

Tobias Weh

DEKONSTRUIERT

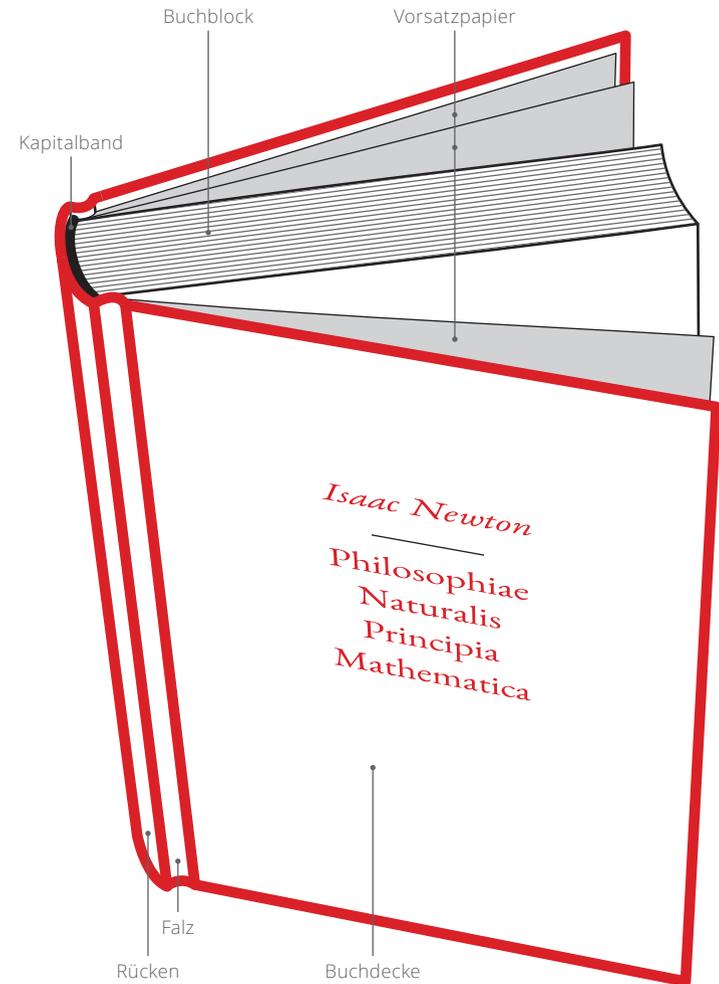
Eine Reise ins Detail ...

Buch

Wir beginnen unsere Reise in das Innerste des Universums mit dem wichtigsten Speichermedium der Menschheitsgeschichte: dem Buch. Genauer gesagt, dem Buch, das die wohl bekanntesten Naturgesetze beschreibt nämlich die Philosophiae Naturalis Principia Mathematica, in der Isaac Newton 1687 seine Vorstellung von der Bewegung aller Dinge darlegt.

Bei der hier gezeigten Hardcoverbindung werden beispielsweise sechzehn Seiten zu sogenannten Lagen vernäht und zum Buchblock zusammengefügt. Dieser wird dann mit einer Gaze und dem Vorsatzpapier verleimt. Die beiden äußeren Seiten der Vorsatzpapiere werden dann wiederum mit der Buchdecke verklebt. Zuletzt wird das Kapitalband oben und unten auf der zum Rücken zeigenden Seite des Buchblocks angeklebt, um die Bindung zu verstecken und vor Staub zu schützen.

Durch den Falz in der Buchdecke, und weil der Buchblock nicht mit dem Rücken verleimt ist, lassen sich so gebundene Bücher besonders gut aufschlagen und blättern.

