



Kofinanziert durch das  
Programm Erasmus+  
der Europäischen Union



# Naturwissenschaften Brückenkurs

## Kapitel P2 – Mikro-, Makro- und Mega-Welt

---



**In diesem Modul werden die folgenden Themen besprochen:**

- Modell der Welt
- Längeneinheit
- Zeiteinheit
- Massenstandard

Seit alten Zeiten haben die Menschen die Welt eingeteilt. Die einfachste Einteilung war so: Es gibt zwei Sphären - die Erde und den Himmel. Das Modell der Welt wurde sehr einfach gezeichnet - unsere Welt ist die Sonne und die Planeten; die Sterne bildeten eine andere Welt, die Sternenwelt.

Wir haben bereits erwähnt, dass die der Menschheit bekannten Objekte oft in die folgenden Bereiche unterteilt werden:

- Die Mikro-Welt
- Die Mezzo-Welt (dieser Bereich wird oft auch weggelassen)
- Die Makro-Welt
- Die Mega-Welt

In der Welt der Wissenschaft gibt es Vorschläge, zwei weitere Welten auszumachen: die Hippo-Welt (die Mikrowelt in der Mikrowelt) und die Hyperwelt (Anti-Megawelt). Dies ist bisher ein hypothetischer Vorschlag, der noch nicht experimentell beobachtet wurde.

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts definierte der deutsche Physiker Planck fundamentale Konstanten - Länge ( $10^{-33}$  cm) und Zeit ( $10^{-44}$  s). Später wurden sie Planck'sche Länge und Planck'sche Zeit genannt. Im Bereich der Planckschen Messungen kann die allgemeine Relativitätstheorie nicht angewendet werden, sondern es muss die Theorie der Quantenmechanik entwickelt werden. Es handelt sich im Grunde um eine andere Welt, da die Mikrowelt ausreichend gut beschrieben ist.

Parallel dazu dringt die Wissenschaft des 20. Jahrhunderts deutlich tiefer in die Welt ein, d.h. in die Galaxien. Die größte der Wissenschaft bekannte Welt ist die Meta-Galaxie, die alle uns heute bekannten Galaxienhaufen miteinander verbindet. Ihre Ausmaße betragen  $10^{28}$  cm. Eine solche Entfernung legt das Licht mit einer Geschwindigkeit von 300 000 km/s in 20 Milliarden Jahren zurück. Unsere Galaxie verbindet etwa 200 Milliarden Sterne, einer von ihnen ist die Sonne mit ihrem System. Die Sonne ist ein mittelgroßer heller Stern. Man nimmt an, dass das Alter der Sonne mehr als 5 Milliarden Jahre beträgt, und die Galaxie selbst ist sogar noch älter. Als Stern verbraucht die Sonne ständig ihre Ressourcen und strahlt Energie ab. Später soll sie zu einem Roten Riesen werden (nach etwa 3-4 Milliarden Jahren wird sie sich so vergrößern, dass sie auch die Erdbahn einschließt, und die Erde und andere innere Planeten werden verbrennen. Die Menschheit wird entweder sterben oder einen anderen geeigneten Ort für Leben finden).

Einige Wissenschaftler sind der Meinung, dass die Meta-Galaxie mit dem Universum identifiziert werden muss. Der größere Teil behauptet jedoch, dass es im Universum eine Fülle solcher Meta-Galaxien gibt. Dies schafft die Voraussetzungen, um von einer Hyperwelt zu sprechen.

Auf diese Weise ist die Mikrowelt ein Objekt der Quantenmechanik.

Die Makrowelt ist die Welt der klassischen Mechanik.

Die Megawelt - die Welt der relativen Mechanik.

## **Das Modell von Raum und Zeit**

Alles bewegt sich - die Grundprinzipien der Mechanik wurden 1687 von Newton definiert (In seinem Buch *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*). Newtons Theorie erwies sich als

so erfolgreich, dass mehr als 200 Jahre lang keine Abweichung von ihren Gesetzen entdeckt wurde. Die Newtonsche Theorie bildet auch heute noch den Ausgangspunkt für ein Studium der Physik..



**Abb. 1.** Isaac Newton ([https://cs.wikipedia.org/wiki/Isaac\\_Newton](https://cs.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton))

### **Raum**

Ein Bezugsrahmen ist ein Satz von Objekten, die sich nicht zueinander bewegen und als Hintergrund für die Beschreibung der Position und Bewegung anderer Objekte dienen.

