



JUGENDEXIKON

**Astronomie und
Raumfahrt**

Jugendlexikon
Astronomie und Raumfahrt

Klaus Lindner
Karl-Heinz Neumann

Jugendlexikon
Astronomie und Raumfahrt

1982
VEB Bibliographisches Institut Leipzig

Das Buch erscheint innerhalb der Reihe Jugendlexikon. Diese Reihe wird betreut vom Herausgeberkollektiv des „Jugendlexikon a–z“:

Gerhard Butzmann,

Jonny Gottschalg,

Günter Gurst,

Annelies Müller-Hegemann

Die Gutachter des Manuskripts waren

Hans Joachim Nitschmann, Bautzen (Gesamtmanuskript)

Dr. Christian Friedemann, Jena (Astronomie)

Peter Stache, Berlin (Raumfahrt)

Die Zeichnungen sind von

Jens Borleis, Leipzig (Astronomie)

Gerd Ohnesorge, Magdeburg (Raumfahrt)



© VEB Bibliographisches Institut Leipzig, 1980

2. Auflage 1982

Verlagslizenz Nr. 433-130/185/82 · LSV 9807

Verlagslektor: Mario Drews

Schlußredaktion: Rita Busch

Bildredakteur: Ingeborg Riemer

Technische Redaktion: Annemarie Wittmar

Herstellung: Karin Kabisch

Umschlagentwurf: Dipl.-Grafiker Ludwig Winkler, Steinach

Gesamtherstellung: INTERDRUCK Graphischer Großbetrieb Leipzig – III/18/97

Redaktionsschluß: 10. 5. 1981

Best.-Nr. 576 9243

DDR 7,50 M

Benutzungshinweise

Wie jedes Lexikon ist auch das vorliegende nach bestimmten Grundsätzen aufgebaut. Diese entsprechen denen der anderen Bücher aus der Reihe *Jugendlexikon*. Die meisten der Grundsätze werden nach kurzer Benutzung dem Leser offenkundig. Einige aber sind besonders hervorzuheben.

1. Die **Reihenfolge der Stichwörter (Alphabetisierung)** erfolgt streng nach der Buchstabenfolge des oder der *fettgedruckten Stichwörter*. Dabei werden die Umlaute ä, ö, ü wie a, o, u behandelt. — Wenn ein Begriff, zu dem Ihr Informationen sucht, nicht als Stichwort enthalten ist, so bitten wir Euch zu überlegen, unter welchem anderen Stichwort noch nachgeschlagen werden könnte.
2. Der **Pfeil (↗)** vor einem Begriff oder Namen weist auf ein Stichwort hin, unter dem notwendige oder empfehlenswerte weitere Informationen zu finden sind. Pfeile vor Begriffen am Ende eines Artikels weisen auf weiterführende Informationen hin. Wir wollten mit Verweisungen sparsam umgehen; es können auch viele Stichwörter nachgeschlagen werden, vor denen kein Pfeil steht.
3. Die **Betonung** wird durch einen Strich unter dem zu betonenden Laut (bzw. Lautverbindung) angegeben.
4. Die **Angaben zur sprachlichen Herkunft der Wörter (etymologische Angaben)** stehen in eckigen Klammern hinter den Stichwörtern, die aus fremden Sprachen zu uns gelangt sind. Zunächst gehören dazu Herkunftsangaben (lat. = lateinisch, griech. = griechisch, franz. = französisch usw.). Zum Beispiel bedeutet „(lat. (griech.“, daß das Wort über das Lateinische aus dem Griechischen kam. „(lat. + (griech.“ besagt, daß es sich um ein zusammengesetztes Wort handelt, dessen Bestandteile aus dem Lateinischen und Griechischen stammen. Wenn es zur Klärung des Stichwortes beiträgt, wird das Stichwort bzw. die Form, von der es hergeleitet wird, noch wörtlich in das Deutsche übersetzt. Die deutsche Entsprechung steht dann in Anführungsstrichen.
Schließlich finden sich bei einigen Stichwörtern, deren Aussprache nicht allgemein bekannt ist, noch **Ausspracheangaben** in einer vereinfachten und jedem verständlichen Form. Dabei sind ä, ë, ö die die französische Sprache kennzeichnenden Nasallaute, die ungefähr wie ang, eng, ong, aber viel leichter, ausgesprochen werden müssen. Das durchgestrichene sch ist ein stimmhaftes sch wie j in Journalist. Das ə ist ein sehr kurzes, dumpfes e wie in Mitte.

5. Folgende **Abkürzungen** und Zeichen werden verwendet:

Abb.	= Abbildung	Tab.	= Tabelle
Abk.	= Abkürzung; wissenschaftliche Kurzbezeichnung (bei Sternnamen)	u. a.	= unter anderem; und anderes
bzw.	= beziehungsweise	u. ä.	= und ähnliches
d. h.	= das heißt	usw.	= und so weiter
geb.	= geboren(e)	vgl.	= vergleiche
gest.	= gestorben	v. u. Z.	= vor unserer Zeitrechnung
Jh.	= Jahrhundert	z. B.	= zum Beispiel
Jt.	= Jahrtausend	‰	= Prozent
Md.	= Milliarde(n)	°	= Grad
Mill.	= Million(en)	'	= Bogenminute
		"	= Bogensekunde
		↗	= siehe (Verweispfeil)

sowie eine Reihe von Kurzwörtern und Abkürzungen, die im Lexikon selbst Stichwort sind, z. B. HRD, GARP, NASA, MEZ, Typen von Raumflugkörpern wie OSO, W-5W.

6. Folgende **Maßeinheiten** werden verwendet:

Länge	m, cm, mm, nm 1 nm = 10 ⁻⁹ mm °, ', " 1° = 60' = 3600"		1 at = 100 kPa = 0,1 MPa mbar Millibar 1 mbar = 100 Pa
Länge, Höhe	km; pc, kpc, Mpc; AE, Lj	Energie (Kernphysik)	eV Elektronenvolt keV 1 keV = 1,6 · 10 ⁻¹⁶ J (Joule)
Masse	kg, t 1 t = 1000 kg	Leistung	W, kW
Schub	kN Kilonewton 1 N = 1 kg · m/s ² 1 kN = 1000 N MN Meganeutron 1 MN = 1000 kN (↗ Schub)	magnetische Induktion	T Tesla 1 T = 1 V · s · m ⁻²
Zeit	h, min, s h Stunde (Zeitdauer bzw. Zeitpunkt) d Tag 1 d = 24 h = 1440 min	Frequenz	Hz Hertz 1 Hz = 1 Schwingung je Sekunde kHz, MHz, GHz 1 MHz = 10 ³ kHz = 10 ⁶ Hz 1 GHz = 10 ³ MHz = 10 ⁹ Hz
Temperatur	K Kelvin 0 K = -273,15°C	Größenklassen ^m (↗ Helligkeit)	
Druck	Pa Pascal	Leuchtkraft	W Watt, kW L _s (↗ Leuchtkraft)

Folgende Maßeinheiten aus der Astronomie werden als Stichworte erklärt: astronomische Einheit (AE), Parsek (pc), Lichtjahr (Lj), Größenklassen (M, m: ↗ Helligkeit).

Die *Kurzformen aller Sternbilder* sind in der Tab. Sternbilder aufgeführt.

Der *Anhang* enthält ein Literaturverzeichnis sowie 6 Tab. zur Entwicklung der Raumfahrt.

7. Wir sind für **Hinweise, Verbesserungsvorschläge und Erfahrungen** im Umgang mit diesem Buch sehr dankbar.

Unsere Anschrift lautet:

VEB Bibliographisches Institut Leipzig
Redaktion Jugendlexikon
7010 Leipzig, Postfach 130

Bildquellen

Amerika-Dienst, USIS, Bad Godesberg · VEB Carl Zeiss JENA · Dr. C. Friedemann, Jena · Karl-Schwarzschild-Observatorium Tautenburg Mineralogisches Museum, Berlin · K.-H. Neumann, Zepernick · Nowosti, Berlin · Nowosti, Moskau · Redaktion „Astronomie in der Schule“, Bautzen · D. Ruhnow, Rodewisch · Sonnenobservatorium Einsteinurm, Potsdam · Sternwarte Babelsberg des Zentralinstituts für Astrophysik, Potsdam-Babelsberg · Sternwarte Sonneberg · TASS, Moskau · Urania Verlag Leipzig · Zentralbild, Berlin

Henkel/Wenzel: Bildmappe „Ausgewählte astronomische Objekte“. Berlin: Volk und Wissen, 1974 · H. Pfaffe, P. Stache: Raumflugkörper. Berlin: transpress VEB Verlag für Verkehrswesen, 1973 · A. F. Zenkert: Anschauungstafel für den Astronomieunterricht „Spektralklassen der Fixsterne“

Die **Abbildungsfehler** eines optischen Systems bewirken, daß die von einem Punkt der Lichtquelle ausgehenden Lichtstrahlen nicht genau zu einem Bildpunkt vereinigt werden. Man unterscheidet *chromatische* (farbverändernde) und *geometrische* Abbildungsfehler. Bei Hohl-

Abbildungsfehler

1. chromatische Abbildungsfehler

1.1. chromatische Aberration

Ursache: Zerlegung des weißen Lichtes in seine Bestandteile (*Spektralfarben*). Für blaues Licht liegt der Brennpunkt näher an der Linse als für rotes Licht.

Wirkung: farbiger Saum um das Bild des Objektes

2. geometrische Abbildungsfehler

2.1. sphärische Aberration

Ursache: Randzone und achsennaher Bereich des Objektivs haben unterschiedliche Brennweiten.

Wirkung: Unschärfe

2.2. Der Astigmatismus

Ursache: Gegen die optische Achse geneigte Strahlenbündel bilden einen Gegenstandspunkt nicht als Punkt ab.

Wirkung: unscharfe Striche anstatt punktförmiger Bilder

2.3. Die Koma

Ursache: Gegen die optische Achse geneigte Strahlenbündel mit großem Öffnungswinkel bilden einen Gegenstandspunkt nicht als Punkt ab.

Wirkung: Figuren sind kometenschweifartig statt punktförmig

2.4. Bildfeldwölbung

Ursache: Das Bild einer ebenen Fläche ist nicht eben, sondern gewölbt.

Wirkung: Unschärfe in einzelnen Bereichen des Bildes

2.5. Verzeichnung

Ursache: Der Abbildungsmaßstab ist nicht über die gesamte Fläche gleich.

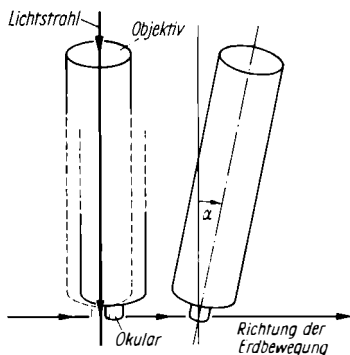
Wirkung: Verzerrungen am Rande des Gesichtsfeldes

spiegeln treten keine chromatischen Fehler auf, u. a. deshalb werden in der modernen Astronomie Spiegelteleskope bevorzugt. Zur weitgehenden Beseitigung der Abbildungsfehler werden Linsen und Spiegel in optischen Instrumenten in geeigneter Weise kombiniert. In der Nähe der optischen Achse, also in der Mitte des Gesichtsfeldes, sind die Abbildungsfehler am kleinsten. *Tab.*

Der **Abendstern** \nearrow Venus.

Als **Abendweite** wird der Winkel zwischen dem Untergangspunkt eines Gestirns im Horizont und dem Westpunkt bezeichnet. Sie wird in Winkelgrad ($^{\circ}$) mit dem Zusatz „nördlich“ bzw. „südlich“ ausgedrückt. Die Abendweite der Sonne pendelt zwischen 41° nördlich und 41° südlich; d. h. der Untergangspunkt der Sonne beschreibt am westlichen Horizont einen Winkel von 82° .

Die **Aberration** [(lat.) ist 1. eine scheinbare Verschiebung der Gestirne an der Himmelshalbkugel. Sie entsteht, weil die Bewegungsgeschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn gegenüber der Lichtgeschwindigkeit nicht vernachlässigt werden kann. In der Zeit, in der das auf die Mitte des Fernrohrobjektivs treffende Licht den Weg bis zum Okular zurücklegt,



Aberration: Strahlengang des Lichts im Fernrohr

bewegt sich das Fernrohr mit der Erde weiter. Das Licht trifft daher nicht auf die Okularmitte; das Gestirn hat sich scheinbar verschoben. Ein Ausgleich ist möglich, indem das Fernrohr um einen kleinen Winkel α in die Richtung der Erdbewegung geneigt wird. *Abb.* – Außer der hier beschriebenen *jährlichen Aberration* muß die *tägliche Aberration* (bewirkt durch die Rotation der Erde) und die *säkulare Aberration* (durch die Bewegung der Sonne im Sternsystem) berücksichtigt werden. ↗ Bradley.

2. Die Aberration ist ein ↗ Abbildungsfehler beim Fernrohr.

Able-Star [(engl., sprich: ehlstah] ist die Bezeichnung einer Oberstufe für Trägerraketen der USA. Sie war aus der Zweitstufe der ↗ Vanguard-Trägerrakete entwickelt worden. Ihre Besonderheit bestand darin, daß sie wiederzündbar war. Ihr Einsatz erfolgte 1960/65 als Oberstufe der ↗ Thor zum Start militärischer Satelliten. Die Able-Star wurde durch die ↗ Agena abgelöst.

Die **Abplattung** eines Himmelskörpers ist dessen Abweichung von der Kugelgestalt. Sie wird durch die bei der Rotation auftretende Fliehkraft bewirkt und durch den Quotienten $a-b/b$ ausgedrückt. Dabei bedeutet a den Äquatorradius und b den Polradius. Die Abplattung der Erde beträgt rund $1/300$; d.h. der Polradius der Erde ist um etwa $1/300$ kürzer als ihr Äquatorradius.

absolute Helligkeit [(lat.) ↗ Helligkeit.

Die **Absorption** [(lat.) ist die Schwächung einer Strahlung beim Durchgang durch eine Substanz. Sowohl elektromagnetische Wellen als auch Teilchenstrahlungen können Absorption erleiden. Dabei wird ihre Energie in andere Energieformen, z. B. Wärmeenergie, Energie angeregter Atome, Ionisierungsenergie, umgewandelt.

Das **Absorptionsspektrum** [(lat.) ist ein ↗ Spektrum, in dem Absorptionslinien auftreten.

Abstiegshahn ist der Abschnitt der Bahn eines Raumflugkörpers, in dem er in die Atmosphäre eines Himmelskörpers eindringt bzw. (bei einem atmosphärenlosen Himmelskörper) durch Zündung von

Bremsraketen zur Oberfläche gelangt. Zur Einleitung des Einflugs in eine Abstiegsbahn wird auch bei Himmelskörpern mit Atmosphäre meistens Raketentrieb genutzt, z. B. bei der Rückkehr aus der Erdsatellitenbahn. Die Abstiegsbahn endet mit dem Aufsetzen oder Aufprall auf der Oberfläche (Landung). – ↗ Abb. Aufstiegsbahn.

Achernar [(arab., „Ende des Flusses“) ist der Name des hellsten Sterns im Sternbild Eridanus. Er kann von Mitteleuropa aus nicht beobachtet werden.

Der **Achondrit** [(griech.] ist ein Steinmeteorit mit einer bestimmten Zusammensetzung. In ihm sind die Chondren (die für die ↗ Chondrite kennzeichnenden kleinen, mineralischen Kügelchen) nicht enthalten; er ähnelt aufgeschmolzenem Gestein. Die meisten Steinmeteorite sind Chondrite. ↗ Meteorit.

Achterdeck oder lat. *Puppis* (Genitiv *Puppis*), Abk. *Pup*, heißt ein Sternbild des südlichen Himmels, das zu einem Teil Mitte Januar gegen Mitternacht knapp über dem Südhorizont beobachtet werden kann.

John Couch **Adams** [sprich: ädäms], geb. 5. 6. 1819, gest. 21. 1. 1892, war ein englischer Astronom, der durch seine Untersuchungen über die Bewegung des Planeten Uranus (1845) berühmt wurde. Er berechnete daraus gleichzeitig mit J. ↗ Leverrier die Stellung des noch unbekanntem Planeten Neptun.

Der **Adler** oder lat. *Aquila* (Genitiv *Aquiliae*), Abk. *Aql*, ist ein Sternbild am sommerlichen und herbstlichen Abendhimmel. Es befindet sich im Zuge der Milchstraße; sein Hauptstern Atair gehört zum ↗ Sommerdreieck. Das Sternbild wird vom Himmelsäquator durchzogen.

AE ↗ astronomische Einheit.

Aeros heißt ein Satellit der BRD. Er wurde am 16. 12. 1972 mit einer Trägerrakete vom Typ ↗ Scout gestartet. Er diente der Untersuchung der Erdatmosphäre. Seine Ausrüstung bestand aus einem Massenspektrometer zur Messung von Teilchen mit den Massenzahlen 2 bis 44, einem Instrument zur Messung der Temperatur des neutralen Gases, einem weiteren zur Bestimmung der Energiever-

teilung von Elektronen und Ionen, einer Impedanzsonde zur Messung der Elektronendichte in der Ionosphäre sowie einem Spektrometer zur Bestimmung der Intensität der solaren Ultraviolettstrahlung. *Aeros 1* verglühte am 22. 8. 1973. Ein weiterer Satellit gleicher Art wurde am 16. 7. 1974 gestartet und ist ebenfalls inzwischen verglüht.

AG der DDR → Astronautische Gesellschaft der DDR.

Agena ist die Bezeichnung einer Oberstufe von Trägerraketen der USA (→ *Thor*, → *Atlas*, → *Titan*). Von 1959 bis 1961 befand sich die *Agena A* im Einsatz, von 1960 bis 1965 die *Agena B*, seit 1962 die *Agena D*. Das Antriebssystem ist wiederzündbar und besitzt lagerfähigen Treibstoff. Brennstoff ist unsymmetrisches Dimethylhydrazin, als Oxydator wird Salpetersäure verwendet. Die Version *Agena D* hat eine Länge von 7,6 m und einen Durchmesser von 1,52 m. Ihre Masse beträgt rund 7 t. Bei einer nominalen Brenndauer von 240 s beträgt der Vakuumschub 72 kN.

aktiver Nachrichtensatellit [(lat.) → Nachrichtensatellit.

Die **Aktivitätszentren** [(lat. (lat. (griech.) auf der Sonne sind die Bereiche, von denen aus sich die Erscheinungen der → Sonnenaktivität entwickeln. Sie umfassen jeweils nur kleine Gebiete der Sonnenoberfläche und existieren wenige Tage bis viele Monate lang, in ihnen werden stets verstärkte Gasbewegungen, überhitzte Gebiete (→ Fackeln, → Eruptionen), lokale Magnetfelder u. a. beobachtet.

Die **Albedo** [(lat. *albus*, „weiß“) ist die Maßzahl für das Rückstrahlungsvermögen einer (nicht spiegelnden) Fläche. Ist sie hoch, so wird ein großer Prozentsatz der einfallenden Energie zurückgeworfen und die Fläche erscheint hell; im entgegengesetzten Falle absorbiert die Fläche einen großen Teil der Strahlung. Die Albedo wird in Prozenten oder als Dezimalbruch angegeben. So hat z. B. der Planet Merkur eine Albedo von 0,06; d. h. er strahlt nur 6% des einfallenden Lichtes in den Raum zurück. Die Albedo der Erde liegt bei 39%, die des Erdmondes bei 7%.

Aus der Albedo eines Himmelskörpers kann man auf dessen Oberflächenbeschaffenheit bzw. Atmosphäre schließen. **Albireo** [(arab., „Vogel“), Abk. β *Cyg*, ist der Name des Sterns β im Sternbild Schwan, eines Doppelsterns mit deutlich unterschiedlich gefärbten Komponenten. Der rötliche Hauptstern (Spektraltyp K0) hat eine scheinbare Helligkeit von 3 Größenklassen, der bläulichweiße Begleiter (B9) ist 5. Größenklasse. Die Komponenten sind 34" voneinander entfernt. *Albireo* kann bereits mit einem Feldstecher beobachtet werden.

Aldebaran [(arab., „der (den Plejaden) folgende“), Abk. α *Tau*, heißt der Hauptstern des Sternbildes Stier. Der rötliche Riesenstern, inmitten des offenen Sternhaufens *Hyaden* gelegen, gehört zur Spektralklasse K5 und ist 68 Lj von der Erde entfernt. Er bildet mit einem M-Stern 11. Größe ein Doppelsternsystem.

Algol, Abk. β *Per*, [(arab., „Teufelskopf“, „Bergegeist“) ist ein auffälliger → Bedeckungstern im Sternbild Perseus. Seine scheinbare Gesamthelligkeit schwankt mit einer Periode von 2,87 Tagen zwischen 2,2 und 3,5 Größenklassen. Das Hauptminimum dauert rund 10 Stunden. Die beiden sich bedeckenden Sterne werden von einem dritten und wahrscheinlich auch noch von einem vierten Stern umlaufen, ohne daß es dabei zu weiteren Bedeckungen kommt.

Alkor [(arab.) oder *Reiterlein* heißt der Stern 80g im Sternbild Großer Bär. Er bildet mit → *Mizar* einen optischen, also scheinbaren Doppelstern. Wegen seines geringen Abstandes von 12' und seiner geringen Helligkeit (4. Größe) wird er auch *Augenprüfer* genannt.

Alkyone oder *Alcyone*, Abk. η *Tau*, ist der Name des hellsten Sterns in den → Plejaden. *Alkyone* ist ein weißer Unterriese der Spektralklasse B7. Die scheinbare (visuelle) Helligkeit beträgt 2,86 Größenklassen.

Der **Ahnagest** [(arab., „der Größte“) ist ein von → Ptolemäus um 150 u. Z. verfaßtes Handbuch der Astronomie. Es galt fast anderthalb Jahrtausende lang als grundlegendes Werk der Astronomie.

Ursprünglich hieß sein (griechischer) Titel „Große Zusammenstellung (des astronomischen Wissens)“. Das Buch wurde später ins Arabische übersetzt und erhielt dabei den verstümmelten arabisch-griechischen Titel „Almagest“. In diesem Werk ist das geozentrische Weltbild dargestellt. Es enthält einen im Altertum viel benutzten Sternkatalog.

Der **Almukantarat** [(arab.) ↗ Azimutalkreis].

Alouette [sprich: alu-et] heißen die beiden ersten Satelliten Kanadas, 2 Forschungssatelliten mit 145 kg Masse, die durch die USA am 29. 9. 1962 und am 29. 11. 1965 auf Erdumlaufbahnen gebracht wurden. Sie dienen der Untersuchung der kosmischen Radiostrahlung.

Alpha Centauri [(griech. + (lat.), Abk. α Cen: ↗ Proxima Centauri].

Alphard [(arab., der „vereinzelte stehende Stern“), Abk. α Hya, ist der Hauptstern des Sternbildes Wasserschlange, ein rötlicher Riesenstern der Spektralklasse K 4 mit einer scheinbaren Helligkeit von 2,05 Größenklassen.

Der **Altar** [(lat.) oder *Ara* (Genitiv *Arae*), Abk. *Ara*, heißt ein Sternbild am südlichen Sternhimmel, das in Mitteleuropa unsichtbar bleibt.

Das **Altazimut** [(lat. + (arab.) ist ein Winkelmeßinstrument zur Bestimmung der Koordinaten eines Gestirns im ↗ Horizontsystem. Es besitzt an beiden Achsen Kreisteilungen. Kleine transportable Altazimute heißen *Universalinstrumente*.

Die **Altersbestimmung** an Himmelskörpern erfolgt auf sehr unterschiedlichen Wegen. Direkt untersuchbares Material (Erd- und Mondgestein, Meteoriten) erlaubt eine Altersbestimmung, indem bestimmte Zerfallsprodukte radioaktiver Elemente in dem Gestein nachgewiesen und mengenmäßig mit den Ausgangselementen verglichen werden. Mit dieser Methode erwiesen sich die ältesten Gesteine der Erdrinde zwischen 3,6 und 4,6 Md. Jahre alt. Die Minerale, aus denen die Meteoriten bestehen, wurden vor rund 4,5 Md. Jahren gebildet, das Mondgestein ist zwischen 3,0 und 4,7 Md. Jahre alt.

Das **Alter von Sternen** erhält man ent-

weder aus Überlegungen über ihren Energievorrat oder – für Sternhaufen – aus dem ↗ Hertzsprung-Russell-Diagramm des betreffenden Haufens. Da ein Stern die ↗ Hauptreihe um so eher verläßt, je größer seine Masse ist, löst sich im Laufe der Zeit die Hauptreihe eines solchen Diagramms von oben her auf. Der Auflösungspunkt gibt Auskunft über das Alter des betreffenden Sternhaufens und – da alle Mitgliedssterne praktisch gleichzeitig entstanden sind – über das Alter jedes Mitgliedssterns. Es beträgt bei den jüngeren Haufen 2 bis 3 Mill., bei den ältesten bis 12 Md. Jahre. ↗ Sternentwicklung.

Amalthea heißt der innerste Mond des Jupiter. ↗ Tab. Satellit.

Ananke heißt ein Mond des Jupiter. ↗ Tab. Satellit.

Die **Andromeda** [(lat. (griech., lat. Genitiv *Andromedae*), Abk. *And*, heißt ein Sternbild des nördlichen Sternhimmels, das am herblichen und winterlichen Abendhimmel gesehen werden kann. Im Bereich des Sternbildes befindet sich der ↗ Andromedanebel.

Der **Andromedanebel** ist das einzige ↗ außerhalb galaktischer Sternsysteme, das in Mitteleuropa mit dem bloßen Auge gesehen werden kann. Er befindet sich im Sternbild ↗ Andromeda, ist 690 kpc entfernt und vereinigt in sich eine Gesamtmasse von rund 300 Md. Sonnenmassen. Er gehört zu den spiralförmigen Sternsystemen (↗ Spiralnebeln) und ist an Größe und Masse und Gestalt unserem Sternsystem, dem Milchstraßensystem, vergleichbar. Sein scheinbarer Durchmesser beträgt 4°; in kleineren Fernrohren sind jedoch nur die hellen Zentralbereiche zu erkennen, so daß der Nebel sehr viel kleiner wirkt. Der wahre Durchmesser liegt bei 50 kpc.

Der Kern des Andromedanebels ist sternähnlich und rotiert wie ein starrer Körper, die äußeren Bereiche weisen unterschiedliche Rotationsgeschwindigkeiten auf. Im Andromedanebel wurden außer Einzelsternen auch Sternhaufen und interstellare Materie nachgewiesen. Er sendet auch Radiofrequenzstrahlung aus. *Abb.*

Die **Andromediden** [(lat. (griech.) sind ein ↗ Meteorstrom.

Anik, auch *Telesat*, heißt die 2. Serie der Satelliten Kanadas. Diese Nachrichtensatelliten mit rund 550 kg Masse wurden am 9. 11. 1972 bzw. 21. 4. 1973 in den USA gestartet. Sie ermöglichen Fernsehübertragungen zwischen der West- und Ostküste Kanadas (*Anik 1*, Apogäum und Perigäum liegen bei 36 000 km, die Umlaufzeit bei 24 h 15 min) bzw. Telefonverbindungen zwischen den USA und Kanada (*Anik 2*).

Die **Anomalie** [(griech., „Ungleichheit“, „Abweichung“) ist ein Winkel, der den Ort eines Himmelskörpers in seiner Bahn angibt. Für die Planetenbewegung ist der Winkel Perihel–Sonne–Planet die *wahre Anomalie*. Sie ändert sich wegen der unterschiedlich schnellen Planetenbewegung ungleichförmig. Denkt man sich einen Hilfspunkt, der die Sonne auf einer Kreisbahn mit gleichbleibender Geschwindigkeit umläuft und die gleiche Umlaufzeit hat wie der Planet, so ist der Winkel Perihel–Sonne–Hilfspunkt die *mittlere Anomalie*. ↗ *anomalistisch*.

anomalistisch [(griech.): auf die gleiche ↗ Anomalie bezogen. Das *anomalistische Jahr* ist die Zeit zwischen 2 aufeinan-

derfolgenden Durchgängen der Sonne durch den sonnennächsten Punkt ihrer Bahn (das Perihel), es dauert 365 Tage 6 h 13 min 53 s. Der *anomalistische Monat* ist die Zeitspanne zwischen 2 aufeinanderfolgenden Durchgängen des Mondes durch sein Perigäum. Seine Länge beträgt 27 Tage 13 h 18 min 33 s.

Die **Anregung** ist der Übergang eines Atoms, Ions oder Moleküls aus dem Zustand geringster Energie (*Grundzustand*) in einen Zustand höherer Energie (*angeregter Zustand*). Die Energiedifferenz muß dem Teilchen dabei als *Anregungsenergie* zugeführt werden; das kann z. B. durch Stöße mit anderen Teilchen oder durch Aufnahme geeigneter Strahlung (Absorption) geschehen. Die angeregten Zustände sind meistens nicht stabil; das angeregte Teilchen kehrt im allgemeinen nach sehr kurzer Zeit (10^{-8} s) in den Grundzustand zurück. Dabei wird die aufgenommene Energie wieder abgegeben, häufig stufenweise. Bei Energieabgabe in Form von Lichtstrahlung spricht man von *Anregungsleuchten*.

ANS 1 [Abk. von Astronautical Netherlands Satellite, engl., „Weltraumforschungssatellit der Niederlande], ist der Name des ersten niederländischen For-



Andromedanebel

schungssatelliten. Er wurde mit einer vierstufigen Feststoff-Trägerrakete am 30. 8. 1974 von Western Test Range (Kalifornien, USA) aus gestartet. ANS 1 ist 1,25 m lang und 0,61 m breit. Er erreichte eine elliptische Flugbahn zwischen 270 und 1 100 km Höhe. Seine Masse beträgt 130 kg, wovon 42,3 kg auf die Nutzmasse entfallen.

Zwei der wissenschaftlichen Apparaturen sind in den Niederlanden entwickelt worden (Cassagranteleskop von 22 cm Öffnung, Spektrometer und 5 ultraviolett empfindlichen Fotomultipliern sowie 2 Detektoren für weiche Röntgenstrahlung).

Der **Antapex** [(griech. + lat.; Plural Antapizes) ist der Punkt an der scheinbaren Himmelskugel, der dem Zielpunkt der ↗Pekuliarbewegung der Sonne im Raum, dem ↗Apex, gegenüberliegt. Er befindet sich im Sternbild Taube, südlich der Sternbilder Großer Hund und Hase.

Der **Antares** [(griech., „Gegenmars“), Abk. α Sco, ist der Name des hellsten Sterns im Sternbild Skorpion, eines engen Doppelsterns, dessen hellere Komponente zwischen 0,9 und 1,8 Größenklassen veränderlich ist. Antares leuchtet auf fallend rötlich.

Antlia [(lat.) ↗Luftpumpe.

Antriebsbahn ist die Flugbahn einer Rakete, die mit Antrieb, d. h. mit arbeitendem Triebwerk zurückgelegt wird. Sie reicht vom Start bis zum ↗Brennschluß.

Der **Antriebsbedarf** ist die Energiemenge, die notwendig ist, um einen Raumflugkörper auf eine Flugbahn zu bringen, die der vorgesehenen Aufgabe entspricht. Diese Energiemenge wird als Geschwindigkeit angegeben. Für Flugbahnen in einer Erdsatellitenbahn beträgt sie etwa 7,6 km/s (rund 500 km Höhe), beim Flug in den interplanetaren Raum mindestens 11,2 km/s. Bei verschiedenartiger Zielstellung (Mond, Planeten oder interplanetarer Raum) verändert sich dieser Wert, wird aber in den meisten Fällen größer (bis etwa 20 km/s).

Der **Apex** [(lat., „Gipfel“, „Spitze“; Plural Apizes) ist der Zielpunkt, auf den die ↗Pekuliarbewegung der Sonne (und mit

ihr des Sonnensystems) gerichtet ist. Er ist daran erkennbar, daß die Sterne in seiner unmittelbaren Umgebung im statistischen Mittel keine ↗Eigenbewegungen, aber merkliche ↗Radialgeschwindigkeiten besitzen. Der Apex befindet sich im Sternbild Herkules; die Sonne bewegt sich relativ zu den Sternen ihrer Umgebung mit einer Geschwindigkeit von 19,5 km/s auf ihn zu. ↗Antapex.

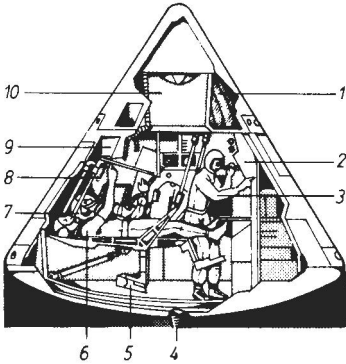
Das **Aphel** [(griech., „Sonnenferne“, sprich: afehl), eine ↗Apside, ist der sonnenfernste Punkt in der Bahn eines die Sonne umlaufenden Himmelskörpers (z. B. Planeten). Im Aphel bewegen sich die Planeten, Kometen usw. am langsamsten (↗Keplersche Gesetze); die Erde durchläuft das Aphel ihrer Bahn jährlich in den ersten Julitagen. – Gegensatz: das **Perihel**. Planeten haben im Perihel ihre größte Bahngeschwindigkeit; die Erde durchläuft das Perihel ihrer Bahn jährlich in den ersten Tagen des Januar.

Das **Apogäum** [(lat. (griech., „Erdferne“), eine ↗Apside, ist der erdfernste Punkt in der elliptischen Bahn eines die Erde umlaufenden Himmelskörpers (des Mondes oder eines künstlichen Erdsatelliten bzw. einer Raumstation) vom Erdmittelpunkt gemessen. – Gegensatz: **Perigäum**. – Zweckmäßigerweise rechnet man meistens mit der **Apogäumshöhe** und der **Perigäumshöhe**, also den Höhen der Punkte über der Erdoberfläche. Etwas ungenau sagt man auch dann nur Apogäum bzw. Perigäum; diese Bezeichnung hat sich in der Raumfahrtliteratur eingebürgert und wird auch in diesem Buch verwendet. – Bei Kreisbahnen sind Apogäum und Perigäum gleich.

Apogäumstriebwerk wird bei Erdsatelliten eingesetzt, die von einer stark elliptischen Bahn in eine ↗Synchronbahn gelangen sollen. In den meisten Fällen ist es mit dem Satelliten verbunden und verbleibt nach Brennschluß in ihm. Vornehmlich wurden Feststofftriebwerke verwendet. Bei den sowjetischen Satelliten vom Typ Molnija S, Raduga und Ekran setzte man jedoch Flüssigkeitstriebwerke ein, die nach Erreichen der Synchronbahn abgetrennt wurden.

Apollo heißt das seit 1961 geplante Mond-

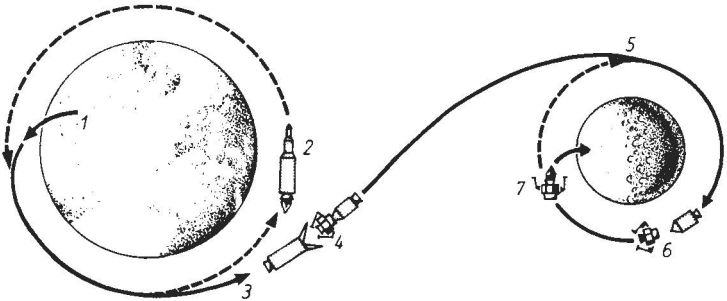
flugunternehmen der USA (verwirklicht von der NASA). Ziel war, 1969/70 amerikanische Raumfahrer als erste Menschen auf den Mond zu bringen. Apollo-Raumfahrzeuge bestehen aus der Kommandokabine (zugleich Rückkehr-



Apollo, Abb. 1: Kommandokabine
 1 Landefallschirm, 2 Steuerungsstand, 3 Bordanzug, 4 Lagekontrolldüse, 5 Mittelsitz (zusammengeklappt), 6 Unterbekleidung, 7 Raumanzug, 8 Hauptinstrumententafel, 9 Fenster, 10 Vordertunnel zur Mondlandefähre

kapsel, für 3 Besatzungsmitglieder ausreichend) für die Mannschaft während des Fluges. Sie hat die Form eines flachen Kegels mit einem Bodendurchmesser von 3,90 m und einer Höhe von 3,66 m. Bis nach der Einleitung der Landung auf der Erde ist die Kommandokabine (Masse 5,45 t) mit dem zylindrischen Geräte- und Versorgungsteil (Masse beim Start 25 t) verbunden, das einen Durchmesser von 3,90 m und eine Länge von 4 m hat. Die herausragende Triebwerksdüse ist 2,7 m lang. Abb. 1. — Weiterhin haben die Apollo-Raumfahrzeuge eine Mondlandefähre (LM), mit der 2 Astronauten auf dem Mond landen können.

Nach Flügen mit Apollo-Atrappen (1964/65), z. T. mit Pegasus-Satelliten, wurden mit Apollo 4 bis 6 unbemannte Kapseln in Erdumlaufbahnen gebracht Abb. 2. — In Apollo 7 erprobten Walter Schirra, Don Eisele und Walter Cunningham das Raumschiff und die Manöver mit der Mondlandefähre (LM) in einer Erdsatellitenbahn. Von Apollo 11, 12, 14 bis 17 aus führten Astronauten Mondlandungen durch. Nach Abschluß der Mondflugunternehmen fanden Apollo-Raumschiffe noch Einsatz als Transportraumschiffe bei den Unternehmen Skylab (1 bis 3) und dem Sojus-Apollo-Unternehmen. —



Apollo, Abb. 2: Ablaufphasen des Apollo-Mondflugunternehmens
 1 Start, 2 Flug in der Erdsatellitenbahn, 3 Einschwenken in die Übergangsbahn, 4 Kommando- und Antriebseinheit lösen sich mit der Mondlandefähre von der 3. Raketenstufe und werden später gewendet, 5 Einschwenken in die Mondsatellitenbahn, 6 Flug in der Mondsatellitenbahn, Abtrennen der Landefähre, Geräte- und Versorgungsteil verbleiben in der Mondsatellitenbahn, 7 Bremsmanöver zur Einleitung der Landung der Mondlandefähre

Apollo 8 mit Frank Borman, James Lovell und William Anders startete am 21. 12. 1968. Die Trägerrakete war eine \nearrow Saturn 5. Der Start erfolgte aus einer Erdsatellitenbahn. Bei diesem Unternehmen wurde der Mond lediglich umflogen. Die Aufgabe der Besatzung bestand darin, zahlreiche Farbaufnahmen der Mondoberfläche zu machen und die künftigen Landeplätze zu fotografieren. Am 27. 12. 1968 landete Apollo 8 auf der Erde.

– **Apollo 9** mit James McDivitt, David Scott und Russel Schweickart startete am 3. 3. 1969. Sie erprobten erstmalig die Mondlandefähre (LM) in der Erdsatellitenbahn, wobei alle Manöver, die später in der Mondumlaufbahn vorgesehen waren, ausgeführt wurden. Am 13. 3. 1969 erfolgte die Landung auf der Erde. – **Apollo 10** mit Thomas Stafford, John Young und Eugene Cernan startete am 18. 5. 1969. Zum zweiten Mal wurde die Mondlandefähre, dieses Mal aber in der Mondumlaufbahn, erprobt. Die größte Annäherung an die Mondoberfläche betrug 15 km. Am 26. 5. 1969 landeten die Astronauten wieder auf der Erde.

– **Apollo 11** mit Neil Armstrong, Edwin Aldrin und Michael Collins startete am 16. 7. 1969. Die Landefähre mit Armstrong und Aldrin landete am 20. 7. 1969 auf dem Mond. Der Landeort befand sich im Mare Tranquillitatis („Meer der Ruhe“), Koordinaten 0,69° Nord, 23,43° Ost. Um 3.56.20 Uhr MEZ des nächsten Tages betrat Neil Armstrong als erster Mensch den Mond. Ein Seismometer zur Feststellung von Mondbeben und ein Reflektor für Laserstrahlung wurden auf dem Mond installiert. Die Astronauten sammelten 27 kg Mondbodenproben, die sie zur Erde zurückbrachten. Um 18.52 Uhr des 21. 7. 1969 starteten die Astronauten mit dem oberen Teil der Mondlandefähre, koppelten mit der Kommandokabine in der Mondumlaufbahn und traten den Rückflug an. Sie landeten am 24. 7. 1969.

Abb. 3. – **Apollo 12** mit Charles Conrad, Alan Bean und Richard Gordon startete am 14. 11. 1969. Conrad und Bean landeten mit der Mondlandefähre im Oceanus Procellarum („Ozean der Stürme“), Koordinaten 3,20° Süd, 23,60° West. Auf-

gestellt wurden zwei neue Geräte, eines zur Ermittlung einer eventuellen Mondatmosphäre und eines zur Messung hochenergetischer Teilchen der kosmischen Strahlung. Die Astronauten begaben sich zu der Mitte 1967 in der Nähe gelandeten Mondsonde *Surveyor 3*, inspizierten sie und montierten einige Teile ab, darunter die Fernsehkamera, die sie außer Mondbodenproben zur Erde mitnahmen. Ihre Landung erfolgte am 24. 11. 1969. –



Apollo, Abb. 3: Mondlandefähre „Eagle“ (engl. „Adler“) auf dem Mond. E. Aldrin baut die Aluminiumfolie zum Einfangen des Sonnenwindes auf; fotografiert von N. Armstrong

Apollo 13 mit James Lovell, Fred Haise und John Swigert startete am 11. 4. 1970. Eine Mondlandung konnte nicht erfolgen, da einer der Sauerstofftanks im Geräte- und Versorgungsteil explodierte. Nach Umfliegen des Mondes kehrten die Astronauten am 17. 4. 1970 auf die Erde zurück. Sie hatten sich rund 87 h in Raumnott befunden. – **Apollo 14** mit Alan Shepard, Edgar Mitchell und Stuart Roosa startete am 31. 1. 1971. Shepard und Mitchell landeten mit der Mondlandefähre im Krater Fra Mauro; Koordinaten 3,67° Süd, 17,47° West. Neu bei dieser Mond-

landung war der Einsatz eines Handkardens zum Transport der Instrumente und Mondbodenproben. Die Rückkehr der Astronauten erfolgte am 9.2.1971. – **Apollo 15, 16 und 17** waren die letzten 3 Mondlandungen von Astronauten der USA. Die Besonderheit dieser Flüge bestand darin, daß das Mondfahrzeug LRV mitgeführt wurde, das den Astronauten gestattete, weite Strecken (jeweils rund 30 km) auf der Mondoberfläche zurückzulegen. Ihre Aufgaben und Arbeiten waren die gleichen wie bei den vorangegangenen Mondlandungen: Fotografieren und Filmen, Aufstellung wissenschaftlicher Apparaturen und sammeln von Mondbodenproben (Apollo 17: 117 kg). Der Ablauf der Unternehmen war folgender: **Apollo 15:** Start 26.7.1971; Astronauten: David Scott, James Irwin, Alfred Worden; Mondlandung am 30.7., Landeort: Hadley Appeninen, 26,07° Nord, 3,65° Ost; Rückkehr 7.8.1971. – **Apollo 16:** Start 16.4.1972; Astronauten: John Young, Charles Duke, Thomas Mattingly; Mondlandung am 10.4., Landeort: Krater Descartes, 8,98° Süd, 15,51° Ost; Rückkehr: 27.4.1972. – **Apollo 17:** Start 7.12.1972; Astronauten: Eugene Cernan, Harrison Schmitt, Ronald Evans; Landeort: Taurus-Littrow-Gebirge, 20,17° Nord, 30,75° Ost; Rückkehr: 19.12.1972.

↗ Tab. 2 und 3 im Anhang.

Das **Aposelen(um)** [(griech.) oder **Apolunum**, **Apoluneum** [(griech. + (lat.), eine Apside, ist der mondfernste Punkt einer Satellitenbahn um den Mond. – Gegensatz: ↗ Periselenum.

Die **Apsiden** [(griech.) sind die beiden Punkte auf der elliptischen Bahn eines Himmelskörpers, in denen er seinem Zentralkörper am nächsten bzw. am fernsten ist. Bei der Mondbahn heißen die Apsiden Perigäum und ↗ Apogäum, bei den Planetenbahnen Perihel und ↗ Aphel. Die Verbindungslinie der Apsiden, die **Apsidenlinie**, ist gleich der großen Achse der Bahn.

APT-System [(engl. Abk. für Automatic Picture Transmission, „automatiche Bildübertragung“) ist eine in Satelliten eingebaute Anlage, mit der ständig Bilder

des überflogenen Gebietes der Erdoberfläche gemacht werden. Auch sowjetische Satelliten der Serie ↗ Meteor besitzen derartige Anlagen. Empfang und Aufzeichnung der Bilder ist mit einfachen elektronischen Apparaturen möglich. – ↗ Meteor Abb. 3.

Apus ↗ Paradiesvogel.

Die **Aquariden** sind ein ↗ Meteorstrom.

Aquarius ↗ Wassermann.

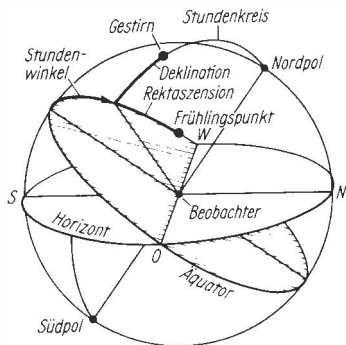
Der **Äquator** [(lat., „Gleicher“) ist derjenige größte Kreis auf einer Kugel, dessen Ebene senkrecht zur Verbindungslinie der beiden Pole (Kugellachse) steht. Der Äquator der Erde (**Erdäquator**) ist der größte Breitenkreis auf der Erde; sein Umfang beträgt 40 076,6 km. Seine Projektion an die scheinbare Himmelskugel ist der **Himmelsäquator**, der in Mitteleuropa als ein etwa 40° gegen den Horizont geneigter Halbkreis vorzustellen ist. Er erreicht im Süden seine größte Höhe und schneidet den Horizont im Ostpunkt und im Westpunkt. Zu Frühlings- und Herbstanfang überschreitet die Sonne den Himmelsäquator. Seine Ebene dient als Grundebene des ↗ Äquatorsystems. Der **galaktische Äquator**, der Äquator des Milchstraßensystems, ist festgelegt durch die Symmetrieebene der Galaxis und verläuft als Großkreis an der Himmelskugel nahezu in der Mitte des Milchstraßenbandes. Seine Ebene ist die Grundebene der ↗ galaktischen Koordinaten.

Die **Äquatorialhorizontparallaxe** [(lat.) ist eine scheinbare Ortsveränderung des Mondes oder eines künstlichen Erdsatelliten an der Himmelskugel für einen Beobachter auf dem Erdäquator. Sie wird durch die Erdrotation bewirkt und ist gleich dem Winkel Erdmittelpunkt–Gestirnmittelpunkt–Beobachter; sie tritt auf, wenn das Objekt im Horizont steht. Ihr Betrag ist beim Mond rund 57'. ↗ Parallaxe.

Die **Äquatorsysteme** [(lat. + (lat. (griech.) sind 2 Koordinatensysteme an der scheinbaren Himmelskugel; für beide bildet der Himmelsäquator die Grundebene.

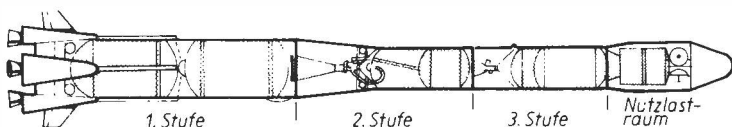
Ruhendes Äquatorsystem: Die beiden Koordinaten heißen ↗ Deklination und ↗ Stundenwinkel. Während sich die De-

klination bei der täglichen scheinbaren Drehung der Himmelskugel nicht ändert, durchläuft der Stundenwinkel in einem Sterntag alle Werte von 0° bis 360° . Er wird daher im Zeitmaß gemessen ($1\text{h} \triangleq 15^\circ$; $24\text{h} \triangleq 360^\circ$). Das ruhende Äquatorsystem ist also mit der Erde fest verbunden, daher müssen außer Stundenwinkel und Deklination stets auch Beobachtungsort und -zeit angegeben werden.



Äquatorsystem: ruhendes und rotierendes Äquatorsystem

Rotierendes Äquatorsystem: Die beiden Koordinaten sind \nearrow Deklination und \nearrow Rektaszension; sie werden durch die scheinbare tägliche Bewegung der Gestirne nicht verändert. Das System ist mit der scheinbaren Himmelskugel fest verbunden und demzufolge unabhängig von Zeit und Ort der Beobachtung (wenn man von der Wirkung der \nearrow Präzession absieht). Deshalb kann das Gradnetz des rotierenden Äquatorsystems zur Eintragung von Gestirnspositionen, z.B. in Ephemeridensammlungen, Sternkatalogen und Sternkarten verwendet werden. Abb.



Ariane

Äquidensiten [(lat.) sind Linien gleicher Schwärzung auf fotografischen Aufnahmen. Sie werden durch ein besonderes fotografisches oder elektronisches Verfahren gewonnen und ermöglichen genaue Untersuchungen vor allem an flächhaften astronomischen Objekten, z. B. an der Sonnenkorona, an Kometen, Nebeln und Sternsystemen.

Äquila \nearrow Adler.

Äquinoktium [(lat.) \nearrow Tagundnachtgleiche.

AR: Abk. für \nearrow Rektaszension.

Ara [(lat.) \nearrow Altar.

Archenhold-Sternwarte \nearrow Volkssternwarte.

Arctur \nearrow Arktur.

Argo [(griech.), *Schiff Argo* oder *Argo Navis* [(griech.) nannte man früher ein sehr großes Sternbild am südlichen Sternhimmel. Heute gelten seine Bestandteile *Achterdeck*, *Kompaß*, *Schiffskiel* und *Segel* als selbständige Sternbilder.

Ariane ist die Bezeichnung einer von mehreren westeuropäischen Staaten entwickelten dreistufigen Trägerrakete. Von den 4 Erprobungsstarts waren 3 (erster am 24. 12. 1979, L01; L03 und L04 1981) erfolgreich. Sie soll danach Nachrichtensatelliten in \nearrow Synchronbahnen transportieren. Hauptauftraggeber ist Frankreich mit starker finanzieller Beteiligung der BRD. Die Nutzmasse für Synchronbahnen beträgt 1 500 kg, das Volumen der Nutzlast 35 m^3 . – Technische Daten: Gesamtlänge 47,4m, maximaler Durchmesser 3,8 m (über die Stabilisierungsflossen 7,6 m), Startmasse 208 t. Treibstoff der 1. und 2. Stufe sind UDMH und N_2O_4 , der 3. Stufe Flüssigwasserstoff und Flüssigsauerstoff. Am 24. 12. 1979 gelangte eine technologische Kapsel (CTA) in eine elliptische Umlaufbahn (Bahnhöhen 201 bis 36 003 km).

Abb.

Ariel [sprich: ari-el] heißt 1. ein Mond des Uranus. ↗ Tab. Satellit.

2. Ariel heißt eine Serie von Forschungs-satelliten Großbritanniens, deren erster (Ariel 1) am 26. 4. 1962 von Cape Canaveral mit einer Masse von 60 kg startete. *Ariel 5* startete am 15. 10. 1974 von der Startplattform San Marco (↗ Raketenstartplatz). Seine Masse betrug 131 kg. Ihre Form ist ein Zylinder (Durchmesser 0,58 m) mit Halbkugeln, die Höhe beträgt 0,54 m. Sie dienen der Untersuchung der Ionosphäre sowie der Röntgen- und Lyman-Alpha-Strahlung (u. a. Suche nach Röntgenstrahlungsquellen).

Aries [sprich: ari-es] ↗ Widder.

Arktur oder *Arctur* [(griech., „Bärenhüter“), Abk. α Boo, heißt der Hauptstern des Sternbildes Bootes. Er ist ein rötlicher Riesenstern mit der scheinbaren Helligkeit $-0,05$ Größenklassen. Seine Entfernung von der Erde beträgt 36 Lj.

Die **Armillarsphäre** [(lat. + (griech.) ist ein Visiergerät zur Bestimmung von Gestirnskoordinaten, das in der Antike und im Mittelalter verwendet wurde. Ein z. T. bewegliches Modell der Hauptkreise der scheinbaren Himmelskugel wurde so aufgestellt, daß die Kreise des Instruments mit den entsprechenden Ebenen am Himmel (Meridian, Äquator, Ekliptik) zusammenfielen. Visiereinrichtungen dienten zum Einstellen der Gestirne, deren Koordinaten an den Kreisteilungen abgelesen werden konnten. *Abb.*

Aryabhata [nach dem indischen Mathematiker und Astronom im 5. Jh.] ist der erste Forschungssatellit Indiens. Er wurde am 19. 7. 1975 mit einer sowjetischen Trägerrakete in der Sowjetunion gestartet. Der Raumflugkörper dient der Erforschung der Ionosphäre. Er mißt die Röntgenstrahlung, die Neutronen- und die Gammastrahlung der Sonne sowie Teilchenströme innerhalb der Ionosphäre. Die Anfangsbahndaten hatten folgende Werte: Bahnneigung $50,7^\circ$; Umlaufzeit 96,3 min; Perigäum 563 km; Apogäum 619 km.

Das **aschgraue Mondlicht** tritt auf, wenn der Mond als schmale Sichel am Himmel steht. Man sieht dann auch den übrigen Teil (die Nachtseite) der Mondscheibe

schwach beleuchtet. Die Ursache dafür ist Sonnenlicht, das von der Erde zum Mond reflektiert wird.

Asterix heißt ein Testsatellit Frankreichs, der am 26. 11. 1965 mit einer Trägerrakete vom Typ ↗ Diamant A von Hammaguir (Algerien) aus gestartet wurde. Der 38 kg schwere Satellit hatte anfänglich eine Umlaufzeit von 108,1 min, eine Bahnneigung von $34,4^\circ$ und bewegte sich im Höhenbereich zwischen 530 und 1769 km um unsere Erde. Seine Lebensdauer wird auf 200 Jahre geschätzt; die Sendeanlage fiel jedoch vorzeitig aus.

Ein **A-Stern** ist ein Stern der ↗ Spektralklasse A.



Armillarsphäre von Johannes Möller, Gotha, 1687. Staatlicher Mathematisch-Physikalischer Salon Dresden

Der **Asteroid** [(griech.) ↗ Planetoid.

Die **Astrobiologie** oder *Kosmobiologie* [beide (griech.) ist ein Teilgebiet der Biologie, das die Bedingungen für die Entstehung und Existenz von ↗ Leben auf anderen Himmelskörpern erforscht und nach Spuren solchen außerirdischen Lebens sucht.

Die **Astrofotografie** [(griech.) ist die Himmelsfotografie, die fotografische

Aufnahme von Teilen des Sternhimmels. Sie ist eine der wichtigsten Arbeitstechniken der Astronomie. Gegenüber der visuellen Beobachtung hat sie wesentliche Vorteile: Die fotografische Schicht kann Strahlungseinwirkungen summieren (dadurch werden lichtschwache Objekte erkennbar); sie kann auch Wellenlängen erfassen, für die das Auge nicht empfindlich ist. Jede fotografische Aufnahme ist ein Dokument, auf dem jederzeit Kontrollmessungen angestellt werden können. Außerdem lassen sich auf einer Aufnahme viele Objekte gleichzeitig registrieren, dadurch ist die Astrofotografie sehr ökonomisch.

Auf Himmelsfotografien werden die Sterne – obwohl sie wegen ihrer großen Entfernungen punktförmige Lichtquellen sind – als Scheibchen abgebildet. Ursache dafür ist die \nearrow Szintillation, die Strahlenbeugung an der Objektivfassung und an anderen Bauteilen und die Streuung des Lichtes innerhalb der fotografischen Schicht.

Die Belichtungszeiten bei fotografischen Himmelsaufnahmen reichen von Sekundenbruchteilen (für die Sonne) bis zu vielen Stunden (für schwächste Sterne und Galaxien). In der Regel wird nicht mit Filmen, sondern mit Fotoplatten gearbeitet.

Die **Astrognosie** [(griech.) oder Sternbildkunde beschäftigt sich mit der Orientierung am Sternhimmel und der Anordnung gedachter Verbindungslinien in und zwischen den Sternbildern.

Der **Astrograph** [(griech.) ist ein Linsenfernrohr (\nearrow Fernrohr) mit einem speziellen für fotografische Himmelsbeobachtungen berechneten mehrlinsigen Objektiv.

Das **Astrolabium** [(lat. (griech.) oder *Astrolab* ist ein in früheren Jahrhunderten verwendetes astronomisches Beobachtungs- und Recheninstrument. Man kann es als Vorform der heutigen drehbaren \nearrow Sternkarte ansehen, ergänzt durch Visier- und Winkelmeßeinrichtungen. Das Astrolabium wurde zur Bestimmung von Gestirnskoordinaten benutzt. – \nearrow Prismenastrolabium.

Die **Astrologie** [(griech.) oder *Sterndeut-*

ung ist eine unwissenschaftliche, eine Irrlehre, die vorgibt, aus der Stellung der Gestirne den Charakter und das Lebensschicksal eines Menschen erkennen zu können. Dazu bedient sie sich eines *Horoskops*, das die Stellungen (Positionen) der Sonne, des Mondes und der Planeten relativ zu den Tierkreiszeichen (\nearrow Tierkreis) graphisch darstellt. Die Astrologie entstand im Alten Orient aus den Sternreligionen. Sie beruht auf Vorstellungen, nach denen das Geschehen auf der Erde und das Leben der Menschen mit den Erscheinungen am Sternhimmel verbunden sei. In vielen kapitalistischen Ländern wird die Astrologie auch gegenwärtig noch zur betrügerischen Ausnutzung und Beeinflussung leichtgläubiger und unwissender Menschen benutzt.

Die **Astrometrie** [(griech.) oder *Positionsastronomie*, *sphärische Astronomie*. ist ein Teilgebiet der Astronomie. Ihr Arbeitsbereich sind die Bestimmung der Orte der Gestirne an der scheinbaren Himmelskugel, die Berücksichtigung der scheinbaren Ortsveränderungen (z. B. durch atmosphärische Einflüsse oder durch die Rotation der Erde) und die theoretischen Grundlagen für den Bau astronomischer Winkelmeßinstrumente. Bei astrometrischen Messungen und Rechnungen werden die Gestirne stets als punktförmig betrachtet. Die Astrometrie stellt die Koordinaten der Gestirne fest und überwacht deren Veränderungen. Auch die Erde wird durch die Astrometrie untersucht. Sie leistet wesentliche Vorarbeiten für die \nearrow geographische Ortsbestimmung und für die \nearrow Zeitbestimmung. – \nearrow Radioastrometrie.

Astronaut [(amerikan. (lat. (griech.) ist in der englischsprachigen Literatur und in der Literatur der westlichen Länder die Bezeichnung eines Menschen, der einen Raumflug ausführt oder ausgeführt hat (*Raumfahrer*). – \nearrow Kosmonaut.

Astronautik [(amerikan. (lat. (griech.) ist die in der englischsprachigen Literatur und in der Literatur der westlichen Länder die Bezeichnung für \nearrow Raumfahrt, Weltraumforschung.

Die **Astronautische Gesellschaft der DDR**. Abk. *AG der DDR*, bestand 1960/79 mit

Sitz in Berlin und war der Akademie der Wissenschaften der DDR angeschlossen und Mitglied der IAF. Ihr gehörten Vertreter vieler verschiedener Fachrichtungen an. Sie hatte zur Aufgabe, die friedliche Erforschung und Nutzung des Welt-raums zu fördern, zur internationalen Zusammenarbeit beizutragen und breiten Kreisen der Bevölkerung Kenntnisse über die friedliche Raumfahrtforschung zu vermitteln. — ↗Gesellschaft für Welt-raumforschung und Raumfahrt.

Die **Astronomie** [(griech.)] ist die Wissenschaft von den Eigenschaften, dem Bau, den Bewegungen, der Entstehung und der Entwicklung der Himmelskörper und ihrer Systeme. Sie steht in engem Zusammenhang mit vielen Natur- und Gesellschaftswissenschaften, besonders mit Mathematik, Physik, Chemie, Philosophie sowie mit den technischen Wissenschaften.

Die **Hauptaufgaben** der Astronomie sind: 1. die Untersuchung der scheinbaren und der wahren Örter und der Bewegungen der Himmelskörper im Raum; 2. die Untersuchung des physikalischen Zustandes und der chemischen Zusammensetzung der Himmelskörper; 3. die Untersuchung der Entstehung und Entwicklung der Himmelskörper und des gesamten Weltalls.

Die Astronomie ist eine der ältesten Wissenschaften. Alle alten Hochkulturen haben in ihr bemerkenswerte Leistungen vollbracht, besonders die Babylonier, Ägypter, Griechen, Chinesen, Maya. Sie hat sich in einer mehrtausendjährigen Geschichte zu einer modernen Naturwissenschaft entwickelt.

Die Astronomie wird in mehrere **Teilgebiete** untergliedert.

Die Messung der Gestirnsörter und der Zeit ist Aufgabe der ↗**Astrometrie**.

Die ↗**Himmelsmechanik** erforscht die Bewegungsgesetze der Himmelskörper, ihre Massen und Formen und den Bau ihrer Systeme.

Der physikalische Aufbau, die chemische Zusammensetzung und die Eigenschaften der Himmelskörper werden von der ↗**Astrophysik** untersucht.

Das Arbeitsgebiet der ↗**Stellrastrono-**

mie sind Untersuchungen über die räumliche Verteilung und die Bewegungen der Sterne und Sternsysteme und der interstellaren Materie.

Die ↗**Kosmogonie** erforscht die Entstehung und Entwicklung der Himmelskörper; die ↗**Kosmologie** erkundet die allgemeinen Gesetze des Baus und der Entwicklung des Weltalls als Ganzes.

Die entscheidende **Methode** zur Gewinnung astronomischer Erkenntnisse besteht in der **Beobachtung**. (Experimente sind in der Astronomie nur in sehr geringem Umfange möglich.) Beobachtungsinstrumente und -verfahren sind das Arbeitsgebiet der **praktischen Astronomie**. Jahrtausende hindurch war die Beobachtung auf das **sichtbare Licht** beschränkt. Erst in der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts wurden Methoden entwickelt, auch andere (unsichtbare) Strahlungen aus dem Weltall zu untersuchen und daraus Informationen zu gewinnen. So entstanden z. B. die **Radioastronomie**, die **Röntgenastronomie**, die **Infrarotastronomie**. Da die Erdatmosphäre für Röntgenstrahlung gar nicht und für Infrarot- und Radiowellen nur teilweise durchlässig ist, müssen die Strahlungsempfänger z. T. außerhalb der Erdatmosphäre betrieben werden. Das geschieht mit Hilfe künstlicher Erdsatelliten und Raumstationen; man spricht von **extraterrestrischer Astronomie**. Durch direkte Untersuchungen des erdnahen Raumes, des Mondes und einzelner Planeten haben Raumsonden auch unmittelbaren Anteil an der astronomischen Forschung. — ↗Geschichte der Astronomie.

Eine internationale **astronomische Bezeichnung** [(griech.)] erhält jeder Raumflugkörper, der eine ↗Bahn erreicht (um die Erde, zum Mond oder ins Planetensystem). 1957/62 bestand die astronomische Bezeichnung aus Jahreszahl, griechischem Buchstaben, die in der zeitlichen Reihenfolge der Starts vergeben wurden, und Index (1, 2, 3...), welcher die einzelnen bei einem Start auf die Umlaufbahn gelangten Objekte bezeichnete. Den Index 1 erhielten meistens die Raumflugkörper, den Index 2 die letzte Raketenstufe. Auf ω folgten $\alpha\alpha$, $\alpha\beta$ usw. —

Seit 1963 besteht die astronomische Bezeichnung eines Raumflugkörpers aus Jahreszahl, laufender Nummer des Starts innerhalb des Jahres und großem Buchstaben für die weiteren auf eine Bahn gelangten Objekte.

Beispiele: Sputnik 1 hat die astronomische Bezeichnung 1957 α 2, Sputnik 3: 1958 δ 2, Score: 1958 ζ 1, Kosmos 12: 1962 β 1, Kosmos 13: 1963 – 06 A, Salut 1: 1971 – 32 A, Kosmos 444–451 (Achtfachstart): 1971 – 86 A bis H.

Die **astronomische Einheit**, Kurzzeichen *AE*, ist eine Maßeinheit der Länge in der Astronomie. Sie ist die Länge der großen Halbachse der Erdbahn. Sie ist gleich der mittleren Entfernung Erde–Sonne und beträgt 149597 900 km (rund 150 Mill. km). Die astronomische Einheit dient als grundlegendes Maß für alle Entfernungen im Weltall. Sie wurde auf optischem Wege über die \nearrow Horizontalparallaxe der Sonne und mit erheblich größerer Genauigkeit nach dem \nearrow Radio-Echo-Verfahren ermittelt.

astronomisches Observatorium \nearrow Sternwarte.

Die **astronomischen Beobachtungsinstrumente** {griech. {lat.} dienen der Beobachtung der Objekte im Weltall und der Auswertung dieser Beobachtungen.

Es gibt: 1. die *optischen Beobachtungsinstrumente* oder \nearrow Fernrohre (mitunter auch Teleskope genannt), sie besitzen Linsen und Spiegel. Zu ihnen gehören auch Astrograph (\nearrow Astrofotografie), \nearrow Kometensucher, \nearrow Cassegrain-, \nearrow Coudé-, \nearrow Newton-, \nearrow Schmidt-, \nearrow Maksutow-Teleskope. – 2. Instrumente für die *nichtoptische Astronomie* (vor allem \nearrow Radioastronomie). Sie untersuchen nicht das sichtbare Licht, sondern die anderen Teile der elektromagnetischen Wellen (\nearrow Radiofrequenzstrahlung, Röntgenstrahlung u. a.). In den letzten Jahrzehnten ist ihre Bedeutung für die Erforschung von Sternen, Radioquellen (z. B. \nearrow Pulsaren, \nearrow Quasaren, \nearrow Radiogalaxien) und interstellarem Gas enorm gewachsen. Zu diesen Instrumenten gehören u. a. \nearrow Radioteleskop und Röntgenempfänger (\nearrow Röntgenastronomie). – 3. *Winkelmeßinstrumente*, zu ihnen gehö-

ren u. a. \nearrow Meridiankreis, \nearrow Passageninstrument, \nearrow Altazimut und Universalinstrument. – 4. *Instrumente zur Sonnenbeobachtung* (an der sehr nahen Sonne können viele Erscheinungen der Sterne überhaupt oder besonders gut beobachtet werden). Sie weisen oft eine besondere Bauart auf und haben abweichende Optik; z. B. \nearrow Coelostat, \nearrow Heliostat, \nearrow Turmteleskop, \nearrow Koronograph, \nearrow Protuberanzspektroskop, \nearrow Spektraheliograph. – 5. Wichtige *historische Instrumente*, die also vor Galileis Fernrohr (terrestrisches Fernrohr) und vor den Radioteleskopen benutzt wurden, sind \nearrow Astrolabium und \nearrow Prismenastrolabium, \nearrow Jakobstab, \nearrow Mauerquadrant, \nearrow Armillarsphäre. – 6. Oftmals werden an Fernrohren *Zusatzgeräte* verwendet, wie lichtelektrische Fotometer oder Spektralapparate. – 7. Zur *Auswertung* der Beobachtungen dienen u. a. \nearrow Chronograph, \nearrow Komparator, \nearrow Objektivprisma, \nearrow Interferometer, \nearrow Kordinatenmeßgerät, \nearrow Mikrofotometer. – \nearrow Weltraumteleskop.

Astronomische Zeichen sind graphische Symbole für einzelne Himmelskörper oder bestimmte astronomische Begriffe. Sie gehen in ihrer Gestaltung vielfach auf die \nearrow Astrologie zurück und wurden seit dem Mittelalter benutzt. Heute werden sie nur noch vereinzelt als Abkürzungen verwendet. *Abb.*

Die **Astrophysik** {griech.} ist das Teilgebiet der Astronomie, in dem der physikalische Aufbau, die chemische Zusammensetzung und die Eigenschaften der Himmelskörper untersucht werden. Auch deren Atmosphäre, die staub- und gasförmige Materie im Weltall (\nearrow interplanetare und interstellare Materie) und die verschiedenen Arten physikalischer Felder gehören zu den Forschungsgegenständen der Astrophysik.

In der astrophysikalischen Forschung werden vorwiegend Menge und Zusammensetzung der Strahlung untersucht, die von den Himmelskörpern und aus dem Raum zwischen ihnen zur Erde gelangt. Dabei werden neben dem sichtbaren Licht in zunehmendem Maße die unsichtbaren Wellen (Röntgen- und Gammastrahlung, Infrarot- und Ultraviolettbereich, Radio-

<i>Himmelskörper</i>		<i>Tierkreiszeichen</i>		<i>Mondphasen</i>	
☉	Sonne	♈	Fische	☾	Neumond
☾	Mond	♉	Widder	☾	erstes Viertel
☿	Merkur	♊	Stier	☾	Vollmond
♀	Venus	♋	Zwillinge	☾	letztes Viertel
♁	Erde	♌	Krebs	<i>Konstellationen</i>	
♂	Mars	♍	Löwe	♋	Konjunktion
♃	Jupiter	♎	Jungfrau	♌	Opposition
♄	Saturn	♏	Waage	<i>Punkte an der Himmelskugel</i>	
♅	Uranus	♐	Skorpion	♊	aufsteigender Knoten
♆	Neptun	♑	Schütze	♋	absteigender Knoten
♇	Pluto	♒	Steinbock	♈	Frühlingspunkt
		♓	Wassermann		

astronomische Zeichen

wellen) genutzt. Daraus sind in den letzten Jahrzehnten neue Teilgebiete entstanden wie z. B. die \nearrow Röntgen-, \nearrow Gamma-, \nearrow Radioastronomie. Eine wichtige Aufgabe der Astrophysik ist die Erforschung der Energieumwandlungs- und -freisetzungprozesse (\nearrow Energiefreisetzung) im Weltall. – \nearrow Interkosmos 1.

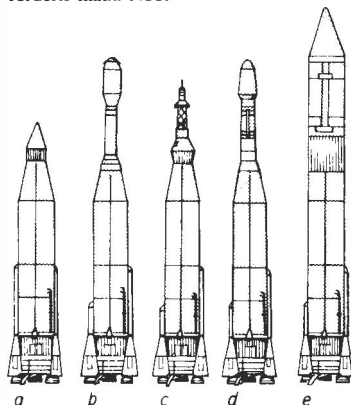
Die *praktische Astrophysik* gewinnt die Beobachtungsdaten, die *theoretische Astrophysik* verarbeitet und deutet diese Ergebnisse durch die Anwendung physikalischer Gesetze. Sie berechnet die Sternmodelle und die theoretischen Modelle der Sternatmosphären und der Magnetfelder im Weltraum, die dann durch erneute Beobachtungen geprüft werden. Durch die Entwicklung der Raumfahrt wurde die – zunächst weitgehend auf die Sterne beschränkte – astrophysikalische Forschung verstärkt auf die Körper des Planetensystems ausgedehnt. So entstand die *Planetenphysik*, die sich mit den Atmosphären, den Oberflächen und dem inneren Aufbau dieser Körper beschäftigt. Die Astrophysik konnte sich erst entwickeln, nachdem die spektrale Zerlegung des Lichtes entdeckt und die Grundlage der \nearrow Spektralanalyse geschaffen worden war. Wichtige Arbeitsmethode der Astrophysik ist die \nearrow Fo-

tometrie. Wesentliche physikalische Entdeckungen und Theorien, wie z. B. in der Thermodynamik, in der Atom- und Kernphysik und auf den Gebieten Relativitätstheorie, Quantentheorie und Magnetohydrodynamik, wurden und werden für die Astrophysik nutzbar gemacht.

Atair [arab., „der Fliegende“], Abk. α Aql, wird der Hauptstern des Sternbildes Adler genannt. Dieser helle, weißliche Stern (Spektralklasse A7; 0,8 Größenklassen) bildet die Südspitze des \nearrow Sommerdreiecks. Seine Entfernung beträgt nur 16 Lj.

Atlas ist die Bezeichnung einer ursprünglich militärischen Interkontinentalrakete der USA, die in verschiedenen Varianten seit 1958 als Trägerrakete in der Raumfahrt eingesetzt wird. Verändert wurden die Oberstufen. Die Grundstufe wird mit Kerosin und Sauerstoff angetrieben. Sie besitzt zwei Starttriebwerke und das in der Mitte angebrachte Haupttriebwerk (Marschtriebwerk), ferner sind noch 2 kleine Steuertriebwerke vorhanden. 140 s nach dem Start werden die beiden Starttriebwerke abgeschaltet und mit der Heckverkleidung abgeworfen. Das Marschtriebwerk arbeitet rund 250 s. Einstufig gelangte 1958 eine Atlas beim Unternehmen \nearrow Score auf die Erdumlauf-

bahn. Die Rakete hatte eine Länge von 22,9m und einen Durchmesser von 3 m. Als zweistufige Version wurde ab 1960 die Versionen \nearrow Atlas-Agena A, später Atlas-Agena B eingesetzt. Innerhalb des Mercury-Programms wurde die Atlas als einstufige Trägerrakete verwendet. Ab 1964 wurde ein schubstärkeres System eingesetzt, so daß sich der Gesamtschub von 1560 kN auf 1725 kN, 1968 auf 1825 kN erhöhte. Ab 1963 wurde die verbesserte \nearrow Agena D als Oberstufe verwendet (Atlas-Agena D). Auch die Kombination Atlas-Burner wurde eingesetzt, \nearrow Burner II ist eine kleine Feststoff-Oberstufe. Ab 1966 kam die Version Atlas-Centaur zum Einsatz (\nearrow Centaur), die in der Version SLV-3D-Centaur-D-1A bis 5200 kg auf eine Erdumlaufbahn oder 1300 kg auf eine Mondumlaufbahn oder 1000 kg auf eine interplanetare Bahn befördern kann. Abb.



Atlas: a Atlas B, b Atlas-Able, c Atlas-Mercury, d Atlas-Agena D, e Atlas-Centaur

Atlas-Agena heißen Trägerraketenkombinationen, von denen Atlas-Agena B und Atlas-Agena D zu den am meisten eingesetzten Trägerraketen der USA für Raumflugunternehmen (seit 1962) gehören. Die größte Zahl der Einsätze erfolgte allerdings nicht für die wissenschaftliche Raumforschung, sondern für die Entsendung von militärischen Aufklärungs-

satelliten der US Air Force. Mit dieser zweistufigen Flüssigkeitsraketenkombination ist es möglich, rund 2t Nutzmasse in eine erdnahe Umlaufbahn zu befördern. Tab.

Atlas-Agena: technische Daten der Trägerrakete Atlas-Agena B

Gesamtsystem

Entwicklung	1960/62
Einsatz	1962
Stufenzahl	2
Höhe mit Nutzlast	30,60m
Startmasse	130t

1. Stufe: Atlas

größter Durchmesser	4,90m
Tankdurchmesser	3,05m
Startmasse	122,9t
Triebwerkstyp	2 x Rocketdyne LR-89
	NA 7 + 1 x LR-105-NA-7

Treibstoff

	Kerosin
	RP-1/Flüssigsauerstoff

Treibstoffmasse

	116,0t
Startschub	1 825 kN

2. Stufe: Agena B

Länge	7,60m
größter Durchmesser	1,52m
Startmasse	7,05t
Triebwerkstyp	Bell 8096
Treibstoff	UDMH + rot-rauchende Salpetersäure

Treibstoffmasse

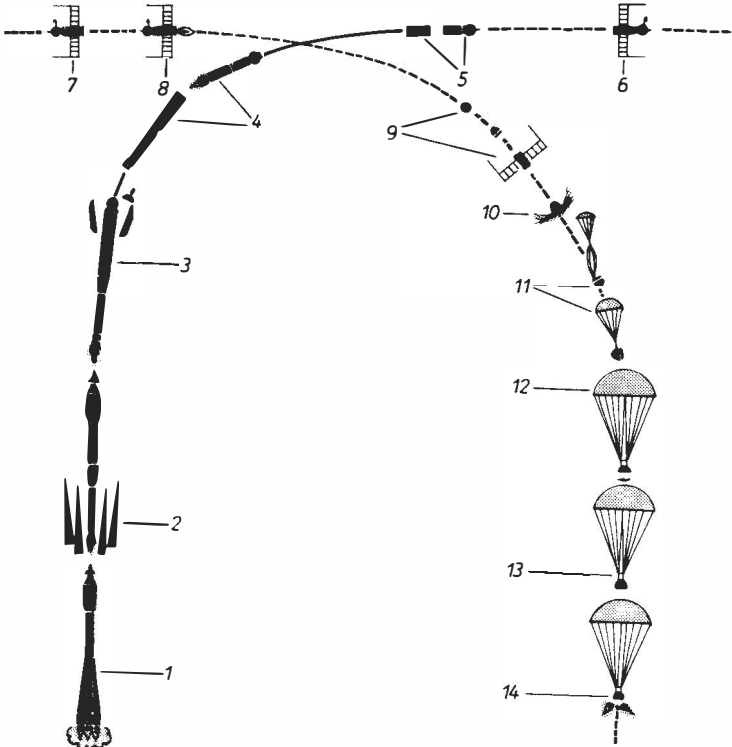
	6,14t
Vakuumschub	72kN

Atmosphäre der Erde \nearrow Erdatmosphäre. Die Atomuhr \nearrow Uhr.

ATS [Abk. von Applications Technological Satellite, engl., „technologischer Anwendungssatellit“] heißen kombinierte Nachrichten-Wetter-Meßsatelliten der USA. Seit dem 7. 12. 1966 wurden 6 Satelliten dieses Typs gestartet. Sie hatten (ATS 2 und 4 sind verglüht) bzw. haben Flugbahnen mit Perigäen von 200 bzw. 36 000 km und Apogäen von 800, 11 000 bzw. 36 000 km Höhe. Ihre Massen

liegen im Bereich von 400 und 1 400 kg. Sie dienen der Funk- und Fernsehverbindung und Wetterbeobachtungen. ATS 3 diente zeitweilig der Fernsehübertragung von den Olympischen Spielen in Mexiko 1968. ATS 6, Start am 30.5.1974, wurde zeitweilig über Afrika stationiert und strahlte für Indien ein Versuchsprogramm des Bildungsfernsehens ab.

Der Aufbau des Weltalls läßt im von der Erde aus beobachtbaren Bereich eine deutliche Gliederung in Systeme unterschiedlicher Größe und Zusammensetzung erkennen. Die einfachsten und kleinsten Systeme (Systeme 1. Ordnung) werden von jeweils einem Planeten und seinen Monden gebildet. Das Planetensystem eines Sterns, z. B. der Sonne



Aufstiegsbahn und Abstiegsbahn eines Sojus-Raumfahrzeugs

1–6 Aufstiegsbahn: 1 Start, 2 Trennung der Starthilfsraketen (1. Stufe), 3 Abtrennen des Rettungssystems (SAS) und der aerodynamischen Schutzverkleidung, 4 Trennen des Mittelblocks (2. Stufe) und Zünden der 3. Stufe, 5 Erreichen der Umlaufbahn, 6 Entfalten der Solarzellen

7–14 Abstiegsbahn: 7 Drehen des Raumfahrzeugs zur Einleitung der Rückkehr, 8 Einsatz der Bremsraketen, 9 Abtrennen der Orbitalsektion und des Versorgungsteils, 10 aerodynamisches Abbremsen, 11 Öffnung des Hilfs- und Stabilisierungsfallschirms, 12 Öffnen des Hauptfallschirms, 13 Abtrennen des Hitzeschildes, 14 Zünden der Landeraketen (Landung)

(das Sonnensystem), ist ein System 2. Ordnung. Eine sehr große Anzahl von Sternen mit und ohne Planetensysteme bildet ein Sternsystem (Galaxie; System 3. Ordnung); als System 4. Ordnung wäre ein Galaxienhaufen anzusehen. Systeme höherer Ordnung sind noch nicht bekannt. — Sternsystem.

Der Aufgang ist der Zeitpunkt, in dem ein Gestirn über dem Horizont erscheint, seine Höhe also 0° beträgt. Da die atmosphärische Refraktion die Höhe eines Gestirns vergrößert (im Horizont um 35'), erfolgt der scheinbare Aufgang eher als der wahre Aufgang. Die jährliche Sichtbarkeit eines Sterns beginnt mit dem heliakischen Aufgang (heliakisch).

Das Auflösungsvermögen eines Fernrohrs gibt den kleinstmöglichen Winkelabstand zweier punktförmiger Lichtquellen an, die mit dem betreffenden Instrument gerade noch getrennt gesehen werden können. Das theoretische Auflösungsvermögen bei sichtbarem Licht ist $d = 115/D$ (Angabe in Bogensekunden), wenn D der Durchmesser des Objektivs in Millimetern ist. Bei Spektrographen und Spektrometern ist das Auflösungsvermögen ein Maß für die Trennbarkeit zweier nahe beieinanderstehender Spektrallinien.

Aufprall, Aufschlag Landung.

Aufstiegsbahn ist der Teil der Flugbahn, den eine Trägerrakete bis zum Einflug der Nutzlast in die Umlaufbahn zurücklegt. Je nach der Stufenzahl der Trägerrakete besteht diese Aufstiegsbahn aus einem oder mehreren Antriebsabschnitten und möglicherweise dazwischengeschalteten antriebslosen Flugstrecken. Abb.

Augenprüfer Alkor.

Aureole [(lat.), russ. *Oreol*, heißen 2 sowjetisch-französische Gemeinschaftssatelliten, die von der UdSSR am 27.12.1971 und 26.12.1973 gestartet wurden. Sie umrunden die Erde im Höhenbereich zwischen 400 und etwa 2000 km bei einer Bahnneigung von 74°. Sie dienen der Strahlungsmessung vor allem in den Gebieten, wo Polarlichter auftreten. Abb.

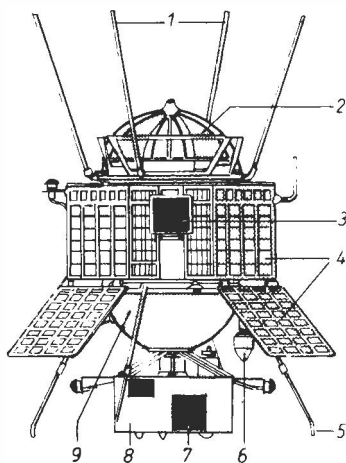
Auriga [(lat., „Wagenlenker“)] Fuhrmann.

Aurorae ESRO 2.

Ausdehnung des Weltalls Expansion des Weltalls.

außergalaktisch [(griech.) oder extragalaktisch [(lat. + (griech.): außerhalb der Galaxis (des Milchstraßensystems) befindlich. Außergalaktische Sternsysteme sind ferne, dem Milchstraßensystem z.T. ähnliche Anhäufungen von Sternen (Sternsystem).

Der oder das Azimut [(arab., „Wege (der Sterne)“)] ist eine Koordinate des Horizontsystems; es ist der Winkel zwischen der Südrichtung und der Richtung nach dem Schnittpunkt des durch den Stern verlaufenden Vertikalkreises mit dem mathematischen Horizont. Das Azimut gibt also die Himmelsrichtung an. Es wird in der Astronomie von Süden über Westen, in der Astronautik und in der Geodäsie von Norden über Osten, jeweils von 0° bis 360° gezählt. — Tab. Koordinaten.



Aureole

1 Empfangsantennen, 2 Temperaturregelungssystem, 3 französischer Teilchendetektor, 4 Solarzellen, 5 Antenne des Meßwert-Übertragungssystems, 6 Gerät zur Messung der räumlichen Lage, 7 sowjetischer Teilchendetektor, 8 Elektronikblock, 9 Gerätesektion

Azimutalkreise [(lat. (arab.) oder *Al-mukantarate* [(arab.) heißen alle parallel zum Horizont verlaufenden Kreise an der scheinbaren Himmelskugel. Der größte Azimutalkreis ist der Horizont selbst.

Azur [(franz. (arab. (pers.) heißt der erste in der BRD entwickelte und gebaute Erdsatellit. Er ist am 8.11.1969 mit einer amerikanischen „Scout“-Trägerrakete gestartet worden und erreichte eine Umlaufbahn zwischen 390 und 3 200 km Höhe bei einer Bahnneigung von annähernd 90°. Seine Gesamtmasse beträgt 70 kg, wovon 17 kg auf die wissenschaftliche Meßapparatur entfallen. Die Aufgabenstellung umfaßt im wesentlichen geophysikalische Forschungen.

B

Die **Bahn** ist 1. der Weg, den ein Himmelskörper zurücklegt. Er ist durch die ↗ Bahnelemente festgelegt.

2. **Bahnen von Raumflugkörpern** können sehr verschiedenartig sein. Sie werden durch die ↗ Bahndaten beschrieben. Ab dem Start durchläuft der Raumflugkörper eine ↗ Antriebsbahn, die nach dem Brennschluß oder Abschalten der Triebwerke in eine ↗ Freiflugbahn (mit der Geschwindigkeit v_0) übergeht. Künstliche Satelliten bewegen sich auf elliptischen Bahnen, deren einer Brennpunkt mit dem Massezentrum der Erde zusammenfällt. Die bei einer Anfangsgeschwindigkeit von 7,9 km/s (*Erdkreisbahngeschwindigkeit*, früher auch 1. kosmische Geschwindigkeit genannt; ist gleich 28 400 km/h) theoretisch mögliche Kreisbahn kann nicht erreicht werden, da sie für die Höhe der Erdoberfläche gilt. Je höher die Brennschlußgeschwindigkeit ist, desto langgestreckter ist die Ellipse der Bahn, bis sie bei 11,2 km/s (*Erdflucht- oder Entweichgeschwindigkeit*, früher auch 2. kosmische Geschwindigkeit genannt; ist gleich 40 300 km/h) in eine Parabel übergeht. Ab einer Geschwindigkeit von

16,4 km/s verläßt ein Raumflugkörper das Sonnensystem. — Sind die Bahnen künstlicher Erdsatelliten Kreisbahnen, dann bleibt der Abstand zur Erdoberfläche gleich (Apogäum = Perigäum). Sind sie elliptische Bahnen, dann sind Abstand zur Erdoberfläche und Geschwindigkeit des Raumflugkörpers zu jedem Zeitpunkt verschieden (↗ Keplersche Gesetze). Durch kurzzeitiges Zünden der Triebwerke der Endstufe der Trägerrakete oder besonderer kleiner Triebwerke können Bahnkorrekturen und Bahnmanöver ausgeführt werden. Auf *Übergangsbahnen* erreichen Raumflugkörper neue Bahnen. — Eine *ballistische Bahn* verläuft ähnlich der eines Geschosses; sie kann z. B. bei Fehlstarts auftreten. Der Raumflugkörper erreicht dann keine Freiflugbahn. Höhenforschungsraketen haben ballistische Bahnen. — ↗ Polarbahn, ↗ Apsiden. *Abb.*

Die **Bahndaten** von Raumflugkörpern sind 8 Angaben: seine internationale Bezeichnung, das Startdatum, die Masse, die Umlaufzeit, die Bahnneigung, 2 Apsiden (z. B. Perigäum und ↗ Apogäum), die Lebensdauer.

↗ Literaturverzeichnis im Anhang, Nr. 03.

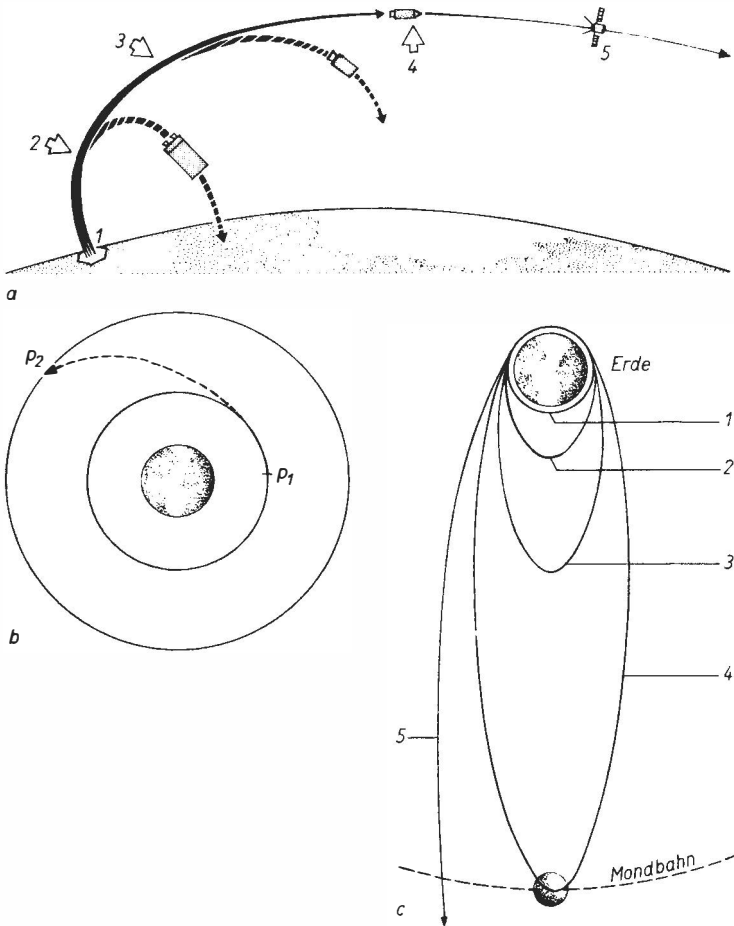
Bahn der Erde ↗ Erdbahn.

Bahn der Planeten ↗ Planetensystem (Tab.).

Die **Bahnebene** ist die (gedachte) Ebene, in der die Umlaufbahn eines Planeten bzw. Satelliten liegt.

Die **Bahnelemente** eines Himmelskörpers oder eines künstlichen Satelliten sind 6 Zahlenangaben, durch die elliptische Bahn des Himmelskörpers bzw. Satelliten im Raum hinsichtlich ihrer Form, ihrer Größe und ihrer Lage eindeutig bestimmt ist. Außerdem gehört dazu eine Angabe über den Ort des Himmelskörpers bzw. Satelliten auf seiner Bahn.

Die Größe der Bahn wird durch die *Länge der ↗ großen Halbachse* a angegeben, die Form der Bahn durch die *numerische ↗ Exzentrizität* e . Um die Lage der Bahn zu beschreiben, sind 2 Angaben nötig: der *Neigungswinkel* i (Bahnneigung) der Bahnebene gegen die Ebene der Ekliptik und die *Länge des aufsteigenden Kno-*



Bahn von Raumflugkörpern:

a Antriebs- und Freiflugbahn

1 Start, **2** Brennschluß und Abtrennung der 1. Stufe, **3** Brennschluß und Abtrennung der 2. Stufe, **4** Brennschluß und Abtrennung der 3. Stufe, **1-2** Antriebsbahn der 1. Stufe, **2-3** Antriebsbahn der 2. Stufe, **3-4** Antriebsbahn der 3. Stufe, **4-5** Freiflugbahn

b klassische (Hohmann-) Übergangsbahn (gestrichelt) von einer erdnahen zu einer erdferneren Umlaufbahn (Kreisbahn). P_1 Abflugimpuls, P_2 Anpassungsimpuls (Bahnkorrekturen)

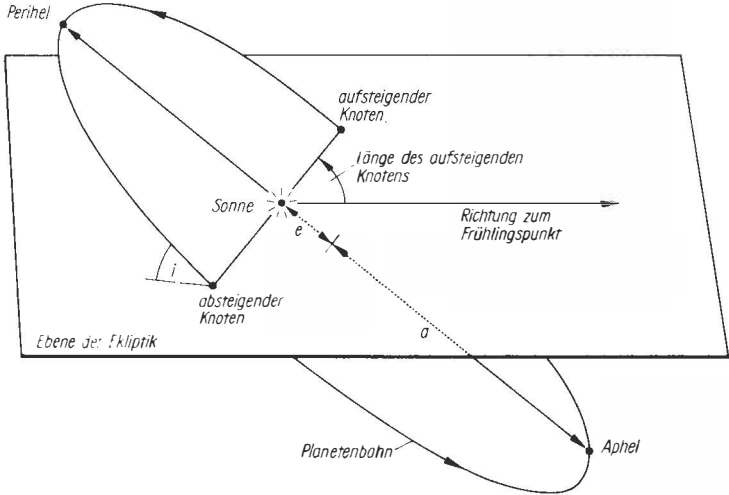
c kosmische Geschwindigkeiten, **1** Kreisbahn $v_0 = 7,9 \text{ km/s}$, **2** Ellipsenbahn $v_0 = 10 \text{ km/s}$, **3** Ellipsenbahn $v_0 = 11 \text{ km/s}$, **4** Ellipsenbahn $v_0 = 11,1 \text{ km/s}$, **5** Parabelbahn $v_0 = 11,2 \text{ km/s}$

Ω . Letztere ist der Winkel zwischen der Richtung Brennpunkt (Sonne)–Frühlingspunkt und der Richtung von der Sonne zu dem Punkt, in dem der Himmelskörper bzw. Satellit bei seiner Bahnbewegung die Ekliptikebene in nördlicher Richtung durchstößt. Ein weiteres Bahnelement ist der *Abstand ω des Perihels vom aufsteigenden Knoten*, er gibt an, wie die Ellipse in der so beschriebenen Bahnebene orientiert ist und wird als Winkel in der Bahn des Himmelskörpers gemessen.

Baikonor ↗ Raketstartplatz.

Balkenspiralen [(lat. (griech.), Zeichen *SB*, sind besonders geformte ↗ Sternsysteme. Im Gegensatz zum ↗ Spiralnebel beginnen bei der Balkenspirale die Spiralarms nicht direkt am Kerngebiet, sondern an den Enden eines den Kern durchquerenden Balkens von 5 bis 10 kpc Länge.

ballistische Bahn [(lat. (griech.) ↗ Bahn. Die **Balmerserie** [nach dem Erforscher Johann Jakob Balmer, 1825–1898,



Bahnelemente eines Planeten. e = lineare Exzentrizität

Der augenblickliche Ort des Himmelskörpers in seiner Bahn kann berechnet werden, wenn eine 6. Größe bekannt ist: die Zeit T des Durchgangs durch das Perihel (Perihelzeit). Abb.

Die **Bahnneigung** ist eines der ↗ Bahnelemente eines Himmelskörpers oder Satelliten; sie gibt den Winkel an, um den die Bahn gegen die Ebene der Ekliptik (Ebene der Erdbahn) geneigt ist. Sie wird in Grad ($^\circ$) gemessen. Im Sonnensystem hat Uranus mit $0^\circ 46'$ die kleinste, Pluto mit $17^\circ 8'$ die größte Bahnneigung aller Planeten (↗ Tab. Planetensystem). Künstliche Erdsatelliten auf Polarbahnen haben eine Bahnneigung von (rund) 90° .

Schweiz] ist eine Gruppe von Spektrallinien des atomaren Wasserstoffs. Sie umfaßt die Spektrallinien, die beim Über-

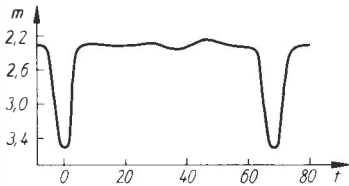
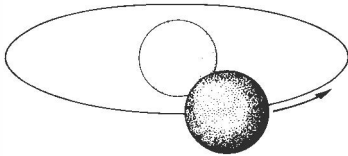
Balmerserie: einige Linien der Balmerserie

Bezeichnung	Wellenlänge	Farbe des Lichts
H_α	656,2 nm	rot
H_β	486,1 nm	blau
H_γ	434,0 nm	violett
H_δ	410,1 nm	ultra-violett

gang vom ersten in den zweiten angeregten Zustand absorbiert und beim umgekehrten Übergang ausgestrahlt werden. Im Gegensatz zu den anderen Linien, die im Spektrum des Wasserstoffs vorkommen, liegt die Balmerreihe weitgehend im Bereich des sichtbaren Lichtes. Sie endet an der *Balmergrenze* bei einer Wellenlänge von 365 nm. *Tab.*

Die **Bande** (franz. (german., „Binde“) ist ein System sehr eng benachbarter, zusammengehörender Spektrallinien. Sie erscheinen im Spektrum als verhältnismäßig breite Bereiche (nicht als einzelne Linien). *Bandenspektren* werden beobachtet, wenn Licht von Molekülen ausgesendet (emittiert) oder verschluckt (absorbiert) wird.

