





Stefan Limmer

Dr. rer. nat. Birgitt Täuber-Rusch

MITOCHONDRIEN

**Das Geheimnis
unbegrenzter Lebensenergie**



MOMANDA

Wichtiger Hinweis

Die Autoren und der Verlag haben die Empfehlungen in diesem Buch sorgfältig erwogen und geprüft. Die Anwendung durch die Leser erfolgt jedoch auf eigene Verantwortung. Weder die Autoren noch der Verlag und dessen Mitarbeiter übernehmen eine Haftung für etwaige Schäden jeglicher Art, die durch die Anwendung entstehen. Die hier vorgestellten Methoden ersetzen weder den Besuch bei einem Arzt oder einer Ärztin noch eine notwendige Therapie. Verordnete Medikamente dürfen keinesfalls abgesetzt werden.

© MOMANDA GmbH, Rosenheim

Alle Rechte vorbehalten

1. Auflage 2020

- Cover: Guter Punkt, München
 - Bildnachweis:
 - > stock.adobe.com: velora, S. 47; rudall30, S. 50; xtaska, S. 73; sunnychicka, S. 94; Peter Hermes Furian, S. 99
 - > shutterstock.com: EVA105, S. 2 u.a. (Spiralen)
 - Alle anderen Schaubilder:
 - Maja Limmer, Hannah Limmer und Dr. Birgitt Täuber-Rusch
 - Lektorat: Gitta Lingen
 - Layout: Birgit-Inga Weber
- Gesamtherstellung: Bernhard Keller
- Druck: CPI Moravia Books

ISBN 978-3-95628-033-7

Vorwort	8
Teil 1: Mensch und Energie	10
Energie bedeutet Leben	12
Pflanzen, Menschen, Tiere – eine Energie-Symbiose	14
Die Zelle	19
Zellforschung am Rand der etablierten Wissenschaft	26
Die Mitochondrien – Kraftwerke der Zellen	31
Die Reise des Sauerstoffs zu den Zellen	38
Die Reise der Nährstoffe zu den Zellen	41
Teil 2: Die Energiebereitstellung in der Zelle	48
ATP und ADP	52
NAD und FAD	53
Die Glykolyse	54
Die Pyruvat-Decarboxylierung	57
Die Beta-Oxidation der Fettsäuren	59
Der Zitronensäurezyklus – Drehscheibe des Stoffwechsels	61
Die Atmungskette und die oxidative Phosphorylierung	64
Die Glukoneogenese	67
Die Ketonkörpersynthese	68
Weitere Wege der Energiebereitstellung	69
Die Steuerung des Energiebedarfs – Die Kommunikation der Zellen und Mitochondrien	70



Teil 3: Der feinstoffliche Energiestoffwechsel	82
Jenseits der Wissenschaft	84
Das Geheimnis unserer Lebensqualität und Lebensenergie	85
Feinstoffliche Energie	85
Das feinstoffliche Energiesystem	88
Feinstoffliche Energiequellen – Quellen unserer Lebenskraft und Lebensenergie	101
Das Bewusstsein und die Mitochondrien	130
 Teil 4: Die Folgen von Energiemangel	 134
Primäre Mitochondriopathie	137
Sekundäre Mitochondriopathie	140
 Teil 5: Diagnostik und Therapie der sekundären Mitochondriopathie	 156
Diagnoseverfahren der sekundären Mitochondriopathie	158
Mitochondriale Therapie – die regenerative Mitochondrienmedizin	162
Mitochondriale Ernährung	165
Wichtige Mikronährstoffe und Nahrungsergänzungen in der mitochondrialen Therapie	170
Die physikalische Reiztherapie – Wasser und Kälte	193
Intervall-Hypoxie-Hyperoxie-Training (IHHT-Therapie)	196
Diagnose- und Therapieverfahren für das feinstoffliche Energiesystem	196

Teil 6: Wunder unbegrenzter Lebenskraft	200
--	------------

Extreme körperliche Leistungen	202
--------------------------------	-----

Eisbaden und Winterschwimmen	202
------------------------------	-----

Apnoetauchen, Tieftauchen und Langzeittauchen ohne Hilfsmittel	205
---	-----

Spontanheilung und Wunderheilung	211
----------------------------------	-----

Fasten und Lichtnahrung	219
-------------------------	-----

Die Mitochondrien – Ursprung unseres Energiekörpers und Basis des globalen, unbegrenzten Bewusstseins?	229
---	-----