Die Oberfläche der Erde ist ein vertrauter Bezugsrahmen. Wir nehmen die Objekte in einem Bezugsrahmen als verschiedene Orte in der Welt wahr, die uns Bezugspunkte in etwas - dem Raum - geben, das unabhängig von der Anwesenheit von Objekten existiert. Wir wenden die Regeln der euklidischen Geometrie an.

Das Relativitätsprinzip von Galilei besagt, dass ein zweites Bezugssystem, das sich mit konstanter Geschwindigkeit in einer festen Richtung gegenüber dem ersten bewegt, für die Beschreibung der Physik ebenso gültig ist.

### **Zeit**

Newtons Definition: Die absolute, wahre und mathematische Zeit fließt aus sich selbst und aus ihrer eigenen Natur heraus gleichmäßig und ohne Beziehung zu etwas Äußerem.

In der Newtonschen Physik fließt die Zeit für alle Beobachter gleich, unabhängig von ihrem Bezugsrahmen.

Der Pfeil der Zeit zeigt in die Zukunft, definiert als die Richtung

- in die wir uns erinnern müssen
- in der ein geplatzter Luftballon explodiert
- in der sich das Universum ausdehnt

### **Prinzip der Kausalität:**

Ein Ereignis tritt zeitlich früher ein als jedes andere Ereignis, das es verursacht.

In Aristoteles' Konzept des Raums gab es ein bestimmtes Zentrum - den richtigen Platz für die Erde - mit verschiedenen anderen natürlichen Plätzen für andere Elemente. Dies ist falsch. Das kartesische Modell ist eine Verbesserung - physikalische Theorien, die darauf basieren, beschreiben die Welt mit mathematischer Präzision. Die klassische Physik ist erfolgreich, wenn die Schwerkraft nicht zu stark ist, die Geschwindigkeit der Objekte langsam ist und die Objekte groß sind. Die Theorien des zwanzigsten Jahrhunderts, die eine starke Schwerkraft, atomare Systeme und schnelle Bewegungen beschreiben, mussten überarbeitet werden.

Gravity.

Definit<sup>n</sup>: call of point of center of motion in any Body, and always rest when in horizontal of Body circulate without progressive motion. It would always be of same with center of Gravity when of things of Gravity parallel & not converging towards of center of the earth.


Prop<sup>n</sup>: that of right lines passing through of point of call of axis of motion or Gravity.

Lemma 1: The place & distance of Bodies is determined by their centers of Gravity. And that a middle point of a right line circle or Parallelogram.

Lemma 2: These weights for equipondants whose quantities are reciprocally proportional to their distances from the common axis of Gravity, supposing their centers of Gravity ~~was~~ to be in of same plane with of common axis of Gravity.

Prob<sup>n</sup>: To find of center of Gravity in arbitrary plane figures

- In of Triangle acd make ad, bc, & cf = fd. & draw db, & af, then intersection point e is its center of Gravity.
- In of Trapezium abde, draw ad & cd, figure of center of Gravity e, & h, f & g of of opposite triangles abed, bad & bde with of line eh, fg. Their intersection point n is of center of Gravity in of Trapezium. (And so of Pentagons, hexagons &c)



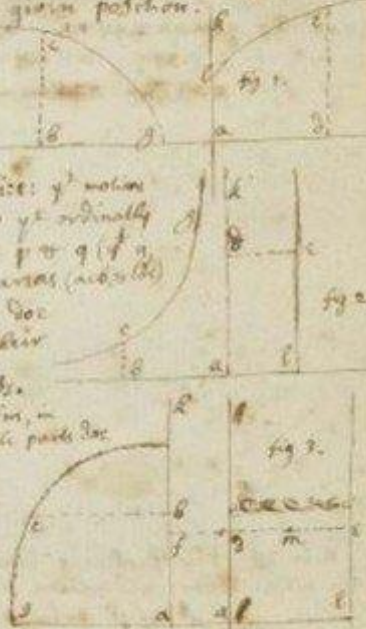
Proof: To find such plane figures which are equipondant to any given plane figure in respect of an axis of Gravity in any given position.