Bärenhüter → Bootes.



Bedeckungsstern Algol und seine Lichtkurve (m = scheinbare Helligkeit; t = Zeit in Stunden)

Barnards Stern (benannt nach dem Entdecker Edward E. Barnard, sprich: ba:nad, 1857–1923, USA) oder (*Barnardscher*) *Pfeilstern* im Sternbild Schlangenträger ist nach Proxima und Alpha Centauri der drittnächste Nachbarstern der Sonne. Seine → *Eigenbewegung* besitzt mit 10,3" pro Jahr den größten aller bisher bekannten Werte. Er ist 5,9 Lichtjahre entfernt.

BD: Abk. für Bonner → *Durchmusterung*. Der **Becher** oder lat. *Crater* (Genitiv

Crateris), Abk. *Crt.* ist ein kleines Sternbild an der südlichen Himmelshalbkugel. Es kulminiert Mitte März um Mitternacht. Ein **Bedeckungsstern** oder *Bedeckungsveränderlicher* ist ein → *Doppelstern*, dessen beide Teile (Komponenten) sich, von der Erde aus gesehen, periodisch verdecken. Beim Vorübergang des lichtschwächeren vor dem helleren Stern nimmt die Gesamthelligkeit des Systems deutlich ab; verdeckt dagegen der hellere Stern den schwächeren, so ergibt sich eine geringere Helligkeitsminderung. Die Komponenten können nicht einzeln gesehen werden. Bedeckungssterne haben also ganz bestimmte → *Lichtkurven*. Aus ihnen können die → *Durchmesser* der Komponenten verhältnismäßig genau ermittelt werden. Auch die Massen und das Rotationsverhalten der beteiligten Sterne sind bestimmbar. Der bekannteste Bedeckungsstern ist → *Algol* im Sternbild Perseus. → *Beta-Lyrae*-Stern. *Abb.*

Bellatrix (lat., „Kriegerin“, Abk. γ *Ori*, ist der rechte Schulterstern des Wintersternbildes Orion, ein bläulicher Riesenstern mit 1,6 Größenklassen scheinbarer Helligkeit.

Benetnasch (arab., Abk. η *UMA*, heißt der Schlußstern im Schweif des Sternbildes Großer Bär (bzw. der letzte Deichselstern im Großen Wagen). Er ist ein bläulicher, heißer Stern der Spektralklasse B3. Friedrich Wilhelm **Bessel**, geb. 22. 7. 1784, gest. 17. 3. 1846, war ein Astronom und Mathematiker. Als Direktor der Sternwarte in Königsberg (jetzt Kaliningrad, UdSSR) wurde er durch die erste Messung einer Sternparallaxe bekannt. Viele Jahre lang arbeitete er an grundlegenden astronomischen Messungen. Seine Untersuchungen über die veränderlichen Eigenbewegungen des Sirius und des Prokyon führten zur Erkenntnis der Doppelsternnatur dieser Objekte.

Ein **Be-Stern** (sprich: be-e stern) gehört zu den Sternen der → *Spektralklasse* B. Er unterscheidet sich von den (normalen) → *B-Sternen* dadurch, daß in seinem Spektrum Emissionslinien auftreten. Physikalisch sind die Be-Sterne → *Hüllensterne*.

Beta Lyrae oder β *Lyrae* → *Leier*.

Ein **Beta-Lyrae-Stern** {griech. (semit.) oder β *Lyrae-Stern* [benannt nach einem typischen Vertreter] ist ein \nearrow Bedeckungsstern, dessen Komponenten einen sehr geringen Abstand voneinander haben. Durch die gegenseitige Gravitationswirkung haben beide Komponenten ellipsoidische Gestalt angenommen. Dies hat einen Rotationslichtwechsel zur Folge, der sich dem Bedeckungslichtwechsel überlagert. Zwischen den Komponenten und um sie herum treten in vielen Fällen spektroskopisch nachweisbare Gasströme auf.

Der **Beteiguze** oder *Betelgeuse* [beide (franz. (arab., „Schulter des Orion“), Abk. α Ori, heißt der linke Schulterstern im Sternbild Orion. Er ist ein roter Überriese der Spektralklasse M2, dessen Durchmesser den der Sonne um das 700fache übertrifft. Die effektive Temperatur an der Oberfläche beträgt rund 3000 K, die scheinbare Helligkeit schwankt zwischen 0,4 und 1,3 Größenklassen. Das Helligkeitsmaximum wird aller 5 Jahre 8 Monate erreicht.

Der **Bethe-Weizsäcker-Zyklus** \nearrow C-N-O-Zyklus.

Bei der **Bewegung der Gestirne** hat man *wahre* und *scheinbare* Bewegungen zu unterscheiden. Die *scheinbare Bewegung* eines Gestirns ergibt sich aus seiner wahren Bewegung und dem Einfluß der Erdbewegung. Durch die Rotation der Erde (tägliche Drehung um die eigene Achse) entsteht die *scheinbare tägliche Bewegung*, in deren Folge das Gestirn einen Kreis um den Himmelspol beschreibt. Die Revolution der Erde (Umlauf um die Sonne innerhalb eines Jahres) widerspiegelt sich in der *scheinbaren jährlichen Bewegung der Sonne*, in der *scheinbaren Rückläufigkeit der Planeten* und in der jährlichen \nearrow Parallaxe der Sterne.

Die *wahre Bewegung* eines Himmelskörpers kann von der Erde aus nur unter Berücksichtigung der genannten scheinbaren Bewegungen ermittelt werden. So erhält man von der Erde aus Aussagen über die Drehung (*Rotation*) eines Himmelskörpers und über die *Umlaufbewegung* der Körper, die sich im Gravitationsfeld der Sonne befinden. – Auch die

Bewegung der Sterne im Milchstraßensystem wird von der Erde aus bestimmt, und zwar als \nearrow Eigenbewegung (in Bogensekunden je Jahr) und als \nearrow Radialgeschwindigkeit (in km/s). Die Sonne führt eine \nearrow Pekuliarbewegung in Richtung auf den \nearrow Apex aus. – Weitere wichtige wahre Bewegungen sind die *Rotation der Sternsysteme* und deren Bewegung infolge der \nearrow Expansion des Weltalls.

Die **Bewegungsternhaufen**, eine Untergruppe der \nearrow Sternhaufen, bestehen aus Sternen, die im allgemeinen äußerlich nicht als zusammengehörend erkennbar sind. Sie verraten sich lediglich durch die gemeinsame Bewegungsrichtung und die gleiche Bewegungsgeschwindigkeit im Raum. Der lockerste Bewegungsternhaufen ist der Ursa-Major-Haufen. Zu ihm gehören 5 Sterne des Sternbildes Großer Bär.

Der Zielpunkt eines Bewegungsternhaufens ist der \nearrow Vertex, die Geschwindigkeiten der Mitgliedssterne liegen zwischen 10 und 45 km/s. Bewegungsternhaufen sind als stark aufgelöste offene Sternhaufen zu betrachten.

Bezeichnung von Raumflugkörpern \nearrow astronomische Bezeichnung.

Bezeichnung von Sternen \nearrow Sternnamen.

Bhaskara [nach dem indischen Mathematiker, 1114–1185] heißt der zweite Forschungssatellit Indiens. Er wurde am 7. 6. 1979 mit einer sowjetischen Trägerrakete in der Sowjetunion gestartet. Er dient als Erderkundungs- und als Fernsehrelaissatellit. Ein Mikrowellenradiometer wird für die Erdbeobachtung eingesetzt. Der Satellitenkörper hat einen Durchmesser von 1,55 m, eine Höhe von 1,19 m und eine Masse von 444 kg. Bei einer Bahnneigung von 50,7° umkreiste er anfänglich die Erde im Höhenbereich zwischen 519 und 541 km in einer Umlaufzeit von 95,17 min.

Die **Bieliden** sind ein \nearrow Meteorstrom.

Der **Bildhauer**, auch *Bildhauerwerkstatt*, lat. *Sculptor* (Genitiv *Sculptoris*), Abk. *ScI*, ist ein Sternbild des Südhimmels. Es kulminiert Ende September um Mitternacht und steigt in Mitteleuropa nur wenige Grade über den Horizont.

Der **Bildwandler** ist eine Vorrichtung zur Umwandlung lichtschwacher oder mit unsichtbarem Licht (ultraviolette oder infrarote Strahlung) entworfener Bilder in lichtstarke, sichtbare *Elektronenbilder* auf einem Leuchtschirm. Bildwandler werden in zunehmendem Maße auch bei der astronomischen Beobachtung eingesetzt.

Biosat [engl. Abk., „biologischer Satellit“] heißen Raumflugkapseln der USA, die biologische Proben bzw. Lebewesen an Bord hatten. *Biosat 1* (Start 14. 12. 1966) konnte nach der Rückführung nicht geborgen werden. *Biosat 2* (Start 7. 9. 1967) und *Biosat 3* (Start 29. 6. 1969) konnten geborgen werden. An Bord des letzteren befand sich auch ein kleiner Affe, der auf dem Rückweg starb.

Ein **Biosatellit** [Kurzwort] oder *biologischer Satellit* [(griech. (lat.) ist eine Sonderform der ↗ künstlichen Erdsatelliten, sie gehören zu den Meß- und Forschungssatelliten. Sie haben Lebewesen wie Affen, Hunde, Insekten, Kleinstlebewesen, Algen, Bakterien oder Pflanzen an Bord und sollen raumfahrtmedizinische oder biologische Ergebnisse bringen: z. B. Verträglichkeit von Beschleunigung, Schwerelosigkeit, kosmischer Strahlung. Biosatelliten sind z. B. ↗ Sputnik 2, Kosmos 110, ↗ Biosat.

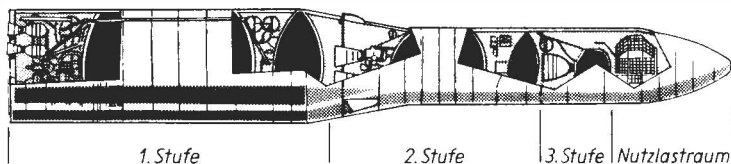
wurde danach eingestellt. Die dreistufige Rakete hatte eine Länge von 13 m und einen Durchmesser von 2 m, die Startmasse betrug 18,2 t. Bei den ersten beiden Stufen wurde als Treibstoff Kerosin und Wasserstoffperoxid, bei der dritten ein Feststofftriebwerk eingesetzt. *Abb.*

Der **Boloid** [(lat. (griech.) ↗ Feuerkugel. Das **Bolometer** [(griech.) ist ein Strahlungsempfänger, mit dem die Menge der einfallenden Strahlung gemessen werden kann. Seine Wirkungsweise beruht auf der Abhängigkeit des elektrischen Widerstandes der Metalle von der Temperatur. Bolometer sind für elektromagnetische Strahlung fast aller Wellenlängen (auch außerhalb des sichtbaren Lichtes) empfindlich. — Adverb: *bolometrisch*.

bolometrische Helligkeit [(griech.) ↗ Helligkeit.

Der **Booster** [(engl., „Antreiber“; sprich: buhstə) ist ein Starthilfstriebwerk, das meistens (z. B. bei der Trägerrakete ↗ Delta) mit festem Treibstoff arbeitet. Manchmal werden auch Startstufen überhaupt so bezeichnet.

Der **Bootes** [(griech., „Ochsentreiber“)] oder auch *Rinderhirt*, *Bärenhüter*, *Stiertreiber* (griech. Genitiv *Bootis*). Abk. *Boo*, ist ein Sternbild des nördlichen Sternhimmels. Sein Hauptstern ↗ Arktur kann vom Großen Wagen aus durch Fort-



Black Arrow

Black Arrow [(engl., „schwarzer Pfeil“, sprich: bläck ärröh) ist die Bezeichnung der ersten und bisher einzigen in Großbritannien entwickelten und gebauten Raumflugkörperträgerrakete. Die Entwicklung begann 1964, der 1. (mißlungene) Teststart erfolgte am 29. 6. 1969, beim 4. Start am 28. 10. 1971 wurde durch sie der Testsatellit ↗ Prospero (X-3) auf eine Umlaufbahn gebracht. Das Programm

setzung der Deichsellinie leicht gefunden werden. Bootes kulminiert Ende April und Anfang Mai um Mitternacht.

Boreas ↗ ESRO 2.

James **Bradley** [sprich: brädli], geb. März 1692, gest. 13. 7. 1762, war ein englischer Astronom. Er entdeckte die ↗ Aberration des Lichts und die ↗ Nutation. Bradley gehörte zu den genauesten Beobachtern seiner Zeit.

Tycho Brahe, geb. 14.12.1546, gest. 24.10.1601, war ein dänischer Astronom. Er gilt als der genaueste Beobachter in der Zeit vor der Erfindung des Fernrohrs. Brahe arbeitete auf der Insel Hven (Dänemark) und später als kaiserlicher Astronom in Prag. Seine Beobachtungen (vor allem über die Bewegung des Planeten Mars), ließen sich nicht in genaue Übereinstimmung mit der Ansicht Kopernikus bringen, daß die Planeten sich auf Kreisbahnen um die Sonne bewegen, und dienten seinem Nachfolger J. \nearrow Kepler als Grundlage bei der Auffindung der Gesetze der Planetenbewegung. Brahe erkannte das kopernikanische heliozentrische Weltbild nicht an, weil er die jährliche \nearrow Parallaxe der Sterne nicht beobachten konnte. Er stellte ein Weltbild auf, das jedoch keine Bedeutung erlangte.

Wernher von Braun, geb. 23.3.1912, gest. 16.6.1977, war ein Techniker. Er beschäftigte sich seit 1930 mit Problemen der Raketentechnik und wurde zu einem der führenden Spezialisten der Raketentechnik im faschistischen Deutschland und nach 1945 in den USA. Ab 1932 war er Mitarbeiter des Heereswaffenamtes auf dem Raketerversuchsgelände Kummersdorf und seit 1936 technischer Leiter des Raketenentwicklungszentrums in Peenemünde (Usedom). Seine Fähigkeiten ordnete er bedenkenlos den Zielen der faschistischen Machthaber unter und entwickelte die erste große Flüssigkeitsrakete, die 1944/45 unter der Bezeichnung A-4, bekannt als „V2“ als Terrorwaffe gegen die Zivilbevölkerung westeuropäischer Städte (London, Antwerpen, Brüssel u.a.) zum Einsatz kam. Nach Kriegsende ging er mit mehr als 100 seiner führenden Mitarbeiter nach den USA, um dort weiter an der Entwicklung militärischer Raketen zu arbeiten. Nach der Gründung der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA im Jahre 1960 wurde er Direktor des Marshall Space Flight Center in Huntsville (Alabama), wo er führend an der Entwicklung der Saturn-Raketen und den Apollo-Mondflugunternehmen beteiligt war. Anfang 1970 wurde er stellvertretender Direktor für Planung bei der NASA.

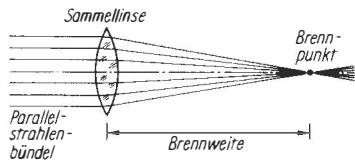
Die **Breite** ist eine Koordinate in verschiedenen Koordinatensystemen. a) Im Gradnetz der Erde ist die *geographische Breite* der Abstand auf der Erdoberfläche zwischen einem Punkt und dem Äquator, d.h. der Winkel Oberflächenpunkt–Erdmittelpunkt–Äquator. Sie ist gleich der Polhöhe an diesem Ort und wird vom Äquator aus nach Norden und nach Süden jeweils von 0° bis 90° gezählt. – b) die *eukliptikale Breite* ist im \nearrow Eukliptiksystem der Winkelabstand eines Gestirns von der Eukliptik. – c) Die *galaktische Breite* ist der Winkelabstand eines Gestirns vom galaktischen \nearrow Äquator. Eukliptikale und galaktische Breite werden ebenfalls in Grad von 0° bis 90° gezählt, und zwar nach Norden positiv, nach Süden negativ. – \nearrow Tab. Koordinaten.

Breitenkreise sind im Gradnetz der Erde alle zum Erdäquator parallelen Kreise (auf der Erdoberfläche). In der Astronomie werden zur Angabe der Lage alle zur Eukliptik parallelen Kreise (Parallelkreise; als *eukliptikale Breite* gezählt) bzw. alle zum galaktischen Äquator parallelen Kreise (als *galaktische Breite* gezählt) zusammengefaßt. – \nearrow Breite.

Die **Brennebene** \nearrow Brennpunkt.

Die **Brennkammer** ist jener Teil des Raketenantriebswerks, in dem die Treibstoffe verbrannt werden. Die Treibstoffe werden mittels Preßluft oder Pumpen in die Brennkammer durch Düsen eingespritzt und verbrannt. Bei selbstzündendem (hypergolen) Treibstoff ist in der Brennkammer keine Zündung notwendig, bei nichthypergolen Treibstoffen ist ein *Brennsatz* zur Zündung erforderlich.

Der **Brennpunkt** oder *Fokus* eines Objektivs befindet sich dort, wo die parallel zur optischen Achse einfallenden Strahlen einer unendlich weit entfernten punktförmigen Lichtquelle vereinigt werden.



Brennpunkt: Strahlengang

Sein Abstand von der Mitte des Objektivs (Linsensystem oder Spiegel) ist die *Brennweite*. Ist der leuchtende Gegenstand nicht punktförmig, so entsteht ein reelles Bild in der *Brennebene*, die senkrecht zur optischen Achse liegt und diese im Brennpunkt schneidet. *Abb.*

Brennschluß ist der Augenblick, in dem das Raketentriebwerk einer Rakete zu arbeiten (brennen) aufhört. Meistens sind genau dann die mitgeführten Treibstoffvorräte verbraucht. Das Abschalten kann jedoch auch erfolgen, wenn sich in den Behältern noch eine Treibstoffreserve befindet (bewußt herbeigeführter Brennschluß). Die beim Brennschluß erreichte Fluggeschwindigkeit einer Rakete ist die *Brennschlußgeschwindigkeit*. Nach dem Brennschluß der letzten Raketenstufe beginnt der *antriebslose Flug* (Freiflugbahn).

Die *Brennweite* → Brennpunkt.

BSE-1 heißt ein japanischer Fernsehübertragungssatellit, der am 7. 4. 1978 mit einer → Delta 3914 in eine Synchronbahn gebracht wurde. Seine Startmasse betrug 667 kg. Der Satellit ist durch die → NASA entwickelt worden.

Ein **B-Stern** ist ein Stern der → Spektralklasse B. → Be-Stern.

Bruno (Hans) **Bürgel**, geb. 14. 11. 1875, gest. 8. 7. 1948, war ein Schriftsteller, der in bedeutendem Maße und in verständlicher Weise astronomische Erkenntnisse verbreitete. Er war Autodidakt und schrieb eine Autobiographie „Vom Arbeiter zum Astronomen“ (1919).

Burner II ist die Bezeichnung einer Feststoff-Oberstufe, welche vornehmlich beim Start militärischer Satelliten der USA mit → Atlas oder → Thor als Grundstufe Verwendung findet. Sie hat eine Masse von etwa 770 kg und liefert einen Schub von etwa 40 kN für eine Nutzmasse bis zu 2,3 t.

Der **Burst** [(engl., „Ausbruch“, sprich: böst; vgl. bersten) ist ein kurzzeitiges Anwachsen der Radiostrahlung der Sonne. Solche Ausbrüche stehen meistens in Verbindung zu → chromosphärischen Eruptionen. Ihre Dauer schwankt zwischen einigen Sekunden und mehreren Stunden.

C

Das **Caelum** [(lat., „Stichel“; sprich: tse:lum] Abk. *Cae.* → Grabstichel.

Die **Camelopardalis** [(lat. (griech.) Abk. *Cam.* → Giraffe.

Der **Cancer** [(lat.) → Krebs.

Die **Canes Venatici** [(lat.) → Jagdhunde.

Der **Canis Major** [(lat.) → Großer Hund.

Der **Canis Minor** [(lat.) → Kleiner Hund.

Canopus [(griech.) → Kanopus.

Am **Cape Canaveral** [(engl., sprich: kehpkänäwerel] an der Südküste der Halbinsel Florida (USA) befindet sich der größte → Raketenstartplatz der USA (Kennedy-Raumflugzentrum).

Capella [(lat.) → Kapella.

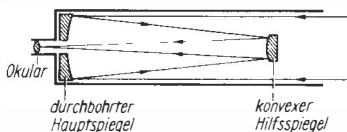
Capricornus [(lat.) → Steinbock.

Caput [(lat., „Kopf“): Teil des Sternbildes → Schlange.

Carina [(lat.) → Schiffskiel.

Carne heißt ein Mond des Jupiter. → Tab. Satellit.

Als **Cassegrain-Teleskop** [sprich: kassegrë-] wird ein Spiegelteleskop bezeichnet, bei dem das Strahlenbündel zunächst von dem parabolischen Hauptspiegel reflektiert wird. Vor dessen Brennebene befindet sich ein konvexer (erhabener) Hilfsspiegel, der das Licht durch eine Bohrung in der Mitte des Hauptspiegels im *Cassegrain-Fokus* vereinigt. Die effektive Brennweite ist dabei größer als die des Hauptspiegels. *Abb.*



Cassegrain-Teleskop: Bauschema mit Strahlengang

Die **Cassinische Teilung** [benannt nach dem Entdecker, dem franz. Astronom Giovanni D. Cassini, 1625–1712] trennt im Ringsystem des Planeten Saturn den äußeren A-Ring von dem nach innen folgenden B-Ring. → Tab. Saturnring.

Cassiopia [(lat.) → Kassiopeia.

Castor [(lat.): 1. ↗Kastor. – 2. Castorund Pollux ↗D-5B.

Cauda [(lat., „Schwanz“): Teil des Sternbildes ↗Schlange.

Centaur ist die Bezeichnung der Oberstufe von Trägerraketen, die seit 1963 bei den Trägerraketen vom Typ ↗Atlas und ↗Titan Verwendung findet. Sie ist eine Hochleistungsstufe, die als Treibstoff flüssigen Wasserstoff und flüssigen Sauerstoff verwendet. Sie hat eine Länge von rund 10 m und einen Durchmesser von 3,05 m. Ihre Masse beträgt 15,7 t, ihr Schub liegt bei 133 kN, die Brenndauer beträgt 450 s.

Centaurus [(lat. (griech.) ↗Kentaur.

Die **Cepheiden** [(lat.) ↗Delta-Cepheiden-Sterne.

Cepheus [(lat. (griech.) ↗Kepheus.

Die **Ceres** ist der größte ↗Planetoid im Sonnensystem; sie wurde am 1. 1. 1801 von G. Piazzi als erster Planetoid entdeckt. Ceres weist einen Durchmesser von etwa 1020 km auf und erreicht in der Opposition eine scheinbare Helligkeit von 7,4 Größenklassen. Sie ist im Mittel 2,77 AE von der Sonne entfernt und umläuft die Sonne einmal in 4,6 Jahren. Im Jahre 1972 wurde festgestellt, daß Ceres Radiofrequenzstrahlung aussendet.

Cetus [(lat.) ↗Walfisch.

Das **Chamäleon** [sprich: ka-; (lat. (griech., benannt nach der Echsenart) oder lat. *Chamaeleon* (Genitiv *Chamaeleontis*), Abk. *Cha*, ist ein unscheinbares Sternbild in der Nähe des Himmelssüdpols. Von Mitteleuropa aus ist es nicht zu sehen.

Charon [nach der griech. Sagengestalt] heißt der Mond des ↗Pluto. ↗Tab. Satellit.

Chemischer Ofen, auch *Ofen* oder lat. *Formax* (Genitiv *Formacis*), Abk. *For*, heißt ein unscheinbares Sternbild des Südhimmels, das in Mitteleuropa nur knapp über dem südlichen Horizont zu sehen ist. Es kulminiert Anfang November gegen Mitternacht.

Die **chemische Zusammensetzung** eines Sterns gehört zu den für einen Stern charakteristischen ↗Zustandsgrößen. Sie ergibt sich aus der Untersuchung des Spektrums des Sternlichtes. Die beobachteten Unterschiede im Aussehen der

Sternspektren (die sich auch in den verschiedenen ↗Spektralklassen ausdrücken) deuten nicht auf große Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung hin, sie sind vielmehr die Folge unterschiedlicher Temperatur- und Druckverhältnisse in den Sternatmosphären; daher muß bei der Bestimmung der chemischen Zusammensetzung eines Sterns auch der Einfluß dieser Größen berücksichtigt werden.

Alle Sterne bestehen zum überwiegenden Teil aus Wasserstoff und Helium (und zwar im Verhältnis 100:6,3). Diese beiden Elemente nehmen 98% der Massen der Sterne ein, alle anderen Elemente nur 2%. Bei jüngeren Sternen ist die relative Häufigkeit der Metalle etwas größer als bei älteren. Dieses ist wahrscheinlich durch die unterschiedliche Zusammensetzung der interstellaren Materie bedingt, aus der sich die Sterne bildeten. Nach Milliarden Jahren sind sie mit schwereren Elementen angereichert worden, die in den Sternen entstanden und – z. B. durch ↗Supernova-Ausbrüche – in den interstellaren Raum abgegeben wurden. – ↗Elemententstehung, ↗Elementenhäufigkeit. Andersartige chemische Zusammensetzungen wurden z. B. bei den ↗Wolf-Rayet-Sternen, den ↗Kohlenstoff-Sternen und den Helium-Sternen festgestellt. Diese Arten sind jedoch ziemlich selten. – Die chemische Zusammensetzung und die Masse eines Sterns sind nach Heinrich Vogt (1890–1968) und Henry Norris Russell (1877–1957) für den Aufbau und die Entwicklung eines Sterns von entscheidender Bedeutung.

China lautet die nichtamtliche Bezeichnung der Raumflugkörper dieses Landes. Bis Ende 1978 sind 8 Satelliten auf Erdumlaufbahnen gebracht worden, Teile von ihnen sind zur Erde zurückgeführt worden. Von offizieller Seite wurden nur spärliche Angaben über diese Raumflugkörper gemacht. Der 1. Satellit startete am 24. 4. 1970. Er soll eine Masse von 175 kg gehabt haben.

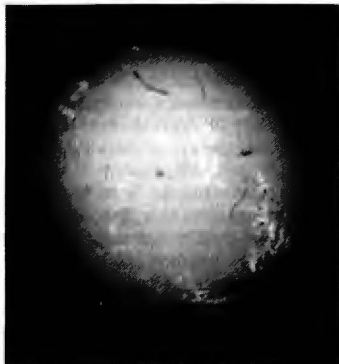
Die **Chlorella** [(lat. (griech.) ist eine in Süßwasser lebende, einzellige Gattung der Grünalgen. Sie werden in großen Mengen für ernährungsphysiologische

Versuche gezüchtet. Vor allem aber eignen sie sich als biologische Gasaustauscher (Bindung des Kohlenstoffs aus Kohlendioxid) in hermetischen Kabinen, wo sie den vom Menschen benötigten Sauerstoff produzieren. Das ist die gegenwärtig einzige zu erkennende, wirtschaftliche Lösung der Atemluftversorgung in Raumflugkörpern mit sehr langen Flugzeiten.

Der **Chondrit** [(griech.)] ist ein Steinmeteorit mit einer bestimmten Zusammensetzung. Er enthält kleine (mikroskopisch bis erbsengroße) mineralische Kügelchen, die *Chondren* oder Chondrulen, die in die Gesteinsmasse eingebettet sind. Die meisten Steinmeteorite gehören der Gruppe der Chondrite an. Eine Sonderstellung nehmen die *kohligen Chondrite* ein. In ihnen kommen organische Verbindungen vor. ↗ Meteorit.

Die **Chromosphäre** [(griech.)] ist eine Schicht der Sonnenatmosphäre. Sie schließt sich nach außen an die Photosphäre an und ist etwa 10000 km dick. Wegen ihrer geringen Eigenhelligkeit kann man sie normalerweise nicht sehen; lediglich bei totalen Sonnenfinsternissen erscheint sie, wenn der Mond die viel hellere Photosphäre bereits bedeckt hat, kurzzeitig als farbiger Saum am Sonnenrand.

Die Chromosphäre hat eine borstenartige Struktur. Sie besteht aus vielen flammenähnlichen Gebilden, den ↗ Spiculen, die wahrscheinlich mit den Elementen der



Chromosphäre

Granulation in Verbindung stehen. Die Temperatur in der Chromosphäre nimmt von innen nach außen von 4000 K auf rund 1 Mill. K zu; diese Aufheizung wird sehr wahrscheinlich durch Überschallstoßwellen bewirkt.

In der Chromosphäre treten ↗ Protuberanzen und ↗ chromosphärische Eruptionen als Erscheinungsformen der ↗ Sonnenaktivität auf. Sie ist auch das Gebiet, in dem die Absorptionslinien im ↗ Spektrum der Sonne entstehen. Abb.

Die **chromosphärische Eruption** [(griech. bzw. (lat.)] oder das **Flare** [(engl.)] auf der Sonne ist ein plötzlicher Anstieg der Strahlungsstärke in einem begrenzten Gebiet innerhalb einer ↗ Fackel in der ↗ Chromosphäre. Sie dauert einige Minuten bis mehrere Stunden, tritt bei hoher ↗ Sonnenaktivität besonders häufig und stark auf und ist vielfach mit anderen Erscheinungen in einem ↗ Aktivitätszentrum (Sonnenflecken, Protuberanzen) verknüpft. Bei chromosphärischen Eruptionen entstehen kräftige Strahlungsausbrüche im ultravioletten und im Röntgenwellenbereich sowie eine verstärkte Teilchenstrahlung. Diese Strahlungen rufen beim Eindringen in den erdnahen Raum verschiedene ↗ solar-terrestrische Erscheinungen hervor; für die bemannte Raumfahrt können sie eine erhebliche Gefährdung sein.

Der **Chronograph** [(griech.)] ist eine Vorrichtung zur genauen Bestimmung eines Zeitpunktes oder einer Zeitdauer. Eine genaue Uhr steuert ein elektrisch betätigtes Schreibwerk, das auf einem Papierstreifen die vom Beobachter oder einem Gerät auf elektrischem Wege übermittelten Zeitpunkte markiert bzw. ausdruckt.

Die **Chronologie** [(griech., „Zeitkunde“)] ist ein Teilgebiet der Astronomie, das sich mit der Zeit und der Festlegung einer Zeitskala (Zeitmessung) befaßt. Dazu gehört die Anpassung der astronomisch bestimmten Zeit an die physikalisch in Atomuhren (↗ Uhr) abgeleitete Zeit. Auch die Datierung geschichtlicher Ereignisse durch astronomische Angaben (z. B. durch Finsternisse, Stellung einzelner Planeten) ist eine Aufgabe der Chro-

nologie. ↗ Kalender. – Adjektiv *chronologisch*: in der zeitlichen Reihenfolge, zeitlich geordnet.

Das **Chronometer** [(griech., „Zeitmesser“)] ist eine genau gehende ↗ Uhr.

CI: engl. Abk. für ↗ Farbenindex.

Circinus [(lat.) ↗ Zirkel.

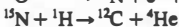
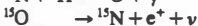
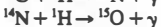
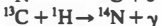
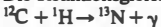
Cnc: Abk. für Cancer. ↗ Krebs, ↗ Tab. Sternbilder.

Der **C–N–O-Zyklus** oder *Kohlenstoff-Stickstoff-Zyklus*, auch *Bethe-Weizsäcker-Zyklus* [benannt nach 2 Physikern] ist eine thermonukleare Reaktionsreihe, ein Kernfusionsprozeß, der im Inneren der Sterne vor sich geht und bei dem Energie freigesetzt wird (↗ Energiefreisetzung).

Er setzt Temperaturen über 10 Mill. K in den Zentralgebieten der Sterne voraus, aber erst ab etwa 16 Mill. K entsteht mehr Energie je Reaktionszyklus als bei der Proton-Proton-Reaktion. Massereiche Sterne setzen ihre Energie vorwiegend durch den C–N–O-Zyklus frei, während bei Sternen mit weniger als 2 Sonnenmassen die ↗ Proton-Proton-Reaktion vorherrscht.

Bei dem C–N–O-Zyklus tritt Kohlenstoff in der Funktion eines Katalysators auf; die Kohlenstoff-, Stickstoff- und Sauerstoffkerne werden ineinander überführt, stehen aber nach dem Zyklus unverändert wieder zur Verfügung. Aus 4 Wasserstoffkernen entsteht ein Heliumkern, wobei Strahlungsenergie, Neutrinos und Positronen abgestrahlt werden.

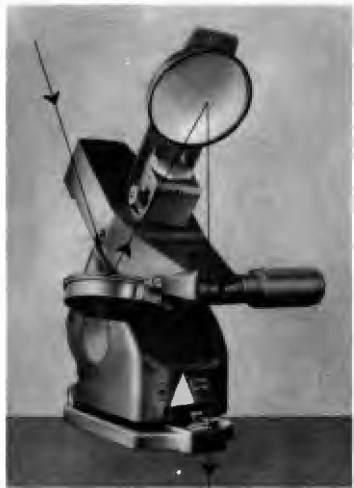
Die Reaktionsgleichungen lauten:



Für das 12-C-Isotop beginnt der Zyklus erneut.

Dabei bedeutenden ^1H ein Proton (Wasserstoffkern), e^+ ein Positron (Antiteilchen des Elektron, positiv geladen), ν ein Neutrino, γ Strahlungsenergie. – Die beim einmaligen Durchlaufen dieses Zyklus freiwerdende Energie beträgt $25,0 \text{ MeV} = 4,0 \cdot 10^{-12} \text{ Nm}$.

Der **Coelostat** oder *Zölostat* [(lat. + griech.) ist ein Gerät, mit dem die Strah-



Coelostat

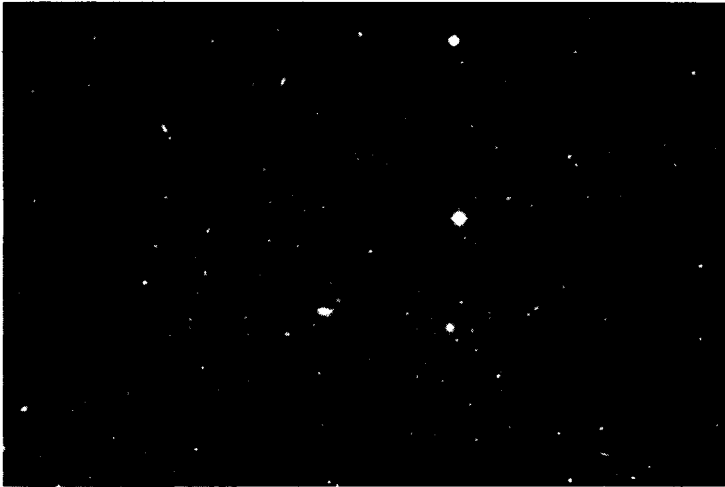
lung eines Gestirns ständig in die gleiche Richtung gelenkt werden kann. Coelostaten finden vor allem in ↗ Turmteleskopen Verwendung, um die Strahlung in das senkrecht ortsfest aufgestellte Fernrohr zu richten. Sie bestehen aus zwei Planspiegeln, von denen einer um eine zum Himmelspol weisende Achse drehbar ist. Coelostaten werden fast ausschließlich für die Beobachtung der Sonne verwendet. *Abb.*

Colymba [(lat.) ↗ Taube.

Coma Berenices [(lat. (griech.) ↗ Haar der Berenike.

Der **Comahaufen**, ein ↗ Galaxienhaufen im Sternbild Coma Berenices (Haar der Berenike), enthält Tausende von Galaxien. Er ist etwa 80 Mpc entfernt. In dem Haufen befindet sich eine ausgedehnte Radiostrahlungsquelle und eine Quelle von Röntgenstrahlung. *Abb.*

Comstar heißen private Nachrichtensatelliten des Konzerns ATT (American Telephone and Telegraphy), USA. Nr. 1 und 2 wurden am 14. 5. und 22. 7. 1976 mit einer Atlas-Centaur auf Synchronbahnen gebracht. Comstar C wurde am 29. 6. 1978 gestartet. Der zylinderförmige Hauptkörper (Durchmesser 2,13 m) besitzt 2 große Antennensysteme (Gesamthöhe



Comahaufen

6,1 m) und eine Umlaufmasse von 805 kg. Jeder Satellit hat 14400 Kanäle für die Telefonie.

N. Copernicus ↗ Kopernikus.

Copernicus 500 ↗ Interkosmos 2.

Corona Australis [{lat.}] ↗ Südliche Krone.

Corona Borealis [{lat.}] ↗ Nördliche Krone.

Corvus [{lat.}] ↗ Rabe.

COS-B heißt ein Forschungssatellit westeuropäischer Staaten. Er ist der erste der neuen westeuropäischen Raumfahrtorganisation ↗ ESA und wurde am 9.8.1975 mit einer amerikanischen Trägerakete Delta 2913 von der Western Test Range (Kalifornien, USA) gestartet. Seine Masse beträgt 278 kg, wovon 118 kg auf die Nutzlast entfallen. COS-B ist zylinderförmig mit einem Durchmesser von 1,4 m und einer Höhe von 1,7 m einschließlich der Antennen. Seine Hauptaufgabe besteht in der Untersuchung extraterrestrischer Gammastrahlung.

Beim **Coudé-Teleskop** [sprich: kude:-] wird das Licht vom Objektiv (Linsensystem oder Spiegel) auf ein System teilweise drehbarer Hilfsspiegel gelenkt und dadurch in die hohle Stundenachse ge-

leitet. Da diese ihre Lage im Raum stets beibehält, bleibt der **Coudé-Fokus** unabhängig von der Richtung des Fernrohrs immer an der gleichen Stelle.

Crabnebel ↗ Krebsnebel.

Crater [{lat.}] ↗ Becher.

Crux [{lat.}] ↗ Kreuz des Südens.

CS [Abk. von Communication Satellite, (engl., „Kommunikationssatellit“), der am 15. 12. 1977 im Auftrag der ↗ NASA mit einer Delta 2914 in eine Synchronbahn gebracht wurde, dient Versuchen für Direktfernsehempfang von Satelliten. Seine Startmasse betrug 674 kg.

C-Stern ↗ Kohlenstoff-Sterne.

CTS [Abk. von Communications Technology Satellite, (engl., „Technologischer Nachrichtensatellit“) heißt ein kanadischer Raumflugkörper, der am 17. 1. 1976 mit einer ↗ Delta 2914 auf eine Synchronbahn gebracht und bei 166° westlicher Länge über dem Äquator stationiert worden ist. Seine Masse beträgt 675 kg, die Spannweite über die Solarzellen 16,5 m. Er dient Versuchssendungen für Bildungsfernsehen und Telefonie unter Verwendung kleiner Bodenempfangsstationen.

Cygnus [{lat.}] ↗ Schwan.

D

D-5B (Castor) und **D-5A (Pollux)** heißen 2 kleine Satelliten, die Frankreich vom Startgelände Kourou in Französisch-Guayana (Südamerika) mit einer Diamant-BP4-Rakete am 23. 5. 1975 startete. Es handelte sich um technologische Satelliten, mit deren Hilfe Bauelemente und Baugruppen später einzusetzender Satelliten getestet wurden. Sie gelangten nach einem Fehlstart (23. 5. 1973) auf Bahnen zwischen 270 bzw. 770 und 1280 km Höhe.

Die **Dämmerung** ist die Übergangszeit zwischen Tag und Nacht. Die oberen Schichten der Erdatmosphäre, die noch (bzw. schon) vom Sonnenlicht erreicht werden, streuen das Licht in den Bereich, für den die Sonne schon untergegangen (bzw. noch nicht aufgegangen) ist. Die **bürgerliche Dämmerung** herrscht, wenn die Sonne zwischen 0° und 6° unter dem Horizont steht. Die **astronomische Dämmerung** beginnt (bzw. endet), wenn die Sonne 18° unter dem Horizont steht.

Der **Deferent** [(lat.) \nearrow Epizykel].

Deimos [(griech., „Schrecken“)] heißt der kleinere der beiden Monde des Mars. Er

ist unregelmäßig geformt. Seine größere Achse von 15 km Länge ist ständig auf den Mars gerichtet (\nearrow gebundene Rotation). \nearrow Tab. Satellit.

Dekl.: Abk. für \nearrow Deklination.

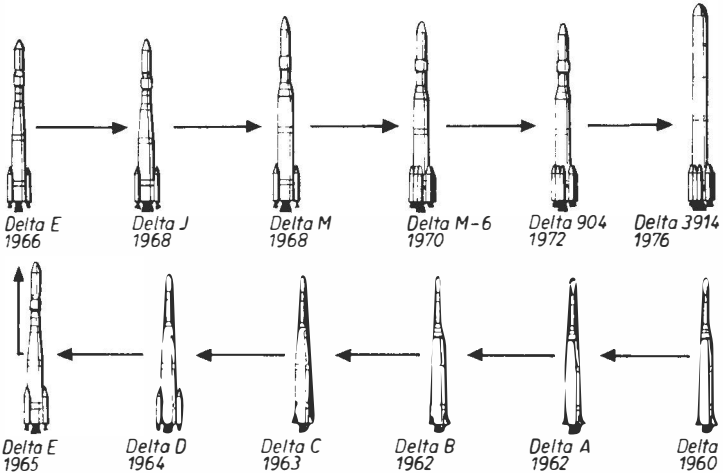
Die **Deklination** [(lat.), Abk. *Dekl.*, ist eine Koordinate im \nearrow Äquatorsystem. Sie gibt den Winkelabstand des Gestirns vom Himmelsäquator an und wird in Richtung auf Nord- und Südpol in Winkelgrad gemessen. Deklinationen der Gestirne nördlich des Äquators haben positive, Gestirne an der Südhalbkugel des Himmels negative Werte (\nearrow Abb. Äquatorsystem). – Der Bereich zwischen -40° und -90° Deklination ist in Mitteleuropa unsichtbar. \nearrow Tab. Koordinaten.

Die **Deklinationssachse** \nearrow Montierung eines Fernrohrs.

Der **Delphin** [(lat., (griech. *Delphinus*, Genitiv *Delphin*)], Abk. *Del*, ist der Name eines kleinen, aber leicht auffindbaren Sternbildes, das in Hochsommernächten um Mitternacht kulminiert.

Delta, auch **Thor-Delta**, ist die Bezeichnung einer Raumfahrtträerrakete der USA. Sie ist meistens dreistufig und gehört zur mittleren Leistungsklasse. Von dieser Rakete wurden und werden verschiedene Versionen eingesetzt.

Die **1. Stufe** ist meistens eine umgebaute



Delta-Versionen

*Delta: technische Daten der Delta-Trägerrakete DSV-3E und der Delta 2914**Gesamtsystem*

Entwicklung	1959/65	1971/73
Einsatz	ab 1960	ab 1974
Anzahl der Stufen	3	2-4
Höhe mit Nutzlast	28,5 m	38,0 m
Startmasse	68,0 t	134 t einschl. 9 Feststoffbooster

1. Stufe Thor DSV-2C

Länge	18,5 m	22,5 m
größter Durchmesser	2,4 m	2,4 m
Startmasse	61,8 t	83,7 t + 42,8-Feststoffbooster
Triebwerk	Rocketdyne MB-3 Block II + 3 Thiokol „Castor I“	Rocketdyne RS-27 + 9 Thiokol „Castor II“
Treibstoff	Kerosen/Flüssig- sauerstoff + Feststoff	Kerosen/Flüssig- sauerstoff + Feststoff
Treibstoffmasse	45,6 + 10,0 t	79,6 + 32,7 t
Startschub	770 + 730 kN	910 + 2080 kN

2. Stufe: DSV-3E-4/AJ 10-118F

Länge	4,7 m	5,9 m
größter Durchmesser	1,5 m	1,4 bzw. 2,4 m
Startmasse	5,6 t	5,4 t
Triebwerk	Aerojet-General	TRW TR-201
Treibstoff	UDMH + rotrauchende Salpetersäure (HNO ₃)	UDMH + N ₂ O ₄
Treibstoffmasse	4,8 t	4,6 t
Vakuumschub	34 kN	43 kN

3. Stufe

Länge	1,5 m	1,7 m
größter Durchmesser	0,5 m	0,9 m
Startmasse	0,3 t	1,1 t
Triebwerk	UTC	Thiokol TE-364-4
Treibstoff	Polybutadien-Akrylsäure/Akryl- nitril	
Treibstoffmasse	0,3 t	1,0 t
Vakuumschub	25 kN	67 kN

Nutzlastspitze

Länge	3,8 m	7,9 m
größter Durchmesser	1,6 m	2,4 m
Masse	0,3 t	1,0 t

Mittelstreckenrakete vom Typ Thor mit einer Länge von 23 m und einem größ-

ten Durchmesser von 2,44 m. Die Gesamtmasse beträgt rund 70 t. Ein Flüssig-

sigkeitstriebwerk arbeitet mit Kerosin und flüssigem Sauerstoff, der Startschub macht je nach Version 670–840 kN aus. Die Brenndauer beträgt 220–240 s. Ab DSV-3D (1964) werden *Feststoffbooster* verwendet, kurzzeitig brennende Hilfs-triebwerke, die seitlich unten an der 1. Stufe angebracht sind. Es werden 3, 6 oder 9 solcher Booster eingesetzt. Sie haben eine Länge von 7,3 m, einen Durchmesser von 0,8 m, eine Masse von 4,5 t und liefern für 40 s jeweils einen Schub von je 230 kN. – Die 2. Stufe besitzt ein Flüssigkeitstriebwerk, welches als Treibstoff Aerozin 50 und als Oxydator Stickstoffdioxid verwendet. Bei einer Brenndauer von 380 s liefert es einen Schub von 43 kN. – Die 3. Stufe ist eine Feststoffrakete von 1,68 m Länge und 94 cm Durchmesser. Die Masse beträgt rund 1000 kg. Sie liefert für 44 s einen Schub von 67 kN. – Die *Nutzlastspitze* hat eine Länge von 7,92 m und einen größten Durchmesser von 2,44 m (Delta 2000). Mit Hilfe der an der Grundstufe angebrachten \nearrow Booster wurde die theo-

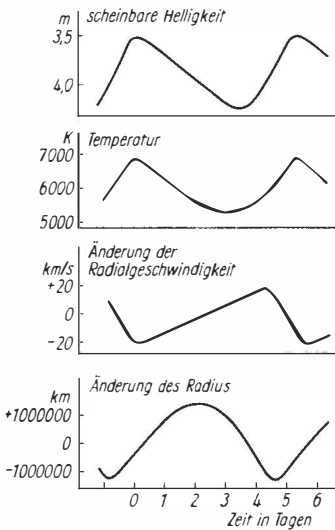
retische Leistungsfähigkeit für eine erdnahe Satellitenbahn von 280 kg auf 1400 kg Nutzmasse gesteigert. Forschungssatelliten der Explorer-Serie, OSO-Satelliten, die TIROS- und die ESSA-Satelliten erreichten damit ihre Erdumlaufbahn. Die Delta wurde auch zum Start der interplanetaren Sonden der Pioneer-Serie eingesetzt. Abb., Tab.

Die *Delta-Cephei-Sterne*, δ -*Cephei-Sterne* oder *Cepheiden* [benannt nach dem Stern δ im Sternbild Kepheus], Abk. δ Cep, zählen zu den Veränderlichen, und zwar zu den \nearrow Pulsationsveränderlichen. Es sind pulsierende Sterne, die sich rhythmisch ausdehnen und zusammenziehen. Die äußeren Schichten bewegen sich dabei mit Geschwindigkeiten um 40 km/s, die Dauer einer einzelnen Schwingung hängt von der Leuchtkraft ab und liegt zwischen 1 und 100 Tagen. Dabei verändert der Stern seine absolute – und folglich auch seine scheinbare – Helligkeit um 0,5 bis 1,5 Größenklassen. Es gibt jedoch auch Delta-Cephei-Sterne mit viel kleineren Helligkeitsschwankungen. Für alle gilt die \nearrow Perioden-Leuchtkraft-Beziehung (mit Abb.). Sie sind deshalb wichtige Meßpunkte für die Entfernungsbestimmung. Eine Untergruppe sind die sehr alten, massearmen *W-Virginis-Sterne*. Abb.

Deneb [$\{\text{arab. „Schwanz“}\}$ (α Cyg) heißt der Hauptstern des Sternbildes Schwan. Der weiße Überriese gehört zum \nearrow Sommerdreieck und leuchtet mit einer scheinbaren Helligkeit von 1,25 Größenklassen.

Denpa heißt ein japanischer Ionosphärenforschungssatellit, der von der Universität Tokio entwickelt und am 19. 8. 1972 mit einer \nearrow M-4S in eine Umlaufbahn zwischen 245 und 6300 km Höhe gebracht worden ist. Seine Masse betrug 75 kg.

Diamant ist der Name eines französischen Raketentyps für den Start von Erdsatelliten mit Massen zwischen 23 und 115 kg. Die 3 Stufen wurden aus Bauteilen von Höhenraketen entwickelt. Die beiden ersten Stufen besitzen eine aktive Lagestabilisierung, während die 3. Stufe drallstabilisiert ist. Letztere wird im höchsten Punkt der Freiflugbahn der



Delta-Cephei-Sterne: Änderung charakteristischer Größen des Sternes Delta Cephei

Diamant: technische Daten der Diamant A und der Diamant BP 4

Gesamtsystem

Entwicklung	1962/65	1971/74
Einsatz	ab 1965	ab 1975
Anzahl der Stufen	3	3
Höhe mit Nutzlast	18,9 m	24,2 m
Startmasse	18,4 t	24,7 t

1. Stufe: L 17

Länge	10,0 m	14,2 m
größter Durchmesser	1,4 m	1,4 m
Startmasse	14,9 t	20,7 t
Triebwerk	1 × LRBA „Vexin“	1 × JEP „Valois“
Treibstoff	Terpentin und weißrauchende Salpetersäure	UDMH + N ₂ O ₄
Treibstoffmasse	12,8 t	18,0 t
Startschub	260 kN	316 kN

2. Stufe: P4

Länge	4,7 m	5,5 m
größter Durchmesser	0,8 m	1,5 m
Startmasse	2,6 t	3,0 t
Triebwerk	4 × LRBA	1 × SEP
Treibstoff	Feststoff	Feststoff
Treibstoffmasse	2,3 t	4,0 t
Vakuumschub	141 kN	180 kN

3. Stufe

Länge	2,1 m	1,7 m
größter Durchmesser	0,7 m	0,8 m
Startmasse	0,7 t	0,8 t
Triebwerk	1 × Sud Aviation und Service des Poudres	1 × SEP
Treibstoff	Feststoff	Feststoff
Treibstoffmasse	0,7 t	0,7 t
Vakuumschub	22–50 kN	52 kN

Nutzlastspitze

Länge	2,1 m	2,8 m
größter Durchmesser	0,7 m	1,4 m
Masse	0,2 t	0,2 t

2. Stufe, die sich dann in horizontaler Lage befindet, gezündet. Dieser Punkt entspricht etwa dem Perigäum der Satellitenbahn (→ Abb. Bahn). – Erstmals wurde eine Diamant am 26. 11. 1965 eingesetzt zum Start des Satelliten → Asterix. Die Weiterentwicklung *Diamant B* stand

1970/73 im Einsatz, die *Diamant-BP4* im Jahre 1975. Tab.

Die **Dichotomie** [griech. „Zweiteilung“] ist die → Phase, bei der ein nicht selbst leuchtendes Gestirn als Halbkreisfläche erscheint. Die Dichotomie des Mondes tritt im ersten und im letzten Viertel ein

(↗ Mondphasen). Außer beim Mond wird sie im Sonnensystem bei Merkur und Venus beobachtet.

Die **mittlere Dichte eines Sterns** ist eine seiner ↗ Zustandsgrößen.

Die **differentielle Rotation** ist eine ↗ Rotation, bei der Teile des rotierenden Systems unterschiedliche Winkelgeschwindigkeiten aufweisen. So rotiert die Sonne differentiell, denn die Rotationsdauer ist für die Äquatorgebiete kleiner als für die polaren Zonen. Auch das Milchstraßensystem rotiert differentiell: die inneren Bereiche laufen mit größeren Winkelgeschwindigkeiten um den Kern als die äußeren.

Dione heißt ein Mond des Saturn. ↗ Tab. Satellit.

Die **Dispersion** [(lat., „Zerstreuung“) ist in der Wellenlehre die Abhängigkeit einer physikalischen Größe von der Wellen-

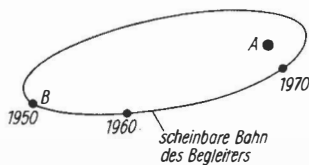
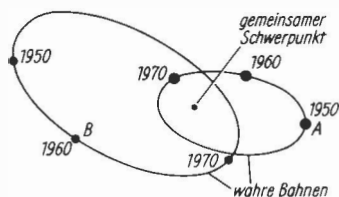
länge. In der Astronomie interessiert meistens die Abhängigkeit des Brechungswinkels des Lichtes von der Wellenlänge. Beim Durchgang durch ein Glasprisma wird deshalb das aus einem Gemisch verschiedener elektromagnetischer Wellen bestehende Licht nach Wellenlängen geordnet, d. h. in die Spektralfarben zerlegt (↗ Spektrum).

Ein **Doppelstern** wird aus 2 Sternen gebildet, die sich unter dem Einfluß ihrer gegenseitigen Massenanziehung gemäß den Keplerschen Gesetzen um einen gemeinsamen Schwerpunkt bewegen. Die beiden Sterne (*Komponenten*) heißen Hauptstern und Begleiter, oft A und B geschrieben. Können sie im Fernrohr getrennt gesehen werden, so spricht man von einem *visuellen Doppelstern*. Verrät sich die Anwesenheit eines Begleiters dagegen nur durch periodische Verschie-

Doppelstern: gut beobachtbare Doppelsterne

Bezeichnung des Doppelsterns	RA h min	Dekl. °	Scheinbare Helligkeiten ^m		Scheinbarer Abstand (Distanz) Bogensekunden (")
65 Psc	0.47	+27,4	6,3	6,3	4
ψ ¹ Psc	1.03	+21,2	5,6	5,8	30
γ Ari	1.51	+19,1	4,8	4,9	8
γ And	2.01	+42,1	2,4	5,1	10
τ Tau	4.39	+22,9	4,3	7,3	63
λ Ori	5.32	+ 9,9	3,7	5,7	4
σ Ori AD	5.36	- 2,6	3,8	6,9	13
σ Ori AE	5.36	- 2,6	3,8	6,7	42
β Mon AB	6.26	- 7,0	4,7	5,2	7
γ Cnc	8.09	+17,8	5,0	6,6	6
γ Leo	10.17	+20,1	2,6	3,8	4
γ Vir	12.39	- 1,2	3,7	3,7	5
α CVn	12.54	+38,6	2,9	5,5	20
ζ UMa	13.22	+55,2	2,4	4,1	14
178 Lib	15.36	- 8,6	6,5	6,6	12
ν Sco	16.09	-19,3	4,4	6,6	41
ν Dra	17.31	+55,2	4,9	4,9	62
ζ Lyr	18.43	+37,5	4,3	5,7	44
ε Lyr	18.43	+39,6	4,4	4,8	224
δ Ser	18.54	+ 4,2	4,5	4,9	22
β Cyg	19.29	+27,9	3,2	5,3	35
γ Del	20.44	+16,0	4,5	5,4	10
61 Cyg	21.05	+38,5	5,6	6,4	28
ξ Cep	22.02	+64,4	4,6	6,6	7

bungen von Spektrallinien, so heißt das Objekt *spektroskopischer Doppelstern*. Ein Doppelstern ist ohne weitere optische Hilfsmittel (z. B. \nearrow Interferometer) nicht trennbar, wenn der scheinbare Abstand (Distanz) der Komponenten kleiner ist als etwa $0,1''$. Auch die \nearrow *Bedeckungssterne* gehören zu den Doppelsternen, obwohl sie nicht getrennt gesehen werden können. *Astrometrische Doppelsterne* erscheinen im Fernrohr als Einzelsterne, lassen aber periodische Schwankungen ihrer Eigenbewegung erkennen, die durch unsichtbare Begleiter bewirkt werden.



Doppelstern: wahre und scheinbare Bahnen in einem Doppelsternsystem

Visuelle Doppelsterne ermöglichen in bestimmten Fällen die Ermittlung der \nearrow Masse ihrer Komponenten. Bei sehr engen Doppelsternen bewirkt die Gravitation, daß sich die Komponenten verformen oder daß sogar Masse zwischen ihnen ausgetauscht wird. – Bekannte Doppelsterne sind z. B. \nearrow Mizar, Prokyon, Sirius, Alpha Centauri. \nearrow Mehrfachsterne. – *Abb., Tab.*

Der **Doppler-Effekt** [nach dem österreichischen Physiker Christian Doppler, 1803–1853] besteht darin, daß die von einer relativ zum Beobachter hin bewegten Lichtquelle kommenden Licht-

wellen am Ort des Beobachters mit einer anderen Frequenz als der ausgestrahlten wahrgenommen werden. Zerlegt man das Licht einer Lichtquelle, die sich dem Beobachter nähert, so sind die Spektrallinien zum violetten Ende des Spektrums verschoben. Bei einer sich vom Beobachter entfernenden Lichtquelle tritt dagegen eine \nearrow Rotverschiebung auf. Der Doppler-Effekt ist nicht nur bei Lichtwellen wahrzunehmen, sondern z. B. auch bei Radio- oder Schallwellen, deren Quellen eine Relativbewegung zum Beobachter ausführen. So erscheint das Motorengeräusch eines sich nähernden Kraftfahrzeuges einem stillstehenden Beobachter höher als das eines sich entfernenden Fahrzeuges.

Dorado [span.] \nearrow Goldfisch.

Der **Drache** oder lat. *Draco* (Genitiv *Draconis*), Abk. *Dra*, ist ein großes zirkumpolares Sternbild am nördlichen Sternhimmel. In ihm befindet sich der nördliche Pol der Ekliptik.

Die **Draconiden** [lat.] sind ein \nearrow Meteorstrom.

drakonitisch [lat. (griech. *drakon*, „Drachen“): auf die \nearrow Knoten der Mondbahn (früher Drachenpunkte genannt) bezogen. Der *drakonitische Monat* ist die Zeitspanne zwischen 2 aufeinanderfolgenden Durchgängen des Mondes durch den aufsteigenden Knoten. Er dauert im Mittel 27 Tage 5 h 5 min 36 s. Wegen der Drehung der Knotenlinie läuft der aufsteigende Knoten der Mondbewegung entgegen; deshalb ist der drakonitische Monat um 0,11 Tage kürzer als der siderische Monat. \nearrow siderisch.

drehbare Sternkarte \nearrow Sternkarte.

Das **Dreieck** oder lat. *Triangulum* (Genitiv *Trianguli*), Abk. *Tri*, ist ein kleines Sternbild am nördlichen Sternhimmel. Es kulminiert Ende Oktober um Mitternacht. In ihm befindet sich das bereits in kleinen Fernrohren sichtbare Sternsystem M 33. Die **Drei-Kelvin-Strahlung** oder *kosmische Hintergrundstrahlung* ist eine im Radiofrequenzbereich beobachtbare, aus allen Richtungen völlig gleichmäßig auf die Erde einfallende Strahlung, die einer Strahlungstemperatur von rund 3 K entspricht. Diese Strahlung kann als Überrest

eines früheren Zustandes des Weltalls angesehen werden, in der es beträchtlich dichter und heißer war als in der Gegenwart. Die Drei-Kelvin-Strahlung wird daher auch als *Reliktstrahlung* (*Reststrahlung*) bezeichnet. Sie ist eine starke Stütze der kosmologischen Theorie von der kosmischen \rightarrow Singularität und der nachfolgenden und noch heute andauernden \rightarrow Expansion des Weltalls.

Als **Dreikörperproblem** wird die Aufgabe bezeichnet, die Bewegung dreier Massen zu beschreiben, die einander umlaufen unter dem Einfluß ihrer gegenseitigen Massenanziehung. Das ist ein zentrales Problem der \rightarrow Himmelsmechanik. Für den allgemeinen Fall ist das Dreikörperproblem nicht lösbar. Es gibt einige wenige Ausnahmefälle (bezüglich der Stellung der 3 Körper), die eine genaue Lösung ermöglichen. In anderen Fällen (wenn eine der 3 Massen verhältnismäßig klein gegenüber den beiden anderen ist) lassen sich Näherungslösungen finden.

Als **Druckverbreiterung** oder **Stoßverbreiterung** bezeichnet man eine Verbreiterung der Linien im \rightarrow Spektrum, die durch Zusammenstöße der die Linie erzeugenden Atome oder Moleküle entsteht.

D-Schicht \rightarrow Ionosphäre.

DSV-2 \rightarrow Delta.

Dunkelwolke \rightarrow interstellarer Staub.

Als **Durchgang** bezeichnet man 1. den Vorübergang eines der inneren Planeten der Erde (Merkur und Venus) vor der Sonne. Solche Ereignisse finden selten statt, da Merkur und Venus normalerweise „über“ oder „unter“ der Sonne –

von der Erde aus gesehen – vorbeiziehen. Nur wenn sich der Planet in seiner unteren \rightarrow Konjunktion in oder nahe der Ekliptik befindet, ist ein Durchgang beobachtbar. *Tab.*

2. Als Durchgang bezeichnet man ebenfalls die Vorübergänge der Jupitermonde vor der scheinbaren Jupiterscheibe.

Das **Durchgangsinstrument** \rightarrow Passageinstrument.

Der **wahre Durchmesser** eines Himmelskörpers kann in vielen Fällen aus seinem **scheinbaren Durchmesser** (Winkeldurchmesser) und der Entfernung des Objekts ermittelt werden.

Dieser scheinbare Durchmesser gibt an, unter welchem Winkel der wahre Durchmesser, von der Erde aus gesehen, erscheint. Er ist bei vielen Himmelskörpern im Sonnensystem leicht meßbar.

Da die Winkeldurchmesser der Sterne – ausgenommen die Sonne – für eine direkte Messung zu klein sind, müssen die wahren Durchmesser auf andere Weise bestimmt werden, z. B. durch a) Beobachtungen mit einem \rightarrow Interferometer, b) durch Beobachtung von \rightarrow Sternbedeckungen durch den Mond werden Aussagen über die wahren Sterndurchmesser gewonnen, da sich der Mond dabei in einer meßbaren Zeit vor den Stern schiebt. c) Eine nicht sehr genaue Methode benutzt die Zahlenwerte für Temperatur und Leuchtkraft zur Berechnung des wahren Durchmessers. d) Ein sehr genaues Verfahren ist die Auswertung der Lichtkurve von \rightarrow Bedeckungssternen. Hierbei werden die Dauer der totalen Bedeckung und die Gesamtdauer des Bedeckungsvorganges gemessen und (mittels Spektralbeobachtung) die Bahngeschwindigkeit des Begleitsterns ermittelt. Aus diesen Daten lassen sich die Durchmesser beider Komponenten errechnen.

Die **Durchmusterung** ist ein \rightarrow Sternkatalog, der vielfach mit einem \rightarrow Sternatlas verbunden ist und alle Sterne bis zu einer bestimmten scheinbaren Helligkeit (*Grenzhelligkeit*) enthält. Die bekannteste ist die *Bonner Durchmusterung*, Abk. *BD* (1859/62 aufgestellt), in der über 300 000 Sterne der nördlichen Himmels-halbkugel aufgeführt sind.

Durchgang: Merkur- und Venusdurchgänge

a) Merkurdurchgänge 1970–2000

09.05.1970

10.11.1973

13.11.1986

06.11.1993

15.11.1999

b) die Venusdurchgänge 1880–2020

6.12.1882

8.06.2004

5./6.06.2012

E

E: Zeichen für ↗ elliptische Galaxien.

Eastern Test Range [engl.; sprich: i:stən test rähndsch] ↗ Raketenstartplatz.

Ebbe ↗ Gezeiten.

Ebene der Ekliptik [(griech.) ↗ Ekliptik.

Echo heißen 2 Ballonsatelliten der USA (Starts am 12. 8. 1960 und 25. 1. 1964), die als passive Nachrichtensatelliten für Versuchssendungen (nicht Fernsehen) genutzt wurden. Ihre Hülle bestand aus einem Thermoplast (*Mylar*), dem Aluminium aufgedampft worden war, sie war nur 0,01 mm dick und hatte in der Satellitenbahn einen Durchmesser von 30,5 bzw. (Echo 2) 41 m. Der eigentliche Satellitenteil besaß eine Masse von knapp 100 kg. Mit Echo 1 und 2 wurden Versuche zur Funkverbindung zwischen den USA und der UdSSR durchgeführt. Durch die im Verhältnis zu ihrem Durchmesser geringe Masse war es möglich, sehr genaue Bestimmungen der Luftdichte im Höhenbereich ihrer Flugbahn durchzuführen.

ECS [Abk. von Experimental Communications Satellite, engl., „Experimenteller Kommunikationssatellit] oder *Ayame* heißen 2 japanische Nachrichtensatelliten, die von der ↗ NASDA am 6. 2. 1978 und am 22. 2. 1980 mit N-Raketen gestartet wurden. Sie sollten Synchronbahnen erreichen. Vorgesehen waren Experimente für Hochgeschwindigkeits-Datenübertragungen. Die Startmassen betragen rund 255 kg. Kurz nach der Zündung des jeweiligen Apogäumotors riß die Funkverbindung ab, was wahrscheinlich auf die Explosion des von den USA gelieferten Motors zurückzuführen ist. Bei künftigen derartigen Satelliten beabsichtigt Japan, eigene Apogäumtriebwerke einzusetzen.

Arthur Stanley Eddington [sprich: eddingten], geb. 18. 12. 1882, gest. 22. 11. 1944, war ein englischer Astrophysiker. Er entdeckte u. a. wesentliche Gesetzmäßigkeiten des inneren Aufbaus der Sterne und die ↗ Masse-Leuchtkraft-Beziehung.

Die effektive Temperatur [(lat.) ↗ Temperatur.

Eichfeld ↗ Stellarstatistik.

Eidechse oder lat. *Lacerta* (Genitiv *Lacertae*), Abk. *Lac*, heißt ein unauffälliges Sternbild am Nordhimmel. Es kulminiert Ende August gegen Mitternacht.

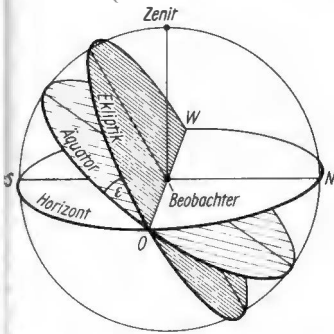
Die **Eigenbewegung** eines Sterns ist seine Ortsveränderung an der Himmelskugel, gemessen in Bogensekunden je Jahr oder Jahrhundert. Die Eigenbewegung ist die Projektion der wahren räumlichen Bewegung an die Himmelskugel. Sie ist bei den meisten Sternen sehr klein; die größte Eigenbewegung hat ↗ Barnards Stern mit 10,34" je Jahr. – ↗ Abb. Radialgeschwindigkeit.

Das **Einhorn** oder griech. *Monoceros* (Genitiv *Monocerotis*), Abk. *Mon*, ist ein aus schwachen Sternen bestehendes Sternbild des Winterhimmels. Es liegt zwischen Orion und Großem Hund.

Im **Einsteinturm** in Potsdam (auf dem Telegraphenberg) befindet sich das Sonnenobservatorium des Zentralinstituts für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR. Das Gebäude – 1920/21 aus Beton erbaut – enthält ein ↗ Turmteleskop mit 14,5 m Brennweite. **Abb.**



Einsteinturm



Ekliptik und Himmelsäquator. Für den Beobachter geht der Frühlingspunkt unter. Der Winkel ϵ ist die Schiefe der Ekliptik

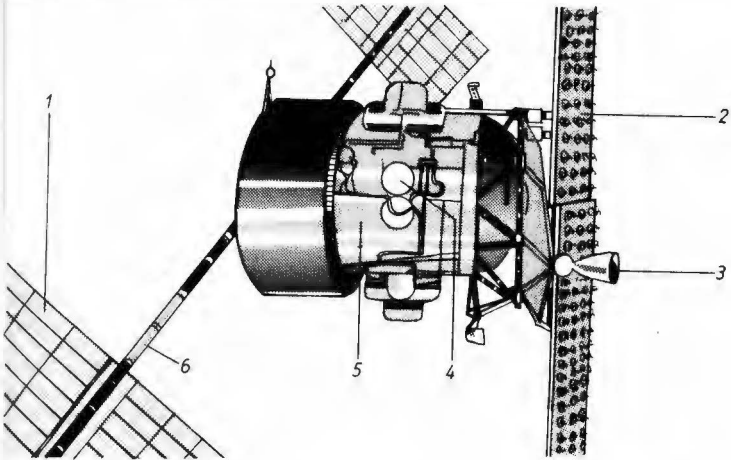
Der Eisenmeteorit → Meteorit.

Die Ekliptik [(griech.) oder *Tierkreislinie*] ist die scheinbare Sonnenbahn an der Himmelskugel; sie durchzieht den Sternenhimmel in Form eines größten Kugelkreises an der scheinbaren Himmelskugel. Auf ihr legt die Sonne ihre scheinbare jährliche Bewegung zurück. Diese

Bewegung ist ein Spiegelbild der wahren Umlaufbewegung der Erde um die Sonne. Auch die wahre Bahn der Erde um die Sonne wird Ekliptik genannt; die Bahnebene heißt *Ebene der Ekliptik*. → Schiefe der Ekliptik. Abb.

Das **Ekliptiksystem** [(griech. + (lat. (griech.) gehört zu den Koordinatensystemen. Seine Grundebene ist die Ebene der Ekliptik, seine Koordinaten heißen ekliptikale → Länge und ekliptikale → Breite. Beide werden in Winkelmaß gezählt und sind vom Ort des Beobachters auf der Erde unabhängig. Das Ekliptiksystem findet vor allem bei der Berechnung der Planetenbewegungen Verwendung. Da sich die Neigung der Ekliptik gegen den Himmelsäquator (gegenwärtig $23^{\circ}27'$) langsam verändert, bleiben die ekliptikalen Koordinaten eines Punktes an der Himmelskugel über längere Zeit nicht konstant. Für die meisten Aufgaben kann ihre Änderung jedoch vernachlässigt werden. — → Tab. Koordinaten.

Ekran oder *Stazionar T* ist ein neuer Typ sowjetischer Nachrichtensatelliten. Der erste Satellit der Serie wurde am 26. 10. 1976 gestartet.



Ekran

1 Solarzellenflächen, 2 Sendeantennen, 3 Empfangsantenne, 4 Druckgasbehälter für Kaltgasdüsen, 5 Satellitenkörper, 6 drehbare Halterung für die Solarzellenflächen

Die Raumflugkörper sind über dem Indischen Ozean in einer Synchronbahn stationiert und dienen der „Versorgung“ der weniger dicht besiedelten Gebiete des östlichen und zentralen Teils Sibiriens. Das Errichten von Orbita-Bodenstationen wäre hier unökonomisch. Von der Erdfunkstelle in Moskau werden die Signale dem Satelliten auf einer Frequenz von 6 GHz übermittelt. Im Satelliten erfolgt eine Verstärkung und Frequenzumwandlung in den Bereich von 702 bis 726 MHz, so daß die mit 300 W abgestrahlten Signale in kleineren Ortschaften und Siedlungen mit einer Antenne empfangen werden können, die in ihren Ausmaßen die einer

normalen Gemeinschaftsempfangsantenne nicht übertrifft. Die Empfangselektronik ist in einem Gehäuse mit den Abmessungen 140 · 70 · 34 cm untergebracht. Die Spannweite der beiden großen Solarzellenflächen der Satelliten macht mehr als 10 m aus, vor dem Hauptkörper des Satelliten sind 2 große Flächen angebracht, auf denen sich 96 einzelne Spiralantennen zur Abstrahlung der Fernsehprogramme befinden. Zum Empfang der Fernsehprogramme und anderer Informationen, die zu übertragen sind, befinden sich seitlich davon „Hornantennen“. Dieses neuartige Satellitenübertragungssystem hat sich als sehr wirtschaft-

Elektromagnetische Wellen: Frequenzen und Wellenlängen der Bereiche elektromagnetischer Wellen

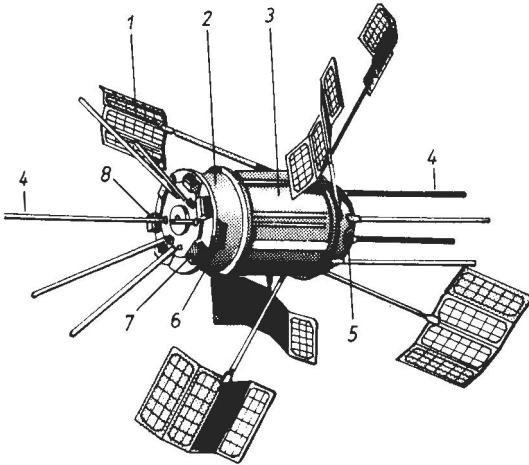
	Vorkommen bzw. Verwendung	Frequenzbereich	Wellenlängenbereich
Längstwellen (Niederfrequenz)	Technik, Telefonie	30 bis 10 000 Hz	10 ⁴ bis 30 km
Langwellen		10 bis 30 kHz	30 bis 10 km
Mittelwellen	Rundfunkwellen (Hochfrequenz)	30 bis 300 kHz	10 bis 1 km
Kurzwellen		300 bis 1 650 kHz	1 000 bis 182 m
Ultrakurzwellen		1,65 bis 30 MHz	182 bis 10 m
Dezimeterwellen	Nachrichtenübertragung: Radar, Richtfunk u a., <i>nichtoptische</i>	30 bis 300 MHz	10 bis 1 m
Zentimeterwellen		300 bis 3 000 MHz	1 bis 0,1 m
Millimeterwellen	<i>Astronomie</i> (Radioteleskop)	3 bis 30 GHz	10 bis 1 cm
Mikrowellen		30 bis 300 GHz	10 bis 1 mm
Infrarot (IR-, Ultrarot-) Strahlung	Wärmestrahlung	300 bis 3 000 GHz	1 bis 0,1 mm
Sichtbares Licht		3 · 10 ¹¹ bis 3,9 · 10 ¹⁴ Hz	1 mm bis 760 nm
Ultraviolett-(UV-)Strahlung	Fernrohr	3,9 · 10 ¹⁴ bis 8,3 · 10 ¹⁴ Hz	760 bis 360 nm
Röntgenwellen		8,3 · 10 ¹⁴ bis 3 · 10 ¹⁶ Hz	360 bis 10 nm
Gammastrahlen	Elektronen-, Katodenstrahlung	3 · 10 ¹⁶ bis 3 · 10 ²⁰ Hz	10 bis 0,001 nm
		Radioaktivität	3 · 10 ¹⁹ bis 3 · 10 ²¹ Hz
Kosmische Strahlung	Weltall	>10 ²¹ Hz	<10 ⁻¹³ mm

Bemerkung: Die Wellenbereiche sind in Natur und Technik nicht so streng eingeteilt, sie gehen ineinander über und bilden insgesamt das sogenannte *elektromagnetische Spektrum*.

lich erwiesen, allein entlang der Baikal-Amur-Magistrale sind bereits rund 1000 Empfangsstationen in Betrieb. *Abb.*

Elara heißt ein Mond des Jupiter. ↗ Tab. Satellit.

dünner oder -leerer Raum, z. B. Weltall) breiten sich elektromagnetische Wellen mit ↗ Lichtgeschwindigkeit aus, das unterscheidet sie u. a. von ↗ Teilchenstrahlung. Elektromagnetische Wellen sind z. B. Rundfunkwellen, Licht-, Röntgen-

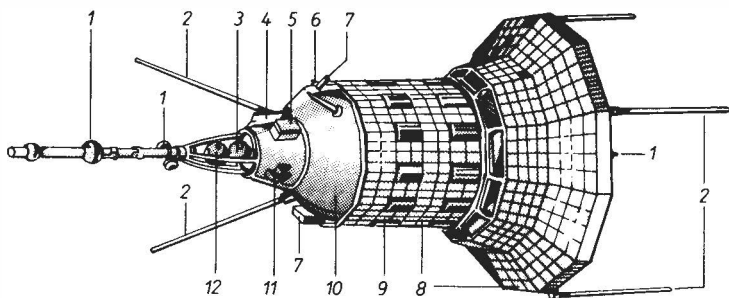


Elektron, Abb. 1: Elektron 1 und 3

1 Solarzellen, 2 Satellitenkörper, 3 Temperaturregelungssystem, 4 Antennen, 5 Massenspektrometer, 6 Registriergerät für die Korpuskularstrahlung, 7 Mikrometeoritendetektor, 8 Protonendetektor

ELDO [Abk. für „European Space Vehicle Launcher Development Organization“, engl.] ist die ehemalige „Europäische Organisation für die Entwicklung von Trägerraketen“, die 1962 gegründet wurde und 1975 in die ↗ ESA überging. Die **elektromagnetischen** Wellen sind eine Form der Ausbreitung und Übertragung von Energie. Sie entstehen, wenn Ladungen bewegt (beschleunigt oder verzögert) werden, d. h. wenn sich elektrische Ströme zeitlich ändern. Technisch kann dieser Vorgang in einem Schwingkreis oder einem Dipol angeregt werden. Auch angeregte Ionen, Atome und Moleküle senden (emittieren) elektromagnetische Wellen aus. Mit den elektromagnetischen Wellen breiten sich elektrische und magnetische Felder (kurz: ein elektromagnetisches Feld) aus. Im Vakuum (gasver-

und Gammastrahlen. Sie können mit sehr verschiedenen Instrumenten nachgewiesen werden. – Die Radioastronomie untersucht die ↗ Radiofrequenzstrahlung (Radiowellen) mit Wellenlängen zwischen 1 mm und 20 m. ↗ Spektralanalyse. *Tab.* **Elektron** heißen sowjetische Forschungssatelliten, die der Untersuchung der Strahlungsgürtel der Erde dienen. Ihre Besonderheit bestand darin, daß jeweils 2 (Elektron 1 und 2 am 30. 1. 1964, Nr. 3 und 4 am 10. 7. 1964) mit einer gemeinsamen Trägerrakete auf 2 sehr unterschiedliche Umlaufbahnen gelangten: Nr. 1 und 3 (Masse je 350 kg) auf Flughöhen zwischen 400 und 7000 km, Nr. 2 und 4 (Masse je 445 kg) auf Höhen zwischen 460 und 67000 km bei rund 61° Bahnneigung. Die beiden erstgenannten dienten vor allem der Untersuchung des inneren



Elektron, Abb. 2: Elektron 2 und 4

1 Sonnensensor, 2 Antennen, 3 Detektor für Protonen geringer Energie, 4 Gerät zur Untersuchung der kosmischen Strahlung, 5 Gerät zur Untersuchung des Energiespektrums der Elektronen in den Strahlungsgürteln, 6 Massenspektrometer, 7 Geräte zur Untersuchung der solaren Röntgenstrahlung, 8 Solarzellen, 9 Jalousie des Temperaturregelungssystems, 10 Satellitenkörper, 11 Falle für geladene Teilchen, 12 Gerät zur Untersuchung des Energiespektrums von Teilchen geringer Energie

Teils der Strahlungsgürtel, die beiden anderen der der äußeren Bereiche und der Gebiete der irdischen Magnetosphäre, in denen Elektronen und andere solare Partikel in untere Bereiche der Atmosphäre eindringen. 2 Abb.

Unter **Elemententstehung** wird die Bildung der chemischen Elemente im Weltall verstanden. Eine Theorie der Elemententstehung muß auch ihre gegenwärtige Verteilung, die Elementhäufigkeit, erklären.

Elemente entstanden und entstehen durch Reaktionen von Atomkernen und Elementarteilchen. Sie bilden sich z. B. im Innern der Sterne bei der Energiefreisetzung. Wasserstoff wird in Helium umgewandelt (genau genommen: die Atomkerne werden umgewandelt), dieses in Kohlenstoff, Sauerstoff usw. Derartige Reaktionen führen bis zur Bildung von Eisen. Die Elemente, deren Atome schwerer sind als Eisenatome, bilden sich wahrscheinlich aus Atomkernen durch Einfangen von Neutronen.

Alte und massereiche Sterne können als Supernovae explodieren und dabei einen Teil der Materie aus ihrem Innern in das Weltall verstreuen. So reichern sich die interstellare Materie und die daraus entstehenden Sterne im Laufe der Zeit mit

schweren Elementen an. Jüngere Sterne enthalten daher in der Regel einen größeren Anteil an schweren Elementen als ältere.

Der Wasserstoff, aus dem in den Energiefreisetzungsprozessen die schwereren Elemente entstehen, und ein beträchtlicher Teil des heute vorhandenen Heliums haben sich jedoch nicht im Innern der Sterne gebildet. Ihre Entstehung – und auch die eines Teiles der schweren Elemente – hängt eng mit der kosmologischen Singularität zusammen. Wahrscheinlich vollzog sie sich in den ersten Minuten nach der Singularität in dem heißen und dichten Feuerball. – chemische Zusammensetzung.

Die **Elementhäufigkeit** ist die prozentuale Verteilung der chemischen Elemente im Weltall, in einzelnen Bereichen des Weltalls oder in bestimmten Himmelskörpern. Vielfach wird sie als Verhältnis zu einer Häufigkeit eines anderen Elements angegeben. Die Ermittlung der Elementhäufigkeit durch die unmittelbare chemische Untersuchung ist nur für die Oberflächen von Erde und Mond sowie für die Meteoriten möglich; für andere Körper wird die Elementhäufigkeit durch Spektralanalyse des Lichtes festgestellt.

Für das gesamte Weltall ergibt sich die *mittlere kosmische Elementenhäufigkeit*. Sie zeigt, daß Wasserstoff und Helium die weitaus häufigsten Elemente sind. Nach den schweren Elementen hin nimmt die Häufigkeit stark ab; besonders gering sind die Häufigkeiten der Elemente Lithium, Beryllium und Bor, besonders groß ist die des Eisens. *Tab.*

Die **Ellipse** [(griech.)] ist ein ↗ Kegel-schnitt. Sie entsteht als Menge aller Punkte der Ebene, für die die Summe der Abstände zu zwei gegebenen Punkten (den *Brennpunkten*) stets gleichbleibend (konstant) ist. Diese Summe ist gleich der *großen Achse* der Ellipse; der halbe Abstand der Brennpunkte voneinander ist die *lineare Exzentrizität*. Das Bild der Ellipse ist eine ebene ovale geschlossene Kurve. (↗ Abb. Kegelschnitt.) – Adjektiv: *elliptisch*.

Die **elliptischen Galaxien** [beide (griech.)], Zeichen *E*, sind große ↗ Sternsysteme, die keine innere Struktur erkennen lassen und wie symmetrische Sternwolken aussehen. Sie unterscheiden sich voneinander im Grad ihrer Abplattung und in ihren Massen. Elliptische Zwergsysteme enthalten nur 100 000 (= 10^5) Sonnenmassen, es gibt aber auch elliptische Überriesensysteme mit nahezu 10 Billionen (= 10^{13}) Sonnenmassen. Allen elliptischen Galaxien ist das nahezu völlige Fehlen der ↗ interstellaren Materie gemeinsam. Auch heiße Sterne und Überriesen fehlen ihnen. Knapp $\frac{1}{4}$ aller beobachteten Sternsysteme zählt zu den elliptischen Galaxien.

Die **Elongation** [(lat.)] ist der Abstand des Längenkreises eines Gestirns von dem der Sonne, gemessen auf der Ekliptik als Winkel in Grad (°). Für die Planeten, die stets nahe der Ekliptik zu finden sind, kann die Elongation angenähert als Winkel Planet–Beobachter–Sonne aufgefaßt werden. Steht das Gestirn westlich (rechts) der Sonne auf der Ekliptik, so geht es in den Morgenstunden vor ihr auf. Ein östlich (links) der Sonne befindliches Gestirn ist in den Abendstunden nach Sonnenuntergang zu beobachten. Für die innerhalb der Erdbahn um die Sonne laufenden („inneren“) Planeten Merkur und Venus ist die Elongation durch die Größe der jeweiligen Planetenbahn begrenzt; sie beträgt bei Merkur bis zu 27°, bei Venus bis zu 47°.

Der **Emissionsnebel** [(lat.)] ↗ interstellares Gas, ↗ Nebel.

Das **Emissionsspektrum** [(lat.)] ↗ Spektrum.

Enceladus heißt ein Mond des Saturn. ↗ Tab. Satellit.

Die **Enckesche Teilung** [nach dem Astronom Johann Franz Encke, 1791–1865] im ↗ Saturnring trennt den äußeren Ring (A-Ring) in 2 nahezu gleich breite Teile. Sie kann nur in großen Fernrohren gesehen werden.

Die **Energiefreisetzung** in den Sternen erfolgt weitgehend durch ↗ Kernfusion, also durch Verschmelzungen von Atomkernen. Am Beginn der Sternentwicklung und in bestimmten späteren Entwicklungsphasen liefern auch Kontraktionsvorgänge Energie. Bei der *Kernfusion*

Elementenhäufigkeit: Verhältnis der Häufigkeit bestimmter Atome zur Häufigkeit des Wasserstoffs

Auf 1 000 Wasserstoffatome entfallen

In der Sonnenatmosphäre	In der Erdrinde	In den Steine-meteoriten	
63	0	0	Heliumatome (He)
0,4	2,5	160	Kohlenstoffatome (C)
0,09	1	0	Stickstoffatome (N)
0,7	3 100	400	Sauerstoffatome (O)
0,04	800	125	Siliziumatome (Si)

werden verschiedene Reaktionen unterschieden, deren Auftreten und Wirksamkeit stark von Dichte und Temperatur abhängig sind. Sie spielen sich in den dichtesten und heißesten Gebieten des Sterns, also in seiner Zentralregion, ab. In der Sonne läuft vorwiegend die \nearrow *Proton-Proton-Reaktion* ab, in massereicheren Sternen der \nearrow *C-N-O-Zyklus*. In Sternen, deren Zentralgebiet Temperaturen über 100 Mill. K aufweist, geht die Kernfusion nach dem \nearrow *Salpeter-Prozeß* vor sich.

Die Kontraktion des Sterns bedeutet eine Umwandlung von potentieller Energie in Wärme- und Strahlungsenergie. Sie ist jedoch nur für verhältnismäßig kurze Zeitspannen wirksam. — Die *mittlere Energiefreisetzung* ist eine der \nearrow *Zustandsgrößen* eines Sterns.

Die *Entfernung* von Himmelskörpern wird innerhalb des Sonnensystems in \nearrow *astronomischen Einheiten* (AE), außerhalb dessen in \nearrow *Parsek*, manchmal auch in \nearrow *Lichtjahren* angegeben.

Die *Entfernungsbestimmung* von Himmelskörpern geschieht vor allem durch geometrische oder durch fotometrische Methoden.

Bei den *geometrischen* oder *trigonometrischen Methoden* wird der Himmelskörper von den Endpunkten einer Strecke, deren Länge bekannt sein muß (Basisstrecke), anvisiert. Man mißt den Unterschied der Blickrichtungen, die \nearrow *Parallaxe*, und errechnet daraus die Entfernung. Für Himmelskörper im Sonnensystem nimmt man als Basisstrecke den Erdradius oder eine entsprechende Strecke auf der Erde. Die Entfernungen der Sterne sind so groß, daß als Basisstrecke der Radius oder Durchmesser der Erdbahn verwendet werden muß. So ergibt sich die *jährliche Parallaxe*, ein Winkel, der mit einer Genauigkeit von 0,003 Bogensekunden gemessen werden kann. Aus der Parallaxe p erhält man die Entfernung r durch die Gleichung $r = 1/p$, wenn man p in Bogensekunden einsetzt, erhält man r in \nearrow *Parsek*. Auch die *säkulare Parallaxe* gestattet eine Entfernungsbestimmung; weiterhin liefert die Beobachtung der Bewegung von Stern-

gruppen und Doppelsternsystemen in bestimmten Fällen die Möglichkeit, die Entfernungen dieser Objekte zu ermitteln.

Die *fotometrischen Methoden* beruhen auf einem Vergleich zwischen scheinbarer und absoluter \nearrow *Helligkeit*. Man kann die Entfernung r aus der Gleichung

$$\lg r = (m - M + 5)/5,$$

M absolute Helligkeit, m scheinbare Helligkeit,

berechnen. Die scheinbare Helligkeit ist direkt meßbar; für die Ermittlung der absoluten Helligkeit oder der ihr entsprechenden Leuchtkraft werden unterschiedliche Verfahren benutzt. Sie kann z. B. aus der \nearrow *Spektralklasse*, aus den \nearrow *Leuchtkraftkriterien* oder bei bestimmten Veränderlichen aus der \nearrow *Perioden-Leuchtkraft-Beziehung* gewonnen werden. \nearrow *Entfernungsmodul*.

Der *Entfernungsmodul* [(lat.) eines Sterns ist die Zahl, die die Differenz zwischen seiner scheinbaren und seiner absoluten Helligkeit ($m - M$) angibt. Sie ist von der Entfernung des Sterns abhängig und wird bei der fotometrischen \nearrow *Entfernungsbestimmung* verwendet.

Entstehung der Planeten \nearrow *Planetenentstehung*.

Die *Entstehung der Sternsysteme* oder der Galaxien ist heute noch weithin ungeklärt. Sie muß vor einigen 10 Md. Jahren stattgefunden haben, zu einem Zeitpunkt, als die vorher ionisierte Materie im von uns gegenwärtig überschaubaren Bereich des Weltalls neutral wurde. Sternsysteme entstanden aus Gaswolken, die durch ihre eigene Gravitation zusammengezogen wurden. Solche Gaswolken können sich durch Instabilitäten, z. B. Dichteschwankungen, gebildet haben. Andere Hypothesen nehmen die Turbulenz des Ausgangsmaterials als Ursache und sehen in den entstehenden *Protogalaxien* die Ergebnisse des Zusammenstoßes großer Gaswirbel. Die Protogalaxien waren Wasserstoff-Helium-Wolken mit Temperaturen von mehreren 1 000 K und Massen von einigen 100 Md. Sonnenmassen. Das ursprünglich gemäß der Urknall-Hypothese auseinanderstrebende Gas ver-

dichtete sich in ihnen, so daß es zur ↗Sternentstehung kommen konnte.

Eine der beschriebenen völlig entgegengesetzte Hypothese nimmt an, daß explosionsartige Ausschleuderungen aus den Kernen von Sternsystemen zur Bildung neuer Sternsysteme führen.

Entstehung eines Sterns ↗Sternentstehung.

Die **Entweichgeschwindigkeit** ist die Geschwindigkeit, die einem Körper (z. B. einem Raumflugkörper oder einem atmosphärischen Gasteilchen) erteilt werden muß, damit er ohne weiteren Antrieb die Wirkungssphäre des Himmelskörpers verlassen kann, auf dem die Bewegung beginnt. Sie ist von dessen Masse und Radius abhängig. *Tab.*

Entweichgeschwindigkeiten von einigen Himmelskörpern

Himmelskörper	Entweichgeschwindigkeit in km/s
Erde	11
Mond	2
Merkur	4
Venus	10
Mars	5
Jupiter	59
Saturn	35
Sonne	617
Weißer Zwerg	≈4000

Eole heißt eine Serie französischer Satelliten, deren erster mit Hilfe einer amerikanischen Scout-Rakete am 16. 8. 1971 von Wallops Island (Virginia, USA) gestartet worden ist. Seine Masse betrug 85 kg, die Umlaufzeit 103 min, die Bahnneigung 50°, die Flughöhe 680 bis 900 km. Die Aufgabe der Eole-Satelliten bestand darin, Meßwerte von über 100 driftenden Wetterballons, die sich über der Südhalbkugel der Erde befanden, zu empfangen und zur Erde zurück zu übertragen. — ↗Péole.

Die **Ephemeriden** [(griech.) sind vorausberechnete Angaben über den ↗Ort eines Gestirns an der Himmelskugel. Sie werden meistens in Form einer Tabelle

astronomischer ↗Koordinaten veröffentlicht.

↗Literaturverzeichnis im Anhang, Nr. 37.

Die **Ephemeridenzeit** [(griech.), Abk. *ET*, ist ein streng gleichförmiges Zeitmaß, das aus der Bahnbewegung der Erde abgeleitet worden ist. Die ↗Weltzeit dagegen wird aus der Erdrotation bestimmt und verläuft wegen der bremsenden Wirkung der Gezeiten und gewisser Unregelmäßigkeiten der Erdrotation etwas ungleichförmig. Gegenwärtig beträgt die Differenz zwischen Ephemeridenzeit und Weltzeit rund 50 s.

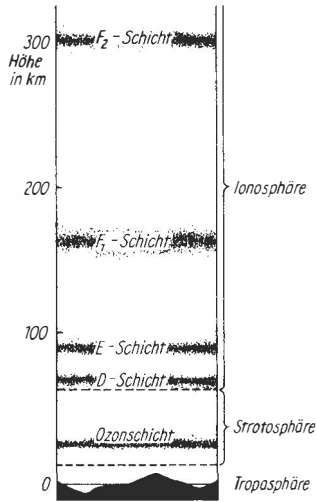
Der **Epizykel** [(lat. (griech.), „Aufkreis“) ist im ↗geozentrischen Weltbild ein Hilfskreis, mit dessen Hilfe die Rückläufigkeiten und die Schleifenbahnen der Planeten erklärt wurden. Die Erde befindet sich nach dieser Darstellung in der Mitte eines großen Kreises (des *Deferenten*). Auf diesem bewegt sich der Mittelpunkt eines kleineren Kreises (*Epizykel* oder *Aufkreis*), der den Planeten trägt. Da der Planet den Mittelpunkt des Epizykels umläuft und dieser gleichzeitig auf dem Deferenten weiterrückt, kommt eine Schleifenbahn des Planeten zustande.

Der **Equuleus** [(lat., „Füllen“; sprich: ekule-us) ↗Pferdchen.

Eratosthenes von Kyrene, geb. um 282 v. u. Z., gest. um 202 v. u. Z., war ein vielseitiger griechischer Gelehrter und Naturforscher; vor allem Geograph und Mathematiker, von dem u. a. das bekannte Verfahren zur Gewinnung von Primzahlen stammt (*Sieb des Eratosthenes*). Er lebte in Alexandria. Er berechnete als erster aus astronomischen Beobachtungen die Größe der Erde: Durch Messungen der Polhöhe an 2 verschiedenen Orten in Ägypten bestimmte er den Erdumfang mit 46 250 km.

Als **erdähnliche Planeten** [(lat. (griech.) bezeichnet man die Planeten Merkur, Venus, Erde, Mars. Sie haben wesentlich kleinere Durchmesser, kleinere Massen und größere mittlere Dichten als die ↗jupiterähnlichen Planeten. In bezug auf Atmosphäre und Oberflächen-gestalt sind Merkur, Venus und Mars allerdings der Erde sehr unähnlich.