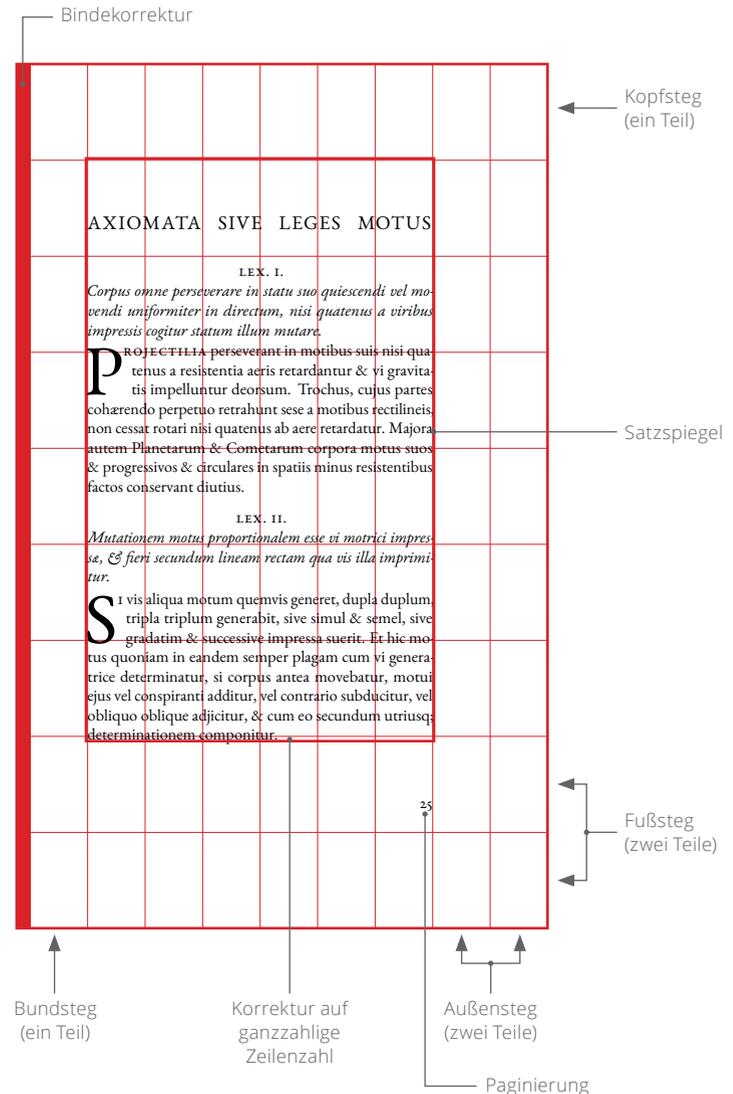


Seite

Die nächste Station ist die Buchseite. Hier zeigt uns die Seite die ersten zwei Newton'schen Gesetze: Das erste Gesetz besagt, dass ein Körper, solange keine Kraft auf ihn wirkt, seine Bewegung nicht ändert oder in Ruhe verharrt. Dem zweiten Gesetz nach ändert sich eine Bewegung proportional mit der einwirkenden Kraft und in Richtung dieser. Der letzte, hier nicht sichtbare, als „actio = reactio“ bekannte Grundsatz sagt aus, dass es zu jeder wirkenden Kraft eine Gegenkraft gibt, die der ursächlichen Kraft gerade entgegengesetzt gleich ist.

Der Satzspiegel ist der von allen vier Seitenrändern eingeschlossene Bereich, der den Haupttext enthält; die Seitenzahlen liegen in der Regel außerhalb des Satzspiegels. Zur Konstruktion des Satzspiegels haben sich im Laufe der Jahrhunderte verschiedene geometrische Konstruktionsprinzipien entwickelt.

Die Bindekorrektur ist ein zusätzlicher Rand an der Innenseite, um auszugleichen, dass ein Teil der Seite optisch in der Bindung verschwindet.

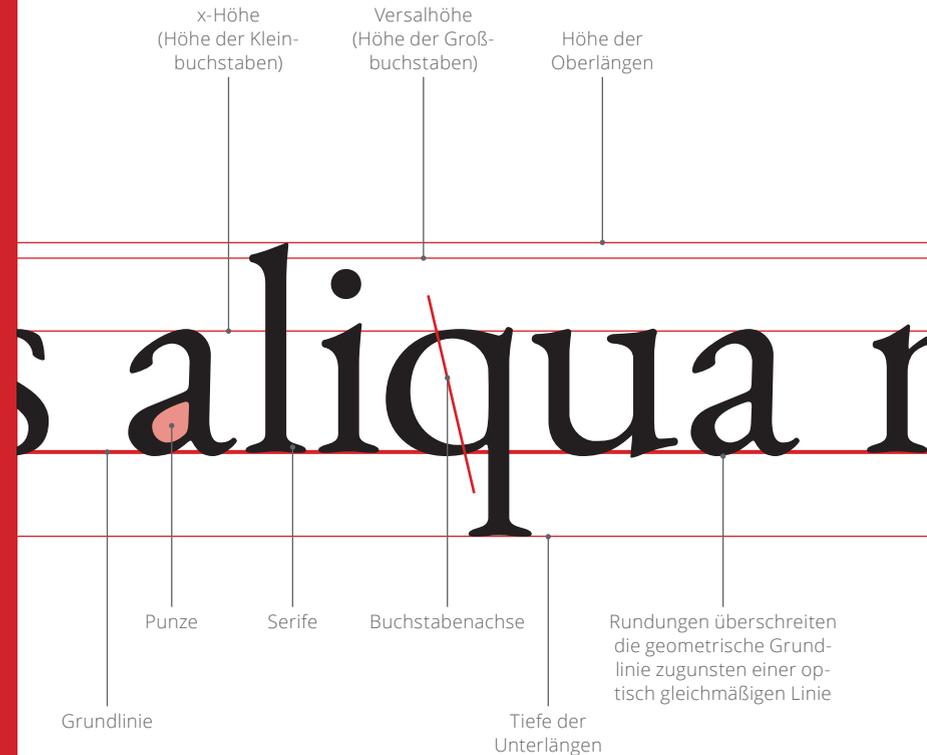


Buchstaben

Ein weiterer Schritt führt uns zur kleinsten informationstragenden Einheit unserer Sprache: den Buchstaben. Die Formen, mit denen wir heute Ideen, Gedanken und Emotionen verschriftlichen, sind Ergebnis einer Jahrtausende währenden Entwicklung.

