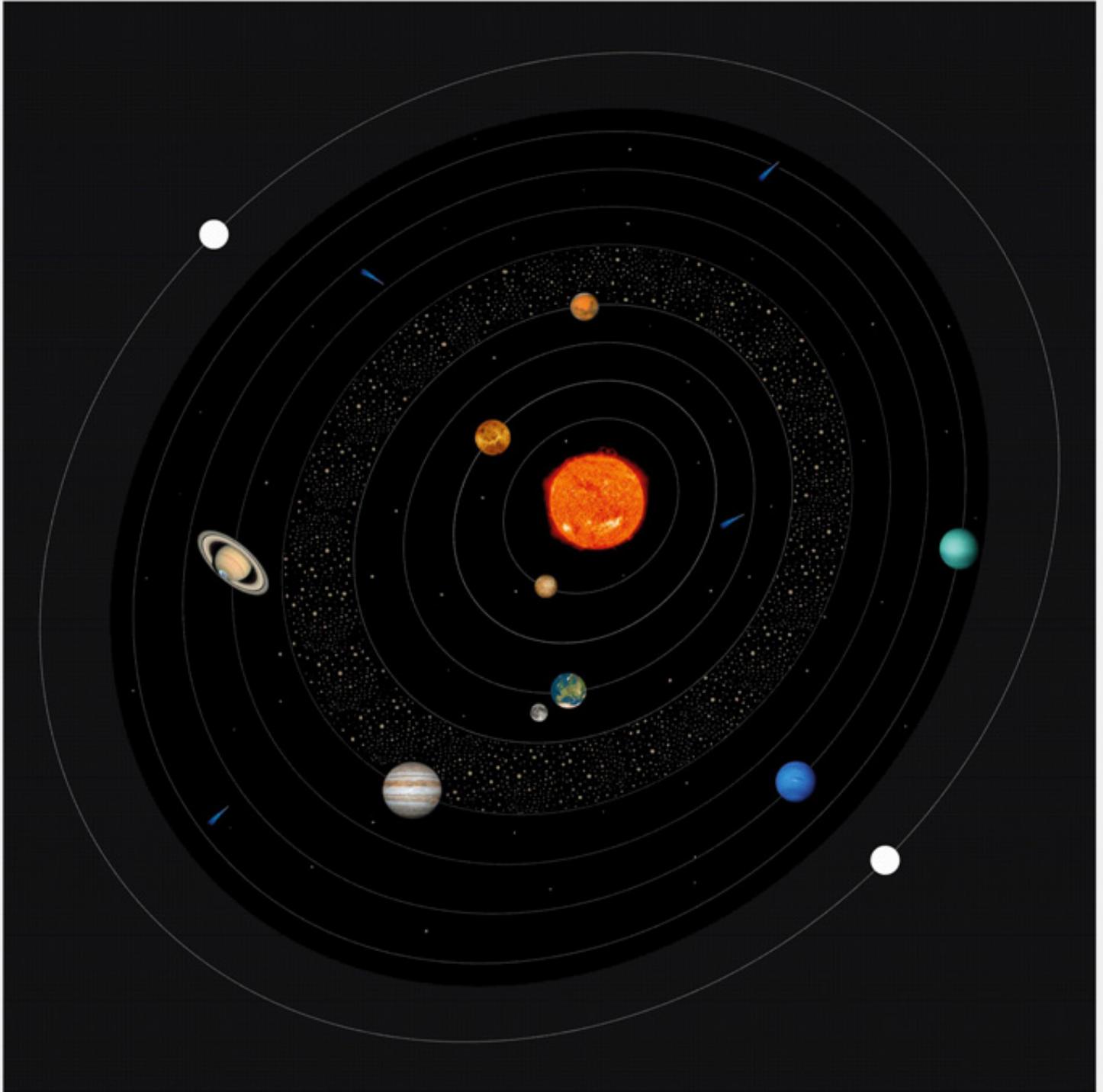


Das Sonnensystem im Atom



Große Zahlen von Raum und Zeit verständlich erklärt

Klaus Schäfer

0 Vorspann

0.1 Inhaltsverzeichnis

0.2 Infos

0.2.1 Vorbemerkung

0.2.2 Über dieses Buch

0.2.3 Größen von Raum und Zeit

1. **Raum**

1.1 Das Sonnensystem im Atom

1.2 Das Sonnensystem

1.3 Sonnenmassen

2. **Zeit**

2.1 Vom Urknall /Kambrium zur Gegenwart

2.2 Entwicklung des Leben

2.3 Entwicklung der Menschheit

2.4 Die historische Zeit

2.5 Die 4 Fronten der Menschheit

2.5.1 Naturkatastrophen

2.5.2 Krankheiten

2.5.3 Hungersnöte

2.5.4 Kriege

2.5.5 Arbeiter an den 4 Fronten der Menschheit

2.5.6 Selbstzerstörung

3. **Fazit**

0.2 Infos

0.2.1 Vorbemerkung

Dieses Buch wurde nicht aus dem Kopf heraus verfasst, sondern fußt wesentlich auf den Angaben, die im Internet zu finden sind. Über 99% der Angaben sind aus **Wikipedia**, auch alle Bilder in diesem Buch. Um nicht jedes mal die Quelle angeben zu müssen, habe ich mich dazu entschlossen, die entsprechend genutzten Seiten von Wikipedia, die mir als Quelle dienten, in Fettschrift zu setzen.

0.2.2 Über dieses Buch

Können Sie sich vorstellen, wie groß ein Stern ist? Wir können uns schon gar nicht vorstellen, was die 400.000 km bis zum Mond sind.. Die Sonne hat einen Radius von 700.000 km. Das ist knapp das doppelte von der Entfernung Erde Mond. So groß ist ein Stern. Man kann sich immer einen Gasball vorstellen, aber doch nicht mit eine Durchmesser von 1,4 Millionen km. Nie im Leben. Wir sind weit, weit, weit weg von dem, was wir uns noch irgendwie in Bildern noch klar machen können. Und glauben Sie mir, auch kein Astronom kann sich etwas darunter vorstellen. Wenn ich von Lichtjahren rede, dann ist das nur Gewöhnung, Gewöhnung ans Absurde, ans Riesige, ans Gewaltige. (Harald Lesch)¹