Die **Erdatmosphäre** ist die Lufthülle um die Erde. Sie umgibt die Erde allseitig und geht in etwa 4000 km Höhe allmählich in den Weltraum über. Luft ist ein Gemisch verschiedener Gase: 78% (Volumenprozent) Stickstoff, 21% Sauerstoff, 1% Edelgase, 0,03% Kohlendioxid. Sie kann bis zu 4% Wasserdampf enthalten, der zusammen mit dem Kohlendioxid und den staubförmigen Verunreinigungen einen Wärmeschutz bildet. In Abhängigkeit von der Temperatur wird die Erdatmosphäre in verschiedene Schichten eingeteilt. In der **Troposphäre** spielen sich die Wettervorgänge ab; hier ist fast der gesamte Wasserdampf konzentriert. Die Troposphäre ist durchschnittlich 10 km hoch. Die **Stratosphäre** enthält in 25 km Höhe eine Ozonschicht (dreiatomiger Sauerstoff), die als Filter gegen die Ultraviolettstrahlung der Sonne wirkt. Auch andere Strahlungsarten (Gamma-, Röntgen-, Teilchenstrahlung) werden durch die Erdatmosphäre absorbiert. Sie ist daher ein unentbehrlicher Schutz für alle lebenden Organismen. — Die **Ionosphäre** ist durch eine hohe Dichte freier Elektronen gekennzeichnet. Sie vermag bestimmte Rundfunkwellen zu reflektieren und zu absorbieren. Diese Wirkung muß in der Funktechnik berücksichtigt werden. In ihr unterscheidet man 4 Schichten (→ Ionosphäre, Tab.). Auf astronomische Beobachtungen hat die Erdatmosphäre durch → Refraktion, → Extinktion und → Szintillation, aber auch durch Bewölkung, erheblichen Einfluß. Deshalb und wegen der Absorption vieler Strahlungsarten durch die Atmosphäre werden die erdgebundenen Beobachtungen zunehmend durch extra-



Erdatmosphäre: unterer Teil

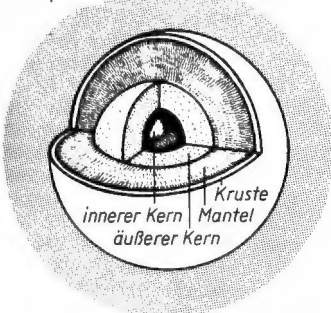
terrestrische Methoden der astronomischen Forschung ergänzt. **Abb., Tab.** Die **Erdbahn** ist die Bahn der Erde um die Sonne; sie ist eine dem Kreis sehr ähnliche Ellipse. Ihre große Halbachse beträgt 149,6 Mill. km, der Abstand zwischen dem Mittelpunkt und einem Brennpunkt (die lineare → Exzentrizität) 2,5 Mill. km. — Die **Ebene der Erdbahn** heißt auch Ebene der → Ekliptik. — → Abb. Mondbahn. Die **Erde** [Adjektiv: *irdisch*] ist der — von der Sonne aus gezählt — 3. Planet des Sonnensystems. Sie gehört zu den → erdähnlichen Planeten. **Tab. 1.** Die **Bewegung** der Erde im Sonnensystem vollzieht sich auf einer kreisähnlichen Bahn um die Sonne (→ Erdumlauf, → Erd-

Erdatmosphäre: Aufbau

Schicht	Höhe	Druck	Zusammensetzung
Exosphäre	1 000 bis 4 000 km		O (atomarer Sauerstoff)
→ Ionosphäre	60 bis 1 000 km	0,001 mb in 120 km Höhe	O ₂ , O, N ₂ , NO
Stratosphäre	10 bis 60 km	1 mb in 50 km Höhe	N ₂ , O ₂ , O ₃ (Ozon)
Troposphäre	bis 10 km über der Erdoberfläche	225 mb in 10 km Höhe; 1013 mb in 0 km Höhe	N ₂ , O ₂

bahn). Die Bahngeschwindigkeit ist in Sonnenferne (Aphel) etwas geringer als in Sonnennähe (Perihel). Außerdem dreht sich (rotiert) die Erde um ihre Polachse von West nach Ost; diese Bewegung spiegelt sich in der scheinbaren Drehung der Himmelskugel (in ost-westlicher Richtung) wider. Diese Bewegung (die *Erdrotation*) ist die Grundlage für die Zeitmessung; jedoch wurde durch Vergleiche mit sehr genauen Uhren erkannt, daß die Erde nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit rotiert. Auch die Lage der Rotationsachse im Erdinneren ist nicht fest. – Durch Erdrotation und Erdumlauf werden die scheinbaren Bewegungen der Himmelskörper an der Himmelskugel verursacht. *Tab. 2*. Die *Gestalt* der Erde ist in erster Näherung eine Kugel, bei genauere Betrachtung ergibt sich ein an den Polen schwach abgeplattetes Rotationsellipsoid. Die ganz genaue Vermessung der Erde ergab eine noch kompliziertere Figur, die als *Geoid* bezeichnet wird. So steht z. B. der Nordpol um über 40 m weiter vom Erdmittelpunkt ab als der Südpol. *↗* Erdoberfläche.

Atmosphäre



Erde: Aufbau der Erde

Die Erforschung des *Erdinneren* ist Aufgabe der Geophysik. Durch direkte Untersuchungen (Bohrungen) werden nur geringe Tiefen in der Erdkruste erreicht, daher ist man auf indirekte Methoden (z. B. die Beobachtung von Erdbebenwellen) angewiesen. Die Erde besteht aus

Erde, Tab. 1:

Die Erde als Planet

a) Daten der Erde

Polradius: 6356,775 km

Äquatorradius: 6378,160 km

mittlerer Radius: 6371,032 km

Abplattung: 1:298,25

Erdumfang über die Pole: 40 009,150 km

Masse: $5,976 \cdot 10^{24}$ kg = rund 6 Quadrilliarden t

mittlere Dichte: 5,518 g/cm³

b) Entfernungen

Entfernung Erde–Mond: 0,384 Mill. km

Entfernung Erde–Sonne im Perihel:

147,1 Mill. km

Entfernung Erde–Sonne im Aphel:

152,1 Mill. km

mittlere Entfernung Erde–Sonne:

149,6 Mill. km = 1 AE

Entfernung Erde–Mars:

55,8 bis 399,9 Mill. km

Entfernung Erde–Mars bei Opposition

am 28. 9. 1988: 58,8 Mill. km

Entfernung Erde–Venus:

41 bis 257 Mill. km

Erde, Tab. 2:

Die Erde im Sonnensystem

a) *Rotation der Erde* (Drehung der Erde um 360°)

(siderische) Rotationsdauer: 23 h 56 min

4,091 s („Sterntag“, „siderischer Tag“)

Rotationsdauer nach der mittleren Sonne:

24 h = 1 Tag („Sonnenzeit“, „Sonnen-

tag“)

b) *Umlauf der Erde* (um die Sonne)

Umfang der Erdbahn: 939,964 Mill. km

(tropische) Umlaufzeit: 365,2422 Tage

= 365 Tage 5 h 48 min 46 s

(siderische) Umlaufzeit: 365 Tage 6 h

9 min 9 s

mittlere Bahngeschwindigkeit: 29,785

km/s

Schiefe der *↗* Ekliptik: 23,45° = 23°27'

4 *Schichten*: Die feste und spröde, in bewegliche Platten geteilte Kruste ist unter den Ozeanen 6 bis 10 km, unter den Kontinenten 30 bis 60 km dick. Darunter liegt bis zu einer Tiefe von rund 1 000 km ein Mantel aus zähflüssigem Silikatgestein (Magma). Noch weiter innen be-

findet sich der Kern, dessen äußere Bereiche flüssig, dessen Inneres (ab 5 000 km Tiefe) jedoch wahrscheinlich fest ist. Der Kern dürfte aus metallischem Eisen bestehen; in seinen flüssigen Bereichen gibt es eine Konvektionsströmung (↗ Konvektion), die das ↗ Magnetfeld der Erde verursacht. *Abb.*

Die *Temperatur* im Erdmittelpunkt beträgt ungefähr 4000 K und nimmt zur Oberfläche hin stetig ab. Dadurch entsteht eine nach außen gerichtete Wärmeströmung, die an der Erdoberfläche etwa $0,06 \text{ Watt/m}^2$ beträgt. Diese Wärme aus dem Erdinneren ist die wesentliche Energiequelle für Vulkanismus, Erdbeben und Gebirgsbildung. Sie stammt aus dem Zerfall radioaktiver Elemente (z. B. Uran).

Die Erde als Ganzes ist zu Eigenschwingungen, ähnlich einer Glocke, fähig. Derartige Schwingungen treten nach starken Erdbeben auf und können mehrere Tage hindurch anhalten.

Die Erde ist von einer Lufthülle (↗ Erdatmosphäre) und von einer Wasserhülle umgeben. Das Magnetfeld der Erde baut eine ↗ Magnetosphäre auf, aus der sich Bereiche intensiver Teilchenstrahlung, die ↗ Strahlungsgürtel der Erde, deutlich herausheben. Außerdem führt die Erde eine Wolke von Staubteilchen mit sich.

Das Alter der Erde wird heute allgemein mit etwa 4,5 Md. Jahren angenommen. Für die Entstehung der Erde kommen die gleichen Vorgänge in Betracht wie für die Entstehung der anderen Planeten (↗ Planetenentstehung). – Im Sonnensystem ist die Erde wahrscheinlich der einzige Himmelskörper, auf dem Leben entstehen und sich entwickeln konnte. Die ersten Lebensformen entstanden vor mehr als 3,5 Md. Jahren.

Erdmond ↗ Mond.

Die **Erdoberfläche** wird ständig durch Verwitterung und innere, gebirgsbildende Kräfte umgestaltet. Sie ist in große, starre Platten aufgeteilt, die ozeanische und kontinentale Flächen tragen und sich in ständiger Bewegung befinden. Sie schwimmen auf dem zähflüssigen Gestein des darunter befindlichen Erdmantels (↗ Erde). Diese Bewegung wird als Ur-

sache der Erdbeben, des Vulkanismus und der Gebirgsbildung angesehen. Dort, wo sich Platten voneinander entfernen, quillt Material empor und bildet einen Rücken. Bewegungen sich zwei Platten gegeneinander, so wird häufig die eine unter die andere gepreßt und löst sich im flüssigen Gestein des Erdmantels auf.

Es kann auch zu einem Auftürmen von Plattenmaterial kommen; so entstehen Hochgebirge.

Die Kontinente der Erde sind mindestens 2,5 Md. Jahre alt. In der Frühzeit der Erde hat ihre Oberfläche sicher den gleichen Anblick geboten, wie heute die Oberflächen von Mond und Merkur. Während bei diesen Himmelskörpern jedoch keine nennenswerten Krustenbewegungen und vor allem keine atmosphärische Verwitterung auftraten, sind die früheren Oberflächenformen auf der Erde weitgehend ausgelöscht worden. Flüsse, Gletscher, Wellen, Strömungen und Wind bewirken, daß Erhebungen auf den Kontinenten um durchschnittlich 8,6 cm in 1000 Jahren abgetragen werden.

Die **Erdrotation** [(lat.) oder *Rotation der Erde*] ist die Umdrehung der Erde um ihre eigene Achse in west-östlicher Richtung. Sie erfolgt nahezu gleichmäßig und bewirkt die scheinbare Drehung des Himmels von Ost nach West im Verlaufe eines Tages und die Entstehung von Tag und Nacht. Eine Umdrehung dauert 23 h 56 min 4 s (= 1 Sterntag). – Die Rotationsachse der Erde verändert ihre Richtung im Raum infolge der ↗ Präzession; allerdings wird diese Verlagerung erst im Verlaufe sehr langer Zeiträume merklich.

Erdsatellit 1. ↗ Mond (der Erde).
2. ↗ künstliche Erdsatelliten.

Erdtrabant ↗ Mond.

Der **Erdumlauf** oder die *Revolution der Erde* ist die Bewegung der Erde in der Erdbahn um die Sonne. Ein vollständiger Umlauf dauert ein Jahr; je nach dem Bezugspunkt unterscheidet man das ↗ siderische, das ↗ tropische und das ↗ anomalistische Jahr. Ein (gregorianisches) Kalenderjahr dauert 365,2425 Tage (↗ Kalender). Wegen der nahezu raumfesten Lage der Erdachse ist der Erdum-

lauf Ursache für das Entstehen der Jahreszeiten. ↗ Erdbahn.

Der **Eridanus** [(lat. (griech., Genitiv *Eridani*) Abk. *Eri*, ist ein ausgedehntes Sternbild des südlichen Himmels. Ein großer Teil davon ist im Winter auch von Mitteleuropa aus beobachtbar; er befindet sich rechts (westlich) von Orion.

Der **Eros** [(lat.) ist ein ↗ Planetoid, der der Erde zeitweilig bis auf 22 Mill. km nahe kommt. Seine Helligkeit in der Opposition beträgt im Mittel 11,4 Größenklassen, seine Bahnhalbachse 1,46 ↗ AE.

erstes Viertel ↗ Mondphasen.

ERTS ↗ Landsat.

Eruptionsveränderliche ↗ Veränderliche.

ESA [Abk. für *European Space Agency*, engl.] ist die westeuropäische Weltraumorganisation, die als Nachfolgeorganisation der ↗ ESRO und ↗ ELDO am 1.6.1975 in Paris gegründet wurde. Die Mitgliederländer sind Belgien, BRD, Dänemark, Frankreich, Großbritannien, Italien, Niederlande, Spanien, Schweden, Schweiz und (seit 31.12.1975) Irland.

E-Schicht ↗ Ionosphäre.

ESRO [Abk. für *European Space Research Organization*, engl.], hieß 1. die Europäische Weltraumforschungsorganisation, die am 24.6.1962 in Paris gegründet wurde und 1975 in die ↗ ESA überging. 2. ESRO heißen 4 Forschungssatelliten, die im Auftrag der Organisation ESRO von den USA mit Scout-Raketen in den Jahren 1968/72 gestartet wurden. Sie dienten verschiedenen Strahlungsmessungen, der Untersuchung der Ionosphäre, der Teilchenströme der Sonne und der Polarlichter. Ihre Massen lagen zwischen 84 und 113 kg, ihre Lebensdauer zwischen 1 und 3 Jahren. *ESRO Ia* hieß auch *Aurorae* („Morgenröte“), *ESRO IIB* auch *Iris I* („Regenbogen“) – nach einem Fehlstart von *ESRO IIa* ein Jahr zuvor, *ESRO Ib* auch *Boreas* („Nordostwind“). *ESRO IV* trug keinen Eigennamen.

Essa hießen 9 Wetterbeobachtungssatelliten der USA, gestartet 1966/69.

ET: Abk. für ↗ Ephemeridenzeit.

ETS [Abk. von *Experimental Test Satellite*, engl.] heißen japanische Testsatelliten der NASDA, deren erster, *ETS I* oder *Kiku I*, am 9.9.1975 mit einer N-Rakete

gestartet wurde. Er dient vornehmlich Untersuchungen über die Vibration beim Aufstieg und die Temperaturregelung des Satelliteninnern. Seine Masse beträgt 85 kg. Er hatte anfänglich eine kreisähnliche Bahn in etwa 1000 km Höhe. – Der Nachfolger, *ETS 2* oder *Kiku 2*, wurde am 23.2.1977 mit einer N-Rakete gestartet. Er erreichte eine Synchronbahn und dient Kommunikationsexperimenten. Seine Umlaufmasse beträgt 255 kg. – *ETS 3* soll 1980 in eine Synchronbahn gelangen.

Europa heißt der zweite der 4 großen Jupitermonde. Die Oberfläche ist wahrscheinlich mit einer etwa 100 km dicken Schicht aus Eis oder einem Gemenge von Eis und Gestein bedeckt. ↗ Tab. Satellit.

Exos A oder *Kyokko* heißt ein japanischer Forschungssatellit der Universität Tokio, der am 4.2.1978 mit einer Rakete vom Typ M-3H gestartet wurde. Seine Masse beträgt 100 kg. Der Raumflugkörper dient der Untersuchung der Exosphäre und des Magnetfeldes der Erde. – *Exos B* oder *Jikinen*, gestartet am 16.9.1978, hat die gleiche Aufgabenstellung, allerdings auf einer stark elliptischen Bahn.

Die **Exosphäre** [(griech.) ist ein Teil (eine Schicht) der ↗ Erdatmosphäre (mit Tab.).

Die **Expansion des Weltalls** [(lat.), d.h. eine *Ausdehnung des Weltalls*], äußert sich in einer radial vom Milchstraßensystem weggerichteten Bewegung der Sternsysteme. Diese Bewegung erfolgt um so schneller, je weiter ein Sternsystem entfernt ist. Sie ist in Gestalt des ↗ Hubble-Effekts beobachtbar, einer ↗ Rotverschiebung der Linien in den Spektren der Galaxien. Die dabei beobachtete Mittelpunktstellung des Milchstraßensystems ist nur scheinbar; Beobachter auf anderen Sternsystemen würden den gleichen Eindruck gewinnen.

Wenn die Ausdehnung des Weltalls in der Vergangenheit ständig mit gleicher Geschwindigkeit erfolgte, muß vor 12 bis 15 Md. Jahren das gesamte gegenwärtig überschaubare Weltall auf einem sehr kleinen Raum vereinigt gewesen sein. Die Materie muß zu dieser Zeit in Form sehr dichter und sehr heißer Strahlung existiert haben.

Die \nearrow Drei-Kelvin-Strahlung wird heute als Überrest dieses Zustandes gedeutet. – Verb: *expandieren* - ausdehnen.

Explorer [(engl., „Kundschafter“)] ist die Bezeichnung einer umfangreichen Serie von Forschungssatelliten der USA, die seit 1958 eingesetzt werden. Die Aufgaben der Explorer-Satelliten betreffen alle Gebiete der Grundlagenforschung, deshalb sind Form und Ausrüstung der Satelliten sehr verschiedenartig. Sie tragen in vielen Fällen auch synonyme Bezeichnungen, die z. T. auf die unterschiedliche Aufgabenstellung hindeuten.

Beispielsweise wurde *Explorer 49* (oder *RAE-B*) ein Mondsatellit, der am 10. 6. 1973 von Cape Canaveral gestartet worden war. Er gelangte in eine Mondumlaufbahn, auf der er den Erdtrabanten in rund 1100 km Höhe umkreist. Dort wurden 4 Antennen von je 229 m Länge ausgefahren, die die Form eines großen X bilden. Der Satellit selbst besitzt eine Masse von etwa 250 kg. Mit Hilfe der Antennenanlage sollen radioastronomische Untersuchungen von galaktischen und extragalaktischen Quellen erfolgen.

Explorer 29 \nearrow Geos.

1975 wurde der 55. (letzte) Satellit dieser Serie gestartet.

Untersucht wurde z. B. die kosmische Strahlung im erdnahen Raum, das Magnetfeld der Erde, die Häufigkeit und Energie der Mikrometeoriten, die solare Korpuskularstrahlung, die solare und die kosmische Gammastrahlung, die Ionosphäre, die Luftdichte in verschiedenen Höhenbereichen, die solare und kosmische Radiostrahlung. Es wurden auch technologische Experimente ausgeführt.

Die **Extinktion** [(lat.)] ist die Schwächung einer Strahlung beim Durchgang durch die Erdatmosphäre oder durch die Materie im interstellaren Raum. Die Erdatmosphäre bewirkt eine Lichtschwächung durch Streuung und Absorption an kleinen Staubeilchen und Gasmolekülen. Diese Wirkung ist bei kleinen Wellenlängen stärker als bei großen, deshalb ist der Taghimmel blau gefärbt und die durch die Atmosphäre hindurch beobachteten

Himmelskörper erscheinen gelblich oder rötlich verfärbt. Im Raum zwischen den Sternen üben die Teilchen des \nearrow interstellaren Staubes den gleichen Einfluß aus.

extragalaktisch [(lat. + (griech.) \nearrow außer-galaktisch.

extraterrestrisch [(lat.): außerhalb der Erde. – Die *extraterrestrische Astronomie* ist die von Raumfahrzeugen oder von den Oberflächen anderer atmosphäreloser Himmelskörper (z. B. Erdmond) aus betriebene astronomische Forschung, bei der die störenden Einflüsse der Erdatmosphäre entfallen.

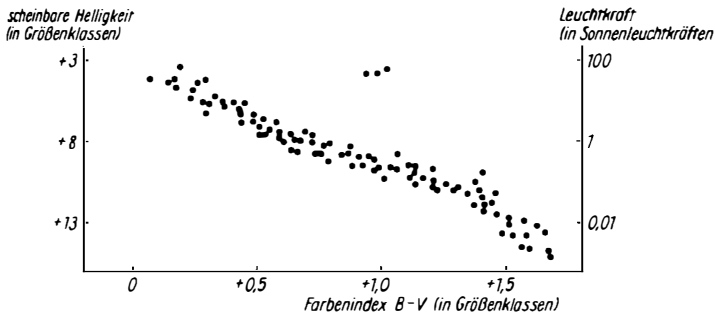
Die **Exzentrizität** [(lat. (griech.)] ist eine der Kenngrößen eines \nearrow Kegelschnitts. Die *lineare Exzentrizität* e gibt den Abstand der Brennpunkte vom Mittelpunkt in Längemaß an. Die *numerische Exzentrizität* ϵ ist das Verhältnis der linearen Exzentrizität zur großen Halbachse einer Bahn: $\epsilon = e/a$ (ohne Maßeinheit). Sie ist eines der \nearrow Bahnelemente. – Adjektiv: *exzentrisch*: keinen gemeinsamen Mittelpunkt habend, vom Mittelpunkt abweichend.

F

Als **Fackel**, *Fackelgebiet* oder *Sonnenfackel*, eine Erscheinung der \nearrow Sonnenaktivität, bezeichnet man ein Gebiet auf der Sonne, das durchschnittlich um 10% heller ist als deren Umgebung. Die untere Photosphäre ist in Fackelgebieten etwas kühler, die hohe Chromosphäre dagegen heißer als normal. Fackeln treten stets in enger Verbindung mit Sonnenflecken auf und zeigen wie diese eine mit der \nearrow Sonnenaktivität schwankende Häufigkeit. Am besten sind sie in der Nähe des Sonnenrandes zu beobachten. \nearrow Sonnenfleck.

Das **Fadenmikrometer** \nearrow Mikrometer.

Das **Farben-Helligkeits-Diagramm**, Abk. *FHD*, ist eine Abart des \nearrow Hertzsprung-Russell-Diagramms (HRD). Im FHD tritt



Farben-Helligkeits-Diagramm eines offenen Sternhaufens

an die Stelle der Spektralklasse im HRD die Farbe der Sterne, angegeben durch den leichter bestimmbareren \rightarrow Farbenindex, und an die Stelle der absoluten Helligkeit tritt die scheinbare. Das FHD wird vorwiegend für Sternhaufen aufgestellt; da in diesem Falle die Sterne praktisch gleichweit entfernt sind, gelten die scheinbaren Helligkeiten bereits als Maß für die Leuchtkräfte. *Abb.*

Der **Farbenindex** [(lat.), Abk. *FI* oder *CI*] [(engl.)], ist ein Maß dafür, wie sich in der Strahlung eines Himmelskörpers die Intensität auf die einzelnen Spektralbereiche (Farben) verteilt. Er gibt einen zahlenmäßigen Ausdruck für die überwiegende Farbe der Strahlung. Um ihn zu bestimmen, ermittelt man die Intensität der Strahlung (die Helligkeit m des Sterns) in 2 unterschiedlichen Spektralbereichen und bildet die Differenz $FI = m_{\text{kurzwellig}} - m_{\text{langwellig}}$. Der (heute selten verwendete) *internationale Farbenindex* benutzt die fotografische (Blau-) Helligkeit und die visuelle (Gelb-) Helligkeit. Bläuliche Sterne besitzen in diesem System Farbenindizes um $-0,4$, rötliche Sterne um $+1,3$. Genauere Aussagen sind durch die Farbenindizes des UBV-Systems zu gewinnen. — \rightarrow Mehrfarbenfotometrie, \rightarrow Farbexzeß.

Der **Farbexzeß** [(lat.)] ist ein Maß für die Verfärbung des Sternlichtes. Er wird als Differenz zwischen dem \rightarrow Farbenindex des betreffenden Sterns und dem mittleren Farbenindex seiner \rightarrow Spektralklasse angegeben. Eine derartige Verfärbung

tritt z. B. ein, wenn sich zwischen Stern und Beobachter \rightarrow interstellarer Staub befindet.

Die **Farbtemperatur** \rightarrow Temperatur.

Bei einem **Fehlstart** eines Raumflugkörpers (oder einer Höhenrakete) erreicht dessen Trägerrakete nicht die vorgesehene Flugbahn, der Raumflugkörper fällt auf die Erde zurück. Ursache können Fehler im Antriebssystem und im Steuerungssystem sein. Diese Raumflugkörper erhalten keine \rightarrow astronomische Bezeichnung.

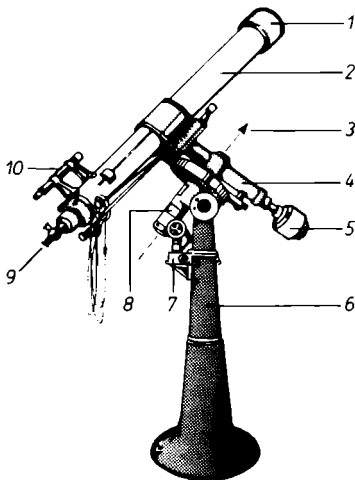
Das **Fernrohr** oder **I.** lat. *Telescopium* (Genitiv *Telescopii*), Abk. *Tel.* ist ein Sternbild am Südhimmel, das in Mitteleuropa nicht beobachtet werden kann.

2. Das Fernrohr oder *Teleskop* [(lat.)] ist das wichtigste Instrument der Astronomie. es dient dazu, die Himmelskörper zu beobachten (\rightarrow astronomische Beobachtungsinstrumente). Einerseits kann der (natürliche oder künstliche) Himmelskörper visuell (d. h. mit dem menschlichen Auge) beobachtet bzw. (mit einer Kamera am Fernrohr) fotografiert werden; andererseits kann das Sternlicht zur Helligkeitsmessung in ein \rightarrow Fotometer oder zur spektralen Untersuchung in einen Spektralapparat geleitet werden.

Arten: Man unterscheidet bei den optischen Fernrohren das *Linsenfernrohr (Refraktor)* und das *Spiegelteleskop (Reflektor)*.

Aufbau: Bei beiden Arten fällt das vom Objekt kommende Licht zunächst auf eine lichtsammelnde Optik, das *Objektiv*,

das beim Refraktor eine Sammellinse bzw. eine als Sammellinse wirkende Kombination optischer Linsen ist. Beim Reflektor wird das Licht durch einen Hohlspiegel, der kugelförmige oder parabolische Form haben kann, gesammelt. Das Objektiv erzeugt in seiner Brennebene eine reelle Abbildung des Objekts. Mittels einer starken Lupe, des *Okulars*, wird diese Abbildung betrachtet. Bei der fotografischen Beobachtung kann auf das Okular verzichtet und das vom Objektiv entworfene Bild direkt auf einer fotografischen Schicht abgebildet werden. — Objektiv und Okular sind in einem massiven oder durchbrochenen Rohr, dem *Tubus*, derart montiert, daß die Entfernung zwischen beiden zur Einstellung der höchsten Bildschärfe verändert werden kann. Meistens ist an der Außenseite des Tubus ein kleines, schwach vergrößertes Fernrohr mit großem Sehfeld, der *Sucher*, befestigt, mit dem das gesuchte Objekt anvisiert wird. *Abb. 1.* — Fernrohre, die speziell für fotografische Be-



Fernrohr, Abb. 1
1 Taukappe, **2** Tubus, **3** Richtung zum Himmelsnordpol, **4** Deklinationsachse, **5** Ausgleichsgewicht, **6** Säule, **7** Nachführungsmotor, **8** Stundenachse, **9** Okular, **10** Sucher

obachtungen konstruiert sind, besitzen kein Okular. Sie tragen außer dem Sucher ein größeres visuelles Fernrohr, *Leitfernrohr* oder *Leitrohr*, mit langer Brennweite, das zur Kontrolle der Nachführung verwendet wird. Alle größeren Fernrohre sind auf ortsfesten Montierungen mit drehbaren Achsen aufgestellt und mit Schutzbauten (abfahrbaren Dachkonstruktionen oder drehbaren Kuppeln) umgeben.

Aufgaben: Die beiden wesentlichen Aufgaben des Fernrohrs sind die *Vergrößerung* des Winkels, unter dem der Beobachter das Objekt erblickt, und die *Verdichtung des einfallenden Energiestroms*. Flächenhafte Objekte (Sonne, Mond, Planeten, Kometen, Nebel, Sternsysteme) werden im Fernrohr vergrößert abgebildet. Die Vergrößerung (Zeichen *N*) kann aus Objektivbrennweite f_1 und Okularbrennweite f_2 berechnet werden: $N = f_1/f_2$. Punktförmige Objekte (z. B. Sterne) erscheinen heller als bei der Beobachtung mit dem bloßen Auge. — Das Verhältnis Durchmesser des Objektivs zu Brennweite des Objektivs ($d:f$) nennt man *Öffnungsverhältnis*. Instrumente mit großem Öffnungsverhältnis (z. B. 1:3) ergeben besonders helle Bilder flächenhafter Objekte. Bei punktförmigen Objekten hängt die vom Objektiv gesammelte Energie nur vom Durchmesser des Objektivs ab. Deshalb werden zur Beobachtung sehr schwacher Sterne Fernrohre mit großem Objektivdurchmesser (bis 6 m) benötigt. Bei allen Fernrohrarten treten Abbildungsfehler auf.

Formen: *Linsenfernrohre* werden, besonders für die Sonnenbeobachtung, auch als Turmteleskope gebaut. Eine Sonderform des Linsenfernrohrs ist der *Astrograph*. Schulfernrohr *Telemontor*. *Spiegelteleskope* werden in sehr unterschiedlichen Ausführungen gebaut, z. B. als *Cassegrain-Teleskop*, *Coudé-Teleskop*, *Maksutow-Teleskop*, *Newton-Teleskop* oder als *Schmidt-Spiegel*. *Abb. 2.* Spiegelteleskope mit mehr als einem Hauptspiegel (*Mehrspiegelteleskope*, *MMT*) befinden sich zur Zeit in der Erprobung.

↗ Literaturverzeichnis im Anhang, Nr. 05

(S. 10–17). – Über den Bau eines eigenen Fernrohrs ↗Literaturverzeichnis Nr. 14 (S. 19–28).



Fernrohr, Abb. 2: 2-m-Spiegelteleskop des Karl-Schwarzschild-Observatoriums Tautenburg

Bei Feststoffraketen befindet sich der Treibstoff – im Gegensatz zur Flüssigkeitsrakete – in fester Form in der Brennkammer. Der Treibstoff ist eine Mischung oder eine chemische Verbindung von Sauerstoffträger (*Oxydator*, z. B. Aluminium- oder Ammoniumperchlorat) und Brennstoff (Polyurethane, Polybutadiene). Er kann ohne Luftzutritt z. B. also auch unter Wasser oder im Weltraum verbrennen.

Die *Feuerkugel* oder der *Bolid* ist ein sehr helles ↗Meteor mit einer scheinbaren Helligkeit von -4 Größenklassen und heller. Da bei einer solchen Erscheinung der erzeugende ↗Meteorit bis in die tieferen Schichten der Erdatmosphäre gelangt und hier stark abgebremst wird, beobachtet man an Feuerkugeln oft starke Helligkeitsänderungen, Geschwindigkeitsabnahme und manchmal einen völligen Zerfall. Auch akustische Erscheinungen (Donner) können mit Feuerkugeln verbunden sein.

FHD: Abk. für ↗Farben-Helligkeits-Diagramm.

FI: Abk. für ↗Farbenindex.

Das **Filarment** [(lat., „Faden“) ist 1. eine Erscheinung der ↗Sonnenaktivität, eine ↗Protuberanz, die sich nicht am Sonnenrand, sondern auf der dem Beobachter zugewandten Fläche der Sonne befindet und im einfarbigen Licht als dunkles, wurmartiges Gebilde erscheint. Ihre Dichte ist etwas höher, ihre Temperatur im allgemeinen etwas niedriger als die ihrer Umgebung.

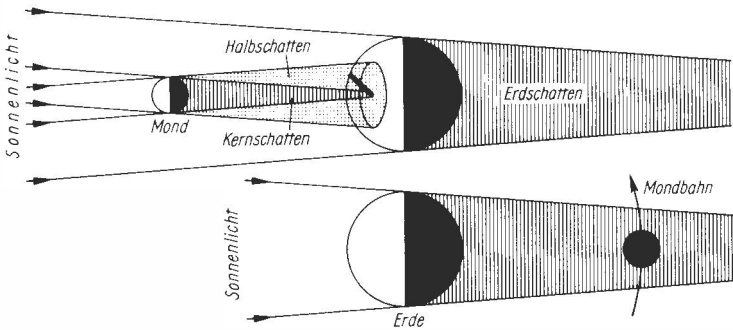
2. Filament ist auch die Gestalt von bestimmten leuchtenden Nebeln des interstellaren Gases.

Eine **Finsternis** ereignet sich, wenn Sonne, Erde und Mond in oder nahezu in einer Geraden stehen. Der Mond, dessen Bahn um $5^{\circ}9'$ gegen die Ebene der Ekliptik geneigt ist, überschreitet diese Ebene bei jedem Umlauf zweimal; die Schnittpunkte seiner Bahn mit der Ekliptikebene heißen Knoten. Eine Finsternis kann nur dann stattfinden, wenn sich der Mond in der Nähe eines Knotens befindet.

1. Fällt ein Knotendurchgang mit der Neumondphase zusammen, dann verdeckt der Mond – von der Erde aus gesehen – die Sonne, es entsteht eine *Sonnenfinsternis*. Die Spitze des Mondschattenkegels, die auf der Erde einen Kernschattenfleck von günstigstenfalls 270 km Durchmesser beschreibt, wandert infolge der Bahnbewegung des Mondes und der Erdrotation in west-östlicher Richtung über die Erdoberfläche. Sie überstreicht nur einen schmalen Streifen, die *Totalitätszone*, für die die Finsternis total (vollständig) ist.

Da die Sonne eine flächenhafte Lichtquelle ist, entstehen auf der Schattenseite des Mondes der Kernschatten, in dessen Inneres kein Licht eindringt, und der Halbschatten, in den ein Teil der Strahlung gelangt. Im Kernschatten ist die Finsternis total, die Totalität kann bis zu 7,5 min dauern. Im Halbschatten ist die Finsternis eine teilweise (*partielle*) Finsternis, d. h. für einen Beobachter im Gebiet des Halbschattens wird die Sonne nur zu einem Teil vom Mond verdeckt.

Steht der Mond in Erdnähe und die Erde



Finsternis: Entstehung einer totalen Sonnenfinsternis (oben) und einer totalen Mondfinsternis (unten)

(mit dem Mond) in Sonnenferne, so ist der Mond scheinbar größer als die Sonne und die Finsternis besitzt eine Totalitätszone. Erscheint von der Erde aus der Mond kleiner als die Sonne, so entsteht eine *ringförmige* Sonnenfinsternis. Sie kann bis zu 11,8 min dauern. Befindet sich aber der Neumond nicht genau im Knoten, so wird die Finsternis nur partiell gesehen. Für einen bestimmten Ort ist eine Sonnenfinsternis ein recht seltenes Ereignis, obwohl solche Erscheinungen jährlich zwischen zwei- und fünfmal auftreten.

2. Eine *Mondfinsternis* ereignet sich, wenn der Vollmond in Knotennähe eintritt. Der Mond durchläuft den Erdschatten und wird für einige Zeit (bis zu 102min) nicht von der Sonne beleuchtet. Deshalb kann eine Mondfinsternis von allen Orten der Erde aus beobachtet werden, für die der Mond während dieser Zeit über dem Horizont steht. Wenn der Mond nicht vollständig in den Erdschatten eintaucht, entsteht eine partielle Mondfinsternis. Während der Totalität ist der Mond nicht völlig unsichtbar. Das ist durch die Wirkung der Erdatmosphäre zu erklären. Sie bricht die Sonnenstrahlen, die die Erde streifen, in den Kernschatten hinein.

Finsternistermine können in die Vergangenheit zurückverfolgt werden. Das hat Bedeutung für die Geschichtswissenschaft zur genauen Datierung geschichtlicher Ereignisse. *Abb.*

3. Auch bei den Jupitermonden kommt es zu Finsternissen.

Fische oder lat. *Pisces* (Genitiv *Piscium*), Abk. *Psc*, heißt ein Sternbild des Tierkreises. Es kulminiert im Herbst um Mitternacht; in ihm befindet sich der Frühlingpunkt.

Als **Fixstern** [(lat., „fester (festgehefteter) Stern“) bezeichnete man früher jeden Stern (mit Ausnahme der Sonne), um den Unterschied zu anderen – mit dem bloßen Auge auch sternartig erscheinenden – Himmelskörpern zu betonen. Fixstern bedeutet *fixierter* (festgehefteter) Stern, im Gegensatz zu den an der scheinbaren Himmelskugel ortsveränderlichen Objekten (Planeten, Planetoiden, Kometen). Die Bezeichnung wird heute nur noch selten verwendet.

Die **Flächenhelligkeit** ist die Helligkeit flächenhaft erscheinender Objekte. Sie wird durch die Anzahl von Sternen einer bestimmten Helligkeit (in Größenklassen) angegeben, die, auf einer bestimmten Fläche verteilt, die gemessene Flächenhelligkeit ergeben. Die Flächenhelligkeiten einiger Milchstraßenwolken liegen z. B. zwischen 200 und 400 Sternen 10. Größe pro Quadratgrad.

Ein **Flackerstern** oder *Flare-Stern* [(engl., „helles, flackerndes Licht“), *UV-Ceti-Stern*, ist ein kühler und schwacher Stern der Hauptreihe, dessen Helligkeit in unregelmäßigen Abständen innerhalb einiger Sekunden bis Minuten um 4 bis

6 Größenklassen ansteigt und anschließend in wenigen Minuten auf den Normalwert zurückgeht. Diese Erscheinungen, die den \nearrow chromosphärischen Eruptionen auf der Sonne vergleichbar sind und wahrscheinlich auch auf ähnliche Weise entstehen, werden von Radiostrahlungsausbrüchen begleitet. Flackersterne gehören oft offenen Sternhaufen an.

Das **Flare** [(engl., „helles, flackerndes Licht“, sprich: flähr) \nearrow chromosphärische Eruption.

Das **Flash-Spektrum** [(engl., „Blitz“; sprich: fläsch-] der \nearrow Chromosphäre ist das Emissionsspektrum (\nearrow Spektrum) der Chromosphäre, das sonst nur als Absorptionsspektrum vor der Photosphäre erscheint. Es kann bei Sonnenfinsternissen für kurze Zeit beobachtet werden, wenn der Mond die alles überstrahlende Photosphäre völlig verdeckt, an einer Seite der Sonne aber die Chromosphäre für Sekunden sichtbar bleibt. Die Bezeichnung geht auf das blitzartige Aufleuchten des Spektrums im Spektroskop beim Verschwinden des letzten Photosphärenlichtes zurück.

Fliege oder lat. *Musca* (Genitiv *Muscae*), Abk. *Mus*, wird ein kleines Sternbild des südlichen Himmels genannt. Es ist von Mitteleuropa aus nicht sichtbar.

Die **fliegenden Schatten** sind eigenartige, schnell wechselnde Licht- und Schattenercheinungen, die kurz vor Eintritt der Totalität bei einer totalen Sonnenfinsternis (\nearrow Finsternis I.) auftreten. Sie sind auf Luftschlieren in der Erdatmosphäre zurückzuführen.

Fliegender Fisch oder lat. *Volans* (Genitiv *Volantis*), Abk. *Vol*, ist der Name eines Sternbildes am Südhimmel, das in Mitteleuropa unsichtbar ist.

Flocculi [(lat., „Flöckchen“, Singular *Flocculus*] sind die hellen flockenartigen Bereiche auf \nearrow Spektroheliogrammen der oberen Schichten der Chromosphäre.

Der **Flöring** \nearrow Tab. Saturnring.

Flüssigkeitsraketen besitzen – im Gegensatz zu den Feststoffraketen – Triebwerke, die mit flüssigem Treibstoff arbeiten. Die Bestandteile (Komponenten) des flüssigen Treibstoffs sind in getrennten Behältern untergebracht. Von dort

werden sie in die Brennkammer befördert. Bei einfachen Triebwerkstypen geschieht das durch Prebluft, die in Hochdruckbehältern mitgeführt wird und beim Einschalten des Triebwerks in die Treibstoffbehälter geführt wird. Flüssige Treibstoffe sind z. B. Wasserstoffperoxid (H_2O_2 , benötigt keine 2. Komponente, aber einen Katalysator), Hydrazin; Flüssigsauerstoff (O_2), Fluor (F_2), Salpetersäure (HNO_3), Stickstofftetroxid (N_2O_4), auch Ozon (O_3) als *Oxydator* und Kerosin (Gasöl, ein Alkohol), Hydrazin (N_2H_4), unsymmetrisches Dimethylhydrazin (UDMH), Flüssigwasserstoff (H_2) als *Brennstoffe*.

Flüssigsauerstoff, Sauerstoff in flüssigem Aggregatzustand, ist der klassische, heute noch bevorzugte Oxydator für den Raketen-treibstoff. Er siedet bei $-183^\circ C$. Das spezifische Gewicht ist 1,43 kg/Liter, das spezifische Volumen 0,875 Liter/kg. – \nearrow Flüssigkeitsraketen.

Flut \nearrow Gezeiten.

Der **Fokus** [(lat.) \nearrow Brennpunkt.

Fomalhaut [(arab., „Fischrachen“), Abk. α PsA, heißt der Hauptstern des Sternbildes Südlicher Fisch. Er kulminiert Anfang September gegen Mitternacht, für Berlin jedoch nur in $7,5^\circ$ Höhe über dem Horizont. Seine Entfernung beträgt rund 23 Lj.

Fornax [(lat.) \nearrow Chemischer Ofen.

Das **Fotometer** [(griech., „Lichtmaß“, d. h. Lichtmesser] ist ein Gerät zur Messung von Lichtmengen (Strahlungsintensitäten), z. B. zur Messung der scheinbaren Helligkeit eines Sterns. Es gibt visuelle (das Sehen betreffende), fotografische und lichtelektrische Fotometer. Bei den *visuellen* Fotometern wird die Helligkeit des Sternenlichtes mit der einer künstlichen, meßbar veränderlichen Lichtquelle unter Einschaltung des Auges verglichen (Wellenlängen etwa zwischen 400 und 700 nm). – Die *fotografischen* Fotometer, wie die Kamera, erfassen einen wesentlich breiteren Wellenbereich (zwischen 200 und 1100 nm). – Die *lichtelektrischen* Fotometer enthalten eine Empfängerzelle, die die Lichtenergie in elektrische Energie umformt; der so entstehende elektrische Strom kann gemessen

sen werden. Als lichtelektrische Zellen werden meist Sekundärelektronenvervielfacher verwendet (Wellenlängen zwischen 300 und 1300 nm). – Die *thermoelektrischen Fotometer* benutzen die Wärmewirkung der empfangenen Strahlung, die durch ein Thermoelement in meßbare elektrische Werte umgewandelt wird oder im \nearrow Bolometer den elektrischen Widerstand eines Leiters verändert, welcher dann gemessen wird. Thermoelektrische Fotometer arbeiten in einem sehr breiten Wellenlängenbereich. \nearrow Mikrofotometer, \nearrow Fotometrie. Die **Fotometrie** oder *Photometrie* [(griech., „Lichtmessung“) ist die Messung von Lichtmengen. Neben der \nearrow Spektralanalyse gehört sie zu den wichtigsten Arbeitsmethoden der Astrophysik. Die Strahlungsstärke der verschiedenen Strahlungsquellen ist von der Wellenlänge der ausgesandten Strahlung abhängig, außerdem sind die Strahlungsempfänger für verschiedene Wellenlängen unterschiedlich empfindlich. \nearrow Fotometer.

fotovisuell [(lat. + (franz.): mittels fotografischer Aufnahme, aber durch ein Gelbfilter beobachtet. Die fotovisuelle Helligkeitsbestimmung ermöglicht näherungsweise Aussagen darüber, wie hell ein Objekt dem menschlichen Auge erscheint. Sie ist der Farbempfindlichkeit des Auges angepaßt.

Joseph von **Fraunhofer**, geb. 6. 3. 1787, gest. 7. 6. 1826, war Physiker und Astronom. Er arbeitete mit großem Erfolg an der Weiterentwicklung der Fernrohoptik. Mit dem von ihm erfundenen Beugungsgitter ermittelte er die Wellenlängen der nach ihm benannten *Fraunhoferschen Linien* im Spektrum der Sonne (\nearrow Spektrum).

Die **Freiflugbahn** ist der Abschnitt der Bahn eines Raumflugkörpers, auf dem sich dieser antriebslos bewegt. Die Freiflugbahn schließt sich an die \nearrow Antriebsbahn an und beginnt mit dem Brennschluß oder Abschalten der Triebwerke. Die Form der Freiflugbahn ist unterschiedlich; bei Satelliten meist elliptisch (\nearrow Bahn). Die Freiflugbahn kann durch Bahnkorrekturen verändert werden.

Der **Frühlingspunkt** oder *Widderpunkt* ist der Schnittpunkt von Himmelsäquator und Ekliptik, in dem die Sonne zum Frühlingsanfang auf ihrer scheinbaren Jahresbahn den Äquator in nördlicher Richtung überschreitet. Von ihm aus werden die Koordinaten \nearrow Rektaszension und ekliptikale \nearrow Länge gezählt. Die Bezeichnung *Widderpunkt* geht auf die Situation vor rund 2000 Jahren zurück. Damals befand sich der Frühlingspunkt im Sternbild Widder; infolge der \nearrow Präzession hat er sich seither in das Sternbild Fische verlagert. Dennoch bezeichnet man ihn mit dem traditionellen Widderzeichen (\nearrow Abb. astronomische Zeichen).

Die **F-Schichten** \nearrow Tab. Ionosphäre.

Ein **F-Stern** ist ein Stern der \nearrow Spektralklasse F.

Fuchs oder auch *Füchlein*, lat. *Vulpecula* (Genitiv *Vulpeculae*), Abk. *Vul*, heißt ein unscheinbares Sternbild am nördlichen Sternhimmel, das Ende Juli um Mitternacht kulminiert. Es liegt im Bereich der Milchstraße und enthält den *Hantelnebel* M 27, einen planetarischen Nebel.

Fuhrmann oder lat. *Auriga* (Genitiv *Aurigae*), Abk. *Aur*, heißt ein Sternbild des nördlichen Himmels, in der Milchstraße gelegen. Es kann von September bis Mai abends beobachtet werden; Teile des Sternbildes sind bei uns zirkumpolar. Der Hauptstern \nearrow Kapella gehört zum \nearrow Wintersechseck.

Füllen \nearrow Pferdchen.

Der **Fundamentalkatalog** [(lat. + (griech.) ist ein \nearrow Sternkatalog mit besonders ausgewählten, äußerst genau vermessenen Koordinatenangaben. Die in ihm enthaltenen Sterne heißen *Fundamentalsterne*.

Der **Fundamentalstern** \nearrow Fundamentalkatalog.

Die **Funktionsdauer** eines Raumflugkörpers ist die Zeitdauer, in der dessen Meßgeräte funktionsfähig sind (Daten messen und speichern bzw. zur Erde übertragen). \nearrow Lebensdauer.

Fußpunkt \nearrow Nadir.

G

Juri Alexejewitsch **Gagarin**, geb. 9. 3. 1934, gest. (verunglückt) 27. 3. 1968, ein sowjetischer Kosmonaut, war der erste Mensch, der in einem Raumfahrzeug in das Weltall vorstieß. Mit diesem Flug von „Wostok 1“ in den Morgenstunden des 12. 4. 1961 leitete er das Zeitalter des bemannten Raumfluges ein. Vor seinem Flug war er Jagdfliegeroffizier. Bis 1963 leitete er als Kommandeur die sowjetische Kosmonautengruppe. Er verunglückte tödlich bei einem Trainingsflug.

↗ Tab. 3 im Anhang.

galaktisch [(griech. von Galaxie): zum Milchstraßensystem (der Galaxis) gehörend oder aus ihm stammend. So sind *galaktische Nebel* in der Symmetrieebene des Milchstraßensystems angeordnete Nebel. – Der Gegensatz ist ↗ *außergalaktisch* oder *extragalaktisch*.

Galaktische Koordinaten [(griech. bzw. (lat.) werden bei Untersuchungen über den Aufbau des Milchstraßensystems verwendet. Die Grundlage dieses Koordinatensystems ist der galaktische ↗ Äquator, die Koordinaten heißen *galaktische ↗ Länge* und *galaktische ↗ Breite*.

Als **galaktische Radiostrahlung** bezeichnet man die ↗ Radiofrequenzstrahlung aus dem Milchstraßensystem. Sie geht vom ↗ interstellaren Gas und von Elektronen aus, die sich unter dem Einfluß des ↗ interstellaren Magnetfeldes bewegen. Während das interstellare Gas vor allem Radiostrahlung in einzelnen, scharf voneinander abgegrenzten Frequenzen („Linien“) liefert, erzeugen die Elektronen Radiostrahlung in einem breiten Frequenzbereich. In der Linienstrahlung des interstellaren Gases wurden eine große Anzahl Linien der ↗ interstellaren Moleküle entdeckt. Neben der beschriebenen, nahezu gleichmäßig aus allen Richtungen oder aus verhältnismäßig großen Bereichen zur Erde gelangenden Strahlung werden auch viele sehr kleine *Radioquellen* beobachtet. Dazu gehören die Überreste von ↗ Supernova-Ausbrüchen,

dichte Wolken des interstellaren Gases und einzelne Sterne.

Die galaktische Radiostrahlung kann die Erdatmosphäre nahezu ungehindert durchdringen und wird auch von interstellarer Materie wesentlich geringer geschwächt als sichtbares Licht. Sie liefert daher wichtige Informationen über die Bereiche der Galaxis, die optisch kaum oder gar nicht beobachtbar sind.

Ein **galaktischer Nebel** ist eine Wolke ↗ interstellarer Materie im Milchstraßensystem. Er kann als Reflexionsnebel oder als Dunkelwolke des interstellaren Staubes oder als Emissionsnebel des interstellaren Gases auftreten; in der Regel handelt es sich um ein Gemisch aus Gas und Staub. Auch ↗ planetarische Nebel gehören dazu. Galaktische Nebel treten vor allem in der Symmetrieebene und innerhalb der Spiralarme des Milchstraßensystems auf. ↗ Nordamerikanebel, ↗ Orionnebel.

galaktischer Sternhaufen ↗ offene Sternhaufen.

Die **Galaxie** [(griech.; Plural Galaxien) ↗ Sternsystem.

Ein **Galaxienhaufen** oder auch *Galaxiengruppe* [(griech.) ist eine Anhäufung von Sternsystemen (*Galaxien*) im Weltall. Bisher wurden einige 1000 Galaxienhaufen gefunden; sie bestehen jeweils aus einigen 100 bis mehreren 1000 Sternsystemen. *Unregelmäßige Galaxienhaufen* ähneln im Aufbau den ↗ offenen Sternhaufen, *regelmäßige* den ↗ Kugelsternhaufen. Bekannte Galaxienhaufen wurden nach den Sternbildern benannt, in denen sie zu beobachten sind ↗ Comahaufen und ↗ Virgohaufen. Der Galaxienhaufen, dem das Milchstraßensystem angehört, ist die ↗ lokale Gruppe.

Die **Galaxis** [(griech.) ist das ↗ Milchstraßensystem, „unser Sternsystem“, „unsere Galaxie“ (Sternsystem).

Galileo **Galilei** [sprich: galilè-i], geb. 15. 2. 1564, gest. 8. 1. 1642, war ein italienischer Physiker und Astronom. Er erkannte die Pendelgesetze und die Gesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung; er benutzte 1609 das kurz zuvor erfundene Fernrohr erstmalig in der

Astronomie. Damit gelangen ihm u. a. die Entdeckungen der Gebirge auf dem Monde, der 4 hellen Jupitermonde, der Sonnenflecken und der Phasengestalten der Venus. Galilei bekannte sich offen zum heliozentrischen Weltbild des N. ↗ Kopernikus und wurde deshalb 1613 und 1633 durch die Inquisition zum Widerruf seiner Lehre gezwungen.

Johann Gottfried Galle, geb. 9. 6. 1812, gest. 19. 7. 1910, war Astronom an den Sternwarten Berlin und Breslau (jetzt Wrocław). Er wurde vor allem durch die Entdeckung des Planeten Neptun (1846) bekannt. Der Planet war von U. J. J. ↗ Leverrier auf Grund seiner Störungen der Uranusbewegung berechnet worden.

Die **Gammaastronomie** [griech.] ist ein Teilgebiet der Astrophysik, das sich mit der aus dem Weltall kommenden **Gammastrahlung** (elektromagnetischen Wellen mit Wellenlängen unter 0,01 nm, ↗ elektromagnetische Wellen) befaßt. Diese Strahlung wird von der Erdatmosphäre vollständig absorbiert, daher kann Gammaastronomie nur von Raketen, Raumflugkörpern oder Stratosphärenballons aus betrieben werden. Sie ist mit der ↗ Röntgenastronomie eng verwandt.

Ganymed heißt der dritte der 4 großen Jupitermonde. Er ist mit einer viele km dicken Schicht von Eis oder einem Gemisch aus Eis und Gestein bedeckt. ↗ Tab. Satellit.

GARP [Abk. von Global Atmospheric Research Programme, engl., „Globales Programm zur Untersuchung der Atmosphäre“] heißt ein internationales Forschungsvorhaben von Ende 1978 bis Ende 1979, das von der Meteorologischen Weltorganisation (WMO) angeregt worden war. Die Ergebnisse dieses wissenschaftlichen Unternehmens sollen vor allem helfen, die langfristige Wettervorhersage zu verbessern. Mit Raumflugkörpern beteiligt sind die USA, die UdSSR, die ESA und Japan.

Karl Friedrich **Gauß**, geb. 30. 4. 1777, gest. 23. 2. 1855, war einer der bedeutendsten Mathematiker aller Zeiten, arbeitete aber auch erfolgreich in der Physik und in der Astronomie. Die Astronomie verdankt

ihm vor allem theoretische Arbeiten über die Bahnbestimmung von Himmelskörpern.

Die **gebundene Rotation** ist die Bewegung eines Himmelskörpers, wenn zwischen seiner Umlaufzeit und der Rotationsdauer ein einfaches Zahlenverhältnis besteht. Bei der gebundenen Rotation des Erdmondes beträgt dieses Verhältnis 1:1, d. h. die Umlaufzeit des Mondes ist gleich seiner Rotationsdauer. Das hat zur Folge, daß von der Erde aus stets die gleiche Hälfte der Mondoberfläche sichtbar ist.

Das **Gemeinjahr** ↗ Schaltjahr.

Gemini [lat., „Zwillinge“]: 1. ↗ Zwillinge.

2. **Gemini** [engl. Aussprache dscheminai] heißt der 2. Typ bemannter Raumflugkörper der USA (↗ Mercury).

Der erste Flug einer Gemini-Kapsel erfolgte unbemannt am 8. 4. 1964 und dauerte 4 Tage. Nach einem Fehlstart vom 9. 12. 1964 erfolgte dann mit **Gemini 2A** am 19. 1. 1965 unbemannt ein ballistischer Flug. Die Gipfelhöhe betrug dabei 159 km.

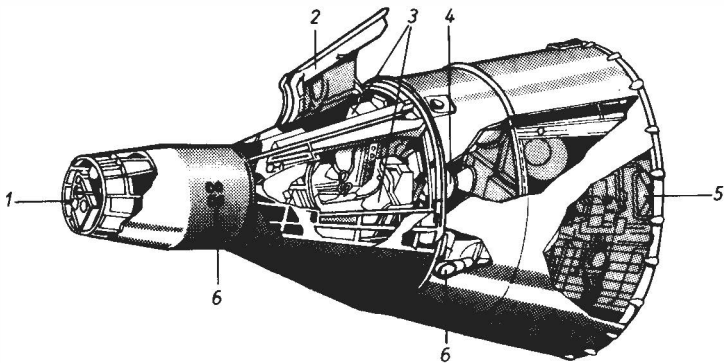
– Das erste bemannte Zwei-Mann-Raumschiff der USA, **Gemini 3**, startete am 23. 3. 1965 mit Virgil Grissom und John Young. Sie führten 3 Erdumkreisungen aus. – **Gemini 4** startete am 3. 6. 1965 mit Edward White und James McDivitt. Ersterer führte einen Ausstieg von 22 min Dauer durch. Der Flug dauerte bis 7. 6. 1965. – Am 21. 8. 1965 startete **Gemini 5** mit Gordon Cooper und Charles Conrad. Die Landung erfolgte am 29. 8. 1965. – Der Start von **Gemini 6** mußte abgesagt werden, da die für ein Rendezvous vorgesehene ↗ Agena-Stufe ihre Umlaufbahn nicht erreichte. – Daraufhin startete am 4. 12. 1965 **Gemini 7** mit Frank Borman und James Lovell. – Am 15. 12. 1965 startete **Gemini 6A**. An Bord befanden sich Walter Schirra und Thomas Stafford. Sie näherten sich Gemini 7 am gleichen Tage bis auf 30 cm, eine Koppelung war nicht vorgesehen und technisch noch nicht möglich. Nach etwas mehr als einem Tag landete Gemini 6A im Atlantik. Gemini 7 führte einen Langzeitflug durch, der bis zum 18. 12. 1965 dauerte. – Am 16. 3. 1966 startete **Gemini 8** mit Neil Armstrong und David Scott. Wegen zu starken

Treibstoffverbrauchs bei der Stabilisierung der Fluglage erfolgte nach 10 h Flugzeit eine Notlandung im Pazifik. – *Gemini 9* startete am 3. 6. 1966 mit Thomas Stafford und Eugene Cernan. Sie sollten an einen Zielsatelliten ATDA ankoppeln. Wegen Nichtablösung der Schutzkappe von ATDA war die Kopplung unmöglich, die Annäherung erfolgte nur bis auf wenige Meter. Wegen weiterer Schwierigkeiten, wie Erschöpfung der Astronauten und Beschlagen der Sichtscheiben, wurde der Ausstieg Cernans verschoben und später das Unternehmen am 6. 6. 1966 vorzeitig abgebrochen. – *Gemini 10* startete am 18. 7. 1966 mit Michael Collins und John Young. Erstmals gelang eine Ankopplung an eine Agena-Stufe. Collins montierte einen Behälter zum Auffangen von Mikrometeoriten an die Agena-Stufe. Die Landung erfolgte am 21. 7. 1966. – *Gemini 11* mit Charles Conrad und Richard Gordon startete am 12. 9. 1966 und koppelte ebenfalls mit dem Zielsatelliten, einer Agena-Stufe. Mit dem Antrieb dieser Stufe erfolgte eine Bahnänderung des Systems, wobei eine Rekordhöhe von 1368 km erreicht wurde. Nach dem Wiedererreichen der nahen Erdumlaufbahn und der Trennung blieben beide Raumflugkörper mit einer 30 m langen Perlonleine verbunden. Infolge einer Verdrallung dieser Leine mußte das Ex-

periment später abgebrochen werden. Die Landung erfolgte am 15. 9. 1966. – *Gemini 12* mit James Lovell und Edwin Aldrin startete am 11. 11. 1966. Auch hier erfolgte ein Rendezvous mit einem Agena-Zielsatelliten. Nach der Trennung blieben beide Raumflugkörper ebenfalls durch eine 30 m lange Leine verbunden, und es erfolgte durch den Einsatz von Steuertriebwerken eine Drehung um den gemeinsamen Schwerpunkt dieses Systems. Man wollte damit künstliche Schwerkraft erzeugen. Für die Astronauten war dieser leichte Andruck nicht spürbar. *Gemini 12* landete am 15. 11. 1966. Die *Gemini*-Raumkapseln waren für 2 Astronauten ausgelegt. Die Form der *Gemini*-Raumkapseln: Konus mit zylindrischem Vorderteil; größter Durchmesser 2,30 m, kleinster 0,80 m; Länge 5,70 m. Massen zwischen 3130 und 3800 kg. Trägerrakete \nearrow Titan. – Abb. \nearrow Tab. 2 und 3 im Anhang.

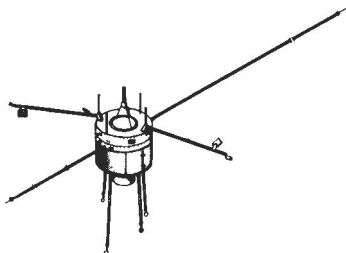
Die *Geminiden* sind ein \nearrow Meteorstrom. *Gemma* [(lat.), Abk. α CrB, heißt der Hauptstern des Sternbildes Nördliche Krone. Es ist ein spektroskopischer Doppelstern mit einer Umlaufzeit von 17,4 Tagen.

Die **geographische Ortsbestimmung** ist die Ermittlung zweier Koordinaten (\nearrow Koordinatensystem), der geographischen Länge und Breite eines Beobachtungs-



Gemini

1 Kopplungsstutzen, 2 Ausstiegsluke, 3 Sitze der Astronauten, 4 Triebwerke zur Rückkehr, 5 Bahnänderungstriebwerk und Elektronik, 6 Lagesteuerdüsen



Geos 1

ortes. Sie erfordert astronomische Beobachtungen. – Die *geographische Breite* ist gleich der Polhöhe, daher genügt es, diese zu messen. Dazu wird die Höhe eines polnahen Sterns in der oberen und in der unteren Kulmination beobachtet. Die Polhöhe ist gleich dem Mittel aus beiden Meßwerten. Ein anderes, sehr genaues Verfahren benutzt die Tatsache, daß die Polhöhe gleich der Deklination des Zenits ist.

Die *geographische Länge* wird durch einen Zeitvergleich ermittelt, da sich die Ortszeiten zweier Orte auf der Erde um die Differenz ihrer geographischen Längen unterscheiden. Man stellt die Ortszeit des Beobachtungsortes (z. B. durch Beobachtung kulminierender Sterne) fest und ermittelt die Differenz zur Weltzeit, deren Zeitsignale über Funk empfangen werden. Diese Differenz, ausgedrückt in Zeitmaß, ist gleich der geographischen Länge des Beobachtungsortes.

Das **Geoid** [*griech.*] ist die Bezeichnung für einen Körper, dessen Form der wahren Gestalt der Erde sehr nahe kommt. Die Erde hätte die Form eines Geoids, wenn sie allseitig von Wasser bedeckt wäre (d. h., die Gestaltung der Erdoberfläche durch Gebirge und Täler wird nicht berücksichtigt). Das Geoid ist an den Polen abgeplattet und am Äquator aufgewulstet; seine (durch die Fliehkraft bewirkte) Gestalt kann durch ein Rotationsellipsoid angenähert werden.

Geos [Abk. von *Geodetical Satellite*, engl., „geodätischer (Erdvermessungs-) Satellit“] heißen ozeanographisch-geodätische Erkundungssatelliten aus der Explorer-

Serie (USA). *Geos 1* oder Explorer 29 wurde am 6. 11. 1965 gestartet (Masse 175 kg), *Geos B* oder Explorer 36 am 11. 1. 1968 (Masse 209 kg); *Geos C* am 9. 4. 1975. Abb.

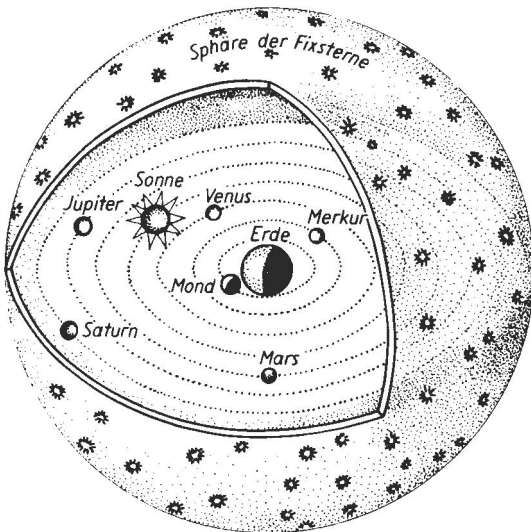
geosynchron oder *geostationär* [*griech.* + [*lat.*], auch *quasistationär* [*lat.*]; scheinbar über einem bestimmten Punkt der Erdoberfläche feststehend. – Nachrichtensatelliten.

geozentrisch [*lat.* (*griech.*); 1. bezogen auf die Erde als Mittelpunkt (z. B. beim geozentrischen Weltbild); 2. bezogen auf den Erdmittelpunkt (z. B. bei den geozentrischen Koordinaten der Planeten, bei denen stets so gerechnet wird, als befände sich der Beobachter im Mittelpunkt der Erde).

Das **geozentrische Weltbild** [*griech.*; *geo*, „Erde“, *zentron*, „Mitte“], eine grundlegende Ansicht über den Aufbau des Weltalls, betrachtet die Erde als Mittelpunkt der Welt. In der Geschichte der Astronomie gab es verschiedene geozentrische Weltbilder; das bekannteste ist das von C. Ptolemäus beschriebene *ptolemäische Weltbild*. Die Planeten, zu denen auch Sonne und Mond gerechnet werden, sind darin auf konzentrischen Kristallkugeln (*Sphären*) angeordnet. Abb.

Die **Geschichte der Astronomie** beginnt wahrscheinlich schon in der Urgesellschaft. Gesellschaftliche Bedürfnisse nach Zeiteinteilung (Kalender, religiöse Feste) und Orientierung führten zu systematischer Himmelsbeobachtung. In Verbindung mit mythologischen Vorstellungen entstand so auch die Astrologie. Astronomische Kenntnisse waren in allen Hochkulturen (besonders in Babylon, Ägypten, China, Mittelamerika) vorhanden. Sie beruhten auf dem mythologischen Weltbild. Im griechischen Altertum wurden diese Kenntnisse erweitert und die Kugelgestalt der Erde entdeckt. Das geozentrische Weltbild entstand. Es wurde von C. Ptolemäus in seinem Sammelwerk *Almagest* eingehend beschrieben; bis zum 16. Jh. blieb es die beherrschende astronomische Theorie.

Während des Mittelalters bewahrten die



geozentrisches Weltbild des Ptolemäus

Araber die astronomischen Kenntnisse des Altertums. Im 14. und 15. Jh. entstand durch die aufkommenden frühkapitalistischen Produktionsverhältnisse die Forderung nach genaueren Beobachtungen und Berechnungen astronomischer Ereignisse. Die immer deutlicher werdenden Widersprüche zwischen den Beobachtungstatsachen und der geozentrischen Erklärung führten 1543 zum heliozentrischen Weltbild des N. Kopernikus. Damit war eine richtige Erklärung der Planetenbewegungen möglich. J. Kepler fügte Anfang des 17. Jh. eine einwandfreie mathematische Beschreibung der Planetenbewegungen hinzu und I. Newton gab Ende des 17. Jh. die physikalische Begründung dieser Bewegungen durch die Gravitationstheorie.

Mit der Einführung des Fernrohrs in die Astronomie (G. Galilei, 1609) begann die Erforschung der Natur kosmischer Gebilde. Sie blieb zunächst auf das Planetensystem beschränkt; die Stelarastronomie setzte Ende des 18. Jh. mit den Arbeiten F. Herschels ein. Um die

Mitte des 19. Jh. entwickelte sich die Astrophysik, etwa gleichzeitig mit dem Aufkommen der Spektralanalyse und fotografischer Beobachtungsmethoden (Fotometrie). Überlegungen über den Aufbau der Sterne und Sternsysteme wurden möglich. Im 20. Jh. wurden diese Forschungen weitergeführt und die Theorie der Sternentstehung und -entwicklung ausgearbeitet. Neue Bereiche der elektromagnetischen Wellen wurden für die Untersuchung erschlossen (Radio-, Infrarot-, Röntgen- und Gammaastronomie) und durch die Raumfahrt direkte Forschungen im erdnahen Raum, auf dem Erdmond, auf den erdnahen Planeten Venus und Mars sowie im interplanetaren Raum ermöglicht. Außer moderner Beobachtungs- und Auswertetechnik wurde auch die elektronische Rechentechnik und Datenverarbeitung in den Dienst der astronomischen Forschung gestellt.

Die Geschichte der Raumfahrt beginnt mit K. Ziolkowski, dem „Vater der Raumfahrt“, der bereits am Ende des vergangenen Jahrhunderts wissenschaftliche

Arbeiten veröffentlichte, in denen die theoretischen Grundlagen des Raketenantriebs und der Raumfahrt erarbeitet worden waren. Erst ab Ende des ersten Jahrzehnts unseres Jahrhunderts traten der Österreicher Franz von Hoefft (1882–1954), Robert H. Goddard (USA, 1882–1945), der Franzose Robert Esnault-Peltérie (1881–1957) und Hermann Oberth (geb. 1894) mit wissenschaftlich ernstzunehmenden Veröffentlichungen auf. Erste Versuche mit Feststoffraketen führte z. B. R. Goddard aus. In den 20er Jahren begann die Entwicklung erster Flüssigkeitsraketen. Unter der Anregung und Anleitung K. Ziolkowskis bildete sich in der jungen Sowjetunion eine erste Arbeitsgruppe unter Friedrich A. Zander (1887–1933), Nikolai A. Rynin (1877 bis 1942) und Juri Kondratjuk (1897 bis 1942). Fortgesetzt wurden diese Arbeiten im gasdynamischen Laboratorium von S. Koroljow. In Deutschland machte zunächst der Techniker Johannes Winkler (1897–1947) erste Versuche mit kleineren Flüssigkeitsraketen. Auf dem 1930 gegründeten Raketenflugplatz Berlin arbeiteten Rudolf Nebel (1894–1978), H. Oberth und später auch W. v. Braun. Diese Arbeiten wurden bald dem Heereswaffenamt unterstellt und dienten dann ausschließlich den Interessen der Kriegsrüstung der faschistischen Wehrmacht (Heeresversuchsanstalt Peenemünde). In den USA gab es nur die kaum beachteten Experimente R. Goddards mit kleinen Flüssigkeitsraketen. Nach 1945 interessierte sich zunächst die US Army für die mehr als 100 Beuteraketen der faschistischen Wehrmacht, vor allem der A-4 (Propagandabezeichnung V2). Neben vorwiegend militärischen Experimenten wurden bei Höhenraketeineinsätzen ab 1946/47 auch einige wissenschaftliche Apparaturen in Höhen von 100 bis 150 km gebracht. Aus der A-4 wurde zunächst die ballistische Kurzstreckenrakete „Redstone“ entwickelt. Die unabhängig davon betriebene eigenständige Entwicklung von Trägerraketen, z. B. der „Vanguard“, brachte keine befriedigenden Ergebnisse. Sie sollte ab Ende 1957 zum Start eines ersten Erdsatelliten der USA im Rahmen

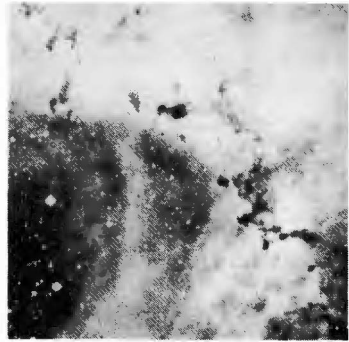
des Internationalen Geophysikalischen Jahres (1957/58) eingesetzt werden. Die Sowjetunion konnte zu diesem Zeitpunkt dagegen mit leistungsfähigen Trägerraketen für die Raumfahrtpraxis aufwarten. Am 4. 10. 1957 begann mit dem Start von Sputnik 1 die direkte Erforschung des erdnahen kosmischen Raumes durch die Menschen. Der erste Satellit der USA, Explorer 1, erreichte am 31. 1. 1958 mit einer modifizierten Redstone seine Umlaufbahn. Im Jahre 1958 startete die UdSSR den großen geophysikalischen Forschungssatelliten Sputnik 3, das Jahr 1959 war gekennzeichnet durch die ersten 3 Mondsonden vom Typ Luna, das Jahr 1960 durch die unbemannte Erprobung von Raumflugkörpern. – 1961 leitete die UdSSR die bemannte Raumfahrt mit dem Flug J. Gagarins ein. Im gleichen Jahr erfolgte der Start der ersten Planeten-sonde vom Typ Venera. 1962 wurde die systematische Nutzung der Raumfahrt für die Erde im Rahmen der Serie Kosmos eingeleitet. 1965 erfolgte der Einsatz von Nachrichtensatelliten der Molnija-Serie, 1969 die der meteorologischen Satelliten der Serie Meteor, im gleichen Jahr wurde im Rahmen der Zusammenarbeit sozialistischer Staaten im RGW auch der erste Satellit vom Typ Interkosmos gestartet. Die bemannte Raumfahrt wurde von der UdSSR planmäßig vorangetrieben. Wostok- und Woßchod-Raumflugkörper wurden abgelöst durch den Typ Sojus. Die seit 1971 gestarteten Raumstationen Salut bilden mit Zubringerraumfahrzeugen (Sojus) und Raumtransportern (Progress) sowie mit Kosmonautenbesatzungen aus RGW-Ländern langlebige wissenschaftliche Raumstationen. Die Monderkundung der USA nahm ihren Anfang 1964 mit Ranger 6. Die erste Mondlandung von Menschen erfolgte 1969 (Apollo 11). Die erste US-amerikanische Planeten-sonde, Mariner 2, wurde 1962 gestartet (Venuspassage). 1973/74 ist die einzige wissenschaftliche Raumstation der USA (Skylab) dreimal besetzt worden. – Australien startete 1967 seinen bisher einzigen Satelliten. Von China wurden seit 1970 bisher 8 Satelliten mit eigenen Trä-

gerraketen auf die Bahn gebracht, von Frankreich seit 1966 und von Japan seit 1970. Satelliten anderer Länder (z. T. auch der genannten) wurden von Trägerraketen der USA und der UdSSR auf Erdumlaufbahnen gebracht.

Die Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt, Abk. GWR, ist eine wissenschaftliche Gesellschaft in der DDR; sie ging 1979 aus der bisherigen Astronautischen Gesellschaft der DDR hervor. Zu ihren Hauptaufgaben gehören die Unterstützung von Forschung und Entwicklung, die interdisziplinäre Tätigkeit, die Verbreitung neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse sowie die Aus- und Weiterbildung von Wissenschaftlern. Präsident der GWR ist Professor Hans-Joachim Fischer, Direktor des Instituts für Elektronik der Akademie der Wissenschaften der DDR. Die GWR ist Mitglied der Internationalen Astronautischen Föderation.

Das **Gestirn** ist ein Sammelbegriff für alle an der scheinbaren Himmelskugel beobachteten Objekte, ausgenommen die diffuse interplanetare und \nearrow interstellare Materie.

Die **Gezeiten Ebbe** und **Flut** sind eine Folge der Anziehungskraft des Mondes und in geringerem Maße auch der Sonne auf die Erdkruste, Wasser- und Lufthülle der Erde. Erde und Mond umlaufen einen im Erdinneren befindlichen gemeinsamen Schwerpunkt, dabei treten Fliehkräfte auf. Auf der mondzugewandten Erdseite ist die Anziehungskraft des Mondes größer als die Gezeitenfliehkraft, auf der mondabgewandten Seite der Erde überwiegt wegen der größeren Entfernung



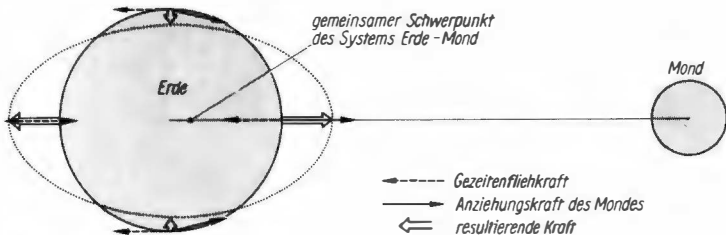
Globulen

vom Mond die Gezeitenfliehkraft. So entstehen 2 einander entgegengesetzt gerichtete Flutberge, unter denen sich die Erde hinwegdreht. Steht der Mond im ersten oder letzten Viertel, so wird seine Gezeitenwirkung durch die Sonne abgeschwächt (Nippflut); in Voll- oder Neumondphase verstärkt die Wirkung der Sonne die Gezeiten (Springflut). *Abb.*

Giraffe oder lat. *Camelopardalis* (Genitiv *Camelopardalis*), Abk. *Cam*, heißt ein ausgedehntes Sternbild des Nordhimmels. Es besteht nur aus schwachen Sternen; es ist für Mitteleuropa zirkumpolar.

Der **Glasmeteorit** [(griech.) \nearrow Tektit.

Die **Globule** [(lat., „Kügelchen“) ist eine verhältnismäßig kleine Dunkelwolke von kreisrunder Form und großer Dichte. Die Durchmesser der Globulen liegen zwischen 10000 und 100000 AE; ihre Dichten sind 1000- bis 100000mal so groß wie die Dichte des normalen \nearrow interstellaren



Gezeiten: Entstehung der Gezeiten

Staubes. Möglicherweise sind die Globulen die erste Entwicklungsstufe bei der ↗ Sternentstehung. *Abb.*

GMS [Abk. von Geosynchronous Meteorological Satellite, engl., „geostationärer meteorologischer Satellit“], auch *Himawari* genannt, ist ein japanischer Wettersatellit der ↗ NASDA. Er wurde am 14.7.1977 mit einer Delta 2914 gestartet. Seine Startmasse betrug 665 kg, die Umlaufmasse 280 kg.

GMT [engl. Abk.] ↗ Weltzeit.

Der *Gnomon* [(griech.) oder *Schattenstab*] war im Altertum ein Instrument zur Bestimmung von Höhe und Azimut der Sonne. Der Stab stand senkrecht auf einer waagerechten Unterlage; gemessen wurde seine Schattenlänge und der Winkel zwischen dem Schatten und der Südrichtung.

GOES ↗ SMS.

Goldfisch, auch *Schwertfisch*, oder span. *Dorado* (lat. Genitiv *Doradus*), Abk. *Dor*, heißt ein in Mitteleuropa unsichtbares Sternbild des Südhimmels. Es enthält einen Teil der Großen ↗ Magellanschen Wolke.

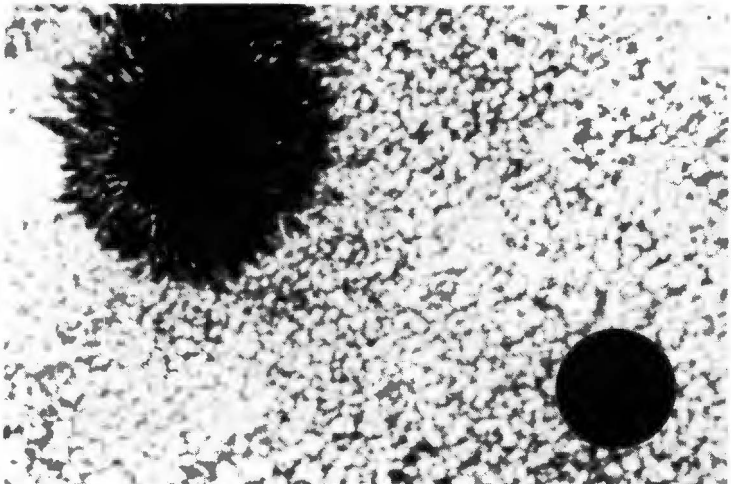
Gorizont [(russ., „Horizont“) heißen sowjetische Nachrichtensatelliten, die für

die Übertragung der Bild- und Toninformationen vom Ablauf der Olympischen Spiele in Moskau 1980 vorgesehen waren. *Gorizont 1* (Start am 19.12.1978) erreichte nicht die vorgesehene Synchronbahn. *Gorizont 2 bis 4* (Start am 5.7.1979, 28.12.1979 bzw. 14.6.1980) erreichten ihre geostationären Umlaufbahnen.

Grabstichel oder lat. *Caelum* (Genitiv *Caeli*), Abk. *Cae*, heißt ein unscheinbares Sternbild des Südhimmels. Sein Nordteil kommt in Mitteleuropa knapp über den Horizont.

Die *Granulation* [(lat.) ist eine körnige Struktur der ↗ Photosphäre der Sonne. Sie entsteht durch Bewegungsvorgänge in der ↗ Wasserstoff-Konvektionszone, in der heiße, hellere Gasschwaden (bis 2000 km Durchmesser) aufsteigen und kühlere, dunkle absinken. Die Gasschwaden heißen *Granulen*; sie existieren nur 5 bis 10 Minuten. Die *Supergranulation* umfaßt Riesengranulen mit 20000 km bis 40000 km Durchmesser. *Abb.*

Die *Gravitation* [(lat.) ist die allgemeine Massenanziehung, eine zwischen allen stofflichen Körpern wirkende gegenseitige Anziehungskraft. Wenn sich 2 Mas-



Granulation: Photosphäre der Sonne mit Sonnenfleck und Granulation (rechts unten die Erde im gleichen Maßstab)

sen gegenseitig anziehen, so ist der Betrag der Anziehungskraft dem Produkt der beteiligten Massen direkt und dem Quadrat ihres Abstandes indirekt proportional. Im Bereich der Atome ist die Gravitation sehr viel schwächer als andere Kräfte (z. B. Kernkräfte, elektrostatische Kräfte). Große kosmische Massen (z. B. Planeten, Sterne, Sternsysteme) werden jedoch fast ausschließlich von Gravitationskräften beherrscht. Da die Gravitation eine Anziehungskraft ist, können kosmische Objekte nur stabil sein, wenn der Gravitationsdruck durch einen entgegengerichteten Druck (z. B. den thermodynamischen Gasdruck oder den Strahlungsdruck) aufgehoben wird.

Die Theorie der Gravitation wurde von I. Newton begründet. Ihre modernste Form ist die von Albert Einstein (1879–1955) ausgearbeitete allgemeine \rightarrow Relativitätstheorie.

Der **Gravitationskollaps** ist das schlagartige Zusammenfallen einer interstellaren Wolke oder eines Sterns. Vor allem in den Spätstadien der \rightarrow Sternentwicklung kann ein Gravitationskollaps eintreten, wenn die nach innen wirkende Gravitation nicht mehr durch den nach außen wirkenden Gas- und Strahlungsdruck ausgeglichen wird. Er führt dann zur Entstehung eines \rightarrow Neutronensterns oder eines \rightarrow Schwarzen Loches.

Die **Gravitationswellenastronomie** ist ein noch in der Entwicklung befindliches Teilgebiet der Astronomie, das die von kosmischen Körpern ausgesandten Gravitationswellen untersucht. Der Nachweis dieser bei rascher Änderung der Massendichte oder des Massenortes auftretenden Wellen, die sich im Vakuum mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten, ist jedoch noch sehr unsicher.

Greenwicher Zeit [sprich: grinidsch] \rightarrow Weltzeit.

Gregorianischer Kalender \rightarrow Kalender.

Grenzgröße eines Fernrohrs nennt man die scheinbare Helligkeit der Gestirne, die mit dem Instrument gerade noch beobachtet werden können. In Sternatlanten oder -katalogen ist die Grenzgröße die scheinbare Helligkeit der schwächsten \rightarrow eingetragenen Objekte.

Grenzhelligkeit \rightarrow Durchmusterung.

Größe, Größenklasse \rightarrow Helligkeit.

Die **große Halbachse** einer Ellipse, Kurzzeichen a , ist die Hälfte ihres längsten Durchmessers. Im Sonnensystem ist sie gleich der mittleren Entfernung (Abstand) Sonne – Himmelskörper (z. B. Planet). Die große Halbachse ist eines der \rightarrow Bahnelemente (mit Abb.). Die große Halbachse der Erdbahn beträgt 149 597 892 km; ihr gerundeter Wert von 149,6 Mill. km wird als Maßeinheit verwendet (\rightarrow astronomische Einheit).

Großer Bär oder lat. *Ursa Major* (Genitiv *Ursae Majoris*), Abk. *UMA*, heißt das wohl bekannteste Sternbild des nördlichen Himmels. Die auffallendsten Teile werden oft auch *Großer Wagen* genannt und dienen als Orientierungshilfe zum Aufsuchen des Polarsterns. Das Sternbild Großer Bär ist zirkumpolar; in ihm kann man mehrere außergalaktische Sternsysteme beobachten. \rightarrow Benetnasch, \rightarrow Mizar.

Großer Hund oder lat. *Canis Major* (Genitiv *Canis Majoris*), Abk. *CMA*, heißt ein Sternbild des Südhimmels, das vor allem durch seinen Hauptstern \rightarrow Sirius bekannt ist. Sirius bildet die Südspitze des \rightarrow Wintersechsecks. Der Große Hund kulminiert Ende Dezember gegen Mitternacht.

Der **Große Rote Fleck** ist eine auffällige, 40 000 km mal 15 000 km große, ovale Erscheinung auf dem Planeten Jupiter. Er ist seit 1665 bekannt. Seit einem Jahrhundert veränderte er Form und Lage kaum, verfärbte sich jedoch des öfteren erheblich und wechselt in der Farbe von weiß bis ziegelrot. Der Große Rote Fleck ist ein Wirbelsystem in der Jupiteratmosphäre, an dessen Rand Strömungsgeschwindigkeiten bis 500 km/s auftreten. **Großer Wagen** \rightarrow Großer Bär.

Grundgleichung der Raketentechnik oder auch *Ziolkowski-Gleichung* oder *Raketengrundgleichung* wurde bereits von K. \rightarrow Ziolkowski mathematisch abgeleitet (veröffentlicht 1903). Mit ihr läßt sich die ideale Geschwindigkeit einer Rakete berechnen. In ihrer einfachsten Form lautet sie: $v = c \cdot \ln(M_1/M_0)$.

Es bedeuten: v = ideale Endgeschwindigkeit

keit der Rakete, c = Ausströmgeschwindigkeit des zum Antrieb verwendeten Mediums (Verbrennungsgase oder Teilchenstrom), \ln = Logarithmus zur Basis e , M_1 = Startmasse der Rakete, M_0 = Leermasse der Rakete. – Die Gleichung zeigt, daß die Geschwindigkeit einer Rakete nur von deren Massenverhältnis und der Ausströmgeschwindigkeit abhängt.

Grus [(lat.) ↗Kranich.

Ein **G-Stern** ist ein Stern der ↗Spektralklasse G. Die Sonne ist z.B. ein G-Stern.

GWR: Abk. für ↗Gesellschaft für Welt-raumforschung und Raumfahrt.

H

Haar der Berenike oder lat. *Coma Berenices* (Genitiv *Comae Berenices*), Abk. *Com*, heißt ein unscheinbares Sternbild am Nordhimmel. Es kulminiert Anfang April um Mitternacht. Neben wenigen schwachen Sternen enthält das Sternbild eine große Zahl außergalaktischer Sternsysteme, den ↗Comahaufen.

Der **Halbschatten** ↗Finsternis 1.

Das **Hale-Teleskop** [sprich: hehl-] auf dem Mount Palomar (Kalifornien, USA) ist das zweitgrößte Fernrohr der Welt. Das Spiegelteleskop mit 5,08 m Durchmesser wurde nach dem nordamerikanischen Astronomen George Ellery Hale (1868–1938) benannt.

Der **Halleysche Komet** ist der bisher am weitaus häufigsten beobachtete Komet. Seit dem Altertum wurde er bisher insgesamt 40mal, zuletzt im Jahre 1910, beobachtet. Die Helligkeit des alle 75 Jahre wiederkehrenden Kometen ist ständig geringer geworden; für die nächste Wiederkehr 1985/86 wird eine Helligkeit von nur 4 bis 7 Größenklassen erwartet. Der Komet ist nach dem englischen Astronomen Edmund Halley (1656–1742) benannt, der ihn 1682 beobachtete, seine Umlaufbahn berechnete und seine Periode nachwies.

Der **Halo** [(griech., Plural Halos oder Halonen) ist 1. (*galaktischer Halo*) ein nahezu kugelförmiger Raum, der die ↗Scheibe und den ↗Kern der Galaxis (des Milchstraßensystems) konzentrisch umgibt und in dem sich die Kugelsternhaufen und die Haufenveränderlichen befinden. Der Halo hat einen Radius von etwa 50 kpc. Auch bei anderen Sternsystemen wurde ein Halo beobachtet.

2. Der Halo ist eine atmosphärische Erscheinung, die als heller, z.T. farbiger Ring um Sonne oder Mond zu beobachten ist und durch die Brechung des Lichts an Eiswolken hervorgerufen wird.

Hamaguir ↗Raketentartplatz.

Hase oder lat. *Lepus* (Genitiv *Leporis*), Abk. *Lep*, heißt ein Sternbild des Südhimmels, das in Mitteleuropa unterhalb (südlich) des Orion gesehen werden kann.

Haufenveränderliche ↗RR-Lyrae-Sterne.

Die **Hauptreihe** oder der **Zwergenast** ist ein Gebiet im ↗Hertzprung-Russell-Diagramm. Es ist das dichteste Besetzungsgebiet im HRD, in ihm befinden sich die meisten Sterne. Für die Umgebung der Sonne schätzt man einen Anteil von 60 bis 90% **Hauptreihensternen** (auch **Zwergsterne** oder **normale Zwerge** genannt). Für sie gilt: Je größer die Masse, desto größer die effektive Temperatur und die Leuchtkraft. Die Hauptreihensterne bilden die ↗Leuchtkraftklasse V. Sie setzen ihre Energie überwiegend durch die Verschmelzung von Wasserstoff- zu Heliumkernen frei. Bekannte Hauptreihensterne sind außer der Sonne Prokyon (im Sternbild Kleiner Hund), Atair (Adler), Sirius (Großer Hund), Wega (Leier) und Regulus (Löwe). – ↗Abb. Sternentwicklung.

Hauptreihenveränderliche ↗Veränderliche.

HEAO [Abk. von *High Energy Astronomy Satellite*, engl., „Satellit zur Untersuchung der hochenergetischen Strahlung“] ist die Bezeichnung astronomischer Beobachtungssatelliten der USA, deren erster am 12.8.1977 gestartet wurde. Mit ihrer Hilfe werden kosmische Röntgen- und Gammastrahlungsquellen untersucht. Die gestarteten 3 Satelliten

sind rund 5,8 m lang bei einem Durchmesser von 2,4 m und einer Umlaufmasse von 3150 kg. Die Bahnhöhe liegt im Bereich um 450 bis 550 km. Als Trägerrakete wurden Atlas-Centaur eingesetzt.

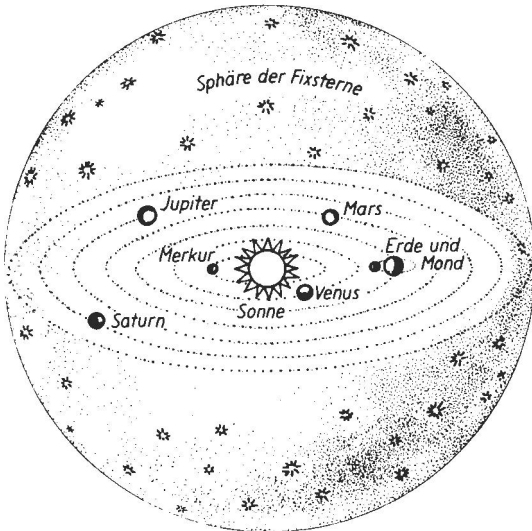
heliakisch [(griech., helios, „Sonne“): auf die Sonne (mitunter: auf das Tageslicht) bezogen. – Der *heliakische Untergang* eines Sterns bezeichnet den Zeitpunkt, in dem die Sonne in ihrer scheinbaren Jahresbahn dem Stern so nahe gekommen ist, daß er unsichtbar wird. Der Stern geht dann bereits in der Abenddämmerung unter. Umgekehrt wird ein Stern beim *heliakischen Aufgang* wieder sichtbar; er geht dann in der Morgendämmerung auf.

Die **Heliobiologie** [(griech.) ist die Lehre von den Einflüssen der Sonne (und zwar nicht nur ihrer Licht- und Wärmestrahlung) auf das irdische Leben. Insbesondere interessiert der Zusammenhang zwischen der ↗ Sonnenaktivität und den Lebensvorgängen. Einer der bekanntesten Einflüsse dieser Art ist, daß in Jahren hoher Sonnenaktivität das Dickenwachstum der Bäume schneller verläuft, was sich an der Breite der Jahresringe zeigt.

Die ↗ magnetischen Stürme, die von der Sonne ausgelöst werden, stehen möglicherweise mit der Häufigkeit und dem Verlauf bestimmter Erkrankungen in Zusammenhang. Auch auf die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit der Menschen soll die Sonnenaktivität in bestimmten Fällen Einfluß haben. Die diesen Annahmen zugrundeliegenden Wirkungsmechanismen sind jedoch noch unklar.

Das **Heliometer** [(griech.) ist ein heute nicht mehr benutztes Winkelmeßinstrument. Mit ihm wurden im 19. Jh. kleine Sternabstände und Positionswinkel (z. B. bei Doppelsternen) gemessen. Sein Objektiv ist in 2 gleiche, gegeneinander bewegliche Teile zerschnitten. Die beiden Teilbilder werden im Gesichtsfeld zur Deckung gebracht; die dazu nötigen Beträge der Drehung und Verschiebung der beiden Objektivhälften liefern die gesuchten Angaben.

Helios heißen Sonnensonden der ↗ ESA, die von den USA am 10.12.1974 und am 15.1.1976 mit Titan 3E-Centaur auf Sonnenumlaufbahnen (Umlaufzeiten etwa $\frac{1}{2}$ Jahr) gebracht wurden. Sie nä-



heliozentrisches Weltbild des Kopernikus

herten sich der Sonne dabei auf 0,3 AE (50 Mill. km). Sie haben die Form einer Garnrolle mit außen angebrachten Solarzellen. Ihre Massen betragen etwa 350 kg. Sie dienen der Erforschung des sonnennahen Raumes und der solar-terrestrischen Erscheinungen.

Der **Heliostat** [(griech.) ist ein drehbar gelagerter Planspiegel, mit dem das Licht der Gestirne in ein ortsfest aufgestelltes Fernrohr gelenkt wird. Bei der Drehung des Spiegels entsprechend der scheinbaren täglichen Bewegung der Gestirne dreht sich jedoch auch das Fernrohrbild um seinen Mittelpunkt. Man verwendet deshalb vorwiegend Anordnungen mit zwei Spiegeln (↗ Coelostat).

heliozentrisch [(lat. (griech.): 1. bezogen auf die Sonne als Mittelpunkt (z. B. beim ↗ heliozentrischen Weltbild); 2. bezogen auf den Sonnenmittelpunkt (z. B. bei den heliozentrischen ↗ Koordinaten der Planeten). ↗ geozentrisch.

Das **heliozentrische Weltbild** [(griech., helios, „Sonne“, zentron, „Mitte“), eine grundlegende Ansicht über den Aufbau des Weltalls, betrachtet die Sonne als Mittelpunkt der Welt. Das erste heliozentrische Weltbild wurde im 3. Jh. v. u. Z. durch Aristarch (um 320 bis um 250 v. u. Z.) vertreten, konnte sich jedoch nicht durchsetzen. Erst das 1543 von N. ↗ Kopernikus aufgestellte *kopernikanische Weltbild* fand – im Laufe vieler Jahrzehnte und nach teilweise harten Auseinandersetzungen – allgemeine Anerkennung. Für das Sonnensystem hat es grundsätzlich noch heute Gültigkeit. Jedoch ist das heutige astronomische Weltbild insgesamt nicht heliozentrisch, da die Sonne keinesfalls das Zentrum des Weltalls bildet (↗ Abb. Milchstraßensystem). Ein solches Zentrum ist im heute überschaubaren Teil des Weltalls nicht feststellbar. *Abb.*

Helium-Reaktion ↗ Salpeter-Prozeß. Die **Helligkeit** eines Gestirns ist ein Maß für die Stärke (Intensität) seiner Strahlung. Die Helligkeit, mit der die Gestirne dem Beobachter erscheinen, ist die *scheinbare Helligkeit m*. Deren Maßeinheit sind *Größenklassen* (oftmals irreführend auch als *Größe* oder *Sterngröße* bezeichnet), Kurzzeichen ^m. 2 Sterne

haben einen Helligkeitsunterschied von einer Größenklasse, wenn sich ihre Strahlungsintensitäten (Helligkeiten) wie 1:2,512 verhalten. Je höher die Zahlenwerte der Größenklassen, desto geringer sind die scheinbaren Helligkeiten der Sterne. So ist ein Stern der 6. Größenklasse, als Stern 6. Größe bezeichnet (abgekürzt 6^m), 2,512mal schwächer als ein Stern 5^m. Die Skala der Größenklassen reicht von -26^{m,7} (die Sonne, der hellste Stern für Beobachter auf der Erde) über -1^{m,4} (Sirius) und 0 bis zu den von der Erde aus schwächsten fotografisch beobachtbaren Objekten mit etwa +24^m (die Maßeinheit für Größenklassen wird bei Dezimalstellen über das Komma gesetzt). Objekte bis +6^m sind mit dem bloßen Auge sichtbar.

