



**NEUGESTALTUNG DER POSTER DES  
PLANETENPFADES  
IM OBSERVATORIUM LUSTBÜHEL GRAZ**

---

**BACHELORARBEIT**

zur Erlangung des akademischen Grades

**BACHELOR OF EDUCATION**

an der Karl-Franzens-Universität Graz

---

Vorgelegt von

**JESSICA SCHNITZLBAUMER**

Matrikelnummer: 01603092

Studiengang: BACHELOR LEHRAMT SEK: UF PHYSIK & MATHEMATIK

Im Fachbereich Physikdidaktik

Begutachterin: FRAU UNIV.-PROF. MAG. DR. CLAUDIA HAAGEN-  
SCHÜTZENHÖFER

Graz, April 2021

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>KURZFASSUNG</b> .....	4
<b>VORWORT</b> .....	5
<b>DANKSAGUNG</b> .....	6
<b>EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG</b> .....	7
<b>1. EINLEITUNG</b> .....	8
<b>1.1. OBSERVATORIUM LUSTBÜHEL</b> .....	8
<b>1.2. PLANETENPFAD</b> .....	9
a) ZIELGRUPPE .....	10
b) ZIELE DES PLANETENPFADES .....	10
<b>2. DIDAKTISCHE REKONSTRUKTION</b> .....	11
<b>2.1. FACHLICHE KLÄRUNG</b> .....	12
a) UNSER SONNENSYSTEM .....	12
b) ENTSTEHUNG UNSERES SONNENSYSTEMS .....	13
c) PLANETENBEWEGUNGEN .....	14
d) UNSERE ACHT PLANETEN .....	17
<b>2.2. SCHÜLERPERSPEKTIVE</b> .....	51
a) SCHÜLERVORSTELLUNGEN .....	51
b) SCHÜLERINTERESSEN .....	58
<b>2.3. DIDAKTISCHE STRUKTURIERUNG</b> .....	59
<b>3. POSTERGESTALTUNG</b> .....	61
<b>3.1. GRUNDLAGEN DER GESTALTUNG</b> .....	61
a) FORMAT .....	61
b) LAYOUT .....	63
c) TEXTGESTALTUNG .....	67
d) FARBWAHL .....	70
e) ABBILDUNGEN .....	71
<b>LITERATUR</b> .....	74
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	77
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	81
<b>ANHANG</b> .....	82

# ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is the analysis of the astronomic content *Our Solar System* by using the concept of the *Didactic Reconstruction*. Based on this analysis I designed visually appealing posters of the eight planets in our solar system for the planetary path at the observatory Lustbühel.

At the beginning there is a brief overview about the observatory Lustbühel, the planetary path and the goals of the planetary path (introduction). Additionally, I describe the target group.

This is followed by an analysis of the topic *Our Solar System* with the help of the *Didactic Reconstruction* which includes interesting information about our eight planets (content clarification) as well as present student's ideas and interests (student perspective). Subsequently those both areas are connected alternately by structuring the subject matter in a didactic way.

Finally, I derived the subject matter content for the posters and present important design principles (poster design). On that basis I designed the eight planet posters.

# KURZFASSUNG

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist, die astrophysikalischen Inhalte zum Inhaltsbereich *Unser Sonnensystem* mithilfe dem Konzept der didaktischen Rekonstruktion adressatengerecht aufzubereiten und daraus zielgerechte und optisch ansprechende Poster zu den acht Planeten unseres Sonnensystems für den Planetenpfad am Observatorium Lustbühel zu entwerfen.

Zu Beginn wird ein kleiner Überblick über das Observatorium Lustbühel und dem dort vorhandenen Planetenpfad gegeben (Einleitung). Dabei werden auch die Ziele des Planetenpfades sowie die Zielgruppe festgelegt. Anschließend folgt eine Analyse des Themas *Unser Sonnensystem* mithilfe der didaktischen Rekonstruktion, wobei interessante Informationen zu den acht Planeten beleuchtet (Fachliche Klärung), Schülervorstellungen und -interessen präsentiert (Schülerperspektive) und diese im Zuge der didaktischen Strukturierung wechselseitig miteinander verbunden werden. Daraus leitete ich die fachlichen Inhalte für die Poster ab. Zuletzt werden wichtige gestaltungsrelevante Grundlagen für die Gestaltung von wissenschaftlichen Postern dargelegt (Postergestaltung) auf deren Grundlage ich schlussendlich die acht Planetenposter designte.

# VORWORT

Schon seitdem ich ein kleines Kind bin, bin ich fasziniert von unserem Universum. Wie ist das Universum wohl entstanden? Warum leuchten Sterne so hell, wenn sie doch so weit weg sind? Gibt es nicht auf anderen Planeten auch Leben, wenn das Universum doch so groß ist? Allesamt Fragen, die mich seit jeher beschäftigen. Auch jetzt blicke ich noch oft in den Sternenhimmel und bin verzaubert von dem Funkeln der Sterne und angetan und fasziniert von den immensen Dimensionen und Entfernungen.

Durch mein großes Interesse hierfür, stand für mich seit dem Beginn meines Studiums fest, dass ich meine Bachelorarbeit gerne im Bereich der Astronomie und Astrophysik schreiben möchte. Nachdem ich mich außerdem sehr für die Gestaltung und das Design diverser Medien interessiere und ich in diesem Bereich, geschuldet meiner Ausbildung an der HTL Braunau mit Schwerpunkt Mediendesign, bereits ein wenig Vorwissen habe, war ich umso begeisterter, als ich auf dieses Bachelorarbeitsthema stieß.

# DANKSAGUNG

In den vergangenen Jahren konnte ich mich auf persönlicher und professioneller Ebene extrem weiterentwickeln, was ohne die Unterstützung einiger Menschen nicht auf diese Art möglich gewesen wäre.

Besonders bedanken möchte ich mich bei meinen Eltern und meiner Schwester, die mich seit jeher auf all meinen Wegen begleiten und unterstützen - ohne sie wäre es mir nicht möglich zu studieren. Auch wenn ich oftmals nicht die Zeit für sie finde, die ich mir gerne nehmen möchte und uns doch einige Kilometer Entfernung trennen, sind sie stets in meinem Herzen.

Ein weiteres ganz großes Dankeschön gilt meiner Betreuerin Frau Claudia Haagen-Schützenhöfer, die mir stets mit tollen Ratschlägen zur Seite stand, mich unter anderem bei dem Besuch des Observatoriums begleitete und auch eine wichtige Schnittstelle für die Kommunikation zwischen dem physikdidaktischen und dem astrophysikalischen Institut war.

Bedanken möchte ich mich außerdem bei Frau Manuela Temmer und Herrn Paul Beck die mir fachlich als auch gestalterisch gute Tipps gaben und durch ihren Input einen großen Teil zu den Postern beigetragen haben. Zudem möchte ich Herrn Robert Greimel danke sagen, der sich extra die Zeit für eine äußerst interessante und kurzweilige Führung am Observatorium Lustbühel genommen hat.

Vielen Dank allen Mitwirkenden und viel Freude beim Lesen!

# EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich, Jessica Schnitzlbaumer, erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen inländischen oder ausländischen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Die vorliegende Fassung entspricht der eingereichten elektronischen Version.

Graz, am

Jessica Schnitzlbaumer

# 1. EINLEITUNG

Das am Grazer Stadtrand stationierte Observatorium Lustbühel verfügt über einen Planetenpfad, der den BesucherInnen die acht Planeten unseres Sonnensystems näherbringen soll. Im Zuge einer Führung am Observatorium werden alle acht Planeten anhand von Postern genauer erläutert. Die aktuell dort vorhandenen Poster sind allerdings weder optisch noch inhaltlich für die Zielgruppe angemessen gestaltet, weshalb ich im Rahmen dieser Arbeit diese Poster überarbeitete und neugestaltete.

## 1.1. OBSERVATORIUM LUSTBÜHEL

Das 1976 fertiggestellte Observatorium im Grazer Stadtbezirk Waltendorf (**Abbildung 1**) dient vorwiegend der Ausbildung von StudentInnen. Mithilfe des 50 cm Cassegrain Teleskops ( $f/9$ ), einer Ballistischen Messkammer, den drei Radioantennen und der weiteren Ausstattung sind unter anderem Positionsbestimmungen von Kometen, Kleinplaneten und Satelliten sowie Helligkeitsbestimmungen von Sternen möglich.

Neben Schulklassenführungen finden am Observatorium auch Führungen und Himmelsbeobachtungen an astronomisch besonderen Tagen, wie der totalen Mondfinsternis am 27. Juli 2018, statt. [1]

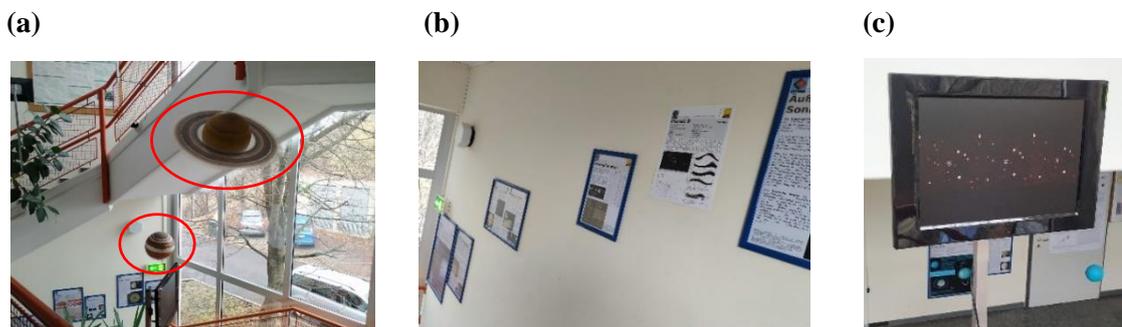


**Abbildung 1:** Observatorium Lustbühel

## 1.2. PLANETENPFAD

Der im Observatorium befindliche Planetenpfad beginnt im Erdgeschoss mit der Sonne und führt über das Stiegenhaus hinauf in geordneter Reihenfolge<sup>1</sup> von Planet zu Planet weiter. Von der Decke hängen modellhafte Nachbauten der einzelnen Planeten aus Styropor (**Abbildung 2a**), an der Wand sind die dazugehörigen Poster befestigt (**Abbildung 2b**) und am Treppengeländer befinden sich mehrere Bildschirme, die unterschiedliche Aufnahmen und Bilder von den Planeten abspielen (**Abbildung 2c**). Die Abstände zwischen den Planeten im Planetenpfad sind nicht maßstabsgetreu gemäß der korrekten Abstände im Weltall.

Neben den Postern zur Sonne und der acht Planeten sind ebenso Poster zu anderen Himmelskörpern (Monde, Asteroiden, Zwergplaneten, Sterne etc.) vorhanden. Da die Neugestaltung aller vorhandener Poster den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, fokussierte ich mich allein auf die Gestaltung der Poster unserer acht Planeten.



**Abbildung 2:** Planetenpfad

- (a) Modelle der Planeten (rot eingekreist)
- (b) Poster zu den einzelnen Planeten und weiteren Himmelskörpern
- (c) Bildschirme für Aufnahmen und Bilder der Planeten

---

<sup>1</sup> Geordnete Reihenfolge (in Bezug auf die Entfernung von der Sonne): Merkur-Venus-Erde-Mars-Jupiter-Saturn-Uranus-Neptun

## **a) ZIELGRUPPE**

Der Planetenpfad wird hauptsächlich von Schulklassen und Studierenden besucht, wobei an Tagen mit besonderen astronomischen Ereignissen alle anderen Altersgruppen ebenso vertreten sind. Für die Gestaltung der Poster lege ich als Hauptzielgruppe SchülerInnen aller Schulstufen und Schultypen fest.

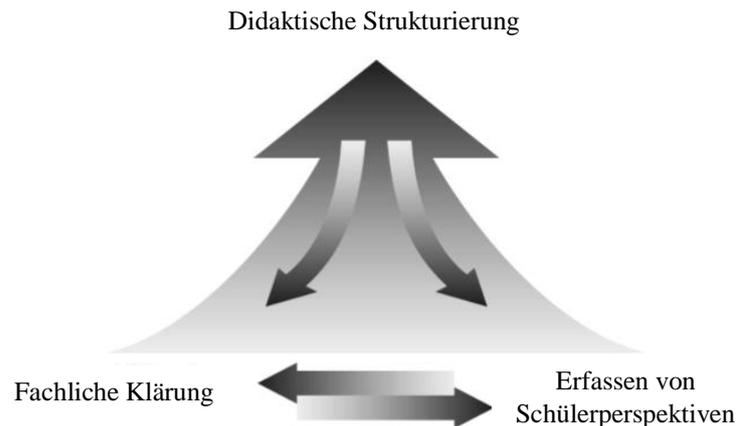
## **b) ZIELE DES PLANETENPFADES**

Der Planetenpfad im Stiegenhaus des Observatoriums verfolgt eine Reihe von Zielen. Neben der Veranschaulichung von Größenverhältnissen und Entfernungen in unserem Sonnensystem, sollen BesucherInnen wichtige Fakten über unser Sonnensystem erfahren:

- BesucherInnen erfahren, dass unser Sonnensystem acht Planeten beinhaltet.
- BesucherInnen werden sich bewusst, dass sich die acht Planeten in zwei Gruppen, in die inneren und in die äußeren Planeten, unterteilen lässt und, dass die Unterteilung von dem chemischen Aufbau der Planeten abhängt.
- BesucherInnen lernen die wichtigsten Zustandsgrößen und Eigenschaften der acht Planeten kennen und können diese in verschiedenen Kategorien in Relation zueinander setzen.

## 2. DIDAKTISCHE REKONSTRUKTION

Einen theoretischen Rahmen um ein bestimmtes fachliches Thema, wie in dieser Arbeit *Unser Sonnensystem*, fachdidaktisch zu strukturieren, bietet das Modell der didaktischen Rekonstruktion (**Abbildung 3**). [23]



**Abbildung 3:** Das Modell der didaktischen Rekonstruktion nach Kattmann et al., 1997

Dabei werden folgende drei Aspekte ausgearbeitet und aufeinander abgestimmt:

- **Fachliche Klärung:** Das Ziel der fachlichen Klärung ist eine inhaltliche und begriffliche Elementarisierung eines Gegenstandsbereichs, indem zentrale Grundideen formuliert, deren Grenzen geklärt und die Funktion fachlicher Begriffe und deren Kontexte erarbeitet werden. Zudem sind die lernhinderlichen bzw. lernförderlichen Vorstellungen, die bestimmte Fachwörter initiieren, abzuklären. [23]
- **Schülerperspektive:** Das Vorwissen und vorunterrichtliche Vorstellungen beeinflussen wie Lernende neue Inhalte betrachten. Deshalb ist es für eine erfolgreiche Wissensvermittlung unabdingbar an dem Vorwissen, den Schülervorstellung und den Alltagsvorstellungen der Lernenden anzuknüpfen und die Interessen, Selbst-Konzepte und Einstellungen dieser zu berücksichtigen. [35] Für die Erstellung der Fachtexte auf den Postern ist es von großer Relevanz diese Vorstellungen zu erkunden, sie in Betracht zu ziehen und vermehrt auf die Bereiche einzugehen, für die die Lernenden bereits großes Interesse mitbringen.

- **Didaktische Strukturierung:** Bei der didaktischen Strukturierung wird die Sachstruktur, die Voraussetzungen der Lernenden und das methodische und didaktische Wissen zusammengeführt. [23] Damit wird erreicht, dass auf den Postern nicht ausschließlich Fachwissen wiedergegeben wird, sondern Lernendenvorstellungen und -interessen gleichermaßen berücksichtigt werden, um die fachlichen Inhalte in die Lebenswelt der Zielgruppe einzubetten.

## 2.1. FACHLICHE KLÄRUNG

Gegenstand der fachlichen Klärung ist das Thema *Unser Sonnensystem*. Eingangs wird auf das Alter, die Komponenten und die Entstehung unseres Sonnensystems eingegangen. Anschließend werden die Planetenbewegungen näher erläutert und zuletzt werden zu jedem einzelnen Planeten wichtige und spannende Fakten zum Aufbau, zur Oberfläche, zur Atmosphäre, zu Raumsondenmissionen und zu eventuell vorhandenen Monden bzw. Ringsystemen dargelegt.

### a) UNSER SONNENSYSTEM

Unser Sonnensystem ist nahezu 4,6 Milliarden Jahre alt und befindet sich in unserer Heimatgalaxie, der sogenannten Milchstraße. Bestandteile unseres Sonnensystems sind die im Zentrum stehende Sonne, die acht Planeten Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, sowie Monde, Zwergplaneten, Asteroiden, Kometen und interplanetare Materie, wie Meteoroiden, Gas und Staub. [2]

Entfernungen zwischen Himmelskörpern, also beispielsweise zwischen zwei Planeten, werden nicht wie bei uns auf der Erde in Metern angegeben, sondern in Astronomischen Einheiten (AE). 1 AE entspricht dabei der mittleren Distanz zwischen der Erde und der Sonne (= ~150 Millionen km). [2]

Da sich die Begriffe Meteor, Meteoroid und Meteorit sehr ähneln, erläutere ich diese etwas genauer. Körper, die sich im Raum zwischen den Planeten aufhalten und einen

Durchmesser von  $10^{-3}$  cm bis  $10^2$  cm aufweisen nennt man Meteoroiden. Dringt ein solcher Meteoroid in die Erdatmosphäre ein, beginnt dieser Meteoroid in Höhen zwischen 80 km und 120 km aufgrund von Reibungen an den Luftmolekülen zu leuchten und man bezeichnet ihn als Meteor. Ein Meteor wird häufig auch als Sternschnuppe bezeichnet. Fällt so ein Meteor auf die Erdoberfläche, bezeichnet man ihn als Meteoriten. [33]

Die Gesetzmäßigkeiten in unserem Universum können mithilfe der drei Keplerschen Gesetze, dem Gravitationsgesetz und den Grundgesetzen der Mechanik von Isaac Newton, sowie der allgemeinen und speziellen Relativitätstheorie von Albert Einstein beschrieben werden. [2]

## **b) ENTSTEHUNG UNSERES SONNENSYSTEMS**

Um Rückschlüsse auf die Entstehung unseres Sonnensystems zu gewinnen, beobachtet man die Entstehung anderer Planetensysteme. Die dadurch heute am meisten anerkannte Theorie über die Entstehung unseres Sonnensystems ist die modifizierte Form der Kant-Laplace-Theorie. Sie basiert auf der Nebel-Hypothese von Emanuel Swedenborg und besagt, dass sich unser Sonnensystem vor 4,55 Milliarden Jahren aus einer riesigen Gaswolke, die zu 99% aus Gas (H, He) und zu 1% aus festen, etwa  $0,1 \mu\text{m}$  großen, Staubteilchen bestand, gebildet hat. Möglicherweise führte eine Supernova-Explosion dazu, dass sich die Wolke zusammenzog und in eine langsame Drehung versetzt wurde. [4]

Durch die starke Kontraktion im Zentrum verdichtete und erwärmte sich dort die Materie besonders stark, wodurch sich nach etwa 100.000 Jahren eine heiße und dichte Kugel aus Gas, in welcher noch keine Kernfusionen abliefen, entwickelte. Dieser sogenannte Protostern war umgeben von einer protoplanetaren Scheibe aus Gas (H, He), Staub und Metallen. Die Staubteilchen verklumpten zu Körnern, metallhaltigen Steinen und Felsbrocken mit einem Durchmesser von bis zu einem Kilometer, welche durch weitere Kollisionen immer größer wurden und bei einer ausreichend großen inneren Gravitation eine Kugelgestalt annahmen. Auf Grundlage von Stoffen mit hohen Schmelzpunkten bildeten sich in Sonnennähe kleine Gesteinsplaneten.