Alle Buchstaben stehen auf einer gemeinsamen Grundlinie und die meisten Kleinbuchstaben haben auch dieselbe als x-Höhe bezeichnete Größe. Eine Ausnahme bilden hier die Buchstaben g, j, p, q und y die eine Unterlänge haben, die nach unten über die Grundlinie ragt, sowie die Buchstaben b, d, f, h, k, l und t, deren Oberlänge über die x-Höhe hinaus geht. Die Höhe der Großbuchstaben ist bei der Schrift im Bild etwas geringer als die der Oberlängen, es gibt aber auch Schriften, bei denen beide Höhen zusammenfallen.

Viele in Büchern zu sehende Buchstaben haben kleine Spitzen an ihren Enden, die Serifen, deren Ursprung strittig ist, von denen man aber sagt, dass sie die Lesbarkeit verbessern, weil sie die Zeilenbildung unterstützen.



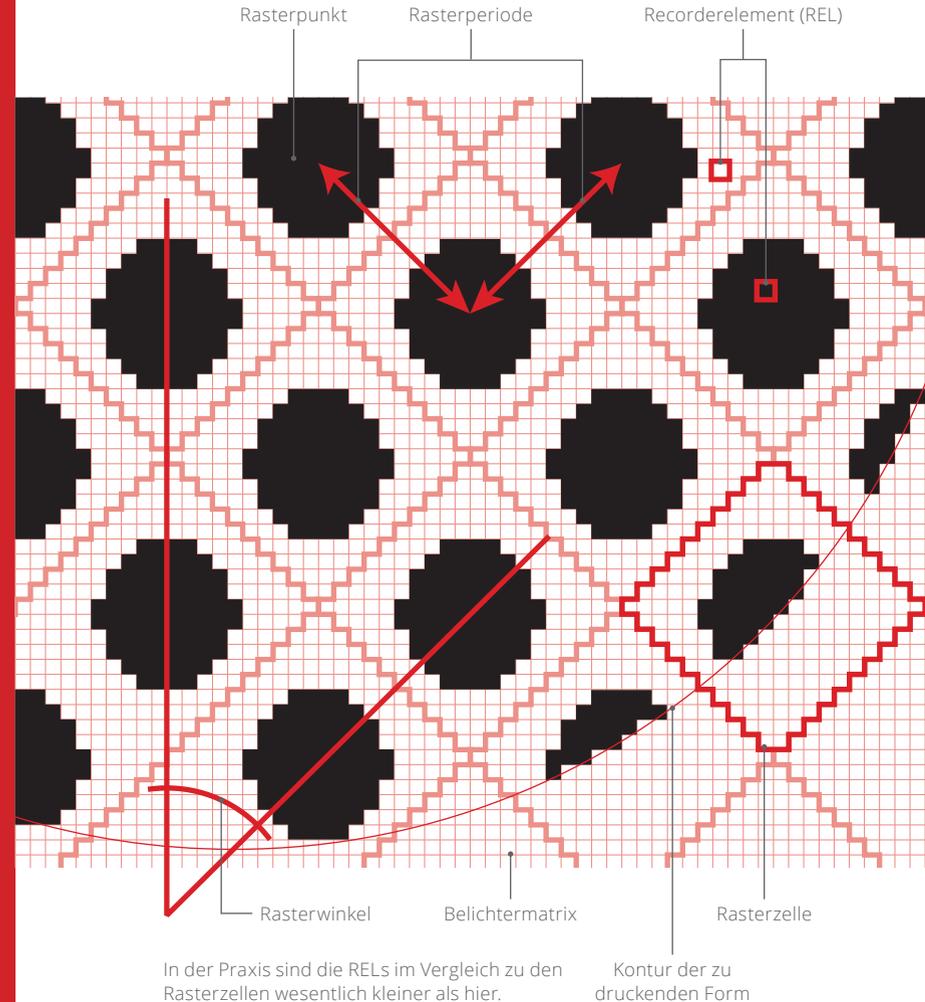
Druckraster

Der nächste Schritt unserer Reise führt in ein Meer schwarzer Punkte – zumindest wenn wir nicht in eine vollschwarze Fläche eintauchen, denn dort verschmelzen diese Punkte.