Neben der *scheinbaren visuellen Helligkeit*, die mit dem menschlichen Auge bewertet wird (visuell = sichtbar; ↗ Stufenschätzung), können bei demselben Stern auch noch eine *scheinbare fotografische Helligkeit* sowie eine *bolometrische Helligkeit* gemessen werden. Letztere berücksichtigt das Licht des gesamten Spektralbereiches, d. h. aller Wellenlängen, bezieht also auch die Menge der Strahlung im Ultraviolett- und Infrarot-

Helligkeit und Vielfache der Leuchtkraft der Sonne. Die absolute (bolometrische) Helligkeit (M_{bol}) entspricht folgenden Werten der Leuchtkraft L:

<i>M_{bol}</i> in Größenklassen	<i>L</i> in Sonnenleuchtkräften
-6	19600
-4	3 100
-2	490
0	78
+2	12,4
+4	2,0
+6	0,31
+8	0,049
+10	0,0078
+12	0,001 24
+14	0,000 20

bereich und die Röntgenstrahlung u. a. ein.

Da die scheinbare Helligkeit im wesentlichen von der Entfernung des Sterns abhängt, ist sie kein vergleichbares Maß für die vom Stern tatsächlich abgestrahlte Energie.

Diese wird durch die *absolute Helligkeit* M erfaßt. Man versteht darunter die (scheinbare) Helligkeit, die der Stern hätte, wenn er sich in 10 pc Entfernung befände. Die Sonne hätte in dieser Entfernung lediglich eine scheinbare Helligkeit von +4,7 Größenklassen. Auch hier kann man visuelle, fotografische, bolometrische u. a. absolute Helligkeiten unterscheiden. – ↗ Leuchtkraft, ↗ Entfernungsbestimmung. – *Tab.*

Heos [Abk. von *Highly Excentric Orbit Satellite*, engl., „Satellit mit stark exzentrischer Umlaufbahn“] ist der Name eines Forschungssatelliten westeuropäischer Staaten (Auftraggeber war die ↗ ESRO), der am 31. 1. 1972 mit einer Delta-Rakete von Vandenberg (Kalifornien, USA) aus auf eine stark elliptische Umlaufbahn gebracht wurde (anfänglich Perigäum 296 km, Apogäum 245 380 km).

Herbig-Haro-Objekte, benannt nach ihren Entdeckern, sind kleine und lichtschwache Erhellungen, meist in interstellarer Materie gelegen. Es handelt sich wahrscheinlich um Reflexionen von – möglicherweise extrem jungen – Sternen an nahegelegenen Staubwolken.

Der **Herbstpunkt** oder *Waagepunkt* ist derjenige Schnittpunkt von Himmelsäquator und Ekliptik, in dem die Sonne zum Herbstanfang auf ihrer scheinbaren Jahresbahn den Äquator in südlicher Richtung überschreitet. Er befand sich vor etwa 2 000 Jahren im Sternbild Waage, hat sich aber seither infolge der ↗ Präzession in das Sternbild Jungfrau verlagert.

Hercules ↗ Herkules.

Herkules oder lat. *Hercules* (Genitiv *Herculis*), Abk. *Her*, heißt ein ausgedehntes Sternbild am Nordhimmel, das Anfang Juni um Mitternacht kulminiert. Im Herkules befindet sich der einzige mit dem bloßen Auge sichtbare Kugelsternhaufen (M 13, ↗ Abb. Kugelsternhaufen). Der

nördliche Teil des Sternbildes ist in Mitteleuropa zirkumpolar.

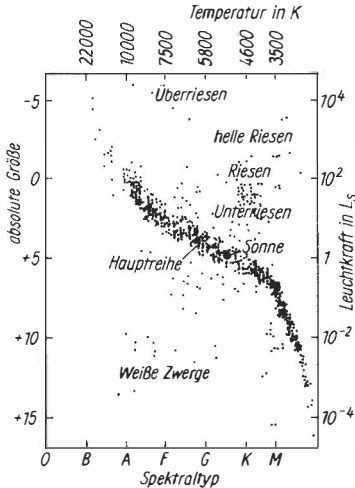
hermetisch [nach dem griech. Gott Hermes]: luft-, gas-, wasserdicht (abgeschlossen), z. B. die hermetische Raumkabine für die Raumfahrer oder Versuchstiere.

Friedrich Wilhelm (William) **Herschel**, geb. 15. 11. 1738, gest. 25. 8. 1822, war ein bedeutender englischer Astronom. Er entdeckte 1781 den Planeten Uranus und begründete in den folgenden Jahren die ↗ Stellarastronomie. Herschel ist auch als Erbauer großer Spiegelteleskope bekannt geworden. Sein größtes Instrument hatte einen Spiegeldurchmesser von 1,22 m.

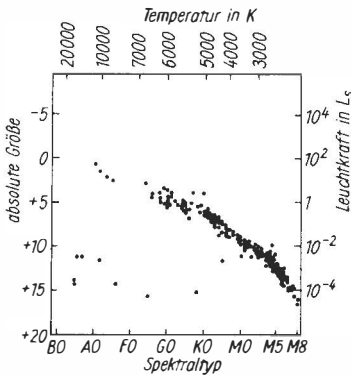
Das **Hertzprung-Russell-Diagramm** [sprich: -rasl-, benannt nach einem dänischen und einem englischen Astrophysiker], Abk. *HRD*, ist das für die Astrophysik wichtigste Zustandsdiagramm für Sterne. Es stellt den Zusammenhang zwischen den Temperaturen und den Leuchtkräften der Sterne dar. Auf der waagerechten Achse ist die Temperatur (aus geschichtlichen Gründen nach *links* wachsend) oder die Spektralklasse aufgetragen, auf der senkrechten Achse die Leuchtkraft bzw. die absolute Helligkeit. *Abb. 1.* – Die in das HRD eingetragenen Bildpunkte der Sterne ergeben keine gleichmäßig besetzte Fläche. Die meisten Sterne befinden sich auf der ↗ *Hauptreihe*, einem schmalen Band, das sich von den hellen bis zu den schwachen kühlen Sternen erstreckt. Auf dem *Riesenast* befinden sich kühle helle Sterne (Riesen oder -sterne), d. h. Sterne mit etwa gleicher Temperatur (d. h. gleicher Flächenhelligkeit), aber erheblich größerer Leuchtkraft. Das setzt eine wesentlich größere Oberfläche voraus, also einen größeren Durchmesser. Das Gebiet der ↗ *Weißer Zwerge* liegt deutlich unterhalb der Hauptreihe; *Weißer Zwerge* haben zwar hohe Temperaturen, aber viel kleinere Leuchtkräfte als die Hauptreihensterne der gleichen Spektralklasse. Daraus folgen sehr kleine Oberflächen, d. h. auch sehr kleine Durchmesser. Weitere Besetzungsgebiete im HRD sind die *Überriesen*, die *hellen Riesen*, die *Unterriesen* sowie die *Unterzwerg*. Die

Besetzungsgebiete entsprechen den Leuchtkraftklassen I bis VII (→ Tab. Leuchtkraftklasse).

Von besonderem Interesse sind Hertzsprung-Russell-Diagramme von Sternen bestimmter Gruppen. Das HRD der Sterne eines offenen Sternhaufens ent-



Hertzsprung-Russell-Diagramm, Abb. 1
 L_s = Sonnenleuchtkraft



Hertzsprung-Russell-Diagramm, Abb. 2
 Sterne der Sonnenumgebung bis 10 pc Entfernung. L_s = Sonnenleuchtkraft

hält z. B. fast ausschließlich Hauptreihensterne. Darin drückt sich das verhältnismäßig geringe Alter eines solchen Sternhaufens aus (→ Sternentwicklung). Das HRD der Sterne der Sonnenumgebung gibt die wahre Verteilung der Sterne auf die einzelnen Leuchtkraftklassen wieder. Bemerkenswert ist darin das völlige Fehlen der Riesensterne und die große Zahl der kühlen, lichtschwachen Hauptreihensterne. Abb. 2. – → Farben-Helligkeits-Diagramm.

Das H-I-Gebiet → interstellares Gas.

Himalia heißt ein Mond des Jupiter.

→ Tab. Satellit.

Himawari → GMS.

Himmelsäquator → Äquator.

Die Himmelskarte → Sternkarte.

Die scheinbare Himmelskugel oder auch Himmelsphäre oder Sphäre, stellt sich als scheinbar den Beobachter umgebende Kugel von unbestimmtem Radius dar. Auf ihre Innenfläche projizieren sich die beobachteten Gestirne; ihr Mittelpunkt ist das Auge des Beobachters. Auf der Himmelskugel sind auch die Gradnetze der in der Astronomie verwendeten → Koordinatensysteme zu denken. Durch den → Horizont wird die Himmelskugel in eine sichtbare und eine unsichtbare Halbkugel geteilt; durch den → Äquator in eine nördliche und eine südliche Halbkugel.

Die Himmelsmechanik ist ein Teilgebiet der → Astronomie, das die Bewegung der Himmelskörper unter dem Einfluß der Massenanziehung (Gravitation), ihre Massen und Formen und den Bau ihrer Systeme behandelt. Sie umfaßt u. a. die Theorie des → Zweikörperproblems und liefert Lösungen auch für die Bewegungen von 3 und mehr Himmelskörpern. Da für das → Dreikörperproblem keine allgemeinen Lösungen angegeben werden können, müssen elektronische Rechenanlagen die schrittweise Annäherung übernehmen. Eine weitere Aufgabe der Himmelsmechanik ist die Berechnung der → Bahnelemente von Himmelskörpern im Sonnensystem.

Die grundlegenden Gesetze der Himmelsmechanik sind die → Keplerschen Gesetze und das Gravitationsgesetz. Soweit andere kosmische Massen Einflüsse auf die

betrachteten Himmelskörper ausüben, werden sie als \nearrow Störungen berechnet. Durch die Bahnbestimmung für künstliche Himmelskörper (Raumflugkörper) hat die Himmelsmechanik seit 1957 eine erhöhte Bedeutung gewonnen.

Der **Himmelsmeridian** [(lat.) \nearrow Meridiane].

Als **Himmelsrichtungen** bezeichnet man die Richtungen vom Beobachter nach bestimmten Punkten auf dem Horizont. Die **Haupt-Himmelsrichtungen** Norden, Osten, Süden und Westen werden durch die **Neben-Himmelsrichtungen** Nordosten, Südosten usw. und durch weitere Zwischenwerte, wie z. B. Nordnordosten, ergänzt. Eine genauere Angabe für die Himmelsrichtungen ermöglicht das \nearrow Azimet.

Himmelskugel \nearrow Himmelskugel.

Himmelsüberwachung nennt man die systematische, ständige fotografische Beobachtung des gesamten Sternhimmels. Sie verfolgt den Zweck, Veränderungen (z. B. das Aufleuchten einer \nearrow Nova) zu registrieren.

Himmels-W \nearrow Kassiopeia.

Die **Höhe** eines Gestirns ist dessen Erhebungswinkel über dem Horizont. Sie ist der Winkel **Gestirn-Beobachter-Schnittpunkt zwischen Horizont und Vertikalkreis des Gestirns** und wird in Winkelgrad vom Horizont (0°) zum Zenit (90°) gezählt. Negative Höhen bedeuten die Stellung eines Gestirns unter dem Horizont. Das ist z. B. bei der Definition der \nearrow Dämmerung bedeutsam. — Die Höhe ist eine Koordinate des \nearrow Horizontsystems (\nearrow Tab. Koordinaten).

Der **Höhenbereich** der Flugbahn eines Raumflugkörpers ist der Bereich der Bahnhöhen, bei der Erde stets über der Erdoberfläche gemessen. Er wird durch die kleinste Bahnhöhe (Perigäum, Perihel u. a.) und die größte Bahnhöhe (Apogäum, Aphel u. a.) begrenzt. \nearrow Apsiden.

Höhenforschungsraketen oder **Höhenraketen** sind \nearrow Feststoff- oder \nearrow Flüssigkeitsraketen, die zur Untersuchung des Bereichs der Hochatmosphäre eingesetzt werden, der durch Ballonaufstiege nicht mehr zu erreichen ist und in dem es keine stabile Satellitenbahn geben kann (der

Bereich zwischen 40 und 180 km Höhe). Zum anderen werden Höhenraketen z. B. auch für einmalige vertikale Sondierungen der Hochatmosphäre benutzt. Schon im Mai 1957 wurden in der Sowjetunion einstufige geophysikalische Höhenforschungsraketen eingesetzt, die eine Nutzmasse von 2200 kg bis in 212 km Höhe brachten. (Im Februar 1958 brachte eine einstufige sowjetische Rakete 1250 kg Nutzmasse bis in 473 km Höhe.) Auch in neuester Zeit werden noch Höhenforschungsraketen eingesetzt. In der Sowjetunion sind es die im Interkosmos-Programm eingesetzten Höhenforschungsraketen vom Typ \nearrow W-5W und \nearrow Vertikal.

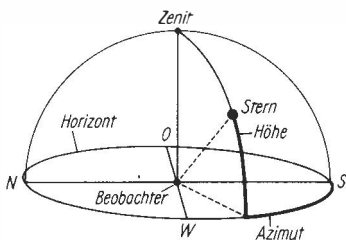
Höhenstrahlung \nearrow kosmische Strahlung.

Hohlraumstrahler \nearrow schwarzer Körper.

Der **Horizont** [(lat. (griech.) trennt die sichtbare Hälfte der scheinbaren Himmelskugel von der unsichtbaren Hälfte. Er ist eine gedachte Kreislinie und entsteht durch den Schnitt der **Horizontebene** mit der Himmelskugel. Je nachdem, ob man sich die Horizontebene durch den Erdmittelpunkt oder den Beobachtungspunkt verlaufend denkt, erhält man den **wahren** oder den **scheinbaren Horizont**. Davon ist der natürliche oder landschaftliche Horizont zu unterscheiden, der durch Bäume, Häuser, Berge usw. gebildet wird. Der **künstliche Horizont** ist ein genau waagrecht angeordneter Spiegel, der zur optischen Ermittlung der Lotrichtung dient. — \nearrow Gorisont.

Die **Horizontalparallaxe** [(lat. + (griech.) ist der Wert der täglichen \nearrow Parallaxe, wenn das Gestirn im Horizont steht. In diesem Falle ist die tägliche Parallaxe am größten; sie beträgt für den Mond durchschnittlich $57'$, für die Sonne $8,8''$. Die Horizontalparallaxen der Sterne sind unmeßbar klein.

Das **Horizontsystem** [beide (griech.) (lat.) ist eines der Koordinatensysteme der Astronomie. Seine Grundebene ist die Horizontebene, seine \nearrow Koordinaten heißen \nearrow Azimet und \nearrow Höhe. Beide werden in Winkelmaß gezählt und bestimmen vollständig den Ort eines Gestirns an der Himmelskugel, von einem bestimmten Punkt auf der Erde zu einem bestimmten



Horizontsystem

Zeitpunkt beobachtet. Das Horizontsystem ist mit der Erdkugel fest verbunden; infolgedessen macht sich die Rotation der Erde durch eine stetige Änderung von Azimut und Höhe bemerkbar. Lediglich die Pole der Himmelskugel haben konstante Koordinaten im Horizontsystem. Das Gradnetz des Horizontsystems besteht aus ↗ Azimutal- und ↗ Vertikalkreisen. – Abb.

Horologium [(lat. (griech.) ↗ Pendeluhr.

Das **Horoskop** [(griech., „Stundenseher“) ↗ Astrologie.

HRD: Abk. für ↗ Hertzsprung-Russell-Diagramm.

Edwin Powell **Hubble** [sprich: habl], geb. 20.11.1889, gest. 28.9.1953, war ein Astrophysiker der USA. Er beschäftigte sich vorwiegend mit der Erforschung der außergalaktischen Sternsysteme. Im Jahre 1926 wies er nach, daß die Spiralnebel nicht zum Milchstraßensystem gehören, sondern selbständige kosmische Gebilde sind. Er entdeckte den nach ihm benannten ↗ Hubble-Effekt und die ↗ nebelfreie Zone.

Der **Hubble-Effekt** [benannt nach E.P. ↗ Hubble] ist Ausdruck für den Zusammenhang zwischen dem Betrag der ↗ Rotverschiebung der Linien in den Spektren ferner Sternsysteme und der Entfernung dieser Systeme. Je größer die Entfernung ist, desto schneller bewegen sich die Galaxien radial vom Milchstraßensystem weg. Die beobachtete zentrale Stellung des Milchstraßensystems ist jedoch nur scheinbar; in einem sich mit gleichbleibender Geschwindigkeit ausdehnenden Raum hat jeder Beobachter

den Eindruck, im Mittelpunkt der Expansion zu stehen.

Die Geschwindigkeit der Sternsysteme nimmt mit 1 Mill. Parsek (1 Mpc) Entfernung um etwa 55 km/s zu; dieser Wert heißt **Hubble-Konstante**. Tab.

Ein **Hüllenstern** ist ein Stern, der von einer ausgedehnten Gashülle umgeben ist.

Solche Gashüllen können durch hohe Rotationsgeschwindigkeiten verursacht werden, wobei der Stern Gas abschleudert; es sind jedoch auch andere, z.B. eruptive Vorgänge als Ursache denkbar. Der Nachweis der Gashülle erfolgt spektroskopisch.

Hundsstern ↗ Sirius.

Die **Hyaden** [(griech., „Regengestirn“) heißt ein ↗ offener Sternhaufen in der Umgebung des Sternes Aldebaran im Sternbild Stier. Sie können bereits mit dem bloßen Auge beobachtet werden. Ihre Sterne und weitere Sterne dieser Himmelsgegend bilden auch einen ↗ Bewegungssternhaufen. Die Hyaden sind etwa 150 Lj entfernt. Sie werden als Sternhaufen noch für etwa 1 Md. Jahre existieren können; später werden sie sich in der Galaxis zerstreuen.

Hydra [(griech.) ↗ Wasserschlange.

Hydrus [(lat. (griech.) ↗ Kleine Wasserschlange.

Die **Hyperbel** [(griech.) ist ein ↗ Kegelschnitt. Sie entsteht als Menge aller Punkte, für die die Differenz der Abstände von 2 gegebenen Punkten (den **Brennpunkten**) stets gleichbleibend

Hubble-Effekt: Entfernung, Radialgeschwindigkeit und Linienverschiebung

Entfernung in Mpc	Radial- geschwindig- keit in km/s	Linienver- schiebung ($\Delta\lambda/\lambda_0$)
10	550	0,002
50	2750	0,009
100	5500	0,02
500	27500	0,09
1000	55000	0,2
2500	138000	0,6

(konstant) ist. Der Mittelpunkt der Verbindungslinie der Brennpunkte ist zugleich der Mittelpunkt der Hyperbel. Das Bild der Hyperbel ist eine ebene Kurve, die aus 2 verschiedenen Ästen besteht. → Abb. Kegelschnitt. — Adjektiv: *hyperbolisch*.

Hypergole Treibstoffe [(griech.) sind Kombinationen von 2 Bestandteilen (Komponenten) von Treibstoffen, die beim Zusammentreffen von selbst zünden. Die bekanntesten sind unsymmetrisches Dimethylhydrazin (UDMH) und Salpetersäure. Der Vorteil hypergoler Treibstoffe besteht darin, daß kein Zündsystem erforderlich ist und daß die Zündung sofort erfolgt.

Hyperion heißt ein Mond des Saturn. → Tab. Satellit.

IAF: Abk. für → Internationale Astronautische Föderation.

IAU: Abk. für → Internationale Astronomische Union.

Der **Inder** oder lat. *Indus* (Genitiv *Indi*), Abk. *Ind*, heißt ein unscheinbares Sternbild des Südhimmels, das in Mitteleuropa nicht beobachtet werden kann.

Das **Infrarot** oder **Ultrarot** [(lat.) ist ein Bereich der → elektromagnetischen Wellen mit Wellenlängen zwischen 760 nm und 1 mm. Die Infrarotwellen (oder *Infrarotstrahlung*) sind unsichtbar, können aber z.T. als Wärmestrahlung wahrgenommen werden. Die Infrarotstrahlung wird von der Erdatmosphäre teilweise absorbiert, in bestimmten schmalen Wellenlängenbereichen jedoch auch weitgehend durchgelassen. Astronomische Strahlungsquellen senden Infrarotstrahlung aus, wenn sie ihre Energie bei sehr tiefen Temperaturen abgeben. Das tritt z. B. bei Staubteilchen ein, die durch die Strahlung eines benachbarten Sterns erwärmt werden.

Die **Infrarotastronomie** [(lat.) ist ein Teilgebiet der Astrophysik, das die infrarote Strahlung der Himmelskörper, eine elek-

tromagnetische Wellenstrahlung mit Wellenlängen zwischen 0,001 und 0,02 mm untersucht. Ein großer Teil dieser Strahlung wird von der Erdatmosphäre absorbiert. Daher werden entweder die schmalen Wellenlängenbereiche benutzt, in denen die Atmosphäre für Infrarotstrahlung durchlässig ist, oder die Beobachtungen werden von Hochgebirgsstationen, Forschungsflugzeugen, Raumflugkörpern und Ballonobservatorien aus vorgenommen. Als Empfänger dienen besondere fotoelektrische Zellen, die z.T. mit flüssigem Stickstoff oder sogar mit flüssigem Helium (-269 °C) gekühlt werden müssen.

Objekte der Infrarotastronomie sind vor allem Sterne mit sehr niedriger Temperatur (→ Protostern und → Schwarzer Zwerg) und → T-Tauri-Sterne.

Instrumente → astronomische Beobachtungsinstrumente.

Intelsat [engl. Abk.] heißen 6 Typen von geostationären → Nachrichtensatelliten der USA, die von der NASA gestartet wurden. Sie dienen der Fernseh- und Sprechfunkverbindung sowie Datenübertragung zwischen Europa und Nordamerika.

Intelsat 1: 2 Fernseh- oder 240 Telefonie-Kanäle, Zylinder, 0,7 m × 0,6 m; 75 kg. Eingesetzt: 1 Satellit.

Intelsat 2: 2 Fernseh- oder 240 Telefonie-Kanäle, Zylinder, 1,4 m × 0,7 m; 90 kg. Eingesetzt: 2 Satelliten.

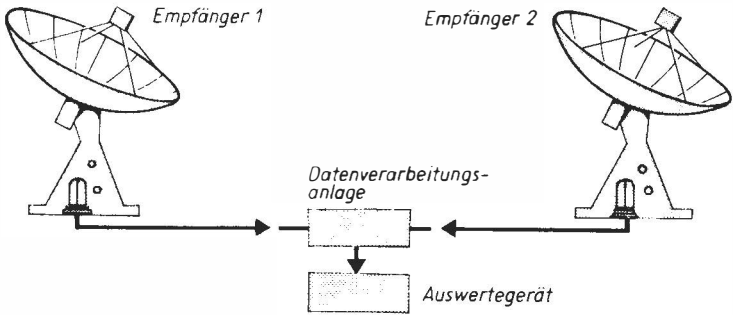
Intelsat 3: 4 Fernseh- oder 1000 Telefonie-Kanäle, Zylinder, 1,4 m × 1,1 m; 145 kg. Eingesetzt: 5 Satelliten.

Intelsat 4: 12 Fernseh- oder 5000 Telefonie-Kanäle, Zylinder, 2,4 m × 2,8 m; 600 kg. Eingesetzt: 7 Satelliten.

Intelsat 4A: 20 TV- oder 11 000 Telefonie-Kanäle, Zylinder, 2,4 m × 2,8 m (mit Antennenaufbauten 6,7 m); 800 kg. Eingesetzt: 3 Satelliten.

Intelsat 5: 2 Fernseh- und 12 000 Telefonie-Kanäle; unregelmäßige Form, 6,3 m × 15,7 m, 975 kg; 1. Start 5. 12. 1980.

Trägerraketen waren → Delta bzw. → Atlas-Centaur. Von einer Übergangsbahn, deren Apogäum in Synchronbahnhöhe lag, gelangten die Satelliten durch



Interferometer

Zündung des Apogäumstriebwerks in die Synchronbahn (rund 36 000 km) und wurden z.T. über dem Atlantik, dem Indischen Ozean, dem Pazifik und dem amerikanischen Kontinent „stationiert“. Die Bahnneigung beträgt 0°, die Lebensdauer ist praktisch unbegrenzt, die Nutzungsdauer von Intelsat 4 und 4A soll 7 Jahre betragen. Die Umlaufzeit beträgt meistens 23 h 56 min (Rotationsdauer der Erde). Ende 1977 wurden alle Intelsat 2 und 3 abgeschaltet und mit Hilfe ihrer Treibstoffreserven auf höher liegende Flugbahnen gebracht, um auf der Synchronbahn „Platz“ für weitere moderne Nachrichtensatelliten zu schaffen. — ↗ Nachrichtensatelliten Abb. 3.

Die **Interferenz** [lat.] sind die Erscheinungen (Verstärkung, Auslöschung), die beim Überlagern (Zusammentreffen) von Wellen beobachtet werden können. Unter bestimmten Bedingungen können sich solche Wellen gegenseitig verstärken oder auslöschen. Bei der Interferenz wirken die beteiligten Einzelwellen jedoch nicht verändernd aufeinander ein; die Interferenzerscheinungen entstehen lediglich durch das gleichzeitige Vorhandensein der Wellen an einem bestimmten Punkt des Raumes.

Interferenzerscheinungen bei Lichtwellen bestehen z. B. darin, daß durch Überlagerung zweier bestimmter Wellenbündel ein Muster aus hellen und dunklen Linien entsteht. Mit solchen Anordnungen kann die Wellenlänge des verwendeten Lichtes gemessen werden. In der

Astronomie sind auch Interferenzerscheinungen radiofrequenter Wellen bedeutsam.

Ein **Interferometer** [lat. + griech.] ist eine Meßanordnung, bei der die ↗ Interferenz von Lichtwellen oder Radiofrequenzstrahlung zur Ermittlung von Doppelsternabständen oder scheinbaren Winkeldurchmessern von Sternen und Radioquellen benutzt wird. Die vom Objekt ankommende Strahlung wird durch 2 Spalte bzw. durch 2 völlig getrennte Empfänger, deren Abstand verändert werden kann, beobachtet. Durch Messungen an den veränderlichen Interferenzerscheinungen, die bei der Änderung der Spalt- bzw. Empfängerabstände auftreten, können die Winkelabstände und -durchmesser der Strahlungsquellen berechnet werden. Abb.

intergalaktisch [lat. + griech., von Galaxie]: zwischen den Sternsystemen befindlich.

Die **intergalaktische Materie** [lat. + griech.] wird von Gas- und möglicherweise auch Staubansammlungen im Raum zwischen den Sternsystemen gebildet. Während neutraler Wasserstoff in Galaxienhaufen mit radioastronomischen Mitteln nachgewiesen werden konnte, lassen sich Wolken ionisierten Gases durch ihre Röntgenstrahlung beobachten. ↗ Röntgenastronomie. Demzufolge scheint der gasförmige Anteil der intergalaktischen Materie in sehr heißem Zustand vorzuliegen. Auch außerhalb der Galaxienhaufen ist



Interkosmos, Abb. 1: Ein 1978 herausgegebener Briefmarkensatz weist auf einige Arbeitsgebiete der Interkosmos-Organisation hin

intergalaktisches Gas vorhanden. ↗Verfärbung und ↗Extinktion deuten auch auf das Vorhandensein intergalaktischen Staubes hin.

Aus der intergalaktischen Materie sind die Sternsysteme entstanden. Es ist anzunehmen, daß sowohl interstellare Materie aus den Sternsystemen in den intergalaktischen Raum entweicht als auch intergalaktische Materie die interstellare Materie in den Sternsystemen ergänzt.

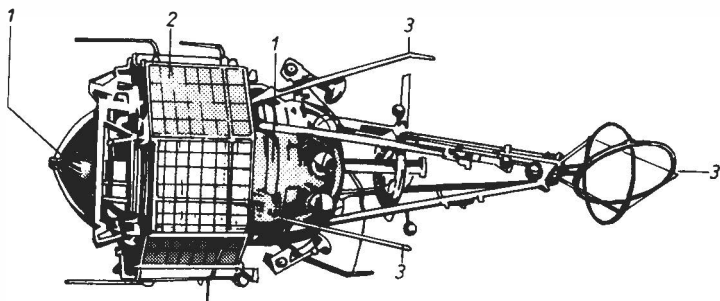
Interkosmos [Kunstwort, (lat. = (griech.) heißt 1. eine wissenschaftliche Vereinigung innerhalb des Rates für Gegenseitige Wirtschaftshilfe; ihr Sitz ist Moskau. Sie ist verantwortlich für die Durchführung gemeinsamer Forschungen im erdnahen und interplanetaren Raum. Interkosmos wurde 1970 von den damaligen 9 Mitgliedsstaaten des RGW gegründet; doch bereits 1965 war das Interkosmos-Programm erarbeitet und 1967 auf Regierungsebene beschlossen worden. 1978 ist die SR Vietnam als 10. Mitglied beigetreten. Die Mitgliedsstaaten von Interkosmos konstruieren und bauen Geräte für die geophysikalischen Höhenraketen ↗Vertikal und die Forschungs-satelliten Interkosmos (↗Interkosmos 2.) sowie für die Sojus-Raumfahrzeuge und Salut-Raumstationen. Innerhalb dieser Zusammenarbeit nehmen seit 1978 auch Kosmonauten sozialistischer Länder an Raumflügen teil. Hauptrichtungen der Forschung, für die es ständige Arbeitsgruppen in der DDR gibt: kosmische Physik (↗Astrophysik) Nachrichtenver-

bindungen, kosmische Meteorologie, kosmische Medizin und Biologie, Fernerkundung der Erde. *Abb. 1.* – Die Interkosmos-Staaten besitzen eigene Bodenstationen zum Empfangen der Meßwerte. ↗Intersputnik.

Interkosmos heißt 2. eine Serie von Forschungssatelliten sozialistischer Länder, die im Rahmen der wissenschaftlichen Vereinigung gleichen Namens (↗Interkosmos 1.) seit 1969 gestartet werden. Der Start erfolgt mit sowjetischen Trägerraketen, die Instrumentierung stammt aus der UdSSR sowie aus der ČSSR, Polen, DDR, Ungarn, Rumänien und Bulgarien. An der Beobachtung und Auswertung nehmen noch die Mongolische VR und Kuba teil.

Nach der Aufgabenstellung lassen sich folgende Gruppen bei den bisher eingesetzten Interkosmos-Satelliten unterscheiden: a) Satelliten zur Untersuchung der Sonne im UV- und Röntgenstrahlungsbereich (Interkosmos 1, 4, 7, 11 und 16); b) Satelliten zur Ionosphärenerkundung (Interkosmos 2, 8, 12, 13, 14, 19); c) Satelliten zur Untersuchung der Magnetosphäre und der Strahlungsgürtel der Erde (Interkosmos 3, 5, 10 und 17).

Diese Interkosmos-Satelliten haben den Standardgrundaufbau der kleineren Kosmos-Satelliten (↗Kosmos). Der Hauptkörper ist zylinderförmig mit einem Durchmesser von 1,1 m. Die beiden Endflächen sind sphärisch, die Länge beträgt etwa 1,8 m. In der vorderen Halbkugel sind vorwiegend wissenschaftliche In-



Interkosmos, Abb. 2: Interkosmos 14

1 Satellitenkörper, 2 Solarzellenflächen, 3 Empfangs- und Sendeantennen

strumente und außen deren Meßwertgeber angebracht. Der zylindrische Mittelteil enthält die Send- und Kommandoempfangsanlagen sowie die Meßwertumsetzer (Kommutatoren). In der hinteren Halbkugel sind die Temperaturregelungsanlage des Satelliten enthalten. Abb. 2. – Die Flugbahnen liegen je nach Aufgabenstellung zwischen 200 bis 500 km (Perigäum) und 250 bis 1700 km (Apogäum) Höhe. Folgende Bahnneigungen kamen vor: 49°, 71°, 74° und 83°. Die Massen der Interkosmos-Satelliten dürften in der Größenordnung von 600 kg liegen. In dieses Programm fügen sich folgende Sonderfälle ein: Bei Nr. 6 wurde der Rückkehrtest des Satelliten nach 4 Tagen Einsatz zur Erde durchgeführt. In seinem Aufbau mag er ↗ Wostok entsprechen haben. Interkosmos 9 diente ausschließlich radioastronomischen Untersuchungen, er trug den Beinamen „Copernicus 500“. Interkosmos 15 diente der Erprobung eines neuen telemetrischen Systems. Interkosmos 20 und 21 (letzterer startete 6. 2. 1981) sind mit dem System SSPI ausgerüstet, einem Gerätekomplex zum Empfangen und zur Rückübertragung von Informationen, die von Datensammelplattformen auf schwer zugänglichen Stellen der Erde einmal täglich mit dem Satelliten empfangen werden. Ferner ist er mit einem Mehrkanalspektrometer für Bio- und Atmosphärenspektrometrische Messungen ausgerüstet.

Auch bei einer Reihe von Satelliten der *Kosmos-Serie* wurden Geräte eingesetzt, die in den am Interkosmos-Programm beteiligten Ländern entwickelt worden waren. Es sind (K = Kosmos, in Klammern Startdatum): K 261 (20. 12. 1968); K 321 (20. 1. 1970); K 348 (13. 6. 1970); K 381 (2. 12. 1970); Meteor 25, 28, 29; Sojus 22 (MKF 6; 15. 9. 1976); K 900 (29. 3. 1977) und Salut 6 (MKF 6; 29. 9. 1977). Für die beiden Biosatelliten Kosmos 782 und 936 lieferten einige am Interkosmos-Programm beteiligte Länder Versuchstiere und Pflanzen.

Die **Internationale Astronautische Föderation**, Abk. *IAF*, ist der Zusammenschluß von etwa 60 nationalen wissenschaft-

lichen Gesellschaften aus über 35 Staaten, die die Förderung der friedlichen Raumfahrt und ihrer technisch-wissenschaftlichen Grundlagen zum Ziel haben. Sie wurde 1951 in London gegründet; Sitz ist Paris. Sie veranstaltet jährlich einen *Internationalen Astronautischen Kongreß*. Die Astronautische Gesellschaft der DDR war seit 1960 Mitglied der IAF, seit 1979 ist die Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt, die jetzige nationale Organisation der DDR, Mitglied.

Die **Internationale Astronomische Union**, Abk. *IAU*, ist eine Vereinigung der Berufsastronomen aller Länder. Sie organisiert die internationale Zusammenarbeit und veranstaltet wissenschaftliche Tagungen. Sie ist 1919 gegründet worden und übernahm die Aufgaben der *Astronomischen Gesellschaft* (gegr. 1863).

internationale Bezeichnung von Raumflugkörpern ↗ astronomische Bezeichnung.

interplanetar oder *interplanetarisch* [(lat. + {griech.}: zwischen den Planeten, d. h. im Sonnensystem befindlich. – Die *interplanetare Materie* sind alle festen Stoffe und Gase, die sich im Raum des Sonnensystems befinden: ↗ Kometen und ↗ Planetoiden (Kleinkörper), der ↗ interplanetare Staub (feste Teilchen) und das ↗ interplanetare Gas.

Das **interplanetare Gas** besteht vor allem aus Protonen und Elektronen, ist also eigentlich ein Plasmastrom. Es strömt aus der Sonnenkorona ab und wird deshalb meistens als ↗ Sonnenwind bezeichnet.

interplanetare Sonden [(lat. + {griech.}], auch *interplanetare Raumflugkörper* ↗ Planetensonden.

Der **interplanetare Staub** besteht aus Teilchen mit Durchmessern von 0,01 bis 0,0001 mm, die den ganzen Raum des Sonnensystems erfüllen. Sie streuen das Sonnenlicht und werden so als ↗ Zodiaklicht sichtbar. Die Dichte dieser Staubwolke nimmt von außen nach innen zu und beträgt in der Nähe der Erde etwa $3 \cdot 10^{-20} \text{ g/cm}^3$. Die Planeten fangen ständig interplanetaren Staub auf; für die Erde ergibt sich daraus ein Massenzuwachs von einigen kg pro Sekunde. Auch die ↗ leuchtenden Nachtwolken werden durch den interplanetaren Staub bewirkt.

Intersputnik [Kunstwort, (lat. + (russ.))] ist eine internationale Organisation innerhalb des Rates für Gegenseitige Wirtschaftshilfe für die gemeinsame Entwicklung und Nutzung von Nachrichtensatelliten. Sie wurde am 15.11.1971 von den 9 sozialistischen Staaten gegründet, die auch innerhalb der wissenschaftlichen Vereinigung \rightarrow Interkosmos seit 1967 zusammenarbeiten: UdSSR, Polen, ČSSR, DDR, Ungarn, Rumänien, Bulgarien, Mongolische VR, Kuba. Später trat die SR Vietnam bei. Intersputnik steht allen Ländern zum Beitritt offen; sie stimmt ihre Tätigkeit mit anderen Organisationen ab, die sich ebenfalls mit der Nutzung von Nachrichtensatelliten beschäftigen.

Die Organisation will ihre Mitglieder an weltweite Funk- und Fernseh- sowie Fernsprech- und Fernschreibverbindungen anschließen. Zu den Einrichtungen von Intersputnik gehören Nachrichtensatelliten, Funkleitstellen und Bodenstationen. Wichtige Einrichtungen stellt die UdSSR kostenlos bzw. gegen Pachtgebühren zur gemeinsamen Nutzung zur Verfügung.

interstellar [(lat.): zwischen den Sternen befindlich.

Die interstellare Absorption [beide (lat.)] ist die \rightarrow Absorption (Schwächung) elektromagnetischer Strahlung, *insbesondere des Lichts*, durch \rightarrow interstellares Gas und \rightarrow interstellaren Staub. Das Gas schwächt bzw. unterdrückt dabei aus dem Licht ferner Sterne die gleichen Frequenzen, welche das Gas – im angeregten Zustand – im eigenen Licht enthält. Dadurch ist es möglich, einzelne Bestandteile des interstellaren Gases festzustellen. Auch im Radiofrequenzbereich tritt eine Absorption durch das interstellare Gas auf.

Der interstellare Staub bewirkt vorwiegend eine \rightarrow Streuung des Lichtes. Sie erfolgt in allen Wellenlängen, wobei der kurzwellige (blaue) Anteil eine wesentlich stärkere Schwächung erfährt. Man spricht daher genauer von einer interstellaren \rightarrow Extinktion.

Das interstellare Gas ist der gasförmige Anteil der im Raum zwischen den Sternen befindlichen \rightarrow interstellaren Materie. Es besteht aus Elektronen, Ionen, Atomen

und Molekülen (\rightarrow interstellare Moleküle), ist in einer dünnen Schicht in der Mittelebene des Milchstraßensystems angeordnet und weitgehend mit \rightarrow interstellarem Staub durchsetzt. Die Dichte ist unterschiedlich; im Mittel beträgt sie 1 Atom pro cm^3 . In der Gasschicht befinden sich dichte Wolken, die kugelförmig, länglich oder von faseriger Struktur sein können. In einer Wolke kann die Dichte bis zu mehreren hundert Atomen pro cm^3 betragen; die Wolkenmassen liegen zwischen einer und 10 Sonnenmassen.

Wie in den Sternen haben auch im interstellaren Gas Wasserstoff und Helium mit zusammen etwa 99% den größten Massenanteil. Die schwereren Elemente sind jedoch seltener als in den Sternen, da sie an die Teilchen des interstellaren Staubes gebunden sind. Im letzten Jahrzehnt wurden im interstellaren Gas auch viele \rightarrow interstellare Moleküle entdeckt.

Das interstellare Gas tritt in 3 Zustandsformen auf. Bereiche neutralen Wasserstoffs heißen *H-I-Gebiete* (sprich: ha-eins). In ihnen beträgt die Temperatur nur 60 bis 100 K. Diese Gebiete senden eine Radiostrahlung auf der Wellenlänge 21 cm („21-cm-Linie“) aus und können somit beobachtet werden, obwohl sie optisch nicht sichtbar sind. Die H-I-Gebiete sind in ein heißes, teilweise ionisiertes *Zwischenwolken-Gas* eingebettet. In der Umgebung heißer Sterne der \rightarrow Spektralklassen O und B ist das Gas durch die energiereiche Strahlung dieser Sterne fast völlig ionisiert und sendet eine schwache Lichtstrahlung aus (*H-II-Gebiete*, Wasserstoff-Emissionsgebiete). Bei genügend hoher Dichte (bis 10000 Teilchen pro cm^3) erscheinen diese Gebiete als helle *Emissionsnebel*. Solche Objekte wurden auch in anderen Sternsystemen beobachtet.

Das **interstellare Magnetfeld** ist ein Magnetfeld, das das gesamte Milchstraßensystem durchsetzt und dessen Feldlinien weitgehend parallel zu den Spiralarmen verlaufen. Es bewirkt eine \rightarrow Polarisation des Sternlichtes, weil es die Teilchen des \rightarrow interstellaren Staubes zueinander parallel ausrichtet. Die magnetischen Induktionen liegen unter einem Milliardstel Tesla.

Die **interstellare Materie** oder auch das *interstellare Medium* [beide (lat.) umfaßt 1. im engeren Sinn das \nearrow interstellare Gas und den \nearrow interstellaren Staub. — 2. Im weiteren Sinn wird dieser Begriff für die Materie verwendet, die nicht in Sternen gebunden ist; dazu zählen außer Gas und Staub auch die kosmische Teilchenstrahlung, die Magnetfelder und das Strahlungsfeld der im wesentlichen von den Sternen ausgesandten Energie.

Der Anteil von Staub und Gas an der interstellaren Materie im Milchstraßensystem macht etwa $\frac{1}{50}$ der Gesamtmasse des Systems aus, die Gasdichte ist etwa 100mal größer als die Staubdichte. Durchschnittlich befindet sich in einem Kubikzentimeter ein Gasatom.

Interstellare Moleküle [beide (lat.) sind die Moleküle (Verbindungen von zwei und mehr Atomen), die im \nearrow interstellaren Gas auftreten. Sie wurden zum größten Teil durch radioastronomische Beobachtungen entdeckt. Ähnlich wie Atome senden sie Strahlung nur bei bestimmten Frequenzen aus (Emission) und absorbieren auch die Strahlung nur in Form von Spektrallinien.

Größere Mengen von Molekülen können im Weltall nur an den Stellen existieren,

wo die Gasdichte genügend hoch ist (einige 10000 Teilchen pro cm^3) und wo sich hinreichend dichte Staubansammlungen befinden. Im ungeschützten interstellaren Raum werden die meisten Moleküle durch die kurzwellige, energiereiche Strahlung der Sterne in verhältnismäßig sehr kurzer Zeit zerstört. Der Staub hingegen schirmt diese Strahlung ab. — Der interstellare Staub beeinflusst auch die Neubildung von Molekülen. Dieser Prozeß ist noch wenig erforscht, da die im interstellaren Raum ablaufenden chemischen Reaktionen auf der Erde nur schwer experimentell untersucht werden können. Man nimmt an, daß sich die Moleküle entweder an den Oberflächen von Staubeilchen bilden oder daß sie im gasförmigen Zustand durch Zusammenstöße entstehen.

Obwohl im interstellaren Raum organische Moleküle gefunden wurden, ist ein biologischer Ursprung sehr zweifelhaft. Die Kompliziertheit lebender Materie ist weit größer als die der bisher gefundenen interstellaren Moleküle. Außerdem zerstört bei der Bildung eines Planeten die freiwerdende Wärme wahrscheinlich alle organischen Moleküle in dem jeweiligen Ausgangsmaterial. *Tab.*

Der **interstellare Staub** ist der feste Anteil

Einige interstellare Moleküle

Entdeckungsjahr	Molekül mit Formel	Wellenbereich
1940	Zyan CN—	UV
1963	Hydroxyl —OH	Mw., Rw.
1968	Ammoniak $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{NH}_3$	Mw.
1969	Wasser H_2O	Mw.
1969	Formaldehyd H—CHO	Mw.
1970	Kohlenmonoxid CO	Mw.
1970	Wasserstoff H_2	UV
1970	Blausäure H—CN	Mw.
1972	Schwefelwasserstoff H_2S	Mw.
1975	Äthanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	Mw.
1975	Schwefeldioxid SO_2	Mw.
1978	Stickstoffoxid NO_2	Mw.
1978	Zyanoktatrain HC_9N	Rw.

UV = Ultraviolett. Mw. = Mikrowellen, Rw. = Radiowellen, in denen die angegebenen interstellaren Moleküle beobachtet worden sind



interstellarer Staub: Pferdekopfnebel im Orion

der im Raum zwischen den Sternen befindlichen \rightarrow interstellaren Materie. Er kann in Gestalt heller und dunkler Nebel beobachtet werden. Die hellen Wolken leuchten, weil sie das Licht benachbarter Sterne reflektieren, die dunklen fallen als scheinbar sternleere Gebiete am Himmel auf. Hier ist der Staub in so großen Massen vorhanden, daß er das Licht der dahinter befindlichen Sterne streut, rötet und im ausgeprägtesten Falle weitgehend absorbiert. Sterne, deren Licht durch interstellare Staubmassen hindurch beobachtet wird, weisen daher einen beträchtlichen \rightarrow Farbexzeß auf. Außerdem wird das Sternlicht durch den Staub polarisiert (\rightarrow Polarisation).

Im \rightarrow Milchstraßensystem ist der interstellare Staub in einer flachen Scheibe in der Symmetrieebene des Systems angeordnet. Die mittlere Staubdichte liegt bei 10^{-26} g/cm³, die Teilchengröße beträgt im Mittel 100 nm. Interstellarer Staub und \rightarrow interstellares Gas kommen meistens gemeinsam vor und stehen in einem ungefährten Massenverhältnis von 1:100.

Der interstellare Staub weist Temperaturen von einigen 10 K auf. In der Umgebung eines Sternes befindliche Staub-

teilchen sind wärmer und senden deshalb Infrarotstrahlung aus; dadurch konnten heiße Staubhüllen um junge Sterne nachgewiesen werden. Aber auch in den ausgedehnten Hüllen alter Sterne wurde Staub nachgewiesen. Über die chemische Zusammensetzung der Staubteilchen gibt es noch keine völlige Klarheit. Es ist aber wahrscheinlich, daß sie zum Teil aus Silikaten bestehen. *Abb.*

Io heißt der erste der 4 großen Jupitermonde. Er besitzt eine Atmosphäre aus Schwefeldioxid (SO₂) und weist eine Vielzahl aktiver Vulkane auf, die Schwefeldioxid und flüssigen Schwefel auswerfen. \rightarrow Tab. Satellit.

Der Ionenstrahltrieb [\rightarrow griech.] ist die Erzeugung von Rückstoß durch das Ausstoßen sehr schneller, elektrisch geladener Teilchen (*Ionen*). Die Moleküle (bzw. Atome) des Arbeitsgases werden durch Kontaktionisation oder durch Stoßionisation (Gasentladung) in Ionen verwandelt und dann in einem elektrischen Feld beschleunigt. In den 70er Jahren wurden verstärkt in Laboratorien wie in Testflügen Triebwerke mit Ionenstrahltrieb (auch *elektrostatische Triebwerke* genannt) erprobt.

Die **Ionisation** oder *Ionisierung* [(lat. (griech.) ist die Bildung von Ionen durch Abtrennung oder Anlagerung von Elektronen an neutrale Atome oder Moleküle. In der Astronomie wird vorwiegend die Abtrennung von Elektronen betrachtet, die zur Entstehung positiver Ionen führt. Sie wird z. B. durch hohe Temperaturen bewirkt, wobei neutrale Teilchen mit großer Energie aufeinanderstoßen. Weitere Ionisationsursachen sind die Einwirkung energiereicher (kurzwelliger) elektromagnetischer Strahlung oder der Stoß durch Elektronen oder andere Teilchen. Die dem Atom oder Molekül übertragene Energie muß mindestens die *Ionisierungsenergie* des betreffenden Elements erreichen.

In der Astronomie ist es üblich, neutrale Atome durch das römische Zahlzeichen I (z. B. HI), einmal ionisierte durch II (z. B. HII) usw. zu kennzeichnen. Der der Ionisation entgegengesetzte Vorgang ist die *Rekombination*.

Die **Ionosphäre** (griech.) ist eine Schicht in der *Erdatmosphäre* in 60 bis 1 000 km Höhe. In ihr erfolgt eine *Ionisation* der atmosphärischen Gase durch die Ultraviolett- und Röntgenstrahlung der Sonne. Nach ihren Eigenschaften unterscheidet man innerhalb der Ionosphäre 4 Schichten. Die Ionosphäre hat eine große Bedeutung für den Weitstreckenfunk-

verkehr über Kurzwellen. Sie reflektiert solche Wellen und macht dadurch den Empfang über große Entfernungen möglich. *Ionosphärenstörungen* durch Einflüsse der Sonnenaktivität haben deshalb Funkstörungen zur Folge. In Höhen zwischen 70 und 150 km fließen elektrische Ströme, deren Magnetfelder auf das Erdmagnetfeld zurückwirken. *Tab.*

Ionosphärenstörungen sind stets ein Zeichen kurzzeitig erhöhter Sonnenaktivität. Die bei einer *chromosphärischen Eruption* freigesetzte Ultraviolettstrahlung wird in der Ionosphäre der Erde absorbiert; dadurch erhöht sich die Anzahl der Ionen und der freien Elektronen. Dieses hat Veränderungen im Verhalten der Ionosphäre gegenüber irdischen Radiowellen, insbesondere aus dem Kurzwellenbereich, zur Folge. Normalerweise reflektieren bestimmte Schichten der Ionosphäre Kurzwellen. Solche Reflexionen, und damit der Kurzwellen-Weitstreckenverkehr, werden nach starken chromosphärischen Eruptionen unterbrochen (*Mögel-Dellinger-Effekt*). Längere Wellen werden gelegentlich gleichzeitig verstärkt reflektiert. Diese Vorgänge können einige Stunden dauern; sie treten nur auf der Tagseite der Erde auf.

Ir: Zeichen für *irreguläre Galaxien*.

Iris 1 *ESRO 2.*

Ionosphäre: Aufbau

Schicht	Höhe in km	Elektronendichte in Elektronen/cm ³		Besonderheiten	Ionisiert werden
		tags	nachts		
D	60 bis 85	10 ² bis 10 ⁴	—	nur nach <i>chromosphärischen</i> Eruptionen für kurze Zeit und nur auf der Tagseite der Erde vorhanden	—
E	85 bis 140	10 ⁵	10 ² bis 10 ³	Ausbildung abhängig vom Sonnenstand; nachts sehr schwach	O ₂
F ₁	140 bis 200	10 ⁵	10 ² bis 10 ³	wie E-Schicht, aber im Winter kaum vorhanden	O, N ₂
F ₂	200 bis 1 000	10 ⁵ bis 10 ⁶	10 ³	gleichmäßig ausgeprägt	O, N ₂

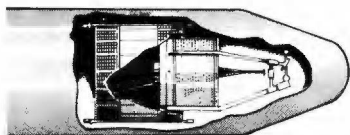
Die **irregulären Galaxien** [(lat. bzw. (griech.), Zeichen *Ir*, sind ↗ Sternsysteme ohne erkennbaren Kern und ohne symmetrischen Aufbau. Sie enthalten von allen Galaxien den größten Anteil an ↗ interstellarer Materie und sehr viele junge Sterne.

Ihre Massen sind mit etwa 10 Md. Sonnenmassen kleiner als die der durchschnittlichen ↗ Spiralnebel. — ↗ Abb. Magellansche Wolken.

ISAS [Abk. von Japanese Institute of Space and Aeronautics Science, engl.] ist das Japanische Institut für Weltraum- und aeronautische Wissenschaft. Das ISAS und die Universität von Tokio sind für wissenschaftliche Forschungssatelliten verantwortlich. ↗ NASDA.

ISEE [Abk. von International Sun-Earth-Explorer, engl., „Internationaler Sonnen- und Erderforschungssatellit“] heißen Forschungssatelliten der USA, von denen ISEE 1 und ISEE 2 am 22. 10. 1977 mit einer Trägerrakete vom Typ ↗ Delta 29 14 gestartet worden sind. Am 12. 8. 1978 wurde ISEE 3 in eine sehr entfernte Bahn gebracht. Die Satelliten dienen dem Studium der Magnetosphäre der Erde. Die ersten beiden erreichten stark exzentrische Flugbahnen mit einem Perigäum von rund 340 km Höhe und einem Apogäum von rund 138 000 km und einer Bahnneigung von 29°. Die Umlaufzeit beträgt rund 3 440 min (rund 2 d 10 h). Beide Raumflugkörper sind zylinderförmig und haben eine Masse von 340 kg bzw. 157 kg. ISEE 1 ist 1,77 m lang bei einem Durchmesser von 1,6 m, ISEE 2 ist 1,2 m lang bei 1,27 m Durchmesser. ISEE 3 erreichte einen Erdbestand von 1,5 Mill. km, bewegt sich also in dem Gebiet, in dem Erd- und Sonnengravitation sich aufheben. Diese außergewöhnliche Bahnlage gestattet es nicht, ihn als Satelliten oder interplanetare Sonde zu bezeichnen. Bisher wurde noch keine offizielle Bezeichnung für die Bahn dieses Raumflugkörpers veröffentlicht. *Abb.*

ISS-1 oder *Ume* heißt ein Ionosphärenforschungssatellit der japanischen ↗ NASDA, der am 29. 2. 1976 mit einer N-Rakete gestartet wurde. Der Satellit mit 135 kg Masse befindet sich in einer



ISEE 1 und 2

kreisähnlichen Bahn in etwa 2500 km Höhe.

ITOS [Abk. von Improved Tiros Operational Satellite, engl., „Verbesserte Tiros-Satelliten“] oder **NOAA** sind vervollkommnete Wetterbeobachtungssatelliten der USA, von denen 7 zwischen 1970 und 1976 gestartet worden sind. Sie umrunden die Erde auf Polarbahnen im Höhenbereich von 1500 km. Der kastenförmige Satellit (1,02 · 1,02 · 1,22 m) hat eine Masse von 340 kg. Als Trägerrakete fanden Thor-Burner 2 und Delta 2310 Verwendung.

IUE [Abk. von International Ultraviolet Explorer, engl., „Internationaler Ultraviolet-Forschungssatellit“] ist ein von der ESA in Zusammenarbeit mit der NASA entwickelter astronomischer Forschungssatellit. Er wurde am 26. 1. 1978 mit einer Trägerrakete vom Typ Delta gestartet und erreichte eine Erdumlaufbahn mit 28,6° Bahnneigung und einer Umlaufzeit von 1435,7 min. Seine Flughöhe liegt zwischen 25 670 und 45 900 km. Hauptinstrument ist ein Spiegelteleskop von 45 cm Öffnung in Verbindung mit 2 Spektrographen. Aufgezeichnet wird der Spektralbereich von 115 bis 325 nm. Untersucht werden sollen Gasströme bei engen Doppelsternen, Spektren schwacher Sterne, Spektren von Sternsystemen und Quasaren sowie von Planeten und Kometen.

J

Jagdhunde oder lat. *Canes Venatici* (Genitiv *Canum Venaticorum*), Abk. *CVn*, heißt ein aus lichtschwachen Sternen

bestehendes Sternbild des Nordhimmels. Es ist zwischen den Sternbildern Großer Bär, Bootes und Haar der Berenike gelegen; ein Teil ist zirkumpolar. Das Sternbild enthält viele außergalaktische Sternsysteme, darunter das Spiralsystem M 51 (*Jagdhundenebel*).

Sigmund Jähn, geb. 13. 2. 1937, ist der erste Raumfahrer der DDR. Er startete am 26. 8. 1978 gemeinsam mit dem sowjetischen Kosmonauten W. Bykowski mit „Sojus 31“ zur Raumstation „Salut 6“. Sie führten an Bord des Orbitalkomplexes „Sojus 29 – Salut 6 – Sojus 31“ gemeinsam mit der 2. Stammbesatzung von „Salut 6“, den Kosmonauten W. Kowaljonok und A. Iwantschenko, wissenschaftlich-technische und medizinisch-biologische Forschungsarbeiten durch, die von Wissenschaftlern der UdSSR und der DDR vorbereitet worden waren (z. B. fotografierten sie die Erdoberfläche mit der Multispektralkamera MKF6). Die Landung erfolgte mit „Sojus 29“ am 3. 9. 1978.

Ein **Jahr** ist der Zeitraum, den die Erde für einen Umlauf um die Sonne benötigt. Ein Umlauf der Sonne von Frühlingspunkt zu Frühlingspunkt ist das *tropische Jahr*; bezieht man den Umlauf der Sonne auf einen Stern, so ist die Zeitdauer das *siderische Jahr*. Der *Kalender* verwendet das *gregorianische Jahr* (365,2425 Tage).
Schaltjahr. *anomalistisches Jahr*.

Das *astronomische Jahrbuch* enthält die *Ephemeriden* der Sonne, des Mondes und der Planeten für ein Kalenderjahr, ferner Angaben über Finsternisse und andere wichtige astronomische Erscheinungen.

Literaturverzeichnis im Anhang, Nr. 37.

Der **Jakobstab** war 1. ein einfaches Visiergerät im Altertum. Es wurde zum Messen von Winkelabständen an der scheinbaren Himmelskugel verwendet. Das Instrument bestand aus einem Visierstab mit verschiebbarem Querholz.

2. Jakobstab heißen auch die 3 „Gürtelsterne“ des Sternbildes *Orion*.

Janus heißt ein Mond des Saturn. *Kalender*. *Satellit*.

Japetus heißt ein Mond des Saturn. *Kalender*. *Satellit*.

Jikinen [(japan.)] *Exos A*.

In **Jodrell Bank** [engl.; sprich *dsehoträl bänk*] (Großbritannien) befindet sich das Radioobservatorium der Universität Manchester mit einem Radioteleskop von 76 m Reflektordurchmesser.

Julianischer Kalender [nach G. Julius Cäsar] *Kalender*.

Julianische Zählung oder *Julianisches Datum* [nach dem Astronomen Scaliger] *Kalender*.

Jungfrau oder lat. *Virgo* (Genitiv *Virginis*), Abk. *Vir*, heißt ein Sternbild, das zum *Tierkreis* gehört. Es kulminiert Ende März um Mitternacht. In ihm liegt der *Herbstpunkt*. Das Sternbild enthält eine große Zahl außergalaktischer Sternsysteme, die den *Virgohaufen* bilden. Die **Juno** ist 1. ein *Planetoid*. Mit einem Durchmesser von 247 km steht sie in der Reihe der Planetoiden an 13. Stelle. Ihr mittlerer Abstand von der Sonne beträgt 2,67 AE; in der Opposition erreicht ihre scheinbare Helligkeit im Mittel 9,6 Größenklassen.

2. Juno [nach der röm. Gottheit] ist eine veränderte militärische Kurzstreckenrakete des US-Heeres vom Typ Redstone. Letztere, Anfang der 50er Jahre entwickelt, war 1960/61 die Trägerrakete für ballistische Flüge.

Mit *Juno 1* oder *Jupiter C* wurde am 1. 2. 1958 der erste USA-Satellit, *Explorer 1*, auf seine Erdumlaufbahn gebracht.

Die 1. Stufe wurde durch Hydine (eine Mischung aus 60% unsymmetrischem Dimethylhydrazin und 40% Diäthylentriamin) und Flüssigsauerstoff angetrieben. Die Brenndauer betrug 150 s. Die Oberstufen bestanden aus gebündelten Feststoffraketen. Als 2. Stufe wirkten 11 ringförmig angebrachte Feststoffraketen. Die 3. Stufe bestand aus 3 Feststoffraketen; die 4. Stufe, die mit dem Satelliten verbunden blieb, war eine dieser Feststoffraketen von 1,17 m Länge und 0,15 m Durchmesser. Der Schub der 1. Stufe betrug 368 kN, der der 2. Stufe 77,5 kN bei 6 s Brenndauer, der der 3. Stufe 21,5 kN und der der 4. Stufe 6,9 kN bei der gleichen

Brenndauer. Die Länge betrug 20,9m, die Startmasse 25,4t, die Nutzmassekapazität lag bei 20kg.

Juno 2 hatte als Grundstufe die Mittelstreckenrakete Jupiter, deren Flüssigkeitstriebwerk mit Kerosin und Flüssigsauerstoff arbeitete. Die 3 Oberstufen entsprachen denen von *Juno 1*. Mit ihr erfolgte der Start der Sonden \nearrow *Pioneer 3* und 4 mit je 6kg Masse und 1958/61 der Start der Satelliten Explorer 6, 7, 8 und 11.

Der **Jupiter** [nach dem röm. Gott] ist der größte und massereichste Planet des Sonnensystems (er enthält 70% der Gesamtmasse aller Planeten). Er gehört zu den \nearrow *jupiterähnlichen Planeten*. \nearrow *Tab. Planet und Tab. Planetensystem*.

Wegen seiner schnellen Rotation ist Jupiter sehr stark abgeplattet. Die beobachtbare Oberfläche ist eine undurchsichtige Wolkenhülle. Sie besteht vermutlich aus Ammoniak- und Eiskristallen sowie Ammoniak- und Wassertropfen. Auffällig sind die zum Äquator parallelen dunklen Streifen, in denen heftige Bewegungen festgestellt wurden. In einem dieser Streifen befindet sich der \nearrow *Große Rote Fleck*. Auf dem Jupiter ist die Sonnenstrahlung 27mal geringer als auf der Erde. An der Wolkenoberfläche herrscht eine mittlere Temperatur von etwa -130°C und ein Druck von rund 100kPa. In den Polregionen ist die Temperatur deutlich niedriger, aber Tag- und Nachtseite weisen die gleiche Temperatur auf.

In der Atmosphäre, die nur bis etwa 1000km über die sichtbare Wolkendecke hinausreicht, wurden Wasserstoff (H_2), Helium (He), Methan (CH_4), Ammoniak (NH_3) und Wasser festgestellt. Im wesentlichen aber besteht Jupiter aus Wasserstoff und Helium und hat damit eine der Sonne und den Sternen entsprechende Zusammensetzung. Die tieferen Schichten des Planeten sind zunehmend dichter und heißer; eine scharfe Grenze zwischen dem gasförmigen und dem flüssigen Zustand gibt es nicht. Ein Kern von etwa 15000km Durchmesser besteht wahrscheinlich aus Eisen und Silikaten, darum erstreckt sich ein 40000 bis 50000km

dicker Mantel aus flüssig-metallischem Wasserstoff. Die Temperatur im Kern wird auf 30000°C geschätzt.

Jupiter strahlt 2- bis 3mal mehr Energie ab als er von der Sonne erhält. Es muß also in ihm noch eine Energiequelle geben, die auch starke Strömungen und Wirbelstürme in der Jupiteratmosphäre hervorruft.

Jupiter besitzt ein Magnetfeld, dessen Feldstärke an der Wolkenobergrenze zehnmal stärker als das Erdmagnetfeld an der Erdoberfläche ist und das bis in eine Entfernung von über 6,5Mill. km nachgewiesen wurde. In ihm sind Elektronen und Protonen eingefangen, die einen scheibenförmigen Strahlungsgürtel bilden. Auf der sonnenabgewandten Seite ist dieses Magnetfeld zu einem langen Magnetschweif auseinandergezogen. Jupiter ist auch Quelle einer Teilchenstrahlung. Er wird von einem schwachen, von der Erde aus unsichtbaren Ring umgeben.

Um den Planeten bewegen sich 14 Monde, von denen die 4 hellsten bereits im Feldstecher beobachtbar sind und möglicherweise Atmosphären besitzen. – \nearrow *Tab. Satellit*. – *Abb.*



Jupiter mit dem Schatten seines Mondes Io. Aufgenommen von Pioneer 10

Jupiter C \nearrow *Juno*.

Als *jupiterähnliche Planeten* bezeichnet man die Planeten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun. Sie haben wesentlich größere Durchmesser, größere Massen und kleinere mittlere Dichten als die \nearrow *erd-*

ähnlichen Planeten. Eine genauere Unterteilung unterscheidet innerhalb der jupiterähnlichen Planeten zwischen *großen* (Jupiter und Saturn) und *äußeren Planeten* (Uranus und Neptun). Auch \nearrow Pluto ist – im Gegensatz zu früheren Angaben – hinsichtlich seiner Dichte und mutmaßlichen Zusammensetzung ein jupiterähnlicher Planet, jedoch nimmt er bezüglich Masse und Durchmesser eine Sonderstellung ein.

K

Der **Kalender** [lat.] ist ein System zur Zeiteinteilung in große Einheiten. Alle Kalender verwenden als Zeitmaß den Tag

(Sonntag) und stellen (unterschiedlich viele) Tage zu größeren Einheiten (Woche, Monat) zusammen.

Kalender lassen sich nur nach 3 Gesichtspunkten aufstellen: a) nach der Umlaufzeit der Erde um die Sonne (365,2422 Tage; tropisches Sonnenjahr); b) nach der Umlaufzeit des Mondes um die Erde (12 synodische Monate = 1 Mondjahr zu 354,3671 Tagen); c) als Kombination aus a und b.

Der in Mitteleuropa allgemein benutzte Kalender ist der *Gregorianische*. Das gregorianische Jahr ist ein Sonnenjahr und hat 365,2425 Tage; es unterscheidet sich vom tropischen Sonnenjahr nur um 0,0003 Tage. Da ein Kalender nur ganze Tage enthalten kann, müssen sich Jahre mit unterschiedlicher Länge abwechseln, um nach einigen Jahren wieder eine größtmögliche Annäherung an den wahren

Kalender: einige gebräuchliche Kalender

Bezeichnung	Jahreslänge	Besonderheiten
Gregorianischer Kalender	Gemeinjahr 365 Tage Schaltjahr 366 Tage	meistverwendeter Kalender; heutige Jahreszählung erst um 607 u. Z. eingeführt
Julianischer Kalender	Gemeinjahr 365 Tage Schaltjahr 366 Tage	Im deutschsprachigen Raum teilweise bis in das 18. Jh. in Gebrauch. Jahreszählung häufig seit der sagenhaften Gründung Roms (753 v. u. Z.)
Persischer Kalender	Gemeinjahr 365 Tage Schaltjahr 366 Tage	Jahreszählung seit der Thronbesteigung des Perserkönigs Kyros II. (558 v. u. Z.)
Mohammedanischer Kalender	Gemeinjahr 354 Tage Schaltjahr 355 Tage	Jahreszählung seit der Flucht Mohammeds (622 u. Z.)
Jüdischer Kalender	Gemeinjahr 353 oder 354 oder 355 Tage Schaltjahr 383 oder 384 oder 385 Tage	Jahreszählung seit 3761 v. u. Z.; recht komplizierter Kalender
Chinesischer Kalender	Gemeinjahr 353 oder 354 oder 355 Tage Schaltjahr 383 oder 384 oder 385 Tage	Jahresbeginn ist der Neumondtag, an dem die Sonne im Tierkreiszeichen Wassermann steht
Julianische Zählung (Julianisches Datum)	–	In der Astronomie häufig verwendete durchgehende Zählung der Tage. Tagesbeginn ist 12 ^h Weltzeit, Zählungsbeginn der 1. 1. 4713 v. u. Z. – Der 1. 1. 1980, 13.00 Uhr MEZ, hat das Julianische Datum 2444240,00

Zeitverlauf zu erreichen. Es folgen nach dem Gregorianischen Kalender auf 3 Gemeinjahre ein Schaltjahr. Durch eine weitere Schaltregel wird die verbleibende Abweichung sehr gering gehalten (\nearrow Schaltjahr). — Der Vorläufer des Gregorianischen Kalenders, der Julianische Kalender, wurde im Römischen Reich 46 v. u. Z. eingeführt (damals gab es einmalig ein Jahr mit 445 Tagen, um den Kalender mit dem wahren Zeitverlauf in Übereinstimmung zu bringen). Das julianische Jahr enthält 365,2500 Tage, daher entsteht im Laufe der Zeit eine beträchtliche Differenz zwischen ihm und dem tropischen Jahr (1 Tag innerhalb von 130 Jahren). Dieser Kalender ist in manchen Kirchen zur Berechnung der kirchlichen Feiertage noch heute in Gebrauch. *Tab.*

Kallisto heißt der 4. große Jupitermond. Ihre Oberfläche ist mit Kratern übersät und wahrscheinlich mit Eis bedeckt. \nearrow *Tab.* Satellit.

Kanopus oder *Canopus* [(griech., vielleicht nach dem Steuermann des Menelaos in der griech. Sage), Abk. α Car, heißt der hellste Stern, ein Überriese, im Sternbild Schiffskiell am Südhimmel. Wegen seiner großen scheinbaren Helligkeit von $-0,77$ Größenklassen — er ist nach Sirius der hellste Stern des Himmels — wird er bei Raumfahrtunternehmen oft als Orientierungspunkt benutzt. In Mitteleuropa ist Kanopus nicht sichtbar.

Immanuel Kant, geb. 22. 4. 1724, gest. 12. 2. 1804, war ein Philosoph, der sich in den jüngeren Jahren auch mit naturwissenschaftlichen Problemen beschäftigte. Er vertrat als erster die (materialistische) Ansicht, daß auch im Weltall eine Entwicklung stattfindet und erarbeitete eine Theorie über die Entstehung des Sonnensystems („Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels“, 1755). Damit wurde er der Begründer der wissenschaftlichen Kosmogonie.

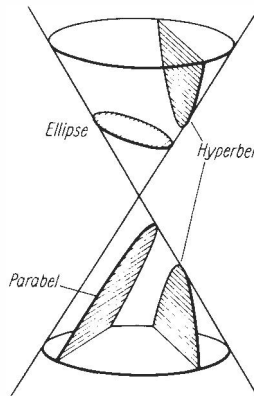
Kapella oder *Capella* [(lat., „Ziege“), Abk. α Aur, heißt der Hauptstern des Sternbildes Fuhrmann. Er ist ein gelber Riesenstern mit der scheinbaren Helligkeit 0,09 Größenklassen, er hat einen unsichtbaren Begleiter. Kapella ist in

Mitteleuropa zirkumpolar, kann also in jeder klaren Nacht gesehen werden.

Die **Kassiopeja** oder lat. *Cassiopeia* (Genitiv *Cassiopeiae*), Abk. *Cas*, heißt ein zirkumpolares Sternbild des nördlichen Himmels. Durch die kennzeichnende W-Form („Himmels-W“) ist es sehr leicht aufzufinden. Die Kassiopeja befindet sich in bezug auf den Polarstern etwa dem Großen Bären gegenüber.

Kastor oder lat. *Castor*, Abk. α Gem., ein Mehrfachstern, ist der nach \nearrow Pollux hellste Stern des Sternbildes Zwillinge; 2 bläulichweiße Sterne 2. und 3. Größe und ein rötlicher Stern von 9,5 Größenklassen haben je einen weiteren Begleiter. Kastor ist also ein Sechsfachstern.

Der **Kegelschnitt** ist die ebene Schnittfigur eines geraden Kreiskegels mit einer Ebene. Wenn die Ebene nicht durch die Kegelspitze verläuft, können — je nach dem Winkel zwischen der Ebene und der Grundkreisebene des Kegels — *Kreise*, \nearrow *Ellipsen*, \nearrow *Parabeln* oder \nearrow *Hyperbeln* entstehen. *Abb.*



Kegelschnitt: Entstehung der Kegelschnitte

Kennedy-Raumflugzentrum \nearrow Cape Canaveral.

Der **Kentaur** oder lat. *Centaurus* (Genitiv *Centauri*), Abk. *Cen*, heißt ein in Mitteleuropa unsichtbares Sternbild des Südhimmels. In der Nähe seines Hauptsternes

Toliman (α Cen) befindet sich \nearrow Proxima Centauri, der Stern mit der geringsten Entfernung von der Sonne.

Der **Kepheus** (oder lat. *Cepheus* (Genitiv *Cephei*), Abk. *Cep.* heißt ein zirkumpolares Sternbild am Nordhimmel. Der bekannteste Stern in ihm ist *Delta Cephei*, ein \nearrow Pulsationsveränderlicher, dessen Radius sich mit einer Periode von 5,37 Tagen um etwa 2,7 Mill. km ändert. Nach ihm sind die \nearrow Delta-Cephei-Sterne benannt.

Johannes **Kepler**, geb. 27. 12. 1571, gest. 15. 1. 1630, war Mathematiker und Astronom, einer der Begründer der klassischen Naturwissenschaften. 1601/12 war er kaiserlicher Mathematiker und Astronom in Prag. Hier fand er nach jahrelangen Berechnungen die mathematische Beschreibung der Planetenbewegung (die 3 *Keplerschen Gesetze*), wobei er die Beobachtungsergebnisse seines Amtsvorgängers T. \nearrow Brahe nutzte. Das heliozentrische Weltbild des Kopernikus war somit verbessert worden und durch Beobachtungen genau belegt. Keplers Berechnungen bewiesen die Überlegenheit des heliozentrischen Weltbilds. Von Kepler stammen auch die theoretischen Grundlagen des astronomischen Fernrohrs.

Keplersche Gesetze [nach J. Kepler] heißen 3 Bewegungsgesetze der Himmelsmechanik, die die Bewegung eines Himmelskörpers im Schwerfeld eines anderen mathematisch beschreiben. Sie gelten für die Bewegungen der Planeten um die Sonne ebenso wie für die Bewegung eines Satelliten (Mond, Raumflugkörper) um seinen Planeten. Auf die Planetenbewegung im Sonnensystem angewendet, lauten die Keplerschen Gesetze: 1. Die Bahnen der Planeten sind Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. – 2. Der Leitstrahl Sonne-Planet überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen (d. h. ein Planet bewegt sich im sonnennahen Teil seiner Bahn schneller als im sonnenfernen). – 3. Die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Planeten verhalten sich wie die dritten Potenzen der großen Halbachsen ihrer Bahnen (d. h. die Umlaufzeit ist desto größer und die

Bahngeschwindigkeit desto kleiner, je weiter sich eine Planetenbahn von der Sonne entfernt befindet). – Das 3. Keplersche Gesetz ist in dieser Form eine Näherung, da in ihm die Planetenmassen gegen die Sonnenmasse vernachlässigt werden. – \nearrow Zweikörperproblem.

Der **Kern der Galaxis** [(griech.) ist das zentrale Gebiet des Milchstraßensystems. Er befindet sich in Richtung auf das Sternbild Schütze, ist jedoch optisch von der Erde aus nicht sichtbar, da dichte und große Staubwolken alles Licht absorbieren. Nur Infrarot- und Radiostrahlung kann diese Staubmassen durchdringen. Der Kern der Galaxis ist ellipsoidisch geformt, er hat eine Dicke von rund 300 pc. In ihm befindet sich eine Scheibe aus Wasserstoff und in deren Zentrum eine Anzahl starker Radio- und Infrarotquellen von nur 10 pc Durchmesser. Hier ist wahrscheinlich das eigentliche Zentrum des Milchstraßensystems zu suchen. – \nearrow Abb. Milchstraßensystem.

Die **Kernfusion** [(lat.) ist die Verschmelzung mehrerer leichter Atomkerne zu einem neuen, stabilen Atomkern. Dabei können zusätzlich ein oder mehrere Elementarteilchen (z. B. Positronen, Protonen, Neutrinos) frei werden. Bei vielen Kernfusionsprozessen werden bedeutende Energiemengen freigesetzt (\nearrow Energiefreisetzung).

Damit 2 Atomkerne miteinander verschmelzen können, müssen sie einander sehr nahe gebracht werden, weil die Reichweite der zur Verschmelzung führenden Kernkräfte sehr klein ist. Wegen der gleichnamigen (positiven) Ladung der Kerne wirkt aber zwischen ihnen eine starke elektrostatische Abstoßung. Deshalb ist zur Einleitung einer Kernfusion eine sehr hohe Temperatur erforderlich, damit die Atomkerne infolge ihrer großen thermischen Energie die Abstoßung überwinden können. Für die im Innern der Sterne ablaufenden Kernfusionen gelten folgende Anlaufftemperaturen: Wasserstofffusion (Endprodukt Helium) 4 bis 10 Mill. K; Heliumfusion (Endprodukt Sauerstoff) 100 Mill. K; Sauerstofffusion (Endprodukt Silizium) 1 Md. K; Siliziumfusion (Endprodukt Eisen) 2 Md. K.

Der **Kernschatten** \rightarrow Finsternis.

Nikolai Iwanowitsch **Kibaltschitsch**, geb. 31. 10. 1845, hingerichtet 15. 4. 1881, war ein russischer Wissenschaftler. Er beschäftigte sich um 1880 mit den Ideen des Raketenantriebs. Er skizzierte u. a. verschiedene Gedanken eines Pulverraketenantriebs. Als Revolutionär wurde er 1881 hingerichtet. Seine Pläne für weitere Arbeiten fand man erst 1918.

Kiel \rightarrow Schiffskiel.

Kiku 1 \rightarrow ETS.

Das **Kiloparsek**, Kurzzeichen *kpc*, ist eine Maßeinheit der Entfernung (\rightarrow Parsek).

$1 \text{ kpc} = 1000 \text{ pc} = 326\,000 \text{ Lj} = 3,086 \cdot 10^{16} \text{ km}$.

Zum Beispiel sind der Krebsnebel 1,2 kpc, das Zentrum der Milchstraße 10 kpc, der Andromedanebel 540 kpc entfernt.

Die **kinetische Temperatur** \rightarrow Temperatur.

Kleiner Bär oder lat. *Ursa Minor* (Genitiv *Ursae Minoris*), Abk. *UMi*, heißt das Sternbild, in dem sich der nördliche Himmelspol befindet. Sein hellster Stern ist der etwa 1° vom Pol entfernte \rightarrow Polarstern. Das Sternbild wird wegen seiner Ähnlichkeit mit dem Großen Wagen auch als *Kleiner Wagen* bezeichnet.

Kleiner Hund oder lat. *Canis Minor* (Genitiv *Canis Minoris*), Abk. *CMi*, heißt ein kleines Sternbild des Nordhimmels, das Mitte Januar gegen Mitternacht kulminiert. Sein Hauptstern \rightarrow Prokyon gehört zum Wintersechseck.

Kleiner Löwe oder lat. *Leo Minor* (Genitiv *Leonis Minoris*), Abk. *LMi*, heißt ein wenig bekanntes, kleines Sternbild am nördlichen Himmel. Es befindet sich zwischen den Sternbildern Großer Bär und Löwe und kulminiert Ende Februar gegen Mitternacht.

Kleiner Planet \rightarrow Planetoid.

Kleiner Wagen \rightarrow Kleiner Bär.

Kleine Wasserschlange, mitunter auch: *männliche* oder *südliche Wasserschlange*, oder lat. *Hydrus* (Genitiv *Hydri*), Abk. *Hyr*, heißt ein Sternbild in der Nähe des Himmelssüdpols. In Mitteleuropa ist es nicht zu sehen. \rightarrow Wasserschlange.

Als **Knoten** bezeichnet man diejenigen Punkte in der Bahn eines Himmelskörpers, in denen die Bahn die Ebene der

Ekliptik durchstößt. Beim Übertritt von Süd nach Nord durchläuft der Himmelskörper den *aufsteigenden*, bei der Bewegung nach Süden den *absteigenden* Knoten. Die beiden Knoten werden durch die *Knotenlinie* miteinander verbunden. Bei der Mondbahn sind die Knoten bedeutsam für das Zustandekommen von \rightarrow Finsternissen. \rightarrow Abb. Mondbahn. — Die Länge des aufsteigenden Knotens ist eines der \rightarrow Bahnelemente.

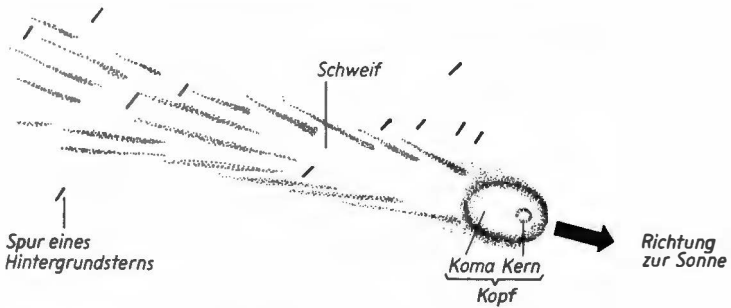
Die **Kohlenstoffsterne** oder *C-Sterne* sind Sterne der \rightarrow Spektralklassen R und N. In ihren Spektren treten Banden von Zyan und Kohlenmonoxid auf. Die Kohlenstoffsterne haben niedrige Temperaturen und leuchten deshalb rötlich.

Der **Kolur** [(griech.)] ist ein ausgewählter \rightarrow Längenkreis an der scheinbaren Himmelskugel. Man unterscheidet den durch Frühlings- und Herbstpunkt führenden *Kolur der Tagundnachtgleichen* (Äquinoxtialkolur) und den durch Sommer- und Winterpunkt der Ekliptik verlaufenden *Kolur der Sonnenwenden* (Solstitialkolur).

Die **Koma** [(griech.): 1. \rightarrow Komet, 2. \rightarrow Abbildungsfehler.

Der **Komet** [(lat. (griech.)] ist ein Himmelskörper, der sich im Sonnensystem auf einer meist sehr langgestreckten Ellipsenbahn um die Sonne bewegt. In den sonnenfernen Bereichen ihrer Bahnen befinden sich die meisten Kometen weit außerhalb der Plutobahn. Sie bestehen aus gefrorenen Gasen (zu $9/10$) und Meteoritenstaub (zu $1/10$) und haben Durchmesser zwischen 1 und 200 km. Das Gasgemisch setzt sich aus Molekülen von Methan (CH_4), Ammoniak (NH_3), Wasser (H_2O), Stickstoff (N_2), Kohlendioxid (CO_2) und Dizyan (C_2N_2) zusammen. Wahrscheinlich überwiegt Wassereis. Diese Gebilde heißen *Kometenkerne*. Sie sind in der Regel unsichtbar.

Bei Annäherung an die Sonne auf 5 bis 3 AE verflüchtigen sich die Gase und bilden eine den Kern umgebende Wolke, die *Koma*. Zum Teil werden die darin enthaltenen chemischen Verbindungen durch die energiereiche Strahlung der Sonne zerlegt, so daß einfachere Substanzen entstehen (z. B. CN, CH, CO,



Komet, Abb. 1

OH). Gleichzeitig regt die kurzwellige Sonnenstrahlung die Gase zum Eigenleuchten an, so daß die Koma als verschwommene Wolke sichtbar wird. Sie bewegt sich relativ schnell unter den Sternen am Himmel weiter; Durchmesser und scheinbare Helligkeit nehmen zu. In 1 bis 2 AE Entfernung von der Sonne treibt der Druck des \nearrow Sonnenwindes und – in geringerem Maße – der Strahlungsdruck des Sonnenlichtes Moleküle aus der Koma heraus. Der *Schweif* des Kometen entsteht, der im Perihel seine größte Ausdehnung erreicht und stets von der Sonne weggerichtet ist. In ihm können wolken- oder strahlenförmige Einzelhei-

ten auftreten, in denen sich die Teilchen mit Geschwindigkeiten bis zu 1000 km/s bewegen. Auch feste Teilchen aus dem Kern werden dabei mitgerissen. Wenn sich der Komet nach dem Durchgang durch das Perihel wieder von der Sonne entfernt, verkleinern sich Schweif und Koma bis zum völligen Verschwinden. Wahrscheinlich entstanden die Kometen bei der Bildung der jupiterähnlichen Planeten. Sie sind demnach überschüssiges Material, das in die äußeren Gebiete des Sonnensystems geriet. Die *kurzperiodischen* Kometen, die die Sonne in geringeren Entfernungen (etwa bis 30 AE) umlaufen, sind wahrscheinlich durch die



Komet, Abb. 2

Gravitationswirkung der Planeten aus ihren ursprünglichen Bahnen gedrängt worden.

Kometen verlieren bei jedem Periheldurchgang an Masse, da die Koma und der Schweif ständig abströmen. Daher können sie höchstens 1 Mill. Jahre in dem gegenwärtig beobachteten Zustand bestehen. Sie lösen sich allmählich auf; die festen Bestandteile bewegen sich als ↗ Meteorite im Raum weiter. Durchläuft die Erde einen solchen Meteoritenstrom, so ist eine starke Häufung von ↗ Meteoriten zu beobachten. 2 Abb., Tab.

Der **Kometensucher** ist ein Fernrohr mit hoher Lichtstärke und großem Sehfeld, das sich zur Beobachtung lichtschwacher, flächenhafter Objekte besonders eignet.

Kommunikationssatelliten [(lat.) ↗ Nachrichtensatelliten.

Kompaktgalaxien [(lat.) sind besonders stark konzentrierte ↗ Sternsysteme in großer Entfernung vom Milchstraßensystem. Sie können veränderlich sein, also plötzliche oder langsame Helligkeitsänderungen zeigen. Gegenüber normalen Galaxien haben die Kompaktgalaxien sehr kleine Winkeldurchmesser (10" bis weniger als 1") und ähneln etwas verwachsen abgebildeten Sternen. Schätzungsweise $\frac{1}{4}$ aller Sternsysteme sind Kompaktgalaxien.

Der **Komparator** [(lat.) ist ein Auswertungsgerät für fotografische Himmelsaufnahmen. Er dient dazu, 2 Aufnahmen der gleichen Himmelsgegend auf Veränderungen und Abweichungen zu untersuchen. Beim **Blinkkomparator** fällt durch eine besondere optische Vorrichtung der Blick des Beobachters abwechselnd auf die beiden Aufnahmen. Ein Stern, der auf beiden Aufnahmen unterschiedlich hell ist (z. B. ein Veränderlicher), zeigt sich dabei durch rhythmisches „Blinken“. – Die **Stereokomparator** ordnet jedem Auge des Betrachters eine Aufnahme zu. Objekte, die auf den beiden Aufnahmen unterschiedlich abgebildet sind, fallen hier durch einen stereoskopischen Effekt auf.

Kompaß [(ital. (lat.) oder lat. *Pyxis* (Genitiv *Pyxidis*), Abk. *Pyx.* ist der Name eines unscheinbaren Sternbildes am Südhimmel, das in Mitteleuropa Anfang Februar um Mitternacht knapp über dem Südhorizont kulminiert.

Die **Komponente** [(lat., „Bestandteil“) ↗ Doppelstern.

Die **Konjunktion** [(lat.) ist eine besondere Stellung zweier Gestirne zueinander an der scheinbaren Himmelskugel. Die Gestirne befinden sich dann auf dem gleichen ↗ Längskreis. Ein Planet, der sich in Konjunktion zur Sonne befindet, steht

Komet: einige kurzperiodische Kometen

Name	Umlaufzeit in Jahren	Geringste Entfernung von der Sonne in AE	In Sonnennähe im
Encke	3,3	0,3	Dezember 1980
Grigg-Skjellerup	4,9	0,9	April 1977
Honda-Mrkos-Pajdušáková	5,2	0,6	Dezember 1974
Tempel 2	5,3	1,4	Februar 1967
Tempel-Swift	5,7	1,2	Dezember 1969
Pons-Winnecke	6,1	1,2	April 1970
Perrine-Mrkos	6,5	1,2	November 1968
Wirtanen	6,7	1,6	Oktober 1967
d' Arrest	6,7	1,4	August 1976
Crommelin	27,9	0,7	Oktober 1956
Halley	76,0	0,6	April 1910

in der Regel gleichzeitig mit der Sonne am Tageshimmel, bleibt also zeitweilig unsichtbar. Bei den inneren Planeten Merkur und Venus unterscheidet man *obere* und *untere Konjunktion*. — \nearrow Abb. Opposition, \nearrow Tab. Konstellation.

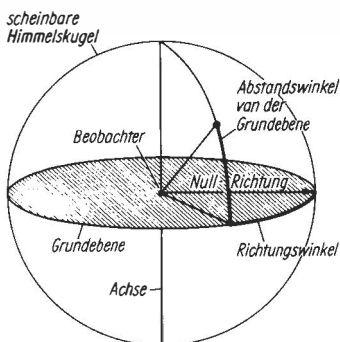
Die **Konstellation** [(lat.)] ist die Stellung zweier Gestirne relativ zueinander an der scheinbaren Himmelskugel. Sie wird gemessen an der Differenz der ekliptikalischen Längen (Winkelabstand). Die Konstellation eines Gestirns zur Sonne ist wesentlich für seine Sichtbarkeit. Wichtige Konstellationen sind \nearrow Konjunktion und \nearrow Opposition. — \nearrow Tab.

Das **Kontinuum** [(lat.) \nearrow Spektrum.

Die **Kontraktion** [(lat.)] ist die Zusammenziehung, Verkleinerung eines Körpers. Sie hat bei Gas-Staub-Wolken Bedeutung für die Temperaturerhöhung bei der \nearrow Sternentstehung. Sterne setzen in bestimmten Phasen ihrer Entwicklung beträchtliche Energiemengen durch Kontraktion frei.

Die **Konvektion** [(lat.)] ist eine Strömungsbewegung, die durch Temperaturunterschiede hervorgerufen wird. In der Astronomie kann Konvektion im Inneren und in den Atmosphären der Sterne auftreten; sie ist dort ein sehr effektives Mittel für den Energietransport. Konvektion wird wirksam, wenn die im Sterninneren freigesetzte Energie durch die Strahlung allein nicht abgeführt werden kann.

Koordinaten [(lat.)] sind Zahlen, die die



Koordinaten: Aufbau eines astronomischen Koordinatensystems

Lage eines Punktes (z. B. Objekte) auf einer Fläche oder im Raum kennzeichnen. Sie werden in der Astronomie verwendet, um den Ort eines Gestirns an der scheinbaren Himmelskugel eindeutig festzulegen. Es handelt sich dabei um (jeweils 2) *sphärische Koordinaten*, die in Winkelmaß ($^{\circ}$, $'$, $''$) oder in Zeitmaß (h, min, s) gezählt werden. Je nach der gewählten Grundebene unterscheidet man verschiedene Koordinatensysteme. *Abb., Tab.*

Das **Koordinatenmeßgerät** [(lat.)] ist ein Auswertungsgerät für Himmelsfotografien, das zum Ausmessen der Sternpositionen auf solchen Aufnahmen dient. Es arbeitet — mit Mikroskopoptik ausgerüstet — mit einer Genauigkeit von 0,001 mm.

koordinierte Weltzeit \nearrow Zeit.

Konstellation: wichtige Konstellationen der Planeten zur Sonne

Bezeichnung	Längendifferenz	Stellung des Planeten	Sichtbarkeit des Planeten
<i>Opposition</i>	180°	Planet gegenüber der Sonne	Planet die ganze Nacht hindurch sichtbar
<i>Quadratur</i>	90°	Planet rechts oder links der Sonne	Planet am Morgen- oder am Abendhimmel sichtbar
<i>Obere Konjunktion</i>	0°	Planet jenseits (hinter) der Sonne	Planet unsichtbar
<i>Untere Konjunktion</i>	0°	Planet diesseits (vor) der Sonne	Planet unsichtbar

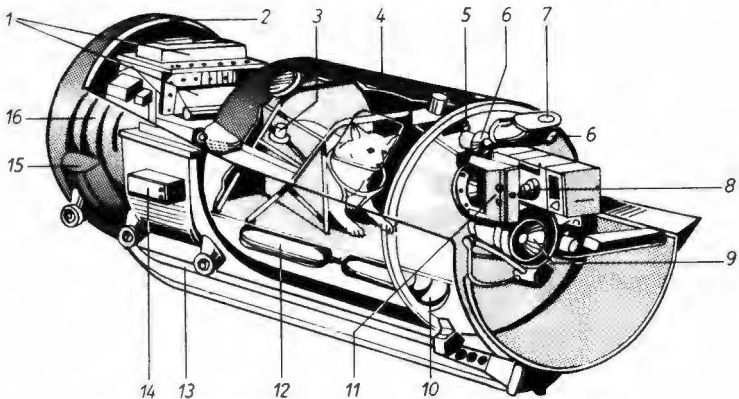
Das **kopernikanische Weltbild** \rightarrow heliozentrisches Weltbild.

Nikolaus **Kopernikus**, auch *Copernicus* [lat.] oder *Mikołaj Kopernik* [poln.], geb. 19.2.1473, gest. 24.5.1543, war ein polnischer Astronom, Arzt und Domherr. Er erkannte, daß sich die Planeten – unter ihnen die Erde – um die Sonne bewegen. Mit seinem Buch „Über die Umlaufbewegungen der Himmelskörper“ (1543

erschien) verhalf er diesem \rightarrow heliozentrischen Weltbild zum Durchbruch. Seine Lehre wurde in der Folgezeit heftig bekämpft und von der katholischen Kirche bis in das 19. Jh. hinein verboten. – Im kopernikanischen heliozentrischen Weltbild bewegen sich die Planeten auf exzentrischen *Kreisbahnen* um die Sonne. Wegen dieser falschen Annahme über die Bahnform traten erhebliche Abweichun-

Koordinaten: astronomische Koordinatensysteme

System	Grundebene	Koordinaten Abstand von der Grundebene	Richtungswinkel
Horizontsystem	Ebene des Horizonts	Höhe (im Winkelmaß)	Azimut (im Winkelmaß)
Ruhendes Äquatorsystem	Ebene des Himmelsäquators	Deklination (im Winkelmaß)	Stundenwinkel (im Zeitmaß)
Rotierendes Äquatorsystem	Ebene des Himmelsäquators	Deklination (im Winkelmaß)	Rektaszension (im Zeitmaß)
Ekliptiksystem	Ebene der Ekliptik	ekliptikale Breite (im Winkelmaß)	ekliptikale Länge (im Winkelmaß)
Galaktisches System	Ebene des galaktischen Äquators	galaktische Breite (im Winkelmaß)	galaktische Länge (im Winkelmaß)



Korabl-Sputnik: Nutzlastbehälter

1 Gerätebehälter, 2 Wandung des Nutzlastbehälters, 3 Meßgerät für Bewegungsaktivität, 4 Behälter für Versuchstier, 5 Mikrofon, 6 Ventile, 7 Antenne des Funkortungssystems, 8 Fernsehkamera, 9 Ventilation, 10 Fütterungsautomat, 11 Spiegel, 12 Luftversorgung, 13 Katapultiereinrichtung, 14 Funkortungssystem, 15 Heizbatterie, 16 Batterie

gen der errechneten von den beobachteten Planetenörtern auf, die anfänglich zur Ablehnung des kopernikanischen Weltbildes – auch durch die Astronomen – führten. Erst 1609 erkannte J. ↗ Kepler, daß die Planetenbahnen Ellipsenform haben.