Rest: That of nature & positions of of given curvilinear planes pbc, is sought plane (And so such of they may equipondant in respect of of axis ak) & suppose  $x = ab + bc = z$  &  $y = ad + de = v$  to be either perpendicular or parallel or coincident to of said axis ak: that of motions whereby x & y do increase or decrease (i.e. of motion of ac & de to or from of point a, f call p & q. Now of ordinately applied lines bc = z & de = v, multiplied into their motions p & q (if p & q may signify of infinitely little parts of these areas, ac & de) with each moment they describe; and infinitely little parts do equipondant (by Lemma 1 & 2), if they multiplied by their Distances from of axis ak do make equal products.

if  $x = pxz = qyv$  in fig 1:  $pxz = \frac{1}{2} qyv$  in fig 2:  $pxz = qyv$  in fig 3. supposing  $px = mv$ ,  $qy = mv$ . And of all of resolution infinitely little parts do.

if  $x = y$  &  $y = x$  being given by of nature of of curve line (e.g.) if take at pleasure any equation for of variation least x & y. & thereby (by prop 7) find p & q. & so by of precedent theorem find of relation what y & v for of nature of of sought equipondant (And so).

Exam<sup>n</sup>: If of (fig 1) is an Hyperbola, set of  $ax = xz$ . & if suppose  $x = y$ ,  $y = x$  (prop 7). &  $pxz = qyv = \frac{1}{2} qyv = \frac{1}{2} qyv$ . Or  $ax = mv$ . Or  $ax = mv = de$ . So of line is a straight line & de a parallelogram, & equipondant with of Hyperbola cybabc (infinitely subdivided) with of ak if  $2abz = ad$ .  $ak \times a = ab \times bc$ .



**Abb. 2.** Newton - Notizen (<https://wordlesstech.com/sir-isaac-newtons-handwritten-notes-available-online/>)

Wir haben bereits erwähnt, dass wir uns auf etwas einigen müssen, um normal leben zu können. Für diese Übereinkunft verwenden wir Maßeinheiten, und um sie zu beschreiben und zu charakterisieren - verwenden wir Normen. Je weniger Normen es gibt, desto einfacher ist das Leben, also sollten wir so viele von ihnen verwenden, wie wir uns merken und speichern können. Aber wie kann man die Informationen, sagen wir, an eine andere Zivilisation weitergeben?

Viele alte Maßsysteme bezogen sich auf menschliche Körpermaße. (z. B. Fuß, Anzahl der Finger und so weiter). Es wird angenommen, dass die älteste einheitliche Maßeinheit das Karat ist (Johannisbrotpbaumbohnen, die ziemlich gleich sind, wurden als Gewichte verwendet).

**Einige Standards:**

1. *Längeneinheit* - 1 Meter wurde früher mit  $1/40\,000\,000$  Teil der Kreislänge, die die Erde umgibt, gleichgesetzt (d.h.  $2\pi R$ ). Später stellte sich heraus, dass die Erde an den Polen eine abgeflachte Kugel ist und daher 1 Meter  $1/40\,000\,000$  Längenteil des die Erde umgebenden Meridians ist. Jetzt wird das Meternormal in einem Mess- und Trockenmessbüro in Paris aufbewahrt. Um ein Ein-Meter-Normallineal herzustellen, muss man es mit einem Standard vergleichen. Dies geschieht nun mit Hilfe elektromagnetischer Wellen.
2. *Zeiteinheit* - 1 Sekunde ist ein  $3600$  Teil einer Stunde, und eine Stunde ist  $1/24$  Teil eines Tages. Die Erde dreht sich jedoch nicht sehr gleichmäßig um ihre Achse, daher muss man eine Sekunde genauer definieren. Man hat sich die Struktur des Atoms zunutze gemacht und festgestellt, dass sich ein Atom unter bestimmten Bedingungen wie ein Kreisel dreht, und dass dieses Drehen sehr stabil ist. Diese Drehung bestimmt die feinste Struktur des abgestrahlten Lichtspektrums des Atoms. Heute entspricht 1 Sekunde der Dauer von  $9\,192\,631\,770$  Schwingungsperioden des Grundzustands des Cäsiumatoms..