Eine Druckmaschine kann für eine bestimmte Stelle auf dem Papier nur zwischen „hier Farbe auftragen“ und „hier keine Farbe auftragen“ unterscheiden. Diese Stellen heißen Recorderelemente (REL) und bilden zusammen die Belichtermatrix. Je nach Auflösung des Belichters, der zur Herstellung der Druckplatten benutzt wird, haben die REL eine Größe von etwa zehn Mikrometern (bei 2400 dpi). Über diese Matrix wird in einem Winkel von 45 Grad ein Punktraster gelegt, das es ermöglicht, auch Grautöne darzustellen. Je dunkler ein Objekt erscheinen soll, desto größer werden die Rasterpunkte, bis schließlich alle REL einer Rasterzelle gefüllt sind und eine schwarze Fläche entsteht. Ein derartiges Raster heißt amplitudenmoduliert. Eine Alternative sind frequenzmodulierte Raster, bei denen die Rasterzellen mehr oder weniger zufällig gefüllt werden. Hier ist also nicht die Größe der Rasterpunkte, sondern ihre Periode variabel.

Alle zu druckenden Elemente müssen mit der Genauigkeit der Belichtermatrix gerastert werden und werden sozusagen aus der gerasterten Fläche ausgestanzt, so wie in der Abbildung angedeutet.

Sollen farbige Elemente oder Bilder gedruckt werden, müssen entweder die Mischfarben Cyan (C), Magenta (M), Gelb (Y) und Schwarz (K) in mehreren Durchgängen und in gegeneinander verdrehten Rastern gedruckt oder eine Sonderfarbe eingesetzt werden.



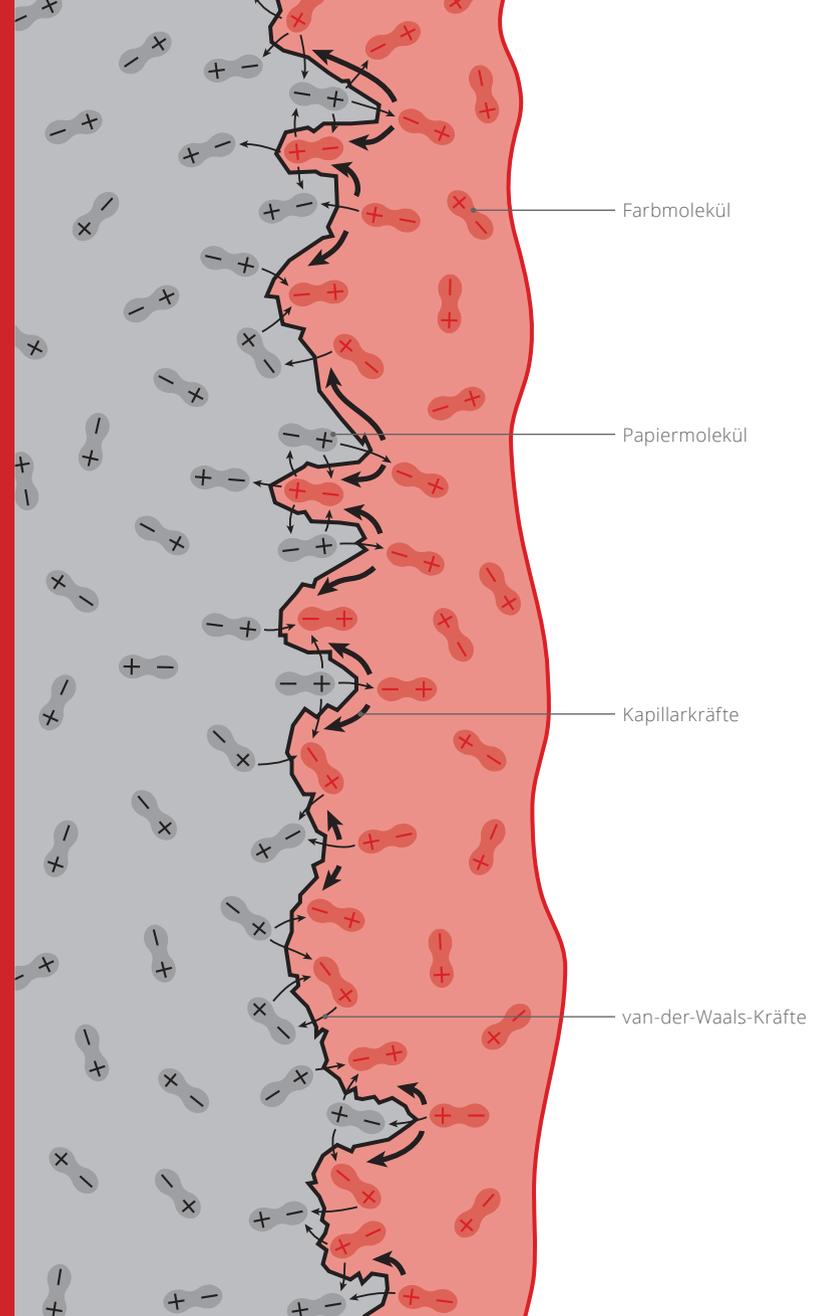
Farbe

Dafür, dass die Farbe nicht vom Papier fällt, wenn man das Buch umdreht, sorgen zwei physikalische Prinzipien. Das eine kennen wir von dünnen Strohhalmen, in denen ein Getränk scheinbar von selbst ein Stück aufsteigt, und das andere macht sich ein an der Decke spazierender Gecko zunutze.