Allein der Titel „Das Sonnensystem im Atom“ ruft Protest hervor, insbesondere unter den Astrophysikern. Selbst mit einem **Schwarzen Loch** ist es unmöglich, die Masse eines

Sonnensystems auf kleiner als 1 km zusammenzupressen, schon gar nicht auf die Größe eines Atoms. Was soll also dieser Titel?

Das Ziel des Buches ist nicht, **Astrophysik** zu vermitteln, sondern kosmische Größen von **Raum** und **Zeit** verständlich zu vermitteln. Damit geht es in diesem Buch nicht um klassische Physik, sondern um Mathematik, genauer gesagt um Maßstäbe, die an kosmische Größen angelegt werden. Das Buch will mit verschiedenen Maßstäben kosmische Größen verständlich machen. Hierzu erscheint die Mathematik als ein geeignetes Mittel.

10

Die Zahl 10 ist eine Größe, die wir uns noch gut vorstellen können: Wir haben 10 Finger (8 Finger und 2 Daumen) und 10 Zehen. Wir rechnen mit dem **Dezimalsystem**, einem **Zahlensystem** mit der 10 als Basis. Computer arbeiten mit dem **Dualsystem** mit der 2 als Basis. Daneben gibt es noch andere Zahlensysteme, wie z.B. das **Oktalsystem** mit der 8 als Basis und das **Hexadezimalsystem** mit der 16 als Basis. Beide werden in der **Datenverarbeitung** verwendet. Im Grunde ist ein Zahlensystem mit jeder ganzen Zahl als Basis vorstellbar, wie z.B. der 3, der 4, der 5, ... Verwendung findet noch **Base62**, das Zahlensystem mit der 62 als Basis. Es wird in der Verschlüsselung (**Kryptologie**) und zur **Komprimierung** von **JavaScript** verwendet.

Die 10 finden wir auch in den 10 Geboten (**Dekalog** = Zehn Worte). Wir haben die 10 auch im **Zehnt** stecken, der Abgabe des zehnten Teils der Einnahmen, und der **Dezimierung**, ursprünglich einer Militärstrafe im Römischen Heer, bei der jeder 10. Soldat stellvertretend für die zu bestrafende Einheit bestraft wurde. Dieser wurde durch Losentscheid ermittelt.

Mit der 10 haben wir Menschen gelernt umzugehen und zu leben. Wir haben eine konkrete Vorstellung, wie viel 10 sind.

100

Mit der Zahl 100 ist es schon schwieriger. Um uns 100 Menschen vorzustellen, benötigen wir schon Hilfsmittel wie z.B. 3-4 Schulklassen oder beim Militär eine Kompanie.

1.000

Die Zahl 1.000 ist für uns nur noch eine mathematische Größe. Wir können bei einer uns fremden Schule nicht sagen, ob da 900 oder 1.000 oder 1.100 Schüler auf dem Pausenhof sind. Wir können es nur noch grob schätzen.

1.000.000

Zur Zahl 1.000.000 haben wir keinen realen Bezug. Es ist für uns eine mathematische Größe, mit der wir noch umgehen können, aber dazu haben wir keinen Bezug. Wie sollen wir uns eine Million vorstellen, außer einer Eins mit sechs Nullen dahinter?

Im Universum werden Entfernungen in Lichtjahren angegeben. Das ist die Entfernung, die das Licht binnen eines Jahres im Weltall zurücklegen kann, das sind 9,46 Mrd. km, genau 9.460.730.472.581 km. Wie kann man sich diese Entfernung vorstellen, wobei das Licht binnen einer Sekunde den Äquator fast 7,5 Mal umrunden kann?

Angesichts dieser Geschwindigkeit benötigt das Licht von der Sonne bis zum Rand des **Sonnensystems**, d.h, bis zum Rand des **Kuipergürtels** 0,79 Lichtjahre. Unser Sonnensystem hat einen Durchmesser von 1,58 Lichtjahren. Wir können das zwar beschreiben, aber diese Dimensionen

sind für uns unvorstellbar. Dabei bewegen wir uns nur innerhalb unseres Sonnensystems, unserer stellaren Heimat.

Bis zum Zentrum der Milchstraße braucht das Licht 26.000 Jahre. Was wir heute aus der Andromedagalaxie sehen, hat sich vor 2,5 Mio. Jahren ereignet, denn so lange braucht das Licht von dort zu uns. Damit potenziert sich unsere Unfähigkeit der Vorstellung. Wir können uns weder die 2,5 Mio. vorstellen, noch die Entfernung eines Lichtjahres, die wir in diesem Beispiel mit 2,5 Mio. zu multiplizieren haben. Dabei schätzt man den Durchmesser des Universums mit 78 Mrd. Lichtjahren. Diese kann zwar mathematisch ausgedrückt werden, kann aber von uns Menschen unmöglich erfasst werden.

Ähnlich ist es mit den Zeiträumen: Wir Menschen können etwas mit den Altersangaben anfangen, in dem wir uns selbst befinden. Ein 10-Jähriger kann erfassen, was in 10 Jahren erlebt werden kann, weiß aber wenig davon, was in 20 Jahren erlebt werden kann. Der 20-Jährige blickt zwar auf seine 20 Lebensjahre zurück, aber was weiß er von 40 Lebensjahren? Der 80-Jährige überblickt einen großen Lebensabschnitt, aber was weiß er von 1.000 Jahren? Dabei stecken wir erst im Mittelalter. Mit 2.000 Jahren sind wir in der Zeit Jesu. Was kann uns der 80-Jährige über diesen Zeitraum erzählen, außer dass er es mathematisch ausdrückt?

