

[zurück zum Anfang](#)

Himmelsschauspiel - Kometen

Bezug zum Beitrag „Kometen: Die Beobachtungssaison für C/2018 W2 (Africano) endet“ aus der Rubrik „Aktuelles am Himmel“ auf S. 58-59 in SuW 10/2019, WIS-ID: 1421029, Zielgruppe: Mittelstufe

Thomas Jahre, Lehrer am Chemnitzer Schulmodell – www.schulmodell.eu

Im Jahr 2061 wird es wieder soweit sein: Der Komet Halley wird (vermutlich) den Sternenhimmel dominieren. Was aber sind Kometen? Wie schnell ist so ein Komet? Woher weiß man vom Erscheinungsjahr 2061?

Diese und weitere Fragen sind Gegenstand des WIS-Beitrages. Geeignet ist der Beitrag für Schüler ab Klasse 8, die historischen Informationen ab Klasse 6. Arbeitsblätter runden den Beitrag ab.

Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag		
Astronomie	Kleinkörper, Geschichte der Astronomie	Kometen, Halleyscher Komet , Kometenschweif , Keplersche Gesetze , Bahngeschwindigkeiten im Aphel und Perihel , Sonnensystemobjekte
Physik	Mechanik	Bahngeschwindigkeiten auf Keplerellipsen
Fächer- verknüpfung	Astronomie – Geschichte Astronomie – Deutsch	Berichte zu Kometenerscheinungen, Teppich von Bayeux , Himmelserscheinungen und Politik – Ägypten, China, Mittelalter, richtige Schreibweise von Fachbegriffen
Lehre allgemein	Erkenntniskompetenz, Wissenskompetenz, Lernpsychologie, Unterrichtsmittel	Auswertung von Quellen , berechnen Bahngeschwindigkeiten eines Kometen , beschreiben von Objekten des Sonnensystems , Staunen und Fantasie als Motivation für eigenes Handeln, Arbeitsblatt , Mindmap



Abbildung 1: Komet Halley, aufgenommen am 8. März 1986 auf der Osterinsel.

©: Von NASA/W. Liller - NSSDC's Photo Gallery (NASA): http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photo_gallery/photogallery-comets.html, http://nssdc.gsfc.nasa.gov/image/planetary/comet/lspn_comet_halley1.jpg, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=544352>

Für den Einstieg: <http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/kometen-in-der-schule/1051514>.

[zurück zum Anfang](#)

Zu den spektakulärsten Objekten am Firmament gehören zweifellos die Kometen, insbesondere diejenigen, die mit bloßem Auge zu sehen sind. Das gilt natürlich nicht nur für die heutige Zeit, wie es auf dem Teppich von Bayeux (siehe Abbildung 2) zu sehen ist (Hinweis: Die Ausstellung in Bayeux wurde vor wenigen Jahren komplett umgestaltet, moderner – ja, aber besser ...).



Abbildung 2: Die Szene 32 auf dem Teppich von Bayeux (links im Bild) zeigt Männer, die zum Kometen Halley zeigen.
©: Myrabella - Eigenes Werk, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=25336301>,
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fa/Bayeux_Tapestry_32-33_comet_Halley_Harold.jpg

Das Erstaunen und Erschrecken der in Abb. 2 nach oben schauenden Personen ist gut erkennbar. Der Teppich „erzählt“ die Eroberung Englands durch die Normannen im Jahr 1066.

Schriftliche Überlieferungen der Sichtbarkeit heller bzw. großer Kometen reichen bis in das Jahr 373 v.u.Z. zurück (Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Gro%C3%9Fer_Komet).

Diese gut zu beobachten Objekte trugen vermutlich auch zu Namensgebung bei. Meist wird Komet von coma – Haar – abgeleitet. Siehe auch Coma Berenices – Haar der Berenike, ein Sternbild des nördlichen Sternenhimmels zwischen Löwe und Bärenhüter.

Zugleich wurden die Himmelserscheinungen, wie auch Sonnen- und Mondfinsternisse „politisch“ gedeutet: Strafe Gottes, Menetekel für Feinde des Landes. So sollte auch der von Michael Stifel berechnete Weltuntergang (19. 10. 1533) mit dem Auftreten eines Kometen verbunden sein. (Der Komet kam nicht, der Weltuntergang – natürlich – auch nicht☹.) Verwiesen sei hier auch auf das Buch „Pharao“ von B. Prus. Auch diese Quellen zeigen den Zusammenhang von astronomischen Erscheinungen und Politik: http://www.pro-lingua-latina.de/index_htm_files/KdG_Astronomie.pdf und <https://de.wikipedia.org/wiki/Kometenfurcht>

→ **Auftrag 1**

Die Kometen sind Bestandteile unseres Sonnensystems:

→ **Auftrag 2**

[zurück zum Anfang](#)

Was aber sind nun Kometen?

Bis in das 16. Jahrhundert hinein, war man der Auffassung, Kometen sind Erscheinungen in der Lufthülle der Erde. Auch die erste wissenschaftliche Beschreibung des Kometen C/1471_Y1 durch Regiomontanus greift die Lufthüllentheorie auf. Somit wird fast folgerichtig die parallaxtisch ermittelte Entfernung durch Regiomontanus deutlich zu klein. Der Ausschnitt aus einer Karte aus dem 18. Jahrhundert macht die Lufthüllentheorie nachvollziehbar. Die eigentliche, direkte Luftschicht ist von einem Flammenmeer umgeben, in dem die Kometen verortet wurden.

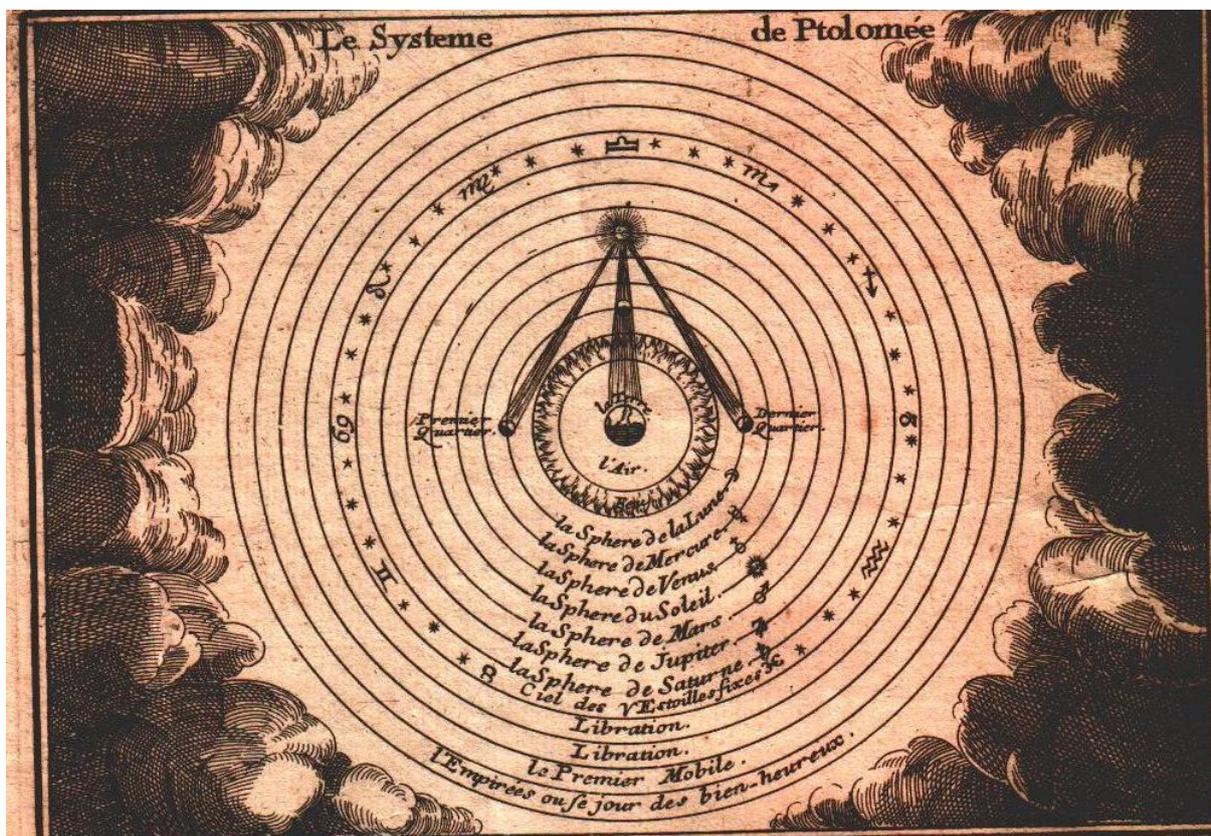


Abbildung 3: Teil einer Karte mit Weltbildern von 1780. Abgebildet ist das geozentrische Weltbild des Ptolemäus Der Verfasser der Karte ist nicht bekannt, die Karte selbst ist aus dem Besitz des Autors.

Im Jahr 1531 konnte Apianus bei der Beobachtung des **Halleyschen Kometen** nachweisen, dass der **Schweif** stets von der Sonne weg gerichtet ist. Ein „Hintersichherziehen“ in der Luft schied damit aus. Die genaue Vermessung des Kometen C/1577_V1 durch Tycho Brahe führte zu den folgenden Schlussfolgerungen ([https://de.wikipedia.org/wiki/C/1577_V1_\(Gro%C3%9Fer_Komet_von_1577\)](https://de.wikipedia.org/wiki/C/1577_V1_(Gro%C3%9Fer_Komet_von_1577))): „Im Werk Tychonis Brahe Dani Opera omnea sind die Ergebnisse enthalten, die Brahe aus seinen Beobachtungen zog:

1. Er behauptete, dass der Kometenschweif durch die Strahlen der Sonne hervorgerufen würde, die durch den Kometenkörper hindurchscheinen und der dadurch immer von der Sonne wegzeigt.
2. Er versuchte, genaue Messungen der Parallaxe des Kometen vorzunehmen und kam zu dem Schluss, dass der Komet mindestens 230 Erdradien entfernt sei.
3. Aus Messungen des Durchmessers der Koma in Verbindung mit dem Abstand von der Erde schloss er, dass der Durchmesser des Kometen $\frac{1}{4}$ des Durchmessers der Erde beträgt, während der Schweif 70.000 deutsche Meilen (etwa 500.000 km) lang sei.“

Legt man sein Weltbild zugrunde (Abb. 4), so musste der Komet die Venusbahn gekreuzt haben. Die Größenordnung seiner Berechnungen (230 Erdradien) Die Anordnung von Sonnen- und Venusbahn in seinem Mix aus geozentrischem und heliozentrischen Weltbild legen den Schluss nahe.

[zurück zum Anfang](#)

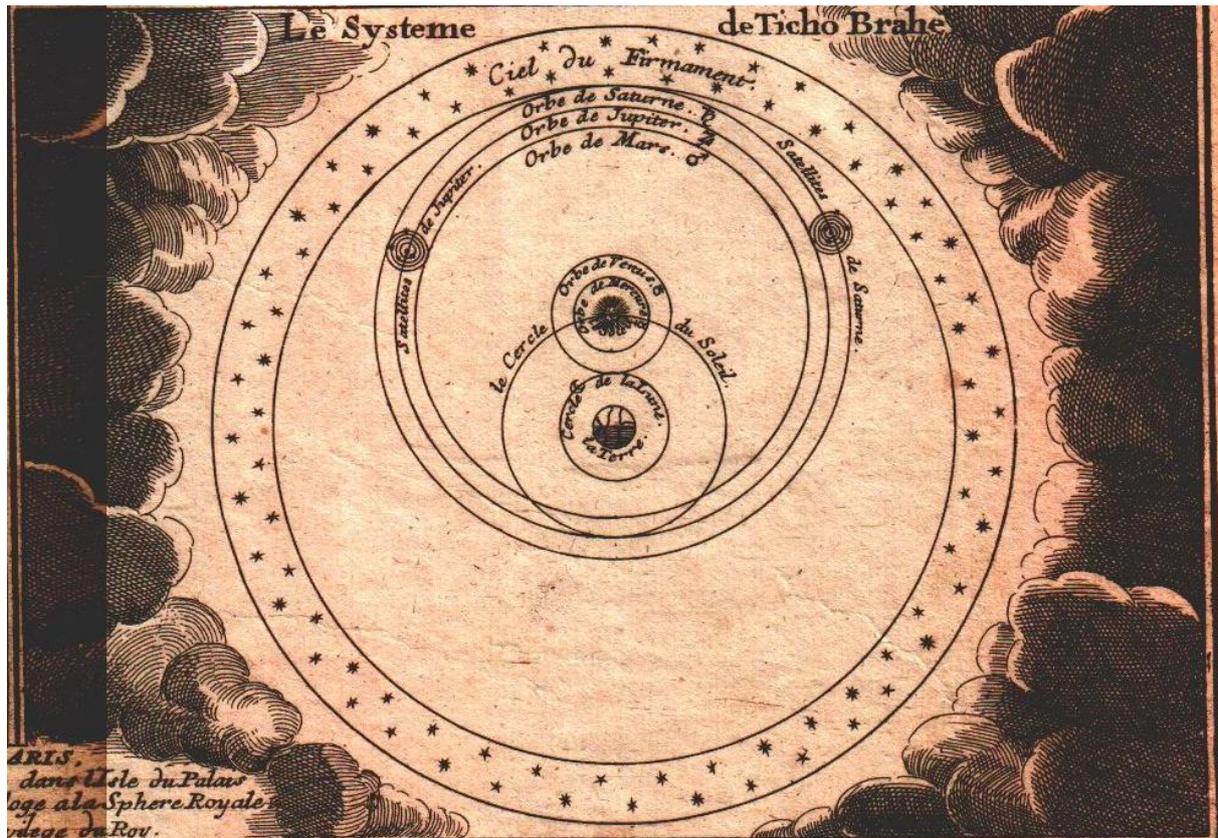


Abbildung 4: Teil einer Karte mit Weltbildern von 1780. Abgebildet ist das geozentrisch/heliozentrische Weltbild des Tycho Brahe. Allerdings kannte T. Brahe die zu erkennenden Monde von Jupiter und Saturn nicht. Der Verfasser der Karte ist nicht bekannt, die Karte selbst ist aus dem Besitz des Autors

Letztlich konnte Johannes Kepler zeigen, dass sich die Kometen, genau wie die Planeten, um die Sonne bewegen. Dass die **Bahnen der Kometen** stark elliptisch, parabelförmig oder auch hyperbolisch (Gegensatz zu den „geschlossenen“ Bahnen der Planeten) sein können ist dabei erst einmal unerheblich. Hinsichtlich der zweiten Erkenntnis des Tycho Brahe sei verwiesen auf: <http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/parallaxe-und-entfernung-des-asteroiden-apophis/1311287>.

Am 15. August 1682 entdeckte Christoph Arnold einen Kometen, der später als Halleyscher Komet bezeichnet wurde, rund eine Woche eher als der Danziger Astronom Hevelius. Auch Edmond Halley konnte den Kometen während eines Aufenthaltes in Frankreich beobachten. Genaue Vermessungsdaten erhielt Halley vermutlich von Hevelius im Jahr 1686. Im Jahr 1684 diskutierten Edmond Halley, Christopher Wren und Robert Hooke, wie man die keplerschen Gesetze beweisen könnte. Halley wandte sich an Isaac Newton, der schon Teile seines bahnbrechenden Werkes „Principa“ (Die mathematischen Grundlagen der Naturphilosophie) als Manuskript vorliegen hatte. Zwei Jahre später erschien das Werk und erhielt u. a. das Gravitationsgesetz, aus dem die Keplerschen Gesetze ableitbar sind.

Auf der Grundlage der Keplerschen Gesetze berechnete Edmond Halley die Bahnen von 24 Kometen, von denen gute Beobachtungsdaten aus dem Beobachtungszeitraum von 1337 bis 1698 vorlagen. Dabei fiel ihm auf, dass die Daten für die Kometen aus den Jahren 1531 und 1607 sehr gut zu dem von ihm im Jahr 1682 beobachteten Kometen passten. Die errechneten Umlaufzeiten für die drei Beobachtungen lag bei rund 75 Jahren. Im Jahr 1705 veröffentlichte Halley seine Berechnungen und sagte die Wiederkehr des Kometen für das Jahr 1758 voraus. Da Halley im Jahr 1742 starb, blieb ihm die Bestätigung seiner Berechnung leider versagt. Am 25. 12. 1758 entdeckte Johann Georg Palitzsch den Kometen als Erster. Seitdem ist der Komet als Halleyscher Komet fest in der astronomischen Geschichte verankert. Die „Kurzform“ ist P/1. Das P steht für kurzperiodische Kometen, also Kometen, die eine Umlaufzeit von weniger als 200 Jahren haben.

[zurück zum Anfang](#)

Im 20. Jahrhundert war der Komet Halley im Jahr 1910 und 1986 zu sehen. Gab es bei ersten Mal noch große Verunsicherungen und Ängste (giftiger Schweif durch die Atmosphäre), so war die Erforschung durch Raumsonden im Jahr 1986 umso bemerkenswerter. Im Jahr 2061 (siehe Eingangsfrage) wird es wieder soweit sein und der Komet P/1 hoffentlich ein tolles Schauspiel abliefern.

Auf dieser Seite werden in relativ wenigen Schritten Formeln zur **Berechnung der Geschwindigkeit** eines Kometen im Aphel und Perihel hergeleitet:

<https://www.sternfreunde-muenster.de/pdf/peraph497.pdf>

$$v_a = \sqrt{\frac{G \cdot M_s}{a}} \cdot \sqrt{\frac{1-e}{1+e}}, \quad v_p = \sqrt{\frac{G \cdot M_s}{a}} \cdot \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$$

G ... Gravitationskonstante
 M_s ... Masse der Sonne
e ... numerische Exzentrizität
a ... große Halbachse der Kometenbahn

Für den Kometen Halley hat man für das Erscheinungsjahr 1986 $e = 0,967$ und $a = 17,834$ AE (Astronomische Einheiten) ermittelt. Setzt man diese Werte in die Formeln ein, so ergibt v_p ca. 54,3 km/s und für v_a rund 0,91 km/s.

Weitere Bahngeschwindigkeitsformeln sind auf dieser Seite zu finden:

[https://physik.cosmos-indirekt.de/Physik-Schule/Bahngeschwindigkeit_\(Astronomie\)](https://physik.cosmos-indirekt.de/Physik-Schule/Bahngeschwindigkeit_(Astronomie)).

Kosmische Bahngeschwindigkeiten zu berechnen, ob von Kometen, Asteroiden oder anderen Kleinkörpern, ist auch wichtig, um ein mögliches Gefahrenpotential für die Raumfahrt wie auch die Erde selbst zu erkennen bzw. diesem entgegenzutreten. Siehe Artikel „Abfangjäger für einen Kometen“ in Sterne und Weltraum 11/2019.

[zurück zum Anfang](#)

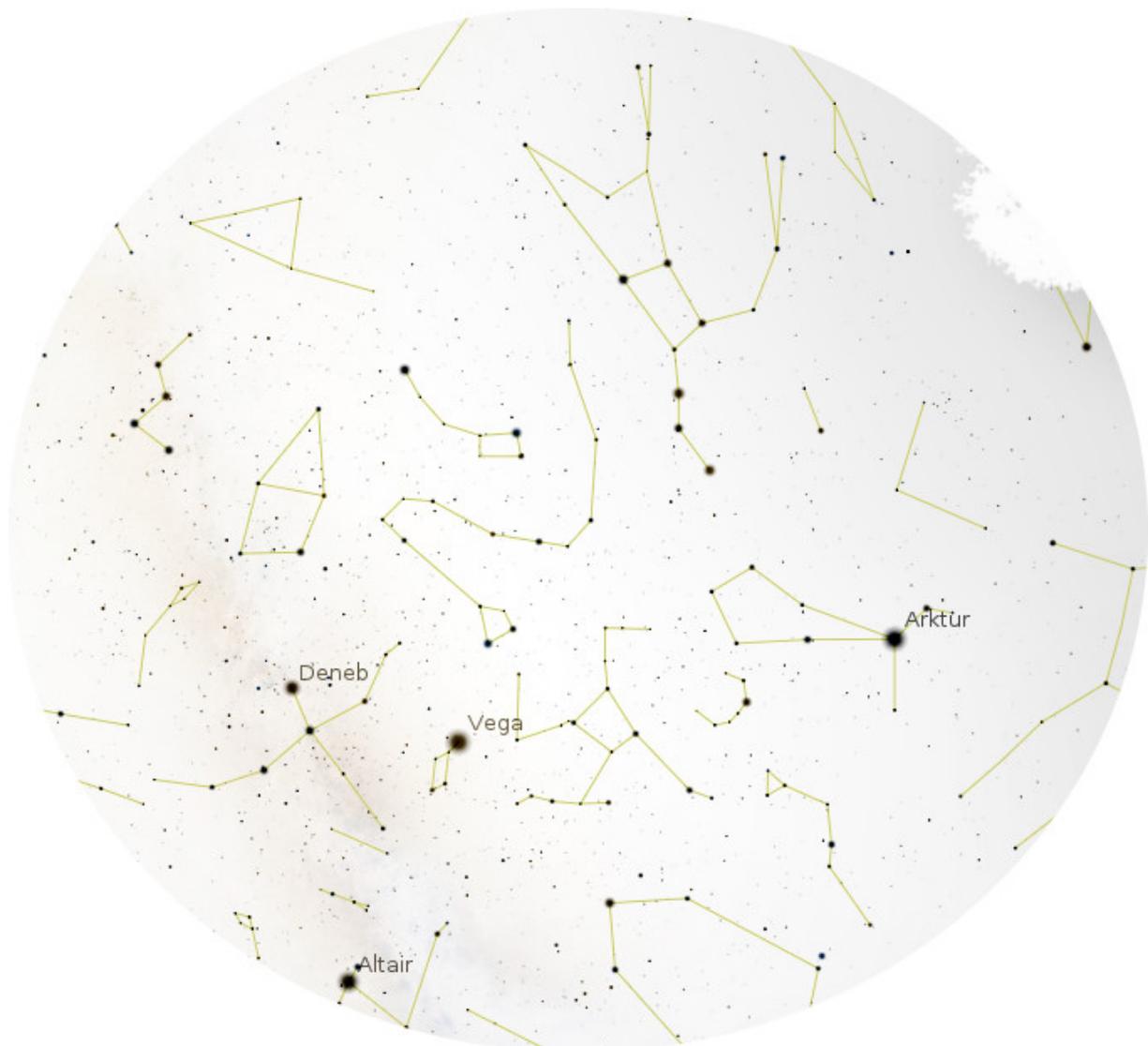
Auftrag 1

Der Sternenhimmel ist lückenlos in 88 Sternbilder eingeteilt.

Was bedeutet in dem Zusammenhang „scheinbare Himmelskugel“?

Wenn du in Deutschland, Österreich, der Schweiz oder Liechtenstein wohnst, so gibt es 6 Sternbilder, die jede Nacht vollständig zu sehen sind. Wie nennt man solche Sternbilder?

Trage diese, soweit möglich, in die Karte ein.



Bildquelle: Mit GIMP bearbeiteter Screenshot des freien Programm Stellarium

Erforsche, woher die Namen dieser Sternbilder kommen – welche Sagen/Geschichten verbergen sich hier.

Buchtipps: Werner Dausien: „Sternbilder von A bis Z“; Erika Dühnfort: „Vom größten Buch der Welt: Sternbilder – Geschichten durch das Jahr“, Quelle im Internet:

<https://www.schulmodell.eu/946-sternbilder.html>

[zurück zum Anfang](#)

Auftrag 2

Zu unserem Sonnensystem gehören viele verschiedene größere und kleinere Himmelskörper. Nutze die folgenden Dokumente, um die Sonne, die Planeten und andere Himmelskörper unseres Sonnensystems zu beschreiben. Entwickle daraus ein **Mindmap**, eine **Präsentation** oder auch ein **Spiel**. Achte dabei auf die korrekte Schreibweise der Fachbegriffe (Rechtschreibung)!

- <http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/eigenschaften-von-sonnenflecken/1183911>,
- <http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/die-erforschung-der-sonne/1156169>,
- <http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/die-planeten-unseres-sonnensystems-vom-himmelsanblick-zum-modell/1421010>,
- <http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/aufbruch-zu-phaethon/1377459>.

Auftrag 3

Kometen

1. In dem Text des Beitrages sind recht viele Fachbegriffe zu finden. Erstelle mit Hilfe dieser Quelle ein eigenes **Kometenlexikon**: <http://kometen.info/lexikon.htm>

2. Fertige eine Zeichnung an, in der der prinzipielle Aufbau eines Kometen erkennbar ist. Eine mögliche Quelle ist dafür: <https://www.spektrum.de/lexikon/physik/kometen/8190>
Zur Ergänzung sei auf verwiesen: <https://www2.mps.mpg.de/de/forschung/planeten/>

[zurück zum Anfang](#)

Auftrag 1 - Lösungshinweise

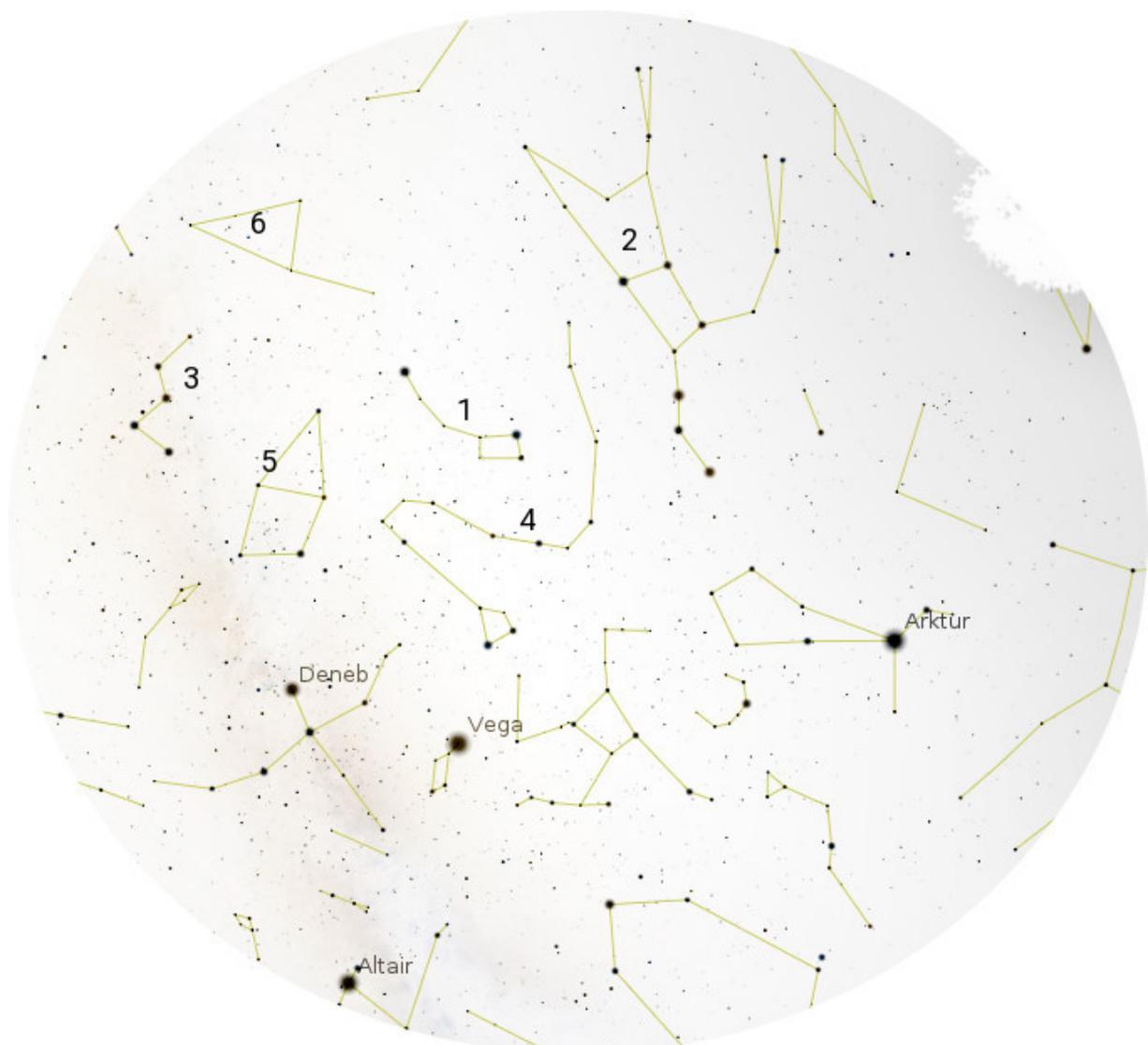
Der Sternenhimmel ist lückenlos in 88 Sternbilder eingeteilt. Was bedeutet in dem Zusammenhang „scheinbare Himmelskugel“?

Die Sterne wirken auf den Menschen alle weit entfernt, da es keine „Anhaltspunkte“ gibt, um die Entfernungen beim Anblick des Himmels zu differenzieren. Auf der Erde sehe ich, das Auto steht vor dem Haus, also ist das Haus weiter weg als das Auto.

Gemäß der Definition einer Kugeloberfläche – Menge aller Punkte im dreidimensionalen Raum, die von einem Punkt den gleichen Abstand haben, entsteht der Eindruck der Himmelskugel.

Wenn du in Deutschland, Österreich, der Schweiz oder Liechtenstein wohnst, so gibt es 6 Sternbilder, die jede Nacht vollständig zu sehen sind. Wie nennt man solche Sternbilder?

Diese Sternbilder werden als zirkumpolare Sternbilder bezeichnet.



Bildquelle: Mit GIMP bearbeiteter Screenshot des freien Programm Stellarium.

1 – kleiner Wagen, kleiner Bär, (oben links Polarstern erkennbar), 2 – Großer Wagen, großer Bär, 3 – Kassiopeia (sogenanntes Himmels-W), 4 – Drache (mit bloßem Auge in Stadtnähe nicht erkennbar), 5 – Cepheus, oder auch Kepheus, 6 – Giraffe (mit bloßem Auge in Stadtnähe nicht erkennbar, ist auch auf vielen drehbaren Sternkarten nicht eingezeichnet).

[zurück zum Anfang](#)

Hinweise zu Auftrag 2

Ein leicht bedienbares Programm zur Erstellung von Mindmaps ist ‚freemind‘. Dieses Opensource-Programm kann frei verwendet werden: <http://freemind.sourceforge.net/wiki/index.php/Download>.

Die vielen Fachbegriffe erfordern eine deutliche Kontrolle der Rechtschreibung und fördern diese damit gleichzeitig.

Beispiel, erstellt mit freemind durch den Autor:
(unvollständige) Übersicht zu den Objekten des Sonnensystems