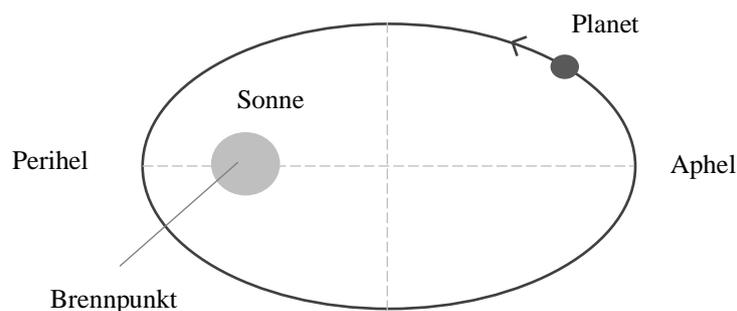
Metalle wie Eisen und Nickel sanken bei diesen Planeten zum Zentrum ab, sodass sich ein Metallkern formierte, um den sich ein Gesteinsmantel und eine Gesteinskruste

bildeten. Genügend weit von der Sonne entfernt war die Temperatur so niedrig, dass Wasserdampf und Kohlendioxid froren, wodurch Planeten entstanden, die nicht ausschließlich aus Gesteinsbrocken und Metall bestehen, sondern auch aus Eis und gefrorenen Gasen. Diese sammelten sie in riesigen Mengen an, wodurch sich massereiche Planeten mit einer dementsprechend großen Gravitation bildeten. [5]

## c) PLANETENBEWEGUNGEN

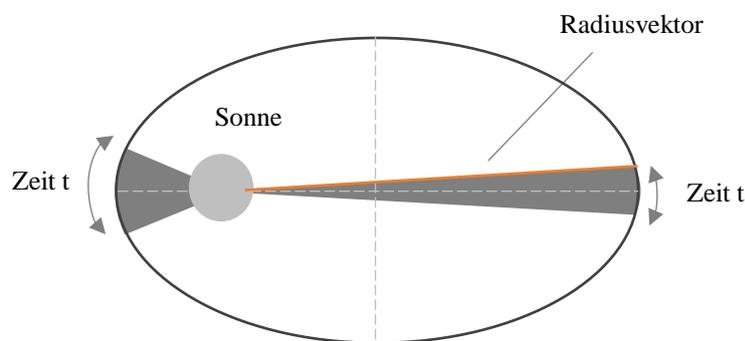
Die Anfang des 17. Jahrhunderts von Johannes Kepler aufgestellten Keplerschen Gesetze beschreiben modellhaft die Planetenbewegungen um die Sonne. Die Gesetzmäßigkeiten können auf beliebige Körper, ausgenommen Quantenobjekte, angewendet werden, die um einen anderen kreisen. [6]

Das **erste Keplersche Gesetz** besagt, dass sich die Planeten auf ellipsenförmigen Bahnen um die Sonne bewegen, wobei die Sonne in einem der beiden Brennpunkte der Ellipse positioniert ist (**Abbildung 4**). Diese ellipsenförmigen Bahnen führen dazu, dass sich während einer Umkreisung des Planeten um die Sonne, der Abstand zwischen dem Planeten und der Sonne mehrfach ändert. [6]



**Abbildung 4:** Schematische Darstellung des 1. Keplerschen Gesetzes

Das **zweite Keplersche Gesetz** beschäftigt sich mit den unterschiedlichen Bahngeschwindigkeiten der Planeten und besagt, dass der Radiusvektor<sup>2</sup> in gleichen Zeiten gleich große Flächen überstreicht (**Abbildung 5**). Aus diesem Gesetz lässt sich folgern, dass sich die Planeten auf ihrer Bahn um die Sonne mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten bewegen und schneller sind, je näher sie der Sonne sind. Da sich die Planeten in dem Perihel (Sonnennähe) schneller bewegen als in dem Aphel (Sonnenferne) und unsere Erde die Sonnenferne im Juli und die Sonnennähe im Januar durchläuft, ist auf unserer Erde auf der Nordhalbkugel der Sommer um fast acht Tage länger als der Winter. [6]



**Abbildung 5:** Schematische Darstellung des 2. Keplerschen Gesetzes

Das **dritte Keplersche Gesetz** erklärt, wie die Umlaufzeiten von der Größe der Ellipse abhängen. Die Quadrate der Umlaufzeiten der Planeten verhalten sich gleich wie die Kuben der mittleren Entfernung der Planeten von der Sonne:

$$\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2}$$

$a_{1/2}$  ... Abstand des 1. / 2. Planeten von der Sonne [m]

$T_{1/2}$  ... Umlaufdauer des 1. / 2. Planeten um die Sonne [s]

---

<sup>2</sup> Radiusvektor = Verbindungslinie zwischen der Sonne und dem Planeten

Dementsprechend dauert ein Sonnenumlauf länger, je größer die Ellipse ist. Daraus lässt sich folgern, dass sich sonnenferne Planeten deutlich langsamer bewegen als Planeten, die sich auf der Umlaufbahn nahe an der Sonne befinden. Der Merkur benötigt für einen Umlauf um die Sonne nur 80 Erdentage, der Mars fast zwei Erdenjahre, der Saturn etwa 29 Erdenjahre und der Neptun sogar 165. [5]

Mithilfe des dritten Keplerschen Gesetzes können die relativen Umlaufzeiten der Planeten, die Entfernungen zur Sonne und die Planetenmassen bestimmt werden. [6]

Isaac Newton beschäftigte sich gegen Ende des 17. Jahrhunderts damit, welche Kräfte die Bahnbewegungen der Planeten und Monde hervorrufen. Im Gravitationsgesetz fasst er sowohl die Bewegung von Himmelskörpern um andere als auch die Fallbewegung von Objekten zu Boden auf der Erde zusammen. Dabei nimmt er an, dass jeder Körper im Universum auf andere Körper eine Kraft ausübt. Nach dem Wechselwirkungsprinzip gilt zudem, dass wenn ein Körper auf einen anderen Körper eine Kraft ausübt, der andere Körper auf den ersten Körper mit der gleich großen, allerdings entgegengesetzt gerichteten Kraft zurückwirkt. Zwei Körper mit den Massen  $M_1$  und  $M_2$  üben also gleich große, aber entgegengesetzt gerichtete Kräfte aufeinander aus.

Mathematisch ausgedrückt lautet das Gravitationsgesetz:

$$F = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{R^2}$$

$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  ... Gravitationskonstante [ $\text{m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$ ]

$M_{1/2}$  ... Masse 1 bzw. Masse 2 [kg]

$R$  ... Abstand zwischen den beiden Massen [m]

Damit kann man beispielsweise erklären, warum ein Apfel zur Erde fällt, oder weshalb sich die Erde auf einer elliptischen Bahn um die Sonne bewegt. Newton gelang es also Bewegungen am Himmel und Bewegungen auf der Erde in einem Gesetz zu vereinigen. Dass die Planeten bei der Bewegung um die Sonne in der Nähe dieser schneller werden, lässt sich anhand des Gravitationsgesetzes erklären – sie sind dort einer höheren Gravitationskraft ausgesetzt. [3]

Anhand der Umlaufbahn des sonnennächsten Planeten Merkurs stellte man allerdings fest, dass das Newtonsche Gesetz nicht ausreicht, Gesetzmäßigkeiten bei sehr großen Gravitationskräften, wie man sie in der Nähe von Sternen oder Schwarzen Löchern findet, zu beschreiben. Hierbei muss man sich der allgemeinen Relativitätstheorie bedienen. [5]

Da in Bezug auf die Zielgruppe für die Planetenbeschreibungen die allgemeine sowie spezielle Relativitätstheorie nicht zwingend notwendig sind, werde ich hier nicht weiter auf die beiden Theorien eingehen.

## **d) UNSERE ACHT PLANETEN**

Damit ein Himmelskörper als Planet bezeichnet werden darf, muss er folgende vier Kriterien erfüllen [7]:

1. Der Himmelskörper muss sich auf einer Bahn um einen Stern befinden.
2. Der Himmelskörper muss eine ausreichend große Masse besitzen, um durch seine Eigengravitation eine annähernd runde Form zu haben.
3. Der Himmelskörper muss die eigene Umlaufbahn von anderen Objekten bereinigt bzw. freigeräumt haben. Das ist das Kriterium, warum Pluto nicht mehr als Planet gezählt wird, denn dieser kreuzt die Neptunbahn.
4. Der Himmelskörper darf kein Mond sein, d.h. er darf keinen anderen Planeten umkreisen.

Der essenzielle Unterschied zwischen Planeten und Sternen ist dieser, dass Planeten selbst keine Leuchtkörper sind. Sie sind lediglich Zwischenstrahler, d.h. wir können sie nur sehen, weil sie von der Sonne angestrahlt werden und das Licht reflektieren. [3]

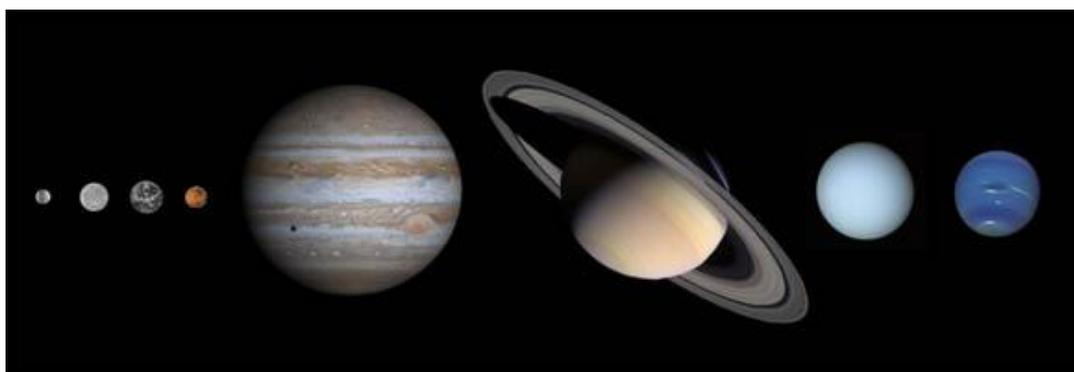
Ihrer physischen Beschaffenheit zufolge können unsere acht Planeten in zwei Gruppen unterteilt werden, in die inneren Planeten und die äußeren Planeten.

Die inneren Planeten sind diejenigen Planeten, die die Sonne innerhalb des Asteroidengürtels umrunden. Da diese Planeten eine erdähnliche Gesteinsoberfläche aufweisen, werden sie oft auch als terrestrische Planeten bezeichnet. Zu dieser Gruppe von Planeten zählen Merkur, Venus, Erde und Mars. Sie alle sind im Vergleich zu den äußeren Planeten klein, haben eine felsige Oberfläche, besitzen eine dünne Atmosphäre und bestehen aus einem Kern, einem Mantel und einer Kruste. Außerdem werden all diese Planeten von nur wenigen Monden umkreist bzw. haben keine natürlichen Satelliten.

Die äußeren Planeten sind deutlich größer und bestehen hauptsächlich aus einem festen Kern und Gas. Zu diesen Gasriesen zählt man Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun. Sie alle sind umgeben von zahlreichen Monden und unterschiedlich großen Ringsystemen. [4]

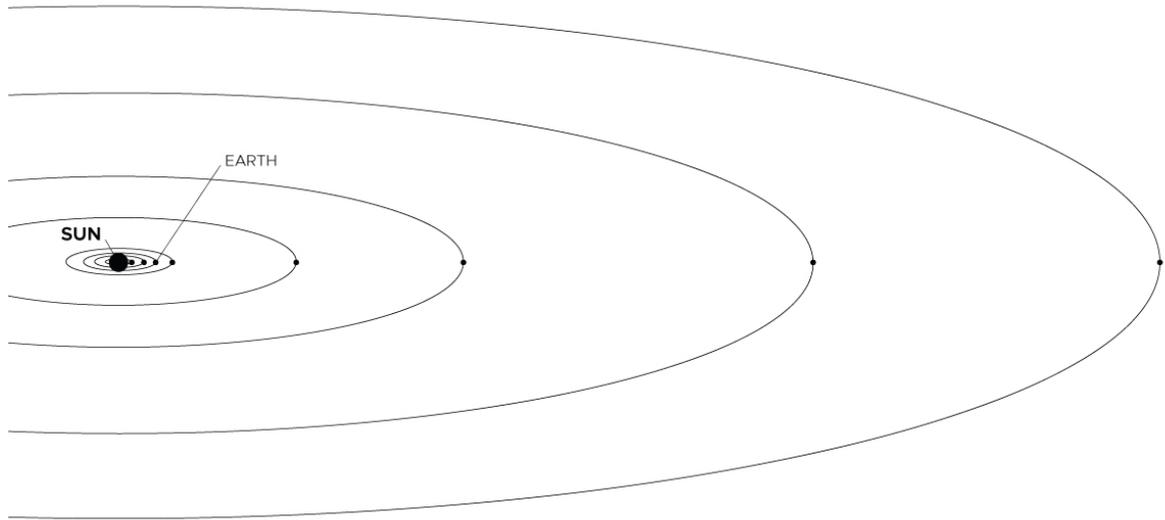
Planeten, die sich innerhalb der Erdbahn befinden, also Merkur und Venus, sind lediglich in der Morgen- oder Abenddämmerung als Morgen- oder Abendstern sichtbar, alle anderen Planeten sind die ganze Nacht hindurch sichtbar. [3]

In **Abbildung 6** ist ein Größenvergleich der acht Planeten abgebildet, wobei zu beachten ist, dass die Entfernungen in diesem Bild nicht maßstabsgetreu sind.



**Abbildung 6:** Unsere acht Planeten im richtigen Größenmaßstab  
(von links nach rechts: Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun)

Eine maßstabstreue Darstellung der Entfernungen zwischen den Planeten ist nachfolgend (**Abbildung 7**) visualisiert. Hier sind wiederum die Größenverhältnisse der Planeten nicht maßstabsgetreu.



**Abbildung 7:** Unsere acht Planeten im richtigen Entfernungsmaßstab  
(von links nach rechts: Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun)

**TABELLE 1** stellt die wichtigsten Daten der acht Planeten im Vergleich dar.

**TABELLE 1:** Diverse Planetendaten im Vergleich

	<b>MERKUR</b>	<b>VENUS</b>	<b>ERDE</b>	<b>MARS</b>	<b>JUPITER</b>	<b>SATURN</b>	<b>URANUS</b>	<b>NEPTUN</b>
MASSE [ERDE = 1]	0,055	0,82	1,00	0,11	318	95,2	14,5	17,1
MITTLERER ÄQUATORRADIUS [KM]	2.440	6.052	6.371	3.390	69.911	58.232	25.362	24.622
MITTLERE DICHTER [G / CM <sup>3</sup> ]	5,43	5,24	5,51	3,93	1,33	0,69	1,27	1,64
GRAVITATIONS-KRAFT [M/S <sup>2</sup> ]	3,7	8,9	9,8	3,7	24,8	10,4	8,9	11,2
ACHSENNEIGUNG [°]	0,0	-117,3	23,4	25,2	3,1	26,7	-97,8	28,3
ABSTAND ZUR SONNE [AE]	0,39	0,72	1	1,52	5,20	9,54	19,2	30,1
ROTATIONS- PERIODE	58,6 Tage	-243 Tage	23,93 h	24,6 h	9,93 h	10,6 h	17,2 h	16,1 h
UMLAUF- PERIODE	87,9 Tage	225 Tage	1 Jahr	1,88 Jahre	11,9 Jahre	29,4 Jahre	83,8 Jahre	165 Jahre
BEKANNTE MONDE	0	0	1	2	79	82	27	14
MITTLERE TEMPERATUR [°K]	700/100	740	290	220	125	95	60	60
RINGSYSTEM	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
GLOBALER MAGNETFELD	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
BESTANDTEILE ATMOSPHERE	O <sub>2</sub> , Na	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , Ar	H <sub>2</sub> , He	H <sub>2</sub> , He	H <sub>2</sub> , He, CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> , He, CH <sub>4</sub>

# I. MERKUR



Abbildung 8: Merkur

Der sonnennächste Planet Merkur (**Abbildung 8**) ist der kleinste aller Planeten in unserem Sonnensystem. Außerdem ist er der am wenigsten erforschte innere Planet unseres Sonnensystems. Aufgrund seiner Nähe zur Sonne ist er von der Erde aus betrachtet mit freiem Auge nur sehr schwer beobachtbar, da ihn das helle Sonnenlicht überstrahlt. Im Schnitt kann man ihn jährlich zweimal als Morgen- oder Abendstern beobachten. Von seiner Oberfläche aus würde die Sonne mehr als drei Mal so groß und das Licht dieser etwa sieben Mal so hell wirken, wie von unserer Erde aus gesehen. [8], [9]

Der Merkur dreht sich nur sehr langsam um seine eigene Achse: Ein Merkurtag dauert etwa 59 Erdentage. Dahingegen bewegt er sich um die Sonne sehr schnell: Ein Merkurjahr dauert etwa 88 Erdentage. Damit ist er der die Sonne am schnellsten umkreisende Planet in unserem Sonnensystem. [3], [8]. Aufgrund dieser Kombination von Rotationszeit und Umlaufzeit hat der Merkur Tage und Nächte, die jeweils 3 Erdmonate lang andauern. [10]

Von allen acht Planeten weist der Merkur den größten Temperaturunterschied zwischen Tag und Nacht auf: 700 K Oberflächentemperatur am Tag und 100 K Oberflächentemperatur in der Nacht. Der Grund für diese immensen Temperaturunterschiede zwischen Merkurtag und Merkurnacht liegt in der nur sehr schwach ausgeprägten Atmosphäre. Durch die Nähe zur Sonne heizt sich die Merkur Oberfläche am Tag sehr stark auf, da er jedoch keine permanente Atmosphäre besitzt, die die Temperatur speichert, kühlt er in der Nacht so stark ab. [3]

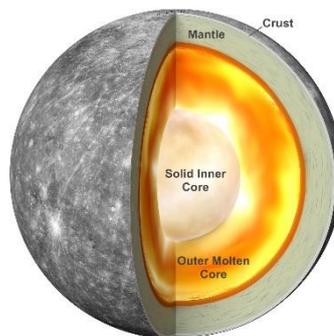
# AUFBAU

Der Erde folgend ist der Merkur in unserem Sonnensystem der Planet mit der höchsten mittleren Dichte. Dadurch wird gefolgert, dass er hauptsächlich aus Metallen besteht.

**Abbildung 9** veranschaulicht den inneren Aufbau des Merkurs.

Sein großer metallischer Eisen-Nickel-Kern nimmt mit einem Radius von etwa 2.074 km rund 85% seines Volumens ein. Die Kruste ist etwa 400 km dick. Es wird vermutet, dass während der Bildungsphase des Planeten Impakte stattfanden und diese dazu führten, dass ein überwiegender Teil der Kruste des Merkurs weggeschleudert wurde. [8]

Da Merkurs Magnetfeld deutlich schwächer ist als jenes der Erde, geht man davon aus, dass ein Teil seines Metallkerns flüssig ist. [2]

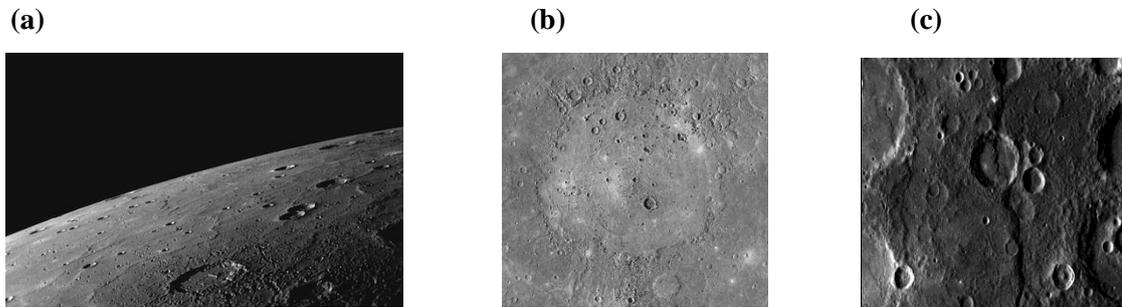


**Abbildung 9:** Schematische Darstellung des inneren Aufbaus des Merkurs

# OBERFLÄCHE & ATMOSPHÄRE

Obwohl der Merkur aufgrund seiner Oberfläche mit den vielen Kratern (**Abbildung 10a**), dem Mond ähnelt, weist er einerseits eine andere Gravitation als der Mond (etwa das Doppelte) und andererseits andere Erscheinungsformen innerer geologischer Aktivitäten auf. So lassen sich etwa Anzeichen von Lavaüberflutungen nachweisen. Außerdem stellte man 1992 an permanent schattigen Gebieten an den Polen Anzeichen von Wassereis fest - lediglich in diesem Gebiet könnte es kalt genug sein, um Wassereis zu erhalten. Das auffälligste Einschlagbecken ist mit einem Durchmesser von 1550 km das Caloris-Becken. Sehr gut erkenntlich ist dieses in **Abbildung 10b**. [8]

Betrachtet man die Merkuroberfläche genauer (**Abbildung 10c**), erkennt man Faltungen auf der starren Kruste (Verwerfungen). Diese sind auf eine Abkühlung des Planeten und eine anschließende Schrumpfung zurückzuführen. [8]



**Abbildung 10:**

- (a) Merkuroberfläche, aufgenommen von der MESSENGER Raumsonde
- (b) Caloris-Becken
- (c) Verwerfungen auf der Merkuroberfläche

Anstatt einer permanenten Atmosphäre besitzt der Merkur eine extrem dünne Exosphäre die aus Sauerstoff, Natrium, Wasserstoff, Helium und Kalium besteht [3]. Sie ist etwa so dünn wie die Atmosphäre des Erdmondes. [9]

## **RAUMSONDEN**

Bisher erkundeten den Merkur zwei Raumsonden: 1974 passierte die Mariner 10 den Merkur (sie erfasste etwa 45% seiner Oberfläche) und 2011 die US-Raumsonde Messenger. 2018 startete die Raumsonde BepiColombo in Richtung Merkur, welche sich 2025 das erste Mal in seiner Nähe befinden wird [8] und einige Fragen bezüglich der Entstehung und des Inneren des Planeten klären soll [9]:

- Warum weist Merkur eine so hohe Dichte auf?
- Warum hat ein Merkur ein Magnetfeld bzw. wie wird es erzeugt?
- Gibt es tatsächlich Eisvorkommen?

In der Erforschung von Planetensystemen wird BepiColombo als eine der schwierigsten und aufwendigsten Missionen angesehen, die jedoch auch neue Erkenntnisse über die Geschichte unseres Sonnensystems offenbaren könnte. [9]

## **MONDE**

Der Merkur besitzt keinen Mond. [8]

## II. VENUS



Abbildung 11: Venus

Die Venus (**Abbildung 11**) ist der von der Sonne aus gesehen zweite Planet in unserem Sonnensystem. Aufgrund ihrer dicken Atmosphäre ist sie der heißeste aller acht Planeten. Mit einer Durchschnittstemperatur von  $467^{\circ}\text{C}$  liegt die Oberflächentemperatur über dem Schmelzpunkt von Blei ( $327,5^{\circ}\text{C}$ ). [3]

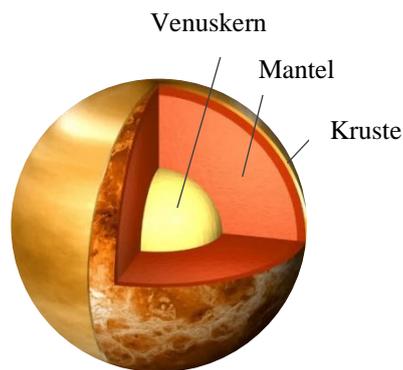
Als extrem hellstrahlender Leuchtpunkt; von unserer Erde aus betrachtet ist die Venus nach der Sonne und dem Mond das hellste Objekt am Himmel; lässt sich die Venus am Abend- oder Morgenhimmel leicht beobachten. Grund dafür, dass die Venus so hell leuchtet, ist die umhüllende Wolkenschicht, die das Sonnenlicht sehr stark reflektiert und streut. [11]

Auch bei der Rotation um die eigene Achse weist die Venus zwei Besonderheiten auf. Einerseits ist sie mit einer Dauer von 243 Erdentagen der am langsamsten rotierende Planet in unserem Sonnensystem und andererseits rotiert sie retrograd (von Ost nach West), also entgegen dem Rotationssinn der meisten anderen Planeten (von West nach Ost). Eine Kollision mit einem Asteroiden während der Entstehung des Sonnensystems könnte der Auslöser für die langsame und retrograde Rotation sein. [2]

Aufgrund der geringen Achsenneigung von nur etwa  $3^{\circ}$  wird vermutet, dass es auf der Venus keine Jahreszeiten gibt. [2]

## AUFBAU

Aufgrund des nur geringfügig kleineren Durchmessers sowie des ähnlichen inneren Aufbaus wird die Venus oft als Schwesterplanet der Erde bezeichnet. Sie ist aus einem Eisenkern mit einem Radius von etwa 3.200 km aufgebaut, der von einem Mantel und einer dünnen Kruste umgeben ist (**Abbildung 12**). [11]



**Abbildung 12:** Schematische Darstellung des inneren Aufbaus der Venus

## OBERFLÄCHE & ATMOSPHÄRE

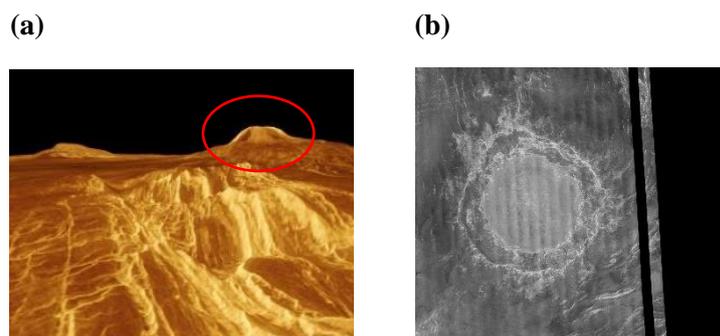
Betrachtet man allerdings die Oberflächengeologie bzw. die Atmosphäre der Venus, stellt man wenige Gemeinsamkeiten mit der Erde fest [10]. Generell ist ein Blick auf die feste Oberfläche der Venus aufgrund der permanenten und dichten Wolkendecke, die zu etwa 96,5% aus Kohlendioxid, 3,5% aus Stickstoff und diversen Spurgasen (Ar, O<sub>2</sub>, Ne) besteht, nicht möglich. Nur Radaruntersuchungen ermöglichen es, die Oberflächengestalt der Venus zu erkunden. Wasser in flüssiger Form wurde bis dato nicht entdeckt, allerdings wurde festgestellt, dass die Oberfläche mit Tausenden von Vulkanen überzogen ist, die teils mehrere Kilometer Durchmesser und Höhe aufweisen. Ein solcher Vulkan, der Gula Mons, ist in **Abbildung 13a** abgebildet. Bislang ist unklar, inwieweit die Vulkane heute noch aktiv sind. [3]

Außerdem ist die Venusoberfläche mit riesigen Kratern bedeckt. Kleine Meteoroiden verbrennen in der Venusatmosphäre, weshalb ausschließlich große Meteoroiden die Venusoberfläche erreichen und als Meteoriten Krater mit einem Durchmesser von bis zu 280 km hinterlassen.