Beim Drucken wird die flüssige Farbe durch die Kapillarkräfte in die feinen Vertiefungen in der aus der Nähe betrachtet sehr rauen Papieroberfläche gesaugt, wie das zuvor genannte Getränk im Strohhalm.

Die Moleküle sind aus der Ferne betrachtet zwar elektrisch neutral, bei genauerem Hinsehen zeigt sich aber, dass die negativ geladenen Elektronen und die positiv geladenen Protonen nicht ganz gleichmäßig verteilt sind, so dass zwischen den einzelnen Molekülen von Papier und Farbe eine schwache elektrische Anziehung besteht, die in der Summe ausreicht, die Farbe am Papier – und sogar ein Gecko an Glas – zu halten. Die dabei wirkenden Kräfte sind die so genannten van-der-Waals-Kräfte und diese Art von Anziehung bezeichnen die Naturwissenschaftler als Adhäsion.

Im Gegensatz dazu steht die Kohäsion, die zwar ebenfalls auf den van-der-Waals-Kräften basiert, aber dafür sorgt, dass sowohl die Papiermoleküle untereinander als auch die Farbmoleküle untereinander eine Verbindung haben, denn nur so ist es überhaupt erst möglich, dass makroskopische Objekte wie ein Farbleck oder ein Blatt Papier existieren können.



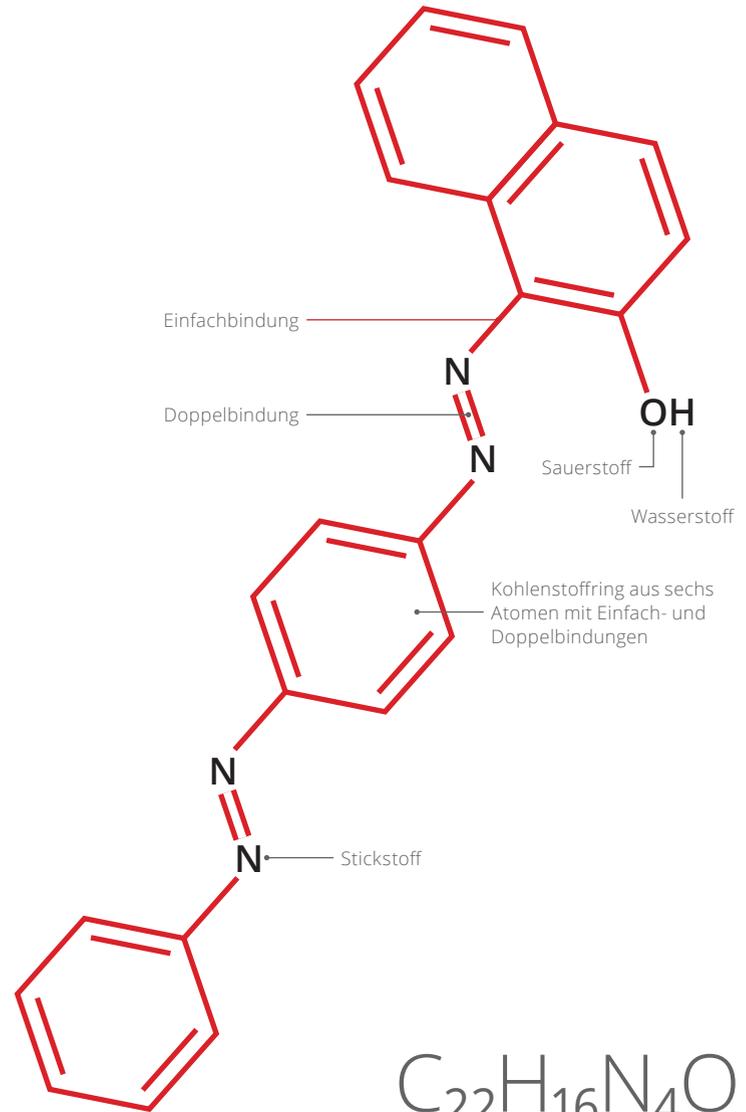
Molekül

Auf der nächsten Ebene treffen wir auf eine regelmäßige Anordnung von Atomen, die im Wesentlichen aus dem Element des Lebens besteht, nämlich Kohlenstoff.

Moleküle sind Verbindungen von mindestens zwei Atomen, die aufgrund chemischer Bindung zusammenhalten. Dabei wird der für die einzelnen Atome energetisch günstigere Zustand, bei dem sich die Elektronen von benachbarten Atomen ein Orbital (siehe nächste Ebene) teilen, bevorzugt.

