

3.50: Die Hierarchie von Bauelementen und Strukturebenen des Organismus.

Ich skizziere im Folgenden nur einiges, was man in Lehrbüchern und zahllosen allgemeinverständlichen Schriften ausführlicher und aktueller dargestellt finden kann. Die Prozesse sind wesentlich komplizierter, aber es kommt hier jetzt nicht auf die immer höchst komplexen organischen Vorgänge an, sondern hier interessiert ein Überblick über Stufen der Formbildung, die sich in Größenordnungen unterscheiden. Dabei zeigt sich aber nicht nur eine räumliche Hierarchie, sondern auch eine zeitliche, und es zeigt sich, dass die zeitlichen Phasen der Entwicklung des gesamten Organismus bereits im genetischen Programm vorliegen. Die Entwicklung der Ordnung jedes folgenden, komplexeren Strukturlevels wird durch die Ordnung des vorangegangenen, niedrigeren gesteuert. Das Programm für die Strukturelemente des Organismus ist schon auf der molekularen Ebene als raum-zeitliche Ordnung angelegt, die, materiell beginnend mit den Kodons in den Genen, über immer komplexer werdende Strukturlevels von den Aminosäuren über Eiweißstoffe, Zellen und Organe bis zum vollständigen Organismus führt.

Der molekularen Ordnung geht jedoch letztendlich eine kosmische Ordnung voraus, die die Entfaltung des variablen genetischen Programms auch über die Stufe variabler Umweltbedingungen steuert, wodurch kurzzeitig Phänotypen entstehen, die nichts mit Mutationen zu tun haben. Die kosmische Ordnung ist durch ein morphogenetisches Programm gegeben, dass sich physikalisch zunächst in den Polarisationsstrukturen magnetischer Felder zeigt. Dieses Programm wirkt über Resonanz mit Schichtstrukturen, wie sie in Flüssigkristallen des Chromatins der Chromosome und auch in Zellmembranen vorliegen. Nur 2% bis 5% des im Folgenden skizzierten genetischen Codes programmiert die Erbfolge.

[G5,G6,E2,D,T1,S3]

3.51 Die Primärstruktur:

Eiweißstoffe setzen sich aus Peptidketten zusammen, die aus 100 bis 30.000 in bestimmter Folge aneinander gereihter Aminosäuren bestehen. Die Folge dieser Aminosäuren ergibt die Primärstruktur der Eiweißstoffe. Sie ist in den Erbanlagen in den Desoxyribonukleinsäuren (DNS, engl.= DNA) festgelegt. Diese bestehen aus einem langen, spiraligen Strang, in dem Moleküle des Zuckers Desoxyribose mit Phosphorsäure verknüpft sind, wobei mit den Zuckermolekülen vier stickstoffhaltige Purin- oder Pyrimidinbasen verbunden sind, die nacheinander in unterschiedlicher Reihenfolge angeordnet sind. In den Genen bilden immer zwei dieser Spiralen eine sog. Doppelhelix, und in dieser stehen sich immer zwei gegenpolige Basen gegenüber, die durch lockere Wasserstoffbrücken miteinander verbunden

sind. Dadurch sind sie gegenüber Einflüssen von außen stabilisiert und durch die Hülle aus Zuckern und Phosphorsäuren zusätzlich geschützt. Je drei der aufeinanderfolgenden Basen bilden ein 'Kodon', als Programm für eine bestimmte Aminosäure. Es sind 64 verschiedene Kodons möglich, von denen aber einige dieselbe Aminosäure programmieren, so dass es nur 20 Aminosäuren gibt. Einzelne Kodons stehen auch für Stopp- und Startsignale. Aber schon die 20 Aminosäuren können so vielfältig kombiniert werden, dass die möglichen Eiweißstoffe, trotz der Verschiedenartigkeit der Lebewesen von den Bakterien über Pflanzen bis zu Tieren und Menschen, bei weitem nicht immer vorkommen. Der genetische Code liefert auch, wie schon gesagt, kein starres, fixiertes Programm, sondern reagiert in Beziehung zum Umfeld variabel.

Die Doppelhelix öffnet sich bei der Zellteilung, um ihre Informationen weiterzugeben. Es werden neue Stränge angelagert, jetzt aber als Ribonukleinsäuren (RNS, RNA). An diesen bilden sich dann die Aminosäuren, Peptidketten und schließlich Eiweißstoffe. Die Reihenfolge der Kodons bestimmt nicht nur die räumliche Folge der Aminosäuren in einer Peptidkette, sondern auch die Geschwindigkeit, mit der die Peptidketten und schließlich die Eiweißstoffe aufgebaut werden, denn die Kodons werden nacheinander 'gelesen', die Aminosäuren werden also in der Reihenfolge der Kodons miteinander verknüpft, und entsprechend der Größe und Beweglichkeit der Moleküle ergibt sich so auch ein zeitliches Programm. Die DNS bestimmt sowohl die sich bildende räumliche Anordnung als auch den zeitlichen Verlauf der Reaktionen.

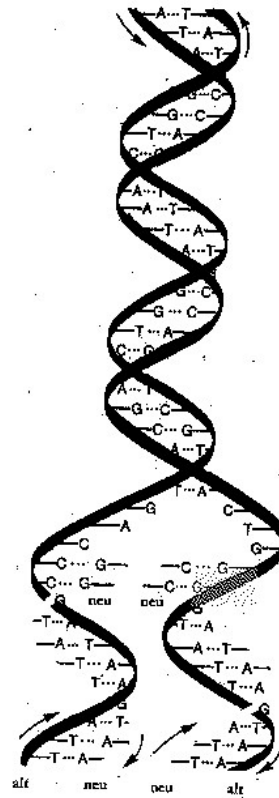
Die Aminosäuren sind starke elektrische Dipole, die in saurer Lösung H^+ -Ionen (= Protonen) anlagern und zu Kationen werden und in basischer Lösung Protonen abspalten und Anionen bilden. Die Bindungen zwischen zwei Aminosäuren werden so durch Protonen vermittelt, die zwischen zwei polaren Gruppen hin und her schwingen, die sog. Wasserstoffbrücken. Bei den Aminosäuren, bei denen der Stickstoff einen der Pole bildet, werden sie als Peptidbindung bezeichnet. Diese sind erheblich fester als die Wasserstoffbrücken zwischen sauerstoffhaltigen Verbindungen und führen auch zu wesentlich komplizierteren Gebilden, die keine der Wasserkolloiden vergleichbaren Symmetrien aufweisen. Jedoch stehen die Strukturen der Wasserkolloide und die der Peptide in Wechselwirkung. (Abb. 60)

3.52 Die Sekundärstruktur:

So wenig wie in den Kolloiden des Wassers sind die elektrischen Polaritäten durch die Peptidbindungen gesättigt, und es kommt zu weiteren, verhältnismäßig festen Bindungen innerhalb

Tabelle der Kodons

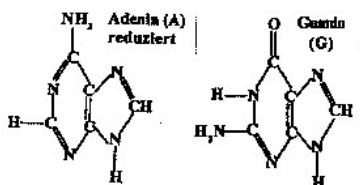
ERSTE BASE (5'-ENDE)	ZWEITE BASE				DRITTE BASE (3'-ENDE)
	U	C	A	G	
U	UUU (PHE)	UCU (SER)	UAU (TYR)	UGU (CYS)	U
	UUC (PHE)	UCC (SER)	UAC (TYR)	UGC (CYS)	C
	UUA (LEU)	UCA (SER)	UAA (STOP)	UGA (STOP, SEL)	A
	UUG (LEU)	UCG (SER)	UAG (STOP)	UGG (TRP)	G
C	CUU (LEU)	CCU (PRO)	CAU (HIS)	CGU (ARG)	U
	CUC (LEU)	CCC (PRO)	CAC (HIS)	CGC (ARG)	C
	CUA (LEU)	CCA (PRO)	CAA (GLN)	CGA (ARG)	A
	CUG (LEU)	CCG (PRO)	CAG (GLN)	CGG (ARG)	G
A	AUU (ILE)	ACU (THR)	AAU (ASN)	AGU (SER)	U
	AUC (ILE)	ACC (THR)	AAC (ASN)	AGC (SER)	C
	AUA (ILE)	ACA (THR)	AAA (LYS)	AGA (ARG)	A
	AUG (MET, START)	ACG (THR)	AAG (LYS)	AGG (ARG)	G
G	GUU (VAL)	GCU (ALA)	GAU (ASP)	GGU (GLY)	U
	GUC (VAL)	GCC (ALA)	GAC (ASP)	GGC (GLY)	C
	GUA (VAL)	GCA (ALA)	GAA (GLU)	GGA (GLY)	A
	GUG (VAL, START)	GCG (ALA)	GAG (GLU)	GGG (GLY)	G



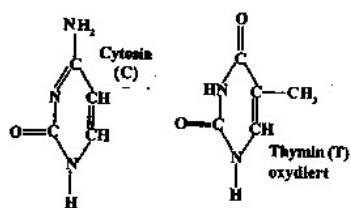
Aminosäuren: Asp = Asparagin, Asn = Asparaginsäure, Arg = Arginin, Cys = Cystein, Glu = Glutaminsäure, Gln = Glutamin, Gly = Glycin, Ile = Isoleucin, His = Histidin, Leu = Leucin, Lys = Lysin, Phe = Phenylalanin, Met = Methionin, Ser = Serin, Trp = Tryptophan, Tyr = Tyrosin, Sel = Selenocystein.

Wie aus der Tabelle ersichtlich, beginnen, entsprechend den Regeln der Kombinatorik, immer vier Triplets mit dem gleichen Duplett.

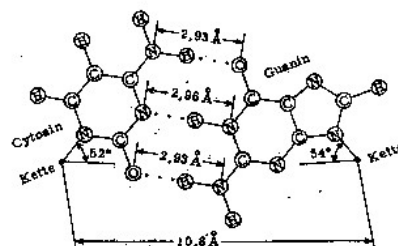
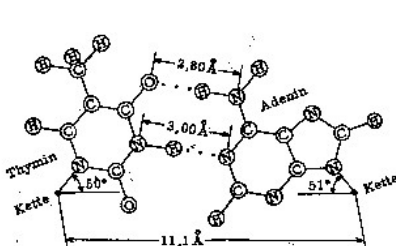
Purinbasen



Pyrimidinbasen



Wesentlich an den Purin- und Pyrimidinbasen sind die C=O, die NH und die NH₂-Gruppen, zwischen denen sich Wasserstoffbrücken bilden können. In der Tabelle ist Thymin durch Uracil ersetzt.



Eine Bindung zwischen Thymin und Guanin ist nicht möglich, weil sich dann zwei C=O-Gruppen gegenüber stehen würden. Entsprechend würden sich bei Adenin und Cytosin NH₂-Gruppen begegnen.

von Peptidketten. Die materiellen Strukturen sind also von elektromagnetischen Feldern umgeben, und die Strukturen dieser Felder tragen das Programm für die weitere Formbildung, also die Morphogenese. Diese Morphogenese ist nur dann ein Rätsel, wenn man nur die materiellen Strukturen in Betracht zieht. Es sind ja nicht einfach undifferenzierte, elektromagnetische Felder, sondern wesentlich sind die Strukturen dieser Felder, die auch noch wirken, wenn sich elektrische und magnetische Polaritäten kompensieren. So entstehen gestreckte oder wendelförmig gefaltete oder schraubenartig gerollte Gebilde, als Sekundärstrukturen. Bei den schraubenartigen Strukturen kommen auf 5 Windungen 18 Aminosäuren. Diese sind durch Wasserstoffbrücken zwischen den Windungen stabilisiert, wobei das Proton zwischen Sauerstoff und Stickstoff hin und her springt. Die Spiralisierung erfolgt sprungartig, da sie erst ab einer Mindestzahl von Aminosäuremolekülen möglich ist. Die Wasserstoffbrücken können sich auch nur bei niedrigeren Temperaturen bilden und zerfallen etwa ab 40°C.

3.53 Die Tertiärstruktur:

Aus den Sekundärstrukturen entwickeln sich nun durch weitere Zusammenlagerung in Form verknäuelter, verworren aussehender Gebilde die Eiweißarten (Proteine) als Tertiärstrukturen. Diese können kugelig bis faserförmig sein, aber immer sehr unsymmetrisch. Sie werden nicht nur durch Wasserstoffbrücken stabilisiert, sondern auch durch Schwefelbrücken (-S-S-), die allerdings verhältnismäßig locker sind und leicht gelöst werden können. Wichtig ist, dass sich immer wieder geschichtete Strukturen bilden, die über Resonanzeffekte wie Antennen wirken und für die Informationsübertragung im Organismus wesentlich sind und auch eine Ankoppelung an Felder in der Umwelt geben.

Die Eiweißarten können lösliche Kolloide als Emulsionen oder Gele bilden, wie im Zellplasma, in Eiern und Milch. Als solche können sie oft reversibel ausgeschieden werden und wieder in Lösung gehen; diese Prozesse sind die Grundlage vieler Lebensvorgänge. Eiweißstoffe können kristalline Anteile enthalten oder auch als ganzes kristallisieren. Sie können sich jedoch auch mit anderen Stoffen, wie Kohlehydraten, Lipiden, Phosphorsäure oder Farbstoffen kombinieren. Zu solchen Stoffen gehören der rote Blutfarbstoff, das Hämoglobin und Myoglobin als Knochenfarbstoff, der Sauerstoff speichern kann.

Proteine erfüllen die verschiedenartigsten Funktionen. Sie transportieren und speichern Stoffe und Energie, sie schützen gegen Fremdstoffe als Antikörper, oder als Gerinnungstoffe bei Verletzungen, sie steuern als Enzyme Bewegungsvorgänge und Stoffwechselfvorgänge, und als Hormone sind sie Informationsträger. Ihre Wirkungsweise wird durch die komplizierte Tertiärstruktur

bestimmt, und auch dabei bedingen sich räumliche Ordnung und zeitliche Abläufe wechselseitig. Eiweißarten erfüllen aber auch als unlösliche Stoffe Stützfunktionen, wie die Kollagene als Bestandteile von Bindegewebe, Sehnen, Knochen und Knorpel, wie die Keratine, die Horn und Haare bilden.

Durch Hitze, Säuren, Formaldehyd u.a. gehen Eiweißstoffe in unlösliche Formen über; sie werden 'denaturiert' und können dann nicht wieder in Lösung gehen. Solche Einflüsse sind lebensfeindlich. Aber auch durch zu niedrige Temperaturen verlangsamen sich die zeitlichen Vorgänge in ihnen so, dass Leben nicht mehr möglich ist. Allerdings gibt es Schutzfunktionen, die es möglich machen, dass manche Bakterien bei sehr hohen Temperaturen oder auch im Eis bei extrem niedrigen Temperaturen existieren können und selbst bei Weltraumkälte noch potentiell Leben bewahren.

3.54 Die Quaternärstruktur:

Die vierte Strukturebene, ergibt dann die komplexeren Bauelemente für die unterschiedlichen Zellen der verschiedenen Organe, wie Muskeln, Sehnen, Nerven, Adern, Darmwand usw. Auch hier sind die Strukturen dafür schon auf der tertiären Ebene, bei den Eiweißstoffen zu erkennen, denn Untersuchungen der Mikrostrukturen der Zellen ergaben, dass sich diese aus nur drei Grundelementen, nämlich Fasern, Membranen (also geschichteten Strukturen) und Granulae zusammensetzen. Die Elemente der vierten Strukturebene sind nicht mehr homogen, sondern setzen sich aus mehreren Elementen unterer Ebenen zusammen.