Korabl-Sputnik (Schiff, russ.) hieß eine Serie von 5 unbemannten Raumflugkörpern der UdSSR, die 1960/61 als Muster der später verwendeten (bemannten) ↗ Wostok eingesetzt wurde. Sie diente auch der Vorbereitung des ersten Raumfluges eines Menschen. Die Masse, Form und Abmessungen sowie die Lage der Bahn der Korabl-Sputniks entsprachen denen von Wostok. *Abb.*

Korabl-Sputnik 1 startete am 15. 5. 1960 und gelangte wegen eines Fehlers im Orientierungssystem auf eine höhere Flugbahn. *Korabl-Sputnik 2*, gestartet am 19. 8. 1960, hatte 2 Hunde (Bjelka und Strjelka) sowie zahlreiche andere Lebewesen (Mäuse, Ratten, Insekten, Tradeskantien, Chlorella-Algen, Mais- und Zwiebelsamen u. a.) an Bord. Die Rückkehrkabine mit allen Lebewesen landete am 20. 8. 1960. Beim 3. derartigen Versuch am 1. 12. 1960 verglühte die Rückkehrkabine wegen fehlerhaften Eintauchens in dichtere Atmosphärenschichten. Erfolgreich verliefen die Flüge und Landungen der Korabl-Sputniks 4 und 5 am 9. 3. und 25. 3. 1961 mit jeweils einem Hund (Tschermuschka und Swjodsotschka) an Bord.

Sergej Pawlowitsch **Koroljow**, geb. 12. 1. 1906, gest. 14. 1. 1966, einst Schüler K. E. Ziolkowskis, war der bedeutendste Konstrukteur sowjetischer Trägerraketen und Raumflugkörper. Unter seiner Leitung als Chefkonstrukteur wurden Wostok und Woßchod sowie verschiedene Satelliten, Raum- und Planetenson- den entwickelt.

Die **Korona** [(lat. <griech., „Kranz“, „Krone“) oder *Sonnenkorona* ist die Gashülle der Sonne, die äußerste Schicht der Sonnenatmosphäre (↗ Photosphäre, ↗ Chromosphäre; ↗ Sonne). Das Eigenleuchten der Korona beträgt nur ein Millionstel der Photosphärenhelligkeit, es ist so schwach, daß sie normalerweise

ohne Hilfsmittel nicht gesehen werden kann. Lediglich bei totalen Sonnenfinsternissen erscheint sie während der Totalität als schwacher, ausgedehnter Strahlenkranz um die verfinsterte Sonne. – Die Korona besteht vorwiegend aus Protonen und Elektronen; auch ionisierte Atome anderer Elemente kommen vor. Im Spektrum der Korona treten helle Linien (*Koronalinien*) auf, die hochgradig ionisiertes Eisen und Nickel anzeigen. Die Temperatur in der Korona wurde zu rund 1 Mill. K bestimmt. In Abhängigkeit von den Erscheinungen der ↗ Sonnenaktivität wechselt die Korona ihre Form. *Abb.*



Korona

Der **Koronograph** [(lat. + <griech.) ist ein Fernrohr zur Beobachtung der inneren Korona. Das von der ↗ Photosphäre stammende Licht wird durch eine Blende aus dem Strahlengang entfernt; in dem Instrument wird also eine künstliche Sonnenfinsternis erzeugt.

Die **Korpuskularstrahlung** [(lat.) ↗ Teilchenstrahlung.

Die **Korrektionsplatte** [(lat. + <griech.) ist eine kompliziert geformte Linse im Strahlengang eines ↗ Schmidt-Spiegels.

kosmisch [(griech.): das Weltall (den Kosmos) betreffend, aus dem Weltall kommend (z. B. kosmische Strahlung).

kosmische Hintergrundstrahlung ↗ Dreikelvin-Strahlung.

kosmische Objekte ↗ Aufbau des Weltalls.

kosmische Physik ↗ Astrophysik.

Die **kosmische Strahlung** oder auch *Höhenstrahlung*, *Ultrastrahlung* besteht aus Elementarteilchen und Atomkernen (99% Wasserstoff- und Heliumkerne), die sich nahezu mit Lichtgeschwindigkeit und hoher Energie durch das Weltall bewegen. Diese Strahlung heißt *Primärstrahlung*, da sie unmittelbar aus dem Weltall (Kosmos) kommt. Ihre Teilchen werden in der Erdatmosphäre (oberhalb 20 km Höhe) abgebremst und vollständig absorbiert. Daher sind Beobachtungen dieser Strahlung im Hochgebirge und von Ballonstationen und Raumflugkörpern aus erforderlich. Beim Auftreffen der kosmischen Strahlung auf die Gasteilchen der Erdatmosphäre finden Kernreaktionen (Kernumwandlungen) statt. Primärteilchen und Kernbruchstücke können weitere Atomkerne zerlegen, bis die ursprüngliche Energie aufgebraucht ist. Die bei dieser Wechselwirkung mit der Erdatmosphäre entstandenen Teilchen bilden die *Sekundärstrahlung*. Primärstrahlung trifft nicht auf den Erdboden.

Da die Teilchen der Primär- und der Sekundärstrahlung elektrische Ladungen tragen, werden sie von den kosmischen Magnetfeldern und vom Erdmagnetfeld abgelenkt. Die Energien der primären Teilchen liegen zwischen 10^9 und 10^{20} eV („hochenergetisch“), das ist wesentlich mehr, als in Beschleunigern bisher erzielt worden ist.

Der Ursprung der kosmischen Strahlung ist noch nicht sicher bekannt. Wahrscheinlich sind Ausbrüche von \nearrow Supernovae ergiebige Quellen kosmischer Strahlung; ein erheblicher Anteil dürfte in der Umgebung rasch rotierender \nearrow Neutronensterne gebildet werden. Quellen von Teilchen mit sehr hohen Energien könnten auch \nearrow Quasare und aktive Kerne von Sternsystemen sein. — \nearrow Tab. elektromagnetische Wellen.

Die **Kosmobiologie** [(griech.) \nearrow Astrobiologie].

Der **Kosmodrom** [(russ. (griech.) \nearrow Raketenstartplatz].

Die **Kosmogonie** [(griech.) ist ein Teilgebiet der \nearrow Astronomie, das sich mit der Entstehung und Entwicklung der Him-

melskörper beschäftigt. Sie bedient sich vorwiegend theoretischer Modelle, da entwicklungsbedingte Veränderungen an einem Himmelskörper im Laufe eines Menschenlebens nur in äußerst seltenen Fällen beobachtbar sind. Kosmogonische Überlegungen setzen stets voraus, daß die Entwicklung kosmischer Gebilde nach physikalischen Gesetzen erfolgt. Wichtige Arbeitsbereiche sind die Kosmogonie der Sternsysteme und der Planeten sowie die Theorie der \nearrow Sternentstehung. Während die beiden erstgenannten Gebiete noch viele ungeklärte Fragen enthalten, gelang es seit 1950 durch den Einsatz großer elektronischer Datenverarbeitungsanlagen, die Entwicklung der Sterne weitgehend aufzuklären. — Die Entwicklung der Welt als Ganzes wird von der \nearrow Kosmologie erforscht.

Die **Kosmologie** [(griech.), ein Teilgebiet der \nearrow Astronomie, ist die Lehre vom Weltall. Sie behandelt das Weltall als Ganzes und erforscht die allgemeinen Gesetze des Baues und der Entwicklung des Weltalls. Sie untersucht die Anordnung und die Anzahl der kosmischen Körper sowie die Entwicklung, das Alter und die Ausdehnung des Weltalls. Grundlage der Kosmologie sind astronomische Beobachtungen und physikalische Theorien. Alle wesentlichen Vorstellungen vom Aufbau des Weltalls beruhen auf folgenden Voraussetzungen:

1. Alle auf der Erde gefundenen physikalischen Gesetze gelten an jedem Punkt des Weltalls.
2. Das Weltall ist im Großen in allen Teilen und in allen Richtungen gleichmäßig von Materie erfüllt.
3. Der \nearrow Hubble-Effekt beschreibt eine tatsächliche \nearrow Expansion des Weltalls.
4. Die wesentliche Kraft im Weltall ist die Gravitation.

Die meisten modernen Weltmodelle gehen davon aus, daß die kosmische \nearrow Singularität (der Urknall) den Anfang des gegenwärtigen Zustandes des überschaubaren Weltalls darstellt. Ob die derzeitige \nearrow Expansion des Weltalls in ferner Zukunft einmal von einer Kontraktion (Zusammenziehung) abgelöst wird (*geschlossener Kosmos*) oder ob es für

immer expandiert (*offener Kosmos*), hängt von der Dichte der Materie im Weltall ab. Sie ist heute noch nicht mit genügender Genauigkeit bekannt.

Der *Kosmonaut* [(russ. (griech.) ist die in den sozialistischen Ländern übliche Bezeichnung für einen Menschen, der einen Raumflug ausführt oder ausgeführt hat (*Raumfahrer*). – \rightarrow Astronaut.

\rightarrow Tab. 3 im Anhang.

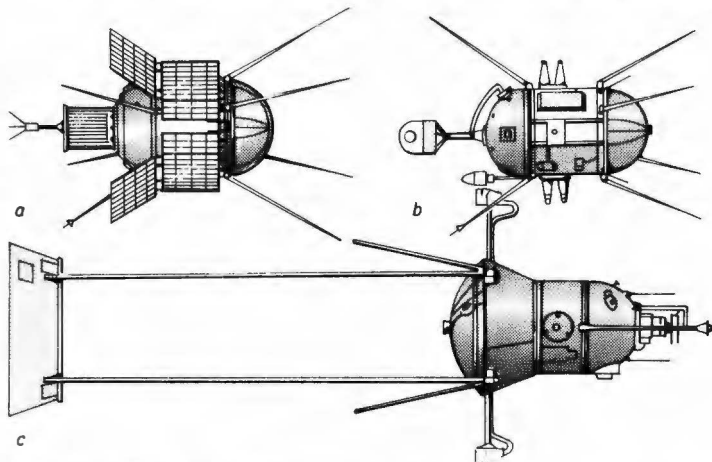
Die *Kosmonautik* [(russ. (griech.) ist die in sozialistischen Ländern übliche Bezeichnung für \rightarrow Raumfahrt.

Der *Kosmos* [(griech., „Schmuck“, „Ordnung“, d.h. Weltordnung) \rightarrow Weltall.

Die *Kosmos-Satelliten* bilden die umfangreichste Serie von Erdsatelliten der ganzen Raumfahrtgeschichte. Sie werden von der UdSSR seit 1962 gestartet (der 1000. Satellit der Serie Anfang 1978). Das umfangreiche Forschungsprogramm umfaßt die vielfältigsten wissenschaftlichen und technischen Aufgaben der Raumfahrt, Astronomie, Astrophysik, Meteorologie, Grundlagenforschung. Es besteht aus 3 Hauptgruppen: 1. Satelliten für wissenschaftliche Untersuchungen, für die Grundlagenforschung und die Erkundung des erdnahen kosmischen Raumes

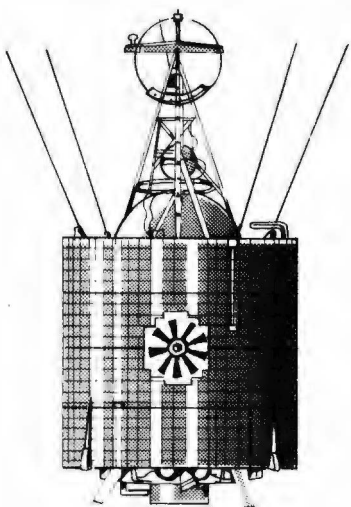
sowie extraterrestrische Objekte; 2. Satelliten für die praktische Nutzenanwendung der Raumfahrt, wie Wetterbeobachtungs-, Navigations-, Erderkundungs-, ozeanographische, geodätische Satelliten; 3. technologische und Testsatelliten für die Erprobung der verschiedensten neuartigen technischen Systemlösungen und die Erprobung neuartiger Raumflugkörpersysteme unter den realen Bedingungen des Fluges im kosmischen Raum, weiterhin medizinisch-biologische Untersuchungen.

Ausrüstung, Form und Abmessungen der Kosmos-Satelliten sind – entsprechend der Aufgabenstellung – sehr verschiedenartig. Grob betrachtet, kann man die Kosmos-Satelliten nach dem Äußeren in 2 Gruppen einteilen: a) Die sogenannten *kleineren Kosmos-Satelliten*, die mit den verschiedensten Bahnneigungen und Flughöhen eingesetzt werden und nach mehr oder weniger langer Zeit (\rightarrow Lebensdauer, abhängig von der Flughöhe) – bis zu mehreren 1000 Jahren – in dichteren Schichten der Erdatmosphäre verglühen (*Abb. 1*). – b) Die sogenannten *größeren Kosmos-Satelliten*, die meistens eine begrenzte Lebensdauer von wenigen Tagen



Kosmos-Satelliten, Abb. 1: standardisierte kleinere Satelliten

a Satellit mit starren Solarzellen, **b** Satellit mit chemischen Stromquellen, **c** Satellit mit aerodynamischem Stabilisator



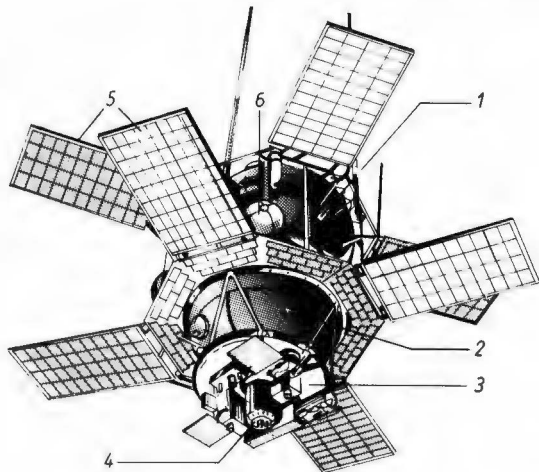
Kosmos-Satelliten, Abb. 2: Kosmos 381 für Untersuchungen der Ionosphäre

bis wenigen Wochen haben und deren Instrumententeil mit den verschiedenartigen wissenschaftlichen Aufzeichnungen zur Erde zurückgeführt und geborgen wird. – Die Massen der Kosmos-Satelliten liegen meistens zwischen 400 und 6500 kg, die Perigäen zwischen 180 und 300 km, die Apogäen zwischen 220 und 2000 km.

Die Trägersysteme der Kosmos-Satelliten sind die Kosmos-Trägerraketen (erste und neue Version). Innerhalb dieses Forschungsprogramms wurden erstmals Mehrfachstarts durchgeführt: eine Trägerrakete brachte 3 (erstmal am 18.8.1964), 5 (1965) oder gar 8 (1970) Satelliten der Kosmos-Serie gleichzeitig auf eine Umlaufbahn.

Aus der Vielzahl der Kosmos-Satelliten werden zu den 3 Aufgabengruppen einzelne Beispiele angeführt (genannt werden die Aufgabenstellung und einige Kosmos-Satelliten mit K abgekürzt als Beispiele):

1. Luftdichtemessungen: K 146, 253; Bestimmung der Elektronen- und Ionen-dichte in der Ionosphäre: K 381 (Abb. 2);



Kosmos-Satelliten, Abb. 3: Kosmos-Satellit zur Sonnenbeobachtung
 1 Hauptkörper, 2 vorderer Raum mit Meßinstrumenten, 3 Hitzeschild, 4 Meßwertgeber der Instrumente, 5 aufklappbare Solarzellenflächen, 6 Druckgasbehälter zur Speisung des Lagestabilisierungssystems

Untersuchung der solaren Röntgen- und UV- sowie Partikelstrahlung: K 166, K 208, K 215, K 230 (Abb. 3); Untersuchung der unteren Bereiche der Strahlungsgürtel der Erde und ihrer Veränderung in Abhängigkeit von der Sonnenaktivität: K 5, 17, 42 und 43, aus jüngerer Zeit K 662, K 750, K 801, K 849; Untersuchung der Primärkomponente der kosmischen Partikelstrahlung: K 3, 6, 19; Untersuchung des Magnetfeldes in verschiedenen Höhen und über verschiedenen geographischen Längen und Breiten: K 26, K 49; Untersuchung der chemischen Zusammensetzung der Ionosphäre sowie der neutralen Teilchen der Atmosphäre: K 142, 259, 274; Untersuchung der Energie sowie der räumlichen und zeitlichen Verteilung von Mikrometeoriten: K 135, K 163; astronomische Beobachtungssatelliten (sichtbarer, ultravioletter- und Röntgenstrahlungsbereich): K 51, K 208, K 215, K 230.

2. Vorläufer der Wetterbeobachtungssatelliten vom Typ ↗ Meteor: K 44, K 58, K 118, K 122, K 144, K 184, K 206, K 243; Satelliten zur Gammastrahlungsmessung für die Bestimmung der Erdoberflächentemperatur: K 60; Satelliten für ozeanographische Untersuchungen: K 860 und 861; Satelliten für Navigationszwecke und für geodätische Vermessungen der Erde (in Klammern ein Beispiel für den Höhenbereich) K 899 (500 km), K 923 (800 km), K 962 (1000 km), K 963 (1200 km), K 939–946 (Achtfachstart, 1500 km).

3. Satelliten zur Messung der Infrarotstrahlung des Erdhorizonts, um autonome Lageorientierungssysteme zu erproben: K 45, K 92; Satelliten zur Erprobung der gesteuerten Landung: K 218, K 244, K 298, K 305, K 433; Versuche für den Einsatz von Nachrichtensatelliten vom Typ ↗ Molnija 1, 2 und 3; Experimente für den Einsatz von Satelliten in geostationären Umlaufbahnen wie ↗ Ekran und ↗ Raduga: K 637, K 775; Satelliten zur Erprobung des Starts von Trägersatelliten: K 198, K 209; Satelliten zur Erprobung der automatischen Koppelung (unbemannte Sojus-Raumfahrzeuge) K 186 und 188, K 212 und 213; Satelliten

zum Test von neuen Systemen von Sojus-Raumfahrzeugen (in Klammern Lebensdauer bis zur Landung): K 573 (2 d), K 613 (60 d), K 656 (2 d), K 670 (3 d), K 638 (9,9 d), K 672 (5,9 d).

Kosmos 261, gestartet am 20. 12. 1968, gelandet am 12. 2. 1969, der „Sputnik der Freundschaft“, war der erste Gemeinschaftssatellit von RGW-Staaten. ↗ Interkosmos.

Kosmos 782 war das erste internationale Biolabor, welches durch die Sowjetunion am 25. 11. 1975 gestartet wurde. Der Satellit entspann in seinem Aufbau einem Wostok-Raumflugkörper (↗ Wostok) mit einer zusätzlich vor dem kugelförmigen Behälter angebrachten Kapsel in der Form eines flachen Zylinders (1,9 m Durchmesser). Diese wurde kurz vor der Rückkehr am 15. 12. 1975 abgetrennt und umrundete die Erde noch einige Tage in der Funktion eines Meßsatelliten. An Bord von K 782, K 936 (August 1977) und K 1129 (Start am 25. 9. 1979, Landung am 14. 10. 1979) befanden sich weiße Ratten, Schildkröten, Taufliegen, Guppys und andere Kleinlebewesen sowie Pflanzen. Die Besonderheit bei beiden Unternehmen bestand darin, daß eine Zentrifuge vorhanden war, mit deren Hilfe durch die Fliehkraft künstliche Schwerkraft für einige kleinere Lebewesen erzeugt werden konnte. Die Versuchslebewesen wurden außer von der Sowjetunion auch von Frankreich, den USA, der ČSSR, Rumänien und Ungarn geliefert.

Die **Kosmos-Trägerrakete** ist 1. (*erste Version*) eine zweistufige Flüssigkeitsrakete der Sowjetunion. Sie wurde zum Start der „kleineren“ ↗ Kosmos-Satelliten (seit 1962) eingesetzt. Die 1. Stufe hatte ein Vierkammertriebwerk RD-214 mit Kerosin als Brennstoff und Stickstofftetroxid als Oxydator. Zur Steuerung während des Aufstiegs werden ↗ Strahlruder und kleine aerodynamische Leitflächen eingesetzt.

Bei der 2. Stufe wird das Einkammertriebwerk RD-119 verwendet. Es arbeitet mit ↗ UDMH als Brennstoff und Flüssigsauerstoff als Oxydator. Diese Trägerrakete ist in der Lage, eine Nutzmasse

von etwa 600 kg auf erdnahe Umlaufbahnen zu befördern. *Tab.*

Kosmos-Trägerrakete: technische Daten der ersten Version der Kosmos-Trägerrakete

Gesamtsystem

Entwicklung	1958–1962
Einsatz	ab 1962
Stufenzahl	2
Höhe mit Nutzlast	32 m
Startmasse	50 bis 55 t

1. Stufe

Länge	20,3 m
Körperdurchmesser	1,65 m
Startmasse	40 bis 45 t
Triebwerk	Flüssigkeitstriebwerk GDL RD-214
Treibstoff	Kerosin + Stickstofftetroxid
Treibstoffmasse	37 bis 40 t
Startschub	740 kN

2. Stufe

Länge	8,5 m
Körperdurchmesser	1,65 m
Startmasse	10 bis 12 t
Triebwerk	Flüssigkeitstriebwerk GDL RD-119
Treibstoff	UDMH + Flüssigsauerstoff
Treibstoffmasse	8,5 bis 10 t
Vakuumschub	110 kN

Nutzlastspitze

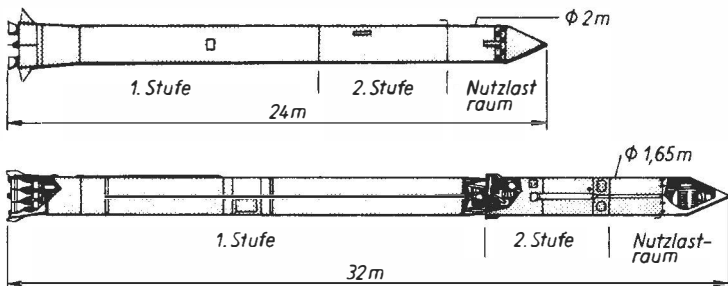
Länge	3,2 bis 3,5 m
-------	---------------

2. Die **Kosmos-Trägerrakete (neue Version)** befindet sich seit 1970 im Einsatz. Verglichen mit der früheren hat sie einen größeren Durchmesser (etwa 2,15 m) und ist kürzer (rund 26 m). Auch diese Rakete ist zweistufig und wird mit flüssigem Treibstoff angetrieben. Die Steuerung erfolgt durch 4 Strahlruder, für jede Brennkammer 1. Ferner werden hierzu noch 4 aerodynamische Leitflächen benutzt, die am Heck der Rakete angebracht sind. Die Triebwerke beider Stufen besitzen 4 Brennkammern. Die Nutzmassekapazität für erdnahe Umlaufbahnen der neuen Version liegt bei 1200 kg. Auch der Nutzmasseraum (größerer Durchmesser) gestattet den Start größerer Satelliten. *Abb.*

kpc: Kurzzeichen für \nearrow Kiloparsek.

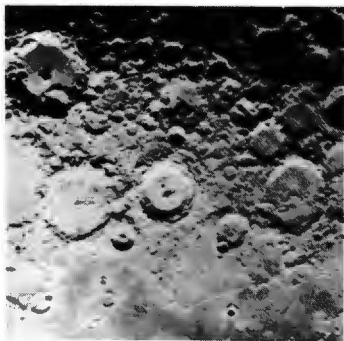
Kranich oder lat. *Grus* (Genitiv *Gruis*), Abk. *Gru*, ist der Name eines Sternbildes am Südhimmel, das in Mitteleuropa unsichtbar bleibt.

Krater [(griech.) sind die am häufigsten anzutreffenden Oberflächenformen auf dem Mond, auf den Planeten Merkur, Venus, Mars, auf den Mars- und Jupitermonden, möglicherweise auch auf anderen Körpern des Sonnensystems. (Große Krater heißen *Ringebirge* oder *Wallebenen*.) Ihre Durchmesser liegen zwischen wenigen Zentimetern und mehreren hundert Kilometern. Die meisten Krater auf den genannten Himmelskörpern sind durch den Einschlag von \nearrow Meteoriten in der Frühgeschichte des Sonnensystems gebildet worden. Beim Aufschlag eines Meteoriten wird soviel Energie frei, daß

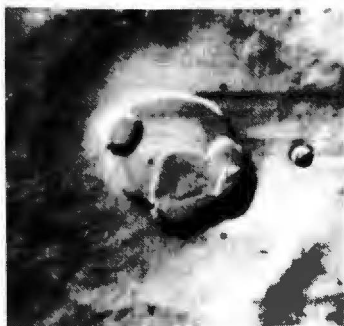


Kosmos-Trägerrakete: unten erste Version, oben neue Version

das Gestein verdampft. Die anschließende Explosion dieses Gesteinsdampfes erzeugt den Krater. Große Krater weisen



Krater, Abb. 1:
Kraterlandschaft auf dem Mond



Krater, Abb. 2: Krater des Vulkankegels Olympus Mons auf dem Mars. Aufgenommen von Mariner 9

häufig eine zentrale Erhebung, den Zentralberg, auf.

Einer der jüngsten Mondkrater entstand am 13. 5. 1972. Der erzeugende Meteorit hatte einen Durchmesser von etwa 3 m und rief einen Explosionskrater von 100 m Durchmesser hervor. Auf Mars und Io wurden auch Kraterformen entdeckt, die eindeutig vulkanischen Ursprungs sind, also nicht durch äußere Einwirkungen entstanden. 2 Abb., Tab.

Krebs oder lat. *Cancer* (Genitiv *Canceri*),

Abk. *Cnc*, heißt ein wenig auffälliges Sternbild am nördlichen Himmel, das Ende Januar gegen Mitternacht kulminiert. Es gehört zum Tierkreis. In ihm befindet sich der offene Sternhaufen *Praesepe* (Krippe).

Der Krebsnebel oder *Crabnebel* gehört zu den planetarischen Nebeln. Er ist das sichtbare Ergebnis des Ausbruchs einer Supernova, der sich am 4. 7. 1054 ereignete. Seine Masse ist etwa der Sonnenmasse gleich, seine Entfernung beträgt 2 kpc. Der Durchmesser des noch immer in Ausdehnung begriffenen Objekts beträgt zur Zeit etwa 4 pc. Der Nebel sendet

Krater: bedeutende Krater auf der Mondoberfläche

Die Angaben sind Durchschnittswerte

Name	Durchmesser in km	Wallhöhe in m
Albategnius	136	5000
Alphonsus	118	2700
Archimedes	83	2150
Aristarch	45	1700
Aristillus	55	3650
Aristoteles	87	7500
Arzachel	97	3600
Catharina	97	3100
Clavius	225	5700
Cleomedes	126	4000
Endymion	125	4500
Eratosthenes	58	3570
Eudoxus	67	3700
Gassendi	110	1860
Hipparch	150	3300
Kepler	32	2750
Kopernikus	93	3800
Langrenus	132	3000
Petavius	177	3700
Piccolomini	90	5000
Plato	100	1400
Posidonius	100	2300
Ptolemäus	153	2400
Purbach	118	3000
Regiomontanus	120	1700
Schickard	227	3000
Theophilus	100	4400
Tycho	85	4850

elektromagnetische Strahlung in allen Wellenlängenbereichen aus.

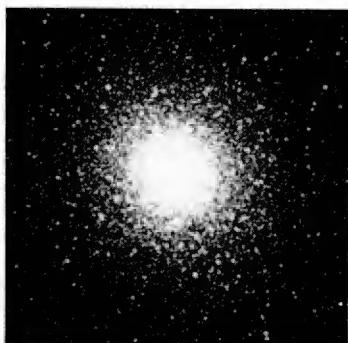
Der Reststern des Supernova-Ausbruchs ist ein ↗Pulsar innerhalb des Nebels. Dieser ↗Neutronenstern rotiert 30mal pro Sekunde und strahlt dabei pulsierende Infrarot-, Radio-, Röntgen- und Gammawellen ab. Auch im optischen Bereich pulsiert die Strahlung 30mal in jeder Sekunde.

Kreuz des Südens oder lat. *Crux* (Genitiv *Crucis*), Abk. *Cru*, heißt ein aus hellen Sternen gebildetes auffälliges Sternbild am Südhimmel. Von Mitteleuropa aus kann es nicht gesehen werden.

Das **Krim-Observatorium** [(lat.) in Simeis (Krim, UdSSR) ist eine große Sternwarte. Ihr Hauptinstrument, ein Spiegelteleskop, hat einen Hauptspiegel von 2,64 m Durchmesser. Dem Krim-Observatorium ist eine radioastronomische Abteilung angeschlossen.

Ein **K-Stern** ist ein Stern der ↗Spektralklasse K.

Ein **Kugelsternhaufen**, d. h. ein kugelförmiger Sternhaufen, ist eine sehr dichte Ansammlung sehr vieler gleichaltriger Sterne. Die Zentralgebiete von Kugelsternhaufen lassen sich nicht in Einzelsterne auflösen, deshalb müssen die Sternzahlen geschätzt werden. Sie dürften zwischen 100000 und 50 Mill. liegen. In den Randgebieten wurden viele ↗RR-Lyrae-Sterne beobachtet, die eine fotometrische ↗Entfernungsbestimmung



Kugelsternhaufen im Sternbild Herkules

ermöglichen. Die Kugelsternhaufen sind in einem ↗Halo von etwa 50 kpc Durchmesser um das Zentrum des Milchstraßensystems verteilt und nehmen an der Rotation des Systems nicht teil. Sie gehören zu den ältesten Objekten im Milchstraßensystem. *Abb., Tab.*

Die **Kulmination** [(lat. *culmen*, „Gipfel“)] ist der Durchgang eines Gestirns durch den Meridian des Beobachtungsortes. Bei der oberen Kulmination erreicht das Gestirn seine größte Höhe über dem Horizont.

Künstliche Erdsatelliten sind Raumflugkörper, die sich auf einer Umlaufbahn (die kreisförmig oder elliptisch sein kann) um die Erde bewegen. Die Bahn der Erd-

Kugelsternhaufen: wichtige Kugelsternhaufen

Sternbild	Katalognummer	Rektaszension (AR) in h min	Deklination (Dekl.) in °	Scheinbarer Durchmesser in '	Scheinbare Gesamthelligkeit (m)
CVn Jagdhunde	M 3	13.40	+28,6	10	6,4
Ser Schlange	M 5	15.16	+ 2,3	13	6,2
Sco Skorpion	M 80	16.14	-22,9	3	7,7
Sco Skorpion	M 4	16.21	-26,4	14	6,4
Her Herkules	M 13	16.40	+36,6	10	5,7
Her Herkules	M 92	17.16	+43,2	8	6,1
Sgr Schütze	M 22	18.33	-24,0	17	5,9
Peg Pegasus	M 15	21.28	+12,0	7	6,0
Aqr Wassermann	M 2	21.31	- 1,1	8	6,3

satelliten wird durch Unregelmäßigkeiten des Erdgravitationsfeldes, durch das Magnetfeld und besonders die Hochatmosphäre der Erde gestört. Die Bremsung durch die Atmosphäre führt bei den antriebslosen Erdsatelliten zu einer ständigen Abnahme der Bahnhöhe und schließlich zum Eintritt des Satelliten in die dichteren Schichten der Atmosphäre (Verglühen oder Rückführung zur Erde, ↗ Landung). Der erste künstliche Erdsatellit war Sputnik 1, mit seinem Start (1957) begann die Raumfahrt.

Es gibt, den militärischen Bereich ausgenommen, 5 Gattungen von künstlichen Erdsatelliten: *Forschungs- und Meßsatelliten* (für Untersuchungen auf Gebieten der Geophysik, Sonnenphysik, Astrophysik und Radioastronomie, der kosmischen Strahlung), *Wettersatelliten* (Meteorologie = Wetterkunde), ↗ *Nachrichtensatelliten*, *Testsatelliten* (Erprobungssatelliten für Technologie und Forschung auf dem Gebiet der Raumfahrt), schließlich alle bemannten Erdsatelliten (dazu gehören auch die ↗ Raumstationen, aber nicht die Mondflugunternehmen) sowie die Trägersatelliten von ↗ Raumsonden und ↗ Planetensonden. **Kyokko** [(japan.) ↗ Exos A.

L

Lacerta [(lat.) ↗ Eidechse.

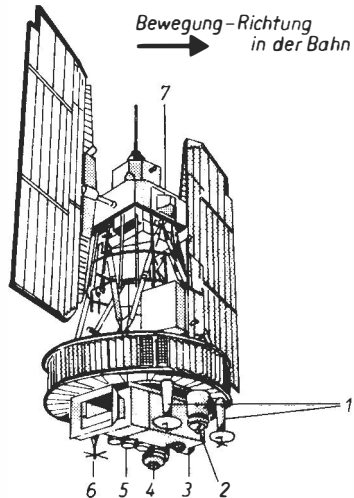
LAGEOS [Abk. von *Laser Geodynamic Satellite*, engl., „Geodynamischer Lasersatellit] heißt ein Forschungssatellit der USA, der am 4. 5. 1976 in eine polare Umlaufbahn gebracht worden ist. Dieser passive Satellit besteht aus einer Aluminium-Vollkugel von 60 cm Durchmesser, an deren Oberfläche sich 400 Laser-Reflektoren befinden. Mit Laser-Bodenstationen soll die Bewegung der Erdkruste nachgewiesen werden. Seine Masse beträgt 411 kg.

Lambda 4S heißt eine vierstufige japanische Raumfahrtträgerakete, mit der unter anderem am 11. 2. 1970 der erste japanische Satellit ↗ Osumi gestartet

wurde. Die Rakete hat eine Gesamtlänge von 16,86 m und einen größten Durchmesser von 0,73 m. Der Startschub soll 358 kN betragen, die Startmasse 9,4 t. Die 2. Stufe hat gleichen Durchmesser, ihr Schub beträgt 98 kN. Die 3. Stufe mit 0,5 m Durchmesser liefert etwa 69 kN Schub. Die 4. Stufe blieb mit dem Satelliten verbunden, war kugelförmig mit 0,48 m Durchmesser und lieferte einen Schub von 11 kN.

Landeteil, *Landekörper* oder *Lander* heißen Teile von Planetensonden (z. B. Viking, Venera), die vor der Landung vom Hauptkörper abgetrennt werden und mittels Bremsstrabwerken oder (falls eine Atmosphäre vorhanden) Fallschirm weich landen.

Landsat, früher *ERTS* [Abk. von *Earth Resources Technology Satellite*, engl., „Satellit zur Erkundung der Rohstoffvorräte der Erde“], heißen bisher 3 Raumflugkörper der USA, die der Erderkundung dienen. Der erste wurde von der



Landsat

1 Breitband-Telemetrieantennen, 2 S-Band-Antenne, 3 Vidicon-Abstradiometer, 4 Hözensensor, 5 Vidicon-Kamera, 6 Antenne für Datensammlung, 7 Sensor für Lagestabilisierung

NASA am 23. 7. 1972 gestartet. Sie liefern Bilder im sichtbaren und im infraroten Teil des Spektrums. Das Kamerasystem besteht aus 3 Fernsehkameras, ferner sind ein Vier-Band-Multispektral-Radiometer und andere Strahlungsmeßgeräte vorhanden. Die Satelliten umrunden die Erde auf kreisähnlichen Bahnen im Höhenbereich von 900 km bei einer Bahnneigung von rund 100°. Ihre Massen betragen 800 bis 960 kg. *Abb.*

Landung ist der Begriff für das Aufsetzen eines Raumflugkörpers auf der Oberfläche eines Himmelskörpers.

Bei der *weichen Landung* bleiben die Raumflugkörper unzerstört und oftmals funktionstüchtig. Dazu wurden in der bisherigen Raumflugtechnik je nach dem Zustand der untersten Atmosphäre Fallschirmsysteme und je nach der Dichte der Atmosphäre vor dem Aufsetzen mehr oder weniger starke Landetriebwerke eingesetzt, die den Landestoß milderten. Lediglich bei Körpern ohne Atmosphäre (wie dem Mond), bei denen keine aerodynamische Abbremsung möglich ist, erfolgte während des Landeanflugs und für die weiche Landung selbst der Einsatz von Raketentriebwerken. — Die *harte Landung*, besser *Aufschlag* oder *Aufprall*, bedeutet weitgehende oder völlige Zerstörung des Raumflugkörpers.

Die sowjetische Mondsonde Luna 2 war der erste künstliche Raumflugkörper, der — hart — auf einem Himmelskörper landete (1959). Die Raumflugkörper vom Typ ↗ Ranger sollten abgebremste (*halbweiche*) Landungen ausführen; Luna 9 erstmals eine weiche Landung auf einem Himmelskörper (1966). Auf den beiden erdnächsten Planeten, Mars und Venus, landeten erstmals Landegeräte von den Planetensonden Mars 3 (1971) und Venera 7 (1970) weich.

Die *Länge* ist eine Koordinate in verschiedenen Koordinatensystemen: a) Die *geographische Länge* ist der Winkel zwischen den Längenkreisen (Meridianen) eines Ortes und dem Nullmeridian, der durch die Sternwarte von Greenwich (London) verläuft. Sie wird von 0° bis 360° oder nach Osten und Westen jeweils bis 180° gezählt. — b) Die *ekliptikale Länge* ist

im ↗ Ekliptiksystem der Winkel zwischen dem Längenkreis des Gestirns und dem des Frühlingspunktes, gemessen in west-östlicher Richtung. — c) Die *galaktische Länge* ist der Winkelabstand eines Gestirns auf dem galaktischen ↗ Äquator. Nullpunkt der galaktischen Länge ist die Richtung zum Zentrum der Galaxis. Ekliptikale und galaktische Länge werden ebenso wie die zugehörigen Koordinaten (↗ Breite) in Grad von 0° bis 360° gezählt. — ↗ Tab. Koordinaten.

Längenkreise sind im Gradnetz der Erde alle durch den Nord- und Südpol verlaufenden Kreise auf der Erdoberfläche; auch *Meridiane* genannt). Sie verlaufen senkrecht zum Äquator und den anderen Breitenkreisen. — In der Astronomie sind *Längenkreise* die größten Kugelkreise an der scheinbaren Himmelskugel, die durch die Pole der ↗ Ekliptik verlaufen und die Ekliptik rechtwinklig schneiden. Die durch die Rektaszensionen 0^h, 6^h, 12^h und 18^h verlaufenden Längenkreise heißen *Koluren* (↗ Kolor).

Ob **Leben auf anderen Himmelskörpern** möglich ist, hängt wesentlich davon ab, welche physikalischen und chemischen Bedingungen auf diesen Himmelskörpern herrschen. Die chemischen Elemente, aus denen Lebewesen bestehen — vor allem Kohlenstoff — müssen in genügender Menge vorhanden sein. Außerdem muß hinreichend Sauerstoff zur Verfügung stehen. Die Temperatur sollte zwischen -60°C und +100°C liegen und, damit Wasser in flüssigem Zustand vorliegen kann, wenigstens zeitweise den Gefrierpunkt überschreiten. Da höheres Leben eine Entwicklungsdauer von mindestens 1 Md. Jahre benötigt, müssen die betreffenden Himmelskörper genügend alt sein.

Im Sonnensystem dürfte außer der Erde kein Himmelskörper Lebewesen tragen. Mutmaßlich sind aber rund 5% aller Sterne im Milchstraßensystem Zentren von Planetensystemen, in denen günstige Bedingungen für die Entstehung und die Entwicklung von Lebewesen vorhanden sind.

Von besonderem Interesse ist die Möglichkeit, daß Lebewesen auf anderen

Himmelskörpern eine technisch hochentwickelte Zivilisation gebildet haben könnten. Bereits 1960 wurde deshalb mit Radioteleskopen nach Signalen solcher außerirdischer Zivilisationen gesucht, allerdings ohne Erfolg. Ein Informationsprogramm über das Leben auf der Erde wurde 1974 mit dem damals größten Radioteleskop ins Weltall gesendet. Dennoch besteht nur eine verschwindend geringe Wahrscheinlichkeit, daß Menschen jemals mit intelligenten Lebewesen von anderen Himmelskörpern Kontakt aufnehmen.

Die **Lebensdauer** eines künstlichen Himmelskörpers ist die Zeitdauer zwischen Erreichen der Bahn (z. B. Umlaufbahn) und Verglühen oder Landung auf der Erde oder auf einem anderen Himmelskörper. Sie kann von wenigen Stunden (Wostok 1, Mercury 4) und Tagen (Luna 2) bis zu mehreren tausend Jahren (Shinsei, einige Kosmos-Satelliten) und praktisch unbegrenzter Lebensdauer (Ekran, Raduga, Mariner, Pioneer) reichen. ↗ Funktionsdauer.

Leier oder griech. *Lyra* (Genitiv *Lyrae*), Abk. *Lyr*, heißt ein kleines, aber auffälliges Sternbild des Nordhimmels. Es kann von Mai bis Dezember am Abendhimmel beobachtet werden. Der Hauptstern ↗ Wega gehört zum Sommerdreieck. Der Stern β Lyrae, ein Doppelstern, kann bereits mit kleinen Fernrohren leicht getrennt gesehen werden. In der Leier befindet sich der Ringnebel M 57, ein bekannter ↗ planetarischer Nebel.

Das **Leitrohr** ↗ Fernrohr.

Als **Leitstern** bei längerbelichteten fotografischen Himmelsaufnahmen benutzt man einen hellen Stern im Gesichtsfeld des *Leitrohres* (↗ Fernrohr). Er wird während der Aufnahme im Fadenkreuz gehalten, wobei gegebenenfalls die Nachführung durch hand- oder motorbetriebene Feinbewegungen korrigiert werden muß.

Leo [(lat.) ↗ Löwe.

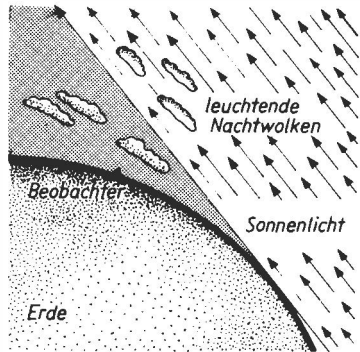
Leo Minor [(lat.) ↗ Kleiner Löwe.

Die **Leoniden** [(lat. (griech.) sind ein ↗ Meteorstrom.

Lepus [(lat.) ↗ Hase.

letztes **Vierteil** ↗ Mondphasen.

Die **leuchtenden Nachtwolken** treten in etwa 80 km Höhe auf und sind deshalb lange nach Sonnenuntergang noch sichtbar. Sie werden von der Sonne noch beschienen, wenn die Erdoberfläche unter ihnen längst im Nachtdunkel liegt. Sie leuchten nicht selbst. Die weißlichen Wolken bestehen aus Staub irdischer und kosmischer Herkunft. *Abb.*



leuchtende Nachtwolken

Die **Leuchtkraft** ist die Strahlungsleistung eines Sterns, Sternhaufens oder Sternsystems. Ihre Maßeinheit ist Watt (W) oder Einheiten der Sonnenleuchtkraft (L_S). Die Leuchtkraft gehört zu den ↗ Zustandsgrößen der Sterne. Die Leuchtkräfte der meisten Sterne liegen zwischen $100\,000 L_S$ und $0,001 L_S$, die der Sonne beträgt $3,8 \cdot 10^{23}$ kW. In der Praxis wird die Leuchtkraft oft durch die absolute ↗ Helligkeit angegeben.

Die Bestimmung der Leuchtkraft eines Sterns erfolgt mit Hilfe von ↗ Leuchtkraftkriterien, die z. B. aus dem Spektrum des Sterns entnommen werden können. Für Sterne gilt folgende Beziehung zwischen scheinbarer Helligkeit m , absoluter Helligkeit M und Entfernung r : $M = m + 5 - 5 \cdot \lg r$. Sie kann bei Sternen, deren Entfernung – z. B. durch die Messung der ↗ Parallaxe – bekannt ist, zur Berechnung der absoluten Helligkeit und damit der Leuchtkraft genutzt werden.

Die **Leuchtkraftklasse** ist eine Angabe über einen Stern, die seine Zugehörigkeit zu einem bestimmten Besetzungsgebiet

im \nearrow Hertzprung-Russell-Diagramm an gibt. Sie wird aus den \nearrow Leuchtkraftkriterien ermittelt. Um einen Stern physikalisch zu kennzeichnen, gibt man oft seine *Spektralklasse* (z. B. Sonne: G2) und die durch eine römische Zahl bezeichnete *Leuchtkraftklasse* (z. B. Sonne: V) an. Die Sonne ist demnach ein G2 V-Stern. Tab.

Leuchtkraftklassen der Sterne

I	Überriesen
II	helle Riesen
III	(normale) Riesen
IV	Unterriesen
V	normale Zwerge; <i>Hauptreihensterne</i>
VI	Unterzwerge
VII	Weißer Zwerge

Die **Leuchtkraftkriterien** sind Unterschiede im Aussehen bestimmter Linien in den Spektren der Sterne. Diese Unterschiede weisen auf die unterschiedlichen Leuchtkräfte bzw. Leuchtkraftklassen hin. Eine angenäherte Aussage über die Leuchtkraftklasse ist aus der Schärfe der Spektrallinien zu gewinnen:

Hauptreihensterne und Unterzwerge haben breite, Riesen und Unterriesen schmale Spektrallinien.

Der **Leuchtbereich** ist eine Lichterscheinung am Nachthimmel, die durch \nearrow interplanetaren Staub bewirkt wird, der in die hohe Erdatmosphäre eindringt.

Urbain Jean Joseph **Leverrier** [sprich: lewərje], geb. 11. 3. 1811, gest. 23. 9. 1877, war ein französischer Astronom, zuletzt Direktor der Pariser Sternwarte. Er untersuchte die Störungen der Uranusbewegung durch einen noch unbekanntem Planeten jenseits der Umlaufbahn des Uranus und berechnete dessen Position. Dieser Planet – der Neptun – wurde 1846 durch J. G. \nearrow Galle entdeckt.

Libra [(lat.) \nearrow Waage.

Die **Libration** [(lat.)] ist eine scheinbare Schwankung im Anblick des Mondes von der Erde aus. Wegen der elliptischen Form der Mondbahn kann ein Beobachter auf der Erde zeitweilig über den Westrand

und zu anderen Zeiten über den Ostrand des Mondes hinausblicken (Libration in Länge) und so auch schmale Bereiche der erdabgewandten Seite des Mondes sehen. Infolge der Achsenneigung des Mondes sind auch die Gebiete um seinen Nord- und Südpol zeitweilig dem Beobachter zu- bzw. vom Beobachter weggeneigt (Libration in Breite). Beide Librationen und ein parallaktischer Effekt bewirken, daß von der Erde aus – nacheinander – rund 9% der erdabgewandten Seite des Mondes gesehen werden können.

Licht oder *sichtbares Licht* ist ein Bereich der \nearrow elektromagnetischen Wellen.

Die **Lichtgeschwindigkeit**, Kurzzeichen *c*, ist die Geschwindigkeit, mit der sich \nearrow elektromagnetische Wellen (dazu gehört auch das sichtbare Licht) ausbreiten. Im Vakuum beträgt sie $c = 299\,792\text{ km/s}$, meistens rechnet man mit $c = 300\,000\text{ km/s}$. Die Lichtgeschwindigkeit ist eine wichtige Naturkonstante; nach der Relativitätstheorie ist sie die größtmögliche Geschwindigkeit, mit der Energie transportiert und damit Signale (Information) übertragen werden können. Die Lichtgeschwindigkeit wurde erstmals 1676 von O. \nearrow Römer durch die Verfinsternung zweier Jupitermonde gemessen. Bewegte Massen können die Lichtgeschwindigkeit nie ganz erreichen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen in stofflicher Materie ist ebenfalls geringer als die Lichtgeschwindigkeit (abhängig von Wellenlänge und Brechung). – Im Weltall breitet sich das Licht mit Lichtgeschwindigkeit aus. Das bedeutet, es benötigt etwas mehr als 1 s für die Entfernung Mond–Erde, gut 8 min für Sonne–Erde, über 4 Jahre von dem nächsten Stern (\nearrow Proxima Centauri) und mindestens einige Mill. Jahre von den Sternsystemen zur Erde. – \nearrow Lichtjahr.

Lichtgestalt \nearrow Phase.

Das **Lichtjahr**, Kurzzeichen *Lj*, ist eine Maßeinheit der \nearrow Entfernung in der Astronomie. Es ist die Strecke, die das Licht während eines Jahres zurücklegt (\nearrow Lichtgeschwindigkeit).

$$1\text{ Lj} = 0,3067\text{ pc} = 63261\text{ AE} \\ = 9,461 \cdot 10^{12}\text{ km}$$

So sind die Sonne 8,3 Lichtminuten, der fernste Planet des Sonnensystems (Pluto) rund 5,5 Lichtstunden (0,0016 Lj) und der Polarstern 650 Lj von der Erde entfernt.

Gebräuchlicher in der Astronomie sind das \nearrow Parsek und (innerhalb des Sonnensystems) die \nearrow astronomische Einheit.

Die **Lichtkurve** eines Gestirns, z. B. eines Veränderlichen, einer Nova oder Supernova, ist eine graphische Darstellung der Helligkeitsänderung. Aus der Lichtkurve eines Veränderlichen kann dessen Typ bestimmt werden. Auch für Planetoiden und Kometen werden Lichtkurven erarbeitet. — \nearrow Abb. Bedeckungsstern, \nearrow Abb. Delta-Cephei-Sterne.

Das **Lichtquant** [(lat.)] \nearrow Photon.

Lineal [(lat.)] \nearrow Winkelmaß.

Das **Linienspektrum** ist ein \nearrow Spektrum (mit Tab.), in dem Emissions- oder Absorptionslinien auftreten.

Die **Linienverschiebung** \nearrow Spektrum, \nearrow Hubble-Effekt (mit Tab.).

Das **Linsenfernrohr** \nearrow Fernrohr.

Lj ist das Kurzzeichen für \nearrow Lichtjahr.

LM: engl. Abk. für \nearrow Mondlandefähre.

Die **lokale Gruppe** [(lat. + (franz. (ital. (lat. (german.) ist ein kleiner \nearrow Galaxienhaufen, zu dem neben dem Milchstraßensystem auch der \nearrow Andromedanebel, das Sternsystem M33 im Sternbild Dreieck und die beiden \nearrow Magellanschen Wolken gehören. Insgesamt umfaßt die lokale Gruppe mindestens 21 Galaxien und eine Anzahl Kugelsternhaufen im intergalaktischen Raum. Sie erstreckt sich über einige Megaparsek. Tab.

Loutschou \nearrow Raketenstartplatz.

Löwe oder lat. *Leo* (Genitiv *Leonis*), Abk. *Leo*, heißt ein bekanntes Sternbild des Nordhimmels, das an Frühlingsabenden gut beobachtet werden kann. Es gehört zum \nearrow Tierkreis; die Sonne befindet sich alljährlich um den 22. 8. sehr nahe bei dem Hauptstern \nearrow Regulus. Der Stern γ Leonis ist ein auch mit kleinen Fernrohren leicht trennbarer Doppelstern.

LRV: Abk. für \nearrow Lunar Rover.

Luchs oder lat. *Lynx* (Genitiv *Lyncis*), Abk. *Lyn*, heißt ein wenig auffälliges Sternbild des Nordhimmels. Er liegt zwischen Krebs, Zwillingen und Großem Bär.

Lufthülle \nearrow Erdatmosphäre.

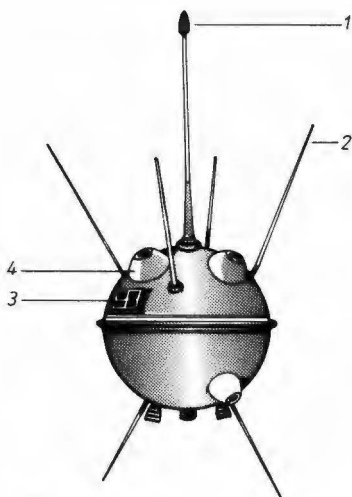
Luftpumpe oder lat. *Antlia* (Genitiv *Antliae*), Abk. *Ant*, heißt ein unscheinbares Sternbild des Südhimmels, das in Mitteleuropa Ende Februar um Mitternacht in geringer Höhe kulminiert.

Luna [(russ. (lat., „Mond“) heißen Mondsonden der UdSSR, die seit 1959 gestartet worden sind. Sie sind sehr verschiedenartig aufgebaut und dienen mit einem umfangreichen Programm der umfassenden Erkundung des mondnahen Raumes und der Mondoberfläche.

Das sowjetische Mondforschungsprogramm umfaßt mehrere *Etappen*: 1. Erreichen der Mondnähe und harte \nearrow Landung (Luna 1, 2). — 2. Vorbereitung der weichen Landung (Luna 4–8). — 3. Umfliegen des Mondes (Luna 3), Mondsatelliten (Luna 10–12, 14, 19, 22). — 4. weiche Landung (Luna 9, 13). — 5. weiche Landung am beliebigen Ort aus einer Mond-

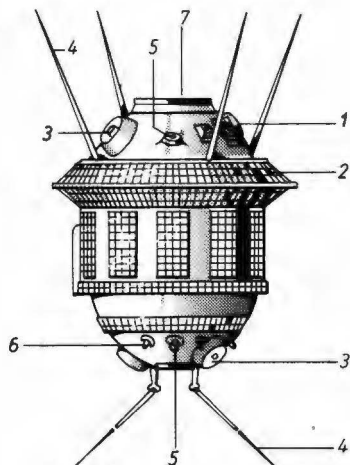
Lokale Gruppe: einige Mitglieder der lokalen Gruppe

Name (mit Katalognummer)	Entfernung in kpc	Durchmesser in kpc	Masse in Md. Sonnenmassen	Absolute Helligkeit (M) in Größenklassen (^m)
Milchstraßensystem	—	50	200	–21,2
Große Magellansche Wolke	50	11	0,61	–18,5
Kleine Magellansche Wolke	60	4,6	0,15	–16,8
Andromedanebel M31	690	50	310	–21,4
Dreiecksnebel M33	720	14	14	–18,9



Luna, Abb. 1: Luna 1

1 Magnetometer, 2 Antenne, 3 Mikrometeoritendetektor, 4 Ionenfalle



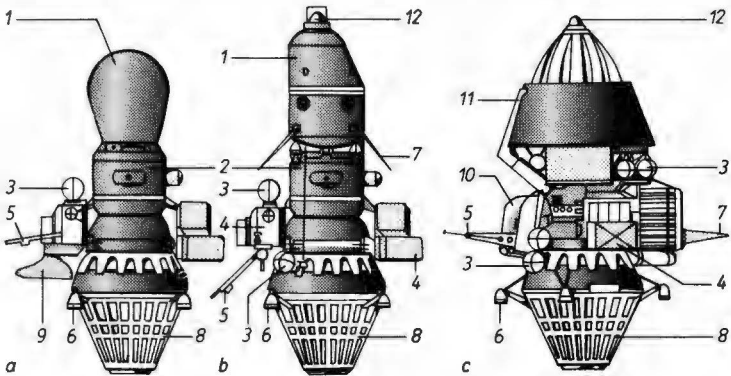
Luna, Abb. 2: Luna 3

1 Mikrometeoritendetektor, 2 Solarzellen, 3 Ionenfallen, 4 Antennen, 5 Sonnensensor, 6 Druckgasdüse des Lageregelungssystems, 7 Kamerafenster

satellitenbahn, Rückstart mit Rückkehrbehälter (Luna 16, 20 und 24). Forschungsfahrten der unbemannten Mondfahrzeuge „Lunochod“ (Luna 17, 21). ↗ Tab. 4 im Anhang.

Luna 1 und 2 waren die beiden ersten sowjetischen Mondsonden. *Luna 1* wurde am 2. 1. 1959 gestartet. Sie passierte den Mond am 4. 1. 1959 in einem Abstand von 5000 bis 6000 km und gelangte dann in den interplanetaren Raum und wurde dadurch der erste künstliche Planet unseres Sonnensystems. Die Masse betrug 361 kg. *Abb. 1.* – *Luna 2* startete am 12. 9. 1959 und erreichte am 13. 9. 1959 als erster von Menschenhand geschaffener Körper die Mondoberfläche. Zu den Forschungsaufgaben zählten u. a. Messungen der Intensität der kosmischen Strahlung, der Ionendichte der Hochatmosphäre und des Magnetfeldes sowie die Mikrometeoritenhäufigkeit im mondnahen Raum. Beide Sonden waren kugelförmig mit einem Durchmesser von 1 m, an einem Ausleger befand sich das Magnetometer. Der Aufschlagsort lag nahe dem Krater Autolycus bei etwa 31° Nord und 0° West.

Luna 3, gestartet am 4. 10. 1959, umflog den Mond und machte mit 2 Kamerasystemen erstmals Aufnahmen der ständig erdabgewandten Seite des Mondes. Die Filme wurden an Bord automatisch entwickelt und auf funktechnischem Wege durch zeilenweises Abtasten zur Erde übertragen. Der Vorbeiflug (Mondpassage) erfolgte am 6. 10. 1959 im Abstand von 6200 km von der Mondrückseite. Zunächst verblieb sie in einer langgestreckten Umlaufbahn (Erdabstand 47 500 bis 480 000 km); am 20. 4. 1960 verglühte sie in dichteren Schichten der Erdatmosphäre. Zur Bordenergieversorgung wurden bei *Luna 3* Solarzellenflächen (↗ Solarzellen) eingesetzt. *Abb. 2.* – *Luna 1 bis 3* wurden früher auch *Lunik* [(russ., Kunstwort mit der Endung von *Sputnik*), eigentlich jedoch *Metschta* [(russ., „Traum“) genannt. *Luna 4 bis 8* waren Mondsonden, die der Vorbereitung der weichen Landung dienten. *Abb. 3.* – *Luna 9 und 13* wurden am 31. 1. 1966 bzw. am 21. 12. 1966 gestartet. *Abb. 3.* – Am 3. 2. 1966 bzw. am 24. 12. 1966 landeten

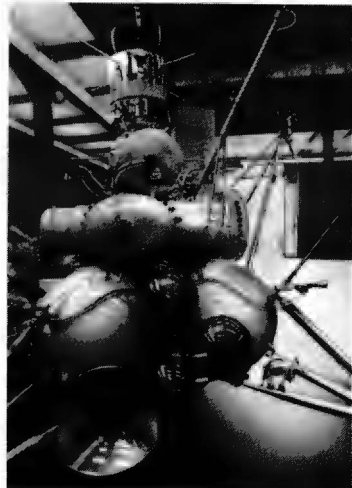


Luna, Abb. 3: a Luna 4 bis 9 und 13, b Luna 10, c Luna 12

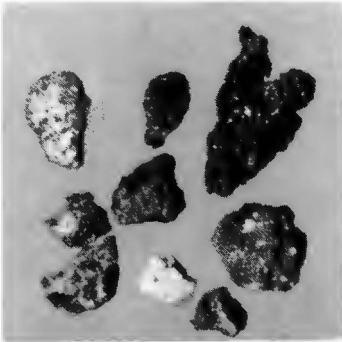
1 Nutzlastverkleidung, 2 Geräteteil, 3 Druckgasbehälter, 4 Elektronikblock, 5 Druckgasdüsen des Lageorientierungssystems, 6 Lagestabilisierungssystem, 7 Antennen, 8 Haupttriebwerk, 9 Funkhöhenmesser, 10 Fernsehkamera, 11 Temperaturregelungssystem, 12 Radiometer

beide weich auf der Mondoberfläche im Oceanus Procellarum [lat., „Ozean der Stürme“] und sendeten am 4.2. bzw. 24.12.1966 Panoramaaufnahmen von der Umgebung des Landeortes zur Erde. Die Landeorte hatten die Koordinaten 7,13° Nord, 64,37° West und 18,87° Nord und 61,01° West. Kurz vor dem Auftreffen wurden Instrumentenkapseln seitlich abgeschleudert, so daß sie auf einem Oberflächenteil niedergingen, der nicht durch den Abgasstrahl des Bremstriebwerkes verändert worden war. *Luna 13* klappte nach der Landung noch 2 etwa 1,5 m lange Ausleger aus. Am Ende des einen befand sich ein Penetrometer (ein Gerät zur Messung der Festigkeit der Mondoberfläche), am anderen ein Meßgerät zur Bestimmung der Radioaktivität des Mondbodens. Über den Mondboden des Landegebietes wurden wichtige Erkenntnisse gesammelt: keine lockere Staubschicht, wie früher angenommen; geringere Dichte als Erdboden. – Die Instrumentenkapseln waren kugelförmige Körper von 0,6 m Durchmesser mit konischem Aufsatz für die Optik der Fernsehkameras. – Die Sonden *Luna 10*, *11*, *12*, *14*, *19*, *22* wurden 1966/74 zu (künstlichen) Mondsatelliten, d. h. sie umrunden

im Höhenbereich von rund 150 bis 200 km über der Mondoberfläche (↗ Apsiden) mit unterschiedlichen Bahnneigungen den Erdtrabanten. Abb. 3. Sie waren mit Geräten zur Fernerkundung des Mondes ausgerüstet, wie Meßgeräten zur Bestimmung der UV- und Röntgenstrahlung der



Luna, Abb. 4: Luna 16



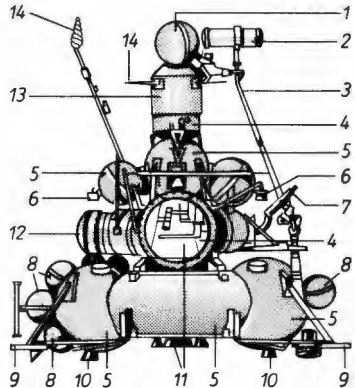
Luna, Abb. 6: Mondgestein, das Luna 16 am 24. 9. 1970 zur Erde brachte

Mondoberfläche, seiner radioaktiven Strahlung und vor allem mit Kamerasystemen (außer Luna 10) zur Kartierung der Mondoberfläche. Aus den Veränderungen ihrer Umlaufbahnen ließen sich genaue Rückschlüsse auf die Gestalt des Mondes und die Lage der *Mascons* (abnormer Massenkonzentrationen) ziehen. Luna 16, 20 und 24 sind Mondlandeflugkörper, die weich auf der Oberfläche landeten und in einem Instrumentenbehälter Mondbodenproben zur Erde zurückbrachten. Abb. 4 und Abb. 5. Luna 16 landete 2 Monate nach Apollo 11 am 16. 9. 1970 weich auf dem Mond. Nach der Entnahme von Bodenproben mit einem Bohrmechanismus erfolgte der Rückstart am 21. 9. 1970. Der kugelförmige Behälter mit den Proben landete am 24. 9. 1970 auf der Erde und konnte geborgen werden. Abb. 6. – Der Rückkehrbehälter von Luna 20 erreichte die Erde am 25. 2. 1972. Luna 24 landete am 18. 8. 1976 im südöstlichen Teil des Mare Crisium [lat., „Meer der Gefahren“] während der Mondnacht. Mit einer neuartigen Bohrvorrichtung wurden Bodenproben bis aus 2 m Tiefe entnommen. Am 22. 8. 1976 landete der Behälter mit dem Material auf der Erdoberfläche im vorgesehenen Gebiet. – Luna 17 und 21 waren Mondflugkörper, die die beiden ferngesteuerten Mondfahrzeuge *Lunochod 1* bzw. *2* auf unseren Erdtrabanten brachten. Luna 17 landete am 17. 11. 1970

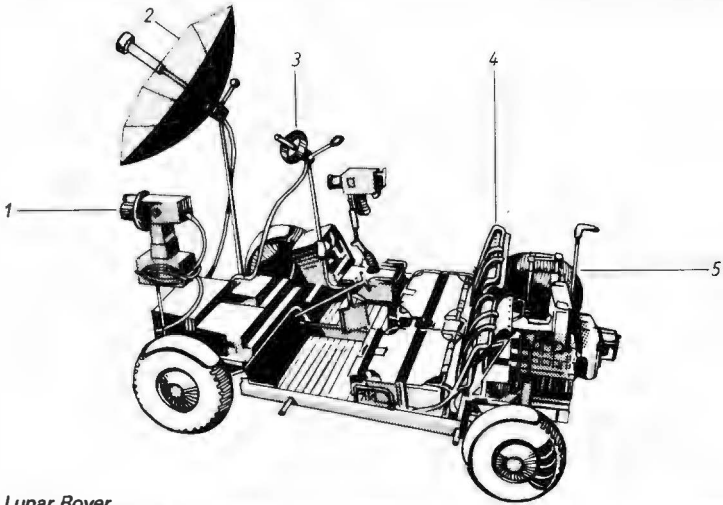
im Mare Imbrium [lat., „Regenmeer“], an einem Ort mit den Koordinaten 38,29° Nord und 35,0° West. Über 10 Monate bewegte sich *Lunochod 1* über die Mondoberfläche. *Lunochod 2* wurde von Luna 21 am 15. 1. 1973 im Mare Serenitatis [lat., „Meer der Heiterkeit“] abgesetzt. Es bewegte sich 4 Monate auf dem Mond.

↗ Tab. 4 im Anhang.

Lunar Orbiter [(engl., „Mondumkreiser“, „Mondsattellit“; sprich: luhnə ohrbitəl) heißen 5 Mondsonden der USA, die 1966/67 gestartet wurden und die in eine Mondumlaufbahn gelangten. Sie hatten die Aufgabe, den mondnahen Raum und den Aufbau der Mondoberfläche zu untersuchen, um vor allem Landeplätze für das Apollo-Unternehmen zu erkunden (↗ Surveyor). Ihr Kamerasystem gestattete eine Auflösung von 50 cm. Als Träger Rakete fand die Atlas-Agena D Verwendung. Der Durchmesser der Hauptkörper betrug 1,52 m, die Bauhöhe 1,68 m, der Durchmesser über die Solarzellenflächen 3,71 m.



Luna, Abb. 5: Luna 16, 20 und 24
 1 Rückkehrkapsel, 2 Bohrkopf, 3 Schwenkarm, 4 Elektronikblock, 5 Treibstoffbehälter, 6 Lageregelungsdüsen, 7 Fernsehkamera, 8 Druckgasbehälter, 9 Landefüße, 10 Steuertriebwerk, 11 Haupttriebwerk, 12 Geräteteil der Landestufe, 13 Geräteteil, 14 Antennen



Lunar Rover

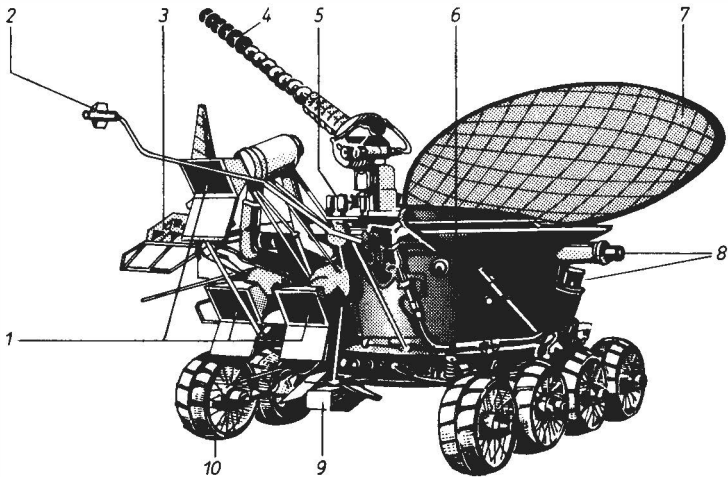
1 Fernsehkamera, 2 Parabolantenne, 3 Antenne mit geringer Richtwirkung, 4 Sitze der Astronauten, 5 Meßapparatur

Lunar Rover [(engl., „Mondwanderer“; sprich: luhnə rohwa], eigentlich *Lunar Roving Vehicle*, Abk. *LRV*, heißen die bei den Unternehmen \nearrow Apollo 15 bis 17 mitgeführten Fahrzeuge mit Elektro-

antrieb. Mit Hilfe des LRV legten die jeweils 2 auf dem Mond gelandeten Astronauten größere Strecken zurück und benutzten es zum Transport von Mondbodenproben.



Lunochod, Abb. 1: Lunochod 1



Lunochod, Abb. 2: Lunochod 2

1 Fernsehkamera, 2 Magnetometer, 3 Laser-Reflektor, 4 Telemetrieantenne, 5 Meßgerät für kosmische Strahlung, 6 wannenförmiger Hauptkörper des Mondfahrzeugs, 7 Deckel mit Solarzellen (innen), 8 Panoramakameras für vertikale und horizontale Oberflächenaufnahmen, 9 Meßgerät zur Untersuchung der chemischen Zusammensetzung des Mondbodens, 10 Räder

Das Fahrzeug hat eine Masse von 220 kg, ist 3m lang und 1,80m breit. Es kann 450 kg Nutzmasse befördern. Die Reifen der Räder bestehen aus einem Geflecht von verzinktem Klaviersaitendraht mit aufgesetzten Verstärkungen aus Titanblech. Abb.

E. Cernan und H. Schmitt von Apollo 17 legten mit dem Fahrzeug 35 km zurück. Die Lunation [(lat.) ist der Zeitraum, in dem der Mond einen vollständigen ↗synodischen Umlauf um die Erde vollzieht, also ein synodischer Monat. Als Lunation wird auch die Abfolge aller 4 Hauptphasen des Mondes bezeichnet.

Lunik ↗Luna.

Lunisolarpräzession [(lat.) ↗Präzession.

Lunochod [(russ., „Mondgeher“) heißen die sowjetischen unbemannten Mondfahrzeuge, die ferngesteuert auf der Mondoberfläche Forschungsfahrten unternehmen.

Das erste Fahrzeug dieser Art, *Lunochod 1*, wurde am 17. 11. 1970, 7.28 Uhr

MEZ, durch die sowjetische Mondsonde ↗Luna 17 auf die Mondoberfläche gebracht. Es hat eine Masse von 756 kg und ist 1,54 m hoch, 2,21 m lang. Die Spurweite beträgt 1,60 m. Die 8 Räder (je 51 cm Durchmesser) haben an Stelle von Reifen gewölbte Metallkonstruktionen mit aufgesetzten Titanrippen. Im Fahrzeug arbeiteten 2 Fernsehkameras, die Bilder der vor ihnen liegenden Fahrstrecke zur Leitzentrale übertrugen. Rechts und links waren je 2 Panoramakameras angebracht, die Aufnahmen in horizontaler und vertikaler Richtung ermöglichten. Ein Meßgerät zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung des Mondbodens, Meßgeräte für die kosmische Strahlung, an einem Ausleger ein Magnetometer, ein Gerät zur Bestimmung der Bodenfestigkeit sowie ein hinten angebrachtes 9. Rad zur Messung der zurückgelegten Strecke sind ebenfalls vorhanden. Der wannenförmige Hauptkörper besitzt einen aufklappbaren Deckel (2,15 m Durchmesser), dessen Innenseite mit ↗Solarzellen aus-

gelegt ist. Während der 14tägigen Mondnacht blieb Lunochod stehen, und der Deckel wurde zur Temperaturregelung heruntergeklappt. Bis Anfang Oktober 1971 war Lunochod 1 voll funktionsfähig, dann war der Brennstoff der Radioisotopenquelle erschöpft. Es hatte 10,5 km zurückgelegt. Abb. 1.

Die Mondsonde *Luna 21* brachte 1½ Jahre (am 15. 1. 1973) später das 2., verbesserte Fahrzeug dieser Art, *Lunochod 2*, auf die Mondoberfläche. In seinem Aufbau ist es dem ersten Mondfahrzeug ähnlich (Masse 840 kg); es besitzt eine 3. Fernsehkamera, die etwa in Augenhöhe eines Menschen angebracht worden war. Dadurch war es möglich, die Fahrtgeschwindigkeit zu erhöhen. Lunochod 2 arbeitete bis zum 2. 6. 1973 und legte dabei eine Fahrstrecke von mehr als 36 km zurück. Abb. 2. – Beide Mondfahrzeuge lieferten mehrere 10000 Fernsehbilder und mehrere 100 stereoskopische und Panoramaaufnahmen von der Mondoberfläche. Weiterhin haben sie zahlreiche Mondbodenproben untersucht.

Lupus [(lat.) ↗ Wolf.

Lynx [(lat.) ↗ Luchs.

Lyra [(griech.) ↗ Leier.

Die **Lyrjden** [(griech.) sind ein ↗ Meteorstrom.

Lysithea heißt ein Mond des Jupiter. ↗ Tab. Satellit.

M

m ist 1. die Abk. für ↗ Masse und 2. die Abk. für die *scheinbare* ↗ Helligkeit. Deren Maßeinheit, die *Größenklasse*, wird durch ein hochgestelltes m: ^m bezeichnet.

M ist 1. die Abk. für die *absolute* ↗ Helligkeit. Deren Maßeinheit, die *Größenklasse*, wird unterschiedlich, durch ^m und durch ^M, bezeichnet. – 2. M bedeutet vor einer Katalognummer, daß es sich um ein Objekt aus dem ↗ Messier-Katalog handelt (z. B. M 13).

M-3C ↗ M-4S.

M-4S heißt eine vierstufige japanische Trägerrakete, die 1971 und 1972 zum Start der Erdsatelliten ↗ Tansei, ↗ Shinsei und ↗ Denpa eingesetzt wurde. Ihre Höhe beträgt 23,57 m, ihr größter Durchmesser 1,41 m, ihre Startmasse 43,6 t. An der 1. Stufe sind als Starthilfe 8 Feststoffbooster (↗ Delta) angebracht. Das Triebwerk der Erststufe liefert für 60 s einen Schub von 834 kN, die Booster liefern insgesamt einen Schub von 1080 kN. Die 2. Stufe ist bei gleichem Durchmesser wie die erste 4,7 m lang, ihr Vakuumschub macht 280 kN aus. Die 3. Stufe mit 0,85 m Durchmesser und einer Länge von 3,3 m liefert 140 kN Schub. Die kugelförmige 4. Stufe mit 0,77 m Durchmesser liefert 324 kN Schub. Erster erfolgreicher Start war am 16. 2. 1971. – Seit 1974 ist die dreistufige Weiterentwicklung *M-3C* im Einsatz.

Die **Magellanschen Wolken** [benannt nach F. de Magalhães oder Magellan], 2 auffallend helle Sternsysteme an der südlichen Himmelshalbkugel, sind Begleiter des Milchstraßensystems. Ihre scheinbaren Durchmesser betragen 12° und 4°. Meistens werden sie als ↗ irreguläre Galaxien bezeichnet, es gibt aber bei beiden Anzeichen für eine Spiralstruktur. Die Große Magellansche Wolke ist 50 kpc vom Milchstraßensystem entfernt und enthält etwa 6 Md. Sonnenmassen. Die Entfernung der Kleinen Magellanschen Wolke beträgt 60 kpc, ihre Masse 1,5 Md. Sonnenmassen. Beide rotieren und sind von einer gemeinsamen Wasserstoffhülle umgeben, in der sich nochmals eine balkenförmige Verbindung aus dichterem Gas befindet. In beiden Magellanschen Wolken wurden viele Einzelobjekte entdeckt, die auch aus unserem Sternsystem bekannt sind: Sternhaufen, Wolken interstellarer Materie und Veränderliche. Mit Hilfe von ↗ Delta-Cephei-Sternen in den Magellanschen Wolken wurde die ↗ Perioden-Leuchtkraft-Beziehung entdeckt. Abb.

Magnetfelder [(lat. (griech.) bestimmen in erheblichem Ausmaß das Geschehen im Kosmos. Neben dem schon lange bekannten Magnetfeld der Erde wurden



Große und Kleine Magellansche Wolke

auch bei anderen Planeten, im interplanetaren Raum, auf der Sonne, im interstellaren Raum und bei einigen Sternen derartige Felder nachgewiesen.

Die kosmischen Formen der Materie sind zum größten Teil ionisiert, gasförmig und elektrisch gut leitend. In dieser Materie fließen elektrische Ströme, und in Verbindung damit treten Magnetfelder auf. Turbulente Strömungen in kosmischen Körpern können in Verbindung mit der Rotation dieser Körper derart verlaufen, daß Bewegungsenergie in elektromagnetische Energie umgewandelt wird. So werden die kosmischen Magnetfelder aufrechterhalten.

Die *Erde* hat ein im Laufe einiger Jahrhunderte veränderliches Magnetfeld. Es entspricht dem eines gegen die Erdachse um gegenwärtig $11,5^\circ$ geneigten Stabmagneten und wird durch elektrische Ströme im flüssigen Erdkern erzeugt. An der Erdoberfläche beträgt die magnetische Induktion zwischen 0,03 und 0,05 Millitesla. Das Erdmagnetfeld breitet sich verhältnismäßig weit in den interplanetaren Raum aus (\rightarrow Magnetosphäre). *Mond*, *Venus* und *Mars* besitzen keine nennenswerten Magnetfelder (weniger als 0,1 % des Erdfeldes). Bei *Merkur* wurden

hingegen Feldstärken von einem Prozent des Erdfeldes nachgewiesen. Das Magnetfeld des *Jupiter* übersteigt das der Erde um den Faktor 10. Im *interplanetaren Raum* wurden schwache Magnetfelder beobachtet, die, durch den \nearrow Sonnenwind mitgeschleppt, bis weit über die Erdbahn hinaus wirksam sind.

Die *Sonne* besitzt ein schwaches allgemeines Magnetfeld und daneben sehr starke lokale, d. h. auf kleine Bereiche begrenzte Magnetfelder. In ihnen beträgt die magnetische Induktion einige Zehntel Tesla. Diese lokalen Magnetfelder sind die eigentliche Ursache der verschiedenen Erscheinungen der \nearrow Sonnenaktivität.

Das *interstellare Magnetfeld* ist mit seinen Feldlinien parallel zu den Spiralarmen des \nearrow Milchstraßensystems orientiert. Es ist sehr schwach; seine Stärke beträgt nur $\frac{1}{100000}$ der Erdfeldstärke. Bei einigen *Sternen* konnten z. T. extrem starke Felder nachgewiesen werden, deren Achsen in manchen Fällen bis zu 90° gegen die Rotationsachsen der Sterne geneigt sind. \nearrow magnetische Sterne.

Magnetische Sterne besitzen ein durch Spektralbeobachtungen nachweisbares Magnetfeld. Durch den \nearrow Zeeman-Effekt

sind ihre Spektrallinien verbreitert oder aufgespalten. Die magnetischen Induktionen betragen in der Regel einige Zehntel Tesla; in Einzelfällen wurden jedoch erheblich höhere Werte gemessen. Die Magnetfelder vieler magnetischer Sterne sind veränderlich; was wahrscheinlich aus der Rotation dieser Himmelskörper folgt. Magnetische Sterne enthalten einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Metallen.

Ein **magnetischer Sturm**, eine \nearrow solar-terrestrische Erscheinung, äußert sich in schnellen Veränderungen der magnetischen Feldstärke an einem bestimmten Ort auf der Erde. Solche Veränderungen können mehrere Tage anhalten; sie sind die Folge von Magnetfeldern, die in der Hochatmosphäre der Erde durch Teilchenstrahlung erregt werden, die bei einer \nearrow chromosphärischen Eruption frei wird.

Die **Magnetosphäre** [(griech.) ist der Raum um einen Himmelskörper, in dem dessen Magnetfeld wirkt. – Die *Magnetosphäre der Erde* wird durch den \nearrow Sonnenwind zu einem langgestreckten, tropfenförmigen Gebilde geformt, das auf der sonnenzugewandten (Tag-)Seite 10 bis 12 Erdradien, auf der sonnenabgewandten Seite vermutlich mehr als 100 Erdradien

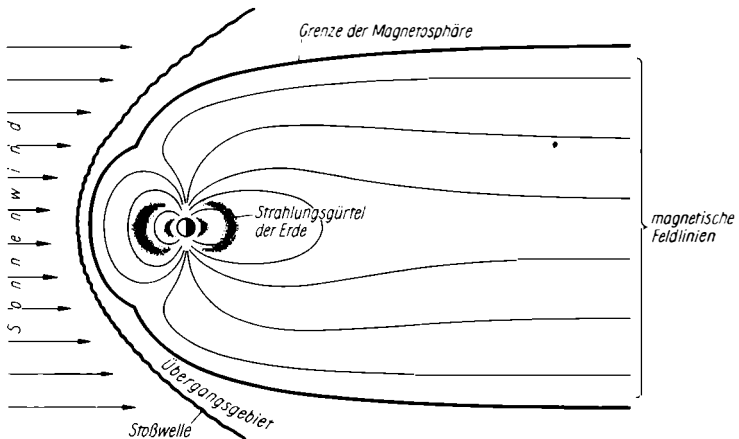
in den Raum hinausreicht. Zwischen dem Sonnenwind und der Magnetosphäre befindet sich eine Stoßwelle (Schockfront). Innerhalb der Magnetosphäre liegen die \nearrow Strahlungsgürtel. *Abb.*

Das **Maksutow-Teleskop** oder *Meniskus-Teleskop* ist eine Art des Spiegelteleskops, bei der das Licht auf einen kugelförmigen Hohlspiegel fällt, nachdem es eine dicke Meniskuslinse durchlaufen hat. Diese Linse dient der Korrektur der \nearrow Abbildungsfehler.

Maler oder lat. *Pictor* (Genitiv *Pictoris*), Abk. *Pic*, mitunter auch *Malerstaffelei*, heißt ein unscheinbares, in Mitteleuropa unsichtbares Sternbild des Südhimmels.

Das **Mare** [(lat., „Meer“; Plural *Maria*) ist eine auffällige Oberflächenstruktur auf dem Mond. Die großen Maregebiete können als ausgedehnte, dunkle Flecken bereits mit dem bloßen Auge gesehen werden. Es handelt sich um verhältnismäßig ebene Flächen, die nur vereinzelte, meistens kleine Krater aufweisen. Die Bezeichnung Mare wurde diesen Gebieten von den ersten Beobachtern gegeben, die glaubten, im Fernrohr offene Wasserflächen auf dem Mond entdeckt zu haben.

Die *Maria* entstanden durch die Ein-



Magnetosphäre der Erde

schläge sehr großer Meteoriten und ähnlicher Körper in der Frühgeschichte des Mondes und anschließende Überflutung

Mare: Maregebiete auf dem Mond

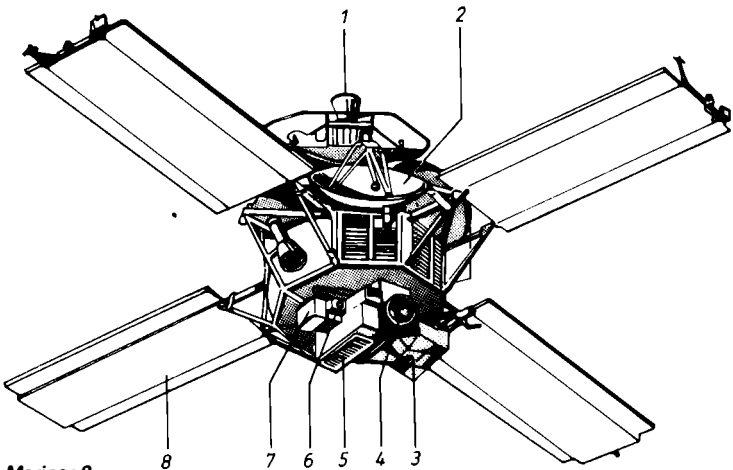
Lateinischer Name	Deutscher Name
Mare Crisium	Meer der Gefahren
Mare Foecunditatis	Meer der Fruchtbarkeit
Mare Frigoris	Meer der Kälte
Mare Humorum	Meer der Feuchtigkeit
Mare Imbrium	Regenmeer
Mare Nectaris	Nektarmeer
Mare Nubium	Wolkenmeer
Mare Serenitatis	Meer der Heiterkeit
Mare Tranquillitatis	Meer der Ruhe
Mare Vaporum	Meer der Dämpfe
Oceanus Procellarum	Ozean der Stürme

Der lateinische Name ist die internationale Bezeichnung (z. B. auf Mondkarten). Die aufgeführten Mare befinden sich auf der erdzugewandten Oberflächenhälfte.

der Becken durch Lava. Sie sind im Grunde gigantische Kraterformen. Durch künstliche Mondsatelliten wurde festgestellt, daß unter den kreisähnlichen Maria große Massenkonzentrationen vorhanden sind. Sie fehlen unter den unregelmäßig geformten Maregebieten. Auf der erdabgewandten Seite des Mondes sind – mit einer Ausnahme – keine Maregebiete vorhanden. *Tab.*

Mariner [engl., sprich: märihna] heißt die erste Serie von Raumsonden der USA, von denen 1962/73 7 Sonden gestartet wurden. Sie sollen die erdnächsten Planeten, Venus (Mariner 2, 5, 10) und Mars (Mariner 4, 6, 7, 9) und deren Umgebung erkunden.

1. *Mariner-Venussonden:* Nach einem Fehlstart von *Mariner 1* passierte *Mariner 2*, gestartet am 27. 8. 1962, die Venus am 14. 12. 1962 in 34 830 km Abstand und übermittelte Meßwerte zur Erde [wie: Venusoberflächentemperatur beträgt 425°C]. *Mariner 3*, gestartet am 5. 11. 1964, erreichte nicht die vorgesehene Bahn. *Mariner 5*, gestartet am 14. 6. 1967, passierte Venus am 19. 10. 1967 in 3 200 km Abstand. Wieder



Mariner 9

1 Bahnkorrekturtriebwerk, 2 Richtantenne, 3 Infrarot-Interferometer und -spektrometer, 4 Fernsehkamera mit Normalobjektiv, 5 UV-Spektrometer, 6 Weitwinkelfernsehkamera, 7 Infrarot-Radiometer, 8 Solarzellenflächen



Mars, Abb. 1: Landschaft auf dem Mars, links befindet sich ein Stein von 3 m Breite und 1,5 m Höhe. Aufgenommen von Viking 1

wurden Meßwerte übermittelt, die mit denen der sowjetischen Venussonden Venera 5 und 6 übereinstimmten. *Mariner 10* passierte die Venus und den Merkur und sendete zahlreiche Aufnahmen sowohl der Wolkenstruktur der Venus als auch der Merkursoberfläche zur Erde (↗ Abb. Merkur, ↗ Venus Abb. 1). Die Sonde, die eine Masse von 503 kg hat, wurde am 3. 11. 1973 mit einer Titan-Centauro gestartet und passierte die Venus am 5. 2. 1974 und den Merkur erstmalig am 29. 3. 1974, weitere Merkurpassagen erfolgten am 21. 9. 1974 und 16. 3. 1975.

2. Die erste Marssonde der USA war *Mariner 4*, gestartet am 28. 11. 1964. Sie passierte den Planeten am 14. 7. 1965 in 9845 km Abstand und sendete erste Fernsichtbilder zur Erde. *Mariner 6*, gestartet am 25. 2. 1969, passierte den Mars am 31. 7. 1969. *Mariner 7*, gestartet am 27. 3. 1969, passierte den Mars am 5. 8. 1969, beide in 3200 km Entfernung. Sie lieferten sehr bedeutende Erkenntnisse über Atmosphäre und Oberfläche des ↗ Mars. Erste Untersuchungen sollten klären, ob es (auch niedere) Formen des Lebens auf dem Mars gibt. — Die Massen von *Mariner 2* bis *7* liegen zwi-

schen 200 und 400 kg. Trägerraketen waren Atlas-Agena B (*Mariner 2*), Atlas-Agena D (*Mariner 3–5*), Atlas Centaur (*Mariner 6* und *7*). — *Mariner 9* ist am 30. 5. 1971 gestartet worden. Am 14. 11. 1971 gelangte er in eine Marsumlaufbahn mit 65° Bahnneigung, einer anfänglichen Flughöhe zwischen 1200 und 17 150 km von der Marsoberfläche und einer Umlaufzeit von 12 h. Die Startmasse machte 1031 kg aus, die Umlaufmasse beträgt 520 kg. Mit dieser Sonde wurde eine große Zahl von Aufnahmen der Marsoberfläche in guter Qualität gewonnen und zur Erde übertragen (↗ Krater Abb. 2). Ferner erfolgten weitere Untersuchungen der Oberflächentemperatur und der Atmosphäre des Mars. Abb.

Marots ist die Bezeichnung für einen maritimen Nachrichtensatelliten der ↗ ESA, der 1982 mit der noch in Entwicklung befindlichen westeuropäischen Trägerrakete Ariane gestartet werden soll. Durch ihn sollen Verbindungen zwischen Schiffen, Flugzeugen und Bodenstationen ermöglicht werden. Der Satellitenhaupteinzelkörper soll dem des ↗ OTS entsprechen. Lediglich das Antennensystem wird verändert, es soll aus einer großen Para-

bolantenne bestehen. Möglicherweise werden bis zu seinem Einsatz in der Entwicklung noch Veränderungen vorgenommen. — ↗ Nachrichtensatelliten Abb. 1.

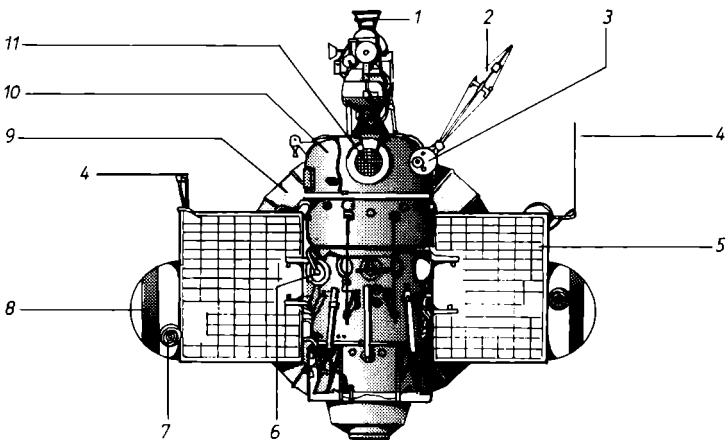
Der Mars ist 1. ein der Erde benachbarter Planet des Sonnensystems. Er gehört zu den ↗ erdähnlichen Planeten. ↗ Tab. Planeten und Tab. Planetensysteme.

Die höchste Oberflächentemperatur (am Äquator) liegt bei $+17^{\circ}\text{C}$, die niedrigste Oberflächentemperatur (an den Polen) bei -140°C .

Der größte und der geringste Abstand des Mars von der Sonne beträgt 249 Mill. bzw. 207 Mill. km, der von der Erde 399,9 Mill. bzw. 55,8 Mill. km.

Die Rotationsachse des Mars ist um 25° gegen die Senkrechte zur Bahnebene geneigt; dadurch treten auf dem Planeten ausgeprägte jahreszeitliche Erscheinungen auf. Sie sind am besten an der wechselnden Ausdehnung der weißen, aus gefrorenem Wasser bestehenden Polkappen zu erkennen. Im Marswinter wachsen die Polkappen an, im Sommer verkleinern sie sich. Außer den Polkappen sind von der Erde aus lediglich verwaschene hellere und dunklere Gebiete auf dem Mars

zu beobachten. Naherkundungen mit Raumsonden zeigten, daß die *Marsoberfläche* viele Krater aufweist (↗ Abb. Krater). Sie werden jedoch — im Unterschied zu den Mondkratern — nicht ausschließlich als Einsturzkrater, sondern auch teilweise als Vulkane gedeutet. Der größte Vulkankegel heißt Olympus Mons. Er hat einen Grundflächendurchmesser von 600 km, einen Kraterdurchmesser von 90 km und ist 23 km hoch. Außer den Kraterregionen gibt es form- und strukturlose Gebiete, gebirgiges Gelände sowie weite Ebenen, die von Lavaüberflutungen herrühren. Abb. 1. — Gewundene Täler, bis zu 1 500 km lang und bis zu 200 km breit, sind offensichtlich durch fließendes Wasser entstanden. Zu ihnen gehören auch Zuflußtäler. Dem steht entgegen, daß der Mars gegenwärtig ein sehr trockener Planet ist; jedoch ist denkbar, daß auf seiner Oberfläche in einer früheren Entwicklungsphase mehr Wasser vorhanden war. Die Flußbetten haben nichts mit den *Marskanälen* zu tun, die gegen Ende des 19. Jh. beobachtet wurden und sich inzwischen als optische Täuschungen erwiesen haben. Mars besitzt eine mit 600 Pa Oberflächendruck sehr



Mars, Abb. 2: Mars 1

1 Korrekturtriebwerk, 2 Magnetometer, 3 Sonnensensor, 4 Rundstrahlantenne, 5 Solarzellenflächen, 6 Druckgasbehälter, 7 Richtantenne, 8 Temperaturregelungssystem, 9 Parabolantenne, 10 Geräteteil, 11 Astrosensor

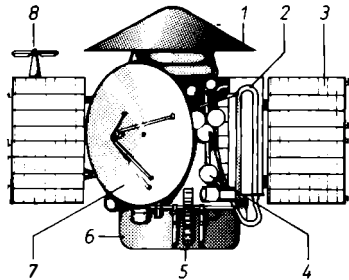
dünne, aber stark bewegte *Atmosphäre*. In ihr treten Strömungsgeschwindigkeiten bis zu 45 m/s auf, die zeitweilig starke, sichtbehindernde Staubstürme verursachen. Die Marsatmosphäre besteht zu 95% aus Kohlendioxid. Stickstoff ist mit 2,7% in ihr enthalten, Sauerstoff und Wasserdampf in noch geringeren Anteilen. Die im *Marsboden* häufigsten Elemente sind Silizium und Eisen. *Lebewesen* wurden bisher auf dem Mars nicht gefunden.

Der innere Aufbau des Mars ähnelt dem des Mondes. Ein Eisenkern von etwa 1000 km Durchmesser wird von einem 500 km dicken unteren Mantel mit hoher Dichte umgeben, dieser von einem 2000 km dicken oberen Mantel geringer Dichte. Die äußere Kruste hat eine Dichte von $2,4 \text{ g/cm}^3$. Mars wird von 2 Monden (\nearrow Tab. Satellit) umlaufen.

2. Mars [(russ.] heißt eine Serie von Planetensonden der UdSSR, die der Erforschung des Planeten Mars dient. *Mars 1* wurde am 1. 11. 1962 auf eine Flugbahn in Richtung Mars gebracht. Sie hat eine Masse von 894 kg. Ihre interplanetare Flugbahn ist um $2,7^\circ$ gegen die Ebene der Ekliptik geneigt, zu einem Sonnenumlauf benötigt sie 519 Tage, das Perihel liegt bei 138,1 Mill. km und das \nearrow Aphel bei 239,8 Mill. km. Bis zum 31. 3. 1963 (Entfernung rund 106 Mill. km von der Erde) bestand mit ihr Funkverbindung. Zu diesem Zeitpunkt hatte sie den marsnahen Raum noch nicht erreicht. Die Sonde lieferte zahlreiche Meßwerte über den interplanetaren Raum, die kosmische Strahlung, das interplanetare Magnetfeld und die Mikrometeoriten. *Abb. 2.*

Mars 2 und 3 wurden am 19. bzw. 28. 5. 1971 gestartet, beide hatten eine Masse von 4650 kg. *Mars 2* gelangte am 27. 11. 1971 in eine Marsatellitenbahn mit $48,9^\circ$ Bahnneigung, 18 h Umlaufzeit mit Marsabständen zwischen 1380 und 25000 km. Die Schwestersonde erreichte am 2. 12. 1971 eine kreisähnliche Umlaufbahn mit rund 1500 km Marsabstand und einer Umlaufzeit von 11 h. Von ihr war eine Landekapsel ausgestoßen worden, die als erster von Menschenhand gefertigter Körper auf der Oberfläche unseres

Nachbarplaneten (im Gebiet „Elektris“) weich landete. Wegen eines starken Staubsturmes war eine Bildübertragung von der Oberfläche nicht möglich. Beide Sonden hatten einen größten Körperdurchmesser von rund 2 m, eine Höhe von 5 m und eine Spannweite über die Solarzellenflächen von rund 7 m.