Heute hat die Wissenschaft auch die anderen Standards oder abgeleiteten Einheiten. Der Masse-Standard (die Masse-Einheit) ist 1 kg. Die Masse kann jedoch durch die Energieeinheiten  $E = mc^2$  ausgedrückt werden. In der Praxis genügen heute ein Standard und drei Grundkonstanten für die Festlegung der meisten Größen.

Es gibt Größen, die durch eine Vereinbarung festgelegt werden. Z.B. eine klassische Sache - links-rechts. Es stellte sich heraus, dass man anhand von Naturgesetzen objektiv feststellen kann, wo links und wo rechts ist. Schließlich, warum unsere Welt Materie und nicht Antimaterie enthält. Biologen wissen, dass sich die Aktivität von Molekülen je nach ihrer Drehrichtung unterscheidet. Das ist Symmetrie. Sie bestimmt die von der Natur beschriebenen Gesetze zur Erhaltung von Mengen. Das Energieerhaltungsgesetz z.B. definiert, dass kinetische Energie (Bewegungsenergie) in potentielle Energie (Erhaltungsenergie) umgewandelt wird. Bei der Erklärung von Phänomenen in der Mikrowelt wurde festgestellt, dass der Energiebegriff mit der Körpermasse zusammenhängt, z.B. bei der thermonuklearen Reaktion. Die Masse des sich bewegenden Körpers hängt von der Bewegungsgeschwindigkeit ab. Wenn mit zunehmender Geschwindigkeit die Masse des Körpers zunimmt, dann wird es immer schwieriger, ihn zu beschleunigen, wir kommen an die Grenze, um sie zu erreichen, müssen wir unendlich viel Energie aufwenden. Wenn unendliche Anstrengungen notwendig sind, handelt es sich also um eine unerreichbare Grenze. Es stellt sich jedoch heraus, dass diese unerreichbare Geschwindigkeit gleich der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ist. Wenn sich das Licht jedoch mit "Lichtgeschwindigkeit" ausbreitet, bedeutet dies, dass es nicht materiell ist, weil es keine

Ruhemasse hat. Was ist also Masse? Das weiß immer noch niemand. Dafür gäbe es den Nobelpreis.

Das Impulsdauergesetz besagt, dass Prozesse im gleichen Energieraum ablaufen. Z.B. ein Rückstoßphänomen. Es gibt noch komplexere Phänomene, z.B. die Thermodynamik.

Noch komplexer ist ein System, dessen Elementen die von der Wechselwirkung abhängigen Eigenschaften zugestanden werden, unabhängige Handlungsfreiheit oder sogar Geist. So wurde die Chaos- und Instabilitätstheorie entwickelt.

Der Mensch nimmt sich in Raum und Zeit wahr. Drei Raumkoordinaten, das vierte Maß ist die Zeit. Die Bewegung in der Zeit ist sehr eigenartig, denn sie ist ein Verkehr in eine Richtung ohne Halt. Und wenn es Welten gibt, bewegen sie sich unterschiedlich.

Wir haben erwähnt, dass eine minimale Entfernung, die experimentell wahrgenommen werden kann,  $10^{-18}$  Meter beträgt. Die größte Entfernung, aus der Signale empfangen werden, beträgt etwa  $10^{29}$  Meter. Die definierenden Zahlen werden nicht wahrgenommen, weil die erste Entfernung ein Hundertmillionstel des Atomdurchmessers ist, und die zweite - eine Entfernung, die das Licht mehrere Milliarden Jahre verbreitet.