Interessant ist bei der Venus die Namensgebung der Oberflächenmerkmalen, denn diese werden nach Frauennamen benannt [13]:

- Diejenigen Krater deren Durchmesser kleiner als 20 km sind werden nach beliebigen weiblichen Vornamen benannt.
- Alle Krater deren Durchmesser mehr als 20 km beträgt, werden nach bedeutenden Frauen benannt.
- Alle anderen Oberflächenmerkmale werden nach bestimmten Göttinnen aus der Mythologie benannt.

Ein Beispiel hierfür ist der in **Abbildung 13b** abgebildeten Margaret Mead-Krater, der nach der US-amerikanischen Ethnologin Margaret Mead benannt ist. [14]



**Abbildung 13:**

- (a) Gula Mons (rot eingekreist; Höhe: ~3.000 m, Durchmesser: ~276 km)
- (b) Margaret Mead Crater (Durchmesser: ~280 km)

Ein besonderes Merkmal der Venusatmosphäre ist der immense Treibhauseffekt, der zu den hohen Temperaturen und dem hohen Druck auf dem Planeten führt. Die Venus ist, egal ob bei Tag oder bei Nacht, mit 470°C heißer als ein Pizzaofen (350°C) und der Oberflächendruck ist um das 90-fache höher als auf der Erde. Das entspricht dem Druck, der in 1000 m Meerestiefe auf der Erde herrscht. [3], [10]

Es wird vermutet, dass die Venus aufgrund ihrer langsamen Eigenrotation lediglich ein sehr schwaches Magnetfeld erzeugen kann. [11]

## **RAUMSONDEN**

Es konnten bereits sehr viele erfolgreiche Raumsondenmissionen, mit dem Ziel Informationen über die Venus zu erhalten, durchgeführt werden. Die erste Raumsonde, die an der Venus vorbeiflog und Messdaten lieferte, war im Jahr 1962 die Mariner 2. Sie war zugleich die erste Raumsonde die überhaupt Daten von einem fremden Planeten auf die Erde übertragen konnte. Nur wenige Jahre später gelang 1970 mit der Landung der Venera 7 die erste Landung einer Raumsonde auf einem fremden Planeten. [11]

## **MONDE**

Die Venus besitzt keinen Mond. [11]

### III. ERDE



**Abbildung 14:** Erde

Der von der Sonne aus betrachtet dritte Planet ist unser Heimatplanet, die Erde (**Abbildung 14**). Mit einem durchschnittlichen Radius von 6.371 km und einer Masse von  $5,97 \cdot 10^{24}$  kg ist unsere Erde der größte und massereichste aller terrestrischen Planeten. [15]

Sie ist der einzige Planet in unserem Sonnensystem, von dem wir einerseits wissen, dass Lebewesen existieren und andererseits der nicht nach einer griechischen oder römischen Gottheit benannt ist. Das Wort Erde ist germanischen Ursprungs und bedeutet so viel wie „der Boden“. [15]

Dass mehr als zwei Drittel der Erdoberfläche mit Wasser bedeckt sind, begünstigte während der Entstehungszeit die Zunahme des Sauerstoffgehaltes in der Atmosphäre und damit auch die Entstehung von Leben. Die Erdoberfläche unterliegt, bedingt durch tektonische Vorgänge in der Lithosphäre, einem ständigen Wandel. So sorgt die globale Plattentektonik dafür, dass Kontinente miteinander kollidieren oder auch auseinanderbrechen können. [16]

Da die Erde die Sonne nicht in exakt 365 Tagen, sondern in etwa 365,25 Tagen umrundet, fügen wir unserem Jahr alle vier Jahre einen Tag dazu, den 29. Februar, und bezeichnen dieses Jahr als Schaltjahr. [15]

Für die Entstehung der Jahreszeiten ist die Neigung der Erdachse<sup>3</sup> verantwortlich. Die Erdachse steht nicht im rechten Winkel zur Erdbahnebene, sondern ist um etwa  $23,5^\circ$

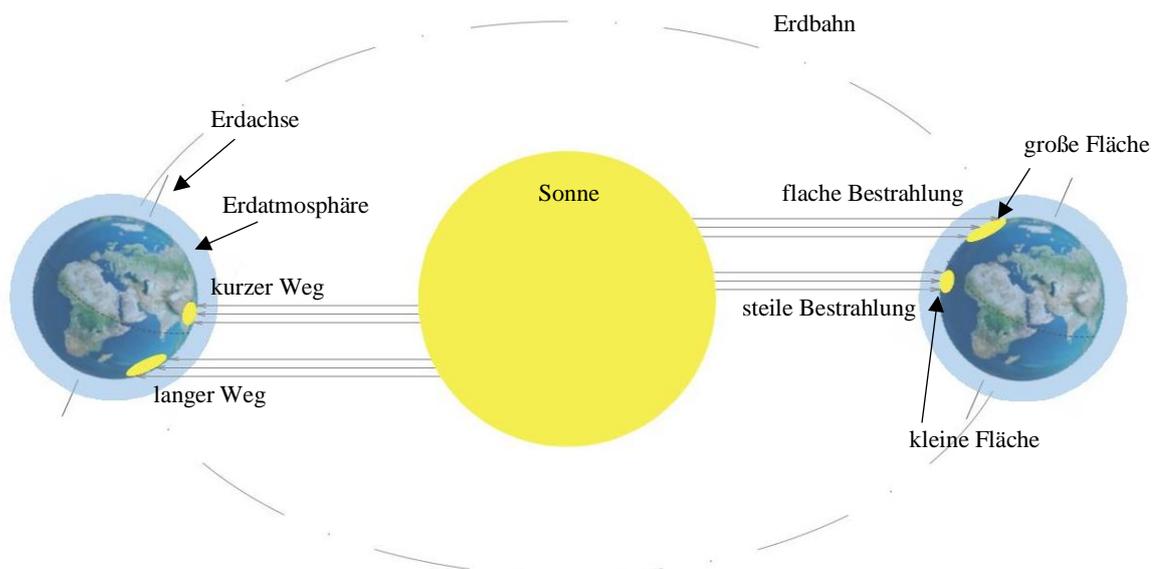
---

<sup>3</sup> Erdachse = gedachte Linie durch den Nord- und Südpol um die die Erde rotiert

geneigt. Das hat zur Folge, dass verschiedene Bereiche auf der Erdoberfläche im Laufe eines Jahres mit einer unterschiedlichen Intensität und Dauer und mit einem unterschiedlichen Winkel beschienen werden. In Äquatornähe sind diese Veränderungen gering, zu den Polen hin sind sie stärker ausgeprägt. [3], [33]

Bei der Umlaufbahn der Erde um die Sonne bleibt die Erdachse immer in der gleichen Neigung, wodurch von 21.03 (Frühlingsanfang) bis zum 23.09 (Herbstanfang) die Nordhalbkugel der Sonne stärker zugeneigt ist als die Südhalbkugel. Auf der Nordhalbkugel treffen während dieser Zeitspanne die Sonnenstrahlen sehr steil auf die Erdoberfläche, wodurch sich ein relativ hoher Energieertrag pro Fläche ergibt. Das führt dazu, dass sich in diesem Zeitraum die Nordhalbkugel sehr stark erwärmt. Am 21. Juni (Sommeranfang) ist die Neigung der Nordhalbkugel hin zur Sonne maximal (siehe **Abbildung 15** links). Von 23.09 bis 21.03 ist die Situation umgekehrt. In dieser Zeitspanne ist die Südhalbkugel der Sonne stärker zugeneigt als die Nordhalbkugel. Die Erdoberflächenbereiche auf der Nordhalbkugel können sich durch die flachere Bestrahlung nicht so stark erwärmen, wie im Halbjahr zuvor, wodurch bei uns auf der Erdoberfläche Herbst und Winter herrschen. Am 21. Dezember (Winteranfang) ist die Neigung der Südhalbkugel hin zur Sonne maximal (siehe **Abbildung 15** rechts). [3], [33]

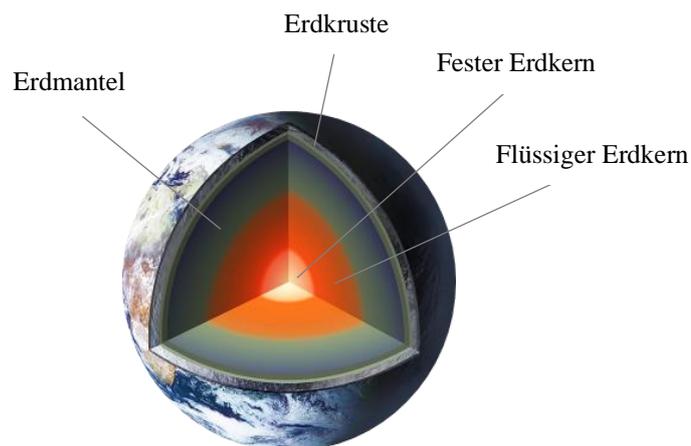
Die Jahreszeiten sind umso stärker ausgeprägt, je stärker die Achsenneigung ist. Demnach haben Planeten mit einer geringen Achsenneigen nahezu keine Jahreszeiten. [3], [33]



**Abbildung 15:** Entstehung der Jahreszeiten durch die Neigung der Erdachse gegenüber der Erdbahnebene

# AUFBAU

Seismologische Untersuchungen liefern konkrete Details über den Aufbau der Erde, indem die Ausbreitung von Erdbebenwellen ausgewertet und analysiert wird. Dabei wurde festgestellt, dass die Erdoberfläche schalenartig aus einer Erdkruste (~ 35 km tief unter den Kontinenten, ~ 5 km tief unter dem Ozean) aufgebaut ist, die als große Platten über dem nach innen immer flüssiger werdenden Erdmantel schwimmen. Unter dem Erdmantel befindet sich der zum Großteil aus Eisen und Nickel bestehende Erdkern, der im äußeren Bereich flüssig, und im inneren Bereich fest ist (**Abbildung 16**). Es wird vermutet, dass Strömungen im flüssigen Metall im äußeren Kern verantwortlich für unser Erdmagnetfeld sind. Das Erdmagnetfeld schützt uns vor energiereichen Teilchen aus der kosmischen Strahlung<sup>4</sup>. [2], [3]



**Abbildung 16:** Schematische Darstellung des inneren Aufbaus der Erde

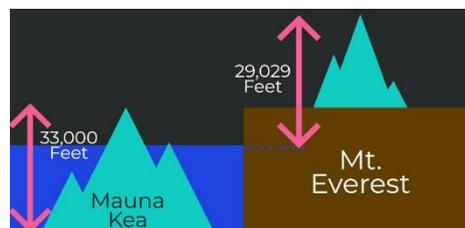
---

<sup>4</sup> Kosmische Strahlung = hochenergetische Teilchenstrahlung von der Sonne, der Milchstraße und anderen Galaxien

# OBERFLÄCHE & ATMOSPHÄRE

Die Erdatmosphäre setzt sich aus Stickstoff  $N_2$  (78%), Sauerstoff  $O_2$  (21%) und Spurgasen (Argon, Kohlendioxid, Neon, Helium, Methan, Wasserdampf) zusammen. Sie schützt uns vor den kurzweiligen Anteilen der Sonnenstrahlung (z.B. UV-Strahlung) sowie vor Meteoroiden, die in unserer Atmosphäre verglühen und am Nachthimmel als Sternschnuppen betrachtet werden können. [2]

Der Großteil unserer Erdoberfläche ist von Ozeanen bedeckt, die etwa 70% davon einnehmen und etwa 97% des Wasservorkommens auf der Erde beinhalten. Ähnlich wie auf dem Mars und der Venus existieren auf der Erdoberfläche Vulkane, Berge und Verwerfungen. Grund für diese Erscheinungen sind innere geologische Aktivitäten wie das Zusammenstoßen oder Auseinanderdriften von Erdkrustenplatten in der Lithosphäre. Die meisten Vulkane befinden sich unter dem Ozean. Interessant ist, dass der Mauna Kea in Hawaii (~10.060 m) insgesamt höher ist als der Mount Everest (8.848 m). Da sich allerdings der größte Teil davon unter dem Wasser befindet, wird der Mount Everest als höchster Berg gewertet (**Abbildung 17**). [15]



**Abbildung 17:** Mauna Kea und Mt. Everest im Größenvergleich

# MONDE



**Abbildung 18:** Erdmond

Umkreist wird unsere Erde von einem Mond (**Abbildung 18**), dessen Oberfläche bisher zwölf Astronauten betreten haben. Der erste von ihnen war Neil Armstrong im Jahr 1969. [2]

Die Oberflächenbeschaffenheit des Mondes steht in einem großen Gegensatz zu jener unserer Erde. Der Mond besteht hauptsächlich aus Silikatgestein, das zwar auch auf der Erde vorzufinden ist, allerdings existieren auf der Mondoberfläche kein Wasser, Eisen oder andere Metalle. Nachdem der Mond im Inneren keinen Metallkern aufweist, besitzt er kein Magnetfeld. Und da seine Oberflächengravitation sehr gering ist, besitzt er ebenso keine Atmosphäre. Seine Oberfläche ist von zahlreichen Kratern (Tarrae) geprägt, die auf Asteroideneinschläge in der Entstehungszeit des Sonnensystems zurückzuführen sind. Etwa 17% der Mondoberfläche machen die dunklen und großen nur mit wenigen Kratern versehenen Ebenen (Maria) aus. Diese entstanden ebenso durch Asteroideneinschläge, wurden dann allerdings mit Lava überflutet. [2]

## IV. MARS

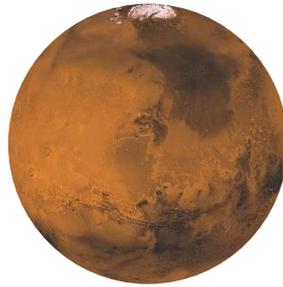


Abbildung 19: Mars

Der erdähnlichste Planet in unserem Sonnensystem, der Mars (**Abbildung 19**), ist kaum von Wolken verdeckt, wodurch mithilfe von Teleskopen von unserer Erde aus ein direkter Blick auf seine Oberfläche möglich ist. Kein anderer Planet in unserem Sonnensystem, ausgenommen die Erde, wurde so intensiv studiert wie der Mars. Aktuell befinden sich sechs Raumfahrzeuge in Mars Umlaufbahn sowie zwei Rover auf der Marsoberfläche. [17]

Mit einer Eigenrotationsdauer von 24 Stunden und 37 Minuten rotiert der Mars annähernd gleich schnell wie die Erde. Außerdem weist er eine ähnliche Achsenneigung auf, wodurch auch er ausgeprägten Jahreszeiten unterworfen ist. Erkennen kann man das an den sich nach den Jahreszeiten ändernden weißen Polkappen. [2]

## AUFBAU

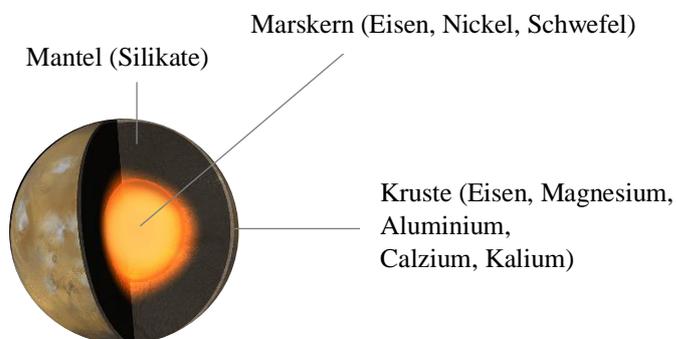


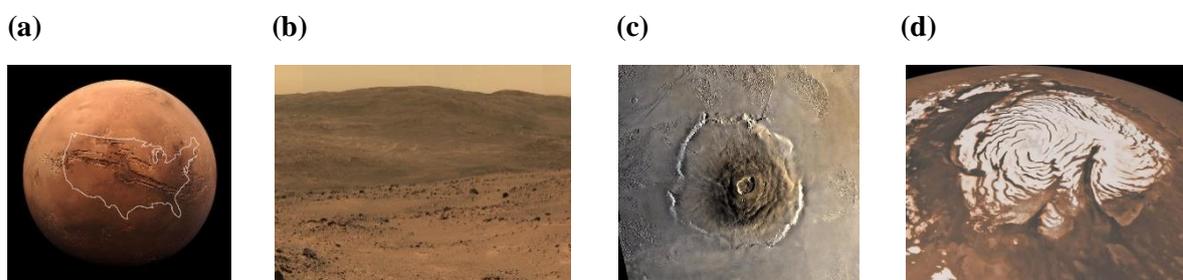
Abbildung 20: Schematische Darstellung des inneren Aufbaus des Mars

In seinem Zentrum besitzt der Mars einen Eisen-Nickel-Schwefel-Kern mit einem Radius von rund 1.500 – 2.100 km. Es wird vermutet, dass der Kern im Gegensatz zum Erdkern vollständig flüssig ist und keinen inneren festen Bereich hat. Dieser ist, wie bei allen anderen terrestrischen Planeten, umgeben von einem Mantel (1.240 – 1.880 km) und einer 10 km – 50 km dicken Kruste aus Eisen, Magnesium, Aluminium, Calcium und Kalium (**Abbildung 20**). [17]

## OBERFLÄCHE & ATMOSPHÄRE

Die Marsoberfläche besteht aus mit Kratern übersäten Hochländern, vulkanischen Ebenen und zahlreichen Canyons wie dem Valles Marineris („Grand Canyon des Mars“ - **Abbildung 21a**). In **Abbildung 21b** ist ein Oberflächenpanorama des Mars abgebildet. Der Mars beherbergt mit dem Olympus Mons (Höhe: ~ 2.500 m, Durchmesser: ~ 500 km) den größten Vulkan im gesamten Sonnensystem (**Abbildung 21c**). [3]

Die Marsatmosphäre ist sehr dünn, besteht aus Kohlendioxid, Stickstoff und Argon, und deren Druck entspricht mit sieben Millibar nur etwa 1% des irdischen Luftdrucks. Wäre auf dem Mars Wasser in flüssiger Form vorhanden, würde der geringe Druck bewirken, dass das Wasser sofort verdampft. In gefrorener Form kommt Wasser an den Polen (**Abbildung 21d**) sowie unter der Oberfläche vor. Detektierte ausgetrocknete Flusszuläufe könnten ein Indiz für einen auf dem Mars stattgefundenen Klimawandel sein. [3]



**Abbildung 21:**

- (a) Canyon Valles Marineris
- (b) Oberflächenpanorama des Mars
- (c) Vulkan Olympus Mons (Höhe: ~ 26.000 m, Durchmesser: ~ 600 km)
- (d) Wassereis an den Polen

Die wärmespeichernde Wirkung der Marsatmosphäre ist aufgrund der Dünne der Atmosphäre gering, wodurch sich wie bei der Venus relativ große Temperaturunterschiede von etwa 100°C zwischen Tag und Nacht ergeben. [3]

Aktuell lässt sich nur ein extrem geringes Magnetfeld nachweisen. Allerdings weisen gewisse Regionen auf dem Mars eine sehr hohe Magnetfeldkonzentration auf, wodurch vermutet wird, dass vor etwa 4 Milliarden Jahren ein deutlich stärkeres Magnetfeld existierte. [2], [17]

## **RAUMSONDEN**

Die erste Raumsonde, die den Mars passierte, war im Jahr 1965 die Mariner 4. Die wichtigste aus den Aufnahmen gewonnene Erkenntnis war, dass die Marsoberfläche karg und öde ist und der Mondoberfläche ähnelt. Mariner 6 und 7 lieferten 1969 etwa 200 neue Fotos. Weitere erfolgreiche Vorbeiflüge gelangen durch Mars 2, 3, 4, und 7. 1976 gelangen mit der Viking 1 und 2 die ersten erfolgreichen Landung auf dem Mars. Zusammen lieferten sie eine große Menge an Daten und mehr als 50.000 Fotos. 1997 landete mit dem Pathfinder erneut eine Sonde auf dem Roten Planeten. Im selben Jahr lieferten Radardaten der Mars Global Surveyor die weitere wichtige Erkenntnis, dass an den Polgebieten umfangreiche Mengen an Wassereis vorhanden sind. Auch in den darauffolgenden Jahren wurden zahlreiche erfolgreiche Missionen durchgeführt (z.B. Vorbeiflüge von Mars Odyssey, Mars Express, Mars Reconnaissance oder Landung von Spirit, Opportunity, Curiosity). Interessant war beispielsweise die Wassereisuntersuchung durch die NASA-Sonde Phoenix. Diese konnte durch Baggerarbeiten mit dem mehr als zwei Meter langen Greifarm unter dem Marsstaub zweifelsfrei Wassereis nachweisen. [17]