3.55 Größere Bauelemente des Organismus:

Als weitere Strukturebenen können dann die Ebenen der Organe und schließlich des Einzelorganismus angesehen werden. Hier möchte ich wiederholen: Das Potential zur Entwicklung der Formen aller Strukturebenen liegt von Anfang an in den Kombinationsmöglichkeiten der Kodons aus drei von vier Basen in der DNS vor und findet sich so für den ganzen Organismus bereits in den molekularen Bausteinen der Lebewesen vorgegeben und setzt sich weiter fort in den Spezies, in Lebensgemeinschaften und, da das genetische Programm auch eine zeitliche Dimension hat, in der zeitlichen Entwicklung von Strukturen. Zeitliche Entwicklungen und der Bezug zu Zeitzyklen, wie denen des Tages und Jahres, und zu noch größeren Zyklen, wie der ökologischen Sukzession und der Evolution, werden erkennbar. (Abbildungen S. 23 bis 26)

Letzteres heißt, dass sich bestimmte Spezies von Pflanzen oder Tieren, aber auch bestimmte Prägungen menschlicher Kulturen nur in Abhängigkeit von der Zeitqualität, also nur in bestimmter Folge zu bestimmten Zeiten, entwickeln kön-

nen, so wie die Kirschen auch nur im Sommer reifen. Das Potential zur Vielfalt kann sich entfalten, weil formbildende Kräfte nicht nur aus dem Genom heraus wirken, sondern weil auf den höheren Strukturebenen die gestaltende Einflüsse der Umwelt zunehmen, da die inneren Bindungen auf den höheren Ebenen immer schwächer werden. So ist eine Anpassung an verschiedene Lebensbedingungen möglich, wenn die Programme auf den unteren Ebenen das zulassen. Das ist jedoch nicht uneingeschränkt der Fall.

'Potential zur Entwicklung' bedeutet, dass das genetische Programm keine Einbahnstraße festlegt. Es enthält viele Entwicklungsmöglichkeiten, die sich auf der Basis der Kombinationen der 20 möglichen Aminosäuren ergeben, sofern sie überlebensfähig sind. Es gibt nicht 'die Evolution', sondern viele, parallel verlaufende Evolutionen. Die

Entwicklungen von Pilzen, Pflanzen, Insekten, auch von vielen Tieren und Menschen verlaufen nicht nacheinander, sondern parallel zueinander.

Das genetische Programm bestehender Lebensformen muss einerseits geschützt sein, um diese stabil gegenüber vorübergehenden Veränderungen der Situation auf der Erde zu halten, andererseits muss es aber vorübergehende, 'phänotypische' Anpassungen ermöglichen.

Das kann man im Sinne des Zeitgeists so auslegen, dass zufällige Mutationen im Genom, und nachträgliche Selektion des 'Tüchtigsten', Motor der Evolution sind. Die wirkliche Evolution wird jedoch von universellen Feldern gesteuert, die die 'Zeitqualität' bestimmen. Zieht man die wohl- abgestimmte Ordnung in Betracht, so muss hier ein bewusster Geist und nicht Wahrscheinlichkeit und Zufall tätig sein. (siehe Kapitel 9, zur Evolution)

Kurzfassung.

Das Programm für die Entwicklung des gesamten Organismus ist schon auf der molekularen Ebene angelegt und läuft nach einem variablen Programm über verschiedene Strukturniveaus von den Aminosäuren bis zum Organismus. Es besteht nicht nur eine räumliche, sondern auch eine zeitliche Hierarchie der Bauelemente des Organismus. Auch die zeitlichen Phasen der Entwicklung liegen bereits im genetischen Programm vor. Dabei wird die Ordnung eines Strukturelements durch die des vorangegangenen, niedrigeren gesteuert.

Die Primärstruktur bilden Eiweißstoffe, die aus Aminosäuren zusammengesetzt sind. Die Folge der Aminosäuren ist in den Genen programmiert, in der Folge von 'Kodons' aus je drei Paaren zwischen Purin- und Pyrimidinbasen. Diese sind in zwei spiralförmigen Desoxyribonukleinsäure-Strängen (DNS-Doppelhelix) eingeschlossen und so stabilisiert und geschützt. Es gibt 64 Kodons, doch programmieren diese nur 20 Aminosäuren. Bei der Zellteilung öffnet sich die Doppelhelix. Es werden gegenpolig neue Stränge angelagert, jetzt aber als Ribonukleinsäure (RNS). An dieser bilden sich dann die Aminosäuren. Die Aminosäuren werden in der Reihenfolge der Kodons miteinander verknüpft, und da das 'Lesen' der Kodons und die Weitergabe Zeit erfordern, ergibt sich nicht nur ein räumliches, sondern auch ein zeitliches Programm. Das Programm ist jedoch variabel und reagiert auf Umweltbedingungen.

Aminosäuren sind starke elektrische Dipole, die H^+ (Protonen) in saurer Lösung anlagern und in basischer abspalten. Diese Protonen vermitteln Bindungen, indem sie zwischen zwei Polen hin und herschwingen. Es sind, wie im Wasser, Wasserstoffbrücken, und sie stehen mit diesen auch in Wechselbeziehung; doch sind sie wesentlich fester und werden als Peptidbindung bezeichnet.

Sekundär-, Tertiär- und Quaternärstrukturen: Zwischen den Peptidketten kommt es zu weiteren Bindungen, wobei spiralförmige Gebilde entstehen, die über Wasserstoffbrücken stabilisiert sind. Dabei kommen auf 5 Windungen 18 Aminosäuren. Sie entstehen ab einer Mindestzahl an Aminosäuren sprunghaft und zerfallen bei Temperaturen $> 40^\circ C$.

Aus den Sekundärstrukturen entwickeln sich als **Tertiärstrukturen die Eiweißstoffe (Proteine)**. Es sind höchst unsymmetrische Gebilde, die durch leicht lösliche Schwefelbrücken stabilisiert werden.

Proteine können sehr unterschiedliche Konsistenz von flüssig bis fest haben und erfüllen die verschiedenartigsten Funktionen von Hormonen und Enzymen als Informationsträger bis zu Stützgeweben und Knochen. Häufig gehen sie auch mit Kohlehydraten, Lipiden oder Farbstoffen Verbindungen ein. Oft können sie reversibel ausgetrennt werden und wieder in Lösung gehen, aber durch Säuren, Formaldehyd oder Hitze gehen sie irreversibel in unlösliche Stoffe über.

Auf der **vierten Strukturebene** entstehen dann die Bauelemente der unterschiedlichen Zellen von Muskeln, Nerven, Adern usw. Sie sind nicht mehr homogen, sondern aus verschiedenen Elementen der unteren Ebenen zusammengesetzt, das sind Fasern, Membranen und Granulae, die bereits auf der tertiären Ebene angelegt sind.

Weitere Strukturebenen sind dann die der Zellen, der Organe und der Einzelorganismen. Sie setzen sich fort in der Spezies und der Lebensgemeinschaft. Dabei treten zeitliche Entwicklungen immer stärker hervor, und der Bezug zu Zeitzyklen, wie denen des Tages- und Jahres und zu größeren Zyklen wie der ökologischen Sukzession werden erkennbar und schließlich der Bezug zur Evolution. (Seite 23 bis 26)

Auch das Potential zu Evolutionen besteht bereits in den Kombinationsmöglichkeiten der 20 Aminosäuren, deren Programme in der DNS liegen. Evolution ist keine Einbahnstraße, denn es gibt immer viele parallel verlaufende Evolutionen.

Das Potential zur Vielfalt kann sich entfalten, weil formbildende Kräfte nicht nur aus dem Genom heraus wirken, sondern weil auf den höheren Strukturebenen die gestaltende Einflüsse der Umwelt zunehmen, da die inneren Bindungen immer schwächer werden. So ist eine Anpassung an verschiedene Lebensbedingungen möglich, wenn die Programme auf den unteren Ebenen das zulassen. Das ist nicht uneingeschränkt der Fall.

Das genetische Programm einer bestehenden Lebensform muss einerseits geschützt gegenüber vorübergehenden Veränderungen der Situation auf der Erde sein, andererseits aber vorübergehende Anpassungen ermöglichen.

Das kann man im Sinne des Zeitgeists so auslegen, als ob zufällige Mutationen im Genom und nachträgliche Selektion des 'Tüchtigsten', Motor der Evolution sind. Die wirkliche Evolution wird jedoch von universellen Feldern gesteuert, die die 'Zeitqualität' bestimmen und einen bewussten Geist voraussetzen.

3.6 : Phasen und Polaritäten der Kreislaufprozesse des Lebens.

Höhere Strukturebenen sind besser als Kreislaufprozesse bzw. rhythmische Vorgänge zu verstehen, weil dabei die Besonderheiten der einzelnen Phasen erkennbar werden. So wie sich kleine Bauelemente zu größeren zusammenfügen, fügen sich kleine Zyklen in größere, indem sie in längeren Rhythmen variieren. In Kapitel 2 hatte ich beschrieben, in welchen Erscheinungen sich die Phasen der Kreislaufprozesse zeigen können. Jetzt möchte ich auf die Besonderheiten der einzelnen Phasen und ihre Bedeutungen in verschiedensten Kreislaufprozessen eingehen, und ich beginne mit der für das Leben so wesentlichen Protonenoszillation, einer niedrigen Strukturebene, die natürlich auch alle Phasen durchläuft.

3.61: Die Protonenoszillation.

Zur Wiederholung sei vorausgeschickt: Der einfachste und elementarste Vorgang in Wasser und Eiweißstoffen ist die Protonenoszillation zwischen Dipolen von Wasser und Peptidketten. Dabei springt ein positiv geladenes Wasserstoffion zwischen Sauerstoff und Sauerstoff oder zwischen Stickstoff und Sauerstoff hin und her. Dieses Ion besteht nur aus einem Kern und ist ein Proton. So entstehen die Wasserstoffbrücken, die schon in reinem Wasser von großer Bedeutung sind und die die Sekundär- und Tertiärstrukturen von Eiweißstoffen stabilisieren.

Die Peptidketten haben an sich keine freien chemischen Valenzen mehr, doch häufen sich die Elektronen um einen doppelt gebundenen Sauerstoff, während der in der Aminogruppe gebundene Wasserstoff mit positiver Ladung herausragt. Gerät er in die Nachbarschaft zum Sauerstoff, springt er zu diesem über, und zwischen den Peptidketten entsteht eine Bindung durch ein elektrisches Feld; die Form verfestigt sich. Springt das Proton zurück, entsteht ein Magnetfeld, die Bindung lockert sich wieder, und die Form zerfällt. Die Protonenoszillationen erfolgen mit Frequenzen von einigen 10^{11} Hz, und für unsere Zeitwahrnehmung ergibt sich daraus eine beständige Bindung. Tatsächlich ist diese aber ein kleiner elektromagnetischer Schwingkreis, der Polaritäten durchläuft, wie positive und negative elektrisch Ladungszustände, magnetische Phasen, reduzierte und oxydierte, saure und basische Zustände, Phasen der Bewegung und Phasen statischer Spannungsfelder, wie auf den Seiten 32 und 58 dargestellt ist. Das alles spielt für chemischen Reaktionen im Organismus durch-aus eine Rolle, da diese diesem Prozess in Größenordnung und Geschwindigkeit nahe kommen. Da Peptidketten und Eiweißstoffe das Programm für größere Bauelemente und ihre Rhythmen liefern, wirkt es sich schließlich auch für den gesamten Organismus aus.

3.62: Die Zellmembran. (Abbildung S.32)

Membranen sind Bauelemente der dritten Strukturebene. Vorgänge, die sich in ihnen abspielen, haben zentrale Funktionen für den Organismus. Der Stoffaustausch, die Reizaufnahme und Reizleitung, die Kontraktion eines Muskels, Vorgänge also, die dem äußeren Bild nach sehr unterschiedlich sind, sind alle auf Kreislauf-

prozesse in der Zellmembran zurückzuführen, die in den Grundvorgängen übereinstimmen, während nur der eine oder andere Aspekt betont ist. Bei alle diesen Vorgängen spielen Antennenfunktionen eine Rolle.

Hier kann nur ein einfaches Modell der Zellmembran beschrieben werden. Sie besteht im wesentlichen aus wasserunlöslichen, fettartigen Stoffen, den Lipiden, in die Proteine in globulärer Form eingelagert sind, während die Lipide Doppelschichten bilden. Sie gehören zu jener Art von Absonderungen, die sich spontan bilden können und bei den Kolloiden des Wassers besprochen wurden (Kap.3.1). Unter den Lipiden der Zellmembranen spielen Phosphoglyceride und Cholesterine eine wichtige Rolle. Ihre sauren, polaren Gruppen ragen nach außen, die unpolaren Ketten nach innen. Die Proteine stehen über ihre unpolaren Enden mit den Lipiden in Wechselwirkung und liegen oft in Helixstruktur vor. Die Proteine, aber auch die Lipide, sind in solchen Membranen nicht fixiert, sondern können sich lateral leicht bewegen, während die Durchlässigkeit senkrecht zur Membran behindert bzw. steuerbar ist, woraus sich verschiedene Funktionen der Zellmembranen ergeben. Mit den negativ polaren Säuregruppen bilden vor allem die Ionen von Natrium und Kalium elektrische Doppelschichten.

Im Ruhezustand ist die Zellmembran außen gegenüber dem Zellinneren positiv geladen, wobei ein Spannungsgefälle von 60 bis 80 mV an Membranen von 10 μm Dicke liegt, das ist bei 80 mV entsprechend 8 - 10 V/m, ein sehr starkes Feld; bei Erregung kehrt sich das Spannungsgefälle um, indem sich die Zellmembran außen gegenüber dem Zellinneren negativ auflädt, wobei 30 - 40 mV erreicht werden. Das Spannungsgefälle ist durch einen Konzentrationsunterschied zwischen den Kationen der elektrischen Doppelschicht bedingt, der durch einen ständigen Fluss von Kationen aufrechterhalten wird. Dieser Fluss wird von einem Enzym gesteuert und erhält seine Energie über die Energiezentrale im Organismus, Adenosintriphosphat (ATP). Im Inneren der Zellen liegen Kaliumionen im Überschuss vor, (120 - 160 mMol im Verhältnis zu 4 mMol außen, also etwa 30 : 1). Natriumionen sind in der extrazellulären Flüssigkeit angereichert (etwa 150 mMol gegenüber 10 mMol innen, also etwa 15 : 1). Im Ru-

hezustand ist die Zellmembran für Kaliumionen durchlässiger, und diese fließen schneller von innen nach außen. So lädt sich das Zellinnere gegenüber der Membran-Außenseite negativ auf. Bei Erregung durch irgendeinen Reiz ändert sich die Durchlässigkeit der Zellmembran zu Gunsten der Natriumionen, die von außen nach innen fließen, so dass sich nun die Membranaußenseite negativ gegenüber dem Zellinneren auflädt.

Schon eine Änderung des Flusses um wenige Ionen bringt eine starke Änderung des elektrischen Spannungsgefälles mit sich. Die Spannungsänderung klingt dann in Form einer gedämpften Schwingung wieder ab. Das Ganze geschieht in Zeiten von Millisekunden, wobei elektromagnetische Strahlung abgegeben wird. Mit der Strukturänderung der Zellmembran sind Stoffwechselfvorgänge und eine Kontraktion bzw. Ausdehnung der Zellmembran verbunden, also auch mit einer mechanische Schwingung. Ein Reiz löst also Strukturänderungen, Stoffwechsel und mechanische sowie elektromagnetische Schwingungen aus. Umgekehrt wirken alle diese Vorgänge, wenn sie von außen kommen, auch als Reize und entsprechen Antennenfunktionen.

Die hier beschriebenen Funktionen einer Zellmembran sind allen Membranen, auch denen innerhalb der Zellen, gemeinsam, nur sind Zellen und Organe spezialisiert, so dass bei der Muskel-tätigkeit mechanische Vorgänge in den Vordergrund treten, beim Stoffwechsel dagegen Strukturänderungen einschließlich chemischer Vorgänge, während bei der Wahrnehmung von Licht oder Wärmestrahlung und bei der Reizleitung elektromagnetische Schwingungen wirken, die dann Nachbarzellen anregen.

Hinzugesetzt werden muss, dass diese Prozesse für die Informationsleitung viel zu langsam sind. Es geht hier um Prozesse, wie z.B. die Weiterleitung der Empfindung von Schmerz.

Elektrisch polarisiert sind aber nicht nur Membranen und Organe, sondern auch ganze Organismen. Die Hautoberfläche hat gegenüber der Umgebung eine elektrisch negative Aufladung, und auch die Oberfläche der Erde ist gegenüber höheren Schichten der Atmosphäre negativ elektrisch geladen. Ein Überschuss an negativen Ionen in der Luft ist für das Leben günstig.

3.64 Größere Kreislaufprozesse.

(Abbild.S.23 bis 26)

Im Folgenden sind eine Anzahl verschiedenartiger größerer Kreislaufprozesse auf höheren Strukturebenen dargestellt, wie die Photosynthese und Atmung, ein Ausschnitt aus den energetischen Vorgängen beim Stoffwechsel und schließlich Vorgänge, denen ganze Organismen und sogar Lebensgemeinschaften unterworfen sind, wie das Werden und Vergehen einer Pflanze im Jahreskreislauf und die ökologische Sukzession von Lebensgemeinschaften. Sie zeigen Gemeinsamkeiten

mit den schon besprochenen elementaren Vorgängen, doch treten weitere Aspekte hervor.

3.63 Fotosynthese, Atmung und Redox-Prozesse. (Abbildung S. 25 und 26))

Unter irdischen Bedingungen ist mit den elektromagnetischen Vorgängen ein besonderer Redoxvorgang verbunden, der sich in der Photosynthese und Atmung zeigt. In der Aufbauphase der Organismen wird mit Lichtenergie der Sonne im Prozess der Fotosynthese durch Reduktion von Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O) ein Teil des Sauerstoffs freigesetzt und die Kohlehydrate Zucker und Stärke (Summenformel $[\text{CH}_2\text{O}]_n$) gebildet. Aus diesen können dann in weiteren Reaktionen Zellulose und mit Stickstoffverbindungen Aminosäuren und Eiweißstoffe gebildet werden. In der Abbauphase werden mit dem bei der Atmung aufgenommenen O_2 organische Verbindungen wieder oxydiert und zu CO_2 , organischen Säuren und Wasser zersetzt. Die in den Verbindungen gespeicherte Energie wird für Lebensaktivitäten frei. Sie wird jedoch zunächst in Adenosintriphosphat (ATP) gebunden und von dieser Verbindung bei Bedarf weitergegeben.

Bei dem beschriebenen O_2/CO_2 Stoffwechsel handelt es sich um einen speziell an die irdische Atmosphäre angepassten Vorgang, und unter den zur Zeit herrschenden irdischen Lebensbedingungen kann er herangezogen werden, um zu beurteilen, ob sich ein System in der Auf- oder Abbauphase befindet. Menschliches und tierisches Leben ist ein Teilprozess in diesem Redox-System, denn nur Pflanzen sind zur Fotosynthese und zum Aufbau organischer Substanz fähig. Zwar sind auf der Erde auch noch Redox-Prozesse ohne Sauerstoff von Bedeutung, wie die Verarbeitung von Stickstoff und Schwefelverbindungen durch Bakterien oder anaerobe Gärprozesse. Sie haben ihre besondere Bedeutung beim Abbau organischer Substanz nach dem Absterben von Organismen. Die höher organisierten Lebensformen gewinnen ihre Energie jedoch alle über den O_2/CO_2 Stoffwechsel. Das Leben entfaltet sich also in Materie im reduzierten Zustand und das heißt auch, wie in Kap.2 erklärt, in Materie mit Elektronenüberdruck im elektronegativen Zustand (mit positiv geladenen Wasserstoff) bei basischer Reaktion. Das korrespondiert mit der elektronegativen Aufladung der Erdoberfläche gegenüber höheren Schichten der Atmosphäre und dem Überschuss an negativ geladenen Ionen. Auch reagieren organische Materie und fast alle Minerale der Erdoberfläche leicht basisch (pH 8 - 11, Blut 7,5). Beim Abbau organischer Substanz entstehen mit Wasser Säuren, wie: Kohlensäure ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$), Harnsäure, verschiedene andere organische Säuren und auch Schwefelsäure.

Redox-Polaritäten prägen aber auch viele größere Kreisläufe des Lebens, wie Tages und Jahreskreisläufe und die Entwicklung von Lebens-

gemeinschaften in ökologischen Sukzessionen, wie es die Abbildungen zeigen.

3.65 Der Jahreszyklus:

Betrachten wir die Entwicklung einer Pflanze in einem Gebiet mit Sommer und Winter: die Pflanze keimt, bildet Blätter und Blüten und entfaltet ihre im Samen angelegten Formen. Sie bildet dabei mit Hilfe der Fotosynthese mehr und mehr organische Substanz, bindet Kohlendioxid und gibt einen Überschuss an Sauerstoff an die Atmosphäre ab. Im Laufe des Sommers verlangsamt sich das Wachstum, und die Formenvermehrung und kommt schließlich ganz zum Stillstand. Über einige Zeit wird ein Fließgleichgewicht erreicht. Organische Substanz, die abgebaut wird, um Energie zu gewinnen, wird durch neue ersetzt. Mit den kürzer werdenden Tagen im Herbst überwiegt allmählich der Abbau organischer Substanz den Aufbau. Die Kohlendioxidabgabe gewinnt gegenüber der Sauerstoffproduktion das Übergewicht. Samen werden gebildet und schließlich verschwinden alle äußeren Formen, aber im Samen bleibt in molekularen Mustern die Information für eine neue Formenentfaltung im Frühjahr bewahrt.

Was hier für einen Jahreskreislauf beschrieben wurde, zeigt sich aber auch in Tagesrhythmen, in jedem Lebenszyklus als Ganzes und in der Entwicklung von Lebensgemeinschaften.

3.66 Die ökologische Sukzession.

(Abbildung Seite 24)

Bei einer ökologischen Sukzession vergrößert sich von Jahr zu Jahr der Pflanzenbestand, und die Pflanzen werden immer größer, beginnend mit Pionierpflanzen, wie Gräser und Brenneseln über Stauden und Büsche bis zu Bäumen aber auch höheren Blütenpflanzen. Die höchstentwickelten Pflanzengemeinschaften sind Laubwälder. Es wird immer mehr pflanzliche Substanz hervorgebracht als abgebaut. Ein Teil dieser Überproduktion dient Tieren und Menschen als Nahrung, die sich teilweise gegenpolig zu den Pflanzen verhalten und einen Abbauprozess vollziehen, dabei aber den Pflanzen CO_2 zurückliefern. Sie gehören also unbedingt in das System, denn dieses könnte sich ohne sie nicht weiterentwickeln. Es bleibt auf jeden Fall eine Überproduktion

3.67 Der Energiekreislauf und die Bedeutung des ATP/ADP-Systems. (Abbildung Seite 26)

Beim Wasserkreislauf hatte sich ergeben, dass der Ablauf des Kreislaufs im einzelnen gar nicht von der Energiequelle abhängig ist. Für die Lebensprozesse ist die primäre Energiequelle wie beim Wasserkreislauf die Sonne. Aber diese Energie speist die Lebensvorgänge nicht direkt. Zunächst wird sie vielmehr von den Pflanzen chemisch gebunden und in Zuckern und Stärken gespeichert. Diese können dann auch anderen Lebewesen als Nahrung und Energiequelle dienen.

an O_2 , solange sich der Gesamtpflanzenbestand vermehrt oder wenn ein Teil der pflanzlichen Substanz nur teilweise, nämlich zu Torf und schließlich zu Kohle, abgebaut wird und nicht zu CO_2 . Das war lange Zeit auf der Erde der Fall, so dass der O_2 -Gehalt anstieg und der CO_2 -Gehalt bis zu einem für die Pflanzen durchaus nicht mehr günstigen Anteil in der Atmosphäre abfiel. Die Verhältnisse haben sich geändert, seit der Mensch solche ursprünglich aus Pflanzen entstandenen Ablagerungsprodukte mit großer Geschwindigkeit abbaut zu CO_2 verbrennt. Für die Pflanzen ist das günstig, aber für Tiere und Menschen entspricht heute die Entwicklung des O_2/CO_2 -Verhältnisses einer Abbauphase. Eine Feldbewirtschaftung und Gartenbau entspricht einer jedes Jahr unterbrochenen ökologischen Sukzession, wobei die Aufbauphase ständig wieder hergestellt wird. Es ist also $\text{O}_2 > \text{CO}_2$. Große Urwälder oder auch Pflanzengemeinschaften im Meer befinden sich im Gleichgewicht ($\text{O}_2 = \text{CO}_2$). Doch ist das vereinfacht gesagt, denn tatsächlich haben sie erhebliche ausgleichende Wirkungen, da sie mit ihren Auf- und Abbauprozessen auf die Umweltsituation reagieren.

Abbauphasen kann man in Gewässern beobachten. Der Pflanzenwuchs kann so zunehmen, dass die Pflanzen an CO_2 -Mangel und Mangel an Sonnenlicht zu 'ersticken' beginnen. Schließlich beginnen Bakterien die pflanzliche Substanz unter O_2 -Verbrauch abzubauen, der CO_2 -Gehalt nimmt zu, und das Milieu kann so sauerstoffarm werden, dass Anaerobier die Zersetzung fortsetzen müssen. Solche Prozesse laufen in Gewässern auch im Jahreszyklus ab. Im Winter und zeitigen Frühjahr haben diese oft einen Überschuss an reduzierten Verbindungen, wie Ammonium (NH_4^+) und Schwefelwasserstoff (H_2S), bis im Frühjahr die Entwicklung von Algen und Pflanzen langsam wieder für eine Zunahme des O_2 -Gehalts sorgt. Auch im Tageszyklus ergibt sich in Gewässern ein Wechsel zwischen hohem Gehalt an O_2 am Tage, und hohem Gehalt an CO_2 in der Nacht. Bei genauerer Betrachtung läuft im Umfeld immer der Gegenzyklus ab. Wenn reduzierte Substanz aufgebaut wird, nimmt im Umfeld der O_2 -Gehalt zu.

Aus den Zuckern und Stärken wird die Energie dann in einer sehr langsamen Oxydation freigesetzt, aber noch immer nicht an die biologischen Kreisläufe geliefert, sondern in die Reaktion von Adenosindiphosphat (ADP) mit Phosphorsäure zu dem energiereichen Adenosintriphosphat (ATP) gelenkt. Diese Verbindung ist dann der unmittelbare Energielieferant aller Lebensvorgänge, sozusagen die Energiezentrale. Das System ADP/ATP findet sich bei den einfachsten bis zu den höchst-

entwickelsten Lebensformen. ADP nimmt unter Reaktion mit Phosphorsäure alle bei Abbauvorgängen freiwerdende Energie auf, und das dabei gebildete ATP liefert die Energie zum Aufbau komplizierter Verbindungen und für die verschiedensten Aktivitäten des Organismus. Beim Übergang von ATP in ADP werden 7 bis 10 Kcal/Mol freigesetzt. Was dann qualitativ im Einzelnen damit geschieht, ist unabhängig von der Höhe dieser Energie. Es wird vielmehr durch die raumzeitliche Ordnung der Enzymsysteme bestimmt.

Die Pflanze assimiliert etwa 50% (= Eo) der empfangenen Sonnenenergie (= 2 Eo). Davon setzt sie den größten Teil für ihre Lebenstätigkeit um und verwendet etwa 15% (= 0,15 Eo) für den Aufbau eigener Substanz. Im Vergleich zu Maschinen ist der Nutzungsgrad der Energie sehr

3.68 Der Kreislauf der Gesteine:

Interessanterweise finden sich aber auch im Kreislauf der Gesteine und Minerale Parallelen zu den Kreislaufprozessen der Lebensvorgänge. (Gesteine sind Gemische von Mineralen, können aber auch aus nur einem Mineral bestehen, wie Kieselsteine, Kalksteine, Gips und Pyrit). Beim Erstarren heißflüssiger Lava bilden sich hochkomplexe Silikate, das sind Verbindungen von Silizium, Aluminium, Fluor und den basenbildenden Elementen Natrium, Kalium, Kalzium, Magnesium und Eisen (und weiterer Elemente in geringeren Anteilen). Silizium ist dem Kohlenstoff verwandt. Es hat wie dieser vier reaktionsfähige Elektronen und bildet tetraederförmige Elementarzellen, jedoch mit Sauerstoff. Seine Wasserstoffverbindungen sind, im Gegensatz zu denen des Kohlenstoffs, explosiv. In den Mineralen ist Kohlenstoff allerdings auch an Sauerstoff gebunden. Die Silizium-Sauerstoffverbindungen bilden jedoch, besonders in Lava, auch dreidimensional verzweigte Riesenmoleküle, was wiederum die Kohlenstoffoxide nicht können (Abb. Seite 42). Erstarrt bei den Oberflächentemperaturen der Erde, haben die Silikate aber nicht mehr die Beweglichkeit und Reaktionsfähigkeit, um Formen wie die Kohlenstoffverbindungen zu bilden und entsprechend vielfältig zu reagieren. Doch werden sie in viel größeren Kreisläufen in Zeiträumen von Jahrtausenden durch Wasser und Säuren, wie Kohlensäure und Schwefelsäure, zersetzt. Bei Vulkanausbrüchen gehen Kohlendioxid und Schwefeloxide zunächst in die Luft und bilden später Säuren. Die komplexen Silikate lagern Wasser ein und bilden Hydrate mit kleineren Molekülen, die kolloidale Eigenschaften haben. Die basenbildenden Elemente werden dabei herausgewaschen und gehen als Salze von Kohlensäure, Schwefelsäure, Fluorwasserstoffsäure, Phosphorsäure, Salzsäure, Salpetersäure usw. in die Gewässer über und können später in Verbindungen wie Kalk, Gips, Kochsalz usw. wieder auskristallisieren und sich in großen Ver-

hoch. An der Methode der Fotosynthese, Energie durch Abspaltung von Wasserstoff zu gewinnen, orientieren sich Methoden der Energiegewinnung zur Spaltung von Wasser mittels Sonnenenergie und zur Spaltung von Magnesiumhydrid. Magnesium ist ja das zentrale Atom im Chlorophyll.

Pflanzenfresser nutzen etwa 10% (= 0,015 Eo) der in Form pflanzlicher Nahrung aufgenommenen Energie für den Aufbau eigener Substanz und der Fleischfresser davon wieder nur etwa 10% (= 0,0015 Eo), also 1,5 pro Tausend ursprünglich von den Pflanzen aufgenommenen Energie. Der größere Teil der Energie wird für Lebenstätigkeiten genutzt und schließlich als Wärmeenergie an die Umgebung abgegeben.

bänden ablagern. Kieselsäure bleibt als Quarz und Kieselerde zurück, Aluminiumoxid bildet Bauxit und Korund. Gemische aus Aluminium und Eisenoxid bilden Laterit. Unter bestimmten Bedingungen, wie Hitze und Druck, können diese so getrennten Verbindungen aber wieder miteinander reagieren, Säuren abspalten und erneut komplexe Silikate bilden, so dass der Kreislauf von neuem beginnen kann.

In diesen hochkomplexen Verbindungen kompensieren sich die starken Basen und Säuren, aber es bleiben basisch reagierende Salze der Kohlensäure und der sehr schwachen Kieselsäuren mit pH-Werten, die zwischen 8 und 11 liegen, zurück. Die bei der Zersetzung entstehenden Verbindungen reagieren dagegen zum großen Teil nahezu neutral (Gips und Kochsalz, Kieselsäure und Aluminiumeisenhydroxide haben pH-Werte um den Neutralpunkt, zwischen 6 und 7. Basisch reagieren nur Salze der Kohlensäure. Wirklich sauer sind in der Natur nur manchmal Gewässer und feuchte Luft, wenn sie einen hohen Gehalt an Schwefelsäure, Salpetersäure oder Kohlensäure haben. Kohlensäure kann dem Regenwasser oder sehr reinem Quellwasser und Grundwasser aus tiefen Erdschichten einen pH-Wert von 5 geben. In Sumpfwasser oder Walderde kann Schwefelsäure durch Bakterien gebildet werden und pH-Werte von 3 bewirken. In Luft bildet sich bei Gewittern etwas Salpetersäure. Diese starken Säuren haben an den Zersetzungsprozessen der komplexen Silikate teil und werden dann gebunden. Auch bei diesem Kreislauf bilden sich komplexe Verbindungen mit oft bizarren Strukturen, die in einfachere zerfallen. Die komplexen Verbindungen sind gegenüber den einfachen basischer und damit auch elektronegativer. Sie haben einen höheren Energiegehalt als ihre Zerfallsprodukte und enthalten mehr für das Leben wichtige Minerale. Die Erdoberfläche ist darum gegenüber höheren Schichten der Atmosphäre elektronegativ geladen.

Kurzfassung.

Höhere Strukturebenen sind besser als Kreislaufprozesse bzw. rhythmische Vorgänge zu verstehen, weil dabei die Besonderheiten der einzelnen Phasen erkennbar werden. So wie sich kleine Bauelemente zu größeren zusammenfügen, fügen sich kleine Zyklen in größere, indem sie in längeren Rhythmen variieren.

Der einfachste Kreislaufprozess ist die **Protonen-oscillation**, die die Wasserstoffbrückenbindung bildet und die Strukturen von Eiweißstoffen stabilisiert. Der Phase der festen Bindung entspricht ein elektrisches Feld, der Phase der Lockerung ein magnetisches. In der Größenordnung und Geschwindigkeit chemischer Reaktionen spielen diese Phasen eine Rolle, auch wenn für unsere Zeitwahrnehmung eine feste Bindung existiert.

Rhythmische Prozesse in der **Zellmembran**, bei denen sich die elektrischen Aufladungen der Membran innen und außen umkehren und sich die Konzentrationen an Kalium- und Natriumionen verschieben, sind die Grundlage für Stoffaustausch, Strukturänderungen, Reizaufnahme und -abgabe, Reizleitung und Muskelkontraktionen und -dehnungen. Diese Vorgänge sind mit, mechanischen Schwingungen und elektromagnetischen Strahlungen verbunden. Umgekehrt wirken diese auch als Reize. Zellen und Organe sind spezialisiert, so dass einzelne dieser Vorgänge in den Vordergrund treten.

Elektrisch polarisiert sind aber auch ganze Organismen und die Erdoberfläche.

Die **Fotosynthese** ist mit einem **Reduktionsvorgang** und Aufbau organischer Substanz verbunden, die **Atmung** mit einem **Oxydationsprozess** und Abbau, bei dem Energie frei wird. Dieser Vorgang ist an irdische Bedingungen gebunden, und das O_2/CO_2 -

Verhältnis zeigt, ob sich ein System im Aufbau oder Abbau befindet. Menschliches und tierisches Leben sind Teilprozesse von Zyklen, die das pflanzliche Leben als Gegenpol enthalten. Es gibt auf der Erde aber auch sauerstofffreie Redox-Vorgänge. Das Leben entfaltet sich im reduzierten, leicht elektronegativen und basischen Zustand. Auch die Erdoberfläche ist leicht elektronegativ und basisch.

Tages- und Jahreskreisläufe, jeder Lebenszyklus und die Entwicklung von Lebensgemeinschaften, wie die ökologische Sukzession, sind durch die Redox-Polarität geprägt. Genauer betrachtet läuft in der Umwelt aber immer der Gegenzyklus ab.

Der Energiekreislauf hat als **Energiezentrale** das System (ADP/ATP, Adenosindiphosphat-Adenosintriphosphat), wobei ATP alle Energie aus Abbauvorgängen (Oxydationen) aufnimmt und dann der eigentliche Energielieferant für alle Aktivitäten im Organismus ist. Was qualitativ mit der Energie geschieht, wird durch die raum-zeitliche Ordnung von Enzymsystemen bestimmt. Pflanzen verwenden etwa 15% der aufgenommenen Energie für den Aufbau eigener Substanz, Pflanzenfresser davon etwa 10% und Fleischfresser davon wiederum 10%. Der größte Teil der Energie wird für Lebens-tätigkeiten genutzt.

Auch im **Kreislauf der Gesteine** bilden sich bei vulkanischen Prozessen zunächst komplexe Verbindungen, die allmählich zersetzt und dabei saurer werden. Unter Hitze und Druck können die Zersetzungsprodukte wieder Säuren abspalten und komplexe Verbindungen bilden. Die komplexen, basischen Verbindungen haben einen höheren Energiegehalt als ihre Zerfallsprodukte und liefern mehr lebenswichtige Mineralstoffe.

3.70 Die Bedeutung des rhythmischen Auf- und Abbaus in Kreislaufprozessen.

Die Strukturänderungen sowie die mechanischen und elektromagnetischen Schwingungen der Membranen spielen sich in Zeiten von Millisekunden ab. Da sie zu schnell sind, erfahren wir sie nicht als Schwingungen oder Kreislaufprozesse, sondern als statische Formen. Doch führt jeder Reiz in der Zellmembran zu einer Abweichung von den wohlsynchronisierten Rhythmen des Organismus, also zu einer Desynchronisation, die nach einiger Zeit nicht mehr ausgeglichen werden kann, so dass auch größere Kreisläufe davon betroffen werden, und das führt schließlich zur Ermüdung. Reize, wie die Hell- und Dunkelreize im Tages- und Jahreslauf, die sich ja über lange Zeiten wiederholen, manifestieren sich schließlich in den körpereigenen, genetisch programmierten Rhythmen. Der Tagesrhythmus (circadianer Rhythmus) ist mit sehr vielen somatischen Vorgängen gekoppelt, die bereits Gegenstand umfangreicher Forschungen waren. Die Desynchronisationen in der aktiven Phase des Körpers werden in den Ruhephasen ausgeglichen. (Kap. 11.10 Chronobiologie)

Bei guter Synchronisation stehen Herz- und Pulsschlag im Verhältnis 1 : 4. Eiweißstoffe erneuern sich in Zeiten von Minuten, Zellen in Stunden bis Tagen, Organe in Wochen bis Monaten. Die Aufteilung des Organismus in Bauelemente, die sich in rhythmischen Prozessen erneuern, wird auch als Kompartimentierung bezeichnet.

Durch die Erneuerung der Bauelemente werden diese reproduziert, und dadurch sind Heilprozesse möglich, die einen Organismus stabilisieren und gesund erhalten. Bei der Entwicklung des Körpers verändern sich aber die neu entste-

henden Zellen allmählich. So ist das Werden und Vergehen der Zellen sowohl Voraussetzung für die Erhaltung und Beständigkeit eines Organismus als auch für seine Entwicklung, Reaktionsfähigkeit und Anpassung an neue Situationen.

Bei den Rhythmen der Erneuerung von Eiweißstoffen, Zellen, Organen und des gesamten Organismus treten Phasen des Auf- und Abbaus nicht hervor, denn diese Strukturen müssen immer auf dem gleichen Niveau erhalten werden. Das kommt daher, dass Zellen und Eiweißstoffe aller Altersstufen vorhanden sind. Bei Entwicklungs- und Lernprozessen können jedoch sprungartige Veränderungen erkennbar werden.

Bei vielen anderen Prozessen, wie beim Stoffwechsel, bei der Atmung, bei der Blutzirkulation und im Schlaf und Wachrhythmus werden die Phasen jedoch deutlich und sind auch erforderlich. So muss zum Beispiel, wie gesagt, die Desynchronisation in der Wachphase während der Schlafphase korrigiert werden. Die Aktivitäten der Organe und anderer Rhythmen sind mit Tages- und Jahreszeiten gekoppelt.

Unser Leben ist spürbar von Tages- und Jahreszyklen und von den Zyklen des einzelnen Lebenslaufs bestimmt; Zyklen, in denen oft auch sprungartige Veränderungen auftreten. Betrachtet man jedoch ganze Lebensgemeinschaften, in denen alle Altersstufen vertreten sind, so gilt, dass dabei keine Phasen hervortreten, denn das Leben und Sterben des Einzelwesens und die ständige Erneuerung erhält die Art. Wohl aber kann es Entwicklungszyklen für Lebensgemeinschaften und Kulturen geben.

3.80 Allgemeines zu den Phasen und Polaritäten der Lebensrhythmen. (Abbildungen S.30)

Ich möchte nun noch einmal zusammenfassend auf die bereits in Kapitel 2 besprochenen Phasen und Polaritäten zurückkommen und darauf, wie sich diese in den Kreislaufprozessen des Lebens darstellen.

Jeder Organismus durchläuft gegenpolige Phasen, denn die Kreislaufprozesse des Lebens entwickeln sich in den gegenpoligen Phasen von Jahren und Tagen, und sie zeigen die gleichen Polaritäten, wie sie schon in Kapitel 2 besprochen wurden. Auf- und Abbauphasen sind Phasen schneller Veränderungen, dazwischen liegen Zustände des Stillstands und der Stabilität, wie z.B. um Mittag oder Mitternacht, oder im Verlauf des Jahres im Hochsommer oder Mitwinter und im Laufe des Lebens in der Zeit des Erwachsenseins. Durch diese Rhythmen ist der Organismus zu verschiedenen Zeiten in unterschiedlichen bis gegensätzlichen Verfassungen und reagiert entsprechend unterschiedlich auf äußere Einflüsse. Solche Rhythmen werden spürbar, wenn sie für alle Zellen synchronisiert

sind, wie die Vorgänge beim Ein- und Ausatmen oder in Wach- und Schlafzuständen.

Das Werden und Vergehen der Einzelzelle bekommt der Gesamtorganismus nur bedingt in Ermüdungs- und Erholungsphasen zu spüren, und auch das Werden und Vergehen des Einzelmenschen prägt sich der übergeordneten Organisationsebene - das ist die menschliche Gesellschaft - nicht auf, ist aber im Umgang mit dem einzelnen Menschen zu beachten. Menschen können in gleichen Situationen sehr unterschiedlich reagieren. Das ist nicht nur vom Alter abhängig, vielmehr sind bei verschiedenen Menschen die Charakteristika der Aufbau- und Abbauphasen unterschiedlich stark wirksam, und entsprechend können Reaktionstypen unterschieden werden, die unter gleichen Umständen geradezu gegensätzlich reagieren. Das erläutere ich in Kapitel 4 genauer.

Auf Seite 30 sind nicht nur die physikalischen und chemischen Polaritäten gegenübergestellt, sondern auch die einiger Gefühlslagen und Ver-

haltensweisen, denn mit den chemischen und physikalischen Zuständen in den verschiedenen Phasen eines Zyklus sind sowohl unterschiedliche Befindlichkeiten als auch unterschiedliche Motivationen verbunden.

Es mag überraschen, dass die Aufbauphase als eine Entwicklung zum passiven Verhalten bezeichnet wird, doch mag man sich vergegenwärtigen, dass ein nach oben schwingendes Pendel auch immer langsamer wird. Im Jahreskreislauf macht sich die Verlangsamung des Wachstums bei manchen Pflanzen geradezu abrupt zur Zeit der Sommersonnenwende bemerkbar. Von einem Tag zum anderen kann es zu einer Stagnation des Wachstums kommen, Samen keimen nur noch langsam, Stecklinge bewurzeln sich nicht mehr.

Dagegen baut der für uns so lebenswichtige Sauerstoff lebende Substanz ab, zerstört sie. Doch wird dabei die Energie frei, die wir zum Leben brauchen. So nimmt ganz allgemein bei jeder Aktivität des Körpers: bei Bewegung, Er-

regung, bei aggressiver Abwehr von Krankheiten durch Fieber oder Entzündungen und allein schon im Wachzustand die Oxydation und Säureproduktion zu. Die Reaktionen des lebenden Organismus korrespondieren mit den Phasen der verschiedenen rhythmischen Vorgänge, wie sie in Kapitel 2 beschrieben wurden.

Natürlich wird auch die biologische Evolution von solchen Phasen bestimmt und spielt bei der sog. Selektion eine Rolle. Der Einzelorganismus, aber auch Lebensgemeinschaften können als komplexe, schwingende Systeme betrachtet werden, und bei einer Einwirkung auf solche Systeme wird am ehesten das aufgenommen, was mit den jeweiligen Phasen der Eigenschwingungen des Systems im Einklang ist oder neue Eigenschwingungen ermöglicht. Darum gibt es Phasen schneller Veränderungen und Phasen der Stagnation.

In diesem Kapitel wird es deutlich, wie wesentlich Zeitzyklen für die biologischen Rhythmen sind. Zeitqualitäten steuern alle Entwicklungen und die Evolution

Einige Charakteristika der Phasen, die schon auf Seite 30 aufgelistet waren, seien hier, noch etwas anders formuliert, wiederholt:

<u>Aufbauphase</u>	<u>Abbauphase</u>
Energie wird gebunden	Energie wird freigesetzt
Reduktion, O ₂ -Abgabe	Oxydation, O ₂ -Aufnahme
Bildung elektronegativer basischer Verbindungen	Bildung elektropositiver saurer Verbindungen
Formenzunahme = Zunahme materialisierter Information	Formenabbau = Abnahme materialisierter Information
Synchronisation	Desynchronisation
Akzeptierendes, passives Verhalten	aktives, aggressives Verhalten

Kurzfassung:

Die aktiven Phasen eines Organismus sind mit Desynchronisation und Abbauprozessen verbunden, die passiven mit Synchronisation und Aufbau. Die Auf- und Abbauprozesse aller Bauelemente ergeben ständige Erneuerung, ermöglichen so Heilprozesse aber auch Reaktionsfähigkeit, Veränderung und Entwicklung. Das Werden und Vergehen der Bauelemente ist Voraussetzung sowohl für Beständigkeit als auch für Veränderlichkeit des ganzen Organismus.

Die Phasen dieser Auf- und Abbauzyklen treten nicht immer hervor, da sich z.B. ständig Zellen im Aufbau als auch im Abbau befinden. Bei einigen Zyklen, wie Atmen, Blutkreislauf, Wachen und Schlafen treten die Phasen jedoch hervor und ihre Trennung ist, wie beim Atmen, erforderlich. Unser Leben ist von solchen Phasen bestimmt.

Der Einzelorganismus ist zu verschiedenen Zeiten in unterschiedlichen bis gegensätzlichen Verfassungen und reagiert entsprechend unterschiedlich. Chemischen und physikalischen Polaritäten entsprechen auch Gefühlslagen und Verhaltensweisen.