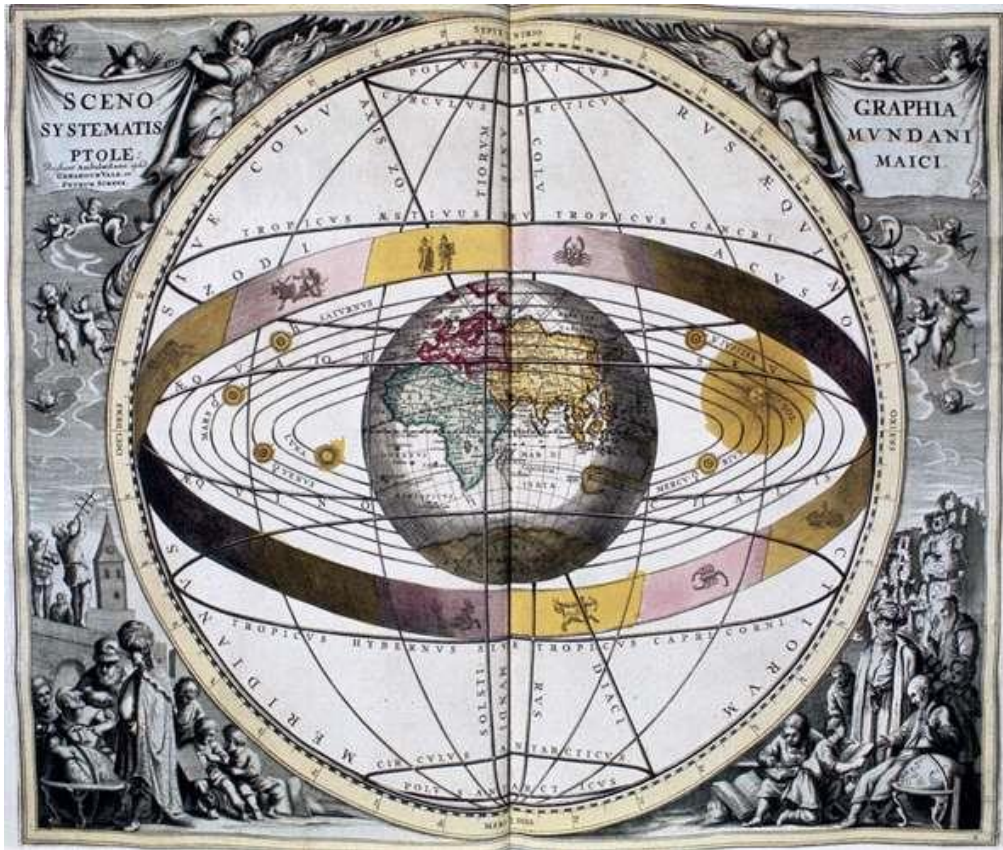
Es gibt keine klare Grenze zwischen Mikro-, Makro- und Megawelten. Wir verstehen die Erde als Makrowelt, aber als Element des Sonnensystems ist sie auch Teil der Mikrowelt. Das Sonnensystem besteht aus 8 Planeten. Die Erde - ein kosmischer Körper im Universum. Universumskonzepte (expandierend, schrumpfend, pulsierend; vom ersten Urknall bis zum nächsten, Leptonen- und Photonenozean, usw.) sind grundsätzlich verschieden, aber mit der Erkenntnis, die sich ausdehnt, wird dieses Konzept präzisiert und vertieft. Es ist sehr schwierig, die Größe des Universums und seine Grenzen zu verstehen /Galaxie → Galaxienhaufen → Metagalaxie → Universum/. Vom Zentrum der Galaxie aus breitet sich das Licht z. B. seit 32000 Jahren zu uns aus, von ihrem einen Rand zum anderen seit 100000 Jahren, und wo sind die anderen Galaxien und ihre Haufen?!

Das Sonnensystem ist heute recht gut bekannt, doch kann man keineswegs behaupten, dass es vollständig erforscht ist, obwohl Raumschiffe fast alle Planeten besucht und ihre Bilder sowie ihre Satelliten aus größerer Entfernung gezeigt haben. Die historische Erfahrung zeigt, dass es nicht so einfach war, die Position des Planeten Erde im Sonnensystem zu erkennen. Die Menschheit hat einen langen und schwierigen Weg der Erkenntnis zurückgelegt. Die bekanntesten sind das *geozentrische* (Ptolemäus) und das *heliocentrische* (Nikolaus Kopernikus) Sonnensystemmodell. Wir wissen, dass das Sonnensystem aus einem Stern und acht ihn umkreisenden Planeten (Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun; Pluto ist ein Zwergplanet) und anderen Körpern besteht: Asteroiden, Planetensatelliten und künstliche Satelliten, Kometen usw. *Johannes Kepler* (1571-1630) stellte fest, dass sich die Planeten in Ellipsen um die Sonne bewegen und dass das Quadrat der Planetenperiode proportional zum Kubus der Halbachse ihrer Bahn ist. Im Sonnensystem ist die Erde der dritte Planet, der von der Sonne aus gezählt wird. Die Entfernungen zwischen den Planeten und der Sonne sind groß und für uns nur schwer vorstellbar. Wenn z. B. ein Raumschiff mit einer Geschwindigkeit von 30 km/s fliegen würde, bräuchte es 14 Jahre, um zum am weitesten entfernten Planeten Pluto und zurück zu gelangen.