# MONDE



**Abbildung 22:** Marsmonde Phobos & Deimos

Zwei kleine Monde, Phobos und Deimos (**Abbildung 22**), umkreisen den Mars. Sie weisen eine zu geringe Masse auf, als dass sie durch die Gravitation eine kugelförmige Form annehmen, weshalb sie kartoffelartig geformt sind. Weil die Bahn des Phobos instabil ist und er sich dadurch dem Mars immer mehr nähert, wird er in den nächsten 50 Millionen Jahren in den Mars stürzen oder vorher aufgrund großer Gezeitenkräfte auseinanderbrechen. Dessen Überreste könnten womöglich zu einem Ringsystem aus Gesteinsbrocken um den Mars resultieren. [2]

## V. JUPITER



Abbildung 23: Jupiter

Der größte Planet unseres Sonnensystems, der Jupiter (**Abbildung 23**), ist zugleich der Planet mit dem kürzesten Tag. Für eine komplette Umdrehung um die eigene Achse benötigt er lediglich etwa 10 Stunden. Durch diese schnelle Eigenrotation ist er mittlerweile merklich abgeplattet. Seiner Größe geschuldet, weist er eine dementsprechend große Masse auf. Er wiegt 2,5-mal so viel als alle anderen Planeten in unserem Sonnensystem zusammen. [2]

### AUFBAU

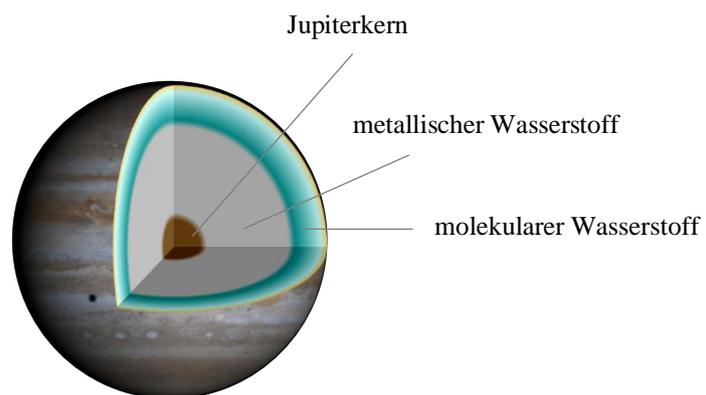


Abbildung 24: Schematische Darstellung des inneren Aufbaus des Jupiters

Mit einem rund 98 %-igem Anteil an molekularem Wasserstoff und Helium in der Hülle, ähnelt die chemische Zusammensetzung des Jupiters die der Sonne. Es wird angenommen, dass der molekulare Wasserstoff in weiterer Tiefe durch den höheren

Druck in eine elektrisch leitfähige Phase übergeht, wodurch metallischer Wasserstoff<sup>5</sup> entsteht. Der Jupiterkern besteht aus Fels und Eis und hat vermutlich etwa die Größe unserer Erde (**Abbildung 24**). [3]

## OBERFLÄCHE & ATMOSPHERE

Im Wesentlichen weist die Jupiteratmosphäre eine ähnliche chemische Zusammensetzung wie die Sonne auf. Sie besteht hauptsächlich aus Wasserstoff, wobei ebenso kleine Mengen an Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserdampf und Schwefelwasserstoff nachgewiesen wurden. In der Troposphäre des Jupiters existieren Wolken unterschiedlicher Zusammensetzung wie z.B. Ammoniak- und Wassereiswolken, die als parallel verlaufende Bänder erkenntlich sind. Ammoniak- und Wassereiswolken sind grundsätzlich weiß, durch Verunreinigungen mit Schwefel, Phosphor etc. verfärben sich diese allerdings, weshalb die Bänder und Wirbelwolken in unterschiedlichen Färbungen erscheinen (rot, orange, braun, gelb, blau – **Abbildung 25a**). [2], [3]

Das auffälligste Merkmal des Jupiters ist das „Rote Auge“ (**Abbildung 25b**). Dabei handelt es sich um einen riesigen Sturm, der schon seit mehreren hundert Jahren ununterbrochen tobt und dessen Ausmaße größer sind als unsere Erde. [18]

Durch das Fließen von Strömen im Inneren des Jupiters wird ein immenses Magnetfeld erzeugt, wodurch an den Polen spektakuläre Polarlichter entstehen (**Abbildung 25c**). [18]



**Abbildung 25:**

- (a) Visualisierung der Jupiterbänder
- (b) Das „Rote Auge“ (24.000 km x 13.000 km)
- (c) Große Polarlichter an Jupiters Polen

<sup>5</sup> Metallischer Wasserstoff = Wasserstoff, der unter einwirken eines extrem hohen Drucks flüssig wird, ionisiert und metallische Eigenschaften (z.B. el. Leitfähigkeit) annimmt

## RAUMSONDEN

Die erste Raumsonde, die den Jupiter passierte, war im Jahr 1973 die Pioneer 10. Sie war zugleich die erste Raumsonde, die den Asteroidengürtel erfolgreich durchreiste. Anschließend folgte 1974 die Pioneer 11 und 1979 die Voyager 1 und 2 die Jupiters Ringsystem, einige neue Monde und vulkanische Aktivitäten auf Ios Oberfläche nachweisen konnten. Interessant ist, dass alle vier dieser Raumsonden noch immer im Weltall unterwegs sind. Pioneer 10 und 11 liefern aufgrund des abgebrochenen Funkkontakts keine Messdaten mehr, Voyager 1 und 2 hingegen schon. Sie befinden sich aktuell im äußeren Bereich der Heliosphäre. An Bord der Pioneer 10 und 11 befindet sich je eine goldene Plakette, die ein Abbild von unserem Sonnensystem, des Wasserstoffatoms sowie eines Menschenpaares enthält. Die Voyager-Sonden enthalten je eine goldene Schallplatte mit diversen Stimmen (Papst, US-Präsident, UNO-Generalsekretär etc.). [3]

1995 erreichte die Raumsonde Galileo den Jupiter und konnte zahlreiche Erkenntnisse zu einigen Jupitermonden liefern. Ebenso konnten die Sonden Cassini, New Horizon und Juno weitere Fotos bzw. Informationen über Jupiters Atmosphäre, Magnetfeld und dessen Aufbau liefern. [18]

## MONDE

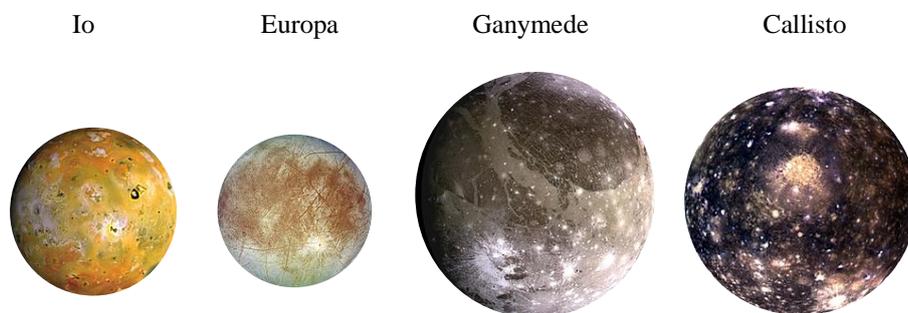
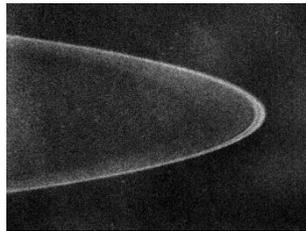


Abbildung 26: Galileische Monde

Aktuell sind 79 Jupitermonde bekannt, 53 davon sind als Monde offiziell bestätigt. Die vier größten Jupitermonde Io, Europa, Ganymede und Callisto (**Abbildung 26**) wurden 1610 von Galileo Galilei entdeckt und weisen einige Besonderheiten auf: Io ist der vermutlich vulkanisch aktivste Körper<sup>6</sup>, Callisto der Jupitermond mit der ältesten Oberfläche und Ganymede der größte Mond in unserem Sonnensystem. Ganymede ist sogar größer als der Merkur. [2], [18]

## RINGSYSTEM

1979 wurde von der Voyager 1 erstmals das aus winzigen schwarzen Staubpartikeln (Ø wenige Mikrometer) bestehende Ringsystem (**Abbildung 27**) fotografiert. Vermutlich entstand das Ringsystem aus Staubpartikeln, die beim Aufschlag von kleinen Meteoriden auf die innersten Jupitermonde freigesetzt wurde. [2]



**Abbildung 27:** Jupiters Ringsystem (Durchmesser: ~ 640.000 km)

---

<sup>6</sup> Vulkanisch aktivste Körper = der Körper mit den meisten Vulkanausbrüchen

## VI. SATURN



Abbildung 28: Saturn

Der von der Sonne aus betrachtet sechste und zweitgrößte Planet in unserem Sonnensystem, der Saturn (**Abbildung 28**), ist der, von allen mit freiem Auge sichtbaren Planeten, am schwächsten Leuchtende. Außerdem ist er mit  $0,7 \text{ g/cm}^3$  der Planet mit der geringsten Dichte. Er würde in einer riesigen mit Wasser gefüllten Badewanne schwimmen. Von den anderen Planeten in unserem Sonnensystem hebt sich der Saturn am deutlichsten durch sein ausgeprägtes Ringsystem hervor. [3]

### AUFBAU

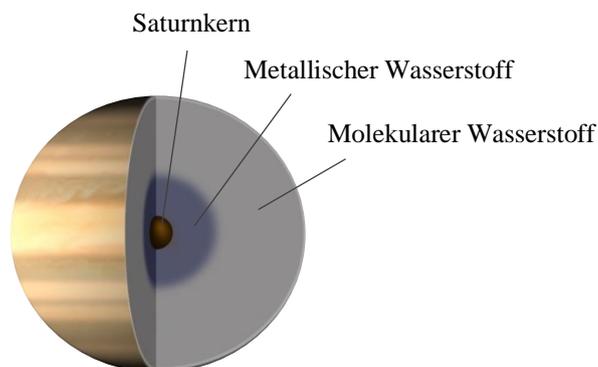


Abbildung 29: Schematische Darstellung des inneren Aufbaus des Saturns

Ähnlich wie beim Jupiter besteht die äußere Schale des Saturns überwiegend aus molekularem Wasserstoff und Helium, jedoch in einer anderen Zusammensetzung: der Wasserstoffanteil ist beim Saturn deutlich höher. Zum Kern hin steigt der Druck, wodurch man auch hier annimmt, dass der Wasserstoff metallisch wird. Unterhalb des metallischen Wasserstoffs befindet sich ein dichter Gesteinskern (**Abbildung 29**). [19]

## **OBERFLÄCHE & ATMOSPHERE**

Als Gasriese hat der Saturn keine feste Oberfläche. Die hellen und dunklen Streifen in seiner Atmosphäre sind Wolken. Generell gibt es weniger große Stürme als auf dem Jupiter, allerdings ist auf dem Saturn das Auftreten dieser Stürme jahreszeitlich bedingt. Man kann die Stürme etwa alle 30 Jahre als Ausbruch von Flecken in der Äquatorgegend beobachten. In der gelblich-braunen Wolkendecke kommen überwiegend gefrorene Ammoniakkrystalle vor. [2]

## **RAUMSONDEN**

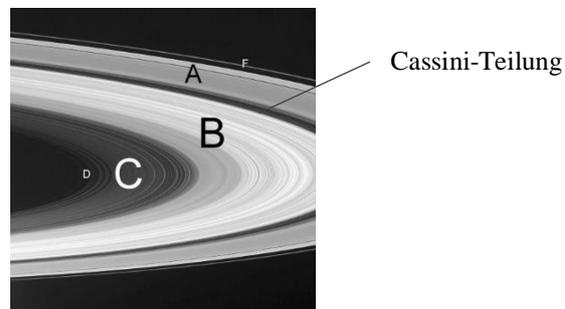
Bisher wurden vier erfolgreiche Saturnmissionen durchgeführt. Die erste Raumsonde, die den Saturn passierte, war 1979 die Pioneer 11. 1980 und 1981 folgten die Voyager 1 und 2, sowie 2004 die Cassini. [19]

## **MONDE**

Aktuell sind 82 Saturnmonde bekannt, wobei 29 noch auf eine offizielle Bestätigung warten [19]. Der größte dieser Monde ist der Titan, der mit einem Durchmesser von 5150 km zudem der zweitgrößte Mond unseres Sonnensystems ist. Japetus und Rhea sind nach dem Titan die größten Saturnmonde. [2]

# RINGSYSTEM

Bereits mit einem kleinen Teleskop ist das aus Zentimetern bis Meter großen Eispartikeln bestehende Ringsystem, das in der Äquatorebene um den Saturn kreist, erkenntlich. Das Ringsystem besteht aus einer Vielzahl von Ringen, die alle unterschiedlich schnelle Umlaufzeiten besitzen und aufgrund von gravitativen Wechselwirkungen und Resonanzphänomenen mit Saturns zahlreichen Monden Lücken aufweisen (**Abbildung 30**). Der A-Ring, B-Ring und C-Ring sind die markantesten Ringe, wobei man die Teilung zwischen dem A- und B-Ring als Cassini-Teilung bezeichnet. [3], [19].



**Abbildung 30:** Saturns Ringsystem

## VII. URANUS



Abbildung 31: Uranus

Am 13. März 1781 entdeckte Wilhelm Herschel den Uranus (**Abbildung 31**) mit einem selbstgebautes 6-Zoll-Spiegelteleskop. Damit war der Uranus der erste Planet, der mit einem Teleskop detektiert wurde. Tatsächlich kann man ihn aber unter günstigen Bedingungen auch mit freiem Auge erkennen. Charakteristisch für den Uranus ist einerseits seine stark geneigte Rotationsachse mit einer Neigung von rund  $98^\circ$ , wodurch er um die Sonne zu rollen scheint und andererseits rotiert er retrograd, also in entgegengesetzter Richtung zur Bewegung um die Sonne. [3]

### AUFBAU

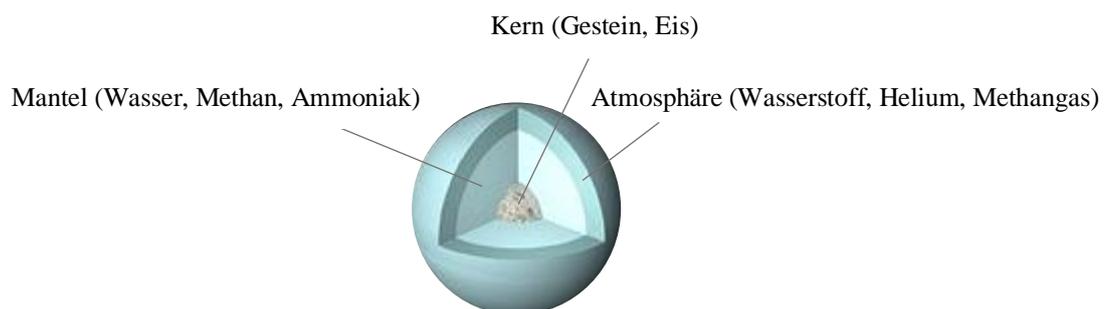


Abbildung 32: Schematische Darstellung des inneren Aufbaus des Uranus

Unter seiner Wasserstoff-Methan-Hülle befindet sich der Mantel, der aus einem Eismisch aus Wasser, Methan und Ammoniak besteht und der den Großteil der Uranusmasse (mind. 80%) einnimmt. Im Inneren wird ein kleiner Gesteinskern vermutet (**Abbildung 32**). [20]

## **OBERFLÄCHE & ATMOSPHERE**

Die Hauptbestandteile der Uranus-Atmosphäre sind molekularer Wasserstoff, Helium und Methan. Zudem werden Spuren von Wassereis und Ammoniak vermutet. Das Methangas ist verantwortlich für die blaue Erscheinung des Uranus, da dieses den rötlichen Anteil des Sonnenlichts absorbiert. [20]

## **RAUMSONDEN**

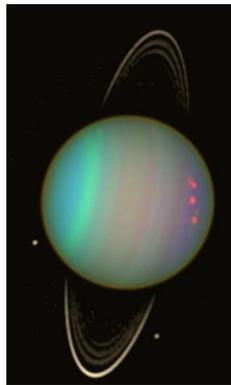
Bisher gab es nur eine einzige Uranusmission. Nach neun Jahren Flugzeit erreichte 1986 die Voyager 2 den Planeten. Die minimalste Entfernung zwischen der Raumsonde und dem Planeten betrug etwa 81.500 km. Die Voyager 2 lieferte wichtige Daten über den Uranus selbst, seine Ringe und Monde, seine Atmosphäre und sein Magnetfeld. So entdeckte diese zehn bis dahin unbekannte Uranusmonde und zwei neue Ringe [20]. Bilder der Voyager 2 zeigen kaum Oberflächendetails (z.B. Wolkenbänder oder Stürme), wie man sie beispielsweise von Jupiter oder Saturn kennt. Anstelle von  $\text{NH}_3$ -Wolken stellte man  $\text{CH}_4$ -Wolken fest und führte die stabile Atmosphäre auf eine fehlende innere Wärmequelle zurück. Mithilfe moderner Großteleskopen wie dem Keck-Teleskop, lässt sich der Uranus auch von der Erde aus beobachten. Dabei stellte man langlebige und große Stürme in der Atmosphäre des Uranus fest. [2]

## **MONDE**

Aktuell sind 27 Uranusmonde bekannt, wobei die Namensgebung nicht wie bei den meisten anderen Monden nach griechischen oder römischen Göttern erfolgte, sondern nach Personen aus Stücken von William Shakespeare bzw. Alexander Pope. [20]

# RINGSYSTEM

Im Jahr 1977 wurde das Ringsystem des Uranus (**Abbildung 33**) mehr oder weniger durch Zufall entdeckt: Bei der Beobachtung der Bedeckung eines Sterns durch den Uranus stellte man kurz vor und nach der Bedeckung wiederholt Lichtabschwächungen fest. Diese Abschwächungen führte man auf ein Ringsystem mit größeren und kleineren Partikeln ( $\emptyset$  einige Zentimeter bis Meter) zurück. [2]



**Abbildung 33:** Uranus Ringsystem

## VIII. NEPTUN

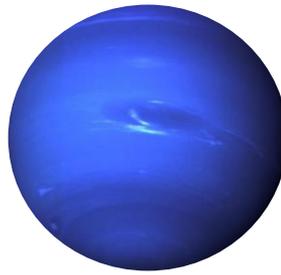


Abbildung 34: Neptun

Der 1846 von Johann Galle entdeckte Planet Neptun (**Abbildung 34**) ist der einzige Planet in unserem Sonnensystem, der nicht mit freiem Auge beobachtbar ist. [21] Aus einer Bewegungsanalyse des Uranus stellte man fest, dass Uranus Bahn durch einen bis dahin unbekanntem Planeten (dem Neptun) gestört wird. Mithilfe mathematischer Berechnungen konnte schließlich Neptuns Position vorhergesagt werden. Wie der Uranus gehört der Neptun zu den sogenannten Eisriesen. [3]

### AUFBAU

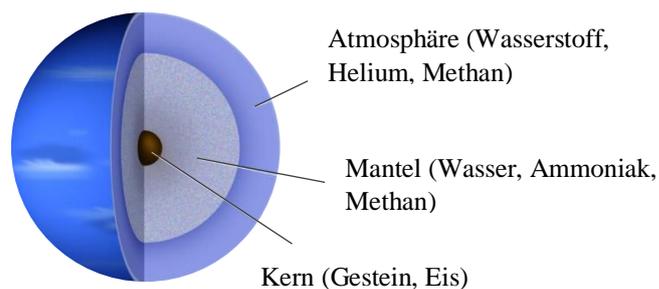


Abbildung 35: Schematische Darstellung des inneren Aufbaus des Neptun

Es wird angenommen, dass sich im Inneren des Neptun ein fester Kern (bestehend aus Gestein und Eis) befindet, der von einem Mantel (bestehend aus einer Mischung von Wasser, Ammoniak und Methan) umgeben ist (**Abbildung 35**). [21]

## **OBERFLÄCHE & ATMOSPHERE**

Die Atmosphäre des Neptun besteht aus Wasserstoff, Helium und Methan. Seine blaue Farbe kommt wie bei beim Uranus durch das Methan zustande. Einziger Unterschied ist, dass Neptuns Blau deutlich kräftiger erscheint, weshalb man einen weiteren noch unbekanntem Bestandteil in der Neptunatmosphäre vermutet.

## **RAUMSONDEN**

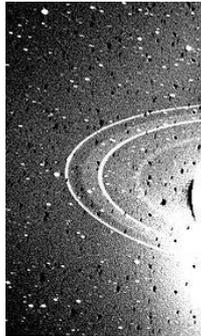
Aufgrund Neptuns großer Entfernung von unserer Erde; im günstigsten Fall mehr als vier Milliarden Kilometer; gestaltet sich eine Neptunmission äußerst schwierig, weshalb bisher nur eine Raumsonde (Voyager 2) den Neptun besuchte. Die Voyager 2 benötigte 12 Jahre, um den Neptun zu erreichen. Für den Start einer Raumsonde zum Neptun muss der ideale Zeitpunkt gewählt werden, denn dieser ist nur dann sinnvoll, wenn Erde und Neptun den geringstmöglichen Abstand zueinander haben. Andernfalls würde man mehr Treibstoff benötigen, wodurch die Sonde nochmals schwerer werden würde und damit die Mission unter anderem teurer. [21]

## **MONDE**

Insgesamt sind 14 Neptunmonde bekannt. Lediglich 17 Tage nach Neptuns Entdeckung wurde der erste und auch größte Mond, Triton, gesichtet. Anders als die meisten Monde umläuft Triton den Neptun retrograd, d.h. entgegen Neptuns Rotationsrichtung. [21]

# RINGSYSTEM

Ebenso wie der Uranus besitzt auch der Neptun ein Ringsystem (**Abbildung 36**). Es ist besteht aus mehreren ausgeprägten Ringen und ist sehr dunkel. [21]



**Abbildung 36:** Neptuns Ringsystem (von der Voyager 2)

## **2.2. SCHÜLERPERSPEKTIVE**

SchülerInnen haben bedingt durch Alltagserfahrungen (einschließlich Fernsehsendungen, Bücher etc.) und aus früherem Unterricht Vorstellungen und Denkweisen zu physikalischen Begriffen und Phänomenen, die oft in deutlichem Widerspruch zu den zu lernenden physikalischen Konzepten stehen. Das gilt nicht nur für physikalische Fakten und Theorien, sondern auch für die Art, wie in der Physik Erkenntnisse gewonnen oder physikalische Theorien weiterentwickelt werden (Nature of Science). Solche Schülervorstellungen beeinflussen die Verarbeitung neuer Informationen, wodurch sich Lernschwierigkeiten ergeben können. Bei der didaktischen Rekonstruktion verlangt der Bereich der Schülerperspektive die Analyse von Schülervorstellungen und damit verbundener Verständnishürden. [23]

### **a) SCHÜLERVORSTELLUNGEN**

In den folgenden Punkten werden einige Schülervorstellungen aus dem Bereich der Astronomie, auch speziell bezogen auf unser Sonnensystem, erörtert. Allgemein lässt sich sagen, dass zu diesem Themenbereich viele verschiedene Schülervorstellungen existierten, da Astronomie einerseits ein Thema ist, das in der Schule eher vage behandelt wird und uns andererseits im Alltag jede Menge Quellen wie Bilder in diversen Medien, Fehlkonzepte in Filmen, sprachliche Ungenauigkeiten etc. begegnen, die solche Schülervorstellungen begünstigen bzw. unterstützen. [22]

#### **I. GALAXIE VS. SONNENSYSTEM**

Vielen SchülerInnen ist der Unterschied zwischen einer Galaxie und einem Sonnensystem nicht klar. So sind einige der Lernenden der Überzeugung, dass entweder die Sonne kein Stern ist bzw., dass in unserem Sonnensystem neben der Sonne weitere Sterne existieren. [22] Außerdem können einige Jugendliche neben Sternen, Planeten und Monde keine weiteren Himmelskörper nennen. [25]

## **II. PLANETENBAHNEN**

Oft werden die Sonnumlaufbahnen der Planeten stark elliptisch dargestellt. Tatsächlich ist die Exzentrizität<sup>7</sup> sehr gering, weshalb sich die Umlaufbahn der Erde um die Sonne in sehr guter Näherung als Kreisbahn auffassen lässt. Problematisch ist die stark elliptische Darstellung deshalb, weil viele SchülerInnen daraus ableiten, dass die unterschiedlichen Abstände der Erde zur Sonne bei einem Umlauf für die Jahreszeiten verantwortlich sind. Ausschlaggebend dafür ist jedoch die Neigung der Erdachse zur Sonne auf der Umlaufbahn um diese. [22]

## **III. SCHWERKRAFT**

Einige SchülerInnen sind davon überzeugt, dass die Schwerkraft lediglich in Erdoberflächennähe wirkt und außerhalb der Erdatmosphäre Schwerelosigkeit herrscht [22]. Den Grund für die Schwerkraft sehen viele der Jugendlichen in der Atmosphäre. Viele Lernende sind zudem der Überzeugung, dass die Erdanziehungskraft eine Folge des Magnetismus sei und die Erde ein großer Magnet sei, der alles an sich zieht. Der Mond hätte laut Aussagen vieler SchülerInnen keine eigene Anziehungskraft. Auch hier sehen viele SchülerInnen den Grund in der fehlenden Atmosphäre. [26] Außerdem wird teilweise gemutmaßt, dass AstronautInnen bereits andere Planeten bereist haben. [22]

## **IV. URKNALL UND UNSER SONNENSYSTEM**

Da vielen SchülerInnen alternative Erklärungsansätze fehlen, gehen sie davon aus, dass unser Sonnensystem (und alles was in unserem Universum existiert) mit dem Urknall entstanden ist. [22]

---

<sup>7</sup> Exzentrizität = ein Maß für die Abweichung einer Ellipse von der Kreisform. Für einen Kreis ist die Exzentrizität null und je stärker die Ellipse von einer Kreisbahn abweicht, desto größer ist die Exzentrizität.

## **V. STERNE**

Gewisse SchülerInnen sind der Überzeugung, dass Sterne brennende Gasbälle sind und leuchten, weil die Sterne selbst oder ihre Oberfläche Gase verbrennen. Sie wissen also nicht, dass die Kernfusion diejenige Energiequelle ist, die die Sterne zum Leuchten bringt. Zudem glauben sehr viele der SchülerInnen, dass weiße Sterne die heißesten sind und nicht blaue. [22]

## **VI. PLANETEN UND MONDE LEUCHTEN**

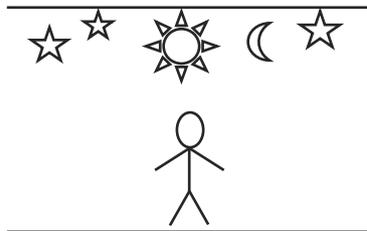
Eine weitere und häufig vertretene Schülervorstellung ist die, dass Planeten und Monde leuchten. Planeten und Monde sind jedoch nur beleuchtete Körper, die das Sonnenlicht streuen, sie leuchten aber nicht selbst [22]. Weitere Annahmen von Jugendlichen sind, dass Planeten abgekühlte Sterne sind und dass die Sonne (und teilweise der Mond) nur deswegen existiert, weil wir auf der Erde diese als Wärme- bzw. Lichtquelle für uns Menschen benötigen. [24], [25]

## **VII. ERDE IM WELTALL**

Bezogen auf die Gestalt und die Anziehungskraft der Erde sind bei den SchülerInnen fünf Modellvorstellungen vertreten, die nachfolgend etwas näher erläutert werden. Diese fünf Vorstellungstypen basieren auf einer deutschen Studie von Cornelia Sommer für welche 79 SchülerInnen aus 2. 3. und 4. Grundschulklassen in Form von teilstrukturierten Interviews befragt wurden. Das Ziel dieser Studie war herauszufinden welche Schülervorstellungen Grundschüler zur Gestalt (Form) und Anziehungskraft (Gravitation) der Erde haben. Die Vorstellungen wurden aus Demonstrationen an Styropormodellen, Zeichnungen und mündlichen Erläuterungen abgeleitet. [27]

- **MODELL 1**

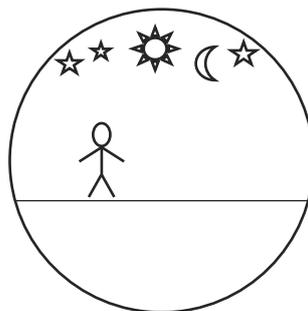
Die Erde ist eine flache Scheibe (unten) über der sich parallel dazu der Himmel mit der Sonne, den Sternen und dem Mond befindet (oben) (**Abbildung 37**). [27]



**Abbildung 37:** Modell 1 der Schülervorstellungen zur Gestalt der Erde im Weltall

- **MODELL 2**

In einer hohlen oder abgeplatteten Kugel, der Erde, leben die Menschen auf einer Ebene in der unteren Halbkugel. Der Himmel mit der Sonne, den Sternen und dem Mond befindet sich in der oberen Halbkugel. Der Weltraum umgibt laut einigen SchülerInnen die Kugel (**Abbildung 38**). [27]

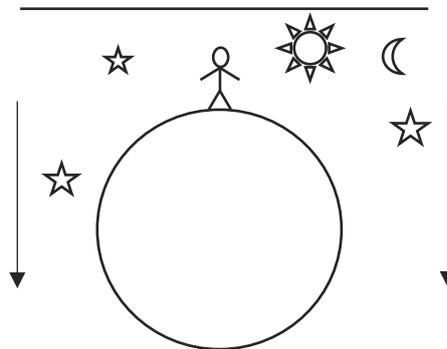


**Abbildung 38:** Modell 2 der Schülervorstellungen zur Gestalt der Erde im Weltall

- **MODELL 3**

Die Erde ist eine Kugel, auf deren oberen Teil die Menschen leben. Der Himmel ist entweder eine flache Scheibe über der Erde - dann ist das Weltall der die Erde in weiter Entfernung umgebende Raum, der an den Himmel angrenzt - oder der

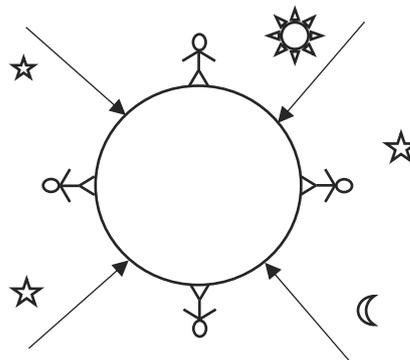
Himmel und das Weltall umgeben die gesamte Erde. Gegenstände fallen vom Betrachter definierten oben zum definierten unten (**Abbildung 39**). [27]



**Abbildung 39:** Modell 3 der Schülervorstellungen zur Gestalt der Erde im Weltall

- **MODELL 4**

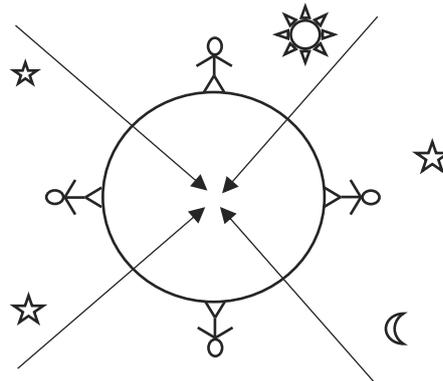
Dieses Modell (**Abbildung 40**) ist ähnlich zu Modell drei (**Abbildung 39**), nur leben bei dieser Vorstellung die Menschen überall auf der Erdkugel wobei die Erde von einem Himmel umgeben ist, der wiederum von einem Weltall umgeben ist. Von jedem Punkt aus fallen die Gegenstände in Richtung Erdoberfläche. [27]



**Abbildung 40:** Modell 4 der Schülervorstellung zur Gestalt der Erde im Weltall

## • MODELL 5

Das fünfte Modell (**Abbildung 41**) unterscheidet sich von Modell vier (**Abbildung 40**) lediglich in dem Aspekt, dass die Lernenden bei diesem Modell wissen, dass die Gegenstände nicht ohne Grund zur Erdoberfläche fallen, sondern von dem Erdinneren angezogen werden. [27]



**Abbildung 41:** Modell 5 der Schülervorstellungen zur Gestalt der Erde im Weltall

Sommers Studie kommt zu der Erkenntnis, dass die Modellvorstellungen 1 und 3 bei den SchülerInnen nur sehr selten vertreten sind und die deutliche Mehrheit an Modell 4 festhält. [27]

## VIII. WELTBILDER

Auch zur Struktur unseres Sonnensystems herrschen unterschiedliche Schülervorstellungen die nachfolgend vorgestellt werden. Diese Vorstellungen basieren auf einer in England an 31 9- bis 11-jährigen SchülerInnen durchgeführten quasi-experimentellen Studie. Mithilfe von multimodalen Interviews wurde identifiziert, wie sich SchülerInnen unser Sonnensystem vorstellen und wie sich diese Vorstellungen nach einem 10-wöchigem Astronomie-Unterricht verändert haben. [28]

Zum Zeitpunkt der Befragung galt der Pluto noch als Planet. Nachdem es für die Struktur des Sonnensystems allerdings nicht wirklich ausschlaggebend ist, ob dieses acht oder neun Planeten beinhaltet, beziehe ich mich nachfolgend auf acht Planeten.

- **HELIOZENTRISCHES WELTBILD**

Alle acht Planeten kreisen in geordneter Reihenfolge und in ellipsenförmigen Bahnen um die Sonne. [28]

- **SPIRALFÖRMIGES WELTBILD**

Alle acht Planeten sind in geordneter Reihenfolge in einer spiralförmigen Bahn um die Sonne positioniert. [28]

- **SONNENZENTRIERTES WELTBILD**

Alle acht Planeten bewegen sich auf einer gemeinsamen Bahn um die Sonne. [28]

- **GEOZENTRISCHES WELTBILD**

Die Erde steht im Zentrum des Sonnensystems und wird von den anderen sieben Planeten und der Sonne in konzentrischen Bahnen umkreist. [28]

- **ERDZENTRIERTES WELTBILD**

Die Erde steht im Zentrum des Sonnensystems und wird von den anderen sieben Planeten und der Sonne auf einer gemeinsamen Bahn umkreist. [28]

- **WILLKÜRLICHES WELTBILD**

Das Sonnensystem enthält die Sonne und bis zu acht Planeten, die alle willkürlich angeordnet sind und kein Zentrum haben. [28]

- **ERDE-SONNE-MOND-WELTBILD**

Das Sonnensystem beinhaltet nur die drei Objekte Sonne, Erde und Mond. Die gängigsten Vorstellungen dabei sind, dass die Erde die Sonne oder den Mond umkreist oder, dass alle drei Himmelskörper eine feste Position aufweisen. [28]

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die meisten SchülerInnen das Heliozentrische Weltbild vertreten. An zweiter Stelle kommt das Willkürliche Weltbild.

Nachdem die Plakate von den SchülerInnen in den meisten Fällen nur ein einziges Mal betrachtet werden, ist es schwierig Konzeptwechselstrategien umzusetzen, da sich diese aus einem Ablauf vieler verschiedener Lehr- und Lernsequenzen zusammensetzen. Der Fall, dass eine einzige richtige Erklärung des physikalischen Konzepts verbunden mit einer Widerlegung der Schülervorstellung zu einer korrekten physikalischen Auffassung führt, tritt in der Regel nicht ein, schon gar nicht dauerhaft. Schülervorstellungen können also nicht ausgelöscht werden. [23] Wie genau ich bei der Postergestaltung aber trotzdem versucht habe, lehrbedingte Lernschwierigkeiten, also solche die durch unangemessene fachliche Darstellungen oder mangelnder fachdidaktischer Überlegungen entstehen, zu minimieren, wird in Abschnitt 2.3. näher erläutert.

## **b) SCHÜLERINTERESSEN**

Wichtige Ziele naturwissenschaftlicher Grundbildung können nur dann erreicht werden, wenn seitens der Lernenden Interesse zu einem Thema besteht und die Bereitschaft vorhanden ist, sich intensiver damit auseinanderzusetzen. [35]

Dass Astronomie ein Themengebiet ist, für das auf Seiten der SchülerInnen bereits ein großes Interesse herrscht, zeigen entsprechende Studien wie die ROSE-Erhebung [30]. Im Zuge dieser Studie wurde anhand eines Fragebogens mit 250 geschlossenen Items (4-stufige Likert-Skala) und einer offenen Frage von 2004 bis 2005 erforscht, an welchen naturwissenschaftlichen Inhalten und Kontexten Jugendliche Interesse zeigen und ob sich Unterschiede im Interesse von Mädchen und Jungen erkennen lassen. An der Zufallsstichprobe waren 52 Schulen unterschiedlicher Schultypen mit insgesamt 1247 SchülerInnen aus Österreich und Deutschland beteiligt. Die SchülerInnen befanden sich am Ende der Sekundarstufe 1. Die Auswertung erfolgte mittels einer Faktorenanalyse und Geschlechterunterschiede wurden statistisch mithilfe von T-Tests analysiert. [31]

Die Forschungsergebnisse dieser Studie zeigen, dass sowohl bei Mädchen als auch bei Jungen im Durchschnitt im Vergleich zu den anderen Inhalten (Botanik, Chemie, Physik, Zoologie und Humanbiologie) ein hohes Interesse für die Inhalte der Astrophysik, des Universums bzw. der Raumfahrt vorhanden sind. [31]

Dass von Mädchen sowie Jungen bereits ein vergleichsweise hohes Interesse vorhanden ist, ist eine gute Voraussetzung, um mit den Postern daran anzuknüpfen. Diese sollen neben dem Bereitstellen fachlicher Informationen nachhaltig das Interesse der Zielgruppe ansprechen, fördern und verstärken, um im Idealfall eine intrinsische Motivation zu gewissen Themen der Astronomie hervorzurufen. Deshalb versuchte ich spannende und interessante Fakten zu den Planeten unseres Sonnensystems zu finden und diese in Form von „Wusstest du, dass...“-Boxen zusätzlich zu den Basisinformationen zu präsentieren.

## **2.3. DIDAKTISCHE STRUKTURIERUNG**

Die fachlichen Informationen aus Abschnitt **2.1.** müssen adressatengerecht vermittelt werden, wozu es unabdingbar ist eine angemessene Sprache und den Einsatz von Illustrationen auf die Aufnahmekapazität und Kommunikationsgewohnheiten der SchülerInnen abzustimmen. Dabei spielt die wechselseitige Verbindung der fachlichen Konzepte und der Schülerperspektiven eine zentrale Rolle. [22]

Einige Quellen, die lehrbedingte Lernschwierigkeiten verstärken sind nachfolgend aufgelistet [23]:

- Vereinfachungen bzw. gewisse fachliche Inhalte oder Konzepte ohne weitere Erläuterung voranzusetzen
- Mangelhaftes Betonen von Schlüsselideen oder -phänomenen
- Ungeeignete Auswahl von Ankerbegriffen oder Analogien
- Fachliche Fehler
- Beschränkung auf idealisierte Fälle

Damit durch Informationsangebote mit solchen Problempunkten Schülervorstellungen nicht noch weiter verfestigt werden, achtete ich bei der Formulierung der Fachtexte für die Poster darauf, nicht zu weit zu vereinfachen, fachliche Fehler und inkonsistente Formulierungen zu vermeiden, Schlüsselideen und -phänomene anzusprechen und auf mögliche Selbstverständlichkeiten genauer einzugehen. Aufgrund des sehr beschränkten Platzes durch das Format der Poster gelang mir das allerdings nicht zweifelsfrei, weshalb auch bei der Führung eine adressatengerechte und fachlich stimmige Sprachverwendung von Relevanz ist. Basierend auf den Schülervorstellungen von Abschnitt **2.2.a** erscheinen mir dabei folgende Punkte als besonders wichtig:

- Erläutern, dass sehr viele Raumsonden und Rover im Weltall/auf den Planeten unterwegs sind, dass dabei allerdings keine AstronautInnen an Board sind. Das soll der Schülervorstellung, dass AstronautInnen bereits andere Planeten bereist hätten, vorbeugen.
- Um der Schülervorstellung „der Mond hätte keine eigene Anziehungskraft“ entgegenzuwirken, soll besonders der Wechselwirkungsaspekt zwischen zwei oder mehreren Körpern im Universum erläutert werden.
- Die Entstehung der Jahreszeiten wird fälschlicherweise häufig auf die elliptische Umlaufbahn der Erde um die Sonne zurückgeführt, weshalb klargestellt werden soll, dass die Jahreszeiten durch die Neigung der Erdachse entstehen. Außerdem ist zu betonen, dass die Ellipsen oft zu stark elliptisch dargestellt werden.
- Begriffe wie Planet, Mond, Stern, Meteoroid, Meteor und Meteorit sollen definiert bzw. genauer erläutert werden, um zwischen den Begriffen korrekt differenzieren zu können.

Im Zuge der didaktischen Strukturierung formulierte ich alle Texte, die später dann auf den Postern zu lesen sind, auf Basis der oben genannten Richtlinien

## **3. POSTERGESTALTUNG**

Neben Vorträgen und Artikeln sind Poster eine wichtige Form der Wissensvermittlung. Auf wissenschaftlichen Konferenzen dienen Poster der Veröffentlichung und Präsentation von Forschungsergebnissen, aber auch zum Austausch und der Diskussion darüber. Analog dazu sollen die Poster am Observatorium Lustbühel ebenso Fachwissen vermitteln und zu einem Gespräch über den Inhalt anregen. Generell sollen bei Postern, die im Zuge einer Präsentation vorgestellt werden, wie es bei der Führung durch den Planetenpfad der Fall ist, die interessantesten und zentralsten Inhalte möglichst kurz und prägnant dargestellt werden, um die Aufmerksamkeit der Besucher zu erwecken und zu Diskussionen anzuregen. [34]

### **3.1. GRUNDLAGEN DER GESTALTUNG**

Um das Fachwissen in Form von Text und Abbildungen effizient zu präsentieren, spielt für die Erstellung der Poster neben der Formulierung der fachlichen Inhalte auch die Ebene der Gestaltung und des Designs eine zentrale Rolle. [29]

Nachfolgend erläutere ich diejenigen berücksichtigten gestaltungrelevanten Aspekte (Format, Layout, Textgestaltung, Farbwahl, Abbildungen), die für eine gelungene Gestaltung von wissenschaftlichen Postern essenziell sind. Außerdem gehe ich darauf ein, wie ich die jeweiligen Aspekte umgesetzt habe.

#### **a) FORMAT**

- **AUSRICHTUNG**

Poster können entweder im Hochformat oder im Querformat ausgerichtet werden. Das Hochformat hat den Vorteil, dass es sich ähnlich wie eine Zeitungsseite aufbauen und lesen lässt und damit an unsere alltägliche Lesegewohnheit angepasst ist. Dagegen bietet das Querformat durch Unterteilungen in mehrere Spalten die vielfältigeren Möglichkeiten in der Gestaltung. [34]

Nachdem am Observatorium Lustbühel bereits Bilderrahmen für die verschiedenen Poster vorhanden sind, hielt ich mich bei der Wahl der Ausrichtung an diese Vorgaben. Die Bilderrahmen sind allesamt im Hochformat angebracht sind, wodurch die Poster ebenso im Hochformat ausgerichtet sind.

- **GRÖSSE**

Ein weiteres ausschlaggebendes Merkmal für die Wahrnehmung eines Posters ist die Größe bzw. die Proportion des Posters. Es gibt bereits standardisierte Werte für Papierformate, die vom Deutschen Institut für Normierung festgelegt wurden und sich für Poster gut eignen. Solche üblichen Poster-Formate sind DIN A0, DIN A1, DIN A2 und DIN A3. Das Verhältnis zwischen Breite und Höhe ist bei all diesen Formaten ident und beträgt  $1:\sqrt{2}$ .

In folgender Tabelle (**TABELLE 2**) sind die Größen für Breite und Höhe für oben genannte DIN-Formate dargestellt. [29]

**TABELLE 2:** DIN-Formate mit den zugehörigen Größen

<b>DIN – FORMAT</b>	<b>GRÖSSE [MM]</b>
DIN A0	841 x 1189
DIN A1	594 x 841
DIN A2	420 x 594
DIN A3	297 x 420

In **TABELLE 3** sind die durch die am Observatorium vorhandenen Bilderrahmen bereits festgelegten Formate für die jeweiligen Planeten dargestellt:

**TABELLE 3:** Am Observatorium Lustbühel vorgegebene Formate

<b>PLANET</b>	<b>DIN-FORMAT</b>
Merkur	DIN A3
Venus	DIN A2
Erde	DIN A2
Mars	DIN A2
Jupiter	DIN A1
Saturn	DIN A1
Uranus	DIN A1
Neptun	DIN A1

## **b) LAYOUT**

Um die fachlichen Inhalte in eine sinnvolle Form zu bringen, eignet es sich das Poster aus einzelnen Elementen (Textfelder, Infoboxen, Abbildungen etc.) aufzubauen und diese an einem Raster auszurichten. Diese Strukturierung dient einerseits einer systematischen und logischen Organisation und Gewichtung der Elemente und andererseits schafft es Ruhe und Übersichtlichkeit. [29], [34]

Die einzelnen Elemente, aus denen meine Poster bestehen, sind folgende:

- **Textfelder:** Planetenname, Charakteristisches Merkmal, Fließtext
- **Infoboxen:** Steckbrief mit den wichtigsten Daten der Planeten, „Wusstest du, dass...“-Box

- **Abbildungen:** Farbige Planetenbilder, Detailbilder der Planeten

Weitere wichtige Aspekte, die ich bei der Postergestaltung miteinbezog, sind nachfolgend aufgelistet.

- **SPALTEN**

Im Hochformat ist ein zwei- oder dreispaltiges Layout sinnvoll. [34] Nachdem die vorgegebenen Posterformate im Bereich DIN A1 bis DIN A3 sind und dementsprechend kleiner als das typische Format DIN A0, entschied ich mich für ein zweispaltiges Layout.

- **SEKTIONEN**

Die einzelnen Spalten werden wiederum in Sektionen unterteilt, die die einzelnen Elemente (Textfelder, Infoboxen, Abbildungen etc.) enthalten. [34]

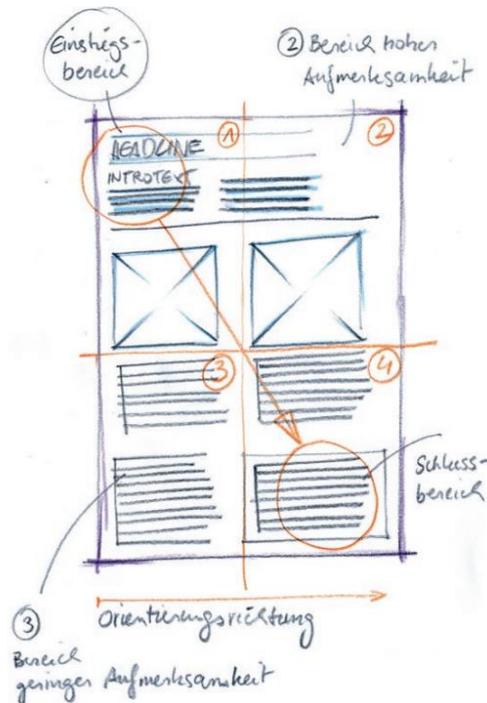
- **„WEISSE FLÄCHEN“**

Wichtig bei der Anordnung der Posterelemente sind „weiße Flächen“ (mind. 30%). Bei „weißen Flächen“ handelt es sich um Abstände zwischen einzelnen Elementen, die in der Farbe der Hintergrundfarbe eingefärbt sind. Ausreichende Abstände zwischen einzelnen Textfeldern und Abbildungen erzeugen mehr Ruhe und können einzelne Elemente besser hervorheben. [34]

- **ANORDNUNG & LESEFLUSS**

Meistens sind Poster grob in drei Ebenen unterteilt: In einen Titel, der das zentrale Bildelement darstellt und einem beim Betrachten des Posters zuerst ins Auge fallen soll (Einstiegsbereich), in relevante Informationen, die einem beim Nähertreten ins Blickfeld geraten sollen (Bereich hoher Aufmerksamkeit) und in Zusatzinformationen, die erst dann gelesen werden, wenn das Interesse des Betrachters gewonnen wurde (Bereich geringer Aufmerksamkeit). [29]

Der natürliche Lesefluss verläuft bei uns von oben links nach unten rechts, wodurch es sinnvoll ist, sich bei der Anordnung der Elemente daran zu orientieren. [34] **Abbildung 42** stellt ein mögliches Anordnungsprinzip dar, das den natürlichen Lesefluss berücksichtigt. Bei der Erstellung der ersten Entwürfe orientierte ich mich grob an dieser Gliederung.



**Abbildung 42:** Mögliches Anordnungsprinzip nach dem natürlicher Lesefluss

- **TEXTMENGE**

Für die Textmenge gilt die Grundregel, dass weniger mehr ist und Sätze kurz, einfach und prägnant formuliert werden sollen. [29]

Unter Berücksichtigung all dieser Faktoren erstellte ich erste Posterentwürfe, die nachfolgend abgebildet sind (**Abbildung 43**). Der Inhalt ist dabei nicht von Relevanz, es geht hier lediglich um eine grobe Visualisierung der Positionen und Ausmaße der inhaltlichen Elemente. Die Entwürfe erstellte ich mit PowerPoint, wobei ich im ersten Schritt eine Vorlage erstellte (**Entwurf 1**) und diesen Schritt für Schritt abänderte.

## Entwurf 1

# 01 Merkur

## Der Schnellste

Durchmesser: 4.878 km	Umlauf um die Sonne: 88 Tage
Umfang: 15.330 km	Drehung um sich selbst: 59 Tage (0°)
Entfernung: 58 Mill. km	Atmosphäre: keine
Temperatur: -180°C - +430°C	Masse: 0,055 EM

---

**Wusstest du, dass ...**

- es auf dem Merkur Wassereis gibt
- Er keinen Mond hat
- Er einen übergroßen Kern hat
- Er schwerer zu erreichen ist als Neptun
- Er der schnellste Planet ist
- Die Relativitätstheorie seine Bahn erklärte

Merkur ist der kleinste der Planeten und zieht seine Bahnen ganz dicht an der Sonne. Deswegen ist er von der Erde auch sehr schwer zu sehen – das helle Sonnenlicht überstrahlt ihn.

Dreiviertel des Inneren des Planeten werden durch einen flüssigen Eisen-Nickel-Kern ausgefüllt. Dadurch kann der Merkur ein schwaches Magnetfeld erzeugen.

Merkur ist übersät von unzähligen Kratern und wieten Ebenen und sieht bisschen aus wie der Mond. Die Krater stammen von Meteoriten, die vor langer Zeit auf der Oberfläche des Merkur eingeschlagen sind.

## Entwurf 2

# 01 Merkur

## Der Schnellste

Durchmesser: 4.878 km	Umlauf um die Sonne: 88 Tage
Umfang: 15.330 km	Drehung um sich selbst: 59 Tage (0°)
Entfernung: 58 Mill. km	Atmosphäre: keine
Temperatur: -180°C - +430°C	Masse: 0,055 EM

---

**Wusstest du, dass ...**

- es auf dem Merkur Wassereis gibt
- Er keinen Mond hat
- Er einen übergroßen Kern hat
- Er schwerer zu erreichen ist als Neptun
- Er der schnellste Planet ist
- Die Relativitätstheorie seine Bahn erklärte

Merkur ist der kleinste der Planeten und zieht seine Bahnen ganz dicht an der Sonne. Deswegen ist er von der Erde auch sehr schwer zu sehen – das helle Sonnenlicht überstrahlt ihn.

Dreiviertel des Inneren des Planeten werden durch einen flüssigen Eisen-Nickel-Kern ausgefüllt. Dadurch kann der Merkur ein schwaches Magnetfeld erzeugen.

Merkur ist übersät von unzähligen Kratern und wieten Ebenen und sieht bisschen aus wie der Mond. Die Krater stammen von Meteoriten, die vor langer Zeit auf der Oberfläche des Merkur eingeschlagen sind.

## Entwurf 3

# 01 Merkur

## Der Schnellste

Durchmesser: 4.878 km	Umlauf um die Sonne: 88 Tage
Umfang: 15.330 km	Drehung um sich selbst: 59 Tage (0°)
Entfernung: 58 Mill. km	Atmosphäre: keine
Temperatur: -180°C - +430°C	Masse: 0,055 EM

---

**Wusstest du, dass ...**

- es auf dem Merkur Wassereis gibt
- Er keinen Mond hat
- Er einen übergroßen Kern hat
- Er schwerer zu erreichen ist als Neptun
- Er der schnellste Planet ist
- Die Relativitätstheorie seine Bahn erklärte

Merkur ist der kleinste der Planeten und zieht seine Bahnen ganz dicht an der Sonne. Deswegen ist er von der Erde auch sehr schwer zu sehen – das helle Sonnenlicht überstrahlt ihn.

Dreiviertel des Inneren des Planeten werden durch einen flüssigen Eisen-Nickel-Kern ausgefüllt. Dadurch kann der Merkur ein schwaches Magnetfeld erzeugen.

Merkur ist übersät von unzähligen Kratern und wieten Ebenen und sieht bisschen aus wie der Mond. Die Krater stammen von Meteoriten, die vor langer Zeit auf der Oberfläche des Merkur eingeschlagen sind.

## Entwurf 4

# 01 Merkur

Der Schnellste

Durchmesser: 4.878 km	Umlauf um die Sonne: 88 Tage
Umfang: 15.330 km	Drehung um sich selbst: 59 Tage (0°)
Entfernung: 58 Mill. km	Atmosphäre: keine
Temperatur: -180°C - +430°C	Masse: 0,055 EM

---

**Wusstest du, dass ...**

- es auf dem Merkur Wassereis gibt
- Er keinen Mond hat
- Er einen übergroßen Kern hat
- Er schwerer zu erreichen ist als Neptun
- Er der schnellste Planet ist
- Die Relativitätstheorie seine Bahn erklärte

Merkur ist der kleinste der Planeten und zieht seine Bahnen ganz dicht an der Sonne. Deswegen ist er von der Erde auch sehr schwer zu sehen – das helle Sonnenlicht überstrahlt ihn.

Dreiviertel des Inneren des Planeten werden durch einen flüssigen Eisen-Nickel-Kern ausgefüllt. Dadurch kann der Merkur ein schwaches Magnetfeld erzeugen.

Merkur ist übersät von unzähligen Kratern und wieten Ebenen und sieht bisschen aus wie der Mond. Die Krater stammen von Meteoriten, die vor langer Zeit auf der Oberfläche des Merkur eingeschlagen sind.

Abbildung 43: Erste Posterentwürfe

In Absprache mit den WissenschaftlerInnen des Fachbereichs IGAM am Institut für Physik der Karl-Franzens-Universität entschied ich mich an Entwurfsversion Nummer zwei weiterzuarbeiten, wodurch nach Einbindung weiterer gestaltungsrelevanter Gesichtspunkte (Schrift- und Farbwahl, Abbildungen) das finale Musterposter entstand (**Abbildung 44**).

## c) **TEXTGESTALTUNG**

Der wichtigste Aspekt, um Informationen mithilfe eines Posters gut zu transportieren, ist die Lesbarkeit des Textes. Eine schnelle und klare Visualisierung des Textes hängt von der Größe und Form der Schrift, von der Farbe der Schrift und dem Kontrast dieser zur Hintergrundfarbe, von der Laufweite<sup>8</sup>, vom Zeilenabstand und von der Länge bzw. Platzierung des Textes ab. [29]

- **ZEILENABSTAND**

Der Zeilenabstand ist der Abstand zwischen den Grundlinien zweier übereinanderliegender Textzeilen. In PowerPoint kann man ihn genau in pt (pt = „Punkt“) einstellen. Die Zeilenabstände sollen für eine gute Lesbarkeit groß genug sein (etwa 125% der Schriftgröße) und konstant eingehalten werden. [34] Für den Fließtext wählte ich als Zeilenabstand 25 pt.

- **SATZART**

Bei der Formatierung des Fließtextes unterscheidet man den Blocksatz<sup>9</sup> und Flattersatz<sup>10</sup> (linksbündig, zentriert oder rechtsbündig). Beim Blocksatz werden die Wortzwischenräume erweitert, was zu unregelmäßigen Wortabständen zwischen den Zeilen führt. Das kann wiederum den Lesefluss stören. Um dem entgegenzuwirken eignet es sich die automatische Silbentrennung zu aktivieren. [34] Ich entschied mich für den Blocksatz, da dieser einen eher ungestörteren und flüssigeren Lesevorgang bewirkt.

---

<sup>8</sup> Laufweite = der Leerraum zwischen den einzelnen Buchstaben einer Schrift

<sup>9</sup> Blocksatz: Textformatierung bei der alle Zeilen eine gleiche Breite aufweisen

<sup>10</sup> Flattersatz: Textformatierung bei der die Zeilen links und/oder rechts ungleichmäßig auslaufen

Nachfolgend sind die Unterschiede an einem Beispieltext dargestellt:

**Blocksatz:**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

**Flattersatz linksbündig:**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

**Flattersatz zentriert:**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

**Flattersatz rechtsbündig:**

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

- **SCHRIFTARTEN**

Schriften lassen sich in serifenbetonte Schriften (Serif) und serifenlose Schriften (Sans Serif) unterteilen. Den querliegenden Anfangs-, Abschluss-, oder Endstrich eines Schriftzeichens bezeichnet man als Serifen („Füßchen“). Für längere Textabschnitte eignen sich Serifenschriften (z.B. Times New Roman, Garamond, Book Antiqua) für Titel, Überschriften und Beschriftungen serifenlose Schriften (z.B. Futura, Helvetica, Franklin Gothic). [29], [34]

Wichtig ist, so wenige unterschiedliche Schriftarten wie möglich zu verwenden, weil Informationen umso besser vermittelt werden können, je weniger die Schrift vom Inhalt ablenkt. [29]

Da die Poster unter dem Namen der Universität Graz veröffentlicht werden, hielt ich mich bei der Schriftart an das Corporate Identity (CI) der Universität Graz. Alle laut dem CI der Universität Graz erlaubten Schriftarten sind in **TABELLE 4** dargestellt.

**TABELLE 4:** Erlaubte Schriftarten nach dem CI der Universität Graz

<b>SCHRIFTART</b>	<b>HAUPTVERWENDUNG</b>
District Thin	Uni-Graz-Logo, Titelschrift
<b>Bonn Bold</b>	Uni-Graz-Logo, Titelschrift
<b>Century Gothic Bold</b>	Titelschrift
Franklin Gothic	Satzschrift mit verschiedenen Schnitten
Verdana	Satzschrift mit verschiedenen Schnitten

Ich entschied mich dafür, **Century Gothic Bold** als Überschrift (Name des Planeten, Charakteristisches Merkmal, Wusstest du, dass...) und für den Fließtext die Schriftart Franklin Gothic zu verwenden, da diese Kombination am ästhetischsten wirkt.

- **SCHRIFTGRÖSSE**

Poster werden meist aus einer Entfernung von 1 m bis 3 m betrachtet. Je nachdem wie groß die Plakate sind, muss auch die Schriftgröße dementsprechend gewählt werden. [29] Die deutsche Bundesregierung hat eine Tabelle veröffentlicht, die für die jeweiligen Formate gut geeignete Schriftgrößen darstellt (**TABELLE 5**).

**TABELLE 5:** Gut geeignete Schriftgrößen in Abhängigkeit vom Format

<b>FORMAT</b>	<b>HEADLINE</b>	<b>SUBHEADLINE</b>	<b>FLIESSTEXT</b>
DIN A0	153 pt	63 pt	49 pt
DIN A1	109 pt	45 pt	35 pt
DIN A2	78 pt	32 pt	25 pt
DIN A3	54,5 pt	22,5 pt	17,5 pt

## **d) FARBWAHL**

Farben sind ein zentrales Gestaltungselement. Sie wecken Assoziationen und beeinflussen damit unsere Stimmung. Außerdem können durch einen gezielten Einsatz von Farben Elemente gruppiert und strukturiert und bestimmte Inhalte hervorgehoben werden. Grundsätzlich hängt die Wirkung von einzelnen Farben neben persönlicher Vorlieben, Vorerfahrungen und Assoziationen von situativen und kulturellen Kontexten ab. Insofern sind keine allgemeingültigen Empfehlungen möglich. [34]

Farben sollen bei wissenschaftlichen Postern idealerweise zurückhaltend eingesetzt werden. Zwei Farben zzgl. Schwarz reichen, wenn wie bei meinen Plakaten Farbabbildungen verwendet werden. Eine helle Farbe eignet sich für größere Farbflächen (bei mir der Hintergrund) und eine dunklere Farbe für hervorzuhebende Elemente (bei mir der obere und untere Balken sowie die „Wusstest du, dass...“-Box). [34]

Wie bei der Schriftwahl hielt ich mich auch hier an das Corporate Identity der Universität Graz. Laut diesem sind folgende Farben für den Bereich Physik zu verwenden [31]:

- **CMYK:** 76 / 0 / 15 / 30
- **RGB:** 43 / 126 / 130
- **WEB:** 2B7E82

## e) ABBILDUNGEN

Da sich auf den Postern nur wenige Abbildungen unterbringen lassen ist es wichtig aussagekräftige Grafiken zu wählen, die die zentralen Ergebnisse des Inhalts unterstreichen und präsentieren und an die Zielgruppe angepasst sind. Die Druckqualität von Abbildungen hängt von der Auflösung des Bildes selbst ab und wird in dpi (dpi = „dots per inch“ = Pixel pro Zoll) angegeben. Für Abbildungen in Graustufen oder Farbbildungen gilt, dass die Mindestauflösung 300 dpi betragen soll. [34]

Um eventuellen rechtlichen Konsequenzen vorzubeugen bzw. dem Urheber Anerkennung zu zollen, sollte man stets Angaben zum Urheber bzw. zur Quelle machen [34]. Ich entschied mich dafür alle Bilder von der Homepage der NASA zu wählen, da diese Abbildungen eine ausgezeichnete Bildqualität kennzeichnen, sich die Quelle selbst durch eine hohe Seriosität auszeichnet und ich auf den Plakaten nicht zu viele verschiedene Quellen angeben muss.

Das unter Berücksichtigung all dieser Aspekte entstandene finale Musterposter ist nachfolgend abgebildet.

**Symbol      Farbiges Planetenbild**

**Charakteristisches Merkmal**

„Wusstest du, dass ...“-Box mit interessanten Fakten

**Detailbilder der Planeten mit Beschriftung**

# MERKUR

Der Kleinste



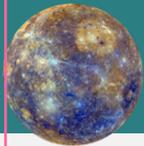


Foto: NASA



Durchmesser:	4.879 km	Umlauf um die Sonne:	88 Tage
Masse:	$0,3 \cdot 10^{24}$ kg (0,06 EM)	Eigenrotation:	59 Tage (0°)
Abstand zur Sonne:	58 Mio. km (0,4 AE)	Atmosphäre:	O <sub>2</sub> , Na, H <sub>2</sub> , He
Temperatur:	-180°C bis +430°C	Anzahl der Monde:	0

**Wusstest du, dass der Merkur ...**

- zu den Gesteinsplaneten zählt?
- nach dem römischen Gott der Händler und Diebe benannt ist?
- eine Atmosphäre hat, die dünner ist als jedes Vakuum, welches wir auf der Erde herstellen können?
- einen im Verhältnis zu seiner Größe ungewöhnlich großen Kern besitzt?
- aufgrund seiner kurzen und sonnennahen Umlaufbahn für Raumsonden schwerer zu erreichen ist als der Neptun?

Merkur ist der kleinste Planet in unserem Sonnensystem und der Planet mit der geringsten Distanz zur Sonne. Dennoch ist er nicht der heißeste Planet unseres Sonnensystems. Allerdings verfügt er über den größten Temperaturunterschied zwischen Tag und Nacht (Differenz: Ø 600°C). Der wesentliche Grund für die großen Temperaturschwankungen ist seine stark elliptische Umlaufbahn um die Sonne. Da ihn durch seine Nähe zur Sonne das helle Sonnenlicht überstrahlt, sehen wir den Merkur von der Erde aus mit freiem Auge nur schwer. Man kann ihn nur in der Dämmerung beobachten.

Die ersten Bilder der mondähnlichen Oberfläche stammen von der Raumsonde MARINER 10 (1974). Sie zeigen, dass die Merkuroberfläche mit unzähligen Kratern (Ø mehr als 700 km) übersät ist. Bilder der Raumsonde MESSENGER (2012) zeigen zudem, dass sich in einigen Kratern am Nordpol des Merkurs Wassereissschichten befinden.



Merkuroberfläche von Mariner 10



Ungewöhnlich großer Merkurkern



Wassereisvorkommen am Nordpol (gelb)

Fotos: NASA      KARL-FRANZENS-UNIVERSITÄT GRAZ

**Steckbrief mit den wichtigsten Daten**

**Fließtext mit wissenschaftlichen Details**

Abbildung 44: Finales Musterposter

Die Funktionen der einzelnen Elemente auf dem Poster werden nachfolgend weiter erläutert.

- **PLANETENNAME, SYMBOL, CHARAKTERISTISCHES MERKMAL, FARBIGES PLANETENBILD**

Der blaue oberste Balken stellt das zentrale Bildelement dar und enthält die optisch am schnellsten wahrnehmbaren und wesentlichsten Eigenschaften des jeweiligen Planeten. Als Titel enthält er den Planetennamen und als Untertitel ein „charakteristisches Merkmal“, das eine der markanten Eigenschaften des jeweiligen Planeten repräsentiert und das Ziel verfolgt, es den BetrachterInnen zu ermöglichen sich den Planeten durch eine direkte Assoziation mit einer Eigenschaft besser einprägen zu können. Rechts neben dem Titel ist das jeweilige Symbol des Planeten platziert. Auf der rechten Seite des Balkens befindet sich ein farbiges Bild des Planeten. Farbig deshalb, da dieses aussagekräftiger sein kann als ein Bild in Schwarz-Weiß.

- **STECKBRIEF**

Der zweite Block stellt die wichtigsten Daten (Durchmesser, Masse, Abstand zur Sonne, Temperatur, Umlaufdauer um die Sonne, Dauer der Eigenrotation, Zusammensetzung der Atmosphäre und Anzahl der Monde) des jeweiligen Planeten in einem Art Steckbrief dar. Dieser Bereich ist zu einer optischen Hervorhebung nach unten hin durch eine graue Linie abgetrennt. Um sich die Größenordnungen der Masse und des Abstandes zur Sonne leichter vorstellen zu können und damit auch leichter Vergleiche zwischen den Planeten anstellen zu können, wurden diese beiden Werte in einer Klammer daneben ebenso in Erdmassen bzw. Astronomischen Einheiten angegeben.

- **„WUSSTEST DU, DASS ...“ – BOX**

Nachdem bei Führungen oft nicht ausreichend Zeit ist jedes Poster genau zu studieren, werden einige interessante Fakten in Form von „Wusstest du, dass ...“ Punkten dargestellt. Das soll ermöglichen, schnell einen guten Überblick über den Planeten zu bekommen. Dabei achtete ich auf eine konsistente Darstellung über alle Poster hinweg, weshalb in allen Boxen auf nachfolgende Punkte eingegangen wird:

- Zu welcher Art von Planet zählt der jeweilige Planet?
- Nach welcher Gottheit wurde der Planet benannt?
- Was zeichnet den Planeten aus?
- Welche besonders interessanten Fakten weist der Planet auf?

- **FLIESSTEXT**

Diejenigen SchülerInnen, die noch zusätzliche Informationen zu den jeweiligen Planeten wünschen, sollen die Möglichkeit haben, mehr in Erfahrung zu bringen. Deshalb enthalten die Poster weitere Infos in Form eines Fließtextes. Hierbei wurde unter anderem auf die interessanten Fakten aus der „Wusstest du, dass ...“ – Box eingegangen und diese näher erläutert. Das hat den Sinn, etwaigen Schülervorstellungen, die durch eine unzureichend genaue Erklärung aufgrund von Platzmangel in der „Wusstest du, dass“ - Box entstehen könnten, entgegenzuwirken.

- **DETAILBILDER DER PLANETEN**

Aufgrund von Platzmangel werden nicht alle Bilder im Fließtext exakt erklärt. Um trotzdem einen Eindruck zu bekommen, was die jeweiligen Bilder darstellen, wurde unter jedes Bild eine Beschriftung hinzugefügt. Nachdem die Betrachtung der Poster grundsätzlich im Zuge der Führung geschieht, ist es wichtig dabei gewisse Bilder noch näher zu erläutern.

# LITERATUR

- [1] Observatorium Lustbühel. (o.D.). Universität Graz. <https://physik.uni-graz.at/de/igam/forschen/mess-stationen/observatorium-lustbuehel/>. Aufgerufen am 08.12.2020.
- [2] Hanslmeier, A. (2013). Einführung in Astronomie und Astrophysik. (3. Aufl.). Graz: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. S.143-223.
- [3] Hanslmeier, A. (2016). Faszination Astronomie: Ein topaktueller Einstieg für alle naturwissenschaftlich Interessierten (2. Aufl.). Graz: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. S. 51-100.
- [4] Mackowiak, B. (2017). Astronomie: Mit mehr als 450 Bildern und Karten. Köln: Delphin Verlag GmbH. S. 66-150.
- [5] Baker, J. (2012). Die Entstehung des Sonnensystems. In: 50 Schlüsselideen Astronomie und Kosmologie. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. Online: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-8274-2902-5\\_48](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-8274-2902-5_48). Aufgerufen am 08.12.2020.
- [6] Meschede, D. (2010). Gerthsen Physik (24. Aufl.). Bonn: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. S. 45-58.
- [7] What is a Planet? NASA Science. Online: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/in-depth/>
- [8] Mercury. (2020). NASA Science. <https://solarsystem.nasa.gov/planets/mercury/in-depth/>. Aufgerufen am 08.12.2020.
- [9] Merkur: Ein Planet voller Rätsel. ESA. [https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Germany/Merkur\\_Ein\\_Planet\\_voller\\_Raetsel](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Germany/Merkur_Ein_Planet_voller_Raetsel) . Aufgerufen am 08.12.2020.
- [10] Bennett, J., Donahue, M., Schneider, N., Voit, M. (2010). Astronomie. Die kosmische Perspektive (5. Aufl.). München, Boston, etc.: Pearson Studium.
- [11] Venus. (2019). NASA Science. <https://solarsystem.nasa.gov/planets/venus/in-depth/>. Aufgerufen am 08.12.2020.
- [12] Venus: Zwillingsplanet der Erde. ESA. [https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Germany/Venus\\_Zwillingsplanet\\_der\\_Erde](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Germany/Venus_Zwillingsplanet_der_Erde) Aufgerufen am 08.12.2020.

- [13] Categories (Themes) for Naming Features on Planets and Satellites. IAU.  
<https://planetarynames.wr.usgs.gov/Page/Categories>. Aufgerufen am 08.12.2020.
- [14] Margaret Mead Crater on Venus. NASA Science. 2019.  
<https://solarsystem.nasa.gov/resources/2267/margaret-mead-crater-on-venus/>. Aufgerufen am 08.12.2020.
- [15] Earth. (2019). NASA Science. <https://solarsystem.nasa.gov/planets/earth/in-depth/>.  
Aufgerufen am 08.12.2020.
- [16] Köhler, H. W. (2019). Die Planeten. Springer-Verlag.
- [17] Mars. (2019). NASA Science. <https://solarsystem.nasa.gov/planets/mars/in-depth/>.  
Aufgerufen am 08.12.2020.
- [18] Jupiter. (2019). NASA Science. <https://solarsystem.nasa.gov/planets/jupiter/in-depth/>.  
Aufgerufen am 08.12.2020.
- [19] Saturn. (2019). NASA Science: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/saturn/in-depth/>.  
Aufgerufen am 08.12.2020.
- [20] Uranus. (2019). NASA Science: <https://solarsystem.nasa.gov/planets/uranus/in-depth/>.  
Aufgerufen am 08.12.2020.
- [21] Neptune. (2019). NASA Science.  
<https://solarsystem.nasa.gov/planets/neptune/overview/>. Aufgerufen am 08.12.2020.
- [22] Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M., & Duit, R. (2018). Schülervorstellungen und  
Physikunterricht. Springer Berlin Heidelberg.
- [23] Wiesner, H., Hopf, M. & Schecker, H. (2017). Physikdidaktik kompakt. (3. Aufl.).  
Seelze: Aulis-Verlag. S. 72-78.
- [24] Aydin, S. (2015). Gifted Students Perceptions on Basic Astronomy Concepts. In:  
*Educational Research for Policy and Practice* 6. S. 444 – 451. Online:  
[https://www.researchgate.net/publication/305689722\\_Gifted\\_Students'\\_Perceptions\\_on\\_Basic\\_Astronomy\\_Concepts](https://www.researchgate.net/publication/305689722_Gifted_Students'_Perceptions_on_Basic_Astronomy_Concepts). Aufgerufen am 08.12.2020.
- [25] Calderón-Canales, E., Flores-Camacho, F., Gallegos-Cázares, L. (2013). Elementary  
students mental models of the solar system. In: *Astronomy Education Review* 12 (1).  
Online: [https://www.researchgate.net/profile/Calderon-Canales\\_Elena/publication/256980601\\_Elementary\\_Students'\\_Mental\\_Models\\_of\\_the\\_Solar\\_System/links/54e21b400cf296663794b236/Elementary-Students-Mental-Models-of-the-Solar-System.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Calderon-Canales_Elena/publication/256980601_Elementary_Students'_Mental_Models_of_the_Solar_System/links/54e21b400cf296663794b236/Elementary-Students-Mental-Models-of-the-Solar-System.pdf). Aufgerufen am 08.12.2020.

- [26] Stadler, H. (1998). Schwerelosigkeit herrscht dort, wo keine Schwerkraft mehr wirkt. In: *Plus lucis* (1). S. 13-16. Online: [https://www.pluslucis.org/ZeitschriftenArchiv/1998-1\\_PL.pdf](https://www.pluslucis.org/ZeitschriftenArchiv/1998-1_PL.pdf). Aufgerufen am 08.12.2020.
- [27] Sommer, C. (2002). Wie Grundschüler sich die Erde im Weltall vorstellen – eine Untersuchung von Schülervorstellungen. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 8. S.: 69-84. Online: [ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/zfdn/2002/S.69-84\\_Sommer\\_2002.pdf](ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/zfdn/2002/S.69-84_Sommer_2002.pdf). . Aufgerufen am 08.12.2020.
- [28] Sharp, J., Kuerbis, P. (2006). Children's ideas about the solar system and the chaos in learning science. In: *Science Education* 90. S. 124-147.
- [29] Burkhardt, R. (2015). Printdesign. Flyer, Broschüre, Plakat, Geschäftsausstattung (1. Aufl.). Bonn: Rheinwerk Verlag GmbH.
- [30] Elster, D. Was interessiert Jugendliche an den Naturwissenschaften? Ergebnisse der ROSE-Erhebung. Universität Wien. Online: [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.ph-online.ac.at%2Fph-noe%2FVLV\\_TX.wbDisplaySemplanDoc%3FpStpSplDsNr%3D5601&psig=AOvVaw2R4GwGCBFrF8gsX\\_4BfQ\\_B&ust=1607338213951000&source=images&cd=vfe&ved=0CAMQjB1qFwoTCJDi886Xue0CFQAAAAAdAAAAABA4](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.ph-online.ac.at%2Fph-noe%2FVLV_TX.wbDisplaySemplanDoc%3FpStpSplDsNr%3D5601&psig=AOvVaw2R4GwGCBFrF8gsX_4BfQ_B&ust=1607338213951000&source=images&cd=vfe&ved=0CAMQjB1qFwoTCJDi886Xue0CFQAAAAAdAAAAABA4). Aufgerufen am 08.12.2020.
- [31] Elster, D. (2007). Zum Interesse Jugendlicher an naturwissenschaftlichen Inhalten und Kontexten. [https://www.researchgate.net/publication/271272831\\_Zum\\_Interesse\\_Jugendlicher\\_an\\_naturwissenschaftlichen\\_Inhalten\\_und\\_Kontexten](https://www.researchgate.net/publication/271272831_Zum_Interesse_Jugendlicher_an_naturwissenschaftlichen_Inhalten_und_Kontexten). Aufgerufen am 05.01.2020.
- [32] Corporate Design Manual. Das Regelwerk zum Corporate Design der Karl-Franzens-Universität Graz. [https://static.uni-graz.at/fileadmin/grafik/CD\\_Manual/CD\\_MANUAL\\_UNI\\_GRAZ.pdf](https://static.uni-graz.at/fileadmin/grafik/CD_Manual/CD_MANUAL_UNI_GRAZ.pdf). S.33-39. Aufgerufen am 08.12.2020.
- [33] Hanslmeier, A. (2015). Den Nachthimmel erleben. Sonne, Mond und Sterne – Praktische Astronomie zum Anfassen. Graz: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. S.30-32, 157.
- [34] Domes, G. & Christe, R. (2020). Wissenschaftliche Poster gestalten und präsentieren. Springer Berlin.
- [35] Duit, R. (2010). Piko-Briefe. Der fachdidaktische Forschungsstand kurzgefasst. Seelze: Friedrich Verlag. <https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko/pikobriefe032010.pdf>. Aufgerufen am 05.01.2020.

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

**Abbildung 1:** Observatorium Lustbühel.

[https://lh3.googleusercontent.com/p/AF1QipOh7eEJAq4yqiZhMkBP\\_p3hnQP7GyRpqXP9fOrM=w600-k](https://lh3.googleusercontent.com/p/AF1QipOh7eEJAq4yqiZhMkBP_p3hnQP7GyRpqXP9fOrM=w600-k)

**Abbildung 2:** Planetenpfad.

- (a) Modelle der Planeten. Selbst erstellt.
- (b) Poster zu den einzelnen Planeten und weiteren Himmelskörpern. Selbst erstellt.
- (c) Bildschirme für Aufnahmen und Bilder der Planeten. Selbst erstellt.

**Abbildung 3:** Das Modell der didaktischen Rekonstruktion.

<http://biologiedidaktik.blogspot.com/2018/09/konzeptwechsel-definition-und.html> & [23], S. 76.

**Abbildung 4:** Schematische Darstellung des 1. Keplerschen Gesetzes. Selbst erstellt, angelehnt an: [3], S. 134.

**Abbildung 5:** Schematische Darstellung des 2. Keplerschen Gesetzes. Selbst erstellt, angelehnt an: [3], S. 134.

**Abbildung 6:** Unsere acht Planeten im richtigen Größenmaßstab.

<https://astrokramkiste.de/planeten>

**Abbildung 7:** Unsere acht Planeten im richtigen Entfernungsmaßstab.

[https://solarsystem.nasa.gov/internal\\_resources/4048/](https://solarsystem.nasa.gov/internal_resources/4048/)

**Abbildung 8:** Merkur.

[https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail\\_files/771\\_PIA16853.jpg](https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail_files/771_PIA16853.jpg)

**Abbildung 9:** Modell des inneren Aufbaus des Merkurs.

[https://solarsystem.nasa.gov/system/news\\_items/main\\_images/908\\_mercurysliced\\_1600.jpg](https://solarsystem.nasa.gov/system/news_items/main_images/908_mercurysliced_1600.jpg)

**Abbildung 10:**

- (a) Merkuroberfläche aufgenommen von der MESSENGER Raumsonde.

<https://spaceplace.nasa.gov/review/all-about-mercury/mercury4.en.jpg>

- (b) Caloris-Becken.

[https://de.wikipedia.org/wiki/Caloris\\_Planitia#/media/Datei:The\\_Mighty\\_Caloris\\_\(PIA19213\).png](https://de.wikipedia.org/wiki/Caloris_Planitia#/media/Datei:The_Mighty_Caloris_(PIA19213).png)

(c) Vertiefungen auf der Merkuroberfläche.

[https://www.spektrum.de/fm/912/thumbnails/Monday\\_Nov\\_25.png.3034975.png](https://www.spektrum.de/fm/912/thumbnails/Monday_Nov_25.png.3034975.png)

**Abbildung 11:** Venus.

[https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/images/largesize/PIA00257\\_hires.jpg](https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/images/largesize/PIA00257_hires.jpg)

**Abbildung 12:** Modell des inneren Aufbaus der Venus.

[https://www.esa.int/var/esa/storage/images/esa\\_multimedia/images/2005/08/cutaway\\_view\\_of\\_possible\\_internal\\_structure\\_of\\_venus/10044098-2-eng-GB/Cutaway view of possible internal structure of Venus pillars.jpg](https://www.esa.int/var/esa/storage/images/esa_multimedia/images/2005/08/cutaway_view_of_possible_internal_structure_of_venus/10044098-2-eng-GB/Cutaway_view_of_possible_internal_structure_of_Venus_pillars.jpg)

**Abbildung 13:**

(a) Gula Mons.

[https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/images/largesize/PIA00200\\_hires.jpg](https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/images/largesize/PIA00200_hires.jpg)

(b) Margaret Mead Crater.

[https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail\\_files/2267\\_PIA00148\\_1280.jpg](https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail_files/2267_PIA00148_1280.jpg)

**Abbildung 14:** Erde.

[https://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/full\\_width\\_feature/public/thumbnails/image/as17-148-22727\\_lrg\\_0.jpg](https://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/full_width_feature/public/thumbnails/image/as17-148-22727_lrg_0.jpg)

**Abbildung 15:** Entstehung der Jahreszeiten durch die Neigung der Erdachse gegenüber der Erdbahnebene. Selbst erstellt, angelehnt an:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6a/Oblique\\_rays\\_04\\_Pengo\\_DE.svg/800px-Oblique\\_rays\\_04\\_Pengo\\_DE.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6a/Oblique_rays_04_Pengo_DE.svg/800px-Oblique_rays_04_Pengo_DE.svg.png), [https://denkwerkstatt-physik.de/denkwerkstatt-physik/files/mechanik/Wechselhafte\\_Jahreszeiten/images/Einfall\\_Sonne\\_Erdumlaufbahn\\_neu-1024x584.jpg](https://denkwerkstatt-physik.de/denkwerkstatt-physik/files/mechanik/Wechselhafte_Jahreszeiten/images/Einfall_Sonne_Erdumlaufbahn_neu-1024x584.jpg)

**Abbildung 16:** Modell des inneren Aufbaus der Erde.

[https://mars.nasa.gov/system/resources/detail\\_files/21410\\_Earth\\_Mars\\_Moon.jpg](https://mars.nasa.gov/system/resources/detail_files/21410_Earth_Mars_Moon.jpg)

**Abbildung 17:** Mauna Kea & Mt. Everest im Größenvergleich. [https://specials-](https://specials-images.forbesimg.com/imageserve/5d63012bfead28000892176b/960x0.jpg?fit=scale)

[images.forbesimg.com/imageserve/5d63012bfead28000892176b/960x0.jpg?fit=scale](https://specials-images.forbesimg.com/imageserve/5d63012bfead28000892176b/960x0.jpg?fit=scale)

**Abbildung 18:** Erdmond.

[https://moon.nasa.gov/system/resources/detail\\_files/77\\_lro\\_fullmoon.jpg](https://moon.nasa.gov/system/resources/detail_files/77_lro_fullmoon.jpg)

**Abbildung 19:** Mars. <https://www.spektrum.de/fm/912/thumbnails/Planeten-Homepage-Mars.jpg.3013947.jpg>

**Abbildung 20:** Modell des inneren Aufbaus des Mars.

[https://de.wikipedia.org/wiki/Mars\\_\(Planet\)#/media/Datei:Mars\\_interior.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Mars_(Planet)#/media/Datei:Mars_interior.jpg)

**Abbildung 21:**

- (a) Canyon Valles Marineris.

[https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail\\_files/683\\_6453\\_mars-globe-valles-marineris-enhanced-full2.jpg](https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail_files/683_6453_mars-globe-valles-marineris-enhanced-full2.jpg)

- (b) Oberflächenpanorama des Mars.

[https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail\\_files/600\\_PIA17760.jpg](https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail_files/600_PIA17760.jpg)

- (c) Vulkan Olympus Mons.

[https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/images/largesize/PIA02982\\_hires.jpg](https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/images/largesize/PIA02982_hires.jpg)

- (d) Wassereis an den Polen. [https://www.nasa.gov/images/content/458460main\\_pia13163-516.jpg](https://www.nasa.gov/images/content/458460main_pia13163-516.jpg)

**Abbildung 22:** Marsmonde Phobos & Deimos.

[https://mars.nasa.gov/system/content\\_pages/main\\_images/65\\_moons.jpg](https://mars.nasa.gov/system/content_pages/main_images/65_moons.jpg)

**Abbildung 23:** Jupiter.

[https://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/full\\_width/public/thumbnails/image/stsci-h-p1936a-m-1999x2000.png?itok=5z5PGYqq](https://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/full_width/public/thumbnails/image/stsci-h-p1936a-m-1999x2000.png?itok=5z5PGYqq)

**Abbildung 24:** Modell des inneren Aufbaus des Jupiters.

[https://de.wikipedia.org/wiki/Jupiter\\_\(Planet\)#/media/Datei:Jupiter\\_interior.png](https://de.wikipedia.org/wiki/Jupiter_(Planet)#/media/Datei:Jupiter_interior.png)

**Abbildung 25:**

- (a) Visualisierung der Jupiterbänder.

[https://www.spektrum.de/fm/912/thumbnails/01\\_BildJupiterzonen.png.3033491.png](https://www.spektrum.de/fm/912/thumbnails/01_BildJupiterzonen.png.3033491.png)

- (b) Das "Rote Auge" (24.000 km x 13.000 km).

[https://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/full\\_width\\_feature/public/thumbnails/image/pia21985.jpg](https://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/full_width_feature/public/thumbnails/image/pia21985.jpg)

- (c) Große Polarlichter an Jupiters Polen. [https://science.nasa.gov/science-pink/s3fs-public/mnt/medialibrary/2007/03/29/29mar\\_bigauroras\\_resources/xray\\_auroras\\_strip.jpg](https://science.nasa.gov/science-pink/s3fs-public/mnt/medialibrary/2007/03/29/29mar_bigauroras_resources/xray_auroras_strip.jpg)

[https://science.nasa.gov/science-pink/s3fs-public/mnt/medialibrary/2007/03/29/29mar\\_bigauroras\\_resources/xray\\_auroras\\_strip.jpg](https://science.nasa.gov/science-pink/s3fs-public/mnt/medialibrary/2007/03/29/29mar_bigauroras_resources/xray_auroras_strip.jpg)

**Abbildung 26:** Galileische Monde.

<https://whgisscontact.files.wordpress.com/2018/07/gallileischenmonde.png>

**Abbildung 27:** Jupiters Ringsystem (Durchmesser: ~ 640.000 km).

[https://www.nasa.gov/centers/goddard/images/content/384883main1\\_New%20HorizonJupiterri ngs\\_226-170.jpg](https://www.nasa.gov/centers/goddard/images/content/384883main1_New%20HorizonJupiterri ngs_226-170.jpg)

**Abbildung 28:** Saturn.

[https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail\\_files/663\\_PIA01364.jpg](https://solarsystem.nasa.gov/system/resources/detail_files/663_PIA01364.jpg)

**Abbildung 29:** Schematische Darstellung des inneren Aufbaus des Saturns.

[https://www.astropage.eu/wp-content/uploads/2016/09/saturn\\_aufbau.jpg](https://www.astropage.eu/wp-content/uploads/2016/09/saturn_aufbau.jpg)

**Abbildung 30:** Saturns Ringsystem.

[https://de.wikipedia.org/wiki/Cassinische\\_Teilung#/media/Datei:Saturn's\\_ring\\_plane.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Cassinische_Teilung#/media/Datei:Saturn's_ring_plane.jpg)

**Abbildung 31:** Uranus.

[https://solarsystem.nasa.gov/system/feature\\_items/images/89\\_uranus\\_carousel\\_1.jpg](https://solarsystem.nasa.gov/system/feature_items/images/89_uranus_carousel_1.jpg)

**Abbildung 32:** Schematische Darstellung des inneren Aufbaus des Uranus. <https://abenteuer-universum.de/plan/uranus3.jpg>

**Abbildung 33:** Uranus Ringsystem.

[https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/uranus\\_hstimage.jpg](https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/uranus_hstimage.jpg)

**Abbildung 34:** Neptun.

[https://solarsystem.nasa.gov/system/feature\\_items/images/82\\_carousel\\_neptune\\_1.jpg](https://solarsystem.nasa.gov/system/feature_items/images/82_carousel_neptune_1.jpg)

**Abbildung 35:** Schematische Darstellung des inneren Aufbaus des Neptun.

[https://www.astropage.eu/wp-content/uploads/2016/09/neptun\\_aufbau.jpg](https://www.astropage.eu/wp-content/uploads/2016/09/neptun_aufbau.jpg)

**Abbildung 36:** Neptuns Ringsystem (von der Voyager 2).

[https://de.wikipedia.org/wiki/Neptun\\_\(Planet\)#/media/Datei:PIA02224\\_Neptune's\\_rings.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Neptun_(Planet)#/media/Datei:PIA02224_Neptune's_rings.jpg)

**Abbildung 37:** Modell 1 der Schülervorstellungen zur Gestalt der Erde im Weltall. Selbst erstellt, angelehnt an: [27], S.: 76.

**Abbildung 38:** Modell 2 der Schülervorstellungen zur Gestalt der Erde im Weltall. Selbst erstellt, angelehnt an: [27], S.: 76.

**Abbildung 39:** Modell 3 der Schülervorstellungen zur Gestalt der Erde im Weltall. Selbst erstellt, angelehnt an: [27], S.: 76.

**Abbildung 40:** Modell 4 der Schülervorstellungen zur Gestalt der Erde im Weltall. Selbst erstellt, angelehnt an: [27], S.: 76.

**Abbildung 41:** Modell 5 der Schülervorstellungen zur Gestalt der Erde im Weltall. Selbst erstellt, angelehnt an: [27], S.: 76.

**Abbildung 42:** Mögliches Anordnungsprinzip nach dem natürlicher Lesefluss. [34], S. 28.

**Abbildung 43:** Erste Posterentwürfe. Selbst erstellt.

**Abbildung 44:** Finales Musterposter. Selbst erstellt.

# TABELLENVERZEICHNIS

**TABELLE 1:** Diverse Planetendaten im Vergleich. [10], S. 289 &

<https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/> & <https://solarsystem.nasa.gov/planet-compare/>

**TABELLE 2:** DIN-Formate mit den zugehörigen Größen. [29], S.537.

**TABELLE 3:** Am Observatorium Lustbühel vorgegebene Formate. Observatorium Lustbühel.

**TABELLE 4:** Gut geeignete Schriftgrößen in Abhängigkeit vom Format.

<https://styleguide.bundesregierung.de/sg-de/hidden/startseite/schriftgroessen-319278>

**TABELLE 4:** Erlaubte Schriftarten nach dem CI der Universität Graz. [31], S. 37-39.

# ANHANG

## MERKUR ♀

### Der Kleinste

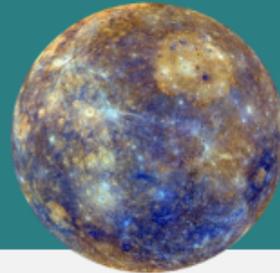


Foto: NASA

Durchmesser:	4.879 km	Umlauf um die Sonne:	88 Tage
Masse:	$0,3 \cdot 10^{24}$ kg (0,06 EM)	Eigenrotation:	59 Tage (0°)
Abstand zur Sonne:	58 Mio. km (0,4 AE)	Atmosphäre:	O <sub>2</sub> , Na, H <sub>2</sub> , He
Temperatur:	-180°C bis +430°C	Anzahl der Monde:	0

### Wusstest du, dass der Merkur

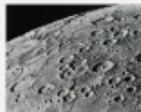
...

- zu den Gesteinsplaneten zählt?
- nach dem römischen Gott der Händler und Diebe benannt ist?
- eine Atmosphäre hat, die dünner ist als jedes Vakuum, welches wir auf der Erde herstellen können?
- einen im Verhältnis zu seiner Größe ungewöhnlich großen Kern besitzt?
- aufgrund seiner kurzen und sonnennahen Umlaufbahn für Raumsonden schwerer zu erreichen ist als der Neptun?

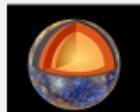
Merkur ist der kleinste Planet in unserem Sonnensystem und der Planet mit der geringsten Distanz zur Sonne. Dennoch ist er nicht der heißeste Planet unseres Sonnensystems. Allerdings verfügt er über den größten Temperaturunterschied zwischen Tag und Nacht (Differenz:  $\varnothing$  600°C). Der wesentliche Grund für die großen Temperaturschwankungen ist seine stark elliptische Umlaufbahn um die Sonne.

Da ihn durch seine Nähe zur Sonne das helle Sonnenlicht überstrahlt, sehen wir den Merkur von der Erde aus mit freiem Auge nur schwer. Man kann ihn nur in der Dämmerung beobachten.

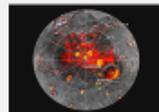
Die ersten Bilder der mondähnlichen Oberfläche stammen von der Raumsonde MARINER 10 (1974). Sie zeigen, dass die Merkur Oberfläche mit unzähligen Kratern ( $\varnothing$  mehr als 700 km) übersät ist. Bilder der Raumsonde MESSENGER (2012) zeigen zudem, dass sich in einigen Kratern am Nordpol des Merkurs Wassereisschichten befinden.



Merkuroberfläche von Mariner 10



Ungewöhnlich großer Merkurkern



Wassereisvorkommen am Nordpol (gelb)

Fotos: NASA

KARL-FRANZENS-UNIVERSITÄT GRAZ

# VENUS ♀

## Die Heißeste



Foto: NASA

Durchmesser:	12.104 km	Umlauf um die Sonne:	225 Tage
Masse:	$4,9 \cdot 10^{24}$ kg (0.8 EM)	Eigenrotation:	-243 Tage (117°)
Abstand zur Sonne:	108 Mio. km (0.7 AE)	Atmosphäre:	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>
Mittlere Temperatur:	+464 °C	Anzahl der Monde:	0

### Wusstest du, dass die Venus ...

- zu den Gesteinsplaneten zählt?
- nach der römischen Liebesgöttin benannt ist?
- von der Erde aus gesehen der hellste Planet am Nachthimmel ist?
- ein kürzeres Jahr hat als ihr Tag lang ist?
- von vielen verschiedenen Oberflächenmerkmalen gekennzeichnet ist und nahezu alle nach weiblichen Namen benannt sind?
- sich um die eigene Achse „verkehrt herum“ dreht?

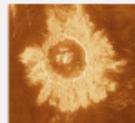
Venus ist der heißeste Planet in unserem Sonnensystem (Ø 450°C). Grund für diese hohe Oberflächentemperatur ist das in der Venusatmosphäre vorhandene Treibhausgas Kohlendioxid (97%) und der damit verbundene Treibhauseffekt. Treibhausgase können Wärmestrahlung speichern und diese wieder an die Umgebung abgeben. Dadurch kann aus der Atmosphäre kaum Wärmestrahlung entweichen, wodurch sich derart hohe Temperaturen einstellen.

Größe, Masse und Gravitation sind die der Erde sehr ähnlich, weshalb die Venus oft als Zwillingschwester der Erde bezeichnet wird. Der Oberflächendruck ist auf der Venus allerdings um das 90-fache höher als auf der Erde. Auf der Venusoberfläche sind Hochländer, Einschlagkrater sowie teils aktive Vulkane vorzufinden. Wasser in flüssiger Form gibt es aber nicht.

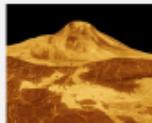
Venus ist der Planet mit der langsamsten Eigenrotation und die Drehung erfolgt im Gegensatz zu fast allen anderen Planeten in die andere Richtung (von Ost nach West).



Mond und Venus als Abendstern



Danilova-Krater (Ø 49 km)



Höchster Vulkan: Maat Mons (h: 8.000 m)

Fotos: NASA

KARL-FRANZENS-UNIVERSITÄT GRAZ

# ERDE ♀



## Die Belebte

Foto: NASA

Durchmesser:	12.756 km	Umlauf um die Sonne:	365,2 Tage
Masse:	$5,9 \cdot 10^{24}$ kg (1 EM)	Eigenrotation:	23h 56m (23°)
Abstand zur Sonne:	150 Mio. km (1 AE)	Atmosphäre:	N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , Ar, CO <sub>2</sub>
Mittlere Temperatur:	+15 °C	Anzahl der Monde:	1

### Wusstet du, dass ...

- die Erde zu den Gesteinsplaneten zählt?
- die Jahreszeiten nicht durch den unterschiedlichen Abstand Erde-Sonne entstehen, sondern durch die Neigung der Erdachse?
- die Erde während der Sommermonate auf der Nordhalbkugel, weiter von der Sonne entfernt ist als im Winter?
- der Mond immer dieselbe Seite der Erde zuwendet?

Die Erde ist der einzige uns bekannte Ort im Universum, an dem Leben existiert. Ihre Atmosphäre besteht aus Stickstoff (78%), Sauerstoff (21%), Argon und Treibhausgasen wie Kohlendioxid und Methan. Diese Treibhausgase sorgen dafür, dass die Atmosphäre einen Teil der auftreffenden Sonnenstrahlung als Wärmeenergie speichert. Dadurch stellt sich eine mittlere globale Temperatur von etwa +15°C ein. Ohne diesen natürlichen Treibhauseffekt würde die mittlere Oberflächentemperatur nur -18°C betragen.

Aufgebaut ist unsere Erde aus einem Nickel-Eisen-Kern, der von einem flüssigen Mantel umhüllt ist. Auf diesem flüssigen Mantel befinden sich sieben bewegliche Kontinentalplatten und einige kleinere bewegliche Platten. Je nachdem wie diese Platten miteinander wechselwirken bilden sich Gebirge, entstehen Erdbeben oder brechen Vulkane aus.

Die Erdoberfläche besteht zu etwa 71% aus Ozeanen und 29% aus fester Landfläche.



Erde bei Nacht



Erdatmosphäre von der ISS betrachtet



Erde von der Apollo 8 aus

Fotos: NASA

KARL-FRANZENS-UNIVERSITÄT GRAZ

# MARS

## Der Rote

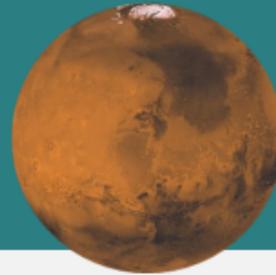


Foto: NASA

Durchmesser:	6.792 km	Umlauf um die Sonne:	1,9 Jahre
Masse:	$0,6 \cdot 10^{24}$ kg (0,1 EM)	Eigenrotation:	1,03 Tage (25°)
Abstand zur Sonne:	228 Mio. km (1,5 AE)	Atmosphäre:	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , Ar, O <sub>2</sub>
Mittlere Temperatur:	- 65 °C	Anzahl der Monde:	2

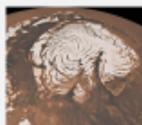
### Wusstest du, dass der Mars ...

- zu den Gesteinsplaneten zählt?
- nach dem römischen Kriegsgott benannt wurde?
- die größten Vulkane des Sonnensystems beheimatet?
- aktuell (2021) von sechs Raumsonden sowie zwei Rovern intensiv untersucht wird?
- von zwei Monden (Phobos & Deimos) umkreist wird, die beide kartoffelartig geformt sind?

Mars ist der Erde von allen Planeten in unserem Sonnensystem am ähnlichsten. Ein Tag auf dem Mars entspricht in etwa einem Tag auf der Erde, seine fast idente Achsenneigung sorgt für ähnlich ausgeprägte Jahreszeiten und auch die Oberflächentemperaturen auf dem Mars (-85°C bis +20°C) ähneln die der Erde von allen Planeten am meisten. Allerdings ist er deutlich kleiner als die Erde und hat eine sehr viel dünnere Atmosphäre.

Die Marsoberfläche ist von hohen Gebirgen und Vulkanen, tiefen Schluchten, ausgedehnten Ebenen sowie eisbedeckten Polkappen gekennzeichnet. Ab und an entwickeln sich auf dem Mars große Sandstürme (Dust Devil genannt). Mit dem Schildvulkan Olympus Mons (Höhe: 26.400 m) befindet sich am Mars der höchste Berg im Sonnensystem. Dieser ist dreimal so hoch wie der Mount Everest (8.850 m).

Die rötliche Färbung verdankt der Mars oxidiertem Eisen, das auf seiner Oberfläche und in seiner Atmosphäre verteilt ist.



Eisbedeckte Polkappen



Höchster Berg: Olympus Mons



Marsmonde

Fotos: NASA

KARL-FRANZENS-UNIVERSITÄT GRAZ

# JUPITER 4

## Der Größte



Foto: NASA

Durchmesser:	142.984 km	Umlauf um die Sonne:	11,9 Jahre
Masse:	$1.898 \cdot 10^{24}$ kg (317,8 EM)	Eigenrotation:	0,41 Tage (3 <sup>h</sup> )
Abstand zur Sonne:	779 Mio. km (5,2 AE)	Atmosphäre:	H <sub>2</sub> , He, CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub>
Mittlere Temperatur:	-108 °C	Anzahl der Monde:	79 (Stand: 2021)

### Wusstest du, dass der Jupiter ...

- zu den Gasplaneten zählt?
- nach dem römischen Hauptgott benannt ist?
- der größte und massereichste Planet in unserem Sonnensystem ist?
- die hellsten uns bekannten Polarlichter besitzt und diese etwa 1000-Mal heller sind als jene auf der Erde?
- 2,5-mal schwerer ist als alle restlichen Planeten in unserem Sonnensystem zusammen?

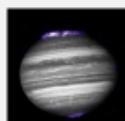
Jupiter ist der größte und schwerste aller acht Planeten. Die zum Äquator parallel verlaufenden Streifen sind Wolkenbänder die aus unterschiedlichen Gasen wie Ammoniak und Schwefel bestehen.

Sein besonderes Merkmal ist das „Rote Auge“. Dabei handelt es sich um einen riesigen festsitzenden Wirbelsturm der fast doppelt so groß wie unsere Erde ist.

Voyager 1 beobachtete 1979 erstmals das Ringsystem des Jupiters das aus kleinen Staubteilchen ( $\emptyset$  wenige Mikrometer) besteht.

Von allen acht Planeten besitzt Jupiter das Magnetfeld mit der größten Ausdehnung ins All hinaus. Zusammen mit seiner schnellen Rotation entstehen dadurch riesige Polarlichter an seinen Polen.

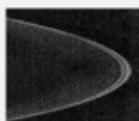
Seine hohe Masse übt auf die Umgebung des Jupiters eine vergleichsweise hohe Massenanziehungskraft (Gravitation) aus. Daher kreisen zahlreiche Kleinkörper (Monde) um den Jupiter.



Große Polarlichter an Jupiters Polen



Das „Rote Auge“ (24.000 km x 13.000 km)



Jupiters Ringsystem ( $\emptyset$  640.000 km)

Fotos: NASA

KARL-FRANZENS-UNIVERSITÄT GRAZ

# SATURN $\text{♄}$

## Der Herr der Ringe

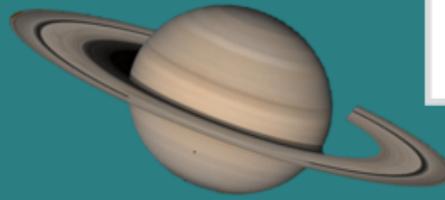


Foto: NASA

Durchmesser:	120.536 km	Umlauf um die Sonne:	29,5 Jahre
Masse:	$568 \cdot 10^{24}$ kg (95,1 EM)	Eigenrotation:	0,44 Tage (27°)
Abstand zur Sonne:	1,4 Mrd. km (9,6 AE)	Atmosphäre:	H <sub>2</sub> , He, CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub>
Mittlere Temperatur:	-140 °C	Anzahl der Monde:	82 (Stand: 2021)

### Wusstet du, dass der Saturn

...

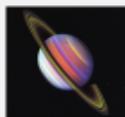
- zu den Gasplaneten zählt?
- nach dem römischen Gott des Reichtums und der Ernte benannt ist?
- von der Erde aus bereits mit freiem Auge sichtbar ist und sein schönes Ringsystem mit einem einfachen Teleskop beobachtet werden kann?
- aufgrund seiner geringen Dichte in einer riesigen mit Wasser gefüllten Badewanne schwimmen würde?

Der zweitgrößte Planet unseres Sonnensystems, Saturn, leuchtet von den mit freiem Auge sichtbaren Planeten am schwächsten.

In seiner Atmosphäre sind helle und dunkle Bänder sichtbar. Dabei handelt es sich wie beim Jupiter um Wolken, die aus Ammoniak und Methan bestehen.

Saturns auffälligstes Merkmal ist sein Ringsystem, das aus Eis- und Gesteinsbrocken (Ø einige cm bis m) besteht. Dieses wird von kleineren und größeren Lücken in über 100.000 schmale Einzelringe unterteilt. Da Eis Sonnenlicht sehr gut reflektiert und die Saturnringe überwiegend aus Eisbrocken bestehen, kann man Saturns Ringsystem von der Erde aus bereits mit einem einfachen Teleskop gut beobachten.

Saturn ist in unserem Sonnensystem der Planet mit der geringsten Dichte. Mit  $0,7 \text{ g/cm}^3$  weist er eine ähnliche Dichte wie Buchenholz auf und würde in einer mit Wasser gefüllten Badewanne schwimmen.



Saturn in Farben



Wolkenbänder in Saturns Atmosphäre

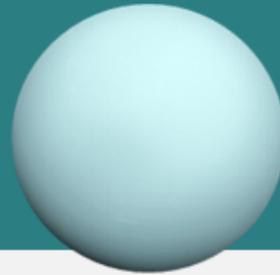


Saturns Ringsystem (Ø 1.000.000 km, Dicke: 10 - 100 m)

Fotos: NASA

KARL-FRANZENS-UNIVERSITÄT GRAZ

# URANUS



## Der Geneigte

Foto: NASA

Durchmesser:	51.118 km	Umlauf um die Sonne:	84,0 Jahre
Masse:	$87 \cdot 10^{24}$ kg (14,5 EM)	Eigenrotation:	-0,71 Tage (98°)
Abstand zur Sonne:	2,9 Mrd. km (19,2 AE)	Atmosphäre:	H <sub>2</sub> , He, CH <sub>4</sub>
Mittlere Temperatur:	-195 °C	Anzahl der Monde:	27 (Stand: 2021)

### Wusstest du, dass der Uranus

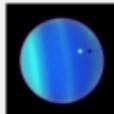
...

- zu den Eisplaneten zählt?
- als einziger Planet nach einem Gott der griechischen Götterwelt benannt ist – dem Himmelsgott?
- von der Erde aus nur selten mit freiem Auge sichtbar ist?
- ein Ringsystem besitzt, welches mit bloßem Auge allerdings nicht zu erkennen ist – auch nicht mit einem einfachen Teleskop?
- bisher erst einmal, im Jahr 1986 von der Voyager 2, von einer Raumsonde besucht wurde?

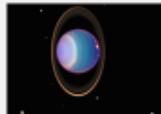
Der Uranus zeichnet sich durch seine stark geneigte Rotationsachse aus. Sie ist um etwa 98° zur Umlaufbahn geneigt, wodurch er quasi wie ein Wagenrad auf seiner Umlaufbahn dahinrollt. Dort, wo die anderen Planeten ihren Äquator haben, hat der Uranus seine Pole.

Uranus ist der erste Planet, der mit Hilfe eines Teleskopes entdeckt wurde. Wilhelm Herschel sichtete 1781 mit einem selbstgebautes Spiegelteleskop einen Lichtpunkt am Himmel. Zunächst dachte er, es sei ein Stern. Nach monatelanger Beobachtung stellte er aber aufgrund seiner Bewegung fest, dass es sich dabei um einen Planeten handeln muss.

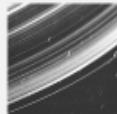
Die weißen und blauen Bänder in Uranus Atmosphäre sind Wolken aus Methan. Das Methan gibt ihm auch seine bläuliche Färbung. Und wie alle anderen Gasplaneten besitzt auch der Uranus Ringe. Sie bestehen aus Gesteinsteilchen (Ø einige cm bis m), die Licht nur schlecht reflektieren.



Wolkenbänder in Uranus Atmosphäre



Uranus mit Ringen und Monden

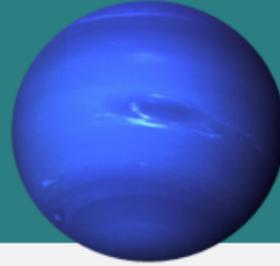


Uranus Ringsystem

Fotos: NASA

KARL-FRANZENS-UNIVERSITÄT GRAZ

# NEPTUN



## Der Kälteste

Foto: NASA

Durchmesser:	49.528 km	Umlauf um die Sonne:	164,8 Jahre
Masse:	$102 \cdot 10^{24}$ kg (17,2 EM)	Eigenrotation:	0,67 Tage (29°)
Abstand zur Sonne:	4,5 Mrd. km (30 AE)	Atmosphäre:	H <sub>2</sub> , He, CH <sub>4</sub>
Mittlere Temperatur:	- 200 °C	Anzahl der Monde:	14 (Stand: 2021)

### Wusstest du, dass der Neptun

...

- zu den Eisplaneten zählt?
- nach dem römischen Gott des Meeres benannt ist?
- durch mathematische Berechnungen vorhergesagt und schließlich entdeckt wurde?
- von der Erde aus nie mit freiem Auge sichtbar ist?
- ein Ringsystem besitzt?
- bisher erst einmal, 1989 von der Voyager 2, von einer Raumsonde besucht wurde?

Neptun ist der von der Sonne am weitesten entfernte und kälteste Planet unseres Sonnensystems. Er ist der erste Planet der nicht zufällig, sondern durch mathematische Berechnungen entdeckt wurde. Astronomen stellten fest, dass der Uranus bei der Umkreisung um die Sonne durch die Gravitationskraft eines anderen, noch unbekanntes Körpers beeinflusst wird. Uranus bewegte sich daher mal langsamer und mal schneller. Daraufhin wurden Berechnungen angestellt um die Position dieses unbekanntes Körpers zu ermitteln – mit Erfolg: 1846 war der Neptun entdeckt.

Mit freiem Auge ist der Neptun von unserer Erde aus nie zu sehen. Man kann ihn allerdings bereits mit einem kleinen Teleskop als kleine blaue Murmel erblicken. Die bläuliche Färbung stammt wie beim Uranus vom Methan in seiner Atmosphäre.

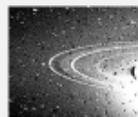
Besucht wurde Neptun bislang nur von einer Raumsonde – 1989 von der Voyager 2. Sie lieferte den Beweis, dass Neptun ebenso ein Ringsystem besitzt.



Stürme in der Neptunatmosphäre



Wolkenbänder in Neptuns Atmosphäre



Neptuns Ringsystem

Fotos: NASA

KARL-FRANZENS-UNIVERSITÄT GRAZ