Mars, Abb. 3: Mars 2 bis 7

1 Landekapsel mit Hitzeschild, **2** Temperaturregelungssystem, **3** Solarzellenflächen, **4** Druckgasbehälter, **5** optisch-elektronische Geräte des Astro-Orientierungssystems, **6** Geräteteil, **7** Parabolantenne, **8** Antenne der französischen Anlage „Stereo“

Mars 4 bis 7 wurden innerhalb von 20 Tagen (einem sogenannten \nearrow Startfenster) 1973 gestartet (am 21., 25. 7., 5., 9. 8.). Sie entsprachen in ihrem Aufbau ungefähr den beiden vorangegangenen Sonden. *Mars 4* passierte infolge eines technischen Fehlers den Planeten am 10. 2. 1974 in geringerem Abstand. *Mars 5* gelangte in eine Umlaufbahn mit 35° Bahnneigung mit Marsabständen zwischen 1760 und 32500 km und einer Marsumlaufzeit von 25 h. Von der Sonde *Mars 6*, die den Planeten am 12. 3. 1974 passierte, wurde eine Landekapsel auf den Planeten gebracht, die bei ihrem Niedergehen am Fallschirm physikalische Werte der Marsatmosphäre übermittelte. Im Vorbeiflug machte die Sonde *Mars 6* zahlreiche Aufnahmen der Marsoberfläche, auf denen u.a. auch Gebilde entdeckt wurden, die ausgetrockneten Flußläufen ähnlich sehen. Gebiete mit höherem Feuchtigkeitsgehalt wurden entdeckt.

Mars 7 passierte den Planeten am 9. 3. 1974. Abb. 3.

Marssonden → Mars (2), → Viking.

Die **Masse**, Formelzeichen m , ist eine der wichtigsten → Zustandsgrößen eines Himmelskörpers. Sie kann nur auf Grund der von ihr bewirkten Gravitation bestimmt werden. – Um die Masse eines Planeten zu ermitteln, beobachtet man die Bewegung seiner Monde oder, wenn er keine Monde besitzt, seine eigene Bewegung im Gravitationsfeld der Sonne und der anderen Planeten. Die Massen der Sterne lassen sich am besten bei Doppelsternsystemen bestimmen, da in diesen Fällen die Bewegung direkt beobachtbar ist. Es gilt das 3. Keplersche Gesetz, das eine Beziehung zwischen den Sternmassen m_1 und m_2 , der großen Halbachse a und der Umlaufzeit T herstellt:

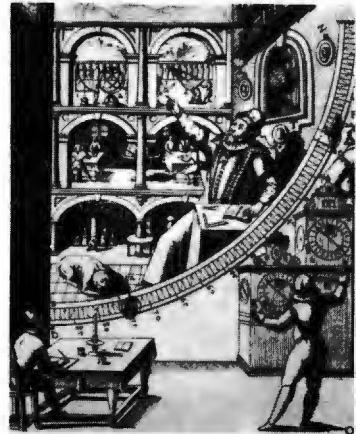
$a^3 T^2 \sim m_1 + m_2$. Eine weitere Möglichkeit der Sternmassenbestimmung ergibt sich bei → Weißen Zwergen. An ihren Oberflächen herrscht eine so große Schwerebeschleunigung, daß die Strahlung beim Verlassen dieser Sterne einen meßbaren Energieverlust erleidet. Er ist durch Linienverschiebungen in den Spektren nachweisbar (→ Spektrum).

Bei den Sternen der Hauptreihe besteht in Gestalt der → Masse-Leuchtkraft-Beziehung ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Masse und der Leuchtkraft. Daher ist für solche Sterne eine Massenbestimmung verhältnismäßig einfach, wenn die Leuchtkraft bekannt ist. – Die größte bei einem Stern bisher festgestellte Masse beträgt 120 Sonnenmassen. Massereichere Sterne sind nicht stabil, da sie durch den Strahlungsdruck

der in ihnen freigesetzten Energie auseinandergerissen werden. Andererseits können Sterne mit weniger als 0,1 Sonnenmassen keine Kernfusion in Gang bringen.

Die **Masse-Leuchtkraft-Beziehung** der Hauptreihensterne besagt, daß bei den Sternen der Hauptreihe im HRD die Leuchtkraft um so größer ist, je massereicher sie sind. In der Hauptreihe des HRD sind die Sterne ihrer Masse nach angeordnet. Die Beziehung lautet: $L \sim m^{3.5}$. Abb.

Die **Massenanziehung** → Gravitation.

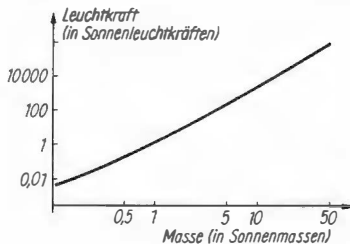


Mauerquadrant des Tycho Brahe

Der **Mauerquadrant** ist ein Höhenmeßgerät, das in der Antike und im Mittelalter verwendet wurde. An einem in der Meridianebene errichteten Viertelkreis befand sich eine Visiereinrichtung; an der Kreisteilung konnte man die Kulminationshöhe des beobachteten Gestirns ablesen. Abb.

Das **Megaparsek**, Kurzzeichen **Mpc**, ist eine Maßeinheit der Entfernung (→ Parsek). $1 \text{ Mpc} = 10^3 \text{ kpc} = 10^6 \text{ pc}$
 $1 \text{ Mpc} = 3,26 \text{ Mill. Lj} = 3,086 \cdot 10^{19} \text{ km}$
 Das Megaparsek wird zur Angabe von Entfernungen zwischen den Sternsystemen verwendet.

Zum Beispiel sind der Virgohaufen 16 Mpc, die Radioquelle Cygnus A



Masse-Leuchtkraft-Beziehung

200 Mpc, der Quasar 3 C 273 rund 500 Mpc entfernt.

Ein **Mehrfachstern** ist ein durch die Massenanziehung zusammengehaltenes System von 3 oder mehr Sternen, die sich um einen gemeinsamen Schwerpunkt bewegen (z. B. ↗ Kastor). – ↗ Doppelstern.

Die **Mehrfarbenfotometrie** [(griech.)] ist die Bestimmung der Helligkeit von Gestirnen in mehreren Wellenlängenbereichen. Im einfachsten Falle ermittelt man, wie hell das Objekt bei ↗ visueller oder ↗ fotovisueller und wie hell es bei fotografischer Beobachtung erscheint. Visuelle und fotovisuelle Strahlungsempfänger sind im gelbgrünen, fotografische Schichten meistens im blauen Spektralbereich am empfindlichsten.

Die Differenz der gemessenen Helligkeiten ist eine besondere Größe, der ↗ Farbenindex. Meistens wird die Helligkeit im ultravioletten, im blauen und im visuellen (gelbgrünen) Bereich gemessen; man erhält 2 Farbenindizes ($B-V$ und $U-B$). Dieses **UBV-System** ermöglicht weitgehende Aussagen über die betreffenden Objekte. Auch im roten und im infraroten Spektralbereich werden fotometrische Messungen vorgenommen. *Tab.*

Eine **Mehrstufenrakete** ist eine ↗ Trägerrakete, die 2, 3 oder mehr hintereinander oder (bzw. und) parallel angeordnete unabhängige Triebwerke (*Stufen*) besitzt, die nacheinander gezündet und nach

Ausbrennen fast immer abgetrennt und abgeworfen werden. Die 1. Stufe ist die unterste, die zuerst verbraucht wird und den größten Schub liefert. ↗ Standardträgerrakete der UdSSR.

Das **Meniskusteleskop** [(lat. (griech.)] ↗ Maksutow-Teleskop.

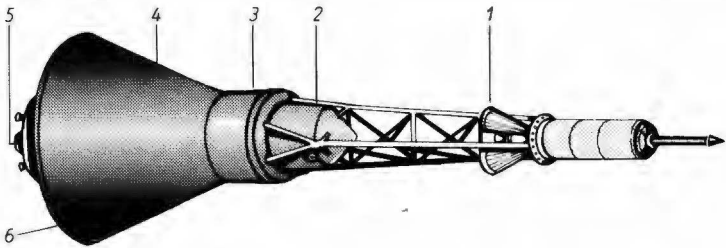
Mensa [(lat.)] ↗ Tafelberg.

Mercury [engl., „Merkur“; sprich: məkjuri] heißt der 1. Typ bemannter Raumflugkörper der USA. Mit Mercury MA-6 startete der erste Astronaut der USA.

Nach der verwendeten Trägerrakete unterscheidet man Mercury-Redstone (**MR**) und Mercury-Atlas (**MA**). Die ersten ballistischen Flüge erfolgten am 19. 12. 1960 mit MR-1A, mit MR-2 am 31. 1. 1961 mit dem Schimpansen Ham, mit MR-3 mit Alan Shepard am 5. 5. 1961 und am 21. 7. 1961 mit Virgil Grissom mit MR-4. Die Flugdauer betrug etwa jeweils 15 min, die größte Flughöhe lag bei 200 km. Nach einem Fehlstart erfolgte am 21. 2. 1961 der erste ballistische Flug von MA-2 mit einer Trägerrakete ↗ Atlas. MA-3 war ein Fehlstart, bei MA-4 gelangte am 13. 9. 1961 die Mercury-Kapsel mit einem Astronautensimulator an Bord auf eine Erdumlaufbahn und umkreiste die Erde einmal. An Bord von MA-5, der am 29. 11. 1961 erfolgte, befand sich bei 2 Erdumkreisungen der Schimpanse Enos. Die 1. Erdumkreisung eines amerikanischen Astronauten, John Glenn, erfolgte mit MA-6 am 20. 2. 1962; er umkreiste binnen knapp 5 h die Erde dreimal.

Mehrfarbenfotometrie

Wellenlängenbereich	Kurzbezeichnung	Größe Energie bei einer Wellenlänge von
Ultraviolett	U	360 nm
Blau	B	450 nm
Visuell (Gelbgrün)	V	555 nm
Rot	R	670 nm
Infrarot	I	870 nm
Infrarot	J	1 200 nm
Infrarot	K	2 200 nm
Infrarot	L	3 500 nm
Infrarot	M	5 000 nm
Infrarot	N	9 000 nm

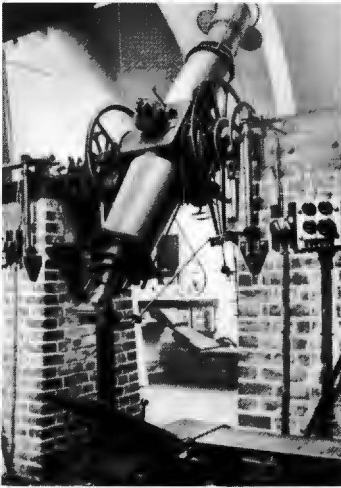


Mercury

1 Rettungsrakete, 2 Antennenteil, 3 Rückkehrusrüstung, 4 Raum des Astronauten, 5 Bremsrakete, 6 Hitzeschild

Am 24. 5. 1962 wurde dieses Unternehmen mit MA-7 und Malcolm Scott Carpenter wiederholt. In Mercury 8 umkreiste am 3. 10. 1962 Walter Schirra sechsmal die Erde. Der letzte Flug, MA-9 mit Gordon Cooper, erfolgte vom 15. bis 16. 5. 1963 und dauerte etwas mehr als 34 Stunden (23 Erdumkreisungen).

Die Mercury-Kapseln waren für 1 Astronauten und knapp 2 Tage Flugzeit ausgelegt. Der glockenförmige (konische) Körper hatte einen Durchmesser von 1,8 m, eine Länge von 2,9 m. Die Umlaufmassen lagen zwischen 1 000 und 1 828 kg. Abb.



Meridiankreis

Die Meridiane [(lat.) oder *Längenkreise* sind alle größten Kugelhalbkreise auf der Erde, die durch die beiden Pole verlaufen. Sie schneiden den Äquator rechtwinklig. Der *Himmelsmeridian* (Ortsmeridian) eines Beobachtungsortes ist der größte Kreis an der scheinbaren Himmelskugel, der senkrecht auf dem Horizont steht und durch Südpunkt, Zenit, Nordpol, Nordpunkt und Nadir verläuft.

Der *Meridiankreis* [(lat.) ist eines der wichtigsten und genauesten astronomischen Beobachtungsinstrumente. Er besteht aus einem Fernrohr, das sich lediglich um eine horizontale (west-östliche) Achse bewegen läßt. Ein im Gesichtsfeld des Instruments befindlicher senkrechter Faden markiert die Meridianlinie. Man beobachtet den Durchgang eines Gestirns durch diesen Faden und bestimmt daraus die *Kulminationszeit*; mittels eines horizontalen Fadens und einer sehr genauen Kreisteilung kann auch die *Kulminationshöhe* ermittelt werden. — ↗ Römer. — Abb.

Der Merkur ist der sonnennächste Planet des Sonnensystems. Er gehört zu den ↗ erdähnlichen Planeten. — ↗ Tab. Planet und Tab. Planetensystem.

Merkur ist von der Erde aus nicht leicht zu beobachten, da er sich innerhalb der Erdbahn um die Sonne bewegt und sein Winkelabstand von der Sonne deshalb höchstens 27° betragen kann. Er zeigt Phasen wie der Mond; Fernrohrbeobachtungen lassen günstigstenfalls schwache Helligkeitsunterschiede in einigen Oberflächengebieten erkennen.

Naherkundungen durch Raumsonden zeigten, daß Merkur eine mit Kratern übersäte *Oberfläche* besitzt und in seinem Anblick dem Erdmond sehr ähnelt. Ein Unterschied besteht aber im Vorhandensein von glatten Ebenen in Hochlandgebieten des Merkur und im Auftreten vieler Steilhänge, die sich über Hunderte von Kilometern erstrecken. Diese Hänge sind ein Anzeichen dafür, daß das Merkurinnere in der Frühgeschichte des Planeten größer war und dann geschrumpft ist. Die Oberfläche ist in 2 unterschiedlich beschaffene Hälften geteilt; Merkur besitzt eine kraterreiche und eine vorwiegend mit Ebenen bedeckte Halbkugel. Auch darin ähnelt er dem Mond. *Abb.*

Eine *Atmosphäre* wie die Erde besitzt Merkur nicht. Seine Gashülle hat nur ein Hundertmilliardstel der Dichte der Erdatmosphäre und besteht vorwiegend aus Edelgasen. Auch in der Vergangenheit kann Merkur keine nennenswerte Atmosphäre gehabt haben. Entgegen früheren Annahmen wurde 1974 ein schwaches *Magnetfeld* nachgewiesen, das an der Merkuroberfläche etwa $\frac{1}{100}$ der Stärke des Erdmagnetfeldes besitzt. Die *Temperaturen* sind wegen der geringen Entfer-

nung von der Sonne auf der Tagseite des Planeten sehr hoch. Am Äquator wurde eine Nachmittagstemperatur von $+300^{\circ}\text{C}$ gemessen; nach Sonnenuntergang fiel die Temperatur rasch auf -90°C und dann bis Mitternacht weiter auf -180°C .

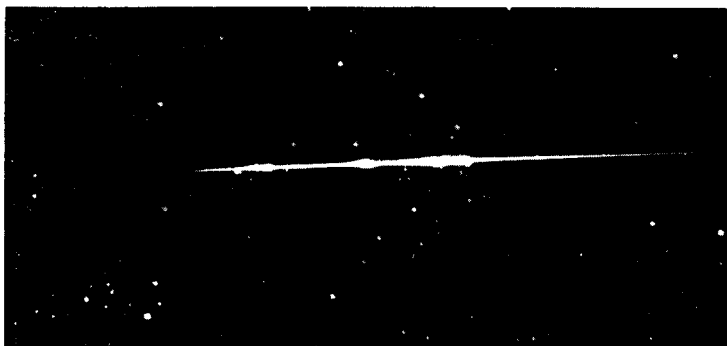
Bei Merkur ist die Oberfläche mondähnlich, das Innere erdähnlich. 60 bis 80% des Gesamtvolumens dürften von einem massiven Eisenkern eingenommen werden; die äußeren Schichten sind sicher aus Silikaten aufgebaut. — ↗Tab. Durchgang.

Der *Messier-Katalog* [sprich: meßjeh-] ist ein Verzeichnis von Nebeln und Sternhaufen, das 1784 von dem französischen Astronomen Charles Messier (1730–1817) angelegt wurde. Die Objekte darin sind numeriert, zur Unterscheidung von anderen Katalogen wird der Nummer ein M vorangestellt. — Beispiele: M42 ist die Messier-Nummer des Orionnebels, M13 die des hellen Kugelsternhaufens im Sternbild Herkules, M32 ein Begleiter (elliptisches Sternsystem) des ↗Andromedanebels.

Die *Metagalaxis* [(griech.)] ist ein großes kosmisches System, dessen nächstkleinere Bestandteile ↗Galaxienhaufen und ↗Sternsysteme sind. Bisher konnte



Merkur aus 76000km Entfernung gesehen. Aufgenommen von Mariner 10



Meteor, Abb. 1: Meteorspur

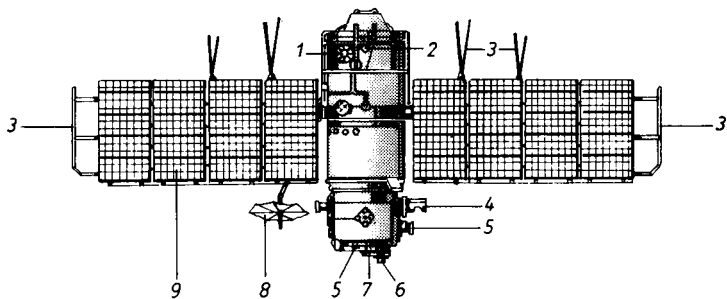
noch nicht endgültig geklärt werden, ob dieses System tatsächlich existiert. Möglicherweise ist der heute überschaubare Teil des Weltalls, der einen Radius von 3 bis 4 Md. pc aufweist, nur ein Bruchteil der Metagalaxis. In ihm befinden sich viele Md. Sternsysteme.

Als **Metallliniensterne** (Am-Sterne) bezeichnet man Sterne der Spektralklasse A, in deren Spektren die Linien der Metalle stärker als normal auftreten. Sie zählen zu den Hauptreihensternen und gehören in vielen Fällen zu Doppelsternsystemen.

Das oder der Meteor oder 1. die **Sternschnuppe** erscheint als schnell über den Himmel ziehender Lichtpunkt, häufig mit nachleuchtendem Schweif. Es entsteht als Leuchterscheinung, wenn ein Meteorit

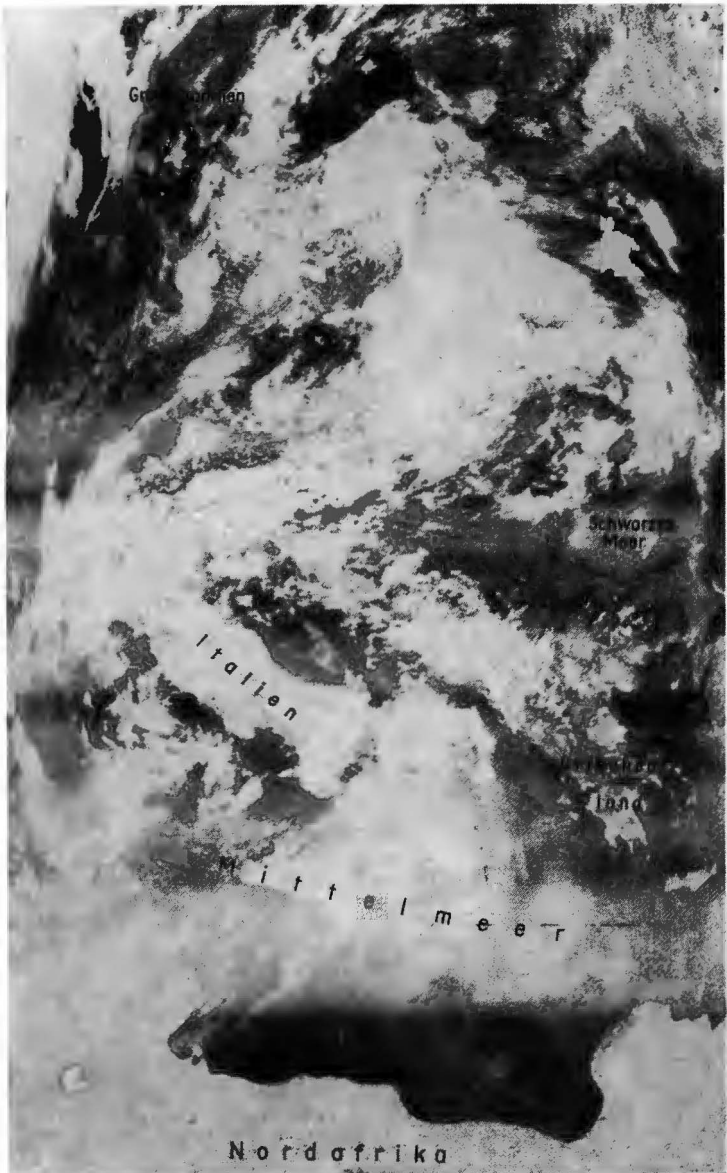
in die dichteren Schichten der Erdatmosphäre eindringt und infolge der Zusammenstöße mit den Gasteilchen hell aufglüht. Sehr helle Meteore heißen **Feuerkugeln (Boliden)**; sie sind sehr selten.

Meteore können optisch und mit dem Radio-Echo-Verfahren beobachtet werden. Letzteres gestattet auch Beobachtungen bei bedecktem Himmel und bei Tageslicht. Die Meteore leuchten meist in Höhen zwischen 80 und 120 km auf und treten entweder einzeln (als sporadische Meteore) oder in Schwärmen (als Meteorstrom) auf. Da die in Bewegungsrichtung der Erde vorn liegende Erdhälfte von mehr Meteoriten getroffen wird als die Gegenseite, ist die Zahl der beobachteten Meteore morgens vor Be-



Meteor, Abb. 2: Meteor 1

1 Sonnensensor, 2 Lageregelungsdüse, 3 Antennen, 4 Infrarot-Radiometer, 5 Aktinometer, 6 Magnetometer, 7 Fernsehkamera, 8 Richtantenne, 9 Solarzellenflächen



Meteor, Abb. 3: Wolkenverteilung nach einem von Meteor 18 am 23. 8. 1974 ab 10 h 50 min gesendeten Wetterbild



Meteorit: Eisenmeteorit mit Abschmelzrillen. Fundort: Iquique, Chile. Museum für Naturkunde, Berlin

ginn der Dämmerung am größten. Außerdem sind im Herbst im Mittel mehr Meteore zu sehen als in anderen Jahreszeiten. *Abb. 1.*

2. Meteor heißen die meteorologischen Beobachtungssatelliten der UdSSR, die seit März 1969 im Einsatz sind. Sie liefern Teilbilder der Erdoberfläche im sichtbaren und im infraroten Bereich der elektromagnetischen Wellen, verschiedenartige Fernmeßwerte über die physikalischen Parameter der unteren Erdatmosphäre sowie telemetrische Meßwerte über das Funktionieren der Apparatur und Instrumente. Der Durchmesser beträgt etwa 1,2 m, die Länge 3 m, die Spannweite etwa 7,5 m, Masse 1000 kg. Die Flugbahnen liegen mit 81 Grad Bahnneigung in rund 900 km Höhe. Seit 1976 ist eine vergrößerte und verbesserte Version dieser Satelliten im Einsatz, die die Bezeichnung *Meteor 2* trägt. *Abb. 2 und 3.*

Der **Meteorit** [(griech.) (*Meteoroid*)] ist der kosmische Kleinkörper, der bei seiner Abbremsung durch den Luftwiderstand der Erdatmosphäre die Leuchterscheinung eines *Meteors* hervorruft.

Nach ihrer Herkunft unterscheidet man *planetarische* Meteorite, die aus dem

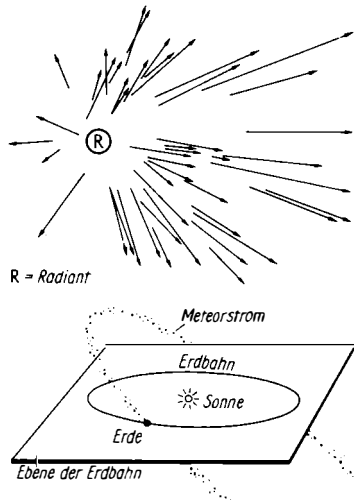
Planetoidengürtel stammen und zu denen viele Riesenmeteorite gehören, und *kometarische* Meteorite. Diese aus dem System der *Kometen* stammenden Körper, die sich in langgestreckten Ellipsen um die Sonne bewegen, sind sehr locker zusammengesetzt. Sie bestehen aus gefrorenen Gasen, gefrorenem Wasser und Staub. Die planetarischen Meteorite bewegen sich in kreisähnlicheren Bahnen um die Sonne und sind relativ feste Körper.

Meteorite haben Massen zwischen einem Milliardstel Gramm und 10 Mill. Tonnen. Ihre Geschwindigkeiten beim Eintritt in die Erdatmosphäre liegen zwischen 10 und 70 km/s. Bei den festen Meteoriten unterscheidet man *Chondrite* und *Achondrite* – die zur Klasse der *Steinmeteorite* zusammengefaßt werden – sowie *Eisenmeteorite*. *Abb.* – Die *Stein-Eisen-Meteorite* nehmen eine Mittelstellung ein. Eine Untergruppe, die *kohligen Chondrite*, enthält in ihrem Material u. a. freien Kohlenstoff, Schwefel und organische Verbindungen. Man vermutet, daß diese Meteorite im Laufe ihrer Entwicklung niemals hohen Temperaturen ausgesetzt waren und betrachtet sie als

wichtige Zeugen aus der Entstehungszeit des Sonnensystems. Mit rund 90% sind die Steinmeteorite weitaus in der Mehrzahl. → Tab. Elementenhäufigkeit.

Die großen Meteorite, die auf die Erde stürzen, rufen z. T. erhebliche Krater hervor. Ein in vorgeschichtlicher Zeit entstandener Meteoritenkrater mit fast 1,3 km Durchmesser und 175 m Tiefe befindet sich in Arizona (USA). Demgegenüber entstanden bei dem Meteoritenfall am 30.6.1908 in Sibirien (Steinige Tunguska) zwar Verwüstungen über viele Quadratkilometer, aber kein Großkrater. Auch der Meteorit, der am 4.12.1974 über der westlichen ČSSR eine Feuerkugel von tausendfacher Vollmondhelligkeit verursachte, erzeugte keinen Krater.

Der Meteorstrom (eigentlich ein Meteoritenstrom) wird beobachtet, wenn die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne einen Schwarm Meteoriten durchquert. In diesem Falle erhöht sich die Zahl der stündlich beobachtbaren → Meteore gegenüber dem Normalwert um ein Vielfaches; in extremen Fällen wurde ein unaufhörlicher „Sternschnuppenregen“ verzeichnet. Wenn sich die meteoritischen Körper über die gesamte Bahn gleichmäßig verteilt haben, so tritt bei jedem Durchgang der Erde durch diesen Punkt, also in jedem Jahr, eine Häufung der Sternschnuppenfälle auf. Man spricht dann von



Meteorstrom: oben Anblick eines Meteorstroms von der Erde aus; unten Bahn der Erde und eines Meteorstroms

permanenten Strömen. Bilden dagegen die Meteoriten einen wenig ausgedehnten Schwarm, so kommt es nur in den Jahren zu größeren Meteorhäufigkeiten, in denen Erde und Schwarm den Schnittpunkt gleichzeitig durchlaufen (*periodische Ströme*).

Meteorstrom: einige permanente Meteorströme

Name	Radiant im Sternbild	Maximum am	Anzahl ²	Dauer in Tagen
Quadrantiden	Bootes ¹	03.01.	30	1–2
Lyriden	Leier	22.04.	10	4
Mai-Aquariden	Wassermann	05.05.	12	7
August-Aquariden	Wassermann	27.07.	20	10
Perseiden	Perseus	12.08.	50	20
Orioniden	Orion	20.10.	16	10
Geminiden	Zwillinge	12.12.	50	6

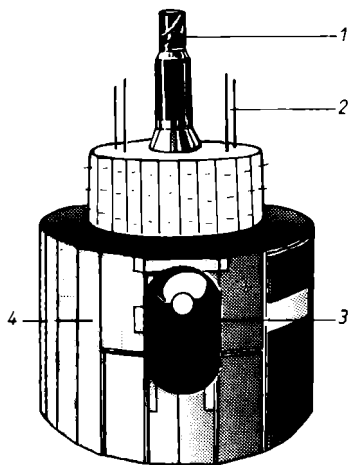
¹ Der Name ist von einem auf alten Sternkarten bezeichneten Sternbild „Quadrant“ abgeleitet

² Anzahl der Meteore je Stunde, die ein Beobachter, für den der Radiant im Zenit steht, beobachten könnte

Da der Beobachter stets in den ihm entgegenlaufenden Schwarm hineinblickt, scheinen die Meteore am Himmel strahlenförmig auseinanderzulaufen. Diese Erscheinung ist durch die Perspektive verursacht. Der Punkt, aus dem die Meteore zu kommen scheinen, heißt *Radiant* des Stromes. Aus dem Radianten kann man die Richtung der Meteoriten, bezogen auf die Sonne, ermitteln. *Abb.*

Meteorströme werden mit Namen bezeichnet, die angeben, in welchem Sternbild der Radiant liegt. So bedeutet der Name *Geminiden*, daß sich der Radiant im Sternbild Zwillinge (lat. Gemini) befindet. Die meisten Meteorströme werden durch die Auflösungsprodukte von ↗Kometen verursacht. *Tab.*

Meteosat 1 [engl. Kurzwort] heißt ein meteorologischer Beobachtungssatellit westeuropäischer Staaten (Auftraggeber ist die westeuropäische Raumfahrtbehörde ↗ESA). Er wurde am 23. 11. 1977 vom Raketensartplatz Cape Canaveral mit einer Trägerrakete Delta 2914 gestartet, gelangte in eine ↗Synchronbahn über dem Äquator und wurde über dem Golf von Guinea stationiert. Er hat eine



Meteosat
1 Antenne zur Bildübertragung, **2** Telemetrieantennen, **3** Fenster für Infrarotradiometer, **4** Solarzellenflächen

Masse von 345 kg, sein Durchmesser beträgt 2,1 m und die Höhe des zylindrischen Hauptkörpers 3,2 m. *Abb.*

Meteosat 1 kann jede halbe Stunde (eine Bildübertragung dauert 25 min) ein Gesamtbild des vom Satelliten aus überschaubaren Teils der Erde im sichtbaren sowie im infraroten Bereich liefern. Ferner ist ein Wasserdampfkanal vorhanden, der Bilder der Feuchtigkeitsverteilung in der unteren Atmosphäre übermittelt. Weiterhin ist es möglich, meteorologische Meßwerte von automatischen, auf der Erde oder den Meeren stationierten meteorologischen Meßstationen zu empfangen und diese wieder zur Erde zurückstrahlen. Er wird im Rahmen des ↗GARP eingesetzt.

Ende 1979 stellte der Satellit seine Bildübertragung ein.

MEZ ist die Abk. für die Mitteleuropäische Zeit. ↗Zonenzeit.

Microscopium [(lat.) ↗Mikroskop.

Das **Mikrofotometer** [(griech. + (lat.) ist ein Meßgerät für die fotografische ↗Fotometrie. Man bestimmt damit auf einer Himmelfotografie den Grad der Schwärzung, die ein Objekt in der fotografischen Schicht bewirkt, und ermittelt daraus die scheinbare Helligkeit.

Der **Mikrometeorit** [(griech.), ein sehr kleiner ↗Meteorit, bewirkt ein nur im Fernrohr sichtbares ↗Meteor. Mikrometeorite sind in der Regel Teilchen des ↗interplanetaren Staubes.

Das **Mikrometer** [(griech.) ist ein Meßinstrument, das am Okularende des Fernrohrs befestigt wird und die Ermittlung kleiner Winkelabstände, z. B. zwischen zwei Gestirnen, gestattet. Im **Fadenmikrometer** wird ein beweglicher Faden um einen meßbaren Betrag gegen ein Fadenkreuz verschoben. Das **Positionsfadenmikrometer** gestattet Messungen des Winkelabstandes und des ↗Positionswinkels. Beim **Ringmikrometer** werden mit feststehendem Fernrohr die Zeiten gemessen, in denen die beiden Gestirne einen im Gesichtsfeld befindlichen Kreisring durchlaufen. Daraus kann man ebenfalls den Abstand berechnen.

Mikroskop [(griech.) oder lat. *Microscop-*



Milchstraße im Sternbild Schütze

pium (Genitiv *Microscopii*), Abk. *Mic.*, heißt ein wenig auffälliges Sternbild am Südhimmel, das in Mitteleuropa nicht beobachtet werden kann.

Die Milchstraße ergibt sich als Innenanblick des ↗ Milchstraßensystems (der Galaxis) vom Ort der Erde aus. Da das System in erster Näherung eine flache Scheibe aus Sternen und interstellarer Materie ist, erscheint es an der Himmelskugel als schwach leuchtendes Band, das sich bei der Beobachtung mit dem Fernrohr in eine Vielzahl von Sternen auflösen läßt. Gelegentlich ist mit dem Wort Milchstraße auch das Milchstraßensystem gemeint. *Abb.*

Das Milchstraßensystem oder die *Galaxis* ist das Sternsystem, zu dem die Sonne neben rund 100 Md. anderen Sternen und einer beträchtlichen Menge ↗ interstellarer Materie gehört. Es ist Teil der ↗ lokalen Gruppe, einem Galaxienhaufen. — Um einen *Kern*, in dem sich kleine, aber starke Infrarot- und Radiostrahlungsquellen befinden (↗ Kern der Galaxis), ordnet sich die Hauptmasse der Sterne und der interstellaren Materie in Form einer *Scheibe* an (↗ Spiralstruktur der Galaxis). Der Scheibendurchmesser beträgt 25 kpc. Kern und Scheibe werden von einem *Halo* (einer etwa kugelförmigen, lockeren Wolke) aus ↗ Kugelsternhaufen, einzelnen Gaswolken und ↗ Haufenveränderlichen umgeben. Sein Durchmesser beträgt etwa 50 kpc. Das System vereinigt in sich etwa 200 Md.

Sonnenmassen, davon liegen 2% in Form der interstellaren Materie vor.

Die Erforschung des Milchstraßensystems ist sehr schwierig, weil alle Beobachtungen von einem Punkt im Inneren des Systems aus erfolgen und weil wegen der ↗ interstellaren Absorption nur ein kleiner Teil davon überhaupt optisch sichtbar ist. So verbirgt sich z. B. der Kern hinter dicken Staubwolken, die für sichtbares Licht undurchdringlich sind. Die *Sonne* befindet sich etwa 10 kpc von ihm entfernt, etwa 15 pc nördlich der Mittelebene der Scheibe. Sie umläuft das Zentrum auf einer nahezu kreisförmigen Bahn mit einer Geschwindigkeit von 250 km/s und vollendet dabei einen Umlauf in 250 Mill. Jahren.

In der galaktischen Scheibe sind die hellsten, heißesten und jüngsten Sterne und die interstellare Materie in Spiralarmen konzentriert. Sie bilden gemeinsam eine ↗ Sternpopulation, die Extreme Population I. Die insgesamt 5 Sternpopulationen sind Untersysteme im Milchstraßensystem.

Außer ihrer ↗ Pekuliarbewegung führen alle Körper im Milchstraßensystem eine Umlaufbewegung um den Kern aus, so daß sich eine ↗ differentielle Rotation des Systems ergibt. Der Kern selbst rotiert wahrscheinlich wie ein starrer Körper.

Das *Magnetfeld* im Milchstraßensystem ist vorwiegend längs der Spiralarme orientiert, es kommen jedoch auch kompliziertere Einzelheiten vor. Die magne-

tische Induktion ist außerordentlich gering; trotzdem werden die Teilchen des interstellaren Staubes durch dieses Magnetfeld ausgerichtet und bewirken die ↗Polarisation des Sternlichtes. *Abb.*

Mimas heißt ein Mond des Saturn. ↗Tab. Satellit.

Mira Ceti [(lat.) heißt der Stern Omikron im Sternbild Walfisch. Der rote Riesenstern wurde als erster Veränderlicher im Jahre 1596 entdeckt. Im Helligkeitsmaximum hat Mira Ceti eine scheinbare Helligkeit von 2 Größenklassen, im Minimum ist der Stern mit 10^m Größenklassen selbst in kleinen Fernrohren nur schwer zu sehen. Der Lichtwechsel vollzieht sich mit einer Periode von etwa 332 Tagen.

Miranda heißt 1. ein Mond des Uranus. ↗Tab. Satellit. 2. ↗X-4.

Die **Mira-Sterne** [(lat.) ↗Pulsationsveränderliche.

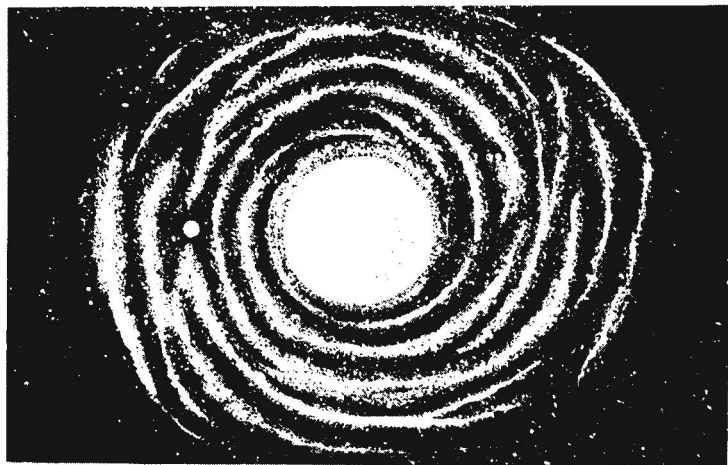
Der **Mittag** ist der Zeitpunkt, zu dem die Sonne den Meridian des Beobachtungsortes in ihrer oberen Kulmination über-

quert. Man spricht vom **wahren Mittag** (12 Uhr wahrer Ortszeit bzw. wahrer Sonnenzeit), wenn die wahre Sonne kulminiert. Die Kulmination der (gedachten) ↗mittleren Sonne gibt den **mittleren Mittag** (12 Uhr mittlerer Ortszeit bzw. mittlerer Sonnenzeit).

Mitteuropäische Zeit ↗Zonenzeit.

Die **mittlere Sonne** ist eine für die Definition der Zeiteinheit wichtige gedachte Sonne, die ihre scheinbare jährliche Bewegung im Gegensatz zur wahren Sonne völlig gleichförmig vollzieht. Außerdem wird die mittlere Sonne auf dem Himmelsäquator – nicht auf der Ekliptik – umlaufend angenommen. Die mittlere und die wahre Sonne treffen viermal jährlich zusammen (etwa am 16. 4., 14. 6., 1. 9. und 25. 12.); an diesen Tagen sind mittlere und wahre Sonnenzeit einander gleich. – ↗Mittag.

Mizar [(arab., „Mantel“), Abk. ζ *UMA*, heißt der vorletzte Deichselstern im Großen Wagen (↗Großer Bär). Er bildet



Milchstraßensystem: oben Draufsicht, unten Querschnitt (schematisch). Links ist der Ort unserer Sonne angegeben

mit \nearrow *Alkor* einen optischen Doppelstern. Mizar selbst ist ein visueller Doppelstern, seine Komponenten sind 14" voneinander entfernt. Sie sind jeweils spektroskopische Doppelsterne, so daß Mizar insgesamt ein Vierfachsystem darstellt.

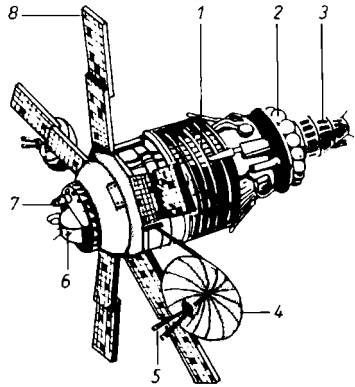
MKF6: Typenbezeichnung der Multi-spektralkamera, die z. B. in \nearrow Sojus 22 eingesetzt worden war.

Der **Mögel-Dellinger-Effekt** \nearrow Ionosphärenstörungen.

Die **Moleküluhr** [(franz. <lat.) \nearrow Uhr.

Molnija [(russ., „Blitz“) heißen verschiedene Typen von Nachrichtensatelliten der UdSSR, von denen seit 1965 bis 1981 (Mai) 82 Satelliten auf eine (meist nichtstationäre) Umlaufbahn gebracht worden sind. Sie bilden die Grundlage des Nachrichtensatellitensystems der UdSSR sowie des internationalen Interputnik-Nachrichtensatellitensystems, das 1971 von den RGW-Staaten gegründet wurde. Die Molnija-Satelliten dienen der Übertragung von Fernseh- und Rundfunkprogrammen, Ferngesprächen, Fernschreiben und Daten im Frequenzbereich von etwa 900 MHz (Molnija 1) bzw. 4 und 6 GHz (Molnija 2, 3). Sie sind aktive Nachrichtensatelliten, d. h. sie sind mit Empfänger, Verstärker, Sendern und Solarzellen ausgerüstet. Weiterhin haben sie mehrere Geräte, die die Tätigkeit der elektronischen Apparaturen überwachen, teilweise registrieren und regulieren. Die Molnija-Satelliten haben die Form eines konischen Zylinders, Durchmesser etwa 1,6 m, Höhe etwa 4 m, mit 2 Parabolantennen und 6 Solarzellenflügeln (Spannweite etwa 8 m). Ihre Massen betragen zwischen 1000 und 1200 kg. Die Flugbahnen verlaufen bei rund 65° Bahnneigung mit rund 12h Umlaufzeit zwischen rund 500 und 40000 km (stark exzentrisch).

Der 1. Typ der Molnija-Satelliten heißt **Molnija 1**. Sie sind regionale Nachrichtensatelliten (erreichen nur ein kleines Gebiet der Erdoberfläche). *Abb. 1*. – **Molnija 1S** [S von stationär, russ., „(geo-)stationär“) heißen Molnija 1-Satelliten, die die Erde in einer \nearrow Synchronbahn umkreisen, also geostationär sind. Der bisher einzige Satellit dieses Typs, Molnija 1S, wurde am 29.7.1974 ge-

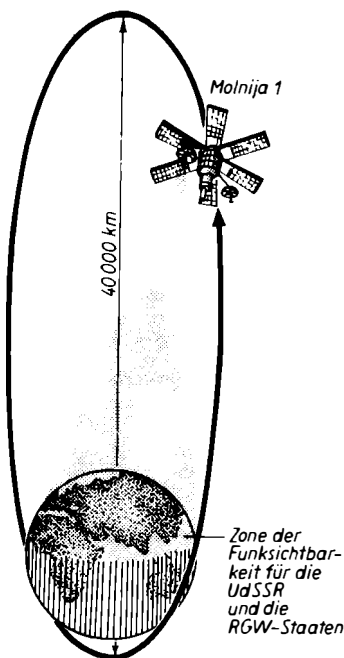


Molnija, Abb. 1: Molnija 1

1 Kühlsystem, **2** Druckgasbehälter, **3** Korrekturtriebwerk, **4** Parabolantenne, **5** Geber für die Orientierung der Antenne zur Erde, **6** Sonnensensor, **7** Orientierungsgeber für Bahnkorrekturen, **8** Solarzellenfläche

startet und war der erste geostationäre Nachrichtensatellit der UdSSR. Er arbeitet auf 17 verschiedenen Frequenzen. **Molnija 2** und **Molnija 3** sind die Bezeichnungen von verbesserten Versionen des Typs Molnija 1. Sie weisen verbesserte Qualität (elektronische Ausrüstung), Weiterentwicklungen (höhere Frequenzen, größere Übertragungsgeschwindigkeit u. a.) und erweiterte Einsatzmöglichkeiten (z. B. Direktverbindung Moskau – Washington) sowie veränderte Form der Solarzellenflächen und Hornantennen auf. Molnija 2 sind internationale Nachrichtensatelliten, Molnija 3 regionale Nachrichtensatelliten.

Das **Molnija-System** war am 23.4.1965 (Start von Molnija 1/1) nach einem Vorversuch mit Kosmos 49 begonnen worden. 2 $\frac{1}{2}$ Jahre später begann der reguläre Betrieb, als sich 6 Satelliten auf einer Umlaufbahn befanden und die Erdfunkstellen „Orbita“ zugeschaltet wurden. Da sich das Apogäum über der Nordhalbkugel der Erde befindet, bewegt sich der Satellit verhältnismäßig lange im Funkbereich der UdSSR (die nördlichsten



Molnija, Abb. 2: Umlaufbahn und Funksichtbereich eines Molnija-Satelliten

Erdfunkstellen auf dem Territorium der UdSSR liegen für geostationäre Satelliten nicht mehr im Funksichtbereich. Abb. 2. – Vor dem Eintauchen eines Satelliten in den Funkschatten wird auf den nächsten umgeschaltet, 3 Satelliten gewährleisten einen 24stündigen Betrieb.

Bis Mai 1981 wurden 49 Molnija-1-Satelliten gestartet (der erste am 23. 4. 1965). Seit 24. 11. 1971 wurden 17 Molnija-2-Satelliten, und seit 22. 11. 1974 wurden 14 Molnija-3-Satelliten gestartet.

Molnija 1S wurde abgelöst von den Raduga-Satelliten (geostationäre Nachrichtensatelliten für die Übertragung von Farbfernsehprogrammen, seit 1975) und von den Ekran-Satelliten (geostationäre Fernseh-Satelliten zum Direktempfang, seit 1976).

Der Monat [von Mond] ist ein vom Umlauf des Mondes um die Erde abgeleitetes

Zeitmaß. Die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden gleichen Phasen (z. B. zwischen zwei Vollmonden) heißt *synodischer Monat* (im Mittel 29 Tage 12 h 44 min 3 s). Betrachtet man einen Umlauf des Mondes um die Erde in bezug auf einen bestimmten Stern, so erhält man den *siderischen Monat* (im Mittel 27 Tage 7 h 43 min 12 s). Der Unterschied ergibt sich aus der Bewegung, die das System Erde–Mond während eines Mondumlaufs gemeinsam um die Sonne ausführt (dabei verändert sich die Stellung zu dem Stern geringfügig).

Weiterhin gibt es den *anomalistischen*, den *tropischen* und den *drakonischen Monat*. Die in unserem Kalender verwendeten Monatslängen sind willkürlich festgelegte Zeiteinheiten. Sie entsprechen genähert einem synodischen Monat.

Ein **Mond** [lat.] ist 1. ein *Satellit* eines Planeten. Er umläuft den Planeten und reflektiert das Licht der Sonne.

2. Der *Mond der Erde* oder *Erdmond*, auch *Luna* oder *Erdtrabant*, ist der Satellit

Mond, Tab. 1: Der Mond als Satellit

mittlerer Radius: 1 738 km = 0,27 Erdradien

Masse: $7,352 \cdot 10^{22}$ kg = 1/81 Erdmasse

mittlere Dichte: $3,345$ g/cm³

Rotationsdauer: 27 Tage 7 h 43 min 12 s

Schwerebeschleunigung an der Oberfläche: $1,62$ m/s²

größte Helligkeit: $-12^m,7$

Mond, Tab. 2: System Erde–Mond

Entfernung Erde–Mond im Perigäum: 356 410 km

Entfernung Erde–Mond im Apogäum: 406 740 km

mittlere Entfernung Erde–Mond: 384 000 km

siderische Umlaufzeit des Mondes:

27 Tage 7 h 43 min 12 s = 27,321 66 Tage = Rotationsdauer

synodische Umlaufzeit: 29 Tage 12 h 44 min

3 s = 29,530 59 Tage

Bahnneigung gegen die Ekliptik: $5,15^\circ$

des Planeten Erde. ↗ Tab. Satellit. - 2 Tab.

Bewegung: Der Mond bewegt sich auf einer elliptischen *Bahn um die Erde*; diese Bewegung ist jedoch durch die Gravitationswirkung der Sonne stark gestört. ↗ *Mondbahn*. – Außerdem führt der Mond eine *Rotation* um seine Achse aus, bei der er der Erde immer die gleiche Seite zuwendet (↗ *gebundene Rotation*). Die Rotationsdauer des Mondes ist demnach gleich der mittleren siderischen Umlaufzeit. Wegen der ↗ *Libration* kann dennoch von der Erde aus mehr als die Hälfte der Mondoberfläche gesehen werden.

Wegen der ständigen Änderung des Winkels Sonne–Erde–Mond erscheint der Mond von der Erde aus in unterschiedlichem Maße beleuchtet. So entstehen die ↗ *Mondphasen*. Der zunehmende Mond kann nur am Abendhimmel, der abnehmende nur am Morgenhimmel stehen. Da der Mond keine Atmosphäre besitzt, ist die ↗ *Mondoberfläche* von der Erde aus ungehindert beobachtbar.

Der *Aufbau* des Mondes ist durch deutlich voneinander getrennte Schichten gekennzeichnet. Außen befindet sich eine etwa 60 km dicke, starre Kruste. Darunter liegt, bis in eine Tiefe von 1000 km, ein ebenfalls starrer Mantel aus schwerem Silikatgestein. Der Kern des Mondes ist zumindest teilweise flüssig; ob er aus Silikaten oder aus Eisen besteht, ist noch unklar. Das Übergangsgebiet zwischen Mantel und Kern ist die Zone der *Mondbeben*. Im Gegensatz zu den Erdbeben werden sie wahrscheinlich durch äußere Einflüsse ausgelöst; dabei spielen die Gravitationswirkungen von Sonne und Erde eine wesentliche Rolle.

Die *Oberfläche* des Mondes ist einem ständigen Einfluß der kosmischen Strahlung, des ↗ *Sonnenwindes* und aufschlagender Meteoriten ausgesetzt. Auf der Tagseite steigt die Bodentemperatur während der nahezu 2 irdischen Wochen währenden ungehinderten Sonneneinstrahlung auf +130°C, auf der Nachtseite sinkt sie bis -160°C ab. Nach heutigen Kenntnissen ist der Mond gleichzeitig mit der Erde und den anderen Planeten vor etwa 4,5 Md. Jahren entstanden.

Das **Mondalter** ist die seit dem jeweils letzten Neumond verfllossene Zeit. Sie wird in Tagen angegeben. Zur Vollmondphase beträgt das Mondalter 14,8 Tage. ↗ *Mondphasen*.

Mondaufstoß: harte ↗ *Landung* (Aufprall) auf dem Mond.

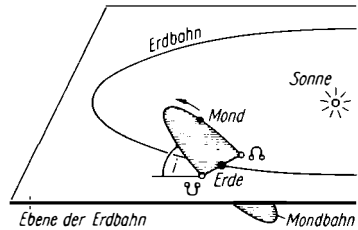
Die **Mondbahn** ist eine kreisähnliche Ellipse um die Erde. Im erdnächsten Punkt beträgt die Entfernung Erde–Mond 356 410 km, im erdfernten 406 740 km. Die Mondbahnebene ist um den Winkel $i = 5,15^\circ$ gegen die Ebene der Ekliptik (der Erdbahn) geneigt; die Punkte, in denen die Mondbahn die Ekliptikebene durchstößt, heißen ↗ *Knoten*. Von der Sonne aus betrachtet, unterscheidet sich die Mondbahn nur wenig von der Erdbahn. *Abb.*

Mondfahrzeug ↗ *Lunochod*, ↗ *Lunar Rover*.

Die **Mondfinsternis** ↗ *Finsternis* 2.

Mondflugkörper ↗ *Mondsonden*.

Mondlandefähre oder *Mondlandeeinheit*, Abk. *LM* [engl., Lunar Modul, „Mondeinheit“] ist der Teil des Apollo-Raumfahrzeuges (↗ *Apollo*), mit dem 2 USA-Astronauten beim Apollo-Unternehmen auf dem Mond landeten und von dort mit dem oberen Teil wieder starteten, um in der Mondsatellitenbahn mit der Apollo-Kommandokabine zusammenzukoppeln.



Ω = aufsteigender Knoten
 φ = absteigender Knoten

Mondbahn und Erdbahn

Der untere Teil des LM mit den 4 Landebeinen verblieb auf dem Mond; er diente praktisch als Startplattform. Der Antrieb des unteren Teils diente der weichen Landung. Die Gesamtmasse des

LM (ohne Treibstoff) machte 4,2t aus. Abb. — ↗ Apollo Abb. 3.

Die **Mondoberfläche** weist 3 wichtige Typen von Oberflächengebilden auf. Es sind die **Kettengebirge**, die ↗ **Krater** und die ↗ **Mare-Gebiete**. *Mare* (Plural *Maria*) heißen die dunklen, weitgehend glatten Flächen, die z. T. bereits mit dem bloßen Auge gesehen werden können. Die rauen, kraterdurchsetzten Regionen, in denen sich auch die Kettengebirge befinden, heißen *Terrae* (Singular *Terra*). Die häufigsten Oberflächengebilde sind die **Mondkrater**. Sie sind nach berühmten Naturwissenschaftlern benannt (↗ Tab. Krater). In den Maregebieten treten *Dome* auf, das sind sehr flache, fast kreisrunde Ausbeulungen der Oberfläche. Während die Krater weitgehend durch Einschläge von Meteoriten erzeugt wurden, sind die Dome wahrscheinlich inneren, vulkanischen Ursprungs.

Weitere Gebilde auf der Mondoberfläche sind ↗ **Rillen**, ↗ **Rücken** und ↗ **Strahlensysteme**. Vereinzelt treten *Verwerfungen* auf, das sind waagerechte oder senkrechte Verschiebungen der Gesteine gegeneinander. Die bekannteste ist die

Lange Wand im *Mare Nubium*, eine gerade Böschung von rund 120km Länge. Die Gesteine der Mondoberfläche sind von einer mehrere Zentimeter dicken Staubschicht bedeckt. Darunter befindet sich eine mehrere Meter dicke Schicht, der *Regolith*, in die einzelne Gesteinstrümmen eingebakken sind. Sie entstand durch den ständigen Einfluß der aus dem Weltraum auf den Mond herabstürzenden Meteoriten. Das Gestein der Mare-Gebiete ist dem irdischen Basalt ähnlich, auch Feldspat wurde gefunden. Nach heutiger Kenntnis sind die ältesten Gesteine der Mondoberfläche rund 4 Md. Jahre alt. — ↗ Krater Abb. 1.

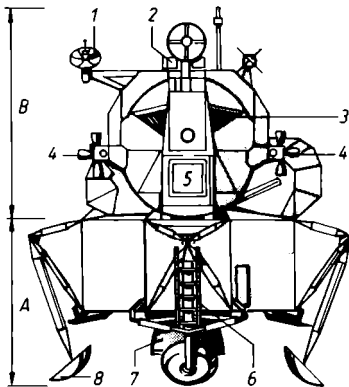
Die **Mondphasen** [(griech.)] sind die Lichtgestalten des Mondes. Man unterscheidet 4 Hauptphasen. Bei *Neumond* befindet sich der Mond von der Erde aus gesehen etwas oberhalb oder unterhalb der Sonne und wendet dem Beschauer seine unbelichtete Seite zu. (Steht der Neumond genau vor der Sonne, so ereignet sich eine Sonnenfinsternis). Bei *Vollmond* blickt ein irdischer Beobachter auf die voll beleuchtete Seite des Mondes. Im *ersten Viertel* und im *letzten Viertel* ist der Mond, von der Erde aus gesehen, zur Hälfte beleuchtet (↗ **Mondalter**). Abb. künstliche **Mondsatelliten** ↗ *Luna*, ↗ *Lunar Orbiter*.

Mondsonden oder **Mondflugkörper** ↗ *Luna*, ↗ *Sond*, ↗ *Pioneer*, ↗ *Ranger*, ↗ *Surveyor*, ↗ *Lunar Orbiter*. ↗ Tab. 4 im Anhang.

Monoceros [(griech.)] ↗ *Einhorn*.

Der **Monochromator** [(griech. + (lat.)] ist eine Vorrichtung zum Erzeugen (Aussondern) eines sehr engen optischen Wellenlängenbereiches. In seinem Aufbau entspricht er weitgehend einem ↗ **Spektrographen**. Anstelle eines Monochromators kann man auch spezielle **Farbfilter** benutzen.

Die **Montierung eines Fernrohrs** besteht im allgemeinen aus einem Stativ (z. B. Dreibeinstativ) oder einer stabilen Säule und dem darauf befestigten Achsensystem. Sie hat die Aufgabe, das Instrument erschütterungsfrei und präzise in jeder Beobachtungsrichtung festzuhalten; des-



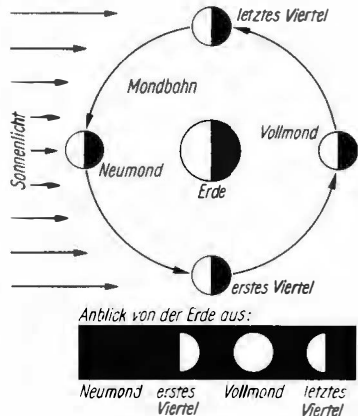
Mondlandefähre: A Landestufe, B Wiederaufstiegsstufe

1 Radarantenne, 2 Kopplungsstutzen, 3 Fenster, 4 Lageregelungsdüsen, 5 Ausstiegsluke, 6 Abstiegsleiter, 7 Landetriebwerk, 8 Landebeine (eingeknickt)



Mondoberfläche: Karte der erd zugewandten Hälfte

halb besteht das Achsensystem meistens aus 2 Achsen, um die das Fernrohr gedreht werden kann. Kleine Fernrohre besitzen oft eine *azimutale Montierung*; bei ihr liegt die Drehachse (*Standachse*) senkrecht, die andere (*Kippachse*) waagrecht. – Größere Instrumente erhalten eine *äquatoriale* oder *parallaktische Montierung*. Sie besitzt eine ständig zum Himmelspol weisende Achse (*Stundenachse*) und die dazu senkrechte *Deklinationsachse*. Mit einer parallaktischen Montierung kann das Fernrohr leichter der scheinbaren täglichen Bewegung der Himmelskörper nachgeführt werden, da lediglich eine gleichförmige Drehung um die Stundenachse erforderlich ist. Sie wird durch einen Motor (meist elektrisch, bei älteren Montierungen noch mit Gewichtsuhrwerk) bewirkt, dessen Dreh-



Mondphasen: Entstehung der Mondphasen

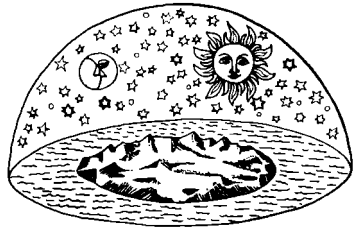
bewegung durch ein Getriebe auf eine Umdrehung je Sterntag (\nearrow Tag) untersetzt ist. Diese *Nachführung* ist beim Fotografieren und beim Beobachten mit stärkerer Vergrößerung unerlässlich.

Azimutal montierte Fernrohre erfordern bei der Nachführung stets Bewegungen um beide Achsen. Da sich aber bei ihr u. a. die Achsen einfacher stabilisieren lassen, besitzt z. B. das größte Fernrohr der Welt in \nearrow Selentschukskaja ebenfalls eine azimutale Montierung. Bei diesem Instrument werden die Nachführungsbewegungen durch elektronische Datenverarbeitungsanlagen gesteuert. *Abb.*

Der *Morgenstern* \nearrow Venus.

Als *Morgenweite* bezeichnet man den Winkel zwischen dem Aufgangspunkt eines Gestirns im Horizont und dem Ostpunkt. Sie wird in Winkelmaß mit dem Zusatz „nördlich“ bzw. „südlich“ ausgedrückt. Die Morgenweite der Sonne zu Sommersanfang beträgt in Berlin nördlich 41° .

Mount Palomar und **Mount Wilson** [Mount, sprich: maunt; (engl. „Berg“, oft abgekürzt „Mt.“) heißen 2 bedeutende Sternwarten in Kalifornien, USA. Auf



mythologisches Weltbild

Mount Palomar befindet sich das \nearrow Hale-Teleskop.

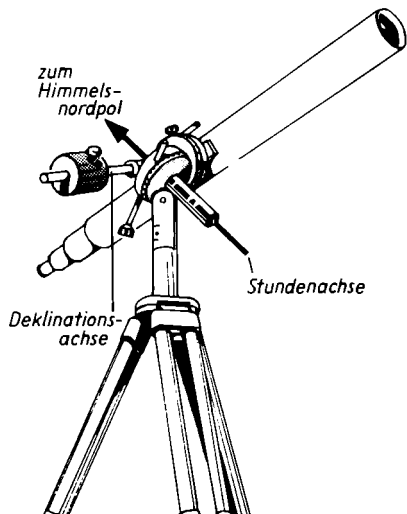
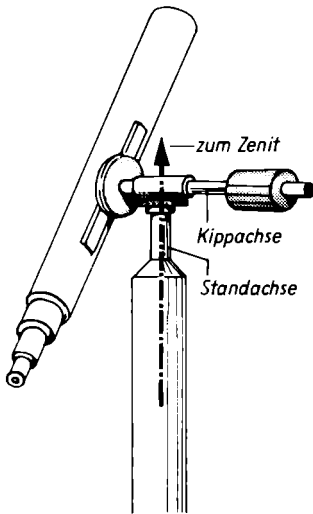
Mpc: Abk. für \nearrow Megaparsek.

Ein **M-Stern** ist ein Stern der \nearrow Spektralklasse M.

Multispektralkamera \nearrow Sojus (22).

Musca [(lat.) \nearrow Fliege.

Das **mythologische Weltbild** [(griech.] ist eine sehr frühe Vorstellung vom Bau des Weltalls. Es enthält keine Deutung der beobachteten Erscheinungen. Die Erde wird als Scheibe beschrieben, die auf dem Wasser des Ozeans schwimmt. Über Erde und Ozean wölbt sich der Himmel, an dem die Gestirne befestigt sind. Dieses Bild findet sich, mit nur geringen Abweichun-



Montierung: azimutale (links) und parallaktische Montierung (rechts)

gen, in allen alten Kulturkreisen. Es wird dann als altgriechisches bzw. primitives Weltbild bezeichnet. *Abb.*

N

Die **Nachführung** ↗ **Montierung**.

Nachrichtensatelliten, auch *Kommunikations-* oder *Relaissatelliten* genannt, sind unbemannte künstliche Erdsatelliten, die der Funkübertragung von Informationen zwischen *Bodenstationen* auf der Erde (*Erdfunkstellen*) dienen. Die Informationen können Bilder (Fernsehsatelliten) sowie auch Telegrafie-, Telefonie- und Datenübertragungen beinhalten. Wir unterscheiden *passive Nachrichtensatelliten*, bei denen die funktechnischen Informationen von der Satellitenoberfläche lediglich reflektiert werden (z. B. ↗ *Echo*) und *aktive Nachrichtensatelliten*, bei denen die Information vom Satelliten aufgenommen, verstärkt und durch Sendeanlagen wieder abgestrahlt wird. Zu ihnen gehören z. B. ↗ *Intelsat*, ↗ *Molnija*, ↗ *Ekran*, ↗ *Raduga*. ↗ *Syncom*, ↗ *OTS*. Nachrichtensatelliten können zu einem Netz (System) aufgebaut werden. Ihr Wirkungsbereich kann der gesamte Funkbereich (auch Sichtbereich genannt) der Satelliten sein, der die ganze Erde umfassen kann, wenn die Satelliten eine geeignete Stellung zueinander aufweisen (*globales Nachrichtensatellitensystem*). Wenn ihr Wirkungsbereich, wie z. B. die Satelliten der Serie *Molnija* nur einen bestimmten Bereich der Erde (z. B. Sowjetunion) umfaßt, bilden sie ein *regionales Nachrichtensatellitensystem*. So erfassen die *Intelsat-4*-Satelliten mit einem Öffnungswinkel von 4,5° ein Gebiet von etwa 3 000 km Durchmesser (größer als Europa).

Nachrichtensatelliten heißen *geostationär* oder auch *stationär* oder *geosynchron*, wenn sie sich auf einer ↗ *Synchronbahn* befinden und praktisch immer über ein und demselben Fleck der Erde scheinbar

stehenbleiben. Die Funkverbindung ist ununterbrochen und ohne Veränderung der Richtung der Bodenstationen möglich. Die *nichtstationären* Nachrichtensatelliten umrunden meistens auf elliptischen (exzentrischen) Bahnen die Erde. Solange sich ein Satellit im Funkbereich zweier Bodenstationen befindet, kann er die Nachrichten übertragen, die Empfangsanlagen der Bodenstationen müssen jedoch nachgeführt werden. Mit nichtstationären Nachrichtensatelliten können z. B. auch polnahe Gebiete der Erde erreicht werden (z. B. Nordsibirien über *Molnija*).

Zu den Nachrichtensatelliten gehören Fernmeldesatelliten, Rundfunk- und Fernsehsatelliten sowie Rundfunkverteilersatelliten, Verkehrsfunksatelliten, Relaissatelliten für Raumfahrtunternehmen (↗ künstlicher Erdsatellit).

Die 3 *Abb.* zeigen 4 Typen von Nachrichtensatelliten der USA. – Wichtige Nachrichtensatelliten der UdSSR ↗ *Abb. Ekran*, ↗ *Abb. Molnija*.

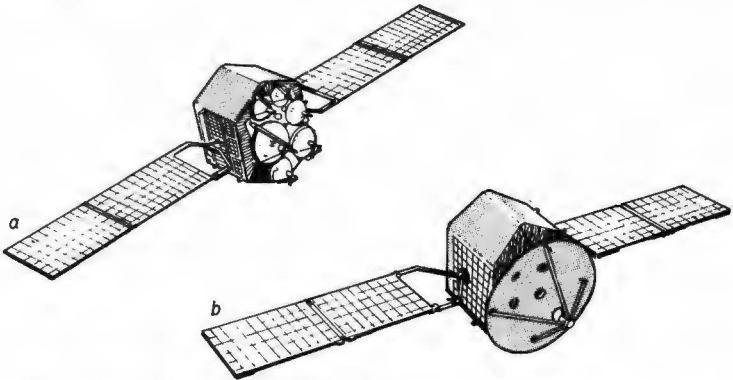
Der **Nachtbogen** ist eine Bezeichnung für den unter dem Horizont befindlichen, also unsichtbaren Teil der scheinbaren täglichen Bahn eines Gestirns. – ↗ *Tagbogen* (mit *Abb.*).

Der **Nadir** [(arab.) oder *Fußpunkt* ist der Gegenpunkt zum ↗ *Zenit*. Er befindet sich in Verlängerung der Lotlinie senkrecht unter dem Beobachter auf der unsichtbaren Himmelskugel.

Die **NASA** [Abk. für *National Space Administration*, engl.] ist die nationale Raumfahrtbehörde der USA. Sie wurde 1958 gegründet und ist für alle zivilen Raumflugunternehmen der USA zuständig. Zur NASA gehören verschiedene Flugleitzentren und Raketenstartplätze wie das *Kennedy Space Center* auf Florida (↗ *Abb. Raketenstartplatz*).

Die **NASDA** [Abk. für *National Space Development Agency*, engl., „Nationale Weltraum-Entwicklungs-Agentur“] ist die nationale Raumfahrtbehörde Japans.

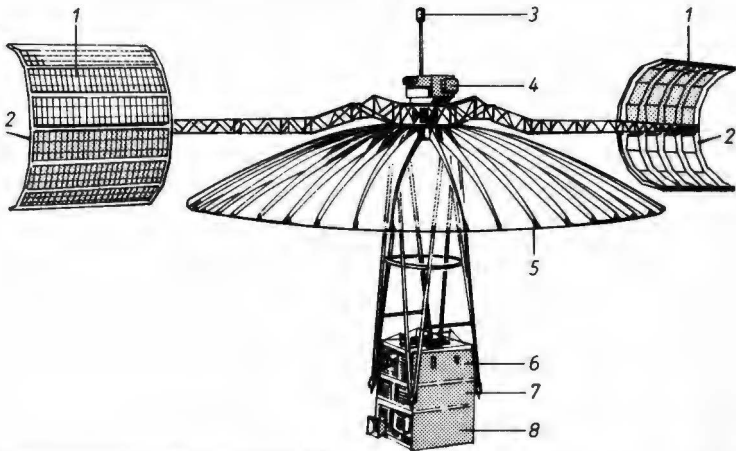
Das **nautische Dreieck** [(lat. (griech.) *Pol-Zenit-Stern* wird von drei Großkreisen an der scheinbaren Himmelskugel gebildet. Die Seite *Pol-Zenit* ist ein Teil



Nachrichtensatelliten, Abb. 1: a OTS und b Marots

des Ortsmeridians, die Seite Zenit–Stern ein Stück des ↗Vertikalkreises des Sterns, die Seite Pol–Stern ein Teil des ↗Stundenkreises des Sterns. Am nautischen Dreieck werden mit Hilfe der sphärischen Trigonometrie die Formeln für die geographische Ortsbestimmung und die Umrechnung astronomischer ↗Koordinaten hergeleitet. – Abb. Als Nebel bezeichnet man in der Astrono-

mie jede Gas-, Gas-Staub- oder Staubansammlung zwischen den Sternen. Man unterscheidet innerhalb eines Sternsystems *Emissionsnebel* (↗ interstellares Gas), *Reflexionsnebel* und *Dunkelwolken* (↗ interstellarer Staub). Eine Sonderstellung nehmen die ↗planetarischen Nebel ein. Oft werden auch Sternsysteme außerhalb der Galaxis als Nebel bezeichnet (↗ Spiralnebel).



Nachrichtensatelliten, Abb. 2: ATS 6

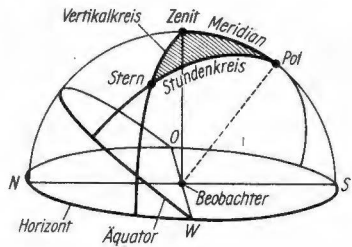
1 Solarzellen, 2 VHF-Telemetrie- und Kommandoempfangsantennen, 3 Magnetometer, 4 Meßinstrumente, 5 Parabolantenne, 6 Elektronikblock, 7 Versorgungsteil, 8 Experimentenanordnung

Die **nebelfreie Zone** ist ein unregelmäßig begrenzter Streifen beiderseits des galaktischen Äquators, in dem keine \rightarrow außergalaktischen Sternsysteme (früher ungenau als Spiralnebel bezeichnet) zu beobachten sind. Das scheinbare Fehlen solcher Objekte erklärt sich durch die lichtschwächende Wirkung des \rightarrow interstellaren Staubes im Milchstraßensystem. Die Sonne befindet sich innerhalb der Staubschicht. \rightarrow Hubble.

Nebelveränderliche sind \rightarrow Veränderliche mit unregelmäßigen Helligkeitsänderungen, die vorwiegend in \rightarrow galaktischen Nebeln oder in deren Nähe auftreten. Das **Nebulium** [(lat.) war im 19. Jh. der Name eines unbekanntes chemischen Elements, dem bestimmte Emissionslinien zugeordnet wurden, die in den Spektren der interstellaren Nebel (\rightarrow interstellares Gas) aufgetreten sind. Diese Emissionslinien senden Gase unter irdischen Bedingungen nicht aus. Es gibt kein solches Nebulium; die Emissionslinien sind \rightarrow verbotene Linien von Sauerstoff und Stickstoff.

Neigungswinkel \rightarrow Bahnelemente.

Der **Neptun** ist ein Planet des Sonnensy-



nautisches Dreieck

stems. Er gehört zu den \rightarrow jupiterähnlichen Planeten. \rightarrow Tab. Planet und Tab. Planetensystem.

Neptun ist in seinen physikalischen Eigenschaften dem \rightarrow Uranus ähnlich. In der Atmosphäre sind Methan (CH_4), Äthan (C_2H_6) und Wasserstoff (H_2) nachgewiesen worden. Auf Neptun herrschen Temperaturen um -220°C ; das sind 11 K mehr, als auf Grund der großen Entfernung von der Sonne zu erwarten ist. Wahrscheinlich besitzt Neptun – wie Jupiter und Saturn – eine innere Energiequelle. Neptun hat 2 Monde (\rightarrow Tab. Satellit). – Neptun wurde im Jahre 1846 auf der Grundlage theoretischer Berechnungen des Franzosen U. J. J. Leverrier (gleichzeitig berechnete ihn der Engländer J. C. Adams) von dem deutschen Astronomen J. G. Galle entdeckt.

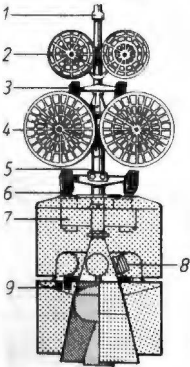
Nereide heißt der kleinere Mond des Neptun. \rightarrow Tab. Satellit.

Netz oder lat. *Reticulum* (Genitiv *Reticuli*), Abk. *Ret*, heißt ein kleines Sternbild am Südhimmel. Es ist in Mitteleuropa unsichtbar.

Neuer Stern \rightarrow Nova.

Der **Neumond** \rightarrow Mondphasen.

Die **Neutrinoastronomie** [(lat. + (ital. + (griech.) ist ein Teilgebiet der Astronomie, das sich mit der Beobachtung der von den Sternen ausgesandten Neutrinos befaßt. Neutrinos sind Elementarteilchen, die beim Zerfall von Neutronen (einem Baustein der Atomkerne) entstehen. Ihr Nachweis ist außerordentlich schwierig. Da Neutrinos mit anderen Teilchen wie den Protonen nur sehr selten in Wechselwirkung treten, werden die bei der \rightarrow Energiefreisetzung im Innern der



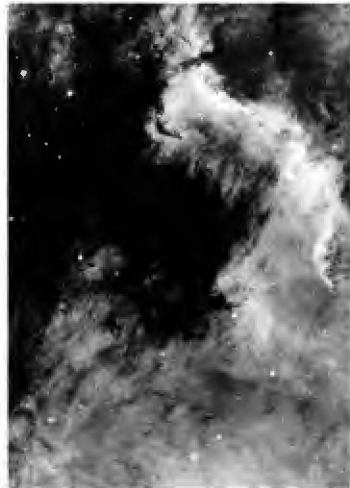
Nachrichtensatelliten, Abb. 3: Intel-sat 4A

1 Telemetrieantenne, 2 Empfangsantenne, 3 Empfangshornantenne, 4 Sendantenne, 5 Telemetrie- und Kommandoantenne, 6 Sendehornantenne, 7 Entdrallanlage, 8 Drallsteueranlage, 9 Batterie

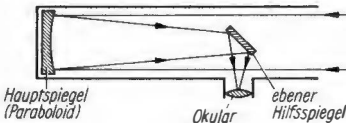
Sterne entstehenden Neutrinos kaum von der übrigen Sternmaterie beeinflusst. Daher können derartige Teilchen die Möglichkeit bieten, das Innere der Sonne und der Sterne direkt zu erforschen. Die Neutrinoastronomie befindet sich erst am Anfang ihrer Entwicklung, hat aber bereits viele Probleme aufgeworfen.

Der Neutronenstern (lat. + (griech.) ist eines der möglichen Endstadien der Sternentwicklung. Im Verlaufe ihrer Entwicklung geben die Sterne Masse ab. Ist ihre Restmasse zwischen 1,4 und 2 Sonnenmassen, so können sie sich zu Neutronensternen entwickeln.

Nach dem Erlöschen der Kernenergiequellen fallen die Sterne in sich zusammen. Dies geschieht sehr rasch; dabei wird Energie frei und es kommt zu einem explosionsartigen Ausbruch (Supernova). Der hohe Druck im Sterninneren bewirkt, daß die Elektronen in die Atomkerne eindringen und sich mit den Protonen zu Neutronen vereinigen. Erst die Kernkräfte können die Kontraktion aufhalten. Es entsteht ein weitgehend aus



Nordamerikanenebel



Newton-Teleskop: Bauschema mit Strahlengang

Neutronen bestehender Stern. Seine Dichte liegt zwischen 10^{14} und 10^{16} g/cm^3 , d. h. die Sonne hätte als Neutronenstern nur rund 20 km Durchmesser. Wahrscheinlich haben Neutronensterne eine starre Kruste von einigen Kilometern Dicke, die auf einer Art Neutronenflüssigkeit schwimmt. Zu den Neutronensternen gehören die Pulsare.

Sir Isaac Newton [sprich: njutən], geb. 4. 1. 1643, gest. 31. 3. 1727, war ein englischer Physiker, Mathematiker und Astronom. Er fand das Gravitationsgesetz und begründete die Mechanik, damit konnte er die von J. Kepler gefundenen Gesetze der Planetenbewegung physikalisch begründen. Auf Newton gehen auch

viele Erkenntnisse aus dem Bereich der Optik zurück, z. B. die Erfindung des nach ihm benannten Spiegelteleskops. Die Mathematik verdankt ihm die Begründung der Differential- und Integralrechnung (unabhängig von Gottfried Wilhelm Leibniz).

Das Newton-Teleskop [nach I. Newton, sprich: njutən-] stellt den Grundtyp aller Spiegelteleskope dar. Das von einem parabolischen Hauptspiegel reflektierte Licht fällt auf einen ebenen Hilfsspiegel, der im Tubus um 45° gegen die optische Achse geneigt befestigt ist. Dieser lenkt das Licht in das seitlich am Tubus befindliche Okular. — Abb.

N-Galaxien Sternsystem.

NGC ist die engl. Abk. für den „Neuen Generalkatalog der Nebel und Sternhaufen“. Die Abk. wird der Katalognummer vorangestellt. Die Bezeichnung NGC 224 steht für den Andromedanebel (ein außergalaktisches Sternsystem), NGC 205 steht für einen seiner Begleiter, einem elliptischen Nebel.

W. Nikolajewa-Tereschkowa Tereschkowa.

Nimbus (lat., „Regenwolke“) heißen 6 Wettersatelliten der USA, die 1964/75

gestartet wurden. Sie umkreisen (außer Nimbus 1) die Erde auf Polarbahnen in rund 1100 km Höhe, ihre Umlaufmassen betragen 400 bis 800 kg. Ihr Aufbau ist dem der später gestarteten Erderkundungssatelliten \nearrow Landsat (mit Abb.) ähnlich.

nm: Kurzzeichen für Nanometer, eine Maßeinheit der Länge (ein Millionstel Millimeter): $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$, $10^6 \text{ nm} = 1 \text{ mm}$.

NOAA \nearrow ITOS.

Der **Nordamerikanebel** ist ein \nearrow galaktischer Nebel im Sternbild Schwan. Er befindet sich wenige Grade östlich von dessen Hauptstern Deneb und ist etwa 280 pc von der Erde entfernt. Im wesentlichen leuchtet das \nearrow interstellare Gas des Nebels unter dem Einfluß der Strahlung benachbarter heißer Sterne. *Abb.*

Nördliche Krone oder lat. *Corona Borealis* (Genitiv *Coronae Borealis*), Abk. *CrB*, heißt ein kleines, aber auffallendes Sternbild am Nordhimmel. Es kulminiert Mitte Mai um Mitternacht. — \nearrow Gemma.

Nordlicht \nearrow Polarlicht.

Nordpol heißt der Punkt auf der Nordhalbkugel der Erde, an dem die Rotationsachse der Erde die Erdoberfläche durchstößt. Die gedachte Verlängerung der Erdachse über den Nordpol hinaus zeigt auf den *Himmelsnordpol*, der durch den nahebei gelegenen Polarstern markiert wird. Für einen Beobachter auf der Nordhalbkugel der Erde ist der Himmelsnordpol der Mittelpunkt der scheinbaren täglichen Bewegung der Gestirne. — \nearrow Südpol.

Der **Nordpunkt** markiert die Nordrichtung auf dem Horizont. Er liegt senkrecht unter dem Himmelsnordpol; in ihm schneidet

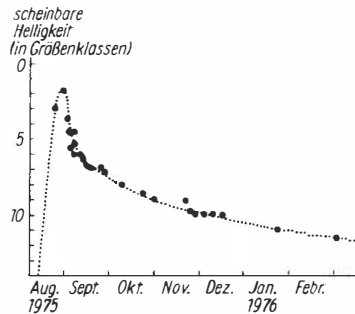
der Ortsmeridian des Beobachters den Horizont. — \nearrow Südpunkt.

Norma [lat.] \nearrow Winkelmaß.

normaler Riese \nearrow Riesenstern.

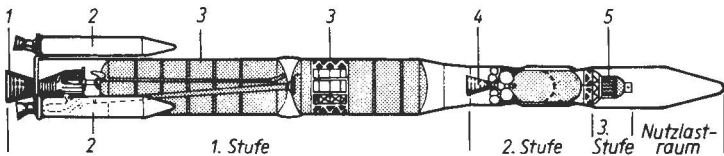
normale Zwerg \nearrow Hauptreihe.

Eine **Nova** [lat., „neu“, Plural *Novae*], auch irreführend *Neuer Stern* genannt, ist ein durch einen explosionsartigen Vorgang im Vergleich zum vorhergehenden Zustand (*Praenova*) sehr hell gewordener Stern. Bei einer *gewöhnlichen Nova* steigt



Nova: Lichtkurve der Nova Cygni

die Helligkeit in wenigen Stunden oder Tagen um 7 bis mehr als 16 Größenklassen an, um dann allmählich wieder abzunehmen. *Abb.* — Die Helligkeit einer *Zwergnova* erhöht sich nur um wenige Größenklassen, erfährt aber wiederholte Helligkeitsausbrüche. Wenn die Helligkeit einer Nova auf den ursprünglichen Wert gesunken ist, spricht man von einer *Postnova*. *Novulae* sind *wiederkehrende Novae*; die Ausbrüche folgen mit Abständen von einigen Jahren oder Jahrzehnten aufeinander.



N-Rakete

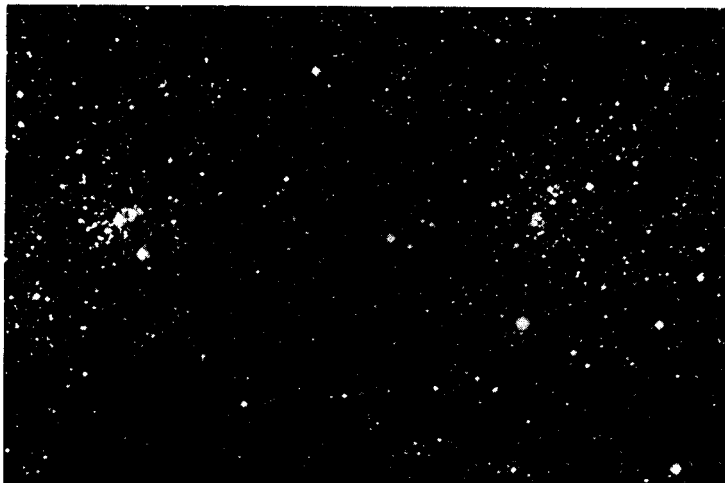
1 Triebwerk der 1. Stufe, **2** Feststoffstarthilfen, **3** Treibstofftanks der 1. Stufe, **4** Triebwerk der 2. Stufe, **5** Triebwerk der 3. Stufe

Novae sind alte, weit in ihrer Entwicklung fortgeschrittene Sterne, die einem engen ↗Doppelsternsystem angehören. Die Ausbrüche sind auf die Wechselwirkung mit dem zweiten Stern des Systems zurückzuführen.

N-Rakete ist die Bezeichnung einer japanischen Trägerrakete. Es handelt sich

O

OAO [Abk. für *Orbiting Astronomical Observatory*, engl., „erdumkreisendes astronomisches Observatorium“] heißen 3 Forschungssatelliten der USA. Sie



offener Sternhaufen: Doppelsternhaufen im Sternbild Perseus

dabei um einen Lizenzbau der Delta, wobei einige Elemente, vor allem die Zweit- und Drittstufe, in Japan entwickelt worden sind. Die Leistungsdaten und Dimensionen ↗Delta. Sie wurde bisher zum Start japanischer Erdsatelliten eingesetzt. *Abb.*

Ein **N-Stern** ist ein Stern der – sehr seltenen – ↗Spektralklasse N. In seinem Spektrum treten Banden von Zyan und von Kohlenmonoxid auf. N-Sterne gehören zu den ↗Kohlenstoff-Sternen.

Die **Nutation** [(lat.)] ist eine periodische Schwankung bei der Verlagerung des Frühlingspunktes infolge der Lunisolarpräzession. Sie überlagert sich der ↗Präzession und äußert sich in Änderungen der Schiefe der Ekliptik und der ekliptikalen Länge der Gestirne. – ↗Bradley.

wurden am 8.4.1966, 2.12.1968 bzw. 21.8.1972 vom Raketenstartplatz Cape Canaveral mit Atlas-Agena D (OAO 1) bzw. der leistungsstärkeren Atlas-Centaur gestartet. Ihre Massen liegen zwischen 1770 und 2200 kg. Mit (bis zu 11) Spiegelteleskopen in Verbindung mit Fernsehaufnahmeapparaturen, einem Spektrometer für den kurzwelligen Strahlungsbereich u. a. werden astronomische Beobachtungen ausgeführt. Die Satelliten befinden sich auf kreisähnlichen Bahnen im Höhenbereich von 800 km. OAO 1 war nicht erfolgreich.

Oberon heißt ein Mond des Uranus. ↗Tab. Satellit.

Hermann Oberth, geb. 25.6.1894, ist Wissenschaftler. Er veröffentlichte in den 20er und 30er Jahren grundlegende Ar-

beiten zur Raketen- und Raumfahrttechnik. Nach dem ersten Weltkrieg studierte er Physik und Mathematik. 1923 veröffentlichte er unter dem Titel „Die Rakete zu den Planetenräumen“ seine Dissertation; 1929 erschien sein Hauptwerk „Wege zur Raumschiffahrt“. 1938/43 war er in Peenemünde an der Entwicklung von militärischen Raketen beteiligt (W. ↗ Braun). 1950/53 arbeitete er in Italien; 1954 ging er nach den USA, um an der Entwicklung von Langstreckenraketen des US-Heeres mitzuarbeiten. Er kehrte später in die BRD zurück. Er gilt in der westlichen Welt als einer der Pioniere der Raumfahrt.
Das **Objektiv** [(lat.) ↗ Fernrohr.

Das **Objektivprisma** [(lat. + (griech.) dient zum Fotografieren von Sternspektren. Ein Glasprisma mit kleinem brechendem Winkel wird vor dem Objektiv des Fernrohrs angebracht. Es entwirft in der Brennebene des Instruments kurze Spektren der Sterne. Daraus lassen sich die Spektralklassen bestimmen.

Das **Observatorium** [(lat.) ↗ Sternwarte.

Ochsentreiber ↗ Bootes.

Octans [(lat.) ↗ Oktant.

Ofen ↗ Chemischer Ofen.

Als **offene Sternhaufen** bezeichnet man diejenigen Ansammlungen gleichaltriger Sterne, die eine geringe Sterndichte aufweisen und zwischen 20 und einigen

Offene Sternhaufen

Sternbild	Katalognummer	Rektaszension	Deklination	Scheinbarer Durchmesser	Scheinbare Gesamthelligkeit
		in h min	in °	in Bogenminuten (')	in Größenklassen (m)
Cas	NGC 457	1.16	+58,1	10	7,5
Cas	M 103	1.30	+60,5	5	7,4
Cas	NGC 663	1.43	+61,0	11	7,1
And	NGC 752	1.55	+37,4	45	7,0
Per	h	2.16	+56,9	36	4,4
Per	χ	2.19	+56,9	36	4,7
Per	M 34	2.39	+42,6	18	5,5
Tau	M 45	3.44	+24,0	100	1,4 ¹
Tau	—	4.17	+15,5	400	0,8 ²
Aur	M 38	5.25	+35,8	20	7,4
Aur	M 36	5.32	+34,1	12	6,3
Aur	M 37	5.49	+32,6	20	6,2
Gem	M 35	6.06	+24,3	40	5,3
Mon	NGC 2244	6.30	+ 4,9	40	6,2
CMa	M 41	6.45	-20,7	30	5,0
Mon	NGC 2301	6.49	+ 0,5	15	5,8
Mon	M 50	7.01	- 8,3	16	6,9
Hya	M 48	8.11	- 5,6	30	5,3
Cnc	M 44	8.38	+19,9	95	3,7 ¹
Cnc	M 67	8.48	+12,0	15	6,1
Oph	NGC 6633	18.25	+ 6,5	20	4,9
Sct	M 11	18.48	- 6,3	10	6,3
Vul	NGC 6885	20.10	+26,3	20	9,1
Cyg	M 39	21.30	+48,2	30	5,2

¹ Plejaden

² Hyaden

³ Praesepe

hundert Sterne umfassen. Diese Sterne gehören überwiegend der ↗Hauptreihe im HRD an. Wie weit der Bereich der Riesensterne besetzt ist, hängt vom Alter des betreffenden Sternhaufens ab. Offene Sternhaufen sind zwischen 2 Mill. und 3 Md. Jahre alt. Zur ↗Altersbestimmung wird das aus den Haufenmitgliedssternen gebildete ↗Hertzsprung-Russell-Diagramm benutzt.

Die offenen Sternhaufen liegen im Gegensatz zu den ↗Kugelsternhaufen fast ausnahmslos in der Symmetrieebene des Milchstraßensystems; sie werden deshalb auch *galaktische Haufen* genannt. Offene Sternhaufen sind keine stabilen Gebilde. Durch innere und äußere Kräfte, z. B. die Gravitationswirkung anderer Sterne und Sternhaufen werden sie allmählich aufgelöst. *Abb., Tab.*

Das **Öffnungsverhältnis** ist das Verhältnis von Objektdurchmesser (Öffnung) zu Brennweite eines optischen Instruments, z. B. eines Fernrohrs. Fernrohre mit großem Öffnungsverhältnis (1:3 und größer) sind besonders lichtstark.

OFO 1 [Abk. von *Orbiting Frog Otolith*, engl., „erdumkreisender Frosch-Otolith“] heißt ein am 9. 11. 1970 von den USA mit einer Scout-Trägerrakete gestarteter Forschungsatellit, Masse 45 kg. Er diente biologischen Untersuchungen: in ihm befanden sich 2 Ochsenfrösche. Da das Gleichgewichtsorgan (*Otolith*) im Mittelohr dieser Tiere dem des Menschen ziemlich ähnlich ist, erhofften sich die Wissenschaftler weitere Aufschlüsse über die Wirkungen des Zustands der Schwerelosigkeit auf den Organismus. Zahlreiche Meßwerte der Körperfunktionen wurden telemetrisch übertragen. Nach 3 Tagen hatten sich die Frösche voll an die Schwerelosigkeit angepaßt, nach weiteren 3 allerdings verstarben sie.

OGO [Abk. von *Orbiting Geophysical Observatory*, engl., „erdumkreisendes geophysikalisches Observatorium“] heißen 6 Forschungsatelliten der USA, von denen 1964/69 insgesamt 6 gestartet worden sind. Sie dienen der Untersuchung der verschiedensten geophysikalischen Parameter der ↗Strahlungsgürtel und des magnetosphärischen Schweifes

der Erde, der UV- und Röntgenstrahlung der Sonne, der Protonen des ↗Sonnenwindes u. a. Aufgaben. Sie sind kastenförmig (0,91 m · 0,91 m · 1,83 m), besitzen Solarzellenflächen und zahlreiche Ausleger. Ihre Massen liegen zwischen 490 und 630 kg, die Flugbahnen im Höhenbereich zwischen 400 und 1000 km (Nr. 2, 4 und 6) bzw. zwischen 250 und knapp 150 000 km. Erstgenannte haben Polarbahnen, letztgenannte Bahnneigungen im Bereich von 30°. Die ersten beiden Satelliten der Serie funktionierten nur teilweise. *OGO 5* besaß auch Instrumente aus Großbritannien, Frankreich und den Niederlanden.

Der **Oktant** oder lat. *Octans* (Genitiv *Octanis*), Abk. *Oct.*, heißt ein unauffälliges Sternbild am Südhimmel. In ihm befindet sich der **Himmelsüdpol**.

Das **Okular** [(lat.) ↗Ferrohr.

Wilhelm Olbers, geb. 11. 10. 1758, gest. 2. 3. 1840, war Arzt und Astronom. Sein Hauptarbeitsgebiet war die Beobachtung von Planetoiden (Entdeckung von Pallas und Vesta) und Kometen. Er formulierte das ↗Olberssche Paradoxon der Kosmologie.

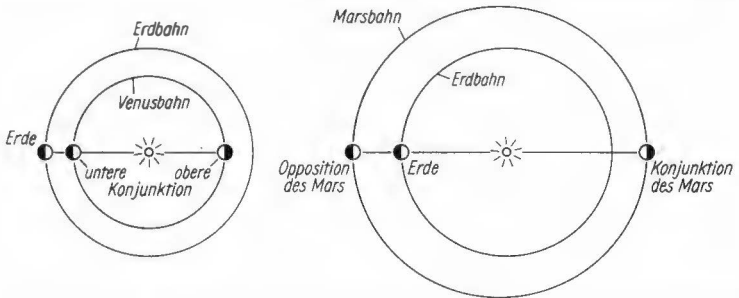
Das **Olberssche Paradoxon** [(griech.] ist eine von dem deutschen Astronomen W. ↗Olbers beschriebene Überlegung zur Unendlichkeit des Weltalls:

„Wäre das Weltall unendlich, so müßte sich von der Erde aus gesehen in jeder Richtung mindestens ein Stern befinden. Deshalb müßte der Himmel in allen Richtungen so hell wie die Sonnenoberfläche sein. Daß der Nachthimmel dunkel ist, ist unverständlich.“

Das Olberssche Paradoxon kann mit der Existenz lichtabsorbierender Materie zwischen den Sternen erklärt werden. Wesentlich ist aber, daß die ↗Rotverschiebung das Licht der extrem weit entfernten Sternsysteme so beeinflusst, daß es keinen Beitrag im optischen Bereich mehr liefert.

Ophiuchus [(lat.) ↗Schlangenträger.

Die **Opposition** [(lat.) ist eine besondere Stellung zweier Gestirne relativ zueinander, bei der die Längendifferenz 180° beträgt. Die Gestirne befinden sich dann in bezug auf den Beobachter in entgegen-



Opposition des Mars (rechts) und Konjunktionen der Venus (links) und des Mars (rechts)

gesetzten Richtungen. Wenn ein Planet in Opposition zur Sonne steht, geht er abends auf und morgens unter, ist also die ganze Nacht hindurch sichtbar. → Konstellation. – Abb.

optisch [(lat. (griech.): das (sichtbare) Licht betreffend; das Linsensystem im → Fernrohr (die Optik) betreffend.

Die **optische Tiefe** ist ein Maß für die Durchsichtigkeit einer Schicht, z. B. von Sternmaterie oder interstellarem Staub. Durchsichtige Schichten heißen optisch dünn, undurchsichtige optisch dick.

Der **Orbit** [(engl. (lat., „Kreis“)] ist die Umlaufbahn (z. B. eines Satelliten um einen Himmelskörper, wie die Erde). – Adjektiv: *orbital*.

Die **Orbitalstation** → Raumstation.

Oreol [(russ.) → Aureole.

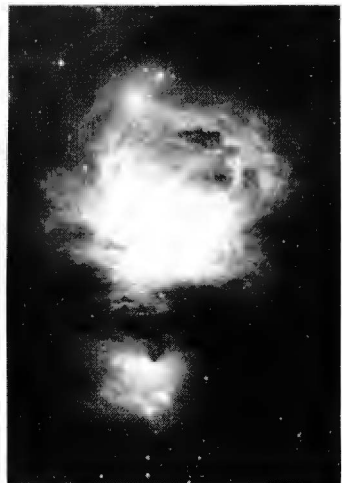
Der **Orion** [(griech.) (Genitiv *Orionis*), Abk. *Ori.* ist das bekannteste Sternbild am Winterhimmel. Er wird vom Himmelsäquator durchzogen, dessen Verlauf sich angenähert durch die 3 „Gürtelsterne“ markieren läßt. Der linke „Schulterstern“ → Beteigeuze und der rechte „Fußstern“ → Rigel gehören zum → Wintersechseck.

Im Orion befindet sich der → Orionnebel M 42, der hellste galaktische Nebel. Viele Sterne des Sternbildes, darunter die 3 „Gürtelsterne“, gehören zu einer → Sternassoziation. Orion kulminiert Mitte Dezember um Mitternacht. – → Bellatrix.

Die **Orioniden** [(lat. (griech.) sind ein → Meteorstrom.