Alles ist möglich – Leben im unbegrenzten Bewusstsein	231
---	-----

Nachwort	232
----------	-----

Die wichtigsten Begriffe und Erklärungen	233
--	-----

Literatur- und Quellenverzeichnis	240
-----------------------------------	-----

Die Autoren	252
-------------	-----

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

wie wir heute wissen, besteht unsere Realität mit allen Erscheinungsformen aus Schwingungen und Energie. Auch wir Menschen sind Energiewesen. Die Quantenphysik hat uns gelehrt, dass Materie nur eine intelligente Zusammenballung von Energie ist. So schwingt dieses Universum in unterschiedlichsten Frequenzen und erzeugt damit eine Energie-Symphonie aus unendlich vielen Variationen – ein Spiel, in das wir Menschen untrennbar eingebunden sind.

Aber wo ist die Quelle unserer Lebenskraft, woher kommt die Energie, die wir zum Leben brauchen? Wie wird sie erzeugt und was können wir tun, damit wir für die wechselnden Anforderungen des Lebens immer ein Optimum an Energie zur Verfügung haben? Können wir unsere Lebenskraft und Lebensenergie so weit beeinflussen, dass selbst vermeintlich Unmögliches möglich wird? Ist die Wissenschaft in der Lage, alle wichtigen Grundlagen und Zusammenhänge zu erklären, und liefert sie befriedigende Vorschläge, wie wir unser Energielevel auf allen Ebenen unseres Seins entsprechend aktivieren und optimieren können?

Um ein ganzheitliches Bild zu zeichnen und besser zu verstehen, wie wir als Energiewesen funktionieren, können wir neben den wissenschaftlichen Erklärungen zugleich viele interessante Antworten aus uralten schamanischen, spirituellen, philosophischen und fernöstlichen Lehren sowie aus wissenschaftlichen Randgebieten heranziehen.

Wir begeben uns auf eine Reise, die uns zunächst in unsere Körperzellen führt und dort zu den Mitochondrien – den Kraftwerken der Zellen, den offensichtlichen Energielieferanten des materiellen Körpers. Wir betrachten unser feinstoffliches Energiesystem, seine Verbindungen in die Außen- und in die Innenwelt sowie seinen Einfluss auf unser Energielevel und unser Wohlbefinden. Wir erforschen die Zusammenhänge zwischen Energielosigkeit und Krankheiten und betrachten natürlich auch das Gegenteil: Zustände nahezu unbegrenzter Lebenskraft.

Unser Anliegen ist es, Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, wertfrei und undogmatisch möglichst viele Informationen auf Ihren persönlichen Weg mitzugeben, damit Sie selbst Ihre Lebensenergie aktivieren, steuern und beeinflussen können, um möglichst das Optimum davon zur Verfügung zu haben.

Regensburg, Januar 2020

Dr. rer. nat. Birgitt Täuber-Rusch und Stefan Limmer



Teil 1

MENSCH
UND ENERGIE

M Energie bedeutet Leben

Die Wissenschaft hat klare Kriterien festgelegt, um Leben zu definieren:

- d Fortpflanzung
- d Stoffwechsel und Energieaustausch
- d Wachstum und Entwicklung
- d Bewegung
- d Reizbarkeit
- d Vorhandensein von Zellen
- d Evolution

Etwas Lebendes muss also in der Lage sein, sich fortzupflanzen, es muss einen Stoff- und Energieaustausch aufweisen, einem Wachstum unterliegen, sich weiterentwickeln, sich bewegen und auf Reize reagieren, aus Zellen bestehen und sich an die Umwelt anpassen können.

Damit diese Kriterien beim Menschen erfüllt sind, hat die Natur komplexe aufeinander abgestimmte biologische Strukturen geschaffen, die miteinander kommunizieren und mit der Umgebung interagieren. Die wichtigste Voraussetzung ist aber das Vorhandensein einer Energiequelle, die das Leben aufrechterhält und dafür den notwendigen »Treibstoff« liefert. Die offensichtlichste Energiequelle auf unserem Planeten ist die Sonne; ohne sie gäbe es weder Licht noch Wärme, weder Natur noch Leben.

Neben der Sonnenenergie gibt es als »Urenergie« die Energie aus radioaktiven Zerfällen aus dem Erdinnern, die der Erdoberfläche in großem Maß zugeführt werden. Weitere offensichtliche Energielieferanten, die wir für unser Leben nutzbar gemacht haben, sind die in der Erde gespeicherten fossilen Energieträger Öl, Kohle und Erdgas; sie sind im Lauf von Jahrmillionen entstanden ... und wir sind gerade dabei, sie in unglaublich kurzer Zeit aufzubauchen.

