



Das Voyager-Programm

weitere Experimente unter
forschen.Tutorium-Berlin.de

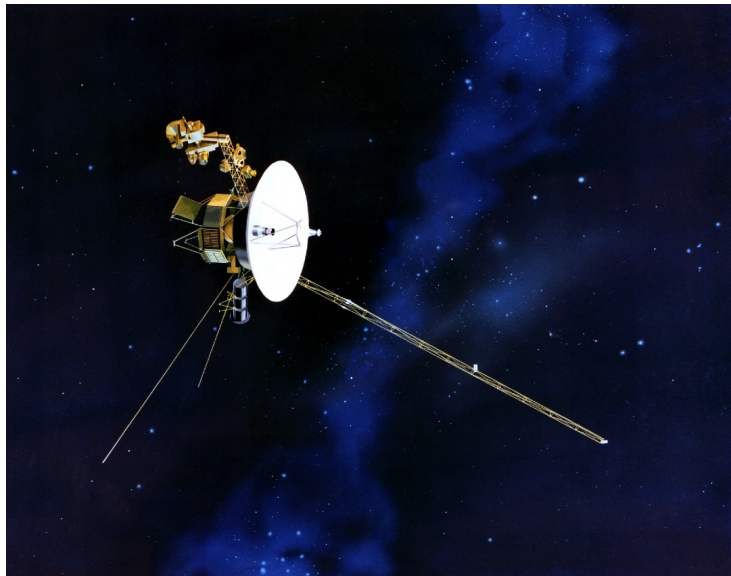


Nachhilfe-TUTORIUM ist ein Unternehmen der Gruppe
TUTORIUM Berlin Hasenmark 5 in 13585 Berlin

Voyager 1 ist eine Raumsonde der NASA zur Erforschung des äußeren Planetensystems und des interstellaren Raums im Rahmen des Voyager-Programms. Sie wurde am 5. September 1977 vom Launch Complex 41 auf Cape Canaveral mit einer Titan-III-E-Centaur-Rakete gestartet. Ihre identisch aufgebaute Schwestersonde Voyager 2 war bereits 16 Tage früher auf einer anderen Flugbahn gestartet. Voyager 1 flog zunächst die Planeten Jupiter und Saturn an und trat ungefähr im August 2012 als erstes von Menschen erzeugtes Objekt in den interstellaren Raum ein.

Die Mission der Voyager 1 gilt als einer der größten Erfolge der NASA und der Raumfahrt allgemein, da die Sonde ihre geplante Lebenserwartung bereits weit übertroffen hat und noch heute regelmäßig Daten zur Erde sendet. Außerdem ist sie das am weitesten von der Erde entfernte von Menschen gebaute Objekt überhaupt und wird diesen Status auf absehbare Zeit auch behalten.

Jährlich entfernt sie sich um rund 3,6 AE (ca. 540 Mio. km) von uns, dies entspricht einer (Radial-) Geschwindigkeit von etwa 61.000 km/h. Von der Erde aus betrachtet befindet sich Voyager 1 im Sternbild Schlangenträger.



Voyager 1 wurde am 5. September 1977 – 16 Tage nach ihrer Schwestersonde Voyager 2 – vom Launch Complex 41 auf Cape Canaveral mit einer Titan-III-E-Centaur-Rakete gestartet. 13 Tage nach dem Start begann eine 30-tägige Testphase für die Bordsysteme und wissenschaftlichen Instrumente, die erfolgreich verlief. Aufgrund der etwas höheren Startgeschwindigkeit (15,0 km/s gegenüber 14,5 km/s) überholte Voyager 1 ihre Schwestersonde schon am 15. Dezember in einer Entfernung von 1,75 AE. Während des Großteils des Marschfluges befand sich die Sonde im Standby-Modus. Nur alle zwei Monate gab es eine 20-stündige Wissenschaftsphase, in der der Sternenhimmel untersucht wurde und die Teilchenmessgeräte eingeschaltet wurden.

TUTORIUM Berlin Nachhilfe -TUTORIUM

Inhaber u. Pädagogischer Leiter: **Holger Schackert**
Diplom-Mathematiker, Lerntherapeut,
Psychologischer Berater u. Personal Coach

Hasenmark 5 in 13585 Berlin-Spandau, Büro: Gartenhaus 1.Etage

Anmeldung, Beratung und Informationen:

Montag - Freitag: 14.30-17.00 Uhr

und / oder nach Vereinbarung unter

☎: **030 – 85018820** und 030 – 353 053 20

www.Tutorium-Berlin.de

E-Mail: info@tutorium-berlin.de

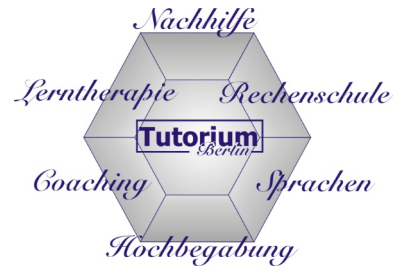
www.Nachhilfe-Tutorium.de

E-Mail: info@nachhilfe-tutorium.de



Das Voyager-Programm

weitere Experimente unter forschen.Tutorium-Berlin.de



Ablauf der Missionen

Voyager 1

	20.08.1977
Start auf Cape Canaveral	05.09.1977
Vorbeiflug am Jupiter	05.03.1979
	09.07.1979
Vorbeiflug am Saturn	12.11.1980
	26.08.1981
	24.01.1986
	25.08.1989
„am weitesten entfernte Sonde“	Februar 1998
Letzte Fotos: „Familienporträt der Planeten“, Pale Blue Dot	14.02.1990
Eintritt in die Heliohülle	16.12.2004
	30.08.2007
Eintritt in den interstellaren Raum	25.08.2012
	05.11.2018

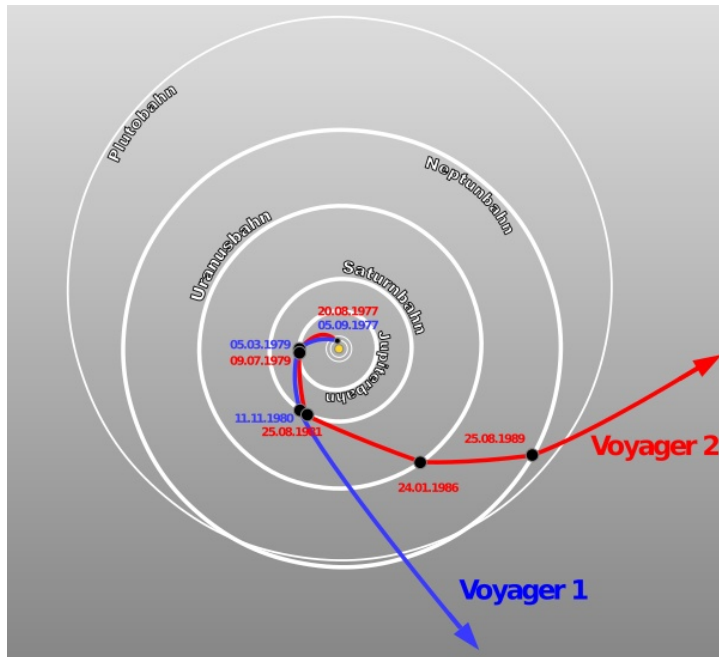
Zukunft von Voyager 1 & Voyager 2

- ca. 2025
- 2030er
- In ca 600 Jahren
- In ca 30.000 Jahren

Voyager 2

Start auf Cape Canaveral
Vorbeiflug am Jupiter
Vorbeiflug am Saturn
Vorbeiflug am Uranus
Vorbeiflug am Neptun
Eintritt in die Heliohülle
Eintritt in den Interstellaren Raum

Ende der wissenschaftlichen Aktivitäten
 Voraussichtlich letzter Kontakt
 Eintritt in die innere Oortschen Wolke
 Verlassen der Oortschen Wolke,
 ca 1,6 Lichtjahren von der Sonne entfernt



TUTORIUM Berlin

Nachhilfe -TUTORIUM
 Inhaber u. Pädagogischer Leiter: **Holger Schackert**
 Diplom-Mathematiker, Lerntherapeut,
 Psychologischer Berater u. Personal Coach
Hasenmark 5 in 13585 Berlin-Spandau, Büro: Gartenhaus 1.Etage

Anmeldung, Beratung und Informationen:

Montag - Freitag: 14.30-17.00 Uhr
 und / oder nach Vereinbarung unter
 ☎: **030 - 85018820** und 030 - 353 053 20
www.Tutorium-Berlin.de E-Mail: info@tutorium-berlin.de
www.Nachhilfe-Tutorium.de E-Mail: info@nachhilfe-tutorium.de

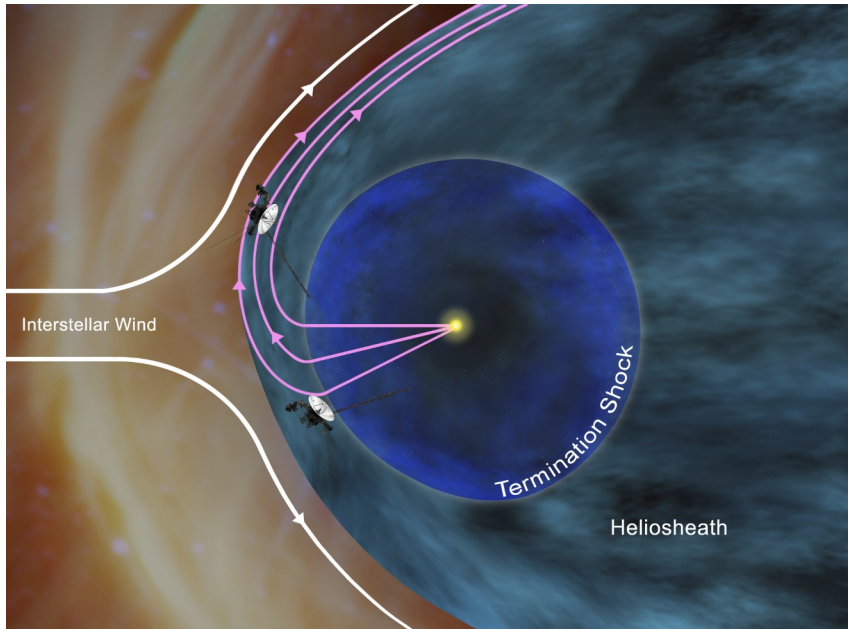


Das Voyager-Programm

weitere Experimente unter
forschen.Tutorium-Berlin.de



Die Grenze des Sonnensystems



Die **Heliosphäre** bezeichnet im Weltraum einen weiträumigen Bereich um die Sonne, in dem der Sonnenwind wirksam ist. Der Sonnenwind ist ein Strom geladener Teilchen, der ständig von der Sonne in alle Richtungen abströmt.

Im inneren Bereich ist der Sonnenwind unbeeinflusst, die Teilchen bewegen sich gerade von der Sonne weg. Alle Planeten liegen innerhalb dieses Bereiches (Pluto ist etwa 40AE von der Sonne entfernt).

In der **Heliohülle** (heliosheath) treffen die Teilchen des Sonnenwindes auf erste Partikel des interstellaren Mediums. Die Richtung Sonnenwind wird hierbei abgelenkt. Die innere Grenze zur Heliohülle ist die Randstoßwelle (termination shock) bei ca 90 AE.

Die **Heliopause** ist die äußerste Grenze der Heliosphäre. Sonnenwind und interstellaren Medium sind hier stark vermischt. Die Heliopause ist etwa 120 AE von der Sonne entfernt.

Außerhalb der Heliopause beginnt der **interstellare Raum**, er ist mit den Partikel des interstellaren Mediums gefüllt, der Sonnenwind hat hier keinen Einfluss mehr.

Der gravitative Einfluss der Sonne reicht jedoch weit über diesen Bereich hinaus. Die äußersten Objekte die noch die Sonne umkreisen werden in der **Oortsche Wolke** vermutet, eine kugelschalenförmige Bereich des Sonnensystems der bis zu 100'000 AE von der Sonne entfernt ist.

TUTORIUM Berlin **Nachhilfe -TUTORIUM**

Inhaber u. Pädagogischer Leiter: **Holger Schackert**
Diplom-Mathematiker, Lerntherapeut,
Psychologischer Berater u. Personal Coach

Hasenmark 5 in 13585 Berlin-Spandau, Büro: Gartenhaus 1.Etage

Anmeldung, Beratung und Informationen:

Montag - Freitag: 14.30-17.00 Uhr

und / oder nach Vereinbarung unter

☎: **030 - 85018820** und 030 - 353 053 20

www.Tutorium-Berlin.de

E-Mail: info@tutorium-berlin.de

www.Nachhilfe-Tutorium.de

E-Mail: info@nachhilfe-tutorium.de



Das Voyager-Programm

weitere Experimente unter
[forschen.Tutorium-Berlin.de](https://www.forschen.tutorium-berlin.de)



Aktuelle Position (2022)

Inzwischen sind beide Voyager Sonden im Interstellaren Raum angekommen und beide Sonden schicken weiterhin Messdaten.

Voyager 1 ist inzwischen (Ende 2022) mehr als 23 Milliarden Kilometer von uns entfernt, ihre Funksignale benötigen inzwischen 20 Stunden und 33 Minuten um uns zu erreichen.

Voyager 2 ist uns auf Grund des anderen Kurses ca 3 Milliarden Kilometer näher.

Inzwischen macht sich bei beiden Sonden leider das Alter bemerkbar. So sendete Voyager 1 Anfang des Jahres plötzlich unsinnige Positionsdaten. Das Problem konnte jedoch von der Erde aus behoben werden. So eine Fehleranalyse ist natürlich nicht ganz einfach wenn zwischen jedem Kommando an die Sonde und die Antwort der Sonde darauf fast 2 Tage vergehen.

- Neben der Technik geht den Sonden inzwischen auch zunehmend der Strom aus. Beide Sonden werden von langlebigen Plutonium-Generatoren mit Strom versorgt. Dabei wird die Wärme des radioaktiven Zerfalls zur Erzeugung von Strom genutzt. Allerdings geht inzwischen der „Brennstoff“ zur Neige. Jährlich können die Sonden etwa vier Watt Leistung weniger produzieren. Um Energie zu sparen, werden daher nach und nach weitere Instrumente und Heizsysteme abgeschaltet.

Da die beiden Sonden derzeit die einzigen Messdaten von Rand unseres Sonnensystem liefern sind diese Daten für die Forschung besonders wertvoll. So gelang es Wissenschaftlern vor kurzem mit den Daten vom Übertritt der Sonden in den interstellaren Raum ein Verfahren zu entwickeln um den Rand der Heliosphäre von der Erde aus zu kartieren.

- Dabei suchen Sie nach energetischen neutralen Atomen, die durch die Wechselwirkungen zwischen den Sonnen- und den interstellaren Winden entstehen. Offenbar ist der Rand der Heliosphäre sehr dynamisch, kann sich aufblähen, Blasen bilden oder riesige Wellen schlagen.

Quelle: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Voyager_1&oldid=126559679
<https://www.nature.com/articles/s41550-022-01798-6>

Bild „Voyager spacecraft“: NASA (<http://www.nasa.gov/>) [Public domain], via Wikimedia Commons

Bild „Voyager 1 Timeline 2013.png“: By Derpedde (Own work) [CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], via Wikimedia Commons

Bild „Voyager final region before interstellar space.jpg“: By NASA/JPL-Caltech [Public domain], via Wikimedia Commons

Bild „Voyager“: von NASA (NASA website) [Public domain], via Wikimedia Commons

Bild „Trajectories of the Voyager probes“: von Stauriko, [Public domain], via Wikimedia Commons

Bild „Sonnensystem-Grafik“: Beinahegut, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>>, via Wikimedia Commons

TUTORIUM Berlin Nachhilfe -TUTORIUM

Inhaber u. Pädagogischer Leiter: **Holger Schackert**
Diplom-Mathematiker, Lerntherapeut,
Psychologischer Berater u. Personal Coach

Hasenmark 5 in 13585 Berlin-Spandau, Büro: Gartenhaus 1.Etage

Anmeldung, Beratung und Informationen:

Montag - Freitag: 14.30-17.00 Uhr

und / oder nach Vereinbarung unter

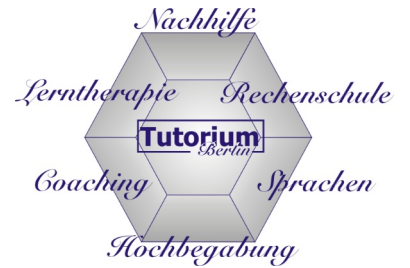
☎: **030 – 85018820** und 030 – 353 053 20

www.Tutorium-Berlin.de

E-Mail: info@tutorium-berlin.de

www.Nachhilfe-Tutorium.de

E-Mail: info@nachhilfe-tutorium.de



Das Voyager-Programm

weitere Experimente unter forschen.Tutorium-Berlin.de

Das Sonnensystem

- ☉ = Abstand des Planeten/Objekte zur Sonne
- ☼ = Zeit die das Licht von der Sonne bis zum Planeten braucht
- ∅ = Mittlerer oder Äquatordurchmesser

Oortsche Wolke (hypothetisch)
 ☉ ca. 18.000.000.000 km (120AE)
 ☉ bis 15.000.000.000.000 km (100.000AE)
 ☼ ca 17 Stunden bis 1,6 Jahre
 geschätzte einhundert Milliarden bis eine Billion Objekte in einer Kugelschale um die Sonne.

Voyager 1
 ☉ 23.180.190.000 km (155AE)
 ☼ ca 21 Stunden 30 Minuten

Voyager 2
 ☉ 19.289.149.448 km (129AE)
 ☼ ca 18 Stunden

Heliohülle
 ☉ ca. 13.500.000.000 km (90AE)
 ☉ bis 18.000.000.000 km (120AE)
 ☼ ca. 12 bis 17 Stunden

Kuipergürtel
 ☉ ca. 4.500.000.000 km (30AE)
 ☉ bis 7.500.000.000 km (50AE)
 ☼ ca 4 bis 7 Stunden
 ca 70.000 Objekte mit mehr als 100 km Durchmesser sowie viele kleinere Objekte

Neptun
 ☉ 4.498.400.00 km (30AE)
 ☼ ca 4 Stunden 10 Minuten
 ∅ 49.528 km
 insg. 14 bekannte Monde

Uranus
 ☉ 2.872.400.00 km (19AE)
 ☼ ca 2 Stunden 40 Minuten
 ∅ 51.118 km
 insg. 27 bekannte Monde

Saturn
 ☉ 1.433.500.00 km (9,5AE)
 ☼ ca 1 Stunde 20 Minuten
 ∅ 120.536 km
 insg. 82 bekannte Monde

Jupiter
 ☉ 778.360.000 km (5,2AE)
 ☼ ca 43 Minuten
 ∅ 142.984 km
 insg. 79 bekannte Monde

Asteroiden-gürtel
 ☉ ca. 300.000.000 km (2AE)
 ☉ bis 500.000.000 km (3,4AE)
 ☼ ca 16 bis 28 Minuten
 Mehr als 650.000 bekannte Objekte

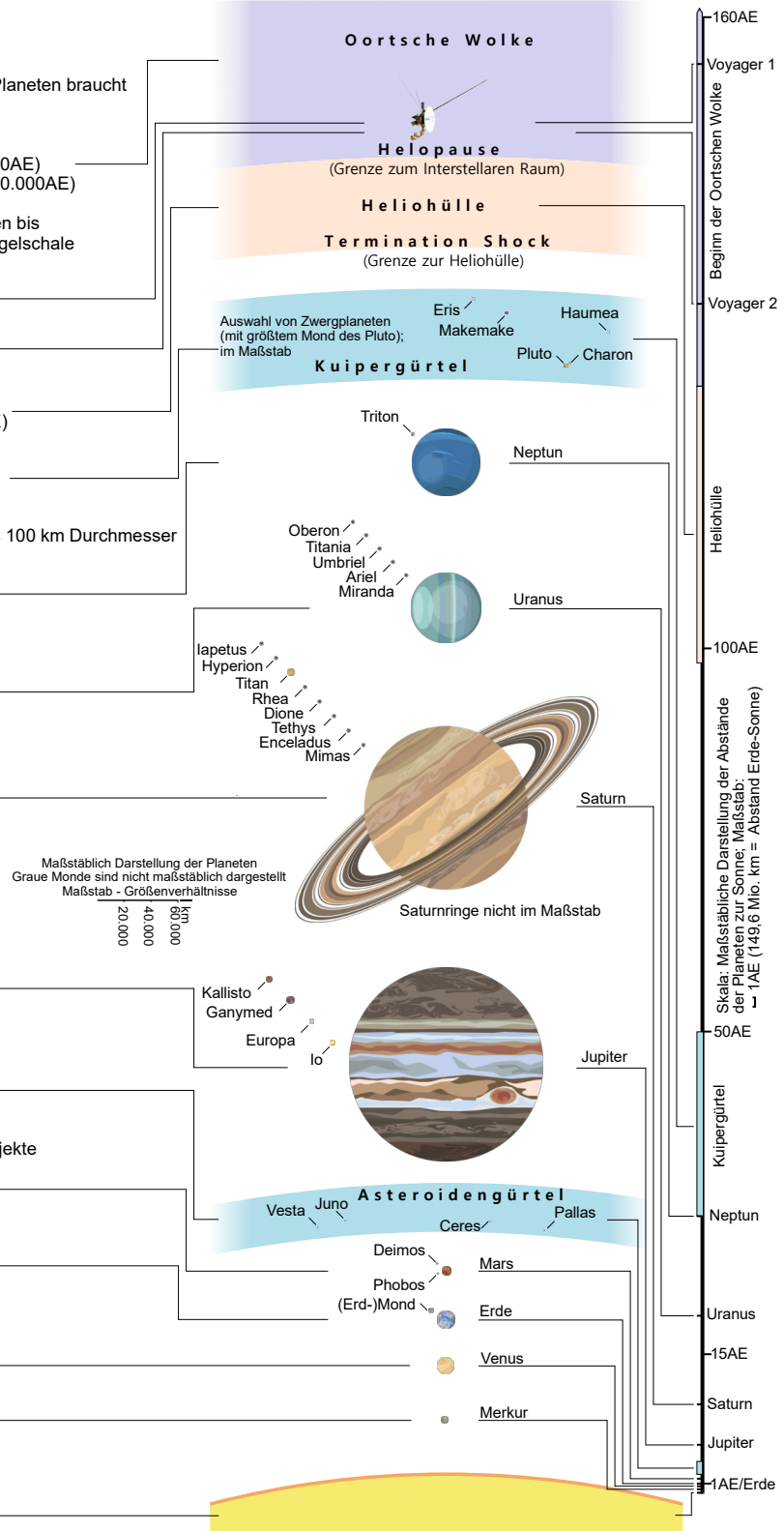
Mars
 ☉ 227.990.000 km (1,5AE)
 ☼ ca 13 Minuten
 ∅ 6.792,4 km

Erde
 ☉ 149.600.000 km (1AE)
 ☼ ca 8 Minuten
 ∅ 12.756,3 km

Venus
 ☉ 108.160.000 km (0,7AE)
 ☼ ca 6 Minuten
 ∅ 12.103,6 km

Merkur
 ☉ 57.909.000 km (0,4AE)
 ☼ ca 3 Minuten
 ∅ 4.879,4 km

Sonne
 ∅ 1.392.684 km



Maßstäblich Darstellung der Planeten
 Graue Monde sind nicht maßstäblich dargestellt
 Maßstab - Größenverhältnisse
 20.000 km, 40.000 km, 80.000 km
 Saturnringe nicht im Maßstab

Skala: Maßstäbliche Darstellung der Abstände der Planeten zur Sonne; Maßstab: 1AE (149,6 Mio. km = Abstand Erde-Sonne)
 160AE, 100AE, 50AE, 15AE, 1AE/Erde

TUTORIUM Berlin
Nachhilfe -TUTORIUM
 Inhaber u. Pädagogischer Leiter: **Holger Schackert**
 Diplom-Mathematiker, Lerntherapeut,
 Psychologischer Berater u. Personal Coach
Hasenmark 5 in 13585 Berlin-Spandau, Büro: Gartenhaus 1.Etage

Anmeldung, Beratung und Informationen:
Montag - Freitag: 14.30-17.00 Uhr
 und / oder nach Vereinbarung unter
 ☎: **030 - 85018820** und 030 - 353 053 20
www.Tutorium-Berlin.de E-Mail: info@tutorium-berlin.de
www.Nachhilfe-Tutorium.de E-Mail: info@nachhilfe-tutorium.de