Von der Sonne bis zum Pluto sind es also 6 Milliarden km. Die Planeten der Erdgruppe - Merkur, Venus, Erde, Mars. Die Riesen der Planeten - Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun.

Wie ist das Universum entstanden? Die Arbeiten von Einstein, Friedman, Hubble und anderen haben gezeigt, dass sich die Meta-Galaxie ständig ausdehnt und sich die Galaxien voneinander entfernen. Es war also ein primäres Zentrum von etwas. Dies wird als Urknall bezeichnet.

Niemand weiß, was vor dem Urknall existierte. Die bei der Explosion erzeugte Energie verwandelte sich in atomare Teilchen. Etwa 1 Milliarde Jahre nach der Explosion zog die Schwerkraft Wasserstoff und Helium in die Wolken, es bildeten sich drehende Gasbälle, und die ersten Galaxien und Sterne erschienen..

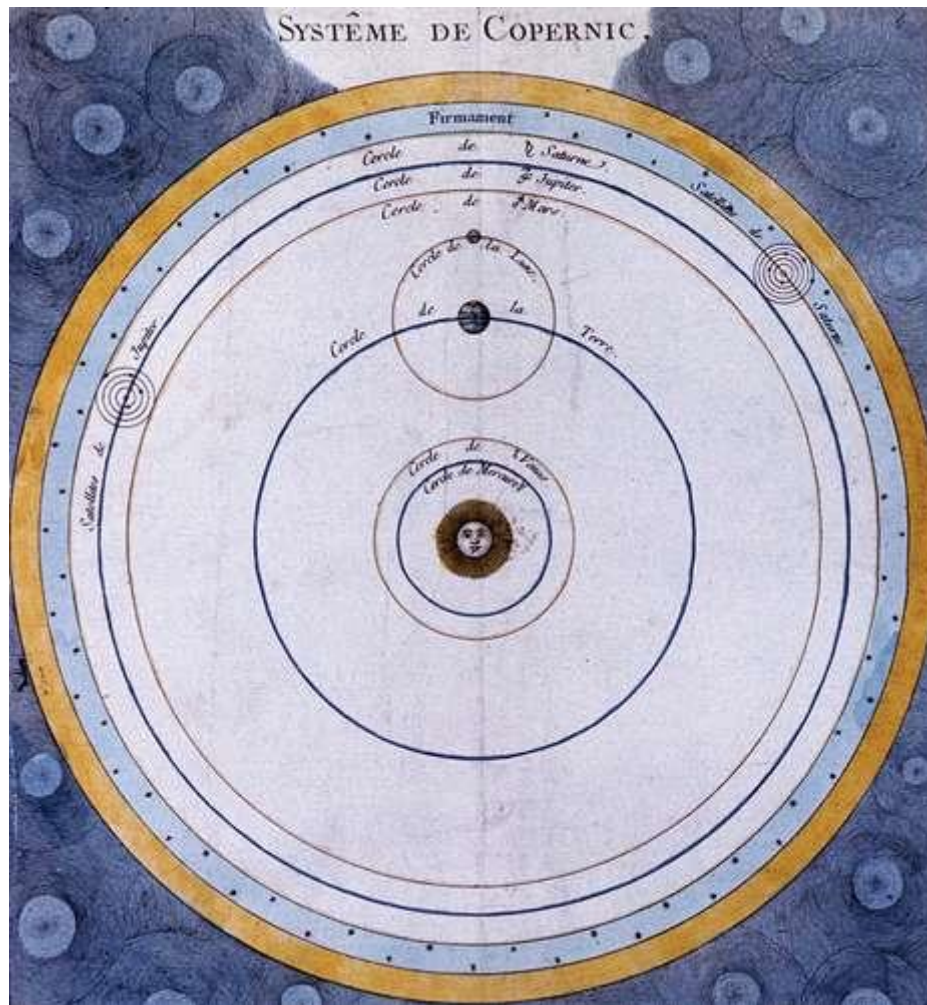


**Abb. 3.** Geozentrisches Modell (<https://www.britannica.com/science/geocentric-model>)

Weiterer Lesestoff:

<https://www.britannica.com/science/Ptolemaic-system>





**Abb. 4.** Heliozentrisches Modell (<https://www.britannica.com/science/Copernican-system>)

Weiterer Lesestoff:

<https://www.britannica.com/science/Copernican-system>

Fragen:

1. Was ist ein Bezugsrahmen?
2. Was war Newtons Definition der Zeit?
3. Was ist der Zeitpfeil?

Weiterer Lesestoff:

<https://plato.stanford.edu/entries/newton-principia/>

[https://www.youtube.com/watch?v=W-LYzPueH\\_k](https://www.youtube.com/watch?v=W-LYzPueH_k)

Zeit	Die <i>Sekunde</i> , Symbol s, ist die SI-Einheit der Zeit. Sie wird definiert, indem man den festen numerischen Wert der Cäsiumfrequenz, $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ , der ungestörten Hyperfeinstrukturfrequenz des Grundzustands des Cäsium-133-Atoms, als 9 192 631 770 annimmt, ausgedrückt in der Einheit Hz, wobei 1 Hz gleich $1 \text{ s}^{-1}$ ist.
Länge	Der <i>Meter</i> , Symbol m, ist die SI-Einheit der Länge. Sie ist definiert durch die Annahme des festen Lichtgeschwindigkeit im Vakuum, c, als 299 792 458, ausgedrückt in der Einheit in der Einheit $\text{m s}^{-1}$ ausgedrückt wird, wobei die Sekunde durch die Cäsiumfrequenz $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ definiert ist.
Masse	Das <i>Kilogramm</i> , Symbol kg, ist die SI-Einheit der Masse. Sie wird definiert, indem man den festen numerischen Wert der Planck-Konstante h von $6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$ , ausgedrückt in der Einheit ausgedrückt in der Einheit J s, die $\text{kg m}^2 \text{ s}^{-1}$ entspricht, wobei der Meter und die Sekunde durch c und $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ definiert sind.
Elektrische Stromstärke	Das <i>Ampere</i> , Symbol A, ist die SI-Einheit für elektrischen Strom. Es ist definiert durch die Annahme des der Elementarladung e als $1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$ definiert, ausgedrückt in der Einheit C, die gleich $\text{A s}$ ist, wobei die Sekunde durch $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ definiert ist.
Thermodynamische Temperatur	Das <i>Kelvin</i> , Symbol K, ist die SI-Einheit der thermodynamischen Temperatur. Sie wird definiert, indem man den festen Zahlenwert der Boltzmann-Konstante k als $1,380\ 649 \times 10^{-23}$ annimmt, ausgedrückt in der Einheit $\text{J K}^{-1}$ , was $\text{kg m}^2 \text{ s}^{-2} \text{ K}^{-1}$ entspricht, wobei Kilogramm, Meter und Sekunde durch h, c und $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ definiert sind.
Stoffmenge	Das <i>Mol</i> , Symbol mol, ist die SI-Einheit für die Menge eines Stoffes. Ein Mol enthält genau $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ Elementarteilchen. Diese Zahl ist der feste numerische Wert der Avogadro-Konstante $N_{\text{A}}$ , wenn sie in der Einheit $\text{mol}^{-1}$ ausgedrückt wird. Die Stoffmenge, Symbol n, eines Systems ist ein Maß für die Anzahl der angegebenen Elementarteilchen. Eine elementare Einheit kann ein Atom, ein Molekül, ein Ion, ein Elektron, ein beliebiges anderes Teilchen oder eine bestimmte Gruppe von Teilchen sein.
Lichtstärke	Die <i>Candela</i> , Symbol cd, ist die SI-Einheit der Lichtstärke in einer bestimmten Richtung. Sie wird definiert, indem man den festen Zahlenwert der Lichtausbeute monochromatischer Strahlung mit einer Frequenz von $540 \times 10^{12}$ Hz, $K_{\text{cd}}$ , als 683 annimmt, ausgedrückt in der Einheit $\text{lm W}^{-1}$ , was $\text{cd sr W}^{-1}$ oder $\text{cd sr kg}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ s}^3$ entspricht, wobei das Kilogramm, Meter und Sekunde durch h, c und $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ definiert sind.

**Tabelle 1.** Neue Definitionen der SI-Basiseinheiten  
(nach <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure>)