Genauso wie wir im großen Stil bei der Verbrennung fossiler Energieträger Sauerstoff benötigen und Kohlendioxid freisetzen, brauchen auch die Mitochondrien als Kraftwerke in unseren Zellen Sauerstoff und setzen Kohlendioxid frei.

Was ist Energie?

Energie ist in vielen naturwissenschaftlichen Gebieten eine fundamentale physikalische Größe; sie wird in der Maßeinheit »Joule« angegeben. Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten. Es gibt verschiedene Energieformen, die ineinander umgewandelt werden können:

- d Bewegungsenergie (kinetische Energie)
- d Lageenergie (potenzielle Energie)
- d Wärmeenergie
- d Elektrische Energie
- d Atomenergie, Kernenergie
- d Strahlungsenergie (elektromagnetische Wellen, Sonnenenergie)
- d Chemische Energie

Streng physikalisch gesehen kann Energie nicht erzeugt oder vernichtet werden, da bei allen Energieumwandlungen die Menge der Energie – zumindest in abgeschlossenen Systemen – immer gleich bleibt. Wenn wir von »Energieerzeugung« sprechen, verstehen wir darunter den Prozess, bei dem eine Energieform in eine andere gewünschte oder benötigte Form umgewandelt wird. Dieser Umwandlungsprozess erzeugt immer Wärme, die als »Energieverlust« bezeichnet wird, wenn eigentlich eine andere Energieart benötigt wird. Es wird also nur ein Teil der Ursprungsenergieart in eine andere umgewandelt. In der Technik spricht man vom »Wirkungsgrad«. Je höher der Wirkungsgrad, desto effektiver ist der Umwandlungsprozess. Bei der konventionellen Stromerzeugung wird z. B. ein Teil der chemischen Energie der Brennstoffe Öl, Kohle oder Gas in elektrische Energie mit einem Wirkungsgrad von 30–45 Prozent umgewandelt; der Energieverlust in Form von Wärme ist dabei also sehr hoch.

In uns Menschen wird bei jeder Form von »Arbeit« Energie umgewandelt, z. B. wenn wir uns im Alltag bewegen, Sport treiben oder geistige Leistungen vollbringen, wenn unser Herz das Blut durch die Adern pumpt, wenn wir unser Mittagessen verdauen oder wenn insgesamt Stoffwechselprozesse ablaufen. Die dabei entstehende Wärme

sorgt dafür, dass die für die physiologischen Stoffwechselvorgänge nötige Grundtemperatur von ca. 37 Grad im Körper aufrechterhalten wird. Verschiedene Kontroll- und Regelsysteme gewährleisten normalerweise, dass unser Körper weder auskühlt noch überhitzt, sondern in einem engen Temperaturreahmen bleibt, in dem der Körper optimal arbeiten kann.

»Arbeit« kennzeichnet also immer einen Vorgang oder Prozess, »Energie« dagegen kennzeichnet den Zustand eines Körpers.

Neben der wissenschaftlichen Sichtweise von Energie finden wir viele andere Energiebegriffe, z. B.:

- d Feinstoffliche Energie
- d Lebensenergie und Lebenskraft
- d Seelenenergie
- d Chi
- d Prana

Diese Energieformen können messtechnisch nicht erfasst oder nachgewiesen werden und werden deshalb von der etablierten Naturwissenschaft ignoriert. Insofern werden diese vorwiegend im philosophischen, spirituellen und religiösen Kontext beschrieben. Wir gehen später genauer darauf ein (D Teil 3).

M **Pflanzen, Menschen, Tiere – eine Energie-Symbiose**

In der Natur ist im Lauf der Entwicklungsgeschichte des Lebens auf unserem Planeten ein fein aufeinander abgestimmtes Gleichgewicht zu beobachten. Alle Lebensformen wirken daran mit und haben so das Leben, Überleben und die permanente evolutionäre Weiterentwicklung ermöglicht.

Eine der für uns wichtigsten »Arbeitsteilungen« in der Natur ist die Produktion von Sauerstoff durch die Pflanzen und die Pro-

duktion von Kohlendioxid durch Menschen und Tiere. Für ihre Energiegewinnung und zum Leben benötigen die meisten Pflanzen Kohlendioxid, wohingegen Menschen und die meisten Tiere Sauerstoff brauchen.

Pflanzen betreiben Photosynthese – der wahrscheinlich wichtigste Prozess in der Geschichte des Lebens auf der Erde. Vor ca. 4,5 Milliarden Jahren bestand die Erdatmosphäre aus einem Gemisch aus eher lebensfeindlichen Gasen, z. B. Wasserstoff, Helium, Ammoniak, Methan.

Vor ca. 2,5 Milliarden Jahren tauchten Algen und Bakterien auf, bei deren Stoffwechsel als Abfallprodukt Sauerstoff anfiel: Er reichte sich in mehreren Hundert Millionen Jahren in der Erdatmosphäre an, bis die heutige Konzentration von 21 Prozent Sauerstoff erreicht war. Menschen und Säugetiere können nicht selbst Sauerstoff produzieren. Er wird zu 100 Prozent durch Photosynthese von Algen, Bakterien und Pflanzen synthetisiert.

Die Chemie beschreibt diesen Vorgang mit der folgenden Formel:



Pflanzen benötigen sechs Moleküle Wasser, sechs Moleküle Kohlendioxid und Licht und stellen daraus in einem chemischen Prozess sechs Moleküle Sauerstoff und ein Molekül Glukose her. Glukose, den sogenannten Traubenzucker, benötigt die Pflanze als Ausgangsstoff für die Herstellung von Fetten und Eiweißen. Der bei der chemischen Reaktion anfallende Sauerstoff ist für die Pflanze ein reines Abfallprodukt und eher ein »notwendiges Übel«. Der Sauerstoff wird über bestimmte Zellen, die Schließzellen, aus der Pflanze transportiert und an die Umwelt abgegeben.

Die Photosynthese – die Energiegewinnung der Pflanze – findet in den Chloroplasten statt, die hinsichtlich ihrer Funktion den Mitochondrien bei Menschen und Tieren entsprechen: Sie sind die Kraftwerke der Pflanzen und dienen der Energiegewinnung und -bereitstellung für alle wichtigen Vorgänge der Pflanze.

Dabei wird über die eben erwähnten Schließzellen Kohlendioxid in das Innere der Chloroplasten befördert. Wasser wird in den

Pflanzen über Xylem – das holzige Leitgewebe, das Wasser und anorganische Salze in der Pflanze transportiert – zu den Chloroplasten gebracht.

Chlorophyll, der »Farbstoff der Pflanzenzelle«, sorgt dafür, dass Sonnenlicht absorbiert wird. Ohne die Energie des Lichts kann keine Photosynthese stattfinden.

Die Entwicklung der Photosynthese vor ca. 2,5 Milliarden Jahren leitete eine der großen Wandelphasen in der Geschichte des Lebens ein. Für alle bis dahin existierenden Lebensformen stellte Sauerstoff mit seiner stark oxidierenden Wirkung einen Giftstoff dar. Die Entstehung von Lebensformen vor ca. 1,5 Milliarden Jahren, die die Atmungskette und Sauerstoff zur Energiegewinnung nutzten, schuf Voraussetzungen, um weit mehr Energie zu gewinnen als unter den bisher bekannten Bedingungen.

Hier zeigt sich die erstaunliche Anpassungsfähigkeit der Natur und des Lebens auf sich verändernde Umweltbedingungen. Mit dem vermehrten Auftreten von Sauerstoff in der Atmosphäre entwickelten sich zunächst Organismen, die den Sauerstoff tolerieren konnten, bis es einigen Organismen gelang, den Sauerstoff – bisher Gift und Feind des Lebens – zu verstoffwechseln und für ihre Energiegewinnung zu nutzen. Die ersten derartigen Zellen waren wahrscheinlich Prokaryoten, später wurden sie als Eukaryoten von Ur-Eukaryoten aufgenommen.

Autotrophe und heterotrophe Lebensformen

Heute unterscheiden wir grundsätzlich zwischen autotrophen und heterotrophen Lebensformen.

Autotrophe Organismen sind Lebewesen, die mithilfe von Energie ihre notwendigen Baustoffe ausschließlich aus anorganischen Stoffen aufbauen. Stoffe, die keine Kohlenstoffatome enthalten, werden in der Chemie als »anorganische« Stoffe bezeichnet. Als Ausnahmen werden zu den anorganischen Stoffen Kohlendioxid, Kohlenmonoxid und Karbonate gezählt, die Kohlenstoff enthalten. Alle anderen Stoffe sind organische Stoffverbindungen.

Autotrophe Organismen gewinnen die benötigte Energie entweder durch Photosynthese aus Sonnenlicht oder aus chemischen Stoffen.