Doch damit stehen wir noch in der Gegenwart der Zeitgeschichte: Vor rund 1,9 Mio. Jahren lernten unsere menschlichen Vorfahren den aufrechten Gang; vor 66 Mio. Jahren starben die Dinosaurier aus; vor 125 Mio. Jahren kamen die ersten Säugetiere auf; vor 541 Mio. Jahren trat das Leben während des **Kambriums** in einer großen Artenvielfalt auf; vor 1 Mrd. Jahren kamen die ersten

Mehrzeller auf; vor 1,6 Mrd. Jahren kamen die ersten Lebewesen mit Zellkernen auf; vor 4,1 Mrd. Jahren gab es auf der Erde die ersten **Einzeller** und vor 13,8 Mrd. Jahren ereignete sich der Urknall. Wer kann solche Zeiträume verstehen, die wir so leicht mit Zahlen angeben?

Um die Grenzen des Möglichen zu erreichen,
muss man das Unmögliche wagen.
(unbekannt)

Dieses Buch soll Jugendlichen und Erwachsenen einen erfahrbaren Bezug zu großen Zahlen der kosmischen Größen von Raum und Zeit zu vermitteln.

0.2.3 Größen von Raum und Zeit

Das vorliegende Buch hat die beiden Kapitel „Raum“ und „Zeit“. Das hat weniger mit der Raum-Zeit zu tun, in der wir leben, sondern in den unvorstellbar großen Zahlen, mit denen wir in Raum und Zeit zu tun haben, wenn wir in den Kosmos blicken.

Die „Standard-Messlatte“ ist dabei die 10-km-Wegstrecke. Dies ist eine Strecke, die auch für eine Grundschulklasse an einem Vormittag erwanderbar ist. Damit können ihnen mit Hilfe dieser Skalierung die unvorstellbar großen Zahlen erfahrbar gemacht werden.

Im Gegensatz zur Zeit – meist 24 Stunden-Skalierung, die nicht angehalten werden kann – kann auf dem Weg jederzeit angehalten und zurück- bzw. vorausgeblickt werden. Man

kann auch innehalten und die aktuelle Position in Ruhe bedenken.

Das Kapitel „Raum“ bringt räumliche Größen des Universums auf nachvollziehbare Größen:

- Das Sonnensystem im Atom
Wenn das Sonnensystem auf die Größe eines Atoms geschrumpft wird, wie sind dann die Dimensionen von Galaxien, Galaxienhaufen und des ganzen Universums?
- Das Sonnensystem
Wenn das Sonnensystem auf 10 km verkleinert wird, wie sind dann die Größenverhältnisse der Sonne, ihrer Planeten und ihre Entfernungen sowie die Größe von Sternen?
- Sonnenmassen
Wenn die Sonnenmasse 1 Meter Strecke beträgt, wie verhalten sich dazu andere Sonnen?
Wenn die Sonnenmasse 1 mm beträgt, wie verhalten sich dazu Schwarze Löcher?

Das Kapitel „Zeit“ handelt ausschließlich von der Zeit:

- Vom Urknall/Kambrium zur Gegenwart“
Hierbei wird die Zeit vom Urknall vor 13,8 Mrd. Jahren bzw. vom Beginn des Kambriums vor 541 Mio. Jahren unter verschiedenen Skalierungen - Entfernung Erde-Mond plus der Äquator, der Äquator und 10 km Wegstrecke - bis zur Gegenwart betrachtet.
- Entwicklung des Lebens
Die Entwicklung des Lebens wird anhand heutiger Lebewesen vom Beginn des Kambriums bis zur Gegenwart in einer Skalierung von 10 km aufgelistet.