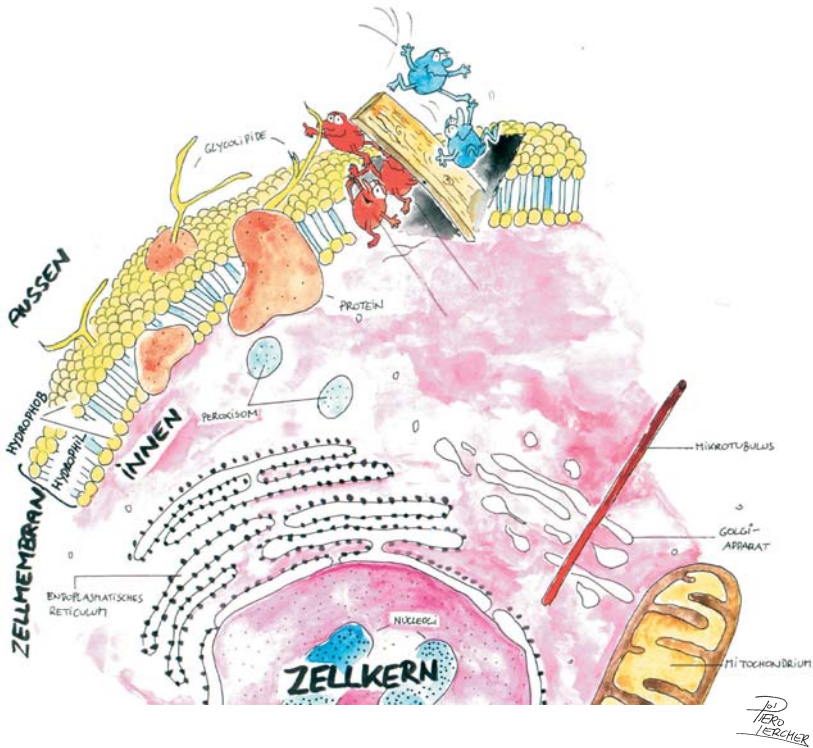
3

Der grundsätzliche Aufbau einer Zelle

Eine vollwertige Ernährung enthält Nährstoffe, die in größeren Mengen aufgenommen werden müssen (*Makronährstoffe*) und solche die nur in Spuren erforderlich sind (*Mikronährstoffe*). In beiden Fällen kann ein Mangel aber Funktionsstörungen oder sogar Krankheiten verursachen. Um zu verstehen warum das so ist, ist es sinnvoll den Aufbau einer Zelle kennen zu lernen und zu sehen welche Funktion die einzelnen Nährstoffe erfüllen. Im Prinzip sind alle Zellen des Körpers nach dem gleichen Konstruktionsprinzip aufgebaut. Im Detail haben die Zellen der verschiedenen Gewebe aber ihre Besonderheiten. Das betrifft sowohl die Form der Zelle, also z.B. die Unterschiede in der Form einer Muskel- und einer Nervenzelle, als auch die Funktionen, die vor allem von den speziellen Aufgaben abhängen, die diese spezielle Zelle zu erfüllen hat. So unterscheidet sich auch die Funktion einer Nervenzelle beträchtlich von der einer Muskelzelle. Der im Folgenden geschilderte Aufbau trifft grundsätzlich aber für beide zu.

Außen ist die Zellmembran

Die ersten einzelligen Lebewesen des tierischen Typs sind im Wasser des Ur-Meeres entstanden, das bekanntlich Kochsalz enthält (NaCl) und das einen von reinem Wasser leicht nach der basischen Seite abweichenden Säuregrad hat ($\text{pH} = 7,4$). Das Innere der Zellen besteht zwar zum größeren Teil ebenfalls aus Wasser hat aber im Übrigen eine vom Meerwasser erheblich verschiedene Zusammensetzung. Man kann also ganz klar einen *extrazellulären* Raum, der im Fall der urtümlichen Einzeller das Meerwasser war, von einem *intrazellulären* Raum unterscheiden. Diese beiden Räume sind durch eine *Zellmembran* getrennt, deren Aufgabe es grundsätzlich ist zu verhindern, dass sich diese beiden Räume wieder vermischen und sich



Alle Zellen des Körpers haben, trotz der unterschiedlichen Formen und der unterschiedlichen Funktionen, grundsätzlich den gleichen Aufbau. Die Zellmembran trennt den extrazellulären vom intrazellulären Raum und ist für große Moleküle nicht durchlässig.

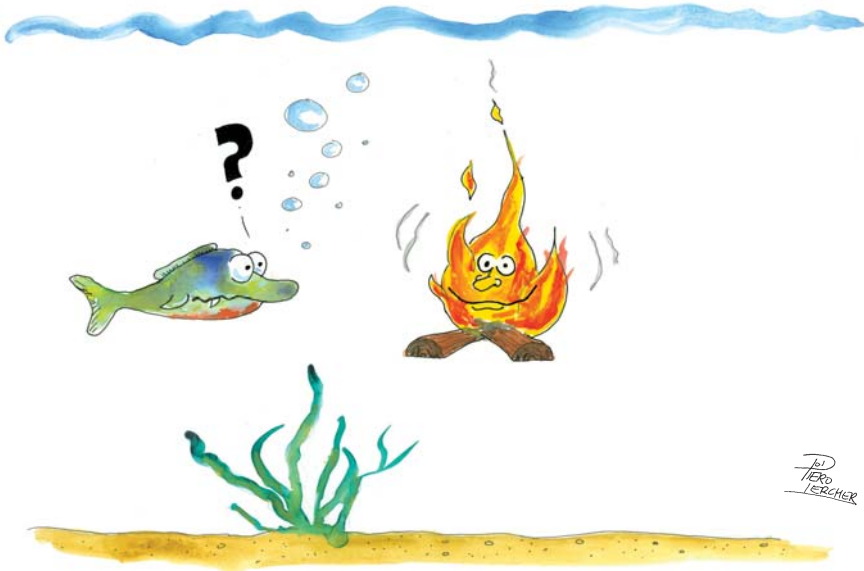
somit die komplexe Ordnung des intrazellulären Raums wieder auflöst. Diese grundsätzliche Konstruktion ist über die gesamte Evolution der vielzelligen Organismen bis hinauf zum Menschen erhalten geblieben. Auch im menschlichen Organismus bestehen die Zellen zum größeren Teil aus Wasser und bilden in ihrer Gesamtheit den intrazellulären Raum des Körpers. Und immer noch können die Zellen nur funktionieren, wenn sie von Flüssigkeit umgeben sind, die in ihrer Zusammensetzung, z.B. nach Salzgehalt und Säuregrad, dem Meerwasser gleicht und insgesamt den extrazellulären Raum des Körpers bildet. Allerdings ist seine Größe gegenüber dem Urozean beträchtlich geschrumpft und macht etwa 1/3 des Körpergewichtes aus. Der

Körper ist für seine Funktionen vital darauf angewiesen, dass sowohl der intra- als auch der extrazelluläre Flüssigkeitsraum angemessen gefüllt sind. Daraus ergibt sich bereits eine fundamentale Erkenntnis:

Alle Lebensvorgänge im menschlichen Körper spielen sich im Wasser
(in wässriger Lösung) ab.

Das erklärt, dass schon relativ geringe Flüssigkeitsverluste von 2 – 3% des (normalen) Körpergewichts zu Müdigkeit und Leistungsverlust führen und Flüssigkeitsverluste ab 10% bereits lebensbedrohlich sind.

Wie bereits erwähnt, sind sowohl der Intra- als auch der Extrazellulärraum flüssige Medien, die sich allerdings durch die darin befindlichen bzw. gelösten Stoffe erheblich unterscheiden. So ist in der



Alle Lebensvorgänge im menschlichen Körper spielen sich in wässriger Lösung und bei 37° ab. Das betrifft auch die biologische Oxidation. Sie ist chemisch gesehen der gleiche Prozess, der auch in einer offenen Flamme, z.B. beim Verbrennen von Holz, abläuft. Ermöglicht wird das durch die katalytische Funktion von Enzymen.

Flüssigkeit ist im Wesentlichen eine Kaliumlösung (K), enthält also Kaliumionen (K⁺) und negativ geladene Proteinionen. Insgesamt, als Summe aller positiven und negativen elektrischen Ladungen, ist die Ionenkonzentration im intra- und extrazellulären Raum die gleiche. Dies ist von vitaler Bedeutung, da Unterschiede in der Konzentration von Ionen zu Wasserverschiebungen jeweils in den Raum mit der höheren Konzentration führen würde. Unterschiede in der Salzkonzentration von Flüssigkeiten bewirken nämlich auch Unterschiede im sogenannten *osmotischen Druck*. Sowohl ein Mangel an Kochsalz als auch von Kalium führt daher zu unter Umständen auch bedrohlichen Störungen.

Die Zellmembran ist nun keine einfache Hülle, vielleicht vergleichbar mit der Hülle eines Luftballons. Sondern sie hat die Aufgabe, die Besonderheiten des Intrazellulärtraumes aufrecht zu erhalten und zu verhindern, dass sich die Konzentrationsunterschiede, z.B. von Na⁺ und K⁺, zwischen Innen und Außen ausgleichen, was ohne weiteres Zutun geschehen würde. So wie sich ein Tintentropfen im Wasser mit der Zeit gleichmäßig im ganzen Wasser verteilt. Die Zellmembran hat daher besondere Eigenschaften: sie ist z.B. *halbdurchlässig*, d.h., dass Wasser und kleine Ionen, wie Na⁺ und K⁺, in beiden Richtungen durch die Membran passieren können, während größere Eiweißmoleküle im Zellinneren zurückgehalten werden. Sie hat aber auch eigene Transportkanäle, durch die Na-Ionen, die ins Zellinnere eingedrungen sind, wieder nach draußen und K-Ionen, die durch die Membran entwichen sind, nach innen befördert werden. Dieser Transport wird als *Ionenpumpe* bezeichnet und verbraucht beträchtliche Mengen an Energie, also ATP. Als Folge dieser Halbdurchlässigkeit und der Tätigkeit der Ionenpumpen ist die Zellmembran außen positiv und an der Innenseite negativ elektrisch geladen, ein Zustand, den man als *polarisiert* bezeichnet. Die elektrische Ladung der Zellmembran ist das *Membranpotential*, das durch die ununterbrochene Tätigkeit der Ionenpumpen aufrecht erhalten wird. Das Membranpotential ist die biologische Voraussetzung für die Fähigkeit von Nerven- und Muskelzellen elektrische Impulse, und damit Signale, zu empfangen und auch weiter zu leiten.