Auf der Grundlage der sogenannten Biomassenproduktion der autotrophen Lebewesen ist die heterotrophe Ernährungsform entstanden. Dabei werden organische Verbindungen zur Bildung der Baustoffe verwendet. Pilze, viele Bakterien, einige wenige Pflanzen, Tiere und Menschen sind heterotrophe Lebensformen.

Der Stoffwechsel

Der Stoffwechsel oder Metabolismus bildet die Grundlage aller lebenswichtigen Vorgänge im Körper und umfasst im weitesten Sinne alle biochemischen Vorgänge in Lebewesen: die Atmung, die Nahrungsaufnahme, die Verarbeitung und die Ausscheidung von Stoffen usw.

Vor allem versteht man unter dem Stoffwechsel die biochemischen Prozesse innerhalb einer Zelle, also den Abbau, Umbau und Neuaufbau – die Verstoffwechselung – der Nährstoffe, die den Zellen zugeführt werden.

Unser wichtigstes körpereigenes Stoffwechselorgan ist die Leber. Für den Stoffwechsel benötigt der Körper Cofaktoren, also andere Stoffe, die die entsprechenden Reaktionen und Teilschritte begleiten: Hormone und Enzyme. Gesteuert werden die Abläufe durch das Nervensystem und das Hormonsystem, wobei auch Umwelteinflüsse wie die Temperatur eine wichtige Rolle spielen.

Der Mensch als heterotrophes Wesen muss Nährstoffe zu sich nehmen. Indem unser Körper die zugeführten oder bereits abgespeicherten Nährstoffe, Vitamine, Mineralien und Spurenelemente nutzt, sorgt er dafür, dass es ihm und damit uns als ganzheitliches Wesen gut geht, dass unsere Leistungsfähigkeit erhalten bleibt, wir genügend Lebensenergie haben und wir uns wohlfühlen.

Katabolismus und Anabolismus

Der Stoffwechsel teilt sich in zwei Bereiche auf:

Katabolismus ist der Abbau von komplexen Stoffen zu einfachen chemischen Verbindungen, die der Körper für weitere Stoffwechselvorgänge benötigt und nutzt: Kohlenhydrate werden zu einfachen Zuckern, Proteine/Eiweiße zu Aminosäuren und Lipide/Fette zu Fettsäuren und Glycerin abgebaut. Sie tragen zur Energiegewinnung bei; damit werden alle Körperfunktionen aufrechterhalten und der Körper gewinnt lebenswichtige Baustoffe.

Der Hauptlieferant für die Ausgangsstoffe ist die Nahrung. Die darin enthaltenen Nährstoffe werden verarbeitet, in den Zellen gespeichert und dort in Energie umgewandelt. Überflüssige oder nicht mehr benötigte Nahrungsbestandteile werden über den Stuhl und Urin ausgeschieden.

Glukagon, Adrenalin, Glukokortikoide und Schilddrüsenhormone sind wichtige Hormone, die besonders den Katabolismus steuern und beeinflussen. Sie erhöhen den Blutzuckerspiegel.

Anabolismus beschreibt den gegenteiligen Prozess. Aus den im Metabolismus hergestellten einfachen Stoffen werden komplexe Verbindungen gebildet. Aus Aminosäuren werden Proteine synthetisiert, aus Einfachzuckern werden wieder Mehrfachzucker, und Fette werden aufgebaut. Es geht hier um den Aufbau und den Erhalt der Körpersubstanz.

Insulin, das den Blutzuckerspiegel senkt, ist ein anaboles Hormon und Gegenspieler der katabolen Hormone.

Der Stoffwechsel sorgt für ein Gleichgewicht zwischen Ab- und Aufbau von Biomasse und passt sich den aktuellen Bedürfnissen des Körpers entsprechend an. Das zentrale Molekül im Stoffwechsel ist das Adenosintriphosphat (ATP). ATP stellt die sogenannte Energiewährung unseres Körpers dar und ist in allen Stoffwechselwegen als Energieträger involviert.

Im Stoffwechsel sind Reaktionszyklen (Kreisläufe) ein wichtiges Prinzip (z. B. der Zitronensäurezyklus): Sie sind durch den gleichen Ausgangs- und Endstoff gekennzeichnet. Es schließen sich weitere

Reaktionen an, die die Energie von Substanzen in andere Formen umwandeln oder freisetzen (D Teil 2 D »Der Zitronensäurezyklus – Drehscheibe des Stoffwechsels«, S. 61 ff.).

Neben der genetischen Disposition spielen beim individuellen Stoffwechsel viele beeinflussbare Faktoren eine Rolle.

M Die Zelle

Energie ist eine der wichtigsten Grundlagen des Lebens, der Bewegung und der biologischen Stoffwechselvorgänge – sowohl für autotrophe als auch für heterotrophe Lebensformen. Ohne Energie könnten wir Menschen weder denken noch fühlen, wir könnten nicht planen und nicht handeln – wir wären nicht lebendig.

Machen wir uns in unserem Körper auf die Suche nach dem Ort, an dem Energie für unser Leben bereitgestellt wird, dann stoßen wir unweigerlich auf die Zelle mitsamt ihren Kraftwerken, den Mitochondrien. Die Zelle ist quasi das Haus, in dem unsere Kraftwerke sicher und geschützt eingebettet sind. Die Zelle transportiert über ihre Hülle alle notwendigen Stoffe zu den Mitochondrien, damit diese die Energie für den Körper bereitstellen können, und sie transportiert alle Stoffwechselabfälle nach draußen. Sie sorgt somit für eine optimale Umgebung, damit die Mitochondrien und alle anderen Zellbestandteile ihre Arbeit möglichst optimal und ungestört erledigen können.

Um eine einzelne Zelle wahrnehmen zu können, brauchen wir Mikroskope, die uns das Geheimnis des menschlichen Körpers auf der Zellebene erschließen.

Zellen bilden die kleinsten Funktionseinheiten im menschlichen Körper und sind die Grundbausteine des Lebens. Jede Zelle ist eine autonome Einheit, die die grundlegenden Kennzeichen des Lebens erfüllt (D Teil 1 D »Energie bedeutet Leben«, S. 12 ff.).

Obwohl wir im menschlichen Körper ca. 200 verschiedene Zelltypen finden und sie in größeren unterschiedlichen Funktions-

einheiten – den Organen, Organsystemen und unterschiedlichen Gewebearten – organisiert sind, gleicht sich das Grundprinzip ihres Aufbaus bis auf wenige Ausnahmen. Sie unterscheiden sich grundlegend nur in der Größe und in ihrer Lebensdauer, die je nach Gewebe und Organ ein paar Tage bis zu mehreren Jahren beträgt.

In jeder Zelle finden essenzielle Stoffwechselvorgänge statt, die uns das Leben ermöglichen. Eine Zelle ist vergleichbar mit einer Chemiefabrik. Unterschiedliche Stoffe, die sie für ihre Aufgaben benötigt, werden durch die Zellmembran – die äußere Zellhülle – in die Zelle geschleust, dort verarbeitet, umgebaut und zur Energiegewinnung eingesetzt. Dabei anfallende Abfallstoffe werden wiederum aus der Zelle transportiert und über Lymphe, Blut, Haut, Atmung und Ausscheidungsorgane nach draußen transportiert.

Die biologisch-naturwissenschaftliche Sichtweise der Zelle

Damit eine Zelle als lebendige Grundeinheit ihre Aufgaben erfüllen kann, benötigt sie eine wässrige Umgebung mit einer ganz bestimmten, optimalen Mischung chemischer Substanzen.

Wasser (H_2O) ist eine besondere Verbindung und für das Leben unverzichtbar. Wir Menschen bestehen zu etwa 60–70 Prozent aus Wasser. Es ist essenziell für alle Stoffwechselvorgänge und Funktionen in und um die Zelle, chemische Prozesse würden ohne Wasser nicht funktionieren. »Lebendiges Wasser« – kristallin geclustertes Wasser mit freien H-Ionen – ist im Körper aufgrund seiner freien Bindungsstellen ein richtiggehendes Reinigungsmittel; es hilft, »Gewebeschlacken«, Umwelt- und Stoffwechselgifte auszuschleiden, und dient als Radikalfänger. Eine ausreichende Trinkmenge reinen, unbehandelten Wassers spielt hierbei eine wichtige Rolle. Eine intakte Cluster-Struktur hilft den Zellen bei der Erfüllung ihrer Aufgaben.

Wie bereits erwähnt, benötigen sie darüber hinaus Sauerstoff und Nahrung, aufgespalten in unterschiedliche grundlegende Nährstoffe wie Kohlenhydrate/Zucker, Lipide/Fette und Proteine/Eiweiße. Mithilfe von Mineralstoffen, Spurenelementen, Vitami-

nen, Enzymen und Botenstoffen ist der Körper in der Lage, all die wichtigen Lebensprozesse zu steuern.

Das Blut spielt dabei die Rolle des Transportmediums, das den Sauerstoff aus der Atmung und die Nährstoffe aus der Nahrung zur Zelle transportiert und die in der Zelle entstehenden Abfallstoffe, Abbauprodukte und Kohlendioxid abtransportiert.

Die Grundfunktionen der menschlichen Zellen sind:

- d Energieerzeugung
- d Stoffaufnahme und -abgabe
- d Teilung und damit Erneuerung und Vermehrung
- d Heimat und Schutz der DNA bzw. DNS (Desoxyribonukleinsäure; engl. *acid* = dt. *Säure*), der Erbinformation des Menschen

Je nach Gewebeart und Organ haben die Zellen weitere Spezialaufgaben. Nervenzellen übermitteln z. B. elektrische Impulse, Zellen der Netzhaut nehmen optische Reize auf, Zellen im Blut transportieren Sauerstoff zu anderen Zellen usw.

Alle Systeme sind dabei sinnvoll aufeinander abgestimmt, und eine Vielzahl von Regelsystemen greifen ineinander, damit alles reibungslos funktioniert.

Ein erwachsener Mensch besteht aus rund 100 Billionen Zellen. Würden wir alle Zellen, die im Durchschnitt nur 1/40 Millimeter groß sind, hintereinander aufreihen, ergäbe dies eine Wegstrecke von 2,5 Millionen Kilometern. Zusätzlich leben wir in einer Symbiose mit einer Vielzahl von Bakterien, deren Menge bei Weitem die Anzahl unserer eigenen Körperzellen übersteigt. Hier sehen wir, wie wichtig und sinnvoll die Natur die Zusammenarbeit unterschiedlicher Spezies geregelt hat. Ohne die Bakterien wären wir überhaupt nicht in der Lage, so zu leben, wie wir es tun, nehmen sie uns doch eine Menge Arbeit ab. Der Mensch ist im Prinzip ein Ökosystem; es beheimatet viele verschiedene Bakterien mit unterschiedlichen Aufgaben im Gesamtsystem: Sie spalten unverdauliches Essen auf, bauen Gifte und Medikamente ab, trainieren das Immunsystem und produzieren eine Reihe von unverzichtbaren Stoffen.

Fast alle Zellen unseres Körpers unterliegen einem ständigen Erneuerungsprozess, der je nach Funktion und Gewebeart unterschiedlich schnell abläuft. Jede Sekunde sterben ca. 50 Millionen Zellen und werden durch neue ersetzt. Die Zellen unserer Magenschleimhaut werden z. B. ca. 1 Woche alt, Dünndarmzellen 1–2 Tage, die roten Blutkörperchen 120 Tage und Knochenzellen 10–30 Jahre.

Während der Embryonalzeit bilden sich die unterschiedlichen Zellarten aus den Stammzellen, differenzieren sich und schließen sich dann zu sinnvollen Zellverbänden zusammen, aus denen die einzelnen Organe entstehen. Damit unsere Organsysteme sinnvoll arbeiten können, ist also eine reibungslose Funktion der einzelnen Zellen erforderlich, wobei die Mitochondrien für die nötige Energie sorgen.

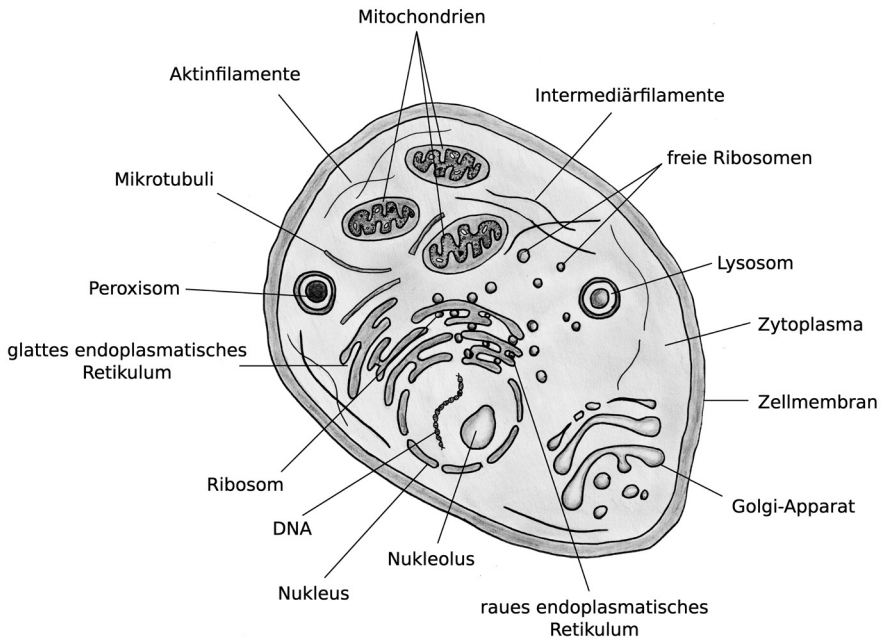
Aufbau einer typischen menschlichen Zelle

Bis auf wenige Ausnahmen bestehen menschliche Zellen aus der Zellmembran und dem Zytoplasma, in dem sich die unterschiedlichen Zellorganellen mit dem Zellkern befinden. Die roten Blutkörperchen, die im Knochenmark gebildet werden, sind kernlos und können sich deshalb auch nicht mehr teilen.

Die Zellmembran bildet die äußere, begrenzende, formgebende Hülle der Zelle, die »Hauswand«. Sie sorgt für einen kontrollierten Stoff- und Gasaustausch zwischen dem Zellinnenraum und der Umgebung. Sie ist nur für bestimmte Stoffe durchlässig und kann über verschiedene Mechanismen steuern, was wann in welcher Menge durchgelassen wird. Diese Fähigkeit wird auch als »Permeabilität« bezeichnet.

Der Grundbaustoff der Zellmembran sind Fette/Lipide. Diese bilden eine flüssige Lipid-Doppelschicht, die wiederum in eine Protein-/Eiweiß-Struktur eingebunden ist. Es handelt sich also um eine Doppelmembran.

Die Zellmembran umschließt das Zytoplasma.



Aufbau der Zelle

Das Zytoplasma ist eine flüssige, gelartige Substanz innerhalb der Zellmembran, die den Hauptbestandteil der Zelle ausmacht. Im Zytoplasma befinden sich das Zytosol, das Zytoskelett, der Zellkern und die Zellorganellen – weitere Funktionseinheiten der Zelle.

Das Zytosol besteht zu 70 Prozent aus Wasser, in dem unterschiedlichste Stoffe wie Ionen, Nährstoffe, Kohlenhydrate, Mineralsalze, Aminosäuren und Enzyme gelöst sind. Hier laufen zahlreiche Stoffwechselreaktionen ab.

Das Zytoskelett sitzt innerhalb des Zytoplasmas und sorgt für die notwendige Stabilität der Zelle und für die intrazellulären Stofftransporte. Es setzt sich aus Mikrotubuli, Aktin- und Intermediär-

filamenten zusammen und durchzieht die ganze Zelle in einem dreidimensionalen Netzwerk.

Der Zellkern (Nukleus) wird von der Kernmembran umhüllt und enthält das Chromatingerüst, das die codierte Erbinformation in Form von DNA beinhaltet. Er ist die Steuerzentrale der Zelle.

Der Nukleolus, das Kernkörperchen innerhalb des Zellkerns, besteht vorwiegend aus DNA, RNA (bzw. RNS/Ribonukleinsäuren) und Protein. Die Nukleoli (oder auch Nukleolen) sind für die Produktion der verschiedenen Untereinheiten der Ribosomen zuständig.

Die Mitochondrien, die Kraftwerke der Zelle, dienen hauptsächlich der Energiegewinnung durch Zellatmung. Daneben besitzen sie weitere Funktionen bei der Bildung von Baumaterial und der Entsorgung von Ammoniak sowie dem programmierten Zelltod (Apoptose). Zusätzlich dienen sie als intrazellulärer Kalziumspeicher. Sie sind wie der Zellkern von einer Doppelmembran umschlossen, besitzen eine eigene DNA und vermehren sich unabhängig von der Mutterzelle.

Das endoplasmatische Retikulum zieht sich als Gangsystem durch die gesamte Zelle und stellt eine Erweiterung der Kernmembran dar. Die Grundsubstanz, das *glatte* endoplasmatische Retikulum, ist für die Fettsäureproduktion, Speicherung von Kalzium und Entgiftung der Zelle zuständig. Durch Anlagerung von Ribosomen entsteht das *raue* endoplasmatische Retikulum, zu dessen Aufgaben die Protein-Biosynthese zählt.

Die Ribosomen erfüllen eine der wichtigsten Funktionen der Zelle – die Protein-Biosynthese – und liegen verstärkt auf der Kernmembran und dem rauen endoplasmatischen Retikulum. Hier werden unterschiedliche Aminosäuren zu Proteinen verknüpft. Die Verknüpfungssequenz der Aminosäuren ergibt sich aus dem genetischen Code der menschlichen DNA.

Der Golgi-Apparat stellt den Ort dar, an dem die vom rauen endoplasmatischen Retikulum und den Ribosomen produzier-