Der **Orionnebel** ist eine große Wolke inter-

stellaren Gases und Staubes, die als ein verwaschener Lichtfleck im Sternbild Orion mit dem bloßen Auge gesehen werden kann. Das Gas – vorwiegend Wasserstoff – wird von einigen sehr jungen, heißen Sternen ionisiert und dadurch zum Leuchten gebracht; diese Sterne sind unter der Bezeichnung *Trapez* bekannt. Im Bereich des Orionnebels wurde eine Wolke aus molekularem Wasserstoff entdeckt, in deren Mitte sich Infrarotquellen, vermutlich → Protosterne, befinden. Es wird angenommen,



Orionnebel (diese Aufnahme wurde 30 min belichtet)

daß sich das ionisierte Gas in die Molekülwolke hineinfrüßt. – Ein Teil des Lichtes, das vom Orionnebel ausgeht, ist Reflexionsleuchten des ↗ interstellaren Staubes. *Abb.*

Der **Ort** oder die *Position* eines Gestirns ist die Stelle an der scheinbaren Himmelskugel, an der sich ein Gestirn, von einem bestimmten Beobachter aus gesehen, befindet. In der Regel wird der Ort durch astronomische ↗ Koordinaten angegeben. Man unterscheidet *scheinbare*, *wahre* und *mittlere Örter*. Beim scheinbaren Ort ist nur die ↗ Refraktion berücksichtigt, beim wahren auch die ↗ Aberration. Stellt man auch den Einfluß der ↗ Nutation in Rechnung, so erhält man den mittleren Ort. Für die Bestimmung der Gestirnsörter sind die in den ↗ Fundamentalkatalogen enthaltenen sehr genauen Örter der *Fundamentalsterne* eine wichtige Hilfe. Neuerdings werden deren Örter auch relativ zu entfernten Galaxien bestimmt.

Die **Ortszeit** wird auf den Meridian des Beobachtungsortes auf der Erde bezogen. Alle durch astronomische Beobachtungen bestimmten Zeiten sind Ortszeiten. Die Ortszeiten zweier Orte unterscheiden sich voneinander um die Differenz ihrer geographischen Längen, wobei 1° geographischer Länge 4 min. entspricht. ↗ Zonenzeit.

OSCAR [Abk. von *Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio*, engl., „Satellit für Funkamateure“] heißen 8 Testsatelliten der USA, die 1961/72 auf verschiedenartige Umlaufbahnen gelangten. Sie sind kleine Funkamateursatelliten (16,5 cm · 31 cm · 45 cm) mit Massen von 4,5 bis 29 kg, die gemeinsam mit anderen, größeren Satelliten gestartet worden waren.

OSO [Abk. von *Orbiting Solar Observatory*, engl., „Sonnenobservatorium in der Umlaufbahn“] heißen 7 Forschungssatelliten der USA, die speziell der Sonnenbeobachtung dienen und 1962/75 gestartet worden sind. Sie bestehen aus einer halbkreisförmigen Fläche (mit Solarzellen und Meßinstrumenten), die stets auf die Sonne ausgerichtet sind, und einer neunseitigen rotierenden Scheibe darun-

ter (Durchmesser 1,12 m, Höhe 0,95 m). Die Massen der Satelliten lagen zwischen 200 und 635 kg, ihre Flugbahnen sind kreisähnlich im Höhenbereich von 300 km bei rund 33° Bahnneigung.

Ein **O-Stern** ist ein Stern der ↗ Spektralklasse O.

Der **Ostpunkt** markiert die Ostrichtung auf dem Horizont. In ihm schneiden der Himmelsäquator und der Erste Vertikal den Horizont bei einem Azimut von 270°. ↗ Verikalkreis.

Osumi heißt der erste japanische Satellit. Er wurde am 11.2.1970 mit einer Rakete vom Typ ↗ Lambda 4S im Auftrage der Universität von Tokio gestartet und dient der Untersuchung der Ionosphäre. Er hat eine Masse von 38 kg, seine Funktionsdauer war für 80 Jahre ausgelegt. Nach 6 Umläufen auf einer elliptischen Bahn fiel die Funkübertragung aus.

OTS heißt ein Nachrichtensatellit westeuropäischer Staaten (Auftraggeber ist die ↗ ESA), der mit einer Trägerrakete vom Typ Delta 2914 am 13.9.1977 vom Raketentartplatz Cape Canaveral gestartet wurde. Er hatte einen kastenförmigen Hauptkörper, eine Gesamthöhe von 2,39 m, einen Durchmesser von 2,13 m, eine Tiefe von 1,68 m mit Nutzlast und Servicemodul und Antennenanlage. Die Spannweite der Solarzellenflächen betrug 26 m, ihre Leistung sollte 700 W aufweisen. Die Startmasse betrug 865 kg, die Umlaufmasse 444 kg. Die Trägerrakete explodierte 54 s nach dem Start. OTS sollte eine Synchronbahn erreichen und der Erprobung eines neuen Typs von Kommunikationssatelliten dienen. – Am 12.5.1978 ist OTS2 erfolgreich gestartet worden. Ab 1980 ist der Einsatz derartiger Satelliten speziell für Westeuropa geplant. – ↗ Nachrichtensatelliten *Abb. 1a*. Der **Oxydator** [(lat. (griech.) ↗ Treibstoff.

Die **Ozeanographie** oder **Ozeanologie** [(lat. (griech.) ist die Meereskunde. Die *ozeanographischen* Erdsatelliten erforschen physikalische, chemische und biologische Eigenschaften der Meere.

P

Pages [Abk. von *Passive Geodetic Satellite*, engl., „passiver geodätischer Satellit“] heißt ein Ballonsatellit der USA, der am 24. 6. 1966 mit einer Trägerrakete Thor-Agena D auf eine etwa 4200 km hohe kreisähnliche Bahn mit 87° Bahnneigung gebracht wurde. Er diente Erdvermessungen (mittels Bodenkameras), hatte einen Durchmesser von 30,5 m und eine Masse von 55 kg. Damit ähnelte er äußerlich den mehrere Jahre früher gestarteten \rightarrow Echo-Satelliten.

Palapa 1 und 2 heißen indonesische Nachrichtensatelliten. Sie wurden am 8. 7. 1976 bzw. 10. 3. 1977 von den USA mit einer \rightarrow Delta 2914 in Synchronbahnen mit Standort über den indonesischen Inseln gebracht. Beide Satelliten haben 5000 Telefonkanäle und können gleichzeitig 12 Fernsehprogramme übertragen.

Pallas heißt der zweitgrößte \rightarrow Planetoid. Die **Parabel** [(lat. <griech.)] ist ein \rightarrow Kegelschnitt. Sie entsteht als Menge aller Punkte, die von einem festen **Brennpunkt** und einer festen Geraden (der **Leitlinie**) den gleichen Abstand haben. Die durch den Brennpunkt verlaufende Senkrechte zur Leitlinie ist die **Parabelachse**. Das Bild der Parabel in der Ebene ist eine nicht geschlossene Kurve. — \rightarrow Abb. Kegelschnitt. — Adjektiv: *parabolisch*.

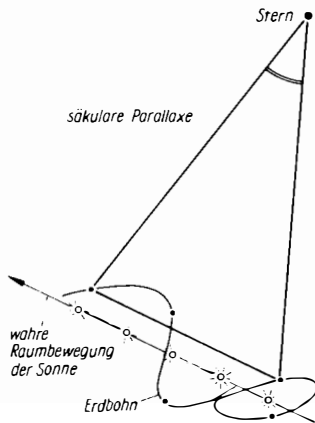
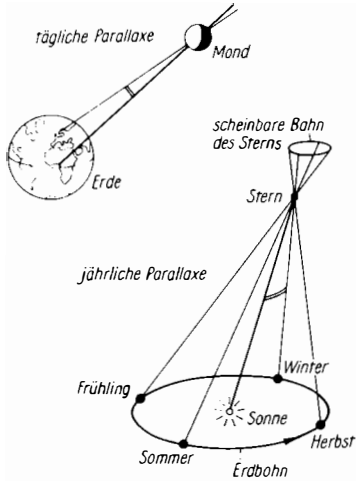
Paradiesvogel oder lat. *Apus* (Genitiv *Apodis*), Abk. *Aps*, heißt ein kleines Sternbild am Südhimmel in der Nähe des Himmelssüdpols.

Die **Parallaxe** [(griech., „Abweichung“)] ist in der Astronomie die durch eine Ortsveränderung des Beobachters bewirkte Änderung der Blickrichtung zu einem Himmelskörper. *Abb.*

a) Durch die Rotation der Erde entsteht die **tägliche Parallaxe**. Sie ist gleich dem vom Gestirn aus gemessenen Winkel zwischen den Richtungen zum Erdmittelpunkt und zum Beobachter. Am größten ist dieser Winkel, wenn das Gestirn im Horizont steht; er beträgt für die Sonne dann 8,8" (**Horizontalparallaxe**). Die täg-

lichen Parallaxen der Sterne sind unmeßbar klein.

b) Die Jahresbewegung der Erde um die Sonne hat die **jährliche Parallaxe** der Gestirne zur Folge. Die Sterne beschreiben dadurch an der Himmelskugel scheinbar kleine Ellipsen. Deren große Halbachse (die auch für die nächsten Sterne kleiner als 1" ist) wird ebenfalls als jähr-



Parallaxe

liche Parallaxe bezeichnet. Sie ist gleich dem vom Stern aus gemessenen Winkel, unter dem die große Halbachse der Erdbahn erscheint. Die jährliche Parallaxe ist der Entfernung zum Stern umgekehrt proportional und kann deshalb zur Entfernungbestimmung benutzt werden.

c) Die **säkulare Parallaxe** entsteht durch die Bewegung, die die Sonne mit dem Planetensystem innerhalb des Milchstraßensystems ausführt. *Abb.*

Als **Parallelkreis** [(lat. (griech.) bezeichnet man jeden zum Himmelsäquator oder zur Ekliptik parallel verlaufenden Kreis an der scheinbaren Himmelskugel. Gestirne auf einem Parallelkreis haben die gleiche Deklination bzw. die gleiche ekliptikale Breite. Auch die Breitenkreise auf der Erde werden Parallelkreise genannt.

Das **Parsek** [Kurzwort aus ↗ Parallaxe und Sekunde], Kurzzeichen *pc*, ist die Maßeinheit der Entfernung, die vor allem in der Stellastronomie benutzt wird.

1 pc = 30 860 000 000 000 km

= $3,01 \cdot 10^{13}$ km = 3,26 Lj

1 kpc = 10^3 pc (Kiloparsek)

1 Mpc = 10^6 pc (Megaparsek)

Die **partielle Finsternis** [(lat.) ↗ Finsternis.

Die **Partikelstrahlung** [(lat.) ↗ Teilchenstrahlung.

Pasiphaë [(lat.) heißt ein Mond des Jupiter. ↗ Tab. Satellit.

Die **Passage** [(franz. (lat.): Vorbeiflug in kürzester Entfernung (*Abstand*). – Verb: *passieren*.

Das **Passageinstrument** [(franz. (lat. + (lat.) oder *Durchgangsinstrument* ist ein kleiner ↗ Meridiankreis ohne Teilkreise. Man kann mit ihm lediglich den Zeitpunkt der Kulmination eines Gestirns ermitteln.

Pavo [(lat.) ↗ Pfau.

pc: Abk. für ↗ Parsek.

Der **Pegasus** [(lat. (griech.) (lat. Genitiv *Pegasi*), Abk. *Peg*, heißt 1. ein Sternbild am Nordhimmel, das Mitte September um Mitternacht kulminiert.

2. Pegasus heißen 3 Forschungssatelliten der USA, die 1965 bei der Erprobung der Trägerrakete ↗ Saturn I auf Erdumlaufbahnen im Höhenbereich zwischen 500

und 750 km gelangten. Sie blieben mit der letzten Raketenstufe verbunden. In der Satellitenbahn entfalten sich Flächen (12,65 m Spannweite und 4,2 m breit) mit Mikrometeoritendetektoren (untersuchen u. a. Dichte, Energie und Häufigkeit von ↗ Mikrometeoriten).

Als **Pekuliarbewegung** [(lat.) eines Sterns wird seine Bewegung im Raum relativ zu den Sternen seiner Umgebung bezeichnet. Meistens kann vorausgesetzt werden, daß die Pekuliarbewegungen der Sterne regellos verlaufen. In der Astrometrie bedeutete Pekuliarbewegung den Teil der ↗ Eigenbewegung eines Stern an der scheinbaren Himmelskugel, der nicht durch die ↗ Parallaxe hervorgerufen wird.

Der **Pendelquadrant** [beide (lat.) ist ein historisches Winkelmeßgerät, mit dem die Höhe eines Gestirns über dem Horizont ermittelt werden kann. Er besteht aus einem Viertelkreis (Quadrant), der mit einer Winkelteilung versehen und in dessen Mittelpunkt ein Fadenpendel als Zeiger angebracht ist. – ↗ Mauerquadrant.

Pendeluhr oder lat. *Horologium* (Genitiv *Horologii*). Abk. *Hor.* heißt ein aus lichtschwachen Sternen bestehendes Sternbild am Südhimmel, das von Mitteleuropa aus nicht beobachtet werden kann.

Die **Penumbra** [(lat., „Halbschatten“) ↗ Sonnenfleck.

Péole [Abk. von *Préliminaire Eole*, franz., „Vorläufer von ‚Eole‘“] heißt ein Forschungssatellit Frankreichs, der am 12. 12. 1970 gestartet wurde und Vorläufer der Satelliten vom Typ ↗ Eole ist. Péole wurde als 2. Raumflugkörper von dem neuen französischen Startgelände Kourou in Französisch-Guayana (Südamerika) mit einer weiterentwickelten französischen Trägerrakete Diamant B gestartet. Die Masse des Satelliten betrug 61 kg.

Das **Perigäum** [(lat. (griech., „Erdnähe“) ↗ Apogäum.

Das **Perihel** [(griech., „Sonnennähe“) ↗ Aphel.

Die **Periheldrehung** [(griech.) der Planeten entsteht vorwiegend durch Bahnstörungen, die von anderen Planeten her-

vorgelassen werden. Sie äußert sich in einer langsamen Bewegung des Perihels in der Bahn im Sinne der Umlaufrichtung des Planeten. Am größten ist sie mit 43" pro Jahrhundert bei Merkur. Die Periheldrehung der Erde, also die Bewegung des Perihels der Erdbahn, beträgt 5" in 100 Jahren.

Perihelzeit → Bahnelemente.

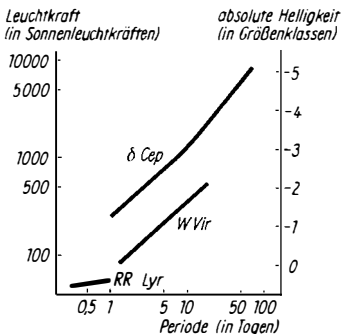
Die **Perioden-Leuchtkraft-Beziehung** stellt einen Zusammenhang zwischen der mittleren Leuchtkraft eines → Delta-Cephei-Sterns und der Periode seines Lichtwechsels dar. Dieser Zusammenhang gilt auch für → RR-Lyrae- und W-Virginis-Sterne. Eine weniger ausgeprägte Beziehung besteht auch zwischen Periode und Sternfarbe.

Die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung ist ein wichtiges Hilfsmittel, um absolute Helligkeiten von Sternen zu ermitteln. Damit wird eine fotometrische → Entfernungsbestimmung möglich. *Abb.*

Das **Periselen(um)** [(griech.) oder *Perilunum*, *Periluneum* [(griech. + (lat.), eine Apside, ist der mond nächste Punkt einer Satellitenbahn um den Mond. – Gegensatz: → Aposelen(um).

Das **Perlschnurphänomen** besteht darin, daß bei totalen Sonnenfinsternissen kurz vor und nach der Totalität am Neumondrand eine Kette leuchtender Punkte erscheint. Das Sonnenlicht ist in diesen Momenten durch die Unebenheiten des Mondrandes hindurch zu sehen.

Die **Perseiden** [(griech.) sind ein → Meteorstrom.



Perioden-Leuchtkraft-Beziehung

Der **Perseus** [(lat., Genitiv *Persei*], Abk. *Per*, heißt ein in Mitteleuropa teilweise zirkumpolares Sternbild des Nordhimmels, das durch den hellen Doppelsternhaufen χ/h Persei und den Bedeckungsstern → Algol bekannt ist.

Pfau oder lat. *Pavo* (Genitiv *Pavonis*), Abk. *Pav*, heißt ein Sternbild des Südhimmels, das in Mitteleuropa unsichtbar bleibt.

Pfeil oder lat. *Sagitta* (Genitiv *Sagittae*), Abk. *Sge*, heißt ein kleines Sternbild am Nordhimmel, das in der 2. Julihälfte gegen Mitternacht kulminiert.

Der **Pfeilstern** → Barnards Stern.

Pferdchen oder **Füllen** oder lat. *Equuleus* (Genitiv *Equulei*), Abk. *Equ*, heißt ein unscheinbares, knapp nördlich des Himmelsäquators gelegenes Sternbild, das Mitte August um Mitternacht kulminiert.

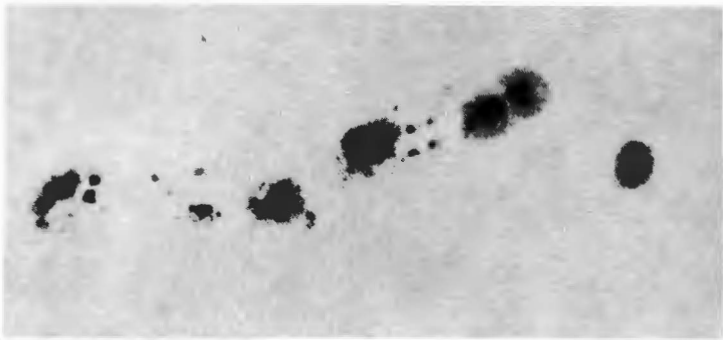
Die **Phase** [(griech., „Erscheinung“) oder auch *Lichtgestalt* ist das Erscheinungsbild eines nicht selbst leuchtenden Himmelskörpers, das durch die unterschiedlich gerichtete Beleuchtung hervorgerufen wird. Die Phase wechselt, indem sich durch die gegenseitige Bewegung von Sonne, Erde und beleuchtetem Objekt (z. B. Mond, Planet, künstlicher Satellit) der beleuchtete Teil der erd zugewandten Seite des Objekts verändert. Der Winkel Sonne–Objekt–Erde heißt *Phasenwinkel*. → Mondphasen.

Die **Phöbe** oder **Phoebe** [(griech., „die Glänzende“; sprich: föbe] heißt ein Mond des Saturn. → Tab. Satellit.

Die **Phobos** [(griech.) heißt der größere der beiden Monde des Mars. Da er in einem Marstag den Mars mehr als dreimal umläuft, geht Phobos für einen Beobachter auf dem Mars täglich mehrmals im Westen auf und im Osten unter. Phobos ist ein kraterbedeckter, unregelmäßig geformter Körper von rund 27 km × 19 km Größe. Die längere Achse ist ständig auf Mars gerichtet. → Tab. Satellit.

Der **Phönix** [(lat. (griech.) oder lat. *Phoenix* (Genitiv *Phoenicis*), Abk. *Phe*, ist ein in Mitteleuropa unsichtbar bleibendes Sternbild des Südhimmels.

Das **Photon** [(griech.) oder (*Licht-*) *Quant* [(lat.) ist die kleinste auftretende Energiemenge, das kleinste Energie teil-



Photosphäre: Sonnenflecken

chen des elektromagnetischen Feldes. Photonen bewegen sich mit Lichtgeschwindigkeit. Ihre Energie beträgt für rotes Licht 1,65 eV, für ultraviolettes Licht 12 eV und für Röntgenwellen zwischen 10 000 und 100 000 eV = 100 keV.

Es ist $1 \text{ eV} = 1 \text{ Elektronenvolt} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Nm}$.

Photonentriebwerke stellen ein gegenwärtig noch hypothetisches Antriebsverfahren dar. Es soll auf dem Impuls der Photonen (Lichtquanten, also der Teilchen des elektromagnetischen Feldes, z. B. der Licht-, Röntgen- oder Gammastrahlung) in einem gebündelten Strahl beruhen. In der Strahlflugtechnik strebt man seit jeher danach, die Strahlggeschwindigkeiten der ausströmenden Verbrennungsgase zu erhöhen, denn je größer diese sind, desto größer sind auch die erreichbaren Fluggeschwindigkeiten. Die obere Grenze der Ausströmgeschwindigkeit von Strahl- und Raketenantrieben wäre die Lichtgeschwindigkeit. An eine technische Verwirklichung ist gegenwärtig noch nicht zu denken.

Die **Photosphäre** [(griech.) ist die Übergangsschicht vom Inneren der Sonne zur Sonnenatmosphäre. Aus dieser nur wenige hundert km dicken Schicht wird das Licht in den Raum abgestrahlt. Die Photosphäre ist damit die eigentliche sichtbare „Oberfläche“ der Sonne. Sie weist eine körnige Struktur, die *Granulation*, auf. Wegen der geringen Dicke der Photo-

sphäre erscheint der Sonnenrand als scharfe Linie.

Die *Temperatur* nimmt innerhalb der Photosphäre von innen nach außen etwa von 7 000 K bis auf 4 000 K ab, der Druck ebenfalls. Durch die Temperaturschichtung erscheint der mittlere Bereich der „Sonnenscheibe“, in dem man in die tieferen Schichten der Photosphäre blickt, heller als die Randgebiete (\rightarrow Randverdunkelung). In der Photosphäre treten \rightarrow Sonnenflecken und \rightarrow Fackeln auf. *Abb.*

Giuseppe **Piazzi**, geb. 16. 7. 1746, gest. 22. 7. 1826, war ein italienischer Astronom. Er entdeckte am 1. 1. 1801 den ersten Planetoiden (\rightarrow Ceres).

Pictor [(lat.) \rightarrow Maler.

Pioneer [(engl., „Bahnbrecher“, „Pionier“; sprich: paiəniə] heißen Mond- und Planetensonden der USA.

1. *Mondsonden* waren *Pioneer 0 bis 4*, sie wurden 1958/59 eingesetzt und waren sämtlich Fehlschläge. Beim Start von *Pioneer 0* am 17. 8. 1958 explodierte die Trägerrakete Thor-Agena kurz nach dem Abheben. *Pioneer 1*, gestartet am 11. 10. 1958, sollte den Mond in geringem Abstand passieren; bei ihm war die Brennschlußgeschwindigkeit zu gering, so daß der Raumflugkörper zur Erde zurückfiel und nach 23 h 17 min in dichteren Schichten der Atmosphäre verglühte. *Pioneer 2* vom 8. 11. 1958 war ein Fehlstart. *Pioneer 3* mit einer Trägerrakete Jupiter am 6. 12. 1958 gestartet, erreichte

nicht die notwendige Geschwindigkeit und verglühte nach 38 h 06 min Flugzeit in der Atmosphäre. *Pioneer 4*, gestartet am 3.3.1959, verfehlte den Mond um rund 60000 km und gelangte in eine Planetenbahn.

↗ Tab. 4 im Anhang.

2. *Pioneer 5* bis 11 heißen *Planetensonden* der USA, die seit 1960 gestartet wurden.

In den Jahren 1960/68 kamen *Pioneer 5* bis 9 als Venus- bzw. Marssonden zum Einsatz. Sie umrundeten die Sonne im Raum zwischen Erde und Venus (*Pioneer 5*, 6, 9) oder zwischen Erde und Marsbahn (*Pioneer 7*, 8). Ihre Trägerraketen waren Atlas-Able (*Pioneer 5*) bzw. Delta. 3 weitere Flugkörper dieser Serie waren Fehlstarts. Die genannten *Pioneer-Sonden* dienten der Untersuchung der kosmischen Strahlung, des Sonnenwinds, der interplanetaren Magnetfelder, der Magnetosphäre der Erde und des Einflusses der Sonne auf die äußere Atmosphäre und den Magnetschweif der Erde.

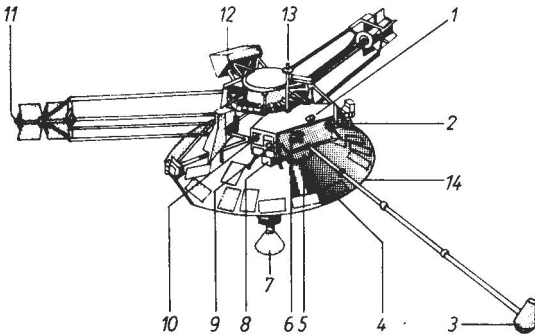
Pioneer 10 und 11 heißen 2 Planetensonden, mit deren Hilfe Untersuchungen im interplanetaren Raum, im Asteroidengürtel und des Jupiter beim Vorbeiflug ausgeführt wurden. Sie wurden mit Trägerraketen vom Typ Atlas-Centaur am

3.3.1972 bzw. am 6.4.1973 von Cape Canaveral (Florida, USA) aus gestartet. Eine Sonde passierte den Jupiter am 4.12.1973, die zweite am 3.12.1974, jeweils in einem Abstand von etwa 2 Jupiterradien. Durch die Nutzung der Swing-by-Technik gelangte *Pioneer 11* auf eine Flugbahn, auf der sie am 1.9.1979 Saturn außerhalb der Ringe passierte. — Die Masse jeder der beiden identischen Sonden macht 260 kg aus, wovon 30 kg auf die wissenschaftlichen Instrumente entfallen. Der größte Durchmesser 2,75 m, die Bauhöhe 2,9 m. Die Energieversorgung erfolgt durch 4 Radioisotopengeneratoren (je 2 an einem Ausleger), die anfänglich 155 W an elektrischer Energie lieferten. Energiequelle ist Plutonium Pu-238. Abb. — ↗ Abb. Jupiter.

Pisces [(lat.) ↗ Fische.

Piscis Austrinus [(lat.) ↗ Südlicher Fisch.

Ein **Planet** [(lat. (griech., „der Umher-schweifende“) ist ein kugelnähnlicher Himmelskörper, der einen Stern umläuft und dessen Licht reflektiert. Im allgemeinen sind damit die Planeten der Sonne gemeint (↗ *Planetensystem*); zu ihnen gehört die Erde. Sie werden unterteilt in ↗ erdähnliche Planeten und ↗ ju-



Pioneer: Pioneer 10 und 11

1 UV-Fotometer, 2 Gammastrahlungsteleskop, 3 Magnetometer, 4 Meteoritendetektor, 5 Plasmasonde, 6 Strahlungsmessgerät, 7 Reflektor der Richtstrahlantenne, 8 Strahlungsteleskop für kosmische Strahlung, 9 Infrarot-Radiometer, 10 Meßinstrument für geladene Teilchen, 11 Isotopengeneratoren, 12 Asteroiden- und Meteoritendetektor, 13 Rundstrahlantenne, 14 Richtstrahlantenne (Parabolan-tenne)

Planeten des Sonnensystems

Planet	Äquatorradius		Masse in Erdmassen	Mittlere Dichte in g/cm ³	Rotations- dauer in Tagen
	in km	in Erdradien			
Merkur	2 438	0,38	0,06	5,62	58,65
Venus	6 056	0,95	0,8	5,09	242,98 ¹
Erde	6 378	1,00	1	5,52	0,997
Mars	3 394	0,53	0,1	3,95	1,03
Jupiter	7 1825	11,26	317,8	1,30	0,41
Saturn	60 335	9,46	95,1	0,68	0,43
Uranus	25 900	4,06	14,5	1,2	0,90
Neptun	24 600	3,86	17,2	1,65	0,75
Pluto	1 400	0,22	0,002	1,05	6,39

¹ dem Umlaufsinn der Venus um die Sonne entgegengesetzt gerichtet

Planetarischer Nebel: einige planetarische Nebel

Stern- bild (Abk.)	Katalog- nummer	Rekt- aszension in h min	Dekli- nation in °	Scheinbarer Durchmesser in '	Scheinbare Gesamthellig- keit in ^m
Tau	M 1	5.32	+22,0	5	8,4
Dra	NGC 6543	17.59	+66,6	1/3	8,8
Lyr	M 57	18.52	+33,0	1	9,3
Vul	M 27	19.57	+22,6	60	7,6



planetarischer Nebel: Rosettennebel

Planetensystem: Die Bahnen der Planeten

Planet	Mittlerer Abstand von der Sonne		Siderische Umlaufzeit in Jahren	Mittlere Bahngeschwindigkeit in km/s	Neigung der Bahn gegen die Ebene der Ekliptik in °
	in Mill. km	in AE			
Merkur	57,9	0,387	0,24	47,90	7,0
Venus	108,2	0,723	0,62	35,04	3,4
Erde	149,6	1,000	1,00	29,81	—
Mars	227,9	1,524	1,88	24,14	1,8
Jupiter	778,3	5,203	11,86	13,07	1,3
Saturn	1427	9,539	29,46	9,65	2,5
Uranus	2870	19,182	84,02	6,81	0,8
Neptun	4496	30,057	164,79	5,44	1,8
Pluto	5947	39,750	247,7	4,73	17,1

planetähnliche Planeten. — An der scheinbaren Himmelskugel verändern die Planeten ihre Stellungen relativ zu den Sternen. Ihre scheinbaren Bahnen verlaufen in der Nähe der Ekliptik; lediglich Pluto kann sich weit von dieser scheinbaren Sonnenbahn entfernen. Da die Planeten sich nach dem 3. Keplerschen Gesetz mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten um die Sonne bewegen, überholt die Erde in regelmäßigen Abständen (→ synodische Umlaufzeit) die äußeren Planeten. Von der Erde aus beobachtet man dabei eine scheinbare Rückwärtsbewegung (Rückläufigkeit) des Planeten. Sie tritt auch bei den *inneren Planeten*, deren Umlaufbahnen innerhalb der der Erde verlaufen, also Merkur und Venus auf. Mit dem 1978 entdeckten Plutomonid besitzen 7 Planeten *Monde* (→ Satellit) — → Planetenentstehung. — *Tab.*

planetarisch oder auch *planetar* [(lat. (griech.): aus dem Raum des Planetensystems stammend oder zu ihm gehörend, die Planeten betreffend.

Ein **planetarischer Nebel** [(lat. (griech.) ist ein besonderer → galaktischer Nebel, ein leuchtender Gasnebel. Er hat nichts mit einem Planeten zu tun, sondern ist eine meistens symmetrisch erscheinende Wolke → interstellaren Gases (vorwiegend Wasserstoff), das von einem heißen Stern ionisiert und dadurch zum Leuchten gebracht wird. Planetarische

Nebel entstehen durch den Auswurf von Gas aus den äußeren Schichten eines Sterns, der am Ende seiner Entwicklung steht. Der Zentralstern, der die Ionisationsenergie liefert, weist Temperaturen zwischen 50000 und 100000 K auf. Er ist der heiße Kern des ursprünglichen Sterns; der Nebel selbst entsteht aus der abgestoßenen Hülle. Bei einigen planetarischen Nebeln wird eine Ausdehnung der Gasschale beobachtet. *Abb., Tab.*

Das **Planetarium** [(lat. (griech.) ist eine Einrichtung, in der bestimmte Erscheinungen und Vorgänge an der scheinbaren Himmelskugel anschaulich und unterrichtsmäßig vorgeführt werden können. Das geschieht dadurch, daß die Stellung der Gestirne zueinander und ihre Bewegungen gezeigt werden. Planetarien befinden sich in Räumen mit einer Kuppel (mattweiße Halbkugel von etwa 5 bis 30 m Durchmesser), an der die Gestirne in Form von Lichtpunkten dargestellt werden. Das Projektionsgerät enthält außer den Projektoren für Sonne, Mond, Planeten und Sterne auch Antriebsmotoren, mit denen sich die in der Natur sehr langsam ablaufenden Vorgänge innerhalb äußerst kurzer Zeit vorführen lassen. *Abb.*

Die **Planetenentstehung** [(lat. (griech.) ist heute noch nicht völlig geklärt. Es steht aber fest, daß sich das Planetensystem mit oder aus der entstehenden Sonne, aus einem rotierenden Sonnenebel, entwik-



Planetarium (Projektionsgerät) des VEB Carl Zeiss Jena

kelte. In dieser Gasmasse bildeten sich durch Kondensation feste Teilchen, die zu zentimeter- bis metergroßen lockeren Zusammenballungen heranwuchsen. Solche Körper werden als *Planetesimals* bezeichnet. Sie wurden zunächst vom rotierenden Gas mitgeführt; bei weiterem Anwachsen auf etwa 100 km Durchmesser beeinflusste die Gravitation ihre Bewegung so, daß sie elliptische Bahnen um die Sonne einnahmen. Wie die Planetesimals zu so großen Körpern, *Protoplaneten* genannt, heranwachsen konnten, wird zur Zeit noch untersucht. Wahrscheinlich spielten Zusammenstöße und Oberflächenbeschaffenheit eine wesentliche Rolle.

Mit wachsender Masse konnte der Protoplanet immer mehr und größere Körper an sich ziehen; sie stürzten auf ihn nieder. Daß dieser Beschuß auch nach der Bildung der ersten festen Oberfläche anhielt, zeigen die von Kratern übersäten Oberflächen des Mondes, des Merkur und des Mars. Die „Riesenplaneten“ Jupiter und Saturn konnten durch ihre großen Massen neben den kleinen Festkörpern auch große Mengen von Sonnennebelgas ein-

fangen. Sie haben daher eine andere chemische Zusammensetzung als die Planeten Merkur bis Mars.

Nachdem der in der Frühphase des Sonnensystems viel stärkere \nearrow Sonnenwind das Sonnennebelgas und die kleineren festen Körper weggeblasen hatte, endete vor rund 4 Mrd. Jahren das Wachstum der Planeten. Wahrscheinlich sind die Kometen, die sich zum größten Teil in den Außenbezirken des Sonnensystems aufhalten, Reste des bei der Planetenentstehung nicht verbrauchten Materials.

Die **Planetophysik** \nearrow Astrophysik.

Planetensonden und *interplanetare Sonden* (bisher alle unbemannt) sind

\nearrow Venera, \nearrow Mars 2, \nearrow Sond, \nearrow Pioneer, \nearrow Mariner, \nearrow Viking, \nearrow Voyager.

Das **Planetensystem** [beide (lat. (griech.)] ist die Gesamtheit der die Sonne umlaufenden Planeten. Es bildet ein Untersystem des \nearrow Sonnensystems. Meistens wird der Begriff auf die 9 großen Planeten angewendet, seltener auch auf die \nearrow Planetoiden. Die 9 Planeten umlaufen die Sonne auf elliptischen Bahnen, wobei die Geschwindigkeit um so geringer bzw. die Umlaufzeit um so größer ist, je weiter sich der Planet im Mittel von der Sonne entfernt befindet. (\nearrow Keplersche Gesetze). – *Planetensysteme anderer Sterne* konnten bisher nur in wenigen Fällen (und auch da nicht mit völliger Sicherheit) nachgewiesen werden, z. B. bei \nearrow Barnards Stern. Es wird aber vermutet, daß die meisten Hauptreihensterne der Spektralklassen G bis M Planetensysteme besitzen. *Tab.*

Das **Planetesimal** \nearrow Planetenentstehung. Der **Planetoid** [(griech., „Planetenähnlicher“) oder *Asteroid* [(griech.] oder auch *Kleiner Planet* ist ein planetenähnlicher Kleinkörper im Sonnensystem, der die Sonne auf einer Ellipsenbahn umläuft. Die Bahnen der mutmaßlich 40000 bis 50000 (einige Astronomen vermuten 100000) Planetoiden liegen vorwiegend zwischen den Bahnen von Mars und Jupiter. Einzelne dieser Körper haben aber so exzentrische Bahnen, daß sie bis in die Nähe der Merkur- und der Saturnbahn vordringen. Bis heute sind etwa

2000 Planetoiden katalogisiert. Als erster wurde im Jahre 1801 die \nearrow Ceresentdeckt. Die größten Planetoiden sind Ceres, Pallas, \nearrow Vesta. – Schätzungsweise gibt es 200 Planetoiden mit Durchmessern über 100 km und rund 500 Planetoiden mit Durchmessern zwischen 100 und 50 km, alle übrigen sind kleiner. Nur die größten dieser Himmelskörper haben Kugelgestalt; die meisten sind unregelmäßig, kantig geformt. Erst von etwa 1800 Planetoiden sind die Bahnen genau bestimmt worden. Wahrscheinlich sind die Planetoiden aus Planetesimalen entstanden, die sich bei der Bildung des Planetensystems nicht weiterentwickeln konnten. Die frühere Annahme, es handle sich um die Reste eines zerstörten Planeten, wird heute kaum noch vertreten (\nearrow Planetentstehung).

Ein **Platonisches Jahr** [(lat. (griech.) oder *Weltjahr* umfaßt 25700 Sonnenjahre. Es ist die Zeitspanne, in der die Erdachse infolge der \nearrow Präzession einen vollständigen Umlauf beschreibt bzw. in der der Frühlingspunkt die Ekliptik einmal umläuft.

Die **Plejaden** [(griech.) oder das

Siebengestirn sind ein \nearrow offener Sternhaufen im Sternbild Stier. Die Zahl der zugehörigen Sterne wird mit 179 bis 500 angegeben. Die Plejaden sind mit dem bloßen Auge leicht sichtbar, sie sind im Altertum als selbständiges Sternbild angesehen worden. Ihre Entfernung von der Erde beträgt 126 pc. Der Sternhaufen ist von \nearrow interstellarer Materie umgeben, deren Staubanteil das Licht der Plejadensterne reflektiert. *Abb.*

Die **Pleione**, fälschlich auch *Pleione* [benannt nach der Mutter der 7 Plejaden in der griech. Sage] heißt der Stern 28 Tauri, der dem offenen Sternhaufen \nearrow Plejaden angehört.

Plessezk \nearrow Raketenstartplatz.

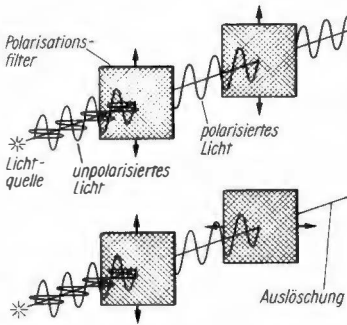
Der **Pluto** ist der äußerste Planet des Sonnensystems. Er gehört wahrscheinlich zu den \nearrow jupiterähnlichen Planeten, doch sind viele Einzelheiten noch nicht genau erforscht und zahlreiche Daten deshalb noch sehr unsicher. \nearrow Tab. Planet, \nearrow Tab. Planetensystem.

Auf der Oberfläche von Pluto wurde Methanschnee (CH_4) festgestellt.

Auf Grund theoretischer Berechnungen ist Pluto nach 50jähriger Suche im Jahre



Plejaden mit Reflexionsnebeln. Die kreuzförmigen und ringförmigen Gebilde entstehen durch Beugungseffekte im Inneren des Fernrohrs, ihre Entstehung kann nicht verhindert werden



Polarisation. Die Pfeile an den Polarisationsfiltern geben deren Durchlaßrichtung an

1930 entdeckt worden. Seine Bahn schneidet die Neptunbahn an 2 Stellen, so daß sich Pluto zeitweilig, z. B. von 1979 bis 1999 der Sonne näher befindet als Neptun. Möglicherweise ist Pluto ein ehemaliger Neptunmond. 1978 hat man einen Mond (♃Tab. Satellit) entdeckt.

Als **Pol** [lat. griech.] bezeichnet man jeden der beiden Punkte, an denen die Rotationsachse eines Körpers seine Oberfläche durchstößt. Bei der Erde fallen die Rotationspole (geographische Pole) nicht mit den geomagnetischen Polen zusammen, daher muß bei der Orientierung mit dem Kompaß die *Mißweisung* berücksichtigt werden. Die *Himmelspole* sind die Punkte an der scheinbaren Himmelskugel, an denen die Verlängerung der Rotationsachse die Sphäre durchstoßen würde und die nicht an der täglichen Bewegung teilnehmen.

Pol der Ekliptik und *galaktischer Pol* heißen jeweils 2 Punkte an der Himmelskugel, die nach Norden und Süden um 90° von der Ekliptik bzw. vom galaktischen Äquator entfernt sind.

Die **Polarbahn** [lat. griech.] ist die Bahn eines Satelliten (z. B. künstlichen Erdsatelliten) um den Hauptkörper (z. B. Erde), deren Bahnebene um rund 90° gegen die des Äquators geneigt ist. Auf Polarbahnen können Erdsatelliten den größten Teil der Erdoberfläche innerhalb eines Tages nahezu lückenlos erfassen

(z. B. für wissenschaftliche Erderkundungsaufgaben und Wetterbeobachtungen).

Die **Polarisation** [lat. griech.] von Wellen ist ein besonderer Schwingungszustand: Bei *linear polarisiertem* Licht schwingt der elektrische Anteil des elektromagnetischen Feldes (der *Lichtvektor*) nur in einer Ebene. Das Licht einer gewöhnlichen Lichtquelle schwingt dagegen in unendlich vielen Ebenen; es ist unpolarisiert. Man erhält linear polarisiertes Licht aus unpolarisiertem Licht z. B. durch Reflexion an Glasoberflächen, durch Streuung an parallel ausgerichteten, länglichen Staubteilchen oder durch spezielle Polarisationsfilter. *Abb.*

Das **Polarlicht** [lat. griech.], auch *Nordlicht* bzw. auf der Südhalbkugel *Südlicht*, ist eine Leuchterscheinung in der Hochatmosphäre der Erde, die durch Teilchenströme von der Sonne bewirkt wird. Die Teilchen regen die Gasatome und Gasmoleküle der Luft zum Leuchten an. Polarlichter treten vor allem in ringförmigen, die beiden magnetischen Pole der Erde jeweils umschließenden, Gebieten auf. Sie bilden ruhende oder bewegte farbige Bögen oder Strahlen am Himmel;



Polarlicht

die Höhe dieser Erscheinungen liegt meistens zwischen 80 und 300 km. *Abb.*

Die **Polarnacht** [(lat. (griech.)] ist der Zeitraum, in dem ein Ort innerhalb der Polarzonen der Erde (d. h. mit einer geographischen Breite über $66\frac{2}{3}^\circ$ Nord oder Süd) mehr als 24 Stunden lang nicht von den Sonnenstrahlen getroffen wird. Je geringer der Abstand vom Pol ist, desto länger dauert die Polarnacht. Am Pol selbst dauert sie theoretisch vom 23. 9. bis 21. 3. — In der anderen Polarzone der Erde herrscht zur gleichen Zeit **Polartag**, d. h. es scheint die Mitternachtssonne.

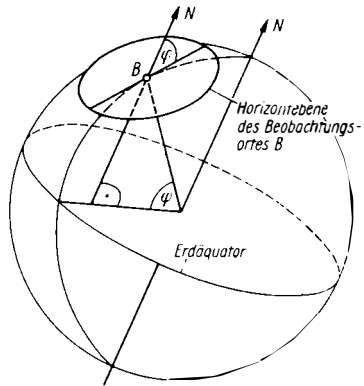
Der **Polarstern** [(lat. (griech.) oder *Polaris*, α *Ursae Minoris*], ist der hellste Stern im Sternbild Kleiner Bär. Er dient als wichtiger Orientierungspunkt für die Nordrichtung, da er sich nur 1° vom Himmelsnordpol entfernt befindet. Obwohl selbst nicht sehr hell, fällt er doch auf, weil die Polumgebung sonst nur schwache Sterne enthält. Der Polarstern ist ein weißer Überriese mit zwischen 2,1 und 2,3 Größenklassen veränderlicher Helligkeit.

Die **Poldistanz** [(lat. (griech.)] ist der Winkelabstand eines Gestirns vom Himmelsnordpol. Sie wird in Grad gemessen und von Nord nach Süd mit 0° bis 180° durchgezählt. Poldistanz und \nearrow Deklination ergänzen sich stets zu 90° .

Die **Polhöhe** [(lat. (griech.)] ist die Höhe des Himmelspols über dem Horizont, gemessen in Winkelgrad. Für jeden Beobachtungsort ist die Polhöhe gleich der geographischen Breite; für Berlin beträgt sie $52,5^\circ$. An einem Ort auf dem Erdäquator ist die Polhöhe 0° , demzufolge befinden sich dort beide Pole im Horizont. Da sich die Rotationsachse innerhalb der Erde in gewissen Grenzen verlagert — die Erde ist kein vollkommen starrer Körper — treten geringfügige periodische Änderungen der Polhöhe auf. Sie werden als \nearrow **Polwanderung** bezeichnet. *Abb.*

Poljot [(russ., „Flug“) heißen 2 sowjetische technische Versuchssatelliten, die am 1. 11. 1963 und am 12. 4. 1964 gestartet wurden. Durch sie wurden Systeme für die Änderung der Erdumlaufbahnen erprobt.

Pollux, Kurzzeichen β *Gem*, heißt der



Polhöhe: N Richtung zum Himmelsnordpol, φ geographische Breite des Beobachtungsortes, B Beobachter

hellste Stern im Sternbild \nearrow Zwillinge. Er ist ein roter Riesenstern mit einer scheinbaren Helligkeit von 1,15 Größenklassen. Wahrscheinlich ist er von einer heißen Korona umgeben; erste Anzeichen dafür wurden 1974 von künstlichen Erdsatelliten aus festgestellt.

Polschwankung \nearrow Polhöhe.

Die **Polsequenz** [(lat. (griech.) + (lat.)] ist eine Gruppe von Sternen in der Umgebung des Himmelsnordpols, deren Helligkeiten sehr genau bestimmt wurden. Sie dienen als Vergleichssterne dazu, unbekannte Sternhelligkeiten zu ermitteln. Die Helligkeiten überdecken einen Bereich von +2 bis +20 Größenklassen.

Die **Polwanderung** [(lat. (griech.) oder *Polschwankung*] ist eine periodische Verlagerung der Polpunkte auf der Erdoberfläche in der Größenordnung einiger Zehntel Bogensekunden (etwa 5 bis 10 m). Ihre Ursache liegt vermutlich in Massenverlagerungen innerhalb der Erde und der Erdatmosphäre. — \nearrow Polhöhe.

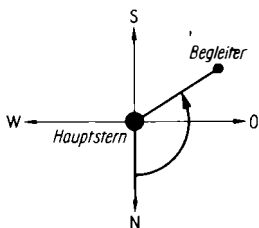
Die **Population** [(lat.)] \nearrow Sternpopulation.

Position [(lat.)] eines Gestirns \nearrow Ort.

Die **Positionsastronomie** [(lat. + (griech.)] \nearrow Astrometrie.

Der **Positionswinkel** [(lat.)] ist der Winkel zwischen der Nordrichtung und der Rich-

tung der Verbindungslinie zweier Sterne. Er wird in Winkelgraden von Nord über Ost gezählt und ist ein wichtiges Bestimmungsstück für Doppelsternsysteme. Abb.



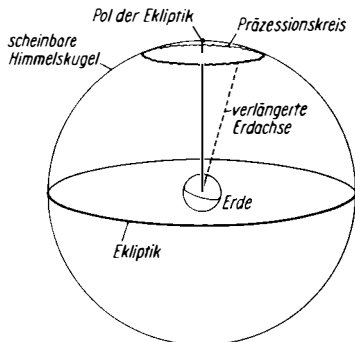
Positionswinkel bei Beobachtung mit dem umkehrenden Fernrohr

Die **Postnova** [beide <lat.> ↗ Nova. Die **Prägnova** [beide <lat.> ↗ Nova. Die **Präzession** [<lat., „das Vorangehen“] ist eine periodische Lageänderung der Erdachse. Sie hat ihre Ursache in der Anziehungswirkung von Sonne und Mond auf den Massenwulst am Äquatorgebiet der Erde. Dadurch behält die Rotationsachse der Erde ihre Richtung nicht bei, sondern beschreibt im Verlaufe von 25700 Jahren einen Kegelmantel mit der Spitze im Erdmittelpunkt. Die Himmelspole bewegen sich demzufolge an der scheinbaren Himmelskugel auf Kreisen von 23° 27' Radius um die Pole der Ekliptik. Gleichzeitig wandern die Schnittpunkte zwischen Himmelsäquator und Ekliptik auf dieser entgegen der scheinbaren jährlichen Bewegung der Sonne. Der Frühlingspunkt verändert seine Lage auf der Ekliptik um jährlich 50,4". Eine Folge davon ist, daß sich die Nullpunkte der Koordinaten in den Systemen des Äquators und der Ekliptik langsam verändern. Daher muß bei genauen Positionsmessungen angegeben werden, für welches Jahr die Lage des benutzten Koordinatensystems gilt. Außer durch Sonne und Mond (*Lunisolarpräzession*) wird auch durch die Planeten eine Kraft auf die Erdbewegung ausgeübt (*Planetenpräzession*). Abb.

Primärstrahlung [<lat.> ↗ kosmische Strahlung.

Das **Prismenastrolabium** [(griech. + <lat. (griech.) ist ein astronomisches Meßinstrument, mit dem heute der Durchgang eines Sterns durch einen bestimmten Höhenparallelkreis beobachtet wird. Daraus lassen sich die geographischen Koordinaten des Beobachtungsortes und die Zeit sehr genau ermitteln. ↗ Astrolabium.

Prognos [(russ., „Vorhersage“) heißt eine Serie von Forschungssatelliten der UdSSR. Sie dient der Sonnenbeobachtung, der Überwachung der Röntgen- und Radiofrequenzstrahlung der Sonne (*solare Strahlung*), vor allem der Vorhersage von Sonneneruptionen. Die Satelliten haben eine Masse von 845 kg und bewegen sich auf stark elliptischen Bahnen zwischen rund 500 und 200 000 km Bahnhöhe. Im Apogäum kann die Untersuchung ohne den störenden Einfluß des Erdmagnetfeldes und der Hochatmosphäre erfolgen. Im Perigäum dagegen können Untersuchungen der oberen Schichten der Atmosphäre, des Strahlungsgürtels und des Magnetfeldes der Erde vorgenommen werden. Die Prognos-Satelliten haben Instrumente aus Frankreich, Schweden und sozialistischen Ländern an Bord. Bisher wurden 7 derartige Satelliten gestartet: Prognos 1 am 14.4.1972, Prognos 2 am 29.6.1972, Prognos 3 am 15.2.1973, Prognos 4 am 22.12.1975, Prognos 5 am 25.11.1976, Prognos 6 am



Präzession. Die wellenförmige Abweichung vom Präzessionskreis ist die Nutation

22. 9. 1977, Prognos 7 am 30. 10. 1978.

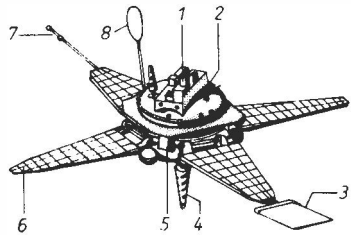
Abb. — Start Prognos 8: 25. 12. 1980.

Progress [(*russ.* (*lat.*) heißen sowjetische unbemannte Raumflugkörper, die der Versorgung der Raumstation \nearrow Salut dienen. Erstmals wurde ein solches Transportraumfahrzeug am 20. 1. 1978 gestartet, das Salut 6 mit Treibstoff, Apparaturen, Materialien für Experimente und Forschungen, Lebensmittel usw. versorgte. Sie werden nicht zur Erde zurückgeführt, sondern mit Abfall und ausgewechselten Teilen in die dichteren Schichten der Erdoberfläche gelenkt, wo sie verglühen. In äußerer Form und Abmessungen gleicht Progress den Raumfahrzeugen Sojus, die Masse beträgt rund 7 t. Meistens brachten sie 1,3 t Stückgut und 1 t Treibstoff zur Raumstation. Die 2. und 3. Stammbesatzung von Salut 6 entleerten jeweils 3 Raumtransporter während ihrer 4 Monate Aufenthalt im Welt- raum (\nearrow Sojus). Bis Mai 1981 sind 12 solcher Transportraumfahrzeuge eingesetzt worden.

Mit Progress 7 ist ein großes \nearrow Radioteleskop (KRT 10) zur Raumstation gebracht worden (Parabolantennendurchmesser 10 m).

Prokyon oder *Procyon* [(*griech.*, „Vor- hund“), Abk. α *CMi*, heißt der Hauptstern des Sternbildes \nearrow Kleiner Hund. Er gehört zum \nearrow Wintersechseck. Darnur 11 Lj entfernte Prokyon ist ein Doppelstern: Ein weißer Unterriese wird von einem Weißen Zwerg begleitet; beide umlaufen ihren gemeinsamen Schwerpunkt einmal in 40 Jahren.

Prospero oder *X-3* heißt ein (der 4.) britischer Forschungssatellit, der am 28. 10. 1971 vom Startgelände Woomera (Australien) mit einer Trägerrakete vom Typ Black Arrow gestartet wurde. Es handelt sich um einen Testsatelliten zur Untersuchung der Funktion von wissenschaftlichen Apparaturen im kosmischen Raum. Prospero gelangte auf eine Erdumlaufbahn zwischen anfänglich 544 und 1 573 km Höhe bei einer Bahnneigung von $82,06^\circ$ und einer Umlaufzeit von 106,53 min. Er hat eine Masse von 66 kg und wird die Erde etwa 150 Jahre umrunden. Seine Form ist ein Polyhedron



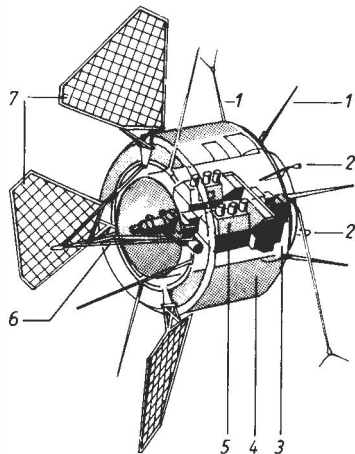
Prognos

1 Sonnentaster, **2** Instrumentenplattform, **3** Antenne, **4** Rundstrahlantenne, **5** Geräteteil, **6** Solarzellenflächen, **7** Magnetometer, **8** Antenne

(26 Flächen) von 71 cm Höhe und einem Durchmesser von 1,44 m. Zu seiner Ausrüstung gehören ein telemetrisches System, Mikrometeoritendetektoren sowie Solarzellenflächen an der Oberfläche.

Protogalaxien \nearrow Entstehung der Sternsysteme.

Proton [(*russ.* (*griech.*) heißen 4 sowjetische unbemannte Forschungssatelliten,

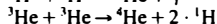
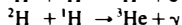
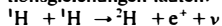


Proton

1 Antennen, **2** Anzeigesystem für die räumliche Lage, **3** innerer Teil des Satellitenkörpers, **4** Außenhaut, **5** Meßgeräteeinheit, **6** Verstrebung und Energiezuleitung, **7** Solarzellenflächen

die vornehmlich der Untersuchung der primären kosmischen Strahlung (im Energiebereich bis zu 100 Billionen eV) dienen. Ferner wird mit ihnen die Wechselwirkung der Teilchen dieser Strahlung mit Atomen und Molekülen der Erdatmosphäre untersucht. Außerdem werden das Energiespektrum der Elektronen der kosmischen Strahlung galaktischen Ursprungs sowie der Gammastrahlung bestimmt. Auch die solare kosmische Strahlung wird erforscht und überwacht. — Die Satelliten haben Zylinderform mit 4,5 m Durchmesser, eine Spannweite von 10 m (einschließlich Solarzellenflächen). Zwischen 1965/68 sind sie gestartet worden. Ihre Massen liegen zwischen 12 500 und 17 000 kg, damit sind sie die bisher massereichsten sowjetischen Forschungssatelliten. *Abb.*

Die **Proton-Proton-Reaktion** oder *p-p-Reaktion* [(lat.) ist ein Kernfusionsprozeß (↗ Kernfusion), der im Innern der Sterne abläuft und bei dem Energie freigesetzt wird. Die Proton-Proton-Reaktion setzt bei Temperaturen um 2 Mill. K ein, wird aber erst bei etwa 10 Mill. K effektiv. Sie ist für die ↗ Energiefreisetzung in den Sternen mit Massen von weniger als 2 Sonnenmassen wesentlich. Ihre Reaktionsgleichungen lauten:



Dabei bedeuten ${}^1\text{H}$ ein Proton, e^+ ein Positron, ν ein Neutrino und γ Strahlungsenergie. Die bei einmaligem Durchlaufen der Proton-Proton-Reaktion freiwerdende Energie beträgt $26,2 \text{ MeV} = 4,0 \cdot 10^{-12} \text{ Nm}$.

Bei höheren Temperaturen (über 13 Mill. K) laufen 2 weitere Proton-Proton-Reaktionen ab. Bei ihnen wird das Helium auf einem anderen Wege aufgebaut.

Der **Protoplanet** [(griech.) ↗ Planetenentstehung.

Ein **Protostern** [(griech.) ist die Vorstufe eines Sterns. Bei der ↗ Sternentstehung zerfällt eine sich zusammenziehende interstellare Wolke in immer kleinere Teile, die sich selbständig weiter verdichten und verkleinern. Wenn die Dichte in diesen

Teilwolken einen bestimmten Wert überschreitet, wird der Zerfallsvorgang gestoppt. Die so entstandenen Teile heißen Protosterne. Sie kontrahieren im Verlaufe einiger Hunderttausend oder Millionen Jahre weiter. Im Zentrum eines Protosterns steigt dadurch die Temperatur, bis bei Werten von einigen Mill. K die ↗ Kernfusion beginnen kann. Dann ist aus dem Protostern ein Stern geworden.

Im ↗ Hertzsprung-Russell-Diagramm befinden sich die Protosterne rechts der Hauptreihe. Das Protostern-Stadium eines Sterns von einer Sonnenmasse dauert rund 50 Mill. Jahre.

Die **Protuberanz** [(lat.) ist eine verhältnismäßig große Materieansammlung oberhalb der ↗ Photosphäre der Sonne. Sie ist eine Erscheinungsform der ↗ Sonnenaktivität und tritt mit einer in deren Rhythmus wechselnden Häufigkeit auf. Ohne Hilfsmittel sind Protuberanzen nur bei totalen Sonnenfinsternissen sichtbar. Sie erscheinen als helle, meist rötliche Wolke am Sonnenrand. Protuberanzen halten sich bevorzugt in Höhen von 30 000 km bis 60 000 km über der ↗ Chromosphäre auf, können jedoch auch bis in Höhen von 200 000 km und mehr aufsteigen (Protuberanzaufstieg). Die Gase der Chromosphäre werden durch Magnetfelder in auf- und abwärts gerichtete Strömungen versetzt, dabei können sie sich an bestimmten Stellen abkühlen und verdichten. Die magnetischen Feldlinien bilden die Gerüste der Protuberanzen. Es gibt sehr viele verschiedene Erscheinungsformen der Protuberanzen. Stets befindet sich das Gas in reger Bewegung; eine Protuberanz kann dabei ihre Form über Tage hinweg beibehalten, aber auch für Stunden in ein *Aktivitätsstadium* eintreten, in dem sie ihre Gestalt völlig verändert. — ↗ Filament. — *Abb.*

Das **Protuberanzspektroskop** [(lat. + (griech. (lat.) ist ein astronomisches Beobachtungsinstrument zur Beobachtung von ↗ Protuberanzen. Es nutzt die Tatsache aus, daß Protuberanzen vorwiegend im Licht bestimmter Wellenlängen leuchten. Man beobachtet daher den Sonnenrand durch ein Gerät, das nur

das Licht dieser Wellenlängen verwendet.

Proxima Centauri [(lat., „der nächste im (Sternbild) Kentaur“) heißt der im Sternbild ↗ Kentaur gelegene Stern, der der Sonne am nächsten liegt. Es ist ein ↗ Flackerstern der 11. Größenklasse; seine Entfernung beträgt 4,27 Lj (1,31 pc). Proxima Centauri und auch sein sehr heller Nachbar, der Doppelstern *Toliman* (α Cen = Alpha Centauri, scheinbare Helligkeit $-0^m,27$ Größenklassen) befinden sich am Südhimmel und sind von Mitteleuropa aus nicht sichtbar.

zählt heute zu den bedeutendsten astronomischen Forschungsstätten.

Ein **Pulsar** [(lat.) ist eine rasch (mit Perioden zwischen 0,03 und 4,0s) pulsierende Quelle radiofrequenter Strahlung, deren Pulsation außerordentlich regelmäßig erfolgt. Die Strahlungsstärke ist jedoch bei den einzelnen Pulsen sehr unterschiedlich. Im Laufe großer Zeiträume vergrößert sich bei jedem Pulsar die Periodenlänge. Die Strahlung der Pulsare ist hochgradig polarisiert.

Pulsare sind sehr schnell rotierende ↗ Neutronensterne, die ein starkes Ma-



Protuberanz

Das **ptolemäische Weltbild** ↗ geozentrisches Weltbild.

Claudius **Ptolemäus**, geb. um 90, gest. um 160, war ein griechischer Astronom und Mathematiker, der in Alexandria wirkte. Er faßte in seinem Hauptwerk ↗ Almagest das gesamte astronomische Wissen seiner Zeit zusammen und beschrieb das ↗ geozentrische Weltbild.

Pufferbatterien ↗ Solarzellen.

In **Pulkowo** bei Leningrad befindet sich das astronomische Hauptobservatorium der Akademie der Wissenschaften der UdSSR. Es wurde nach der Zerstörung im zweiten Weltkrieg völlig neu erbaut und

gnetfeld haben. Dieses Magnetfeld ist nicht parallel zur Rotationsachse gerichtet und rotiert mit dem Stern. Dabei wird die beobachtete Strahlung, stark gebündelt wie der Strahl eines rotierenden Schein-

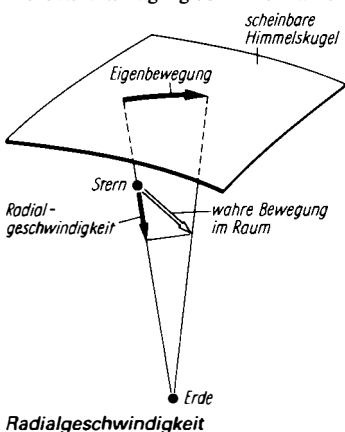


Pulsar: Strahlung dreier Pulsare. Die Meßdauer beträgt rund 6s

werfers, ausgesandt. Sie kann auf der Erde nur empfangen werden, wenn der Strahl die Erde überstreicht; so entsteht die Pulsation. Die Zeit zwischen 2 Pulsen gibt also die Rotationsdauer eines solchen Neutronensterns an. Außer im Radiobereich wurden auch Sterne beobachtet, deren Strahlung im optischen und im Röntgenwellenbereich pulsieren. Der bekannteste Pulsar ist der Zentralstern des \nearrow Krebsnebels. *Abb.*

Die **Pulsation** [(lat.)] ist eine rhythmische Ausdehnungs- und Zusammenziehungsbewegung. Sie wird in der Astronomie vor allem bei den \nearrow Pulsationsveränderlichen beobachtet. Als Pulsation wird auch eine Folge regelmäßig wiederkehrender, gleichartiger Strahlungsstöße bezeichnet; dies ist bei den \nearrow Pulsaren zu beobachten. Ein einzelner Strahlungsstoß heißt ein *Puls*.

Pulsationsveränderliche [(lat.)] sind eine Untergruppe der \nearrow Veränderlichen. Sie zeigen einen Lichtwechsel, weil sie sich in regelmäßiger Folge ausdehnen und zusammenziehen. Die äußeren Schichten bewegen sich dabei mit Geschwindigkeiten bis zu 200 km/s. Ursache der Pulsation sind innere Kräfte; wenn der Stern über seine mittlere Größe hinaus gewachsen ist, wird er durch die Gravitation zum Zusammenfallen gezwungen. Ausdehnung und Zusammenziehung laufen dann wie eine Schwingung ab. Pulsationsver-



änderliche befinden sich in streng abgegrenzten Gebieten des HRD. Im Verlauf der \nearrow Sternentwicklung wird mehrmals ein instabiles Stadium erreicht, in dem ein Stern pulsiert. Die Pulsationsveränderlichen umfassen etwa $\frac{9}{10}$ aller Veränderlichen, zu ihnen zählen z. B. die sehr regelmäßig pulsierenden \nearrow Delta-Cephei-Sterne und \nearrow RR-Lyrae-Sterne sowie die große Gruppe der *Mira-Sterne*, die einen langperiodischen, nicht so gleichmäßigen Lichtwechsel zeigen.

Puppis [(lat.)] \nearrow Achterdeck.

Pyxis [(griech.)] \nearrow Kompaß.

Q

Der **Quadrant** [(lat., „Viertelkreis“)] ist 1. ein altertümliches Winkelmeßinstrument, diente zur Bestimmung der Höhe eines Gestirns. \nearrow Mauerquadrant.

2. Quadrant ist ein Viertelkreis oder eine Viertelfläche.

Die **Quadrantiden** [(lat.)] sind ein \nearrow Meteorstrom.

Die **Quadratur** [(lat.)] ist eine \nearrow Konstellation, bei der das betrachtete Gestirn von der Sonne einen Winkelabstand von 90° hat.

Das **Quant** [(lat.)] \nearrow Photon.

Die **Quarzuhr** \nearrow Uhr.

Der **Quasar** [Kurz.w.] oder die *quasistellare Radioquelle* ist ein kosmisches Objekt, das eine intensive Radiostrahlung aussendet, aber optisch wie ein Stern erscheint (daher „quasistellar“). Die Natur der Quasare ist noch ungeklärt. In ihren Spektren treten große \nearrow Rotverschiebungen auf, die wahrscheinlich als Zeichen sehr großer Entfernungen anzusehen sind. Wenn diese Annahme richtig ist, haben die Quasare Strahlungsleistungen vom 10- bis 100fachen der Strahlungsleistung eines ganzen Sternsystems und Massen, die zwischen 1 Mill. und 100 Md. Sonnenmassen liegen. Bei einigen Quasaren wurden sich rasch ausdehnende Gaschüllen festgestellt; einige zeigen eine veränderliche Helligkeit.

Den großen Massen- und Energiewerten der Quasare stehen sehr kleine Durchmesser entgegen. Die großen Energiemengen werden innerhalb kosmisch kleiner Raumgebiete freigesetzt; die dabei wirksamen Prozesse der Energieumwandlung sind noch unbekannt. Als Ursache für die Quasarscheinung wird ein Aktivitätsprozeß in der Kernregion einer Galaxie vermutet.

R

Rabe oder lat. *Corvus* (Genitiv *Corvi*), Abk. *Crv*, heißt ein kleines Sternbild des Südhimmels, das Ende März gegen Mitternacht kulminiert.

Radar-Echo-Methode ↗ Radio-Echo-Verfahren.

Die **Radialgeschwindigkeit** [(lat., radial = strahlenförmig)] ist derjenige Teil der wahren Bewegung eines Sterns im Raum, der in Richtung der Gesichtslinie, auf die Erde zu oder von ihr weg, verläuft. In Richtung zur Erde wird sie negativ, von ihr weg positiv gezählt. Die Radialgeschwindigkeit läßt sich mit Hilfe des ↗ Doppler-Effekts aus der Verschiebung von Spektrallinien direkt in der *Maßeinheit* km/s ermitteln. Die Radialgeschwindigkeiten der hellen Sterne in der Sonnenumgebung liegen etwa zwischen +60 und -60 km/s. Dagegen weisen die Sternsysteme Radialgeschwindigkeiten von z. T. mehr als 150 000 km/s auf, diese Werte sind fast durchweg positiv. ↗ Tab. Hubble-Effekt. — *Abb.*

Der **Radiant** [(lat.) ↗ Meteorstrom.

Die **Radioastrometrie** ist ein Teilgebiet der Astrometrie, das die Aufgabe hat, durch Beobachtung der radiofrequenten Strahlung kosmischer Objekte deren Positionen an der scheinbaren Himmelskugel sehr genau zu vermessen. Sie hat dabei seit 1973 die optische Astrometrie an Genauigkeit weit übertroffen. Während der Ort eines Gestirns optisch nur mit einer Genauigkeit von 0,1" bestimmt werden kann, erreichen radioastronomi-

sche Messungen Genauigkeiten von weniger als 0,02". Bei der Auflösung von Strahlungsquellen wurden radioastronomisch sogar 0,0002" (gegenüber 0,1" optisch) erzielt. Derartig genaue Messungen erlauben u. a. Aussagen über die Bewegung unseres Sternsystems, Verbesserungen der Theorie der ↗ Präzession und ermöglichten die Entdeckung, daß sich einige außergalaktische Radioquellen mit sehr hohen Geschwindigkeiten ausdehnen (expandieren). Die in der Radioastrometrie hauptsächlich verwendeten Instrumente sind die ↗ Radiointerferometer. ↗ Astrometrie.

Radioastronomie [(lat. + (griech.) ist ein Teilgebiet der ↗ Astrophysik, das die von den Himmelskörpern und aus dem Raum zwischen ihnen zur Erde gelangende ↗ Radiofrequenzstrahlung untersucht. Im Bereich des ↗ Radiofensters ist Radiofrequenzstrahlung auf der Erdoberfläche meßbar; darum haben radioastronomische Beobachtungen große Bedeutung. Radioastronomie wird seit dem Ende des zweiten Weltkrieges betrieben, obwohl bereits 1931 die Radiofrequenzstrahlung im Weltall entdeckt wurde. 1951 wurde die des neutralen Wasserstoffs im ↗ interstellaren Gas entdeckt. Sie hat die Wellenlänge von 21 cm, daher wird die bei dieser Wellenlänge empfangene Strahlung die „21-cm-Linie“ genannt. Seitdem wurden viele weitere Radiostrahlungen entdeckt, die von verschiedenen Molekülen und Atomgruppen im interstellaren Raum (↗ interstellare Moleküle) stammen. Die Sonne und andere Sterne, aber auch Planeten (z. B. Jupiter) wurden als Himmelskörper, die verhältnismäßig starke Radiofrequenzstrahlung aussenden (*Radioquellen*), erkannt. Es zeigte sich, daß Radiofrequenzstrahlung durch dichte Wolken des lichtabsorbierenden ↗ interstellaren Staubes dringen kann, so daß mit Fernrohren nicht beobachtbare Bereiche des Milchstraßensystems (z. B. das Kerngebiet der Milchstraße) radioastronomisch untersucht werden können. Weiterhin sind Objekte entdeckt worden, die im Bereich der Radiowellen wesentlich mehr Energie abstrahlen als im optischen Bereich (Licht). Viele entschei-

dende Entdeckungen der Astrophysik sind radioastronomischen Methoden zu verdanken. ↗ Radiospektroskopie, ↗ Radioteleskop.

radioastronomische Instrumente ↗ astronomische Beobachtungsinstrumente.

Das **Radio-Echo-Verfahren** oder **Radar-Echo-Methode** ist eine Beobachtungsmethode für die nahen Planeten, den Mond und Meteore. Nach dem Prinzip der Radartechnik werden von einem Sender (Radioteleskop) elektromagnetische Wellen (*Impulse*) ausgestrahlt. Aus dem dem Beobachtungsobjekt reflektierten und am Empfänger (Antenne) eingefrorenen Wellen (*Echos*) kann man Aussagen über Entfernung, Geschwindigkeit und Oberfläche des Objekts berechnen.

Das **Radiofenster** [(lat.) ist der Wellenlängenbereich, in dem die Erdatmosphäre ↗ Radiofrequenzstrahlung bis zum Erdboden dringen läßt. Er erstreckt sich von 1 mm bis etwa 20 m Wellenlänge. Kürzere und längere Wellen werden von der Atmosphäre absorbiert (verschluckt oder sehr stark unterdrückt), ausgenommen den Bereich des sichtbaren Lichtes („optisches Fenster“) und bestimmte Wellenlängen (sehr schmale Bereiche) im infraroten Bereich.

Die **Radiofrequenzstrahlung** [beide (lat.) oder *radiofrequente Strahlung*, auch *Radiostrahlung* oder *Radiowellen*, ist ein Teilbereich der ↗ elektromagnetischen Wellen. Radiofrequenzstrahlung entsteht im Weltall z. T. als *thermische Strahlung*, d. h. ein Himmelskörper gibt einen Teil seiner Wärmeenergie in Form radiofrequenter Wellen ab. Die *nichtthermische Strahlung* ist die Folge von Prozessen, bei denen sich das Bewegungsverhalten von Elektronen und Ionen rasch ändert. Sie treten in der Astronomie sehr häufig auf, z. B. bei der Bewegung von Elektronen in Magnetfeldern. ↗ Radioastronomie, ↗ galaktische Radiostrahlung.

Die **Radiogalaxie** [(lat. + (griech.) ist ein Sternsystem, das einen hohen Prozentsatz der insgesamt abgegebenen Energie im Radiofrequenzbereich ausstrahlt. In vielen Fällen ist es – wahrscheinlich wegen der großen Entfernungen – bisher nicht gelungen, die betreffenden Sternsysteme

optisch nachzuweisen. Vielfach liegen die eigentlichen Quellgebiete der Radiostrahlung auch beiderseits außerhalb eines optisch beobachtbaren Sternsystems. Eine befriedigende Deutung dieser Doppelstruktur gibt es noch nicht; möglicherweise spielen Explosionen im Kerngebiet eines Sternsystems eine entscheidende Rolle. Auch die Energiequellen der Radiogalaxien sind noch unbekannt. Radiogalaxien sind aber keine Ausnahmefälle, sondern wahrscheinlich Ausdruck bestimmter Entwicklungsphasen der Sternsysteme. Für die Radiogalaxie Cygnus A im Sternbild Schwan wird die Dauer dieser Phase auf 1 Mill. Jahre geschätzt.

Das **Radiointerferometer** [(lat. + (griech.) ist ein astronomisches Meßgerät, daß zur genauen Bestimmung des Ortes einer Radioquelle an der scheinbaren Himmelskugel dient. Es besteht aus mehreren ↗ Radioteleskopen, die elektrisch miteinander gekoppelt sind und deren Abstand genau gemessen wird. Durch die Verarbeitung der Signale in einem gemeinsamen Empfänger oder in einer Rechenanlage erreichen solche Anordnungen ein Auflösungsvermögen von 0,0002“.

Radioquellen ↗ galaktische Radiostrahlung.

Die **Radiospektroskopie** [(lat. + (griech.) ist die Untersuchung der von den Himmelskörpern ausgesandten ↗ Radiofrequenzstrahlung auf ihre Zusammensetzung. Sie wird mit ↗ Radioteleskopen betrieben und führte u. a. zur Entdeckung der ↗ interstellaren Moleküle.

Der **Radiostern** [(lat.) oder *Radiostrahler* ist ein Stern, der radiofrequente Wellen (↗ Radiofrequenzstrahlung) aussendet. Vor allem ↗ Flackersterne und ↗ Pulsare sind Radiosterne.

Ein **Radiosturm** [(lat.) auf der Sonne äußert sich in stark wechselnder Radiostrahlung. Über einer weniger rasch veränderlichen Grundstrahlung treten häufige starke Strahlungsausbrüche auf. Die Radiostürme stammen aus der ↗ Korona der Sonne; ihre Quellgebiete stehen mit ↗ Sonnenflecken in Verbindung.

Das **Radioteleskop** [(lat. + (griech.) ist neben dem Fernrohr das wichtigste

↗ astronomische Beobachtungsinstrument. Es dient dem Empfang und der Aufzeichnung elektromagnetischer Wellen im Radiofrequenzbereich, also unsichtbarer Strahlungen, die von Himmelskörpern zur Erde gelangen. Die Erdatmosphäre ist für Wellen dieser Art (Wellenlänge zwischen 1 mm und 20 m) durchlässig (↗ Radiofenster). Grundsätzlich enthalten alle Radioteleskope ein Antennensystem, auf das die einfallende Strahlung durch einen Reflektor – ähnlich den in der optischen Astronomie verwendeten Hohlspiegeln – konzentriert wird. Sie wirken also wie Richtantennen, haben aber wegen der verhältnismäßig großen Wellenlänge ein weit schlechteres Auflösungsvermögen als optische Teleskope. Um bessere Winkelauflösung zu erreichen, werden sehr große Reflektoren gebaut. Die größte bewegliche Parabolantenne hat 100 m Reflektordurchmesser. Das Radioteleskop in Arecibo auf Puerto Rico (USA) besitzt einen unbeweglichen Reflektor von 305 m; dafür wurde ein natürlicher Talkessel mit Metallplatten ausgekleidet. Eine erheblich größere Winkelauflösung als mit Einzelinstrumenten wird mit mehreren zu einem ↗ Radiointerferometer zusammengeschalteten Radioteleskopen erreicht. Dabei sind mehrere Emp-



Radioteleskop der Radiophysikalischen Station des Lebedew-Instituts (UdSSR), ein parabolischer Reflektor mit einem Durchmesser von 22 m

fänger elektronisch miteinander verbunden. Ein solches Instrument bei Charkow (UdSSR) besteht aus insgesamt 2 040 Antennen von je 8 m Länge, die über eine Strecke von 1 800 m verteilt sind. Bei der Interferometrie mit sehr großer Basis (VLBI; Abk. von Very Long Baseline Interferometry) werden 2 oder mehrere Radioteleskope gekoppelt, die einen Abstand von mehreren tausend Kilometern haben. ↗ Selentschukskaja. – *Abb., Tab. – ↗ Weltraumteleskop.*

Radiowellen ↗ Radiofrequenzstrahlung. Der **Radius eines Sterns** [(lat.) ist eine seiner Zustandsgrößen. ↗ Durchmesser.

Raduga [(russ., „Regenbogen“) oder auch **Stazionar** [(russ., „stationär“) heißen Nachrichtensatelliten der UdSSR, die zum Aufbau eines international nutzbaren erdumfassenden Netzes von Nachrichtensatelliten dienen sollen. Diese Satelliten sind geostationär und dienen u. a. der Übertragung von Farbfernsehprogrammen. Sie sind sehr leistungsstark; das Empfangsantennensystem hat einen Durchmesser von 10 m. Der erste Raduga-

Radioteleskop: große Radioteleskope

Standort	Reflektor- durchmes- ser	In Betrieb seit
Selentschukskaja (UdSSR)	600 ¹ m	1974
Bjurakan (UdSSR)	150 m	
Arecibo (Puerto Rico; Mittelamerika)	305 m	1963
Effelsberg (BRD)	100 m	1972
Green Bank (USA)	92 m	1962
Jodrell Bank (Großbritannien)	76 m	1957

¹ Ausmaße der Interferometeranordnung

Nachrichtensatellit wurde am 22.12.1975 auf eine geostationäre Bahn gebracht. Die Rakete [(ital. (germ.)], gehört ebenso zu den Verbrennungskraftmaschinen wie Benzin-, Dieselmotoren und Gasturbinen. Während letztere aber die für die Verbrennung benötigte Luft aus der At-

mosphäre entnehmen, beansprucht die Rakete den Luftsauerstoff nicht. Sie führt den Brennstoff und den Sauerstoff mit sich, letzteren chemisch gebunden (z. B. als Salpetersäure, HNO_3 , oder Wasserstoffperoxid, H_2O_2) oder verflüssigt (Flüssigsauerstoff, O_2). Danach unterscheidet man \rightarrow Feststoff- und \rightarrow Flüssigkeitsraketen. — \rightarrow Trägerrakete.

Raketenachsen sind die 3 Körperachsen, die durch den Schwerpunkt einer Rakete gehen. *Abb.*

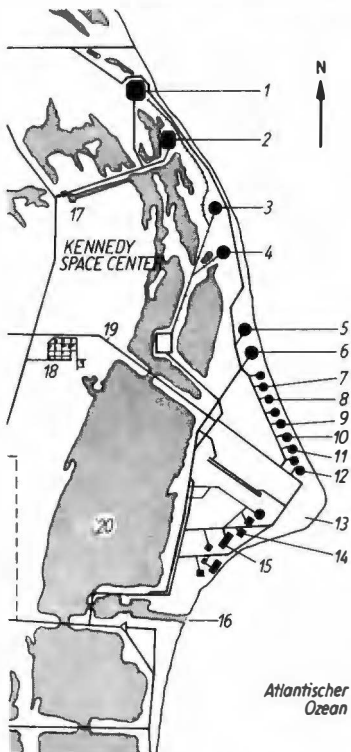
Raketenrundgleichung \rightarrow Grundgleichung der Raketechnik.

Raketenprüfstände sind Anlagen für die Erprobung von \rightarrow Raketenantriebswerken und die Messung ihrer verschiedenen Leistungs- und Verbrauchsdaten. Der Aufbau ist dem jeweiligen Verwendungszweck angepaßt.

Raketenstartplatz, Raumfahrtstartgelände oder Kosmodrom [(russ.)] ist das Gelände, von dem aus mit Hilfe von Trägerraketen, Raumflugkörper aber auch \rightarrow Höhenforschungsraketen aufgeflogen werden.

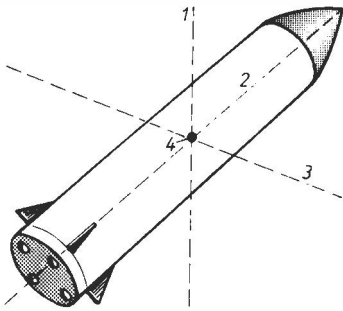
Der wichtigste Raketenstartplatz der UdSSR (Kosmodrom genannt) ist Baikonur (nahe der gleichnamigen Stadt in der Kasachischen SSR). Hier startete der 1. künstliche Erdsatellit \rightarrow Sputnik 1, und von hier erfolgten z. B. die Starts aller bemannten Raumflugunternehmen. Weitere wichtige sind Plessezk (bei Archangelsk, für Kosmos-Satelliten) und Kapustin Jar (für Interkosmos-Satelliten).

— Startplätze der USA sind \rightarrow Cape Canaveral (an der Küste des Atlantischen Ozeans auf der Halbinsel Florida, im Staat Florida gelegen), von hier erfolgten z. B. die Starts aller bemannten Unternehmen



Raketenstartplatz auf Cape Canaveral:

1 Startplatz B für Saturn V, 2 Startplatz A für Saturn V, 3 Startplatz 41 für Titan 3, 4 Startkomplex 40 für Titan 3, 5 Startkomplex 37 für Saturn IB, 6 Startkomplex 34 für Saturn IB, 7 Startkomplex für Titan 2, 8 Startkomplex 16, Ausrüstungsanlagen für Gemini, 9 Startkomplex 14 für Mercury und Gemini, 10 Startkomplex 13 für Atlas-Agena (Lunar Orbiter und Mariner), 11 Startkomplex 12 für Atlas-Agena (Ranger, Mariner, OGO, OAO und ATS), 12 Startkomplex 36 für Atlas-Centaur (Surveyor), 13 US-Air Force Station, 14 Startkomplex 17 für Delta (Echo, Tiros, Explorer, Relay, Syncom, Telstar, IMP, OSO, Pioneer, Geos), 15 Startkomplexe 15 und 16 für Mercury-Redstone, 16 Hafen Canaveral, 17 Startkomplex 39 für Saturn V (Apollo), 18 industrieller Gebäudekomplex, 19 Transportweg Ost für Trägerraketen, 20 Wasserflächen (Banana-River)



Raketenachsen

1 Gierachse, 2 Rollachse, 3 Stampfachse, 4 Schwerpunkt der Rakete

der USA (Abb.: *Eastern Test Range* (Abk. ETR, „Östliches Testgelände“); sowie das Startgelände *Wallops Island* in Virginia, von dem neben Höhenraketen vornehmlich die \nearrow Scout gestartet werden; sowie *Western Test Range* (Abk. WTR, „Westliches Testgelände“) bei Vandenberg in Kalifornien. Hier erfolgen vor allem Starts in polnahe Umlaufbahnen. Auch hier gibt es Startanlagen der NASA und der amerikanischen Streitkräfte.

Die ersten französischen Satelliten wurden von *Hamaguir* in der damaligen französischen Kolonie Algerien gestartet, ab 1962 wurde der französische Raketenstartplatz nach *Kourou* in Französisch-Guayana (Nordküste Südamerikas) verlegt. Großbritannien und Australien benutzen den Raketenstartplatz *Woomera* (Australien). China besitzt in der Gegend von *Loutschou* einen Raketenstartplatz. Der japanische Raketenstartplatz für Satelliten der Universität von Tokio ist das *Kagoshima Space Center*, die japanische Raumfahrtbehörde NASDA startete ihre Raketen von Tanegashima. Italien startet die Satelliten vom Typ \nearrow San Marco (ab Nr. 2) von einer schwimmenden Plattform „*San Marco*“ vor der Küste Kenias (Ostafrika) in Äquatornähe. Die kanadischen, BRD- und ESA-Satelliten wurden von den amerikanischen Raketenstartplätzen mit USA-Raketen aufgegeben. – Manche Raketenstartplätze

(z. B. Baikonur, Western Test Range) haben mehrere Startplätze an verschiedenen Orten.

Als **Randverdunkelung** wird auf photographischen Aufnahmen oder bei direkter Beobachtung der Sonne im Fernrohr die auffällige Helligkeitsabnahme der Sonne zum Rande hin bezeichnet. Sie ergibt sich daraus, daß man in der Mitte tiefer in die \nearrow Photosphäre der Sonne hineinschauen kann als am Rande. Die tieferen, heißeren Schichten der Mitte strahlen mehr Licht ab als die weiter außen befindlichen.

Ranger [(engl., „Spürhund“, sprich: rehndschär) heißen die Mondsonden der USA, die in der 1. Etappe des Mondforschungsprogramms der NASA eingesetzt wurden (nachdem zuvor Pioneer 0 bis 4 erfolglos geblieben waren). Sie sollten hart landen und vor allem fotografische Aufnahmen von der Oberfläche kurz vor dem Aufschlag übermitteln. 1961/65 wurden 9 Sonden gestartet, von denen die letzten 3 erfolgreich waren. *Ranger 1* wurde am 23. 8. 1961 gestartet. Mit ihm und den folgenden 4 weiteren Sonden sollten harte, ab *Ranger 7* halbweiche \nearrow Landungen auf dem Mond erfolgen. Ab *Ranger 6*, der nicht funktionierte und am 2. 2. 1964 auf der Mondoberfläche zerschellte, war man dazu übergegangen, Fernsehkameras einzusetzen, die beim Anflug Bilder der Mondoberfläche übertragen sollten. Erstmals gelang das bei *Ranger 7*, der am 31. 7. 1964 auf dem Mond aufschlug. Er übertrug 4316 Fernsichtbilder des Mare Nubium („Wolkenmeer“). *Ranger 8* lieferte rund 7 500 Aufnahmen aus dem Mare Tranquillitatis („Meer der Ruhe“). *Ranger 9* lieferte 5 800 Fernsichtbilder der Gegend des Kraters Alphonsus. Die Ranger-Sonden bestanden aus einem Gittergerüst mit 2 Solarzellenflächen bei einer Höhe von 2,52 m und einem Durchmesser von 1,52 m des Hauptkörpers sowie einer seitlich angesetzten Parabolantenne. Ihre Massen betragen 306 bis 367 kg.

\nearrow Tab. 4 im Anhang.

Ras Algethi [(arab., „Kopf des Knieenden“) (α Herculis) heißt der Hauptstern des Sternbildes Herkules. Es ist ein

Doppelstern mit einem veränderlichen roten Riesenstern als hellerer Komponente.

Der **Raumanzug** ist ein Schutzanzug für den Weltraum, also für das Vakuum außerhalb der Erdatmosphäre. Deshalb ist er praktisch die kleinstmögliche gas-, luft- und wasserdicht (hermetisch) abgeschlossene Kabine, deren Form dem menschlichen Körper angepaßt ist. Der Raumanzug hat bewegliche Arm- und Beinglieder.

Raumfähre ↗ Space Shuttle.

Die **Raumfahrt** oder **Weltraumfahrt**, auch **Astronautik** oder **Kosmonautik**, ist die Bewegung bemannter oder unbemannter, von Menschen erbaute Geräte oder Fahrzeuge außerhalb der unteren Erdatmosphäre. Diese Geräte oder Fahrzeuge heißen ↗ **Raumflugkörper**. — ↗ Geschichte der Raumfahrt.

Raumfahrtstartgelände ↗ Raketenstartplatz.

Raumflugkörper sind Körper, die von einer Rakete auf eine Geschwindigkeit gebracht werden, daß sie mindestens einmal die Erde umrunden, ehe sie in dichtere Schichten der Erdatmosphäre eintauchen, oder Körper, die durch Raketenantrieb so beschleunigt werden, daß sie die Wirkungssphäre der Erdgravitation verlassen und in den interlunaren oder interplanetaren Raum bzw. zum Mond, zu anderen Planeten bzw. in den interstellaren Raum gelangen. — ↗ Geschichte der Raumfahrt, ↗ astronomische Bezeichnung.

Raumgleiter ↗ Space Shuttle.

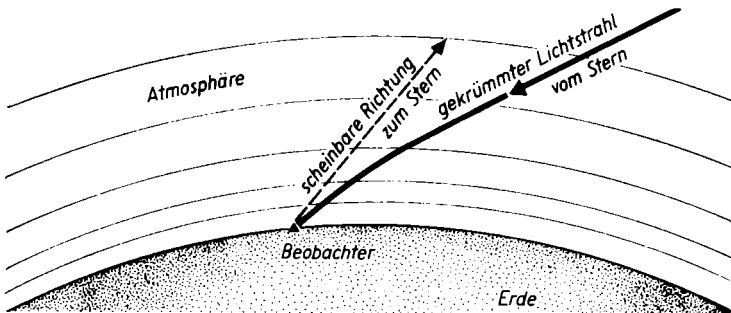
Eine **Raumsonde** ist ein Raumflugkörper, dessen Aufgabe die Erforschung des interplanetaren Raumes ist.

Eine **Raumstation**, **Weltraumstation** oder **Orbitalstation** [(lat.)] ist ein bemannter Raumflugkörper, der sich auf einer Erdsatellitenbahn bewegt und dessen Ausrüstung einen Aufenthalt von Besatzungen ermöglicht. Raumstationen können aus verschiedenen Teilen zusammengesetzt werden. Bisher sind Raumstationen ↗ **Salut** (mit Sojus-Raumfahrzeug und Progress-Raumtransporter) und ↗ **Skylab** (mit Apollo-Raumfahrzeug) belegt worden. Die erste Raumstation bildeten 1971 Salut 1–Sojus 11.

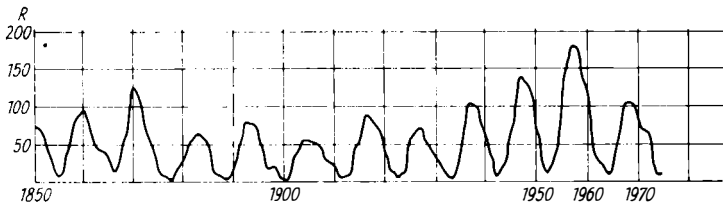
Weitreichende Forschungsaufgaben (langfristige Erderkundung und -beobachtung, extraterrestrische astronomische Beobachtungen, Stützpunkte für Mond- und Planetenflüge, Erprobung von Bahnmanövern u. a.) sowie technologische, biologische und medizinische Experimente sind in Raumstationen möglich.

Raumtransporter ↗ Space Shuttle.

Als **rechtläufig** bezeichnet man die Richtung der *wahren Bahnbewegung* eines Himmelskörpers im Sonnensystem, wenn sie, vom Nordpol der Ekliptik gesehen, entgegen dem Uhrzeigersinn gerichtet ist. Die wahren Bahnbewegungen der Planeten und der meisten ihrer Satelliten sind rechtläufig. Demgegenüber heißt die *scheinbare Bahnbewegung* eines Himmelskörpers an der Himmelskugel rechtläufig, wenn sie von West nach Ost erfolgt. Sowohl bei der wahren als auch bei



Refraktion



Relativzahl: die Sonnenfleckenrelativzahlen R von 1850 bis 1975

der scheinbaren Bewegung nennt man die entgegengesetzte Richtung *rückläufig*.

Der **Reflektor** [(lat.) ↗ Fernrohr.

Der **Reflexionsnebel** [(lat.) ↗ interstellarer Staub.

Die **Refraktion** [(lat.) ist eine scheinbare Veränderung der Gestirnsörter durch die lichtbrechende Wirkung der Erdatmosphäre. Der vom Gestirn kommende Lichtstrahl wird in der Erdatmosphäre gekrümmt; der Beobachter sieht das Gestirn daher in größerer Höhe über dem Horizont als es wirklich steht. *Abb.*

Der **Refraktor** [(lat.) ↗ Fernrohr.

Regulus, [(lat., „kleiner König“)] Abk. α Leo, heißt der Hauptstern des Sternbilds ↗ Löwe. Er befindet sich sehr nahe der Ekliptik, daher sind Bedeckungen oder nahe Begegnungen mit hellen Planeten oder mit dem Mond nicht selten. Regulus ist ein bläulichweißer Stern mit 1,3 Größenklassen scheinbarer Helligkeit.

Das **Reiterlein** ↗ Alkor.

Die **Rekombination** [(lat.) ist im allgemeinen die Vereinigung von positiv und negativ geladenen Ionen zu ungeladenen Atomen oder die Anlagerung (das Einfangen) freier Elektronen durch ein positives Ion. Die dabei freiwerdende Energie ist gleich der Summe aus der Ionisierungsenergie des betreffenden Elements und der Bewegungsenergie des Elektrons. Sie wird in der Regel in Form von elektromagnetischen Wellen abgegeben; man spricht z. B. vom Rekombinationsleuchten des ↗ interstellaren Gases. Ein Teil der Energie kann auch in kinetische Energie des neugebildeten neutralen Teilchens umgewandelt werden. Die Rekombination ist der entgegengesetzte Vorgang der ↗ Ionisation.

Die **Rektaszension** [(lat., Abk. α oder AR [von lat. *ascensio recta*, „gerade Aufsteigerung“], ist eine Koordinate im rotierenden ↗ Äquatorsystem. Sie wird durch den Winkel zwischen dem Stundenkreis des Gestirns und dem des Frühlingspunktes gemessen und entgegen der scheinbaren täglichen Bewegung, also in westöstlicher Richtung in Zeitmaß (h, min, s) gezählt. Die Rektaszension eines gerade kulminierenden Sterns gibt die augenblickliche ↗ Sternzeit an. ↗ Tab. Koordinaten.

Relaisatelliten ↗ Nachrichtensatelliten.

Die **Relativitätstheorie** [(lat. + {griech.}] ist eine von Albert Einstein (1879–1955) begründete physikalische Theorie von der Struktur von Raum und Zeit. Sie hat zu einem grundlegenden Wandel in den Anschauungen über Raum und Zeit geführt und beeinflusste daher auch die Astronomie. – Die in sich abgeschlossene und experimentell gesicherte *spezielle Relativitätstheorie* ist Grundlage der gesamten modernen Physik. Sie besagt u. a., daß alle gleichförmig gegeneinander bewegten Systeme physikalisch gleichwertig sind, daß die Lichtgeschwindigkeit im leeren Raum von keinem Energie- oder Stofftransport erreicht oder übertroffen werden kann und stets denselben Wert hat und daß jeder Masse m eine Energie E : $E \sim m$ entspricht. – Die heute noch nicht vollständig abgeschlossene *allgemeine Relativitätstheorie* bringt Raum und Zeit mit der Gravitation in Zusammenhang.

Die **Relativzahl** [(lat.)] wird als Maß für die Häufigkeit der ↗ Sonnenflecken benutzt. Man berechnet sie nach der Formel $R = 10 \cdot g + f$, wobei g die Anzahl der Fleckengruppen auf der Sonne und f die

Anzahl der in allen Gruppen enthaltenen Flecken bedeuten. *Abb.*

Reticulum [*lat.*] ↗ Netz.

Rettungssysteme nennt man einen Kranz leistungsfähiger Feststofftriebwerke, die auf der Nutzlastspitze eines bemannten Raumfahrzeuges angebracht sind. Die Ausströmdüsen weisen seitlich nach unten (deutlich erkennbar z. B. in ↗ Sojus *Abb.* 3). Treten während der Startphase oder des Arbeitens der ersten Stufen des Trägersystems Störungen (Abweichungen von den vorgegebenen Parametern) auf, wird die Nutzlastspitze abgesprengt und das Rettungssystem bringt diese auf eine ballistische ↗ Bahn, aus der dann der bemannte Teil des Raumfahrzeuges mit dem eigenen Landesystem zur Erde zurückkehren kann. *Abb.*

Die **Revolution** [*lat.*] ist ein nicht mehr gebräuchlicher Ausdruck für den Umlauf eines Himmelskörpers um die Sonne. – *Revolution der Erde* ↗ Erdumlauf.

Rhea heißt ein Mond des Saturn. ↗ Tab. Satellit.

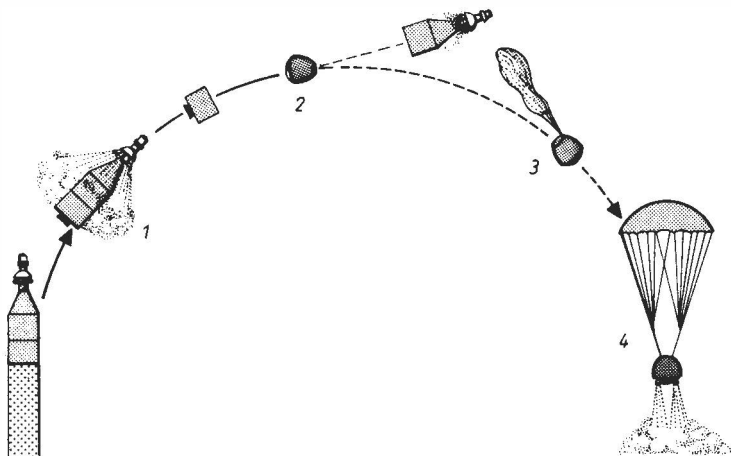
Riesen ↗ Riesenstern.

Riesenast ↗ Hertzsprung-Russell-Diagramm.

Als **Riesenstern** oder *normalen Riesen* bezeichnet man einen Stern, der sich im ↗ Hertzsprung-Russell-Diagramm auf dem *Riesenast* befindet. Diese Sterne haben bei gleicher effektiver Temperatur eine erheblich höhere Leuchtkraft als die Sterne der Hauptreihe, weil sie eine größere Oberfläche und damit auch einen größeren Durchmesser besitzen. Die Riesensterne bilden die ↗ Leuchtkraftklasse III. Sie entwickeln sich aus Sternen der ↗ Hauptreihe, wenn in deren Innerem die Kernfusion des Wasserstoffs zu Helium nahezu erschöpft ist. In den zentralen Gebieten der Riesensterne werden dann weitere Kernprozesse wirksam, die den hohen Energiebedarf dieser Sterne decken. Auch die Sonne wird sich in einigen Md. Jahren zu einem Riesenstern entwickeln. ↗ *Abb.* Stern.

Rigel [*arab.*, „Fuß“, Abk. β Ori, heißt der hellste Stern, der rechte „Fußstern“ im Sternbild ↗ Orion. Rigel ist ein Fünffachstern. Die bläulichweiße Hauptkomponente gehört zu den Überriesen, ihre scheinbare Helligkeit beträgt 0,1 Größenklassen.

Die **Rillen** auf der Mondoberfläche sind



Rettungssystem eines Sojus-Raumfahrzeuges

1 Zünden des Rettungssystems zur Abtrennung des Raumschiffs, **2** Abtrennen des Landeteils (Raumflugkapsel), **3** Einsatz des Fallschirmsystems, **4** Einsatz der Bremsraketen zur weichen Landung

viele Kilometer lang, bis zu 5 km breit, aber selten tiefer als 400 m. Sie kommen gehäuft in den ebenen Gebieten des Mondes vor. Von den *geraden* unterscheidet man die *gewundenen* Rillen, die z. T. ehemaligen Wasserläufen ähnlich sehen. Die Rillen kreuzen Krater, Hügel und andere Oberflächengebilde, ohne ihre Richtung und Breite wesentlich zu ändern.

Die **Ringgebirge** ↗ Krater.

Rohini 3 Forschungssatellit Indiens.

Ole, auch Olaf oder Olaus **Römer**, geb. 25. 9. 1644, gest. 19. 9. 1710, war ein dänischer Astronom. Er fand als erster eine Methode zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit aus Beobachtungen der Jupitermond-Verfinsterungen. Römer gilt als Erfinder des ↗ Meridiankreises.

Die **Röntgenastronomie** ist ein verhältnismäßig junges Teilgebiet der Astrophysik. Es untersucht die von kosmischen Objekten ausgesandten Röntgenwellen (Wellenlänge 10 nm bis 0,001 nm, ↗ Röntgenstrahlung). Da diese Wellen die Erdatmosphäre nicht durchdringen können, müssen die Strahlungsempfänger (Ionisationskammern, Geiger-Müller-Zählrohre u. a. Strahlungsnachweisgeräte auf Halbleiterbasis) in Höhenballons, Raketen oder Raumstationen betrieben werden. — Die Energie dieser Wellen (der Photonen) wird in keV oder J gemessen.

Die stärkste **Röntgenstrahlungsquelle** am Himmel ist die Sonne: als weitere wichtige Quellen haben sich u. a. Überreste von ↗ Supernovae, bestimmte ↗ Doppel- und Einzelsterne, Kugelsternhaufen, Galaxien und ↗ Quasare erwiesen. — ↗ Infrarotastronomie, ↗ Gammaastronomie.

Die **Röntgenstrahlung** oder *X-Strahlung*, auch *Röntgenwellen*, ist ein Bereich der ↗ elektromagnetischen Wellen. Sie umfaßt einen Bereich mit den Wellenlängen zwischen 10 nm und 0,001 nm. Röntgenstrahlung entsteht als *Bremsstrahlung* bei der Streuung schneller geladener Teilchen an Atomkernen oder bei der Bewegung von Elektronen in Magnetfeldern oder auch als *Eigenstrahlung* im Innern der Atome. Röntgenstrahlung durchdringt hinreichend dünne Schichten vieler Festkörper, die Röntgenstrahlung

aus dem Weltall wird aber durch die Erdatmosphäre völlig absorbiert. Die ↗ Röntgenastronomie muß daher mit außerhalb der dichten Atmosphärenschichten befindlichen Beobachtungsgeräten arbeiten. Auch die interstellare Materie absorbiert Röntgenstrahlung in erheblichem Maße.

Die **Rotation** [(lat., „Drehung“) oder *Drehbewegung* ist neben der *Translation* (fortschreitende Bewegung) eine Art der Bewegung eines starren Körpers. Bei der Rotation der Himmelskörper behält eine Gerade (die Achse) ihre feste Lage im Raum bei. Die anderen Punkte des Körpers beschreiben Kreise um die Achse. — In der Astronomie wird auch der *Umlauf* (z. B. der Planeten um die Sonne) als Gegensatz zur Rotation betrachtet. — ↗ gebundene Rotation, ↗ differentielle Rotation, ↗ Erdrotation.

Die **Rotation der Galaxis** [(lat. bzw. (griech.) erfolgt mit unterschiedlicher Winkelgeschwindigkeit als ↗ differentielle Rotation, je nach dem betrachteten Abstand vom Mittelpunkt. Die Winkelgeschwindigkeit nimmt mit wachsendem Radius ab, die Umlaufzeit der Sterne um den Kern der Galaxis wird nach außen hin also größer. Am Ort der Sonne, etwa 10 kpc vom Zentrum entfernt, beträgt sie 250 Mill. Jahre. Der ↗ Kern der Galaxis rotiert wahrscheinlich wie ein starrer Körper.

rotierendes Äquatorsystem ↗ Äquatorsysteme.

Die **Rotverschiebung** der Linien im Spektrum einer Lichtquelle ist ein Zeichen für die vom Beobachter weggerichtete Bewegung dieser Quelle. Die Spektrallinien sind gegenüber den Linien einer ruhenden Lichtquelle nach dem langwelligen (roten) Ende des Spektrums hin verschoben. Je größer der Betrag der Rotverschiebung ist, desto größer ist der Betrag der Geschwindigkeit. Man mißt den Betrag der Verschiebung durch das Verhältnis der Wellenlängenänderung $\Delta\lambda$ zur „unverschobenen“ Wellenlänge λ_0 der gleichen Spektrallinie: $\Delta\lambda/\lambda_0 = v/c$, wobei v die Radialgeschwindigkeit der Lichtquelle und c die Lichtgeschwindigkeit bedeuten. (Wenn die Geschwindigkeit v größer wird

als etwa $\frac{1}{3}$ der Lichtgeschwindigkeit, gelten andere, aus der \nearrow Relativitätstheorie abgeleitete Formeln.)

Rotverschiebungen können auch durch die Einwirkung starker Gravitationskräfte auf das Licht auftreten. In diesem Falle bedeuten sie einen Energieverlust, den das Licht beim Verlassen des Sterns erleidet. — \nearrow Tab. Hubble-Effekt.

RR-Lyrae-Sterne oder *Haufenveränderliche* sind eine Untergruppe der \nearrow Veränderlichen und zwar der Pulsationsveränderlichen. Sie gehören zu den Riesensternen, sind größer, heißer und leuchtkräftiger als die Sonne und erzeugen ihren Lichtwechsel durch Pulsation. Fast alle RR-Lyrae-Sterne haben eine mittlere absolute Helligkeit von +0,5 Größenklassen. Deshalb läßt sich die Entfernung eines solchen Objekts verhältnismäßig leicht durch eine Messung der mittleren scheinbaren Helligkeit über den \nearrow Entfernungsmodul bestimmen. — \nearrow Perioden-Leuchtkraft-Beziehung (mit Abb.).

Ein **R-Stern** ist ein Stern der \nearrow Spektralklasse R. In seinem Spektrum treten Banden des Zians und des Kohlenmon-

oxids auf. R-Sterne zählen zu den \nearrow Kohlenstoff-Sternen.

Als **Rücken** oder *Höhenrücken* bezeichnet man die in den ebenen Gebieten der Mondoberfläche häufig vorkommenden langgestreckten flachen Hügel. Ihre Hangneigung beträgt nur 1° bis 3° ; ihre Höhe einige hundert Meter. Die Rücken sind nur bei sehr flacher Beleuchtung zu sehen.

rückläufig \nearrow rechtläufig.

ruhendes Äquatorsystem \nearrow Äquatorsysteme.

S

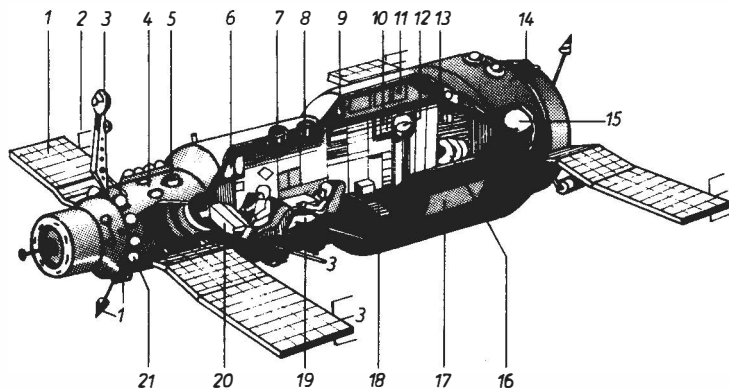
S: Zeichen für \nearrow Spiralnebel.

Sagitta [(lat.) \nearrow Pfeil.

Sagittarius [(lat.) \nearrow Schütze.

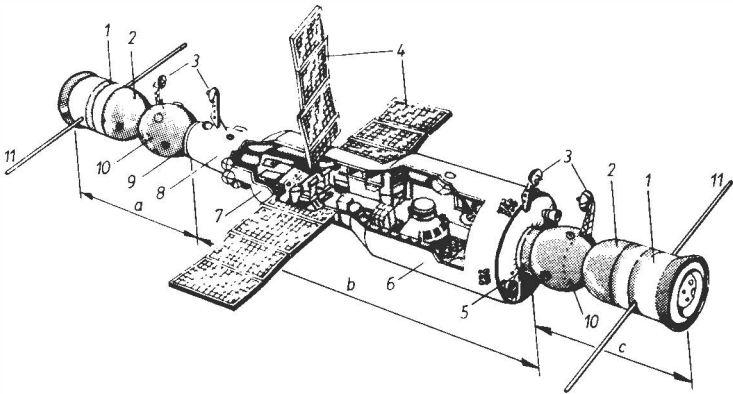
Saljut [(russ.) \nearrow Salut.

Der **Salpeter-Prozeß** oder die *Helium-Reaktion* ist eine \nearrow Kernfusion im



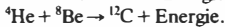
Salut, Abb. 1: Salut 1

1 Solarzellenflächen, 2 Telemetrieantennen, 3 Antennen für Rendezvousmanöver, 4 Bullauge, 5 Sternteleskop „Orion“, 6 Luftregenerationsanlage, 7 Filmkamera, 8 Fotokamera, 9 Apparatur für biologische Untersuchungen, 10 Kühlschrank für Lebensmittel, 11 Schlafplatz, 12 Wasserbehälter, 13 Abfallbehälter, 14 Lagestabilisierungsdüse, 15 Treibstoffbehälter, 16 sanitäre Anlage, 17 Mikrometeoritendetektor, 18 Laufband, 19 Arbeitstisch, 20 zentrales Steuerpult, 21 Druckgasbehälter



Salut, Abb. 2: Raumstation Salut (b) mit angekoppelten Raumfahrzeugen Sojus (a, c)
 1 Geräteteile, 2 Rückkehrteile, 3 Annäherungsradarantennen, 4 Solarzellenflächen,
 5 hinterer Kopplungsstutzen, 6 Arbeitssektion, 7 Mittelsektion, 8 Übergangssektion
 (Luftschleuse), 9 vorderer Kopplungsstutzen, 10 Orbitalsektion, 11 Antennen

Innern der Sterne, bei der aus Helium schwere Elemente aufgebaut werden:



Durch weitere Anlagerung von Helium-Kernen ergeben sich auch schwerere Kerne. Der Prozeß erfordert eine Temperatur von mindestens 100 Mill. K. Beim Salpeter-Prozeß werden bedeutende Energiemengen freigesetzt (je Kohlenstoffkern $7,3 \text{ MeV} = 1,2 \cdot 10^{-12} \text{ Nm}$), \nearrow Energiefreisetzung.

Salut [(russ. (franz., „Begrüßung“), eigentlich (russ.) *Saljut*, heißen Raumstationen, die von der UdSSR seit 1971 eingesetzt werden. Sie umrunden die Erde, arbeiten automatisch und zeitweise bemannt. Von den Sojus-Salut-Raumstationen werden Beobachtungen zur Erderkundung, meteorologische Beobachtungen und Messungen, astronomische und astrophysikalische Beobachtungen, technologische Experimente (Kristallzüchtungen, Schmelzen von verschiedenen Stoffen, Herstellung verschiedenartigster Legierungen u. a.), biologische Experimente mit Kleintieren, Pflanzen und Mikroorganismen ausgeführt. Ferner erfolgen medizinische Forschungen.

Salut besteht aus 3 Zylindern, deren größter einen Durchmesser von 4,15 m hat und 4 m lang ist, der mittlere mißt 3 m und der vordere etwa 2 m im Durchmesser. Davor befindet sich der Kopplungsstutzen. In einem zylinderförmigen Ansatz (rund 2 m Durchmesser) an der hinteren Sektion befand sich bei Salut 1–5 das Triebwerk für die Bahnänderungen. 2 aufklappbare Flächen mit \nearrow Solarzellen von Salut 1 (möglicherweise auch von Salut 2) waren hier und 2 weitere an der vorderen Sektion angebracht *Abb. 1.* – Ab Salut 3 befinden sich 3 größere Solarzellenflächen an der mittleren Sektion, die um eine Achse drehbar sind und selbsttätig auf die Sonne ausgerichtet werden können. Die Gesamtlänge von Salut beträgt 23 m, die Masse rund 18,9 t. An Salut können 1 oder 2 (erstmal Sojus 26, 27) Sojus-Raumfahrzeuge oder das Transportraumfahrzeug \nearrow Progress oder vielleicht auch eine zweite Salut-Einheit und möglicherweise dazu noch Sojus- und Progress-Raumfahrzeuge ankoppeln. Auf solche Weise können in nächster Zukunft Dreier- und Vierer-orbitalstationen gebildet werden. *Abb. 2.*

Im Gegensatz zu Salut 1 bis 5 besaß Salut 6

2 Kopplungsstützen. Der hintere befand sich an der Stelle, an der früher die Triebwerksektion angebracht war. Diese ist bei Salut 6 an die Peripherie der hinteren großen Sektion verlegt worden. Hier befand sich nun eine weitere Luftschleuse zum Umstieg von Kosmonauten und zum Umladen von Fracht. Mehrere, jeweils zweiköpfige *Stammbesetzungen* (die über mehrere Monate hinweg Forschungsarbeit in der Raumstation leisteten) und *Zusatzbesetzungen*, darunter neun Interkosmos-Besetzungen, haben an Bord von Salut 6 gearbeitet. Mit Transportraumfahrzeugen vom Typ \nearrow Progress ist erstmals bei Salut 6 (bisher 12mal) eine Versorgung mit Material, Lebensmitteln und Geräten verhältnismäßig billig (Ein-Weg) geschaffen worden.

Die „Lebenszeiten“ der Salut-Stationen waren folgende: Salut 1 vom 19. 4. 1971 bis 11. 10. 1971, Salut 2 (Teststation, hatte keine Besetzung) vom 3. 4. 1973 bis 28. 5. 1973, Salut 3 vom 24. 6. 1974 bis 24. 1. 1975, Salut 4 vom 26. 12. 1974 bis 3. 2. 1977 und Salut 5 vom 28. 6. 1976 bis 8. 8. 1977. Salut 6 startete am 29. 9. 1977. Für 1982 ist Salut 7 geplant.

Bisher wurden Salut 1 und 3 je einmal, Salut 4 und 5 je zweimal von Kosmonauten belegt. Salut 6 war bedeutend längere Zeit im bemannten Einsatz, und das Forschungsprogramm war wesentlich umfangreicher geworden. Sie war erstmals auch von Kosmonauten aus allen RGW-Ländern im Rahmen des \nearrow Interkosmos-Programms belegt. Dabei wurde eine große Reihe von raumfahrttechnischen Neuerungen erprobt und eingeführt. — \nearrow Sojus. \nearrow Anhang, Tab. 1, 3.

San Marco ist 1. Name für einen \nearrow Raketenstartplatz, eine Startplattform im Indischen Ozean, etwa 5 km vor der Ostküste Kenias im Meer verankert und 2. der Name für eine Serie von Erdsatelliten Italiens, die zwischen 1964 und 1974 von diesem Raketenstartplatz gestartet worden ist. Der erste Raumflugkörper, *San Marco 2*, startete am 26. 4. 1964; der erste Satellit dieser Serie war jedoch schon 2 $\frac{1}{2}$ Jahre früher von Wallops Island (Virginia, USA) auf seine Bahn gebracht worden. Der bisher letzte, *San Marco 4*,

wurde am 18. 2. 1974 von der Plattform San Marco mit einer Scout-Trägerrakete gestartet. Er hat die Form einer Kugel mit einem Durchmesser von 71 cm und einer Masse von 164 kg. Seine Flugbahn ist um 2,9° gegen den Äquator geneigt, die Umlaufzeit beträgt 95,9 min. San Marco 4 umrundet die Erde im Höhenbereich zwischen 231 und 910 km.

Der **Saroszyklus** [(semit. + (griech.) ist eine Zeitspanne von 6 585,3 Tagen, d. h. 18 Jahren 11,3 Tagen oder, je nach der Anzahl der eingeschlossenen Schaltjahre, 18 Jahren 10,3 Tagen. Nach dieser Zeit wiederholen sich die Sonnen- und Mondfinsternisse in nahezu gleicher Weise; man kann daher den Saroszyklus zur Vorhersage von Finsternissen verwenden. Er war schon im Altertum bekannt.

Satcom 1 bis 3 sind Nachrichtensatelliten der Radio Corporation of America (USA), die am 12. 12. 1975, 26. 3. 1976 bzw. 7. 12. 1979 von der \nearrow NASA mit Delta gestartet wurden. Die Satelliten haben eine Umlaufmasse von je 454 kg, sind kastenförmig und mit 2 Solarzellenflächen ausgestattet. Weitere Satelliten sind ebenfalls in einer geostationären Bahn geplant. Sie ermöglichen Übertragungen zwischen den USA, Alaska, Hawaii.

Der **Satellit** [(lat.] 1. oder *Mond* ist ein kleiner (natürlicher) Himmelskörper, der sich um einen Planeten bewegt. Im weiteren Sinne gehören also z. B. auch die Teilchen, die den \nearrow Saturning bilden, zu den Satelliten. Merkur und Venus haben keine natürlichen Satelliten. Die meisten Satelliten im Sonnensystem haben keine Atmosphären; von einigen ist bekannt, daß ihre Form stark von der Kugelgestalt abweicht. *Tab.* — Auch Raumflugkörper können auf eine Planetensatellitenbahn gebracht werden und so zu künstlichen Satelliten werden (auch der Erde). Auch Raumflugkörper auf einer Mondsatellitenbahn werden als (künstliche) Mondsatelliten bezeichnet, z. B. Luna 10. 2. \nearrow künstlicher Erdsatellit.

SATP: engl. Abk. von Sojus-Apollo-Test-Programm. \nearrow Sojus-Apollo-Unternehmen.

Der **Saturn** ist 1. der zweitgrößte Planet des Sonnensystems. Er gehört zu den

Satellit: die natürlichen Satelliten der Planeten

Planet	Name des Satelliten	Mittlere Entfernung vom Planeten in 1 000 km	Umlaufzeit in Tagen	Durchmesser in km
<i>Erde</i>	Mond	384,4	27,32	3 476
<i>Mars</i>	Phobos	9,4	0,32	19 bis 27
	Deimos	23,5	1,26	8 bis 15
<i>Jupiter</i>	XVI 1979 J3	127	0,30	40
	XIV 1979 J1 ²	128	0,30	40
	V Amalthea	181	0,50	240
	XV 1979 J2	223	0,68	80
	I Io	422	1,77	3 630
	II Europa	671	3,55	3 120
	III Ganymed	1 070	7,15	5 280
	IV Kallisto	1 880	16,7	4 820
	VI Himalia	11 470	251	170
	X Lysithea	11 710	260	20
	VII Elara	11 740	260	80
	XIII Leda	12 400	282	10
	XII Ananke	20 700	617 ¹	20
	XI Carme	22 350	692 ¹	25
	VIII Pasiphae	23 300	735 ¹	40
IX Sinope	23 700	758 ¹	30	
<i>Saturn</i>	S-15	138	?	100
	S-14	139	?	500
	S-13	141	?	600
	X Janus	149	0,75	700
	S-11	149	0,75	700
	I Mimas	185	0,94	350
	II Enceladus	238	1,37	520
	III Tethys	295	1,89	1 000
	IV Dione	377	2,74	1 100
	S-12	377	2,74	80
	V Rhea	527	4,52	1 500
	VI Titan	1 200	15,95	5 100
	VII Hyperion	1 482	21,28	440
VIII Japetus	3 558	79,33	1 600	
IX Phoebe	12 960	550,4 ¹	80	
<i>Uranus</i>	V Miranda	130	1,41	300
	I Ariel	192	2,52	600
	II Umbriel	267	4,14	400
	III Titania	438	8,71	1 000
	IV Oberon	586	13,46	800
<i>Neptun</i>	Triton	354	5,88 ¹	3 200
	Nereide	5 570	359,4	300
<i>Pluto</i>	Charon	20	6,39	600

Die Angaben der Durchmesser sind für die meisten Satelliten sehr unsicher.

¹ Bahnbewegung ist rückläufig

² Entdeckung nicht bestätigt

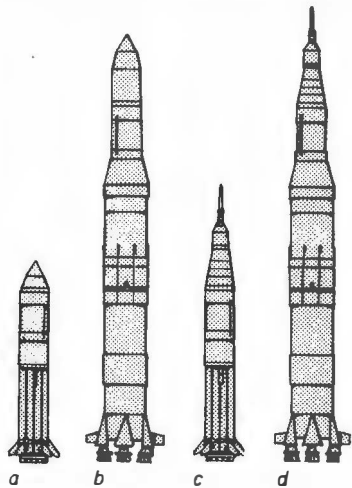
↗ jupiterähnlichen Planeten. ↗ Tab. Planet und Tab. Planetensystem.

Saturn hat von allen Planeten die kleinste Dichte und die größte Abplattung. Wie Jupiter besitzt er eine dichte Atmosphäre, in der Ammoniak (NH₃) und Methan (CH₄) nachweisbar sind. Auch in der streifigen Struktur der Wolken ähnelt er dem Jupiter. Die Temperatur an der Wolkenobergrenze beträgt rund -180°C.

Wahrscheinlich besitzt Saturn einen aus Silikaten bestehenden festen Kern, der von einem Mantel aus flüssigem, metallischem Wasserstoff umgeben wird. Die chemische Zusammensetzung des Saturn ist der des Jupiter und der der Sonne ähnlich; Wasserstoff und Helium überwiegen. Bisher wurde noch kein Magnetfeld nachgewiesen.

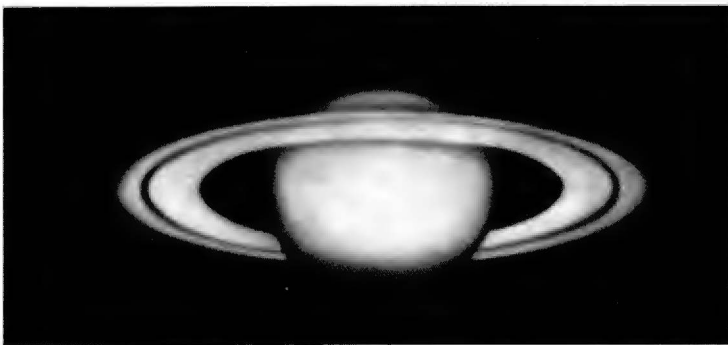
Der frei schwebende ↗ Saturnring ist möglicherweise aus dem Material eines Saturnmondes entstanden, außerdem besitzt Saturn 10 Monde (↗ Tab. Satellit). Auf mehreren der Saturnmonde wurde Eis nachgewiesen; einige dieser Körper bestehen wahrscheinlich nur aus Wasser- und gefrorenem Methan. Abb. 1.

2. Saturn heißen die bisher leistungsstärksten Trägerraketen der USA. Bei den ersten Versuchen, die bereits 1961/63 stattfanden, war die 2. Stufe noch eine Attrappe. Eine zweistufige Version, *Saturn I Block 2* wurde 1964/65 eingesetzt, wobei bei den letzten 3 Flügen Mikrometeoritensatelliten vom Typ ↗ Pegasus



Saturn, Abb. 2: Trägerraketen
a Saturn I, **b** Saturn V für Skylab, **c** Saturn IB für Apollo, **d** Saturn V für Apollo-Mondflüge

auf Erdumlaufbahnen gebracht wurden. Die wesentlich verbesserte Version *Saturn IB*, die bereits mit einer Reihe von Baugruppen des späteren Einsatztyps Saturn V ausgerüstet war, wurde 1966/68 zur unbemannten Erprobung des Apollo-Raumfahrzeuges (↗ Apollo) eingesetzt. Bei dem letzten Flug dieser Serie am 11. 10. 1968 flogen 3 Astronauten mit der



Saturn, Abb. 1

Saturn: technische Daten der Trägerraketen Saturn IB und Saturn V

Gesamtsystem (mit Apollo-Raumfahrzeug)	Saturn IB	Saturn V (mit Apollo 11) AS-506
Entwicklung	1960/66	1962/67
Einsatz	1966/75	1967/72
Anzahl der Stufen	2	3
Gesamthöhe	68,3 m	110,6 m
Startmasse	590 t	2.928 t
größter Durchmesser	6,5 m	10,0 m
<i>1. Stufe</i>	<i>S-IB</i>	<i>S-IC</i>
Länge	24,5 m	42,0 m
Tankdurchmesser	6,5 m	10,0 m
Startmasse	450 t	2.278 t
Triebwerkstyp	8 Flüssigkeitstriebwerke H-1	5 Flüssigkeitstriebwerke Rocketdyne F-1
Treibstoff	Kerosin + Flüssigsauerstoff	Kerosin + Flüssigsauerstoff
Startschub	7 120 kN	34 000 kN = 34 MN
<i>2. Stufe</i>	<i>S-IV B</i>	<i>S-II</i>
Länge	18,7 m	24,9 m
größter Durchmesser	6,6 m	10,0 m
Startmasse	116 t	480,4 t
Triebwerkstyp	1 Flüssigkeitstriebwerk Rocketdyne J-2	5 Flüssigkeitstriebwerke Rocketdyne J-2
Treibstoff	Flüssigwasserstoff + Flüssigsauerstoff	Flüssigwasserstoff + Flüssigsauerstoff
Vakuumschub	900 kN	5 000 kN
<i>3. Stufe</i>		<i>S-IV B</i>
Länge (mit Adapter, Instrumenten)		18,7 m
größter Durchmesser		6,6 m
Startmasse		120 t
Triebwerk		1 Flüssigkeitstriebwerk Rocketdyne J-2
Treibstoff		Flüssigwasserstoff + Flüssigsauerstoff
Vakuumschub		900 kN
<i>Nutzlastspitze</i>		
Länge (mit Rettungssystem)	25,0 m	25,0 m
größter Durchmesser	6,6 m	6,6 m
Masse		49,7 t
Besatzungskabine		5,6 t
Gerätesektion		23,2 t
Mondlander		15,1 t

Apollo-Kapsel im Erdorbit. 3 weitere *Saturn IB* wurden 1973 als Transportraketen beim Unternehmen ↗Skylab eingesetzt. Der letzte Einsatz einer *Saturn IB* erfolgte am 15.7.1975 beim ↗Sojus-Apollo-Unternehmen.

Die 3. Version, *Saturn V* genannt, ist eine dreistufige Rakete mit neu entwickelter Zweitstufe. Sie wurde erstmals bemannt zum Start von ↗Apollo 8 (Mondumfliegung) eingesetzt. Weiterhin wurde sie zu den Mondflugunternehmen ↗Apollo 10 bis 17 eingesetzt. In zweistufiger Ausführung diente eine *Saturn V* 1973 zum Start der Raumstation ↗Skylab. — *Abb. 2, Tab.*

Der **Saturnring**, eigentlich ein System aus mehreren konzentrischen Ringen, umgibt den Planeten Saturn. Das System besteht aus 5 Ringen, die durch breite Zwischenräume getrennt sind. Insgesamt beträgt der Durchmesser 278 000 km, die Dicke jedoch nur etwa 3 km. Die Ringe bestehen aus kleineren und größeren Brocken von Gestein und Eis, die den Saturn umlaufen. Die Ringebene fällt mit der Äquatorebene des Saturn zusammen und ist gegen die Bahnebene des Planeten um 27° geneigt. Daher kann man von der Erde aus, je nach der Stellung des Saturn, schräg von oben oder von unten auf die Ringfläche sehen. Beim Blick auf die Ringkante ist das Gebilde nur in großen Fernrohren als schmaler Strich sichtbar (*Abb. S. 180*).

Für die Entstehung des Ringsystems sind 2 Möglichkeiten denkbar: 1. Es handelt sich um Restmaterie von der Planeten-

mondbildung, die sich nicht zu einem Mond zusammenfügen konnte; 2. Es ist Materie eines durch die Gezeitenkräfte des Saturn zerrissenen Saturnmondes. Diese Möglichkeit ist die wahrscheinlichere. *Tab.*

Sauerstoff ↗Flüssigsauerstoff.

SB: Zeichen für ↗Balkenspiralen.

Ein **Schaltjahr** enthält, im Gegensatz zum normalen, dem *Gemeinjahr*, 366 Tage. Der eingeschobene Tag (*Schalttag*) ergibt sich aus der Tatsache, daß die Erde für einen Umlauf um die Sonne nicht genau 365, sondern rund 365,25 Tage benötigt. Die überzähligen Vierteltage ergeben in 4 Jahren jeweils einen vollen Tag. Da das tropische Jahr (↗tropisch) nur 365,2422 enthält, gilt weiterhin eine Schaltregel, die besagt, daß in 400 Jahren nur 97 Schaltjahre liegen dürfen. Praktisch bedeutet das, daß die Jahre mit vollen Hundertzahlen, die nicht durch 400 teilbar sind, Gemeinjahre sind (z. B. 1800, 1900, 2100). ↗Kalender.

Schalttag ↗Schaltjahr.

Die **Scheibe der Galaxis** [(griech.) des Milchstraßensystems) enthält die Hauptmasse der Sterne und der ↗interstellaren Materie. Sie umgibt den ↗Kern der Galaxis und hat einen Durchmesser von rund 25 kpc. Innerhalb der Scheibe sind die hellen, heißen und jungen Sterne und die interstellare Materie in Spiralarmen konzentriert. — ↗Abb. Milchstraßensystem.

Die **scheinbare Helligkeit** ↗Helligkeit.

Die **scheinbare Himmelskugel** ↗Himmelskugel.

Saturnring-System

Name	Breite	Bemerkungen
A-Ring	19 000 km	äußerster Ring, nochmals durch die ↗Enckesche Teilung unterteilt
Cassinische Teilung	3 000 km	
B-Ring	28 000 km	hellster und dichtester Ring
C-Ring	18 000 km	auch <i>Florring</i> genannt; durchscheinend
(unbenannte Teilung)	4 000 km	
D-Ring	7 000 km	innerster Ring, hat sehr geringe Helligkeit und reicht wahrscheinlich bis zur Saturnoberfläche herab

Scheitelpunkt ↗ Zenit.

Als **Schiefe der Ekliptik** (griech.) bezeichnet man die Neigung der Ebene der Ekliptik gegen die Äquatorebene. Sie ist gleich der Neigung der Erdoberfläche gegen eine Senkrechte zur Erdbahnebene und beträgt gegenwärtig $23^{\circ}27'$. Wegen der Veränderungen, die die Lage der Erdoberfläche durch ↗ Präzession und ↗ Nutation erfährt, bleibt die Schiefe der Ekliptik nicht konstant, sondern schwankt zwischen $21^{\circ}55'$ und $24^{\circ}18'$. — ↗ Abb. Ekliptik.

Schiff Argo ↗ Argo.

Schiffskiel, auch **Kiel**, oder lat. *Carina* (Genitiv *Carinae*), Abk. *Car*, heißt ein ausgedehntes Sternbild am Südhimmel, das in Mitteleuropa unsichtbar bleibt. Sein Hauptstern ist ↗ Kanopus.

Das **Schild**, früher auch **Schild des Sobieski**, lat. *Scutum* (Genitiv *Scuti*), Abk. *Sc*, heißt ein kleines, ausdrucksloses Sternbild am Südhimmel in Äquatornähe zwischen Adler, Schlange und Schütze. Es liegt in der Milchstraße und enthält eine helle Sternwolke (*Schildwolke*), die bereits im Feldstecher gut beobachtbar ist.

Schlange oder lat. *Serpens* (Genitiv *Serpentis*), Abk. *Ser*, heißt ein Sternbild beidseitig des Äquators. Es kulminiert im Mai und im Juni um Mitternacht. Das Sternbild wird durch den ↗ Schlangenträger in 2 Teile geteilt, die die Bezeichnungen *Caput* (Kopf) und *Cauda* (Schwanz) tragen.

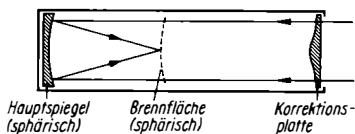
Schlangenträger oder lat. *Ophiuchus*, (Genitiv *Ophiuchi*), Abk. *Oph*, heißt ein Sternbild beiderseits des Äquators. Es kulminiert Anfang Juni gegen Mitternacht. Es zerteilt das Sternbild ↗ Schlange.

Durch den Schlangenträger verläuft ein Stück der Ekliptik; dennoch zählt er nicht zu den Tierkreissternbildern.

Bernhard **Schmidt**, geb. 30. 3. 1897, gest. 1. 12. 1935, war ein estnischer Physiker und Optiker. Er baute den nach ihm benannten ↗ Schmidt-Spiegel.

Der **Schmidt-Spiegel** oder das **Schmidt-Teleskop** [benannt nach B. Schmidt] ist ein Spiegelteleskop, daß sich durch hohe Abbildungsgüte, großes Gesichtsfeld und

große Lichtstärke auszeichnet. Als Objektiv findet ein kugelförmiggekrümmter Hohlspiegel Verwendung, dessen ↗ Abbildungsfehler durch eine Korrektionslinse (Korrektionsplatte) ausgeglichen werden. Die Bildfläche ist gewölbt; eine entsprechende Wölbung erhalten auch die Fotoplatten in Spezialkassetten. Der größte Schmidt-Spiegel der Welt befindet sich im Karl-Schwarzschild-Observatorium des Zentralinstituts für Astrophysik in Tautenburg bei Jena. Sein Spiegel hat 2 m, die Korrektionsplatte 1,34 m Durchmesser. *Abb.*



Schmidt-Spiegel: Bauschema mit Strahlengang

Schnellläufer heißen die Sterne, deren Raumgeschwindigkeit im Milchstraßensystem relativ zur Sonne sehr hoch ist. Vermutlich gehören diese Sterne physikalisch zusammen. Sie bewegen sich vorwiegend entgegengesetzt zur Umlaufrichtung der Sonne um das galaktische Zentrum, bleiben also eigentlich gegenüber der Sonne zurück, und besitzen stark exzentrische, gegen die galaktische Ebene geneigte Bahnen.

Der **Schub** ist die Bezeichnung für die Antriebskraft einer Rakete. Seine Maßeinheit ist Newton, Kurzzeichen N (SI – Einheit), die Angaben erfolgen in Kilonewton (kN) oder Meganewton (MN).

Schulfernrohr ↗ Telemotor.

Die **Schulsternwarte** ist eine speziell für den Astronomieunterricht und die Tätigkeit außerunterrichtlicher Schülerarbeitsgemeinschaften ausgerüstete ↗ Sternwarte. Sie untersteht meistens der Abteilung Volksbildung des örtlichen Rates. In manchen Orten ist sie mit einem *Kleinplanetarium* verbunden. Große Schulsternwarten führen auch Beobachtungsaufträge wissenschaftlicher Forschungseinrichtungen aus. *Abb., Tab.*

Schulsternwarte: bekannte Schulsternwarten in der DDR

Anschrift	Bemerkungen
Bautzen Schulsternwarte, 8600 Bautzen, Czornebohstr. 82	Planetarium Satellitenbeobachtung
Crimmitschau Pionier- und Jugendsternwarte „J. Kepler“, 9630 Crimmitschau, Straße der Jugend 8	
Eilenburg Schul- und Volkssternwarte „Juri Gagarin“, 7280 Eilenburg, Am Mansberg	Planetarium Satellitenbeobachtung
Hartha Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte, 7302 Hartha, Gallberg	Beobachtung veränderlicher Sterne
Radebeul Schul- und Volkssternwarte „Adolph Diesterweg“, 8122 Radebeul, Auf den Ebenbergen	Planetarium
Rodewisch Schulsternwarte „Fliegerkosmonaut Sigmund Jähn“, 9706 Rodewisch, Rützengrüner Str. 41a	Satellitenbeobachtung
Rostock Astronomische Station, 2500 Rostock, Nelkenweg	Planetarium
Schwerin Schulsternwarte, 2700 Schwerin, Weinbergstr. 17	Planetarium Satellitenbeobachtung
Suhl Schul- und Volkssternwarte „K. E. Ziolkowski“, 6000 Suhl, Hoheloh	Planetarium



Schulsternwarte Rodewisch, Satellitenbeobachtungsstation

Schütze oder lat. *Sagittarius* (Genitiv *Sagittarii*), Abk. *Sgr*, heißt ein Sternbild des Tierkreises am Südhimmel. Es kulminiert Anfang Juli um Mitternacht, kommt aber in Mitteleuropa nur zum Teil über den Horizont. Durch das Sternbild verläuft die Milchstraße. Die Radioquelle *Sagittarius A* markiert die Richtung zum Kern des Milchstraßensystems.

Schwan oder lat. *Cygnus* (Genitiv *Cygni*), Abk. *Cyg*, heißt ein Sternbild des Nordhimmels, das in Mitteleuropa teilweise zirkumpolar ist. Sein Hauptstern \nearrow Deneb ist der nördlichste Stern des \nearrow Sommerdreiecks. Durch den Schwan zieht sich die Milchstraße; sie teilt sich hier in 2 parallele Züge. Dazwischen liegt eine bereits mit dem Feldstecher sichtbare Dunkelwolke, der nördliche Kohlsack. Der Doppelstern \nearrow Albireo und der \nearrow Nordamerikanebel sind weitere Objekte in diesem Sternbild, die bereits mit dem Feldstecher beobachtet werden können.

Als **schwarzer Körper**, auch **schwarzer Strahler** oder **Hohlraumstrahler** wird in der Physik ein gedachter (idealer) Körper bezeichnet, der imstande ist, die gesamte auf ihn fallende Strahlung (Licht, Wärme) vollständig zu absorbieren (zu verschlucken, d. h. nichts zu reflektieren). Ein erwärmter schwarzer Körper strahlt mehr Energie ab als jeder andere auf der gleichen Temperatur befindliche Körper. In Natur und Technik werden die Eigenschaften schwarzer Körper nur angenähert erreicht.

Als **Schwarzer Zwerg** wird ein Himmelskörper bezeichnet, in welchem infolge seiner geringen Masse (unter 0,07 Sonnenmassen) nicht die für einen Stern typischen \nearrow Energiefreisetzungsprozesse anlaufen konnten. Die durch die Kontraktion im Stadium des \nearrow Protosterns bewirkte Temperaturerhöhung der zentralen Gebiete reicht in diesem Falle nicht aus, um die Kernfusion einzuleiten. Da keine Kernenergie zur Verfügung steht, kann ein Schwarzer Zwerg seine Ausstrahlung nur durch seinen Wärmeinhalt ausgleichen und muß dann allmählich auskühlen. In den äußeren Schichten verflüssigt sich die Materie.

Als **Schwarzes Loch** bezeichnet man ein Endstadium der \nearrow Sternentwicklung. Die Sterne geben im Laufe ihrer Entwicklung auf verschiedene Weise Masse ab. Wenn in einem massereicheren Stern, der trotz solcher Masseabgabe noch mehr als 2 Sonnenmassen enthält, alle atomaren Energiequellen erschöpft sind, tritt ein \nearrow Gravitationskollaps ein. Der Stern fällt in sich zusammen und erreicht eine unvorstellbar hohe Dichte. Für jeden Stern existiert ein *Gravitationsradius* (Schwarzschild-Radius); er beträgt für Sterne von 2 Sonnenmassen nur 5,9 km. Erreicht ein zum Sternzentrum stürzendes, Strahlung aussendendes Teilchen diesen Radius, so wird die Energie der ausgestrahlten Photonen unendlich klein. Ein äußerer Beobachter kann daher keinerlei Nachricht aus dem Inneren eines Schwarzen Loches empfangen; alle Ereignisse jenseits dieser Grenze sind für ihn prinzipiell nicht wahrnehmbar.

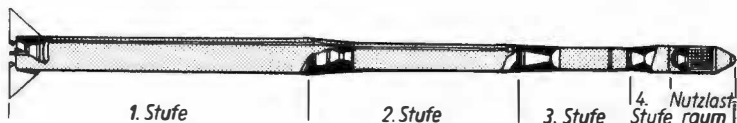
Schwarze Löcher saugen sowohl Masse als auch Strahlung in sich ein. Sie sind weder durch optische noch durch Radiosignale zu bemerken. Lediglich die Gravitationswirkung kann noch festgestellt werden; auf dieser Grundlage wird auch gegenwärtig versucht, Schwarze Löcher nachzuweisen.

Karl **Schwarzschild**, geb. 9. 10. 1873, gest. 11. 5. 1916, war ein Astrophysiker, seit 1909 Direktor des Astrophysikalischen Instituts in Potsdam. Er arbeitete auf fast allen Gebieten der Astronomie und konstruierte ein nach ihm benanntes Spiegelteleskop. Nach ihm wurde die Sternwarte in Tautenburg bei Jena benannt.

Der **Schweif** \nearrow Komet.

Der **Schwertfisch** \nearrow Goldfisch.

Score [Abk. von Signal Communications Orbit Relay Experiment, engl., „Signalübertragungsversuch aus einer Umlaufbahn“; sprich: Bkoehr] war das erste militärische Raumflugunternehmen der USA, es wurde durch die Landstreitkräfte der USA ausgeführt. Am 18. 12. 1958, ein gutes Jahr nach dem Start des ersten künstlichen Erdsatelliten, wurde eine Atlas-Rakete mit dem Testsatelliten (Nutzlast 68,1 kg), beide blieben



Scout

verbunden, für dieses Experiment auf eine Erdumlaufbahn zwischen 190 und 1487 km Höhe gebracht. Erprobt werden sollte die Nachrichten- bzw. Befehlsübermittlung über Satellit von den USA nach Europa.

Scorpius [(lat.) ↗ Skorpion.

Scout [(engl., „Pfadfinder“; sprich: Bkaut] ist die Bezeichnung einer vierstufigen Feststoffrakete der USA, die zum Start kleinerer wissenschaftlicher und auch militärischer Erdsatelliten eingesetzt wird. Ihre Länge beträgt 22,4 m, ihr größter Durchmesser 1,14 m. Die Entwicklung erfolgte 1958/61, erstmals eingesetzt wurde sie im Jahre 1960. Nach einem Fehlstart gelang es, mit ihr den Satelliten *Explorer 9* am 16.2.1961 auf seine Erdumlaufbahn zu bringen. Die Nutzmassekapazität liegt bei etwa 200 kg für erdnahe Umlaufbahnen. Auch für den

Start von Satelliten anderer Länder wurde diese Trägerrakete eingesetzt. *Abb.*

Sculptor [(lat.) ↗ Bildhauer.

Scutum [(lat.) ↗ Schild.

Seasat 1 [(engl., sprich: Bihset] ist die Bezeichnung für einen ozeanographischen Satelliten der USA, der mit einer Delta am 27.6.1978 gestartet wurde (Masse 948 kg).

Das **Seeing** [(engl., sprich: Bihng] ist eine in der englischsprachigen Literatur übliche und in die Fachsprache übernommene Bezeichnung für die Luftunruhe der Erdatmosphäre.

Segel oder lat. *Vela* (Genitiv *Velorum*), Abk. *Vel*, heißt ein Sternbild des Südhimmels, das in Mitteleuropa ständig unter dem Horizont bleibt.

Die **Sekundärstrahlung** ↗ kosmische Strahlung.

Die **Selenographie** [(griech.) ist ein Teil-



Spiegelteleskop in Selentschukskaja

gebiet der Astronomie. Sie beschreibt die Gebilde der Mondoberfläche und erarbeitet dafür Kartenmaterial.

Bei **Selentschukskaja** (Kaukasus, UdSSR) befindet sich auf dem Berg Pastuchow in 2070 m Höhe das größte Fernrohr der Welt. Es ist ein Spiegelteleskop mit einem Hauptspiegeldurchmesser von 6 m und gehört zum Astronomischen Spezialobservatorium der Akademie der Wissenschaften der UdSSR. Das Observatorium besitzt auch ein 600-m-Radio-teleskop. *Abb.*

Serpens [(lat.) ↗Schlange.

Sextant [(lat.) oder *Sextans* (lat. Genitiv *Sextantis*), Abk. *Sex*, heißt ein unscheinbares Sternbild am Himmelsäquator, zwischen Löwe und Wasserschlangeliegen. Es kulminiert Ende Februar um Mitternacht.

Seyfert-Galaxien [(griech.) heißen Sternsysteme mit aktiven Kernen, die von expandierenden und stark bewegten Gashüllen umgeben sind. Ihre Kerne sind auffallend klein, aber sehr hell. Die aus den Kernen ausgeschleuderten Materiewolken haben Geschwindigkeiten zwischen 500 und mehr als 4000 km/s. Von einigen Seyfert-Galaxien konnte auch Röntgen- und Radiostrahlung empfangen werden. Wahrscheinlich stellen die Seyfert-Galaxien einen Übergangstyp zwischen normalen Galaxien und Quasaren dar.

Shinsei heißt ein japanischer Satellit, der am 28. 9. 1971 mit einer M-4S im Auftrag der Universität Tokio gestartet wurde. Er diente der Strahlungsmessung in der Ionosphäre (zwischen 850 und 1850 km) und hat eine Masse von 65 kg.

Das **sichtbare Licht** ↗elektromagnetische Wellen.

siderisch [(lat.): auf einen Stern bezogen. Das *siderische Jahr* ist die Zeit, die die Erde für einen Umlauf um die Sonne bzw. die Zeit, die die Sonne für einen Umlauf um die Ekliptik an der scheinbaren Himmelskugel benötigt. Es dauert 365 Tage 6 h 9 min 9 s. Der *siderische Monat* ist die Zeitspanne, in der der Mond einen Umlauf um die Erde (auf einen bestimmten Stern bezogen) vollführt. Er dauert 27 Tage 7 h 43 min 12 s. Der *side-*

rische Tag (*Sterntag*), eine Umdrehung der Erde (auf den Sternhimmel bezogen), währt 23 h 56 min 4 s.

Das **Siebergestirn** ↗Plejaden.

Signe 3 [(franz.; sprich: sinj-) heißt ein französischer Satellit, der am 17. 6. 1977 vom sowjetischen Kosmodrom Kaputstin Jar an der Wolga mit einer Kosmos-Trägerrakete (zweite Version) gestartet wurde. Der Satellit dient der Untersuchung der galaktischen und extragalaktischen Gammastrahlung, besonders der Erfassung der Gammastrahlungseruptionen. Diese dauern nur wenige Sekunden, sind aber um das 100millionenfache stärker als beispielsweise die von der Sonne ständig ausgehende Gammastrahlung. Die physikalischen Prozesse, die diese Gammastrahlungsblitze erzeugen, sind noch weitgehend ungeklärt. Man vermutet ihren Ursprung in sogenannten „schwarzen Löchern“ in unserem Milchstraßensystem oder in gewaltigen Explosionen in Kernen ferner Sternsysteme. – Daneben wird auch die weiche und die harte Strahlung von Röntgenquellen untersucht sowie die Veränderungen der von der Sonne stammenden ultravioletten Strahlung in Abhängigkeit von der Sonnenaktivität. Die Auswertung der erhaltenen Meßwerte erfolgt sowohl in der Sowjetunion als auch in Frankreich. – Der Satellit hat eine Masse von 110 kg und erreichte eine Umlaufbahn zwischen 459 und 519 km bei einer Bahnneigung von 50,7° und einer Umlaufzeit von 94,3 min. Der Satellit hat die Form eines Zylinders mit einer Höhe von 75 cm und einem Durchmesser von 70 cm. Er besitzt 4 Flächen mit Solarzellen.

Die *kosmische* oder *kosmologische Singularität* [(lat.) oder der *Urknall*, engl. *big bang* genannt, ist der mutmaßliche Anfangszustand des gegenwärtigen Weltalls. Aus der Expansion des überschaubaren Teils des Weltalls, der Drei-Kelvin-Strahlung und anderen Beobachtungstatsachen ist abzuleiten, daß sich vor 15 bis 20 Md. Jahren die gesamte Materie im Weltall in einem Zustand unendlich großer Dichte befunden hat. Sie lag im wesentlichen als heiße Strahlung vor; allerdings können die Vorgänge in der Singu-

larität und unmittelbar danach mit den heute bekannten Naturgesetzen nicht beschrieben werden. Hierzu fehlen noch viele Voraussetzungen.

Über den Zustand des Weltalls vor der Singularität gibt es gegenwärtig keine Kenntnisse. Es ist auch noch ungeklärt, ob die Singularität ein einmaliges Ereignis in der Entwicklungsgeschichte des Weltalls war oder ob sie mehrfach – z. B. in einem pulsierenden Weltall – auftreten kann.

Man nimmt an, daß kurz nach der Singularität der gesamte Wasserstoff und ein wesentlicher Teil des heute im Weltall existierenden Heliums entstanden. (Die schwereren Elemente wurden erst später bei Kernreaktionen im Innern von Sternen gebildet und entstehen noch heute durch diese Prozesse.) Aus Wasserstoff und Helium bestanden folglich die großen „Materieklumpen“, aus denen sich die Galaxien entwickelten. – ↗Elemententstehung, ↗Sternentstehung.

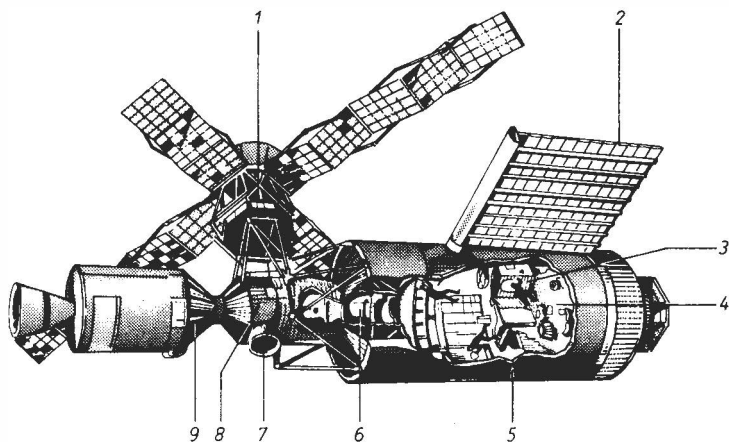
Sinope heißt ein Mond des Jupiter. ↗Tab. Satellit.

Sirio ist der Name eines italienischen experimentellen Fernmeldesatelliten, der am 25.8.1977 von Cape Canaveral mit

einer Delta gestartet wurde und schließlich eine ↗Synchronbahn über 15° westlicher Länge erreichte.

Der **Sirius** [(lat. (griech.) oder auch *Hundsstern*, Kurzzeichen α *CMa*, ist der Hauptstern des Sternbildes ↗Großer Hund. Er gehört zum ↗Wintersechseck. Sirius leuchtet weiß; er ist der hellste des ganzen Himmels; seine scheinbare Helligkeit beträgt – 1,4 Größen. Da Sirius sich in Mitteleuropa nicht höher als etwa 25° über den Horizont erhebt, erscheint sein Licht infolge der unterschiedlich stark brechenden Wirkung einzelner Luftschlieren in der Erdatmosphäre in wechselnden Farben. Sirius ist ein Doppelstern, der Begleiter – ein Weißer Zwerg – umläuft den Hauptstern einmal in 50 Jahren. – ↗Kanopus, ↗Wega.

Der **Skorpion** [(lat. (griech.) oder lat. *Scorpius* (Genitiv *Scorpii*), Abk. *Sco*, heißt ein großes Sternbild am Südhimmel mit auffälligen, hellen Sternen. Es gehört zum ↗Tierkreis und liegt innerhalb des Milchstraßenbandes. Ein Teil kann Ende Mai und Anfang Juni gegen Mitternacht auch von Mitteleuropa aus beobachtet werden. Der Hauptstern des Skorpions heißt ↗Antares.



Skylab

1 Aufbau mit Teleskop, 2 Solarzellenausleger, 3 Schlafabteil, 4 Experimente, 5 Arbeits- und Aufenthaltskabine, 6 Luftschleuse, 7 Koppelzylinder, 8 Kopplungseinheit, 9 Zubringerraumfahrzeug Apollo

Skylab [engl. Kurzform von *Sky Laboratory*, „Himmels-(Weltraum-)Laboratorium“; sprich: skailəb] ist die erste (und bisher einzige) Raumstation der USA. Sie war am 14. 5. 1973 mit der letzten Trägerkategorie vom Typ Saturn V unbemannt gestartet und auf eine Umlaufbahn in 437 bis 441 km Höhe gebracht worden. *Abb.*

Sie hatte eine Masse von 85000 kg. Der Hauptteil der Station war eine ausgebaute Oberstufe der ↗ Saturn V. Während des Aufstiegs riß durch Beschädigung der aerodynamischen Schutzhülle eine der großen Solarzellenflächen ab, und der andere verklemmte sich. – Die Raumstation ist dreimal besetzt worden. Die jeweils dreiköpfigen Besatzungen wurden mit einem veränderten Apollo-Raumfahrzeug, gestartet mit einer Saturn IB, zum Skylab gebracht. Apollo koppelte an den Mehrfachkopplungsadapter von Skylab an, durch ihn erfolgte der Umstieg der Astronauten. Skylab mit Sonnenteleskop und Apollo-Raumfahrzeug bildete eine Raumstation von 90t Masse und 36m Länge.

Am 25. 5. 1973 starteten Charles Conrad, Joseph Kerwin und Paul Weitz und nahmen als Besatzung *Skylab I* in der Raumstation ihre Arbeit auf. Es gelang ihnen, bei Außenbordarbeiten die verklemmte Solarzellenfläche frei zu bekommen. Um die Temperatur in der Station herabzudrücken, brachten sie ein sogenanntes Sonnensegel aus. Zu den Forschungsaufgaben der Besatzung gehörten verschiedenartige Erdbeobachtungen, Sonnenbeobachtungen (mit einem Sonnenteleskop ATM) und zahlreiche fotografische Aufnahmen, verschiedenartige technologische Experimente sowie vielfältige medizinisch-biologische Experimente.

Die 2. Besatzung der Station, *Skylab II*,

Alan Bean, Owen Garriott, Jack Lousma, arbeitete doppelt so lange in der Station und erfüllte ihr umfangreiches wissenschaftliches Programm vollständig.

Die 3. Besatzung, *Skylab III*, mit Gerald Carr, Edward Gibson und William Pogue, stellte den bisherigen Langzeitrekord für Astronauten auf. Da nach der Arbeit der 3. Besatzung alle Vorräte auf der Station aufgebraucht waren, konnte Skylab nicht weiter genutzt werden.

Am 11. 7. 1979 stürzte die Raumstation unkontrolliert ab, nachdem es über mehrere Jahre hinweg nicht gelungen war, Skylab von der Erde aus auf höhere Umlaufbahnen zu bringen. Die Teile, die beim Absturz nicht in den dichten Schichten der Erdatmosphäre verglühten, fielen auf Westaustralien. – *Tab.*

↗ *Tab. 2 und 3 im Anhang.*

SMS [Abk. von *Synchronous Meteorological Satellite*, engl., „synchroner Wettersatellit“] heißen 2 Wettersatelliten der USA (Starts 1974/75), die Bestandteil eines geplanten internationalen erdumfassenden Wettersatellitensystems sind. Sie sind die ersten operativen geostationären Wettersatelliten und bauen auf den Erfahrungen der Satelliten vom Typ ↗ ATS auf. Nach SMS folgen 1975/78 die Satelliten *GOES* [Abk. von *Geostationary Operational Environmental Satellite*, engl., „geostationärer operativer Umweltsatellit“], die im Aufbau völlig den SMS entsprechen. 3 Satelliten dieser *GOES*-Serie sollen wesentlich das 1. erdumfassende Experiment ↗ *GARP* unterstützen.

Sojus [(russ., „Vereinigung“) heißt das sowjetische bemannte Raumfahrzeug der 2. Generation, der Nachfolgetyp von ↗ *Wostok* und ↗ *Woßchod*. Sie werden nach einem umfangreichen Erprobungs- und Forschungsprogramm in Erdumlauf-

Skylab: bemannte Zeitabschnitte der Raumstation Skylab

Besatzung	Start	Flugzeit	Umläufe
Skylab I	25. 05. 1973	28 d 49 min	419
Skylab II	28. 07. 1973	59 d 11 h 09 min	859
Skylab III	16. 11. 1973	84 d 01 h 16 min	1009

bahnen eingesetzt – für Formationsflüge, für die Kopplung mehrerer Sojus-Einheiten sowie als Bausteine von bemannten Raumstationen (↗ Salut). – Der wesentlichste Unterschied zu den genannten Vorgängertypen besteht darin, daß sie in der Erdumlaufbahn Bahnmanöver (Veränderungen der Bahnelemente) ausführen können. So könnte z. B. die Bahn bis auf 1300 km Höhe angehoben werden, auch danach wäre noch eine Rückkehr zur Erde möglich.

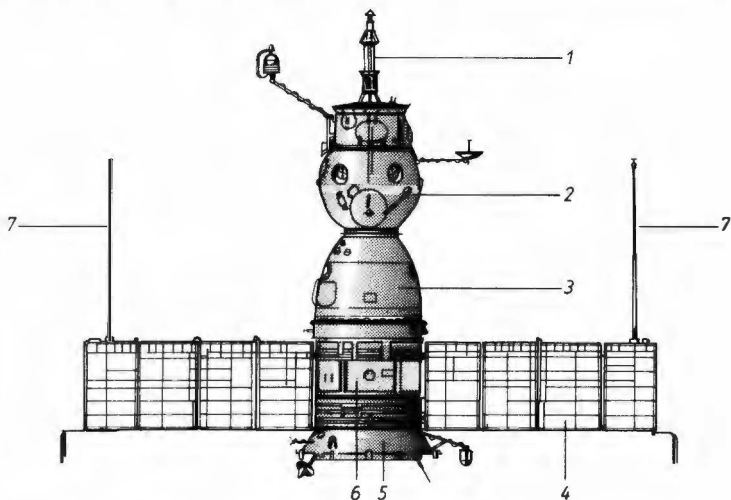
Von dem Sojus-Typ, der seit 1967 eingesetzt wird, gibt es 2 Arten (Varianten). Die Grundbauelemente sind bei beiden gleich. Sojus besteht aus 3 Hauptgruppen: Vorn befindet sich die fast kugelförmige Orbitalsektion, in der Mitte die Kommando- bzw. Rückkehrkabine und hinten die zylindrische Versorgungs- bzw. Antriebssektion. Die Gesamtlänge des Systems beträgt 7,13 m, davon entfallen auf die Orbitalsektion 2,65 m bei einem Durchmesser von 2,35 m, auf den Kommandoteil 2,2 m bei einem größten Durchmesser von 2,35 m, auf den Geräteteil 2,30 m bei einem größten Durchmesser

von 2,72 m. Die Masse beträgt 6,5 t. *Abb. 1.*

Die 2 Varianten sind das *Einsatzraumfahrzeug* („Sojus“) und das *Zubringerraumfahrzeug* (↗ Progress). Ersteres besitzt zur Bordenergieversorgung Solarzellenflächen mit einer Spannweite von rund 8,4 m. Die Bordenergieversorgung bei den reinen Transportraumfahrzeugen erfolgt durch mitgeführte chemische Stromquellen. *Abb. 2.*

Siehe die folgenden Artikel zu den einzelnen Sojus-Flügen. Die bemannten Raumflüge der UdSSR ↗ Tab. 1 und 3 im Anhang.

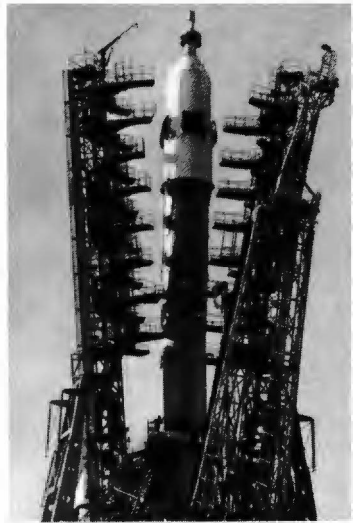
Zur Erprobung des neuen Raumfahrzeugtyps startete Wladimir Komarow mit *Sojus 1* am 23. 4. 1967. Er verunglückte am 24. 4. 1967 bei der Landung tödlich (Absturz aus 7 km Höhe), da sich das Fallschirmsystem nicht öffnete. Alle Bordsysteme hatten bis dahin einwandfrei gearbeitet. – *Sojus 2* wurde am 25. 10. 1968 unbemannt gestartet. *Sojus 3* mit Georgi Beregowoi erreichte am 26. 10. 1968 eine ähnliche Bahn, der Kosmonaut führte mehrere Annäherungen an Sojus 2 aus. –



Sojus, Abb. 1: Sojus-Raumfahrzeug für Orbitalflüge

1 Kopplungsstützen, 2 Orbitalsektion, 3 Kommandokabine, 4 Solarzellenflächen, 5 Triebwerksteil, 6 Versorgungsteil, 7 Antennen

Sojus 4 und 5 starteten am 14. bzw. 15. 1. 1969. An Bord befanden sich Wladimir Schatalow bzw. Boris Wolynow, Alexej Jelissejw und Jewgeni Chrunow. Nach der Kopplung beider Salut-Raumfahrzeuge (für rund 4 h Dauer) stiegen Jelissejw und Chrunow außenherum in *Sojus 4* über und landeten mit dessen Kommandanten am 17. 1. 1969. Wolynow kehrte mit *Sojus 5* am 18. 1. 1969 zurück. Mit diesem Unternehmen waren erstmals wesentliche Probleme einer experimentellen Raumstation gelöst worden. — *Sojus 6, 7 und 8* führten im Oktober 1969 einen Gruppenflug dreier Sojus-Raumfahrzeuge aus und landeten in der gleichen Reihenfolge ihrer Starts. Waleri Kubasow führte in *Sojus 6* ferngesteuert erste Schweißexperimente unter den Bedingungen des Vakuums und der Schwerelosigkeit aus. — *Sojus 9* startete am 1. 6. 1970 mit Andrijan Nikolajew und Witali Sewastjanow. Mit einem Langzeitflug (285 Erdumrundungen in knapp 18 Tagen) konnte nachgewiesen werden, daß der Mensch auch einen relativ lange dauernden Zustand der Schwerelosigkeit ohne gesundheitliche Schäden ertragen kann. — *Sojus 10*, gestartet am 22. 4. 1971 mit Alexej Jelissejw und Nikolai Rukawischnikow, koppelte an die 4 Tage zuvor gestartete Raumstation *Salut 1* an. Ein Umstieg erfolgte nicht. — *Sojus 11* startete am 6. 6. 1971 mit Georgi Dobrowolski, Wladislaw Wolkow und Wiktor Pazajew. Nach der Ankopplung an *Salut 1* und dem Umstieg in diese Station führten sie die verschiedensten wissenschaftlich-technischen Aufgaben aus. *Salut 1* — *Sojus 11* war die erste wissenschaftliche Raumstation der Erde geworden. Nach 24tägiger Arbeit in der Station erfolgte bei der Abspaltung des Orbital- und Versorgungsteils auf der Rückkehr eine explosive Dekompression (plötzlicher Druckabfall) der Kabinatmosphäre, was den Tod der 3 Kosmonauten zur Folge hatte. — *Sojus 12, 13 und 16* dienten der Vorbereitung des *Sojus-Apollo*-Unternehmens. Der Flug von *Sojus 12* (27.–29. 9. 1973) diente der Ausarbeitung verbesserter Navigationsmethoden. Mit *Sojus 13* wurden im Dezember 1973 alle

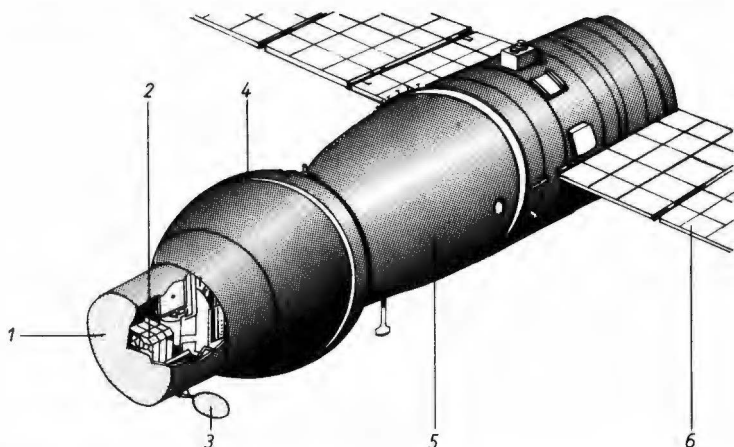


Sojus, Abb. 2: *Sojus-Raumfahrzeug* (durch die Schutzvorrichtung noch verdeckt) mit Trägersystem, Montagegerüsten und Haltetürmen vor dem Start

Flugmanöver des geplanten Unternehmens ausgeführt. Mit *Sojus 16* wurde 1 Jahr darauf das neuartige Kopplungssystem unter Weltraumbedingungen auf seine Funktionssicherheit geprüft. — *Sojus 14, 17, 18* brachten Kosmonautenduos zu den Raumstationen *Salut 3* bzw. *4*, in denen zahlreiche wissenschaftlich-technische Untersuchungen und Experimente, später auch biologische und medizinische Beobachtungen ausgeführt wurden. — Mit *Sojus 15* erfolgten besondere Flugerprobungen, darunter mehrere Annäherungen an die Raumstation *Salut 3*. Mit *Sojus (18)* starteten am 5. 4. 1975 Wassili Lasarew und Oleg Makarow. Da die dritte Stufe der Trägerrakete nicht einwandfrei arbeitete, mußte das Rettungssystem eingesetzt werden. Das Raumschiff gelangte auf eine ballistische Bahn und landete in der Gegend von Gorno Altajsk. — *Sojus 19* *Sojus-Apollo*-Unternehmen. — *Sojus 20* war das 2. unbemannte *Sojus-Raumfahrzeug*. Es

koppelte als drittes automatisch an die Raumstation Salut 4 an. Es diente u. a. der Vorbereitung von unbemannten Transportraumfahrzeugen (Progress). An Bord befanden sich zahlreiche Organismen und biologische Proben (wie Schildkröten, Fliegen, Kakteen, Getreidekörner, Gladiolenzwiebeln, Kleinstlebewesen, Bakterienkulturen), die nach 91 Tagen wieder auf der Erde landeten. – *Sojus 21 und 24* brachten jeweils Kosmonautenduos zur Raumstation Salut 5. Die Kosmonauten blieben 48 bzw. 17 Tage im Weltraum und führten an Bord der Station ähnliche Untersuchungen und Experimente aus wie die Kosmonautenbesatzungen der 4 früheren Salut-Sojus-Stationen. – Auch mit *Sojus 23*, gestartet am 14. 10. 1976, war die Fortführung der Experimente mit Salut 5 vorgesehen. Ein nicht den Berechnungen entsprechendes Arbeiten des Steuerungssystems für die Annäherung führte zum Abbruch des Kopplungsversuches. – *Sojus 22*, am 15. 9. 1976 mit Waleri Bykowski und Wladimir Axjonow gestartet, war an der Stelle, an der sich sonst bei Sojus-Raumschiffen der Kopplungsstutzen befindet, mit einer in der DDR (VEB Carl Zeiss Jena) gefertigten

Multispektralkamera MKF6 ausgerüstet. Mit ihr machten die Kosmonauten mehr als 2 500 Aufnahmen im sichtbaren und im infraroten Spektralbereich von großen Gebieten des Territoriums der UdSSR und dem gesamten Territorium der DDR. *Abb. 3 und 4.* – Die für *Sojus 25*, gestartet am 9. 10. 1977 mit 2 Kosmonauten, vorgesehene Kopplung mit der 10 Tage zuvor gestarteten neuen Raumstation Salut 6 (Salut 5 war 2 Monate vorher zielgerichtet in die dichteren Schichten der Erdatmosphäre und zum Verglühen gebracht worden) gelang nicht. Die Kosmonauten kehrten etwa 48 h nach dem Start zur Erde zurück. – *Sojus 26* startete mit den Kosmonauten Juri Romanenko und Georgi Gretschko am 10. 12. 1977. Die Kopplung an Salut 6 erfolgte am nächsten Tage. Die beiden Kosmonauten bildeten die erste Stammbesatzung. – *Sojus 27* mit den Kosmonauten Wladimir Dshanibekow und Oleg Makarow startete am 10. 1. 1978. Nach 17 Erdumkreisungen, am 11. 1., erfolgte die Kopplung mit Salut 6, die Kosmonauten stiegen um. Es war die erste Zusatzbesatzung der Raumstation. Sie arbeitete gemeinsam mit der Stammbesatzung bis zum 16. 1. 1978 und kehrte



Sojus, Abb. 3: Sojus 22

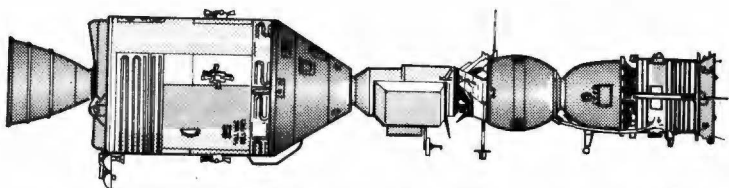
1 Sektion für Fotografie, **2** Multispektralkamera MKF6, **3** Öffnungsklappe für Fotoaufnahmen, **4** Orbitalsektion, **5** Kommandokabine, **6** Solarzellenflächen

mit Sojus 26 zur Erde zurück. – Mit **Sojus 28** startete der 1. Interkosmonaut; binnen 38 Monaten waren es insgesamt 9 *Interkosmonauten* (Kosmonauten aus den RGW-Ländern; ↗ Interkosmos 1.), die jeweils mit einem sowjetischen Kosmonauten (Kommandant) starteten: Vladimir Remek (ČSSR), Miroslaw Hermaszewski (Polen), Sigmund Jähn (DDR), Georgi Iwanow (Bulgarien), Bertalan Farkas (Ungarn), Pham Tuan (Vietnam), Arnaldo Tamayo Méndez (Kuba), Shugderdemidyn Gurragschaa (Mongolische VR), Dumitru Prunariu (Rumänien). Sie starteten (↗ Tab. S. 249) zur Raumstation Salut 6, von der sich herausstellte, daß ihre Lebensdauer infolge solider Konstruktion, nach Auswechslung reparaturbedürftiger und verschlissener Teile mehr als doppelt so lange war als ursprünglich vorgesehen. Bei Sojus 33 klappte die Ankopplung nicht; die anderen Sojus-Raumfahrzeuge bildeten mit Salut 6 einen „Orbitalkomplex“ (↗ Abb. S. 177), indem an der Raumstation gleichzeitig 2 Sojus oder ein Sojus und ein Progress angekoppelt waren. – Es gab bis Mai 1981 5 *Stammbesetzungen* – Kosmonautenduos (W. Kowaljonok und W. Rjumin waren je zweimal dabei), die über längere Zeit (die 4. Stammesbesetzung 185 Tage) im Weltall blieben. Weiterhin sind 2 sowjetische Kosmonautenduos (Sojus 27, Sojus T2), eine dreiköpfige Reparaturbrigade (Sojus T3) und 2 unbemannte Raumfahrzeuge (Sojus 34, Sojus T(1)) gestartet. Die Kosmonauten entluden bisher 12 Raumtransporter ↗ Progress und füllten sie mit Abfall- und Ballaststoffen. – Am 16. 12. 1979 startete erstmals *Sojus T*, eine verbesserte Version von Sojus (mit Solarzellen), das eine elektronische Datenverarbeitungsanlage an Bord hat sowie eine neuartige Innenausrüstung. Mit Sojus T3 starteten 3 Kosmonauten zu Wartungs- und Reparaturarbeiten an der über 3 Jahre in Betrieb befindlichen Raumstation Salut 6. Für den Hin- und Rückflug der Besetzungen war es wegen der langen Arbeitszeit der Stammesbesetzungen notwendig, daß verschiedene Raumfahrzeuge benutzt

werden, z. B. starteten W. Bykowski und S. ↗ Jähn am 26. 8. 1978 mit Sojus 31, arbeiteten bis 3. 9. gemeinsam mit der 2. Stammesbesetzung W. Kowaljonok und A. Iwantschenkow und kehrten mit Sojus 29 zurück, die 2. Stammesbesetzung mit Sojus 31 am 2. 11. 1978. Die 3. Stammesbesetzung hatte einen der 3 Treibstofftanks von Salut 6 stillzulegen, da in ihm eine Membran undicht geworden war. Sojus 34 wurde – von den Kosmonauten gesteuert – an den beiden Stützen der Raumstation umgekoppelt. Es war unbemannt gestartet, um die 3. Stammesbesetzung zurückzubringen. Sojus 32 war mit verschiedenen Proben und Aufnahmen (ohne Kosmonauten) am 13. 6. 1979 zur Erde zurückgeführt worden. – 4 Abb., ↗ Anhang 1.

Jetzt ist eine Etappe des Interkosmos-Programms abgeschlossen, die den Einsatz von Kosmonauten aller RGW-Länder vorsah (1978/81). Die wissenschaftlichen Versuche, die von den Interkosmonauten ausgeführt wurden, sind auf die Probleme des Landes zugeschnitten und werden von dessen Volkswirtschaft ausgewertet und genutzt. Bereits heute nutzen z. B. 600 Einrichtungen in der UdSSR die Aufnahmen und Daten, die aus dem Kosmos gewonnen wurden. Die 3. und 4. Stammesbesetzung von Salut 6 brachten der Fischerei einen Nutzen von über 50 Mill. Rubel. Auf einer Fläche von 40 000 km² im Nordosten der Kaspianiederung wurden 67 erdöl- bzw. erdgashaltige Schichten (10 im Flachwassergebiet) entdeckt. – Für den Perspektivzeitraum 1981/90 heißt es im Beschluß des XXVI. Parteitag der KPdSU: weitere Erforschung und Erschließung des Welt-raums im Interesse der Entwicklung von Wissenschaft, Technik und Volkswirtschaft.

Das **Sojus-Apollo-Unternehmen**, auch *Sojus-Apollo-Test-Projekt*, Abk. *SATP*, war das erste und bisher einzige internationale bemannte Raumflugunternehmen. Es diente der Entwicklung und Erprobung vereinheitlichter technischer Mittel für die Annäherung und Kopplung sowjetischer und amerikanischer Raumfahrzeuge. Das Unternehmen ist ein



Sojus-Apollo-Unternehmen: Sojus-Apollo-Raumfahrzeugkombination mit dazwischengeschaltetem Adapter für die Anpassung an die unterschiedlichen Atmosphären der Raumfahrzeuge

Beispiel friedlicher Zusammenarbeit im Weltraum.

Sojus 19 startete mit Alexej Leonow und Waleri Kubassow am 15. 7. 1975, 13.30 Uhr MEZ. 20.50 Uhr MEZ startete das Raumfahrzeug *Apollo (18)* der USA mit Thomas Stafford, Vance Brand und Donald Slayton (Trägerrakete Saturn IB). Am 17. 7. 1975 fanden für 44 h in 225 km Höhe eine Kopplung der beiden Raumfahrzeuge und gegenseitige Umsteigemannöver (durch eine spezielle von den USA entwickelte Luftschleuse) statt.

Die Raumfahrer führten gemeinsam wissenschaftliche und technologische Experimente und Untersuchungen aus. Nach einem Sonnenfinsternis-Experiment (Apollo deckte für Sojus die Sonnenscheibe ab) und einer erneuten An- und Entkopplung (für 3 h), in der die Rolle des aktiven Kopplungspartners gewechselt worden war, am 19. 7. 1975, trennten sich beide Raumfahrzeuge nach insgesamt 30 gemeinsamen Erdumrundungen endgültig voneinander. *Sojus 19* landete am 21. 7., *Apollo* am 24. 7. 1975.

Die UdSSR bewies mit der Raumstation *Salut 4* – *Sojus 18*, das vom 24. 5. bis 26. 7. 1975 als das bis dahin längste sowjetische Raumfahrtunternehmen durchgeführt wurde, daß sie gleichzeitig mehrere bemannte Raumfahrtunternehmen durchführen kann.

↗ Tab. 1, 2 und 3 im Anhang. – Abb.

„Sojus“-Trägerrakete ↗ Standardträger-
rakete der UdSSR.

solar [(lat.): auf die Sonne bezogen, zu ihr gehörend oder von ihr stammend. – Die *solare Radiostrahlung* ist die von der Sonne stammende Radiofrequenzstrahlung.

Die **Solar**konstante (lat., Konstante: fester Wert) ist eine Zahl, die angibt, wie groß die der Erde von der Sonne zugestrahlte Leistung je Quadratmeter Empfängerfläche ist. Dabei wird angenommen, die Sonne befindet sich in durchschnittlicher Entfernung von der Erde (≈ 1 AE), und die Sonnenstrahlen können ungehindert die Erdatmosphäre durchdringen. In diesem Falle betrüge die Solar**konstante** $1,4 \text{ kW/m}^2$.

Als **solar-terrestrische Erscheinungen** [beide (lat.) werden Erscheinungen und Vorgänge auf der Erde und im erdnahen Raum zusammengefaßt, die ihren Ursprung in Wirkungen der Sonne und ihrer Strahlung haben. Dazu zählen die Gravitation und der dadurch bewirkte nahezu gleichmäßige Abstand der Erde von der Sonne, ferner die Licht- und Wärmestrahlung, die u. a. Vorgänge in der Atmosphäre und die Lebensprozesse auf der Erde in Gang hält. ↗ Ionosphärenstörungen, ↗ Polarlichter und ↗ magnetische Stürme zählen zu den solar-terrestrischen Erscheinungen. Die Einwirkungen dieser Erscheinungen auf die Lebensprozesse werden von der ↗ Heliobiologie untersucht.

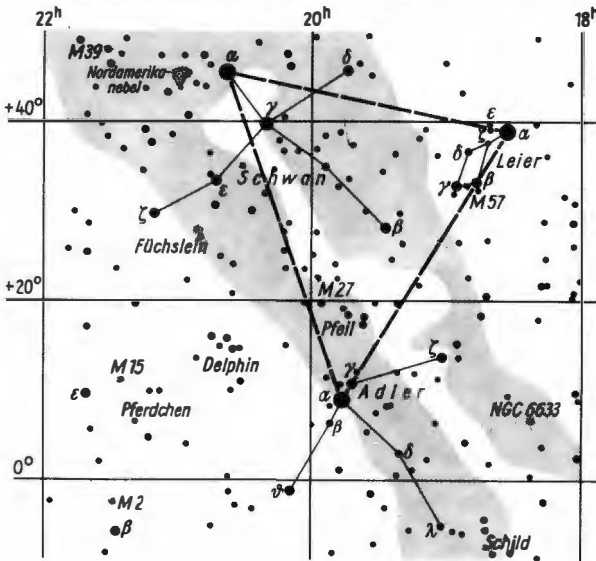
Solarzellen [(lat., solar: „Sonnen-“) bestehen aus Halbleiterfotovoltaikzellen, die die Eigenschaft haben, das Sonnenlicht direkt in elektrische Energie umzuwandeln. Im wesentlichen werden in der heutigen Zeit Silizium-(Si) und Galliumarsen-Zellen (GaAs) verwendet. Wegen ihres geringen Wirkungsgrades (nur 10 bis 15% der einfallenden Lichtenergie werden in elektrischen Strom umgewandelt) sind zur Bordenergieversorgung verhältnismäßig große Flächen notwendig. Ihr Wirkungs-

grad hängt außerdem vom Einfallswinkel der Sonnenstrahlung ab, weshalb die günstigste Möglichkeit die ständige Ausrichtung der Flächen auf die Sonne ist (die Solarzellenflächen sind heute meistens drehbar, wobei Fotozellen für die Ausrichtung auf die Sonne sorgen). Für die Zeit des Fluges im Erdschatten müssen deshalb *Pufferbatterien* vorhanden sein, in denen Energie gespeichert wird (heute meistens Silber-Zinn-Batterien). Zum Schutz gegen kosmische Erosion (Mikrometeorite, harte kosmische Wellenstrahlung, Korpuskularstrahlung) überzieht man Solarzellen, die für lange Zeit Energie liefern sollen, mit dünnen, lichtdurchlässigen Oberflächenschutzschichten. Das *Solstitium* [(lat.) ↗ Sonnenwende. *Sommerdreieck* nennt man die von den hellsten Sternen der Sternbilder Schwan (↗ *Deneb*), Leier (↗ *Wega*) und Adler (↗ *Atair*) gebildete Figur eines großen, nahezu gleichschenkligen Dreiecks. Es kulminiert in der zweiten Julihälfte gegen Mitternacht, ist aber am Abendhimmel bis in den Spätherbst hinein zu sehen. *Abb.*

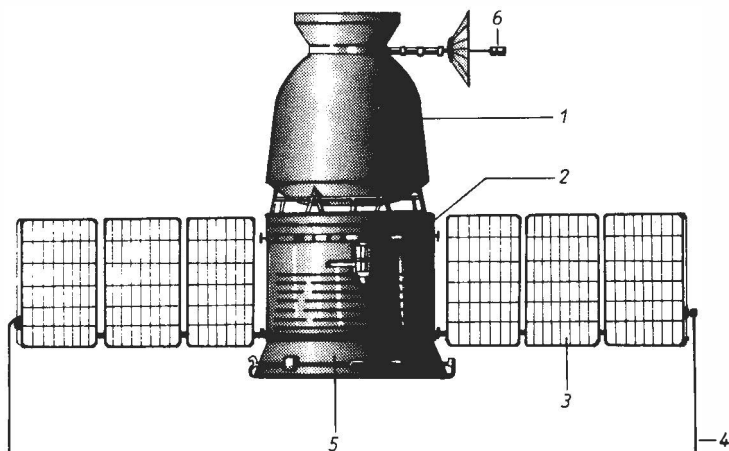
Sommerzeit ↗ Zonenzeit.

Sond [(russ.), im Deutschen auch *Sonde* genannt, heißt eine Serie von Planeten- bzw. Mondsonden der UdSSR. Sie wurden neben den Mond- („Luna“), Venus- („Venera“) und Marssonden („Mars“) eingesetzt, um den interplanetaren Raum zu erforschen, um Messungen besonders in Mond- und Marsnähe auszuführen sowie auch raumflugtechnische Probleme zu lösen. Einige dieser Raumflugkörper hatten Lebewesen an Bord, die zurückgeführt wurden. *Abb.*

In den Jahren 1964/70 wurden 8 Planetensonden dieses Typs gestartet. *Sond 1*, gestartet am 2.4.1964, gelangte auf eine Planetenbahn innerhalb der Erdbahn. Mit ihr erfolgte die Untersuchung des interplanetaren Raumes zu einer Zeit geringer ↗ Sonnenaktivität. *Sond 2* (Start am 30.11.1964) führte diese Untersuchungen im Raum zwischen Erde und Mars aus. *Sond 3* (Start am 18.7.1965) passierte den Mond und machte Aufnahmen des Teils seiner Rückseite, der beim Unternehmen ↗ *Luna 3* nicht erfaßt



Sommerdreieck



Sond

1 Instrumententeil, 2 Versorgungsteil, 3 Solarzellenflächen, 4 Antenne, 5 Antriebsteil, 6 Richtantenne

werden konnte. Sie gelangte auf eine Planetenbahn im Raum Erde–Mars. Nach einem Vorversuch mit *Sond 4* sind *Sond 5 bis 8* unbemannt nach Mondumläufen zur Erde zurückgeführt worden. Ihr Aufbau entsprach einem ↗ Sojus-Raumfahrzeug ohne Orbitalsektion. In *Sond 5* wurden Versuchstiere (Schildkröten, Pflanzen und Mikroorganismen) mitgeführt. Die Landung von *Sond 5* erfolgte im Indischen Ozean, *Sond 6* und *7* drangen über diesem Gebiet in die Erdatmosphäre ein, wurden aber so gesteuert, daß sie von der dichteren Atmosphäre der Erde abprallten, auf eine ballistische Bahn gelangten und auf dem Gebiet der Sowjetunion landeten. *Sond 8* näherte sich der Erde über der Nordhalbkugel, wurde hier abgebremst und landete im Indischen Ozean. *Sond 6–8* besaßen Fotoapparaturen zur Aufnahme des Mondes und der Erde.

Die **Sonne** ist eine selbstleuchtende Gasgugel hoher Temperatur (↗ Stern); sie ist der Zentralkörper des ↗ Sonnensystems. Da die Sonne nur 1 AE von der Erde entfernt ist, können in ihren oberflächennahen Schichten Erscheinungen und Vorgänge untersucht werden, die an

keinem anderen Stern direkt beobachtbar sind. *Tab.*

Die Sonne ist ein Stern der ↗ Spektralklasse G2 und gehört zur Hauptreihe des ↗ Hertzsprung-Russell-Diagramms. Sie dreht sich nicht wie ein starrer Körper um ihre Achse, sondern am Äquator schneller als in höheren (heliographischen) Breiten; daraus ergeben sich

Sonne: wichtige Daten

Radius: 696 000 km = 109 Erdradien

Masse: $1,99 \cdot 10^{30}$ kg = 333 000 Erdmassen

mittlere Dichte: $1,41 \text{ g/cm}^3$

Leuchtkraft: $3,8 \cdot 10^{23} \text{ kW} = 1 L_s$

(= Strahlungsleistung)

effektive Temperatur: 5770 K

Rotationsdauer: 25 bis 31 Tage

mittlere Entfernung Sonne–Erde:

149,6 Mill. km = 1 AE (↗ Erde *Tab. 2*)

Schwerebeschleunigung an der Oberfläche: 274 m/s^2

Neigung des Äquators gegen Ekliptik:

$7^\circ 15'$

scheinbare Helligkeit: $26^m,86$

absolute Helligkeit: $4^m,7$

Rotationsdauern von 25 bis 31 Tagen. Auch in den verschiedenen Schichten der Photosphäre ist die Rotationsdauer unterschiedlich. Außerdem wurde eine schwache Pulsation der Sonne festgestellt, bei der der Sonnenradius mit einer Periode von 2h 40min um mehrere km schwankt.

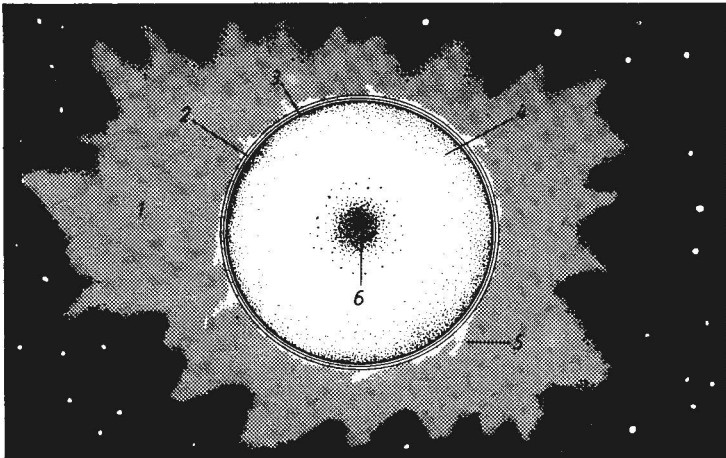
Im Zentralgebiet der Sonne wird bei Temperaturen um 15 Mill. K und bei einem Druck von mehreren 10 Mill. Gigapascal (10^{16} Pa) Atomkernenergie in Sonnenenergie umgewandelt. Diese \nearrow Energiefreisetzung läuft vor allem in Form der \nearrow Proton-Proton-Reaktion ab. Die Sonnenenergie wird dann durch das Sonneninnere sowie die \nearrow Wasserstoff-Konvektionszone nach außen transportiert und von der Photosphäre abgestrahlt. – Die \nearrow Photosphäre bildet mit der \nearrow Chromosphäre und der \nearrow Korona die Sonnenatmosphäre. In diesen Schichten sind mit einer etwa 11jährigen Häufigkeitsperiode verschiedene Erscheinungen (\nearrow Sonnenaktivitäten) zu beobachten. Die Sonne besitzt ein *allgemeines Magnetfeld*, dessen Induktion nur einige Zehntausendstel Tesla beträgt, und begrenzte *lokale Magnetfelder* mit Induktionen um einige

Zehntel Tesla. Diese lokalen Magnetfelder sind auch Zentren der Aktivitätserscheinungen. – *Abb.*

Die *Strahlungsleistung* der Sonne ist – für die Erde betrachtet – gewaltig. Der Erde wird je Quadratmeter Fläche eine Leistung von 1,4 kW zugestrahlt. Die Strahlung setzt sich aus elektromagnetischen Wellen (Röntgen-, ultraviolette Strahlung, sichtbares Licht, Infrarot- und Radiofrequenzstrahlung) und aus einer Teilchenstrahlung, dem \nearrow Sonnenwind, zusammen. Sie bewirkt die Erwärmung der Erde und darüber hinaus verschiedene Vorgänge und Erscheinungen, die als \nearrow solar-terrestrische Erscheinungen bezeichnet werden.

Die *scheinbaren Bewegungen* der Sonne, von der Erde aus gesehen, sind eine durch die Erdrotation bewirkte tägliche Bewegung von Ost nach West und eine durch den Umlauf der Erde verursachte jährliche Bewegung durch die Ekliptik.

Die **Sonnenaktivität** [{lat.}] ist ein Sammelbegriff für eine Reihe veränderlicher und nur vorübergehend auftretender Erscheinungen auf und in der Sonne. Sie zeigen sämtlich eine Häufigkeitsperiode von etwa 11 Jahren. Es handelt sich um



Sonne: Aufbau der Sonne

1 Korona, **2** Chromosphäre, **3** Photosphäre, **4** Wasserstoff-Konvektionszone, **5** Protonen, **6** Zentralregion

↗ Sonnenflecken, ↗ Fackeln, ↗ Protuberanzen, ↗ Filamente, ↗ chromosphärische Eruptionen, Veränderungen im Aussehen der ↗ Korona und Störungen in der Radiostrahlung der Sonne, die bis zu ↗ Radiostürmen anwachsen können. Auch der ↗ Sonnenwind weist solche Störungen und Ausbrüche auf.

Die Erscheinungen der Sonnenaktivität sind eng an Magnetfelder gebunden, die auslösend und steuernd wirken. Daher treten viele Erscheinungen oft auch in räumlicher Nachbarschaft auf; dieses betrifft besonders Flecken, Fackeln und Protuberanzen.

Instrumente zur Sonnenbeobachtung
↗ astronomische Beobachtungsinstrumente.

Die **Sonnenfackel** ↗ Fackel.

Die **Sonnenfinsternis** ↗ Finsternis 1.

Ein **Sonnenfleck**, eine Erscheinung der ↗ Sonnenaktivität, ist ein Gebiet der ↗ Photosphäre, das sich dunkel von seiner Umgebung abhebt. Es ist ein Zeichen für ein Magnetfeld an einer bestimmten Stelle der Photosphäre. In den Flecken ist

die Temperatur um 1000 bis 2000 K niedriger als in der ungestörten Photosphäre, auch der Druck und die Dichte sind niedriger. Größere Sonnenflecken weisen einen dunklen Kern (die Umbra) auf, der von einem etwas helleren Hof (der Penumbra) umgeben wird.

Sonnenflecken treten in einem etwa 11jährigen Rhythmus gehäuft auf; man spricht dann von einem **Sonnenfleckenmaximum**. Die Häufigkeit wird durch ein statistisches Maß, die ↗ **Relativzahl**, erfaßt. Sonnenflecken erscheinen meist gruppenweise, ihre Lebensdauer liegt zwischen wenigen Tagen und mehreren Monaten. — ↗ Fackel. ↗ Abb. Photosphäre: ↗ Abb. Relativzahl.

Ein **Sonnenjahr** ist der Zeitraum, den die Erde für einen vollen Umlauf um die Sonne benötigt. ↗ Kalender.

Die **Sonnenkorona** [(lat. (griech.) ↗ Korona.

Die **Sonnenparallaxe** [(griech.) ist der Winkel, unter dem – vom Sonnenmittelpunkt aus gesehen – der Äquatorradius der Erde erscheint. Er beträgt 8,8" und

Sonnensystem

Untersystem	Anzahl der Elemente des Untersystems	Gesamtmasse in Erdmassen	Durchmesser in km	Aufbau
Sonne	1	332 000	1 392 000	Gaskugel
Planeten	9	448	zwischen 4 876 und 143 650	unterschiedlich
Monde	über 40	0,12	zwischen etwa 10 und 5 100	unterschiedlich
Planetoiden	etwa 10 ⁵	0,1	zwischen rund 1 und 1 020	kompakt (Gestein)
Kometen	10 ⁷ bis 10 ¹⁰	etwa 0,1	Kerne: zwischen rund 1 und rund 100	in gefrorene Gase eingelagertes Gestein
Meteorite	?	10 ⁻⁶ ?	unterschiedlich	kompakt (Gestein, Eisen, Nickel)
Staub	Mikrometeorite (Durchmesser geringer als 0,1 mm)			
Gas	Protonen, Elektