

Vorlesung 5
Kleine und große Wunder der Natur



**Der Puma (Berglöwe) – Schönheit und
Geschmeidigkeit**







Schönheit, Anmut
und Kraft



George Stubbs (1724–1806)

Whistlejacket, about 1762

The racehorse Whistlejacket was painted life-size for his owner, the second Marquess of Rockingham in celebration of the Arabian stallion's superb proportions and beautiful appearance. Rockingham's interest in classical sculpture may have inspired this arresting and unusual presentation.

Oil on canvas

NG6569. Bought with the support of the Heritage Lottery Fund, 1997

1245  

Das Wunder Libelle

Libellen können in der Luft stehen bleiben und sofort wieder auf Höchstgeschwindigkeit gehen.

Sie legen Strecken von bis zu 4000 km zurück

Die vier Flügel sind Meisterwerke der Natur. Dreizehn winzige Muskeln auf jeder Seite dienen dazu, die Flügel in fast jede Form zu verdrehen.

Bei jedem Schlag verdrehen sich die Flügel, so dass sich Luftwirbel bilden. Die sorgen dafür, dass Libellen leicht abheben und Lasten tragen können, die dreimal schwerer sind als ihr Körper.

Die Flügel als Leichtbau: Sie machen nur ein Hundertstel des Gesamtgewichts aus.

Beim Airbus wiegen sie ein Viertel des Gesamtgewichts.

Die Flügel sind wie ein Blasebalg gefaltet, was ihnen hohe Festigkeit verleiht.

Ein Fachwerk aus Röhren versteift die Tragflächen und dient zugleich der Blutzufuhr.

Feinste Membranen mit schmutzabweisendem Wachs bespannen das Tragwerk.

Der gesamte Organismus ist auf maximale Flugleistung ausgerichtet.

Die Libelle verrichtet alles im Flug: Fang der Nahrung, Kampf mit Rivalen, Paarung, Abwerfen der Eier.

Laufen kann sie nicht mehr, die Beine sind zu einem Fangkorb umgebildet und sind mit Dornen betücht.

All das für nur drei Monate Leben!

Der Körperbau hat sich seit 330 Mill. Jahren nicht verändert. Die Libellen sind etwas kleiner geworden.





Gefleckte
Heide-
libelle



Demut ist die Fähigkeit, auch zu den kleinsten
Dingen des Lebens emporzusehen. Albert
Schweitzer

Die Fliege als Gegenstück zur Libelle

Nur halb so schnelle wie die Libelle, nur zwei Flügel

Muss pro Minute fünfmal öfter mit den Flügeln schlagen als die Libelle

Keine Antriebsmuskel, sondern Aktivierung durch die Rückenplatte.

Trotzdem war die Fliege viel erfolgreicher: jedes zweite Insekt stammt aus der Großgruppe der Fliegen.

Die Libellen führt nur eine Randexistenz.

Unser Urteil: die schöne wundervolle Libelle – die hässliche lästige Fliege

Das Wunderbare an der Libelle.

Schönheit

Geniale Perfektion des Fluges

An einer Stelle in der Luft anhalten können

Delfine





Delfine - Eingrenzung auf den Großen Tümmler

Klischee: menschenfreundlich, lächelnd, gut gelaunt, der bessere Mensch im Meer.

Hackordnung, die durch Kämpfe mit Verwundungen hergetellt wird.

Lächeln: Mundwinkel des Delfins vermitteln irrtümlich den Eindruck

Reine Lust am Morden: Große Tümmler spielen mit dem kleinen Schweinewal „Fußball“ und töten ihn hinterher.

Kriege zwischen verschiedenen Delfinarten

Realität: ein wildes, im Wasser lebendes Raubtier mit faszinierenden Verhaltensweisen und erstaunlichen Anpassungsleistungen.

Fische und andere Meertestiere als Nahrung und zur Süßwasserversorgung

Kooperation beim Fischfang

Sprache und Verständigung über große Entfernungen. Zum großen Teil im Ultraschallbereich

Syntax: geordnete Sprachlaute

Entwicklung: Jungtiere lernen „Sprache“ sukzessive in Einzelschritten

Spielen gerne

Selbsterkenntnis im Spiegel: Ichbewusstsein

Delfine haben ein besonders reiches Repertoire. Sie nutzen eine spezielle Abfolge von Pfiffen, Quietsch- und Klicklauten, um sich etwa bei der Partnersuche oder bei der Jagd mit ihren Artgenossen zu verständigen.

Die Großen Tümmler erkennen sich an diesen individuellen Pfiffen. Jedes Jungtier entwickelt einen charakteristischen Ton, den es lebenslang beibehält. Dieser „Signaturpfiff“ ist mit dem Namen des Menschen vergleichbar.

Mathematische Wunder in der Natur

In der Natur spielen zwei mathematische Sachverhalte eine wichtige Rolle:

(1) Die Fibonacci-Folge: beginnt mit der Zahl Eins und jede weitere Zahl ergibt sich aus der Summe der beiden Vorgängerzahlen:

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, 1597, usw.

(2) Die goldene Zahl und von ihr abgeleitete Phänomene

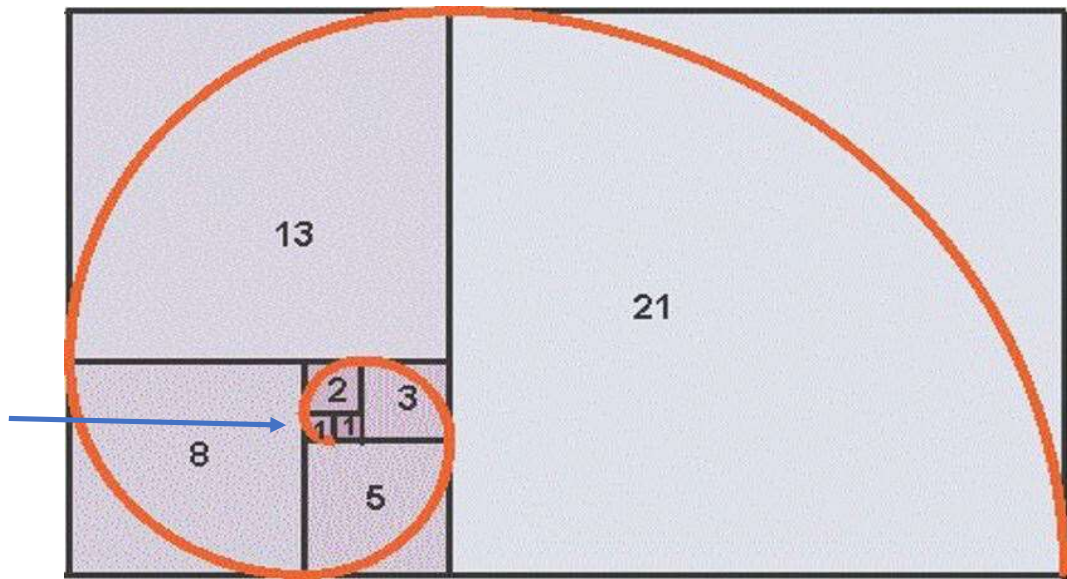
Der Quotient zweier benachbarter Fibonacci-Zahlen schwankt um den Wert der Goldenen Zahl 1,618033... Je höher dabei die benachbarten Fibonacci-Zahlen werden, desto genauer nähert man sich diesem Wert.

Die Goldene Zahl besitzt unendlich viele Nachkommastellen und wird mit dem griechischen Buchstaben Φ (Phi) bezeichnet. Sie beginnt mit 1,618033... und hat unter anderen folgende einmalige Eigenschaften:

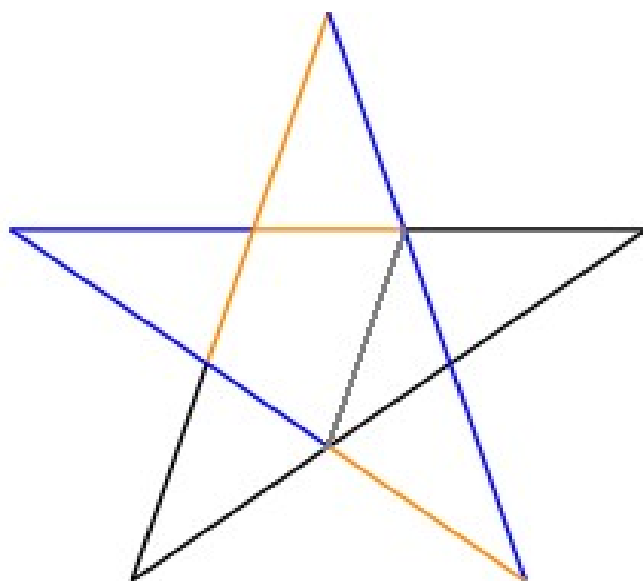
Zahl der goldenen Spirale

Zahl des **Fünfecks**

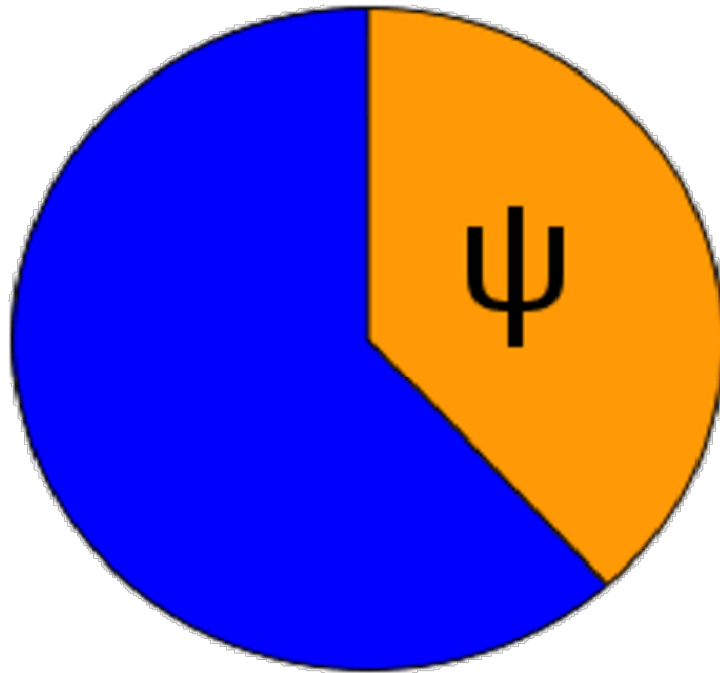
Zahl des goldenen Winkels Psi



Fügt man an ein Quadrat (1) ein weiteres gleiches Quadrat (1), sodass nun die Gesamtstrecke der Außenkanten als Grundlage für ein neues Quadrat (2) dient, ergibt sich ein Rechteck (1, 1, 2). Wird dieses Prinzip weiter fortgeführt (Strecke 2 und 1 ergeben Quadrat 3, Strecke 2 und 3 ergeben Quadrat 5 usw.) bilden sich immer wieder neue Rechtecke, die genau nach den Proportionen des Goldenen Schnittes geteilt sind. In diese Quadrate lässt sich nun die sogenannte Goldene Spirale zeichnen. Und diese Spirale, das ist das eigentlich Besondere, dreht exakt nach den Proportionen des Goldenen Schnittes und somit letztlich nach der wunderschönen Zahl Φ .



Ein regelmäßiges Fünfeck oder auch Pentagramm genannt, hat die erstaunliche Eigenschaft, dass alle Seiten jeweils ganz exakt nach dem Goldenen Schnitt geteilt sind. Das Verhältnis der langen blauen Seiten zu den kurzen orangenen Seiten ist also immer diese besondere Goldene Zahl Φ 1,618033... Auch die inneren kleineren Dreiecke, die sich einzeichnen ließen, wären wieder durch die anderen Linien genau nach dem Verhältnis des Goldenen Schnittes geteilt.



Den Vollkreis von 360° nach dem Verhältnis des Goldenen Schnittes geteilt, ergibt den sogenannten Goldenen Winkel Ψ (Psi) von $137,5^\circ$.



In der Natur finden wir sehr viele Blüten, beispielsweise die Akeleiblüte, die Glockenblume und die Heckenrose. Diese Blüten sind alle nach dem Muster des regelmäßigen Fünfecks konstruiert. So gibt es dutzende Blüten an einem Strauch und jede einzelne Blüte ist nach diesem Fünfeck gemacht. Das heißt also, in allen Blüten kommt der Goldene Schnitt vor mit dieser einmaligen Zahl Φ und zwar sehr exakt. Die Pflanzen machen nie einen Fehler, sondern immer ganz präzise Fünfecke.



Es ist auffällig, dass die Goldene Spirale sehr häufig vorkommt. So hat das schneckenförmige Kalkgehäuse des Nautilus annähernd die Steigung der Goldenen Spirale. Hinzu kommt noch, dass diese Spirale räumlich ist. Jeder Schnitt durch das Kalkgehäuse ergibt immer wieder eine Goldene Spirale. Egal ob nun im Großen oder im Kleinen, überall findet sich diese Goldene Spirale wieder: Beispielsweise bei Schnecken, bei Farnen, beim menschlichen Ohr, in Hurrikans und sogar in Galaxien.

Welch ein Wunder!



Welch ein Wunder!

Die Verteilung der Kerne im Korb der Sonnenblume ist nicht etwa zufällig, sondern mathematisch exakt versetzt um je $137,5^\circ$, die Gradzahl des Goldenen Winkels, der auch wieder auf die schöne Zahl des Goldenen Schnittes ($1,618033\dots$) zurückgeht.

Jeder einzelne Kern im Sonnenblumenkorb gehört auch zu einer linksdrehenden und zu einer rechtsdrehenden Spirale. Das Besondere hieran ist jetzt, dass die Anzahl der Spiralen ausschließlich Fibonacci-Zahlen sind.

Die Anzahl der links- und rechtsdrehenden Spiralen sind immer benachbarte Fibonacci-Zahlen. Bei Sonnenblumen findet man normalerweise die Kombination 21/34 oder 34/55 oder 55/89, bei besonders großen Sonnenblumen auch mal 89/144 oder 144/233. Es ist aber nie eine andere Anzahl von Spiralen.

Dieses Prinzip gilt aber nicht nur für Sonnenblumen, sondern beispielsweise auch bei Gänseblümchen, bei Tannenzapfen, bei Pinienzapfen, beim Kohl und bei der Ananas. Überall finden wir links- und rechtsdrehende Spiralen, die genau dem Zahlenwert zweier benachbarter Fibonacci-Zahlen entsprechen.

Auch die Anzahl der Blattspiralen bei Palmen sind immer Fibonacci-Zahlen.



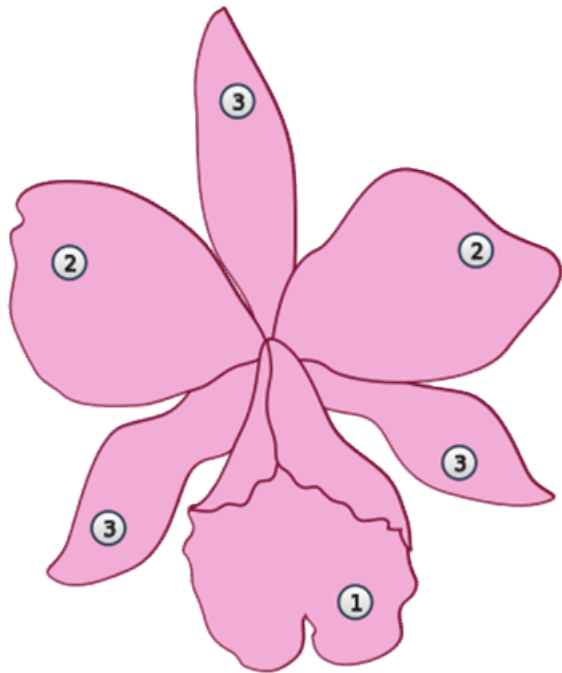
Margeriten



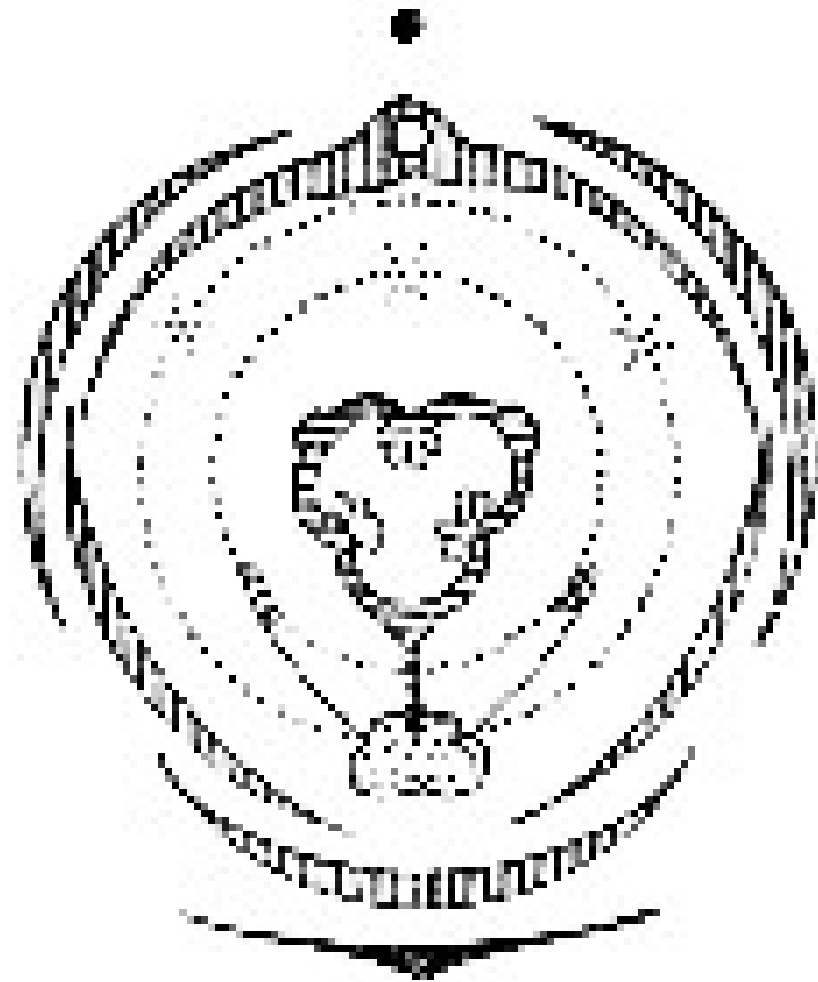






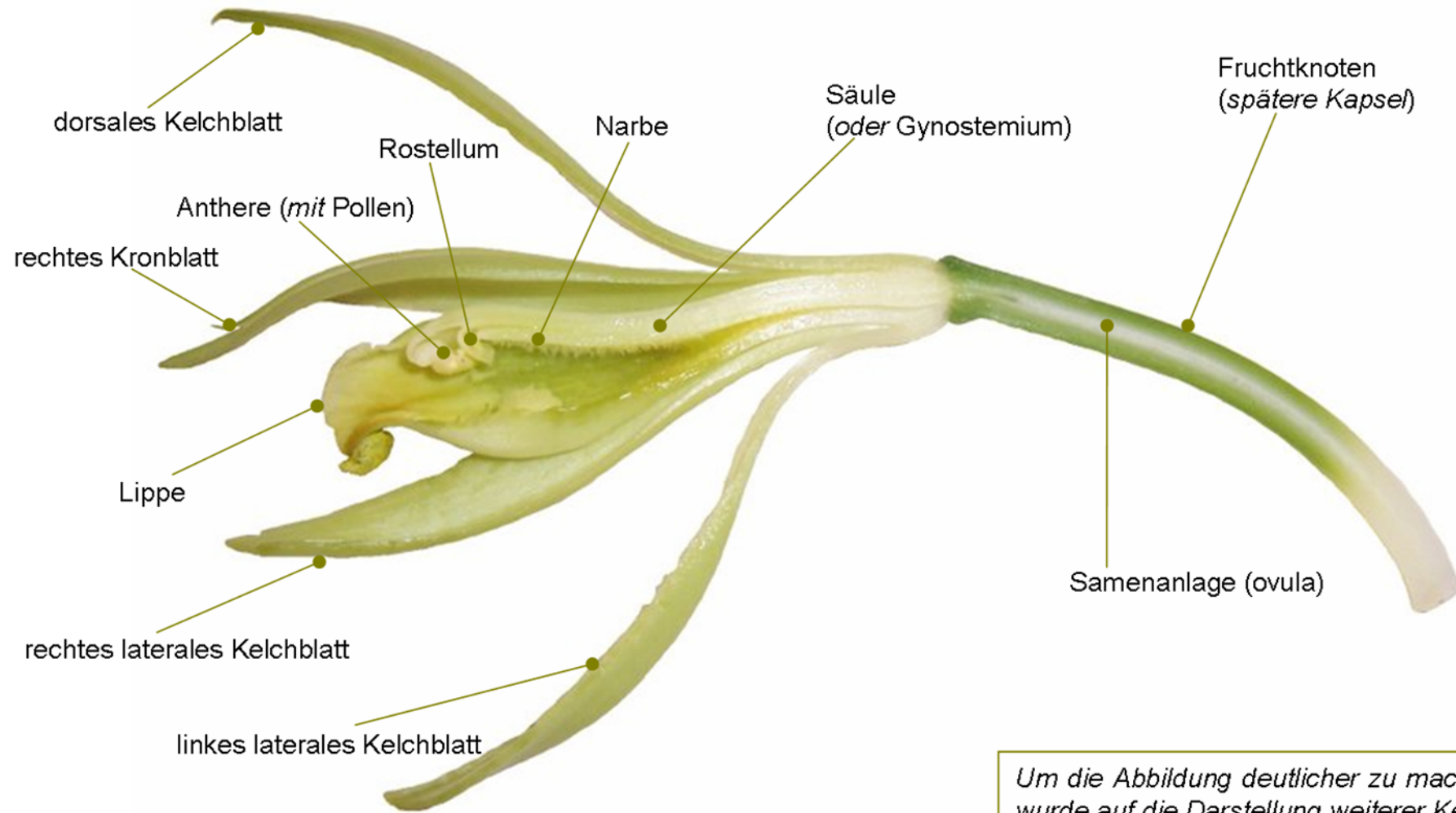


1: Labellum, 2. Petalen, 3: Sepalen
Die Drei als Konstruktionsprinzip



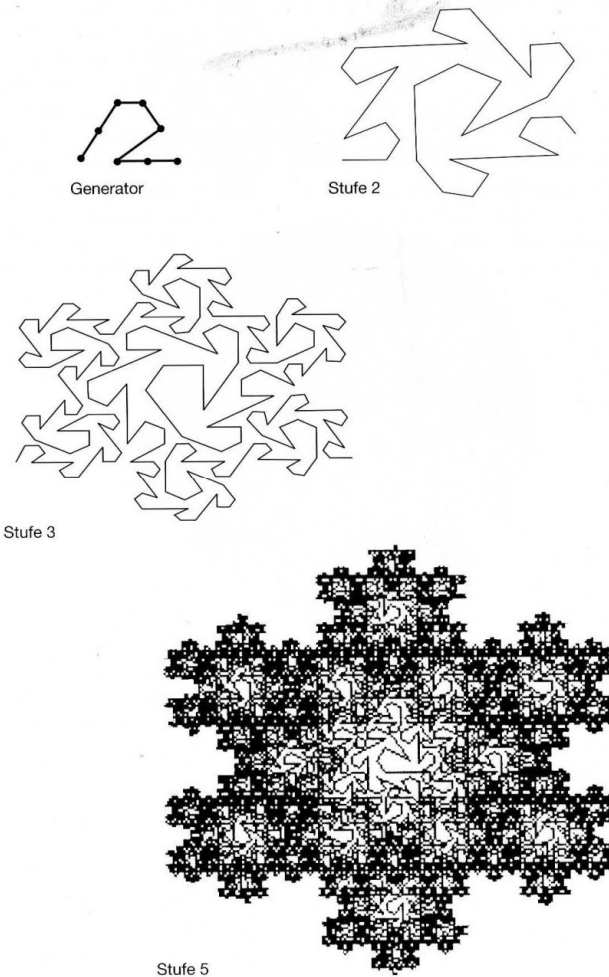
Blütendiagramm von *Orchis* (die Drei als Konstruktionsprinzip)

Längsschnitt einer Vanilleblüte



Um die Abbildung deutlicher zu machen, wurde auf die Darstellung weiterer Kelch- und Kronblätter verzichtet.

Fraktale als Erklärungsansatz

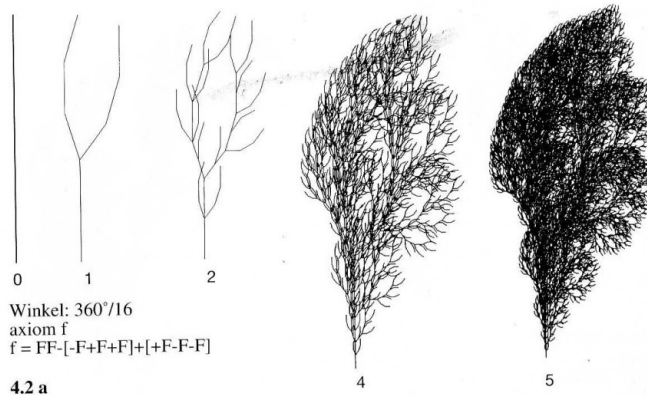


Durch Anwendung der immer gleichbleibenden Handlungsvorschrift auf das jeweils zuvor erzielte Ergebnis erhält man komplizierte Gebilde.

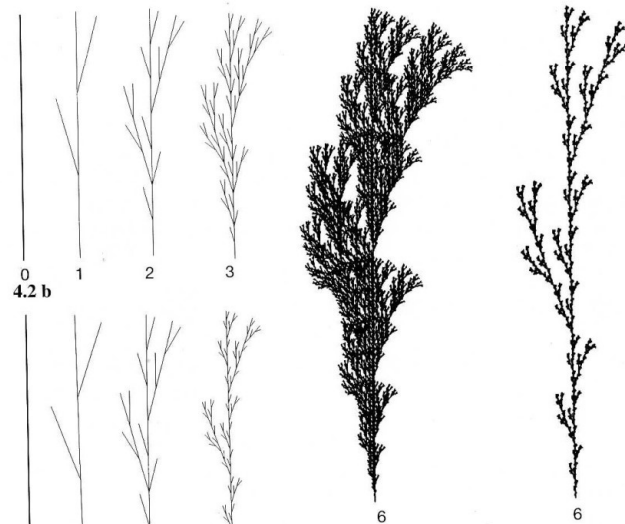
Hier wäre Emergenz erklärt!

Abb. 3.10a: Fraktale Kurve; die Abbildung wurde von Stufe zu Stufe vergrößert, um die Details besser sichtbar zu machen

Ein anderes Beispiel:
 Pflanzen lassen sich
 geometrisch faktisch
 nicht konstruieren
 (etwa wie ein Rechteck
 oder Kreis). Aber durch
 Rückkoppelung
 einfacher Operationen
 entstehen pflanzliche
 Gebilde

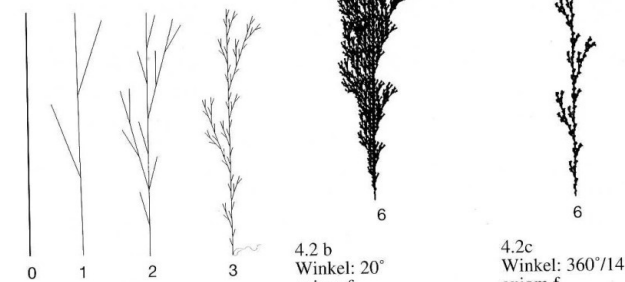


4.2 a



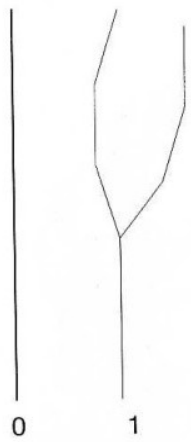
4.2 b
 Winkel: 20°
 axiom f
 $f = F[+F]F[-F][F]$

4.2 b



4.2c
 Winkel: $360^\circ/14$
 axiom f
 $f = F[+F]F[-F]F$

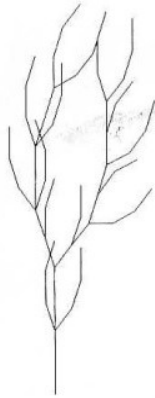
4.2 c



0



1



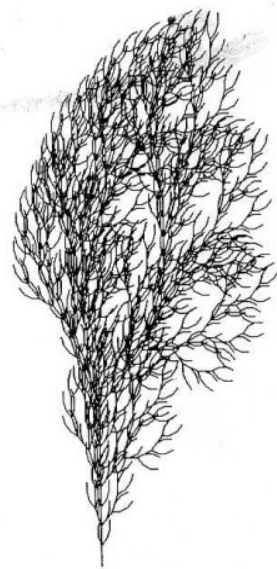
2

Winkel: $360^\circ/16$

axiom f

$f = FF-[-F+F+F]+[+F-F-F]$

4.2 a



4



5



0



1

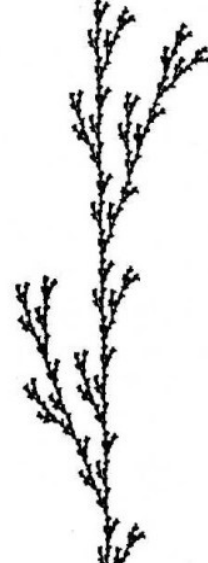
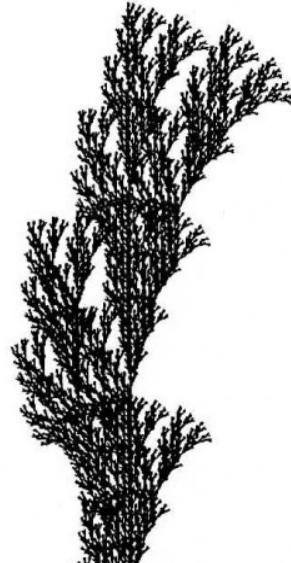


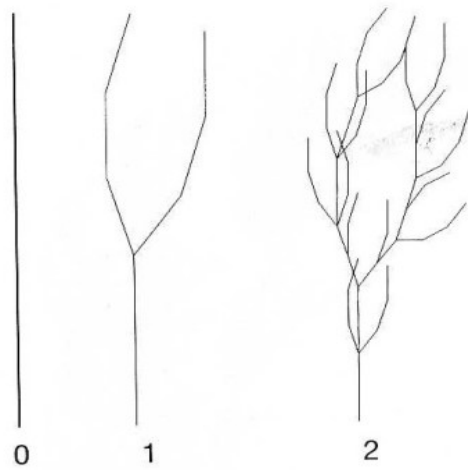
2



3

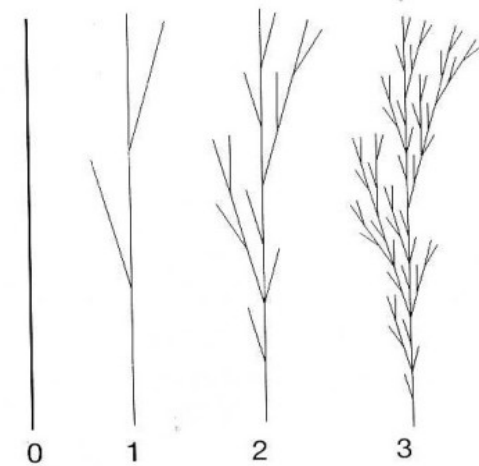
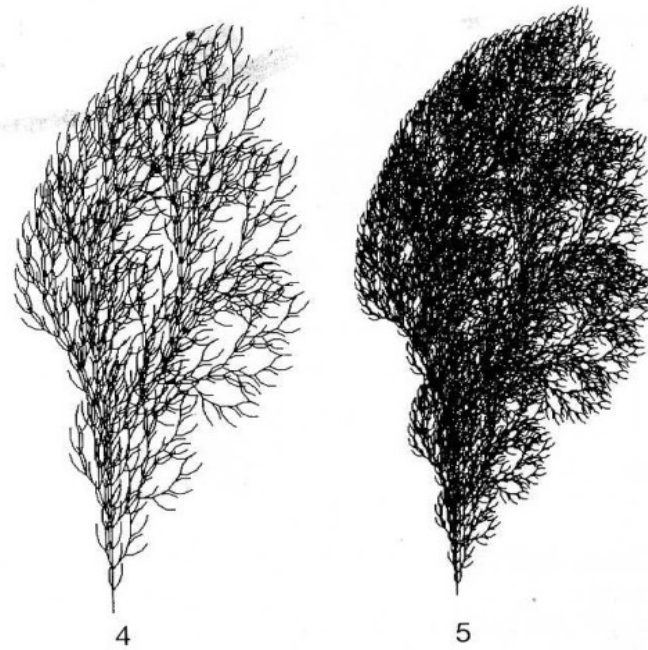
4.2 b



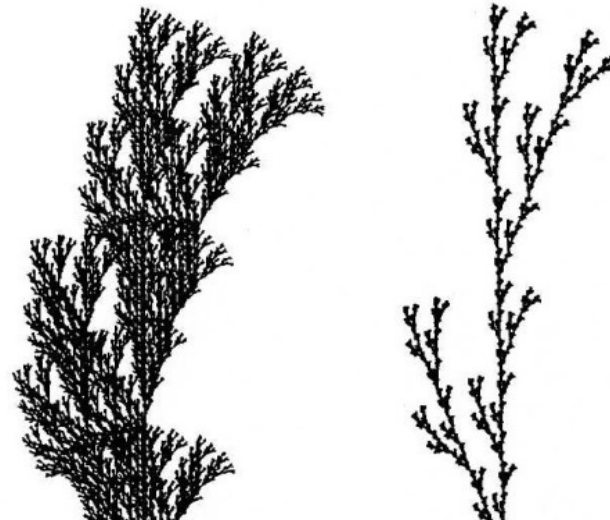


Winkel: $360^\circ/16$
 axiom f
 $f = FF-[-F+F+F]+[+F-F-F]$

4.2 a



4.2 b



Schlussfolgerung

Je mehr Mathematik im Blüten- und Pflanzenaufbau steckt, desto leichter sind sie zu konstruieren.

Daher lässt sich das Wunder der Blütensymmetrie und des komplexen Pflanzenwuchses gut erklären

Und doch bleibt ihre Schönheit und Symmetrie ein Wunder

Die Tiere haben uns schon viel vorweggenommen

Schimpansen pflegen ihre Schlafstätte sorgfältiger als Menschen. Sie bereiten täglich ihr Bett neu. Bei ihnen gibt es keine Parasiten. Gilt auch für Gorillas, Bonobos und Orang-Utans.

Beim Menschen wimmelt es von Fäkal-, Oral- und Hautbakterien.

Krokodile, die Vogelnester bewachen? Fledermäuse, die in fleischfressenden Pflanzen übernachten? Und Nashörner, die auf Vögel aufpassen. So etwas gibt es wirklich: In der Natur nennt sich das Symbiose.

Die Tiere haben uns schon viel vorweggenommen

Schimpansen pflegen ihre Schlafstätte sorgfältiger als Menschen. Sie bereiten täglich ihr Bett neu. Bei ihnen gibt es keine Parasiten. Gilt auch für Gorillas, Bonobos und Orang-Utans.

Beim Menschen wimmelt es von Fäkal-, Oral- und Hautbakterien.

Krokodile, die Vogelnester bewachen? Fledermäuse, die in fleischfressenden Pflanzen übernachten? Und Nashörner, die auf Vögel aufpassen. So etwas gibt es wirklich: In der Natur nennt sich das Symbiose.

Supersinne der Tiere

Einige Bärenarten können eine Beute über mehrere Kilometer riechen

Das Chamäleon kann zugleich noch vorne und hinten sehen

Der Fangschneckenkrebs besitzt die komplexesten Augen des Tierreiches- Augen sitzen auf Stielen und können unabhängig voneinander bewegt werden. Können triokulat sehen und UV-Licht sowie polarisiertes Licht wahrnehmen.

Delfine orientieren sich mit Hilfe von Schallwellen

Buckelwale, Tauben und Lachse haben einen Orientierungssinne, der sie zum Teile über Tausende von Kilometern wieder zurückfinden lässt

Manche Tiere können Wärme sehen (Infrarot-Wahrnehmung) Vampire

Eulen hören ihre Beute auf über 100m Entfernung und durch 45cm Schnee

Elefanten hören mit den Füßen (Erschütterungen des Bodens) Geräusche über Hunderte von km und können mit den Ohren Infrarotschall zwischen 1 und 20 Hertz wahrnehmen.

Der Ypok (kleines Säugetier im Amazonas-Urwald) kann mit seinen Zehen „sehen“. Große berührungsempfindliche Pfoten, mit denen er nachts die Gegend erkundet.

Fische sind nicht stumm.

Wale produzieren komplizierte Gesänge mit einem musikalischen Aufbau

Ökosysteme

Ökosysteme

Als Ökosystem versteht man ganz allgemein die Interaktion mindestens zweier Arten (Biozönose) innerhalb eines Lebensraumes (Biotop). Dabei bestehen Wechselbeziehungen zwischen den verschiedenen Arten sowie zwischen den Arten und der abiotischen Umwelt. Bleiben die Artenzahlen über einen längeren Zeitraum konstant, spricht man von einem ökologischen oder dynamischen Gleichgewicht.

Systemeigenschaften – ein wunderbares Zusammenspiel!

Rückkopplung

Homöostase

Ganzheitlichkeit

Wandel erster und zweiter Ordnung

Regelhaftigkeit

Grenzen

Zirkuläre Kausalität

Selbstorganisation

Wie entsteht ein Ökosystem?

Sukzession

Mit Sukzession beschreibt man allgemein die Entwicklung eines Ökosystems vom Initialstadium, also der Ausgangslage (kahler Boden, Fels) bis hin zum Klimaxstadium, der Situation, wenn sich ein stabiles Fließgleichgewicht („dynamisches“ Gleichgewicht im Gegensatz zum „statischen“ Gleichgewicht) eingestellt hat.

Im **Initialstadium** erfolgt in der Regel eine Erstbesiedlung durch sogenannte Pionierarten wie Moose und Flechten. Zwischen den Flechten sammelt sich mit der Zeit eine Mischung aus angewehtem Sand und organischem Material, so dass die Bodenbildung einsetzen kann.

Auf dem sich entwickelnden Rohboden siedeln erste höher entwickelte Pionierpflanzen, zum Beispiel Birken. Das wird als **Folgestadium** bezeichnet. Sie zeichnen sich durch eine hohe Reproduktivität aus (sogenannte Reproduktivitäts- oder R-Strategen)

Durch eine Veränderung der Standortbedingungen, zum Beispiel stärkere Humusbildung, bereiten sie so den Weg für weitere höher entwickelte Pflanzen (sogenannte Kapazitäts- oder K-Strategen, weil sie die Kapazitäten des Lebensraumes besser nutzen und daher die R-Strategen verdrängen können), so dass sich nach und nach zum Beispiel ein Wald entwickeln kann.

Das **Klimaxstadium** ist erreicht, wenn sich ein Ökosystem mit einer stabilen Artenzusammensetzung („Klimaxgesellschaft“) entwickelt hat, wie zum Beispiel beim Hallenbuchenwald, der als typische Klimaxvegetation Mitteleuropas gilt. In dieser Klimaxgesellschaft kommen so gut wie keine neuen Arten mehr hinzu, weil alle ökologischen Nischen besetzt sind. Diese Entwicklung wird als **primäre Sukzession** bezeichnet.

Sukzession findet auch in bestehenden Ökosystemen statt. Durch die Änderung der Umweltbedingungen, zum Beispiel durch Klimaänderungen oder durch einen Waldbrand, verändert sich das Gleichgewicht innerhalb des Ökosystems und folgt den Veränderungen durch Anpassung (**sekundäre Sukzession**).

Wundersame Symbiosen



Mundhygiene

Die Putzergarnele hat sprichwörtlich einen Putzfimmel. Selbst vor der gefährlichen Muräne macht sie nicht Halt: Geduldig öffnet der Fisch sein Maul und lässt die flinke Garnele ihre Arbeit erledigen. Dafür hat sie sich einen Schlafplatz in der Höhle der Muräne verdient und natürlich reichlich Nahrung – denn alles, was sie aus dem Maul der Muräne fischt, darf sie verspeisen.



Sicherer Schlafplatz

Die Koralle bleibt von schädlichen Pflanzen verschont und die Korallengrundel erhält dafür einen sicheren Schlafplatz. Das Zusammenspiel beider geht sogar noch weiter: Forscher vermuten, dass die in den Pflanzen enthaltenen giftigen Substanzen die Grundelfische davor schützen, von Räubern gefressen zu werden, die das Gift nicht vertragen.



Gemütlicher Schlafplatz

Kannenpflanzen sind die Dschungel-Biotoilette der Fledermaus: Das fleischfressende Gewächs ist normalerweise ganz schön hinterlistig und lockt seine Opfer mit einem süßlichen Duft an, der sich unglücklicherweise als ätzender Verdauungssaft entpuppt. Bei der Fledermaus macht sie aber eine Ausnahme: Die darf in ihrem Trichter übernachten; zum Dank lässt die Fledermaus ihren nährstoffreichen Kot zurück.

Beispiele für Ökosysteme

Wald

Wiese

Naturparks in Afrika, USA; Asien

Meer

Erde als Ganzes

Ökosystem Wald: Wie Bäume kommunizieren und sich wechselseitig helfen

Peter Wohlleben berichtet uns in seinem Buch „das geheime Leben der Bäume“ davon, dass Bäume eine Sprache haben. Dabei nehmen Duftstoffe als Boten eine wichtige Rolle ein und bilden Pilze mit ihren Fäden und Myzel das „Internet der Waldes“. Wir erfahren, dass Bäume Freundschaften pflegen, sie „kuscheln“, ihre „Baumbabys stillen“ und ihre Baumkinder „erziehen“. Uns wird aufgezeigt, dass Wurzelspitzen gehirnähnliche Strukturen haben und man sich automatisch somit die Frage stellt, ob Pflanzen denken können? Wussten Sie, dass in einer Handvoll Walderde mehr Lebewesen stecken als es Menschen auf der Erde gibt? Dass Stadtbäume ein extrem hartes Leben haben? Und Bäume generell Meister der Entschleunigung sind?

Stark anthropomorphisierend, noch nicht wissenschaftlich gesichert.

Unter der Erde nimmt jede Baumwurzel etwa doppelt so viel Fläche ein wie die Krone in luftiger Höhe. Und in einem einzigen Teelöffel Walderde befinden sich kilometerlange Pilzgeflechte, winzige Leitungen, die ganze Wälder vernetzen - wie das Internet unsere Computer. Fast alle Bäume im Wald kooperieren mit einem oder mehreren Pilzfreunden.

Das unterirdische Netz hilft den Bäumen sogar, ihren Nachwuchs zu versorgen, der im Dämmerlicht des Waldes allzu oft im Schatten steht. Und auch in der Waldluft schweben ständig chemische Botschaften, mit deren Hilfe Bäume kommunizieren oder Feinde abwehren. Wie unsichtbare Kommunikationsfahnen durchwehen sie den Wald. Zudem ist die Luft reich an Sauerstoff - einem Abfallprodukt der Photosynthese.

Bäume können sich gegenseitig vor Schädlingen warnen und tun dies oft auch. Wenn z.B. eine Buche von Insekten befallen wird, warnt sie ihre Kollegen über Duftbotschaften. Diese können dann in Abwehrstellung gehen und Abwehrstoffe in der Rinde einlagern. In der afrikanischen Savanne gibt es eine Akazienart, die das Gas Ethylen ausstößt, wenn eine Gazelle ihre Blätter abfrisst. Damit warnt die Akazie ihre Nachbarn, die einen Stoff in ihre Blätter einlagern, der diese ungenießbar macht.

Massimo Maffei von der *Universität Turin* hat festgestellt, dass Pflanzen (und folglich auch Bäume) ihre eigenen Wurzeln von jenen fremder Spezies und sogar von anderen Exemplaren der eigenen Art unterscheiden können. Bäume gehen diese Wurzelvernetzungen untereinander also gezielt ein! Was Wälder somit zu Superorganismen macht.

Das Nährstoffangebot des Waldbodens kann sich innerhalb von wenigen Metern drastisch unterscheiden. Faszinierenderweise gleichen Bäume diese standortbedingten „Ungerechtigkeiten“ untereinander aus. Vanessa Bursche von der *RWTH Aachen* fand heraus, dass in ungestörten Buchenwäldern jede Buche die gleiche Leistung erbringt. Wer viel hat, der gibt ab – und wer wenig hat, der empfängt.

Bäume zwar Netzwerke und Freundschaften bilden, jedoch nur mit artgleichen Exemplaren. Da stört es auch nicht, wenn Bäume nach gängiger Lehrmeinung zu dicht stehen. Unter artfremden Bäumen herrscht jedoch ein Konkurrenzdenken und sie kämpfen gegeneinander um die lokalen Ressourcen

Dass Bäume mit Hilfe von Duftstoffen kommunizieren, wurde vor mehr als vierzig Jahren bei der Schirmakazie der afrikanischen Savanne nachgewiesen. Sie stehen auf dem Speiseplan von Giraffen. Damit der Baum nicht irgendwann völlig kahl gefressen ist, schützt er seine Blätter mit Dornen auf den Ästen. Doch das hindert die Giraffe keineswegs am Naschen. Deshalb kann die Schirmakazie innerhalb von Minuten Giftstoffe in ihre Blätter einspeisen, Wird eine Akazie angeknabbert, verströmt sie das Warn-Gas Ethylen, das alle umstehenden Bäume dazu veranlasst, ebenfalls Giftstoffe in ihre Blätter zu pumpen. Diese Duftstoffe haben jedoch nur eine Reichweite von hundert Metern.

Die Giraffe weiß das und geht nicht zum Nachbarbaum, sondern wandert etwa hundert Meter weiter und frisst erst bei diesen Bäumen.

Ökosystem Erde

Der Lebensraum Erde wird in fünf Bereiche unterteilt. Diese Bereiche sind: Die **Gesteinsschicht (Lithosphäre)**, die **Bodenschicht (Pedosphäre)**, die umgebende **Gasschicht (Atmosphäre)**, die Gesamtheit aller **Gewässer (Hydrosphäre)** und die **belebte Umwelt (Biosphäre)**. Alle Bereiche durchdringen sich gegenseitig, der gesamte globale Stoffkreislauf besteht aus dem Ineinandergreifen dieser fünf Systeme.

Gaia als Gesamtlebewesen

Dieses Ökosystem ist ein wahres Wunderwerk!

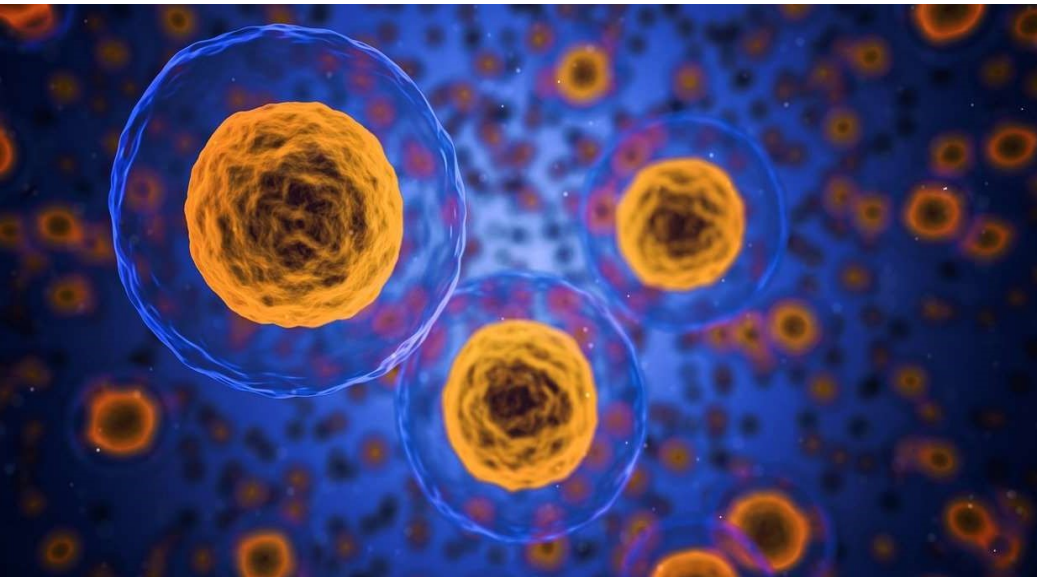
Aber:

Schon immer haben Menschen Ökosysteme vernichtet: Waldabholzung der Ägypter, Griechen und Römer; Kohle- und Erzabbau, Raubbau aller Arten CO₂-Ausstoß etc.

Genau wie sich hier über Jahrtausende ein Gleichgewicht eingependelt hat, besteht auch ein dynamisches Gleichgewicht zwischen den einzelnen Ökosystemen auf der Erde und den in ihnen lebenden Tieren und Pflanzen. Das heißt, Veränderungen können durch Anpassungen und Ausgleichsbewegungen aufgefangen werden, allerdings nur bis zu einem gewissen Grad.

Große Regulierungsbewegungen wie zum Beispiel markante Klimaänderungen nach Vulkanausbrüchen können einen Zusammenbruch von Ökosystemen und damit ein Aussterben vieler Arten zur Folge haben. Durch die veränderten Lebensbedingungen und freiwerdenden Nischen können sich aber auch neue Arten entwickeln und etablieren.

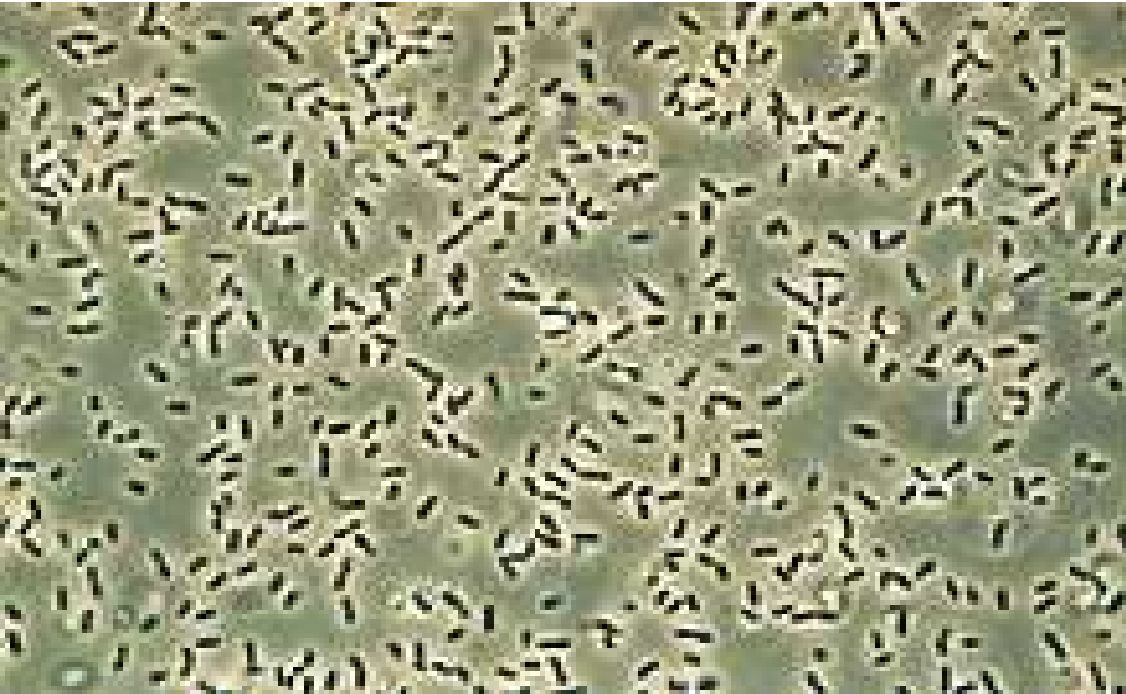
Das Wunder der Zelle



Zellen im Mikroskop

DNA

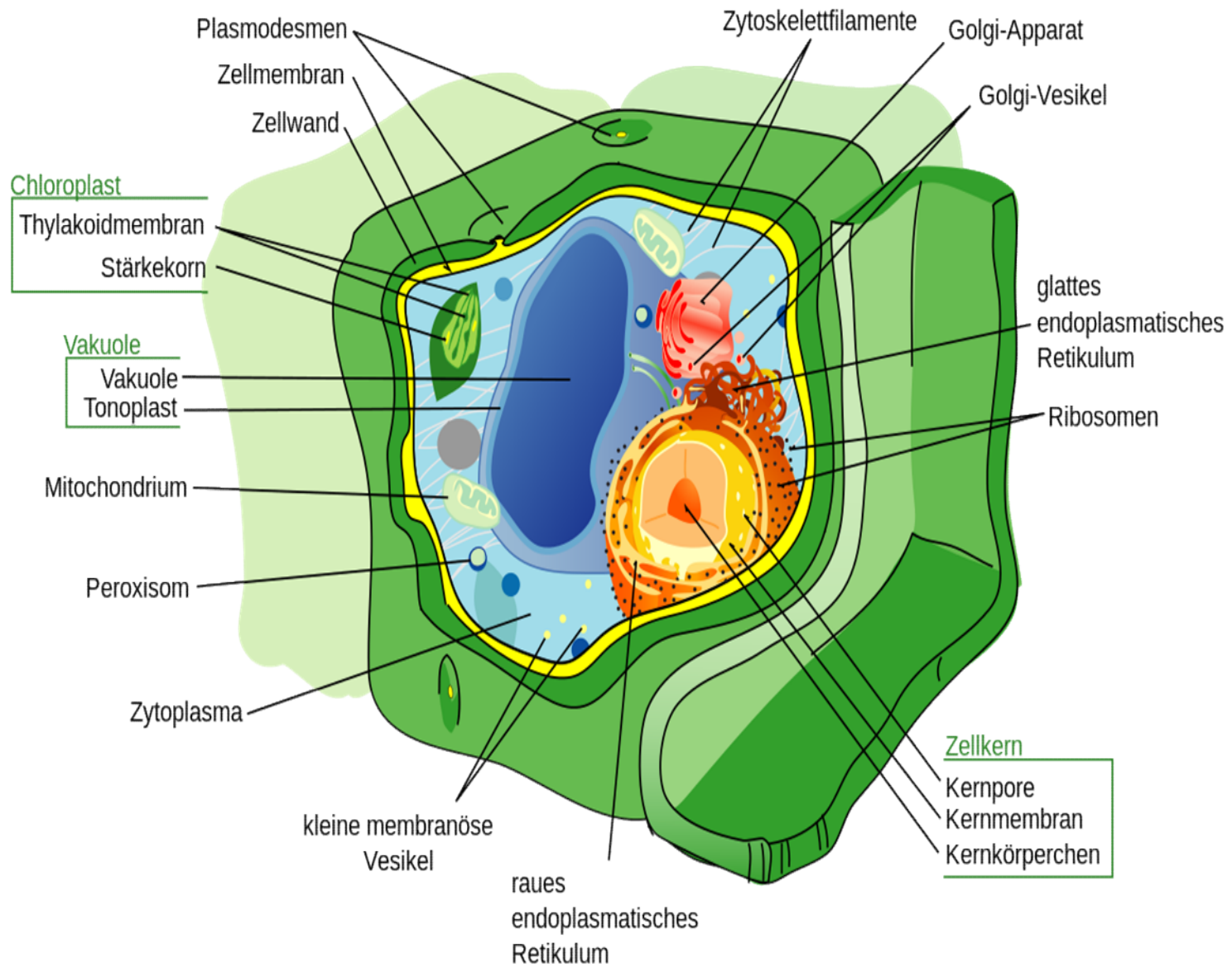




Beispiel für einen prokaryotischen
Einzeller: *Bacillus subtilis*



Beispiel für einen eukaryotischen Einzeller:
Paramecium aurelia

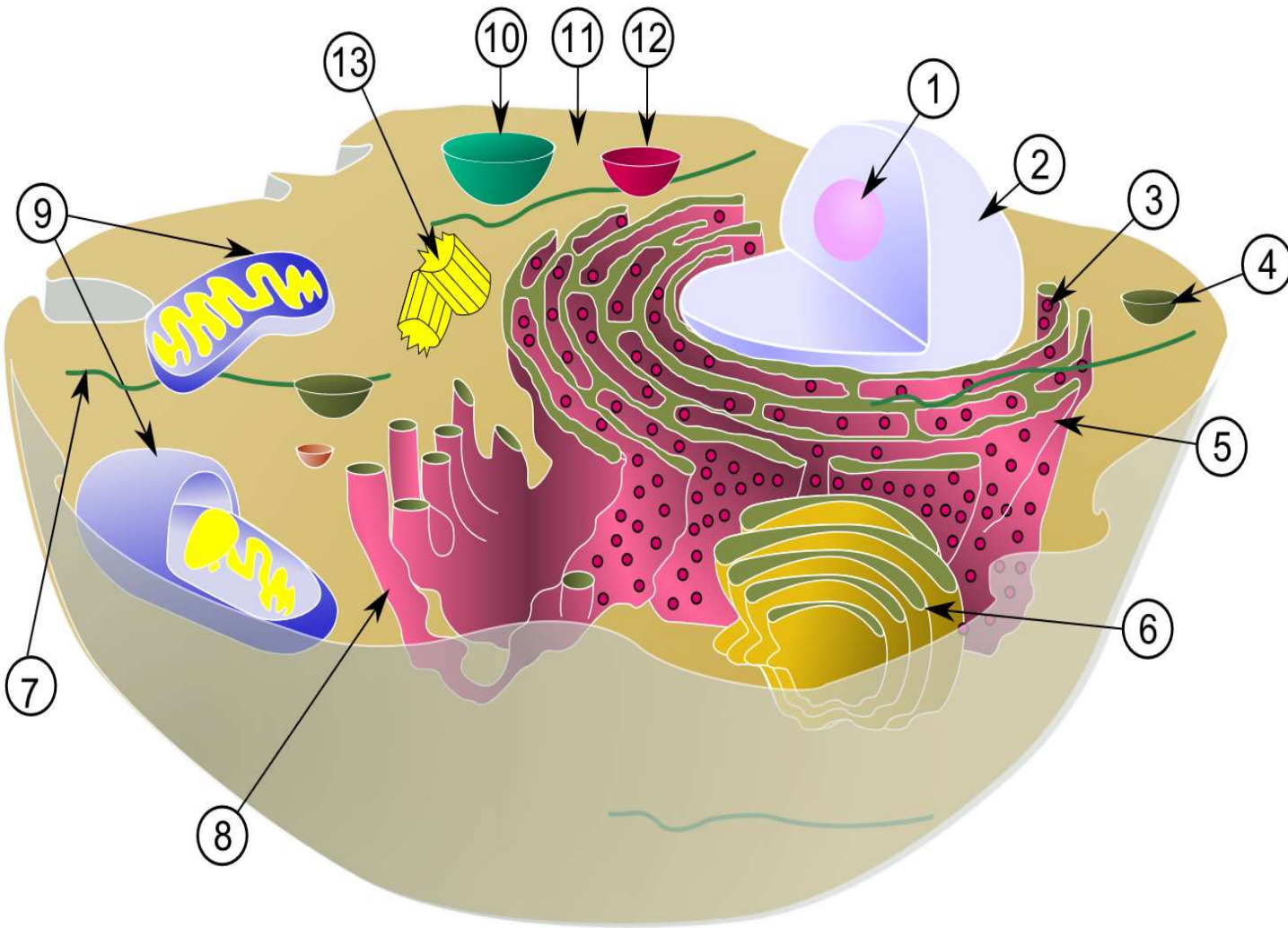


Jede Zelle stellt ein strukturell abgrenzbares, eigenständiges und selbsterhaltendes System dar. Sie ist in der Lage, Nährstoffe aufzunehmen und die darin gebundene Energie durch Stoffwechsel für sich nutzbar zu machen. Neue Zellen entstehen durch Zellteilung. Die Zelle enthält die Informationen für all diese Funktionen bzw. Aktivitäten. Zellen haben grundlegende Fähigkeiten, die als Merkmale des Lebens bezeichnet werden, wobei nicht jede Zelle alle diese Eigenschaften haben muss.

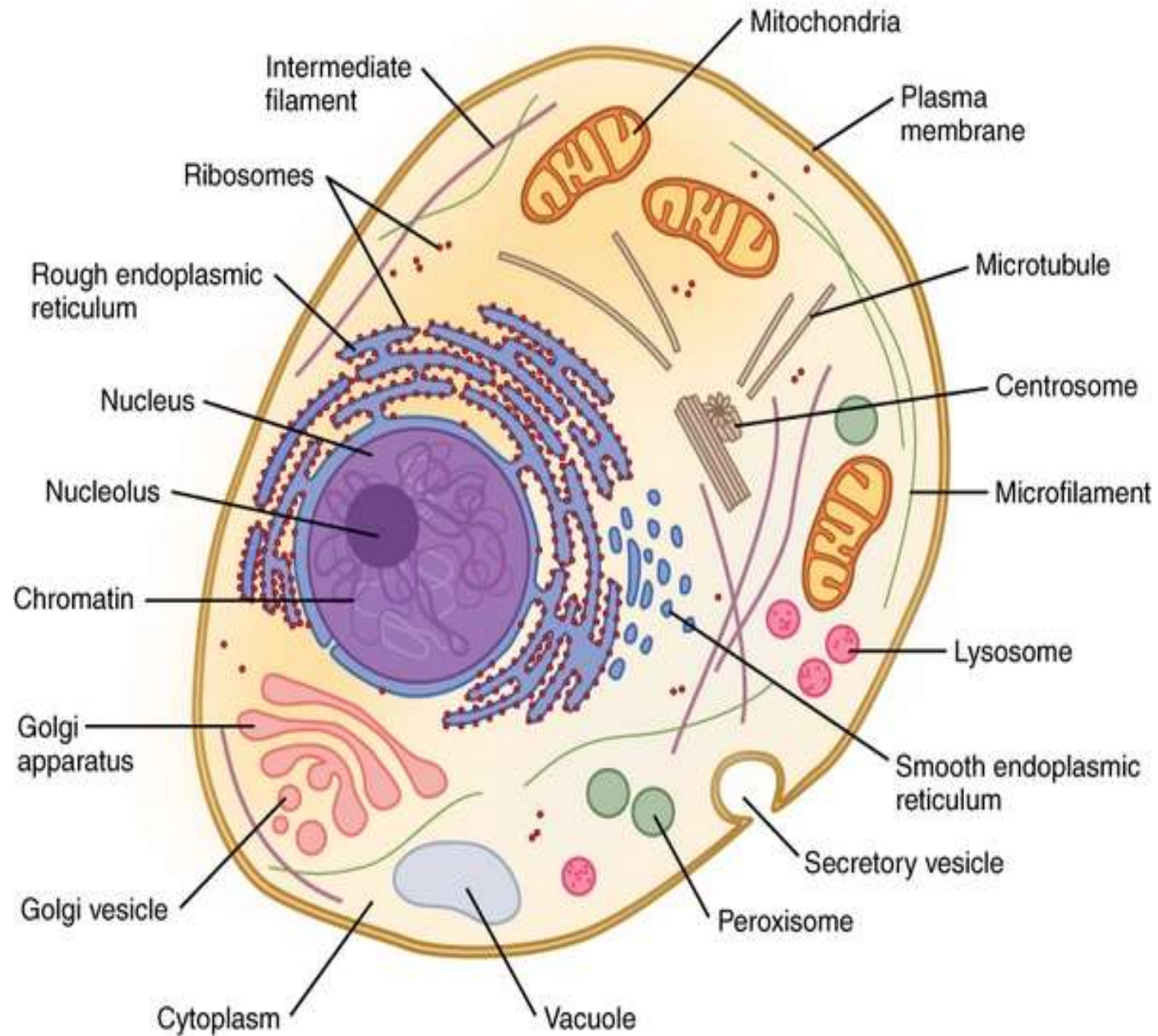
Fast alle menschlichen Zelle bestehen aus dem Zellkern, dem Zytoplasma und der Zellmembran (es gibt aber auch menschliche Zellen, die keinen Zellkern besitzen, dazu gehören beispielsweise die roten Blutkörperchen (auch als Erythrozyten bezeichnet), die sich im Blut befinden. Die roten Blutkörperchen entstehen im Knochenmark, aus "Zellvorläufern", die Zellkerne enthalten. Daher können sich die kernlosen roten Blutkörperchen im Blut nicht mehr teilen).

Die Zellmembran umhüllt die Zellen und gibt der Zelle auch eine gewisse Form und Stabilität. Die Zellmembran ist nicht für alle Stoffe durchlässig. Daher "kontrolliert" die Zellmembran, welche Stoffe zwischen Zelle und "Außenwelt" ausgetauscht werden. Diese Fähigkeit der Zelle, nur für bestimmte Stoffe durchlässig zu sein, bezeichnet man als Permeabilität. Ihre Dicke beträgt etwa 4 bis 5 nm (millionstel Meter).

In der Zelle existieren zwei Arten von genetischem Material: die Desoxyribonukleinsäuren (DNA) und die Ribonukleinsäuren (RNA). Für die Speicherung der Informationen über lange Zeit wird von den Organismen DNA genutzt. Die RNA wird häufig zum Transport der Information (zum Beispiel mRNA) und für enzymähnliche Reaktionen (zum Beispiel rRNA) verwendet.



1. [Nucleolus](#) (Kernkörperchen)
2. [Zellkern](#) (Nukleus)
3. [Ribosomen](#)
4. [Vesikel](#)
5. [Raues \(Granuläres\) ER](#)
(Ergastoplasma)
6. [Golgi-Apparat](#)
7. [Mikrotubuli](#)
8. [Glattes \(Agranuläres\) ER](#)
9. [Mitochondrien](#)
10. [Lysosom](#)
11. [Cytoplasma](#)
12. [Peroxisomen](#)
13. [Zentriolen](#)



Der Zellkern bildet die Steuerzentrale der eukaryotischen Zelle: er enthält die chromosomale DNA und somit die Mehrzahl der Gene.

Lichtmikroskopisch ist im Kern eine globuläre Struktur mit einem Durchmesser von etwa 2 bis 5 μm zu erkennen, die man Kernkörperchen oder Nukleolus nennt. Die DNA in diesem Bereich des Kerns enthält die Baupläne für die ribosomale RNA, also für die katalytische RNA der Ribosomen.

Ribosomen – Die Proteinfabriken

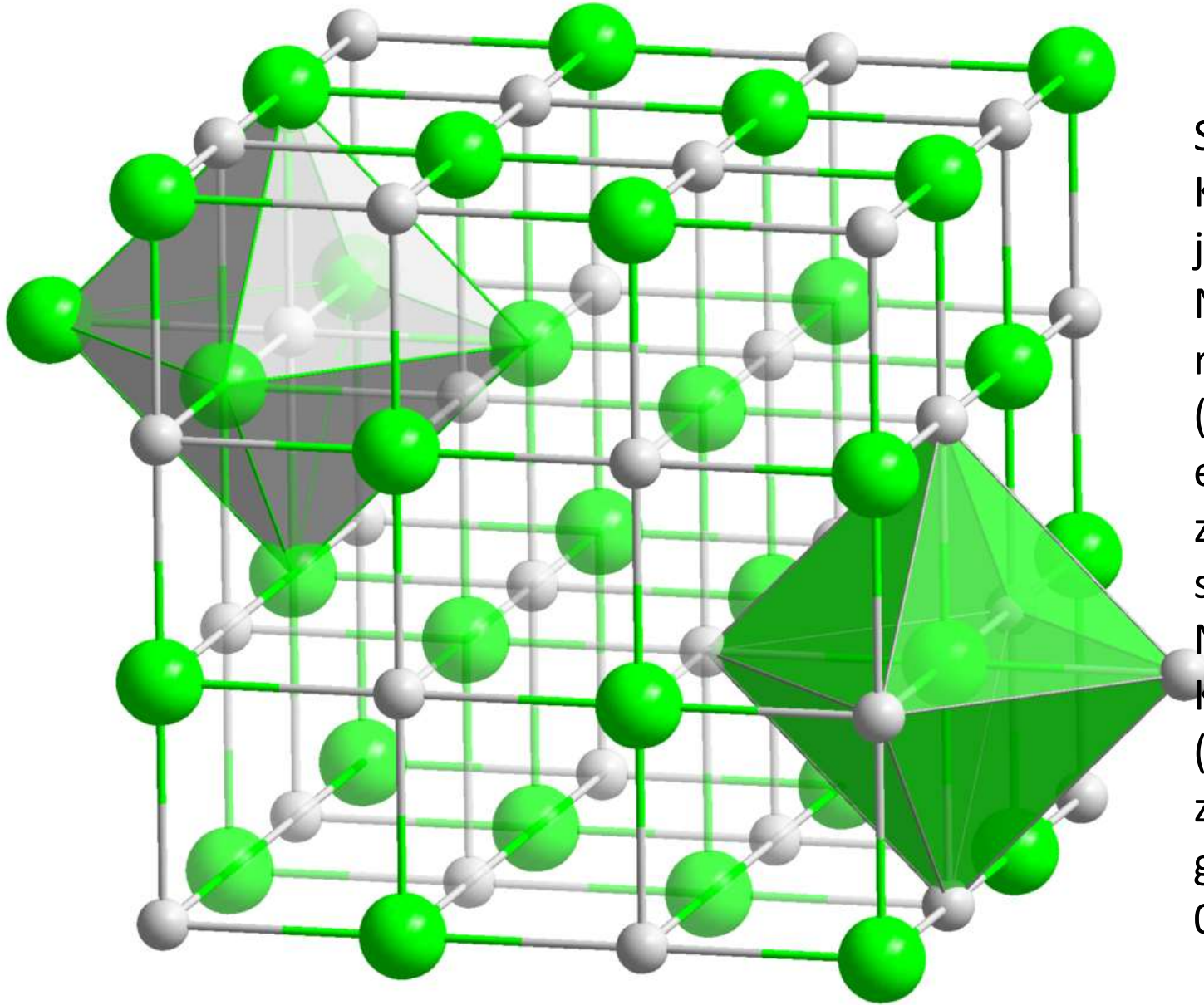
Ebenfalls für den Menschen lebensnotwendig sind die Ribosomen. An den Ribosomen, die als kugelförmiges Objekt im Zytoplasma im Zellinneren eingebettet sind, läuft die sogenannte Proteinbiosynthese ab. Hier werden unterschiedliche Aminosäuren zu Proteinen verknüpft. Die Verknüpfungssequenz der Aminosäuren ergibt sich aus dem genetischen Code der menschlichen DNA.

Mitochondrien

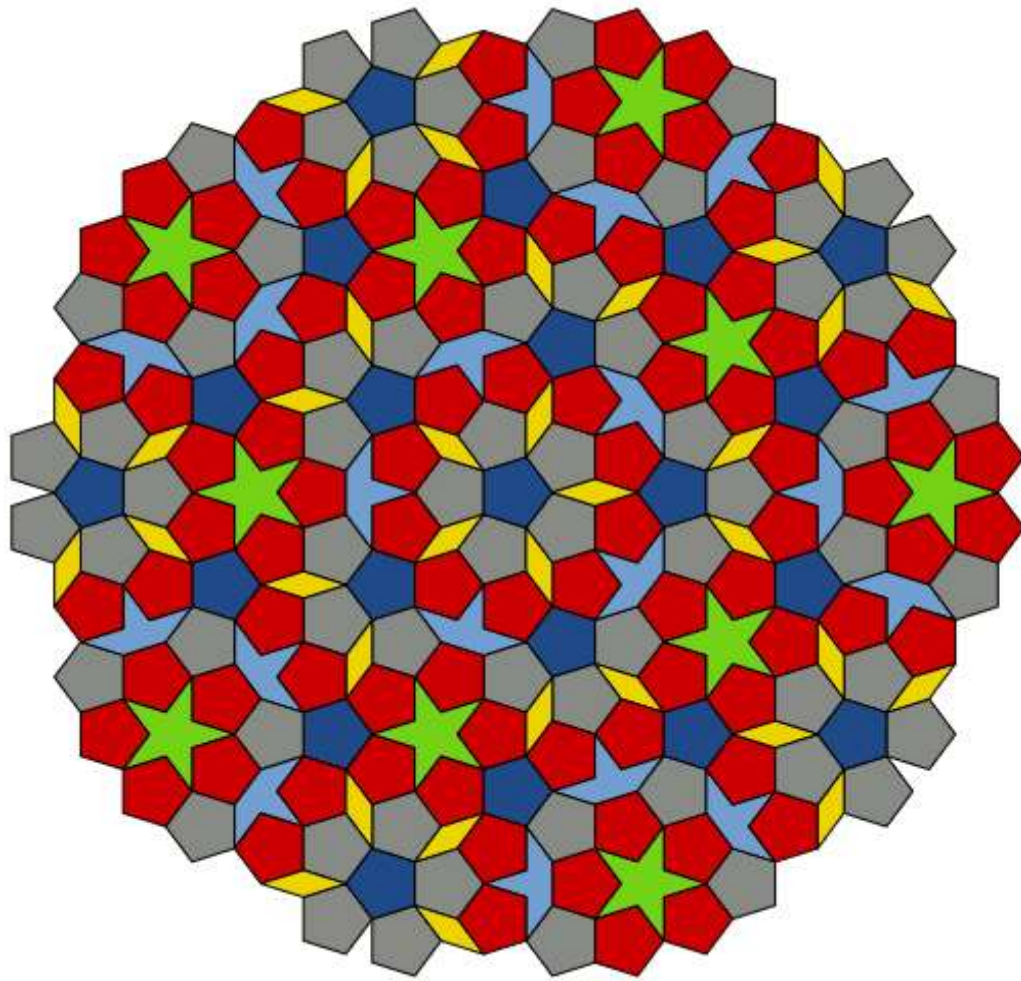
In den Mitochondrien laufen Stoffwechselprozesse ab, dabei wird durch die Oxidation von (ehemals) Glucose Energie in Form von Adenosintriphosphat (ATP) freigesetzt (dieser Prozess ist Teil der sogenannten Atmungskette). Das ATP dient anschließend als Energielieferant für den ganzen menschlichen Organismus. Daher wird oft bei Mitochondrien von den Kraftwerken der Zellen gesprochen.

Mitochondrien enthalten auch Gene, allerdings ausschließlich von der Mutter (mitochondriale Erbinformation). Sie haben einen Durchmesser von etwa 0,5 bis 1,5 μm und sind etwa 0,8 bis 4 μm lang.

Kristalle



Schema des Kristallgitters von Kochsalz (Natriumchlorid). In jeder Raumrichtung wechseln Natriumatome (grau) regelmäßig mit Chloratomen (grün) ab. Die eingezeichneten Oktaeder zeigen je ein Atom mit seinen sechs nächsten Nachbaratomen. Die Kantenlänge der Oktaeder (Abstand von einem Atom zum nächsten Atom des gleichen Elements) beträgt 0,56 Nanometer .



Ein zweidimensionaler
Quasikristall: Die
Penrose-Parkettierung
wiederholt sich bei
einer vollständigen
Drehung fünfmal
(fünzfähige
Rotationssymmetrie)



Cuprit



Almadin



Farbloser Bergkristall



Kristalle in einer der Höhlen in der Mine von Naica. sind die größten der Welt.

Das alles sind kleine und große Wunder für uns

Wir sehen und bewundern in den Phänomenen

das Schöne, die Symmetrie, die Farbkombination

die perfekte Funktionsweise

Die Harmonie und ganzheitliche Stimmigkeit bei Systemen

**Bacterial Dragon (Paenibacillus
dendritiformis)**

Schönheit und Elanz im Kleinsten

Der israelische Physiker Eshel Ben-Jacob
nutzte Bakterienkulturen als
Kunstmedium und formte in Petrischalen
kraftvolle bunte Muster