Die Abbildung zeigt ein Molekül aus 22 Kohlenstoff- (C), 16 Wasserstoff- (H), vier Stickstoff- (N) und einem Sauerstoffatom (O), dargestellt als Skelettformel. Dabei werden die Kohlenstoffatome und die daran hängenden Wasserstoffatome konventionell nicht eingezeichnet. An jeder Ecke ohne explizite Bezeichnung verbirgt sich ein Kohlenstoffatom und dort, wo von einer Ecke insgesamt nur drei Bindungen ausgehen, muss außerdem ein Wasserstoffatom ergänzt werden. Zwischen dem einen Sauerstoffatom und dem zugehörigen Wasserstoffatom verbirgt sich eine Einfachbindung.

Die gezeigte Formel ist genau genommen nicht ganz korrekt. Die Skizze legt klar fest, an welchen Stellen eine Einfach- und an welchen eine Doppelbindung besteht, allerdings changieren in den Kohlenstoffringen die beiden möglichen Kombinationen ständig.

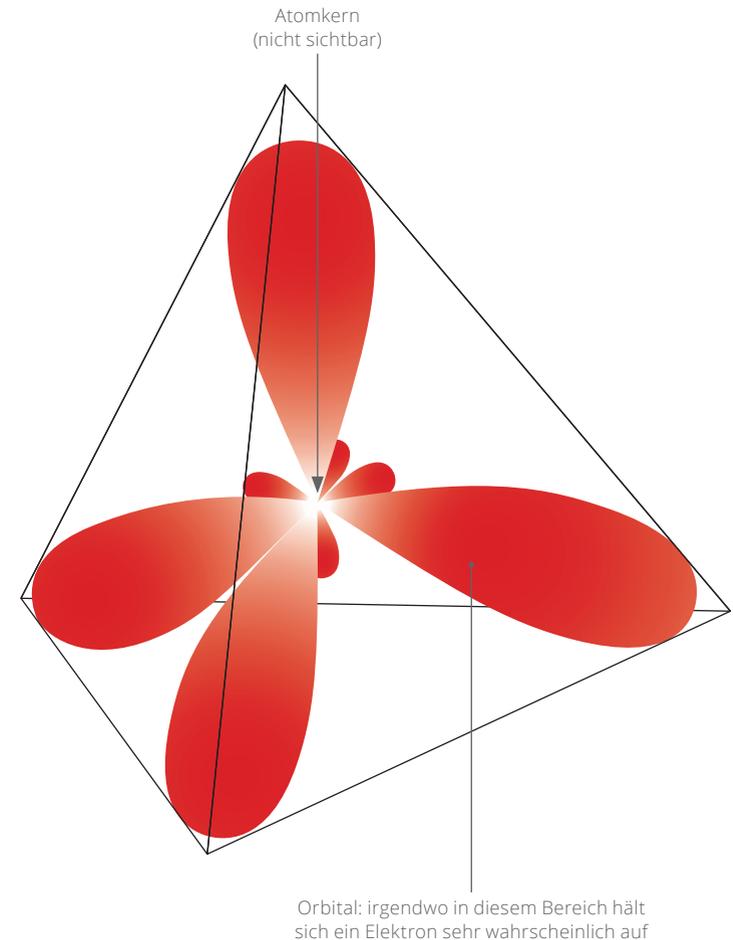


Atom

*Unsere Reise führt uns nun zu einem Objekt, das die alten Griechen noch für unteilbar hielten und es folgerichtig $\alpha\tau\omicron\mu\omicron\varsigma$ (*átomos*, gr. unteilbar) nannten. Dem ist aber nicht so:*

Heute weiß man, dass Materie im Wesentlichen aus Nichts besteht. In dieser großen Leere stellen wir uns die Elektronen als punktförmige Teilchen vor, die sich mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit irgendwo in ihren zugehörigen Orbitalen aufhalten. Beim Kohlenstoff – dem Element des Lebens – bilden die Orbitale der vier Außenelektronen Keulen, deren Enden sich zu einem Tetraeder verbinden lassen.

Der Atomkern ist im Vergleich so winzig, dass er in dieser Darstellung unsichtbar bleibt. Um einen Eindruck der Größenverhältnisse zu bekommen, kann man sich vorstellen eine Kante des Tetraeders so weit zu vergrößern, dass sie von Flensburg nach München reicht (das sind etwa 750 Kilometer). Der Atomkern hätte dann einen Durchmesser von etwa dreißig Metern.

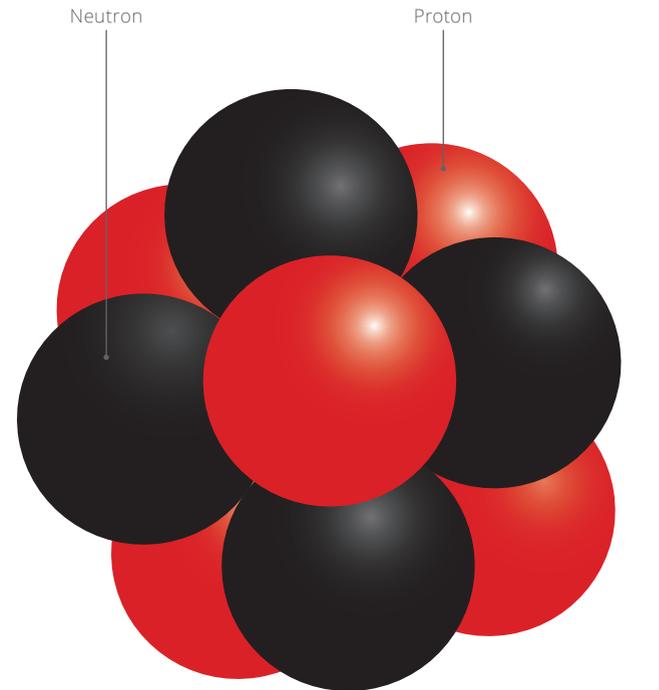


Atomkern

Nun müssen wir weiter feststellen, dass auch die winzigen Atomkerne keineswegs unteilbar sind: Sie bestehen aus Nukleonen, die in zwei Arten vorkommen, nämlich als Protonen und Neutronen.

Die Neutronen und Protonen sind etwa gleich groß und schwer, aber nur die Protonen sind elektrisch positiv geladen. Zusammen mit den negativ geladenen Elektronen aus der Hülle gleichen sie die elektrische Ladung aus, so dass ein Atom von außen betrachtet neutral erscheint.

Die Anzahl der Protonen in einem Kern bestimmt welchen Namen das Element trägt. Die Anzahl der Neutronen ist in etwa gleich der Protonenzahl, kann aber innerhalb eines Elementes variieren; man spricht dann von Isotopen. In der Abbildung sieht man einen Kohlenstoffkern mit je sechs Protonen und Neutronen, in der Natur kommen aber auch Kohlenstoffisotope mit sieben oder acht Neutronen vor, wengleich diese deutlich seltener sind. Besonders interessant für die Wissenschaftler ist das Isotop C-14 mit sechs Protonen und acht Neutronen, denn es ist radioaktiv und ermöglicht es, weil es sich in allen organischen Stoffen einlagert, deren Todeszeitpunkt zu bestimmen, sofern dieser in den letzten 70.000 Jahren liegt.



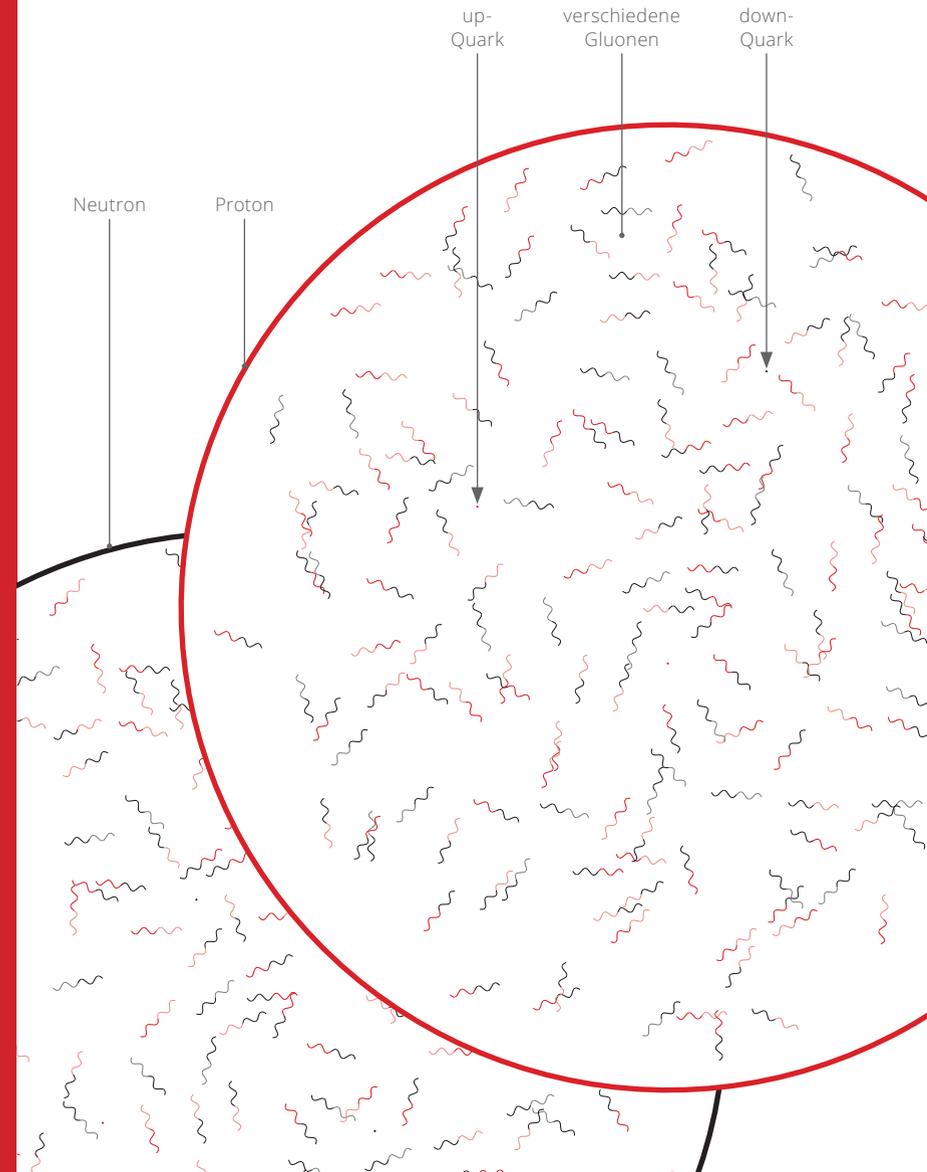
→
In diesem Maßstab sind es etwa ein Kilometer bis zum Ende der Atomhülle – in jede Richtung!

Nukleonen

Obwohl der Atomkern, wie wir inzwischen wissen, mehr als winzig ist, sind nicht einmal seine Bausteine unteilbar, sodass wir noch eine Weile weiter durch den Teilchenzoo spazieren.

Die Kernbausteine bestehen aus jeweils drei Quarks, die von der sogenannten starken Kraft zusammen gehalten werden. Diese Kraft wird von den masselosen Gluonen (von engl. *glue*) übertragen, weshalb sie in die Kategorie der Wechselwirkungsteilchen gehören und sie eher als Wellen denn als Teilchen dargestellt werden. Von ihnen gibt es acht verschiedene: Jedes Gluon trägt eine doppelte sogenannte Farbladung und kombiniert jeweils eine der „Farben“ Rot, Grün und Blau mit den „Antifarben“ Antirot, Antigrün und Antiblau. Die Farbladung ist vergleichbar mit der elektrischen Ladung, nur dass sie im Gegensatz zu letzterer drei Zustände (rot, grün, blau) hat statt zwei (positiv, negativ).

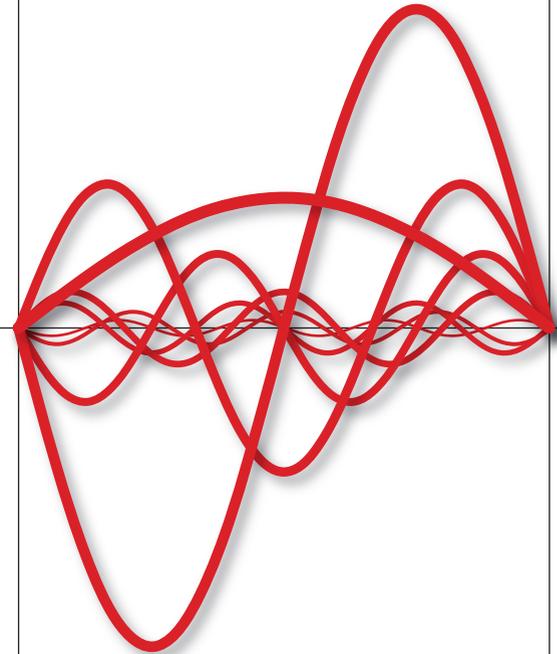
Die Quarks haben zwar eine Masse, aber keine Ausdehnung – sie sind punktförmig. Insgesamt findet man sechs verschiedene Quarks, von denen aber nur zwei für den Aufbau der Nukleonen benötigt werden. Ein Proton besteht aus zwei up-Quarks und einem down-Quark und ein Neutron aus einem up-Quark und zwei down-Quarks. Außerdem tragen die Quarks ebenfalls eine Farbladung Rot, Grün oder Blau, die mit den doppelfarbigen Gluonen wechselwirken kann, wodurch ein Quark seine „Farbe“ wechselt.



Quarks

Nun ist das vorläufige Ende unsere gemeinsamen Reise in das Innerste des Universums erreicht. Bis hierher reichen die Theorien der modernen Naturwissenschaften.

Quarks stellt man sich als eine Überlagerung verschiedener Wellen vor, die mögliche Schwingungen beschreiben. Daher bezeichnet man die kleinsten Bausteine des Universums treffenderweise wie bei einer Geige als Strings. Jede dieser Schwingungen steht für eine mögliche Lösung der dahinter stehenden mathematischen Gleichungen. Dieselben Lösungen – nur in einem bedeutend größeren Maßstab – erhält man auch für schwingende Saiten von Instrumenten, bei denen jede Einzelschwingung einen bestimmten Oberton erzeugt und die Überlagerung der verschiedenen Möglichkeiten den individuellen Klang einer Instrumentengruppe oder eines Instrumentes bestimmt.



Fantasie

Nachdem unsere Reise zu Ende ist, ist nun Ihre Fantasie gefragt, wie es weitergehen könnte. Werfen Sie doch einmal einen Blick aus dem Fenster und denken Sie darüber nach, dass Sie im wesentlich viel Nichts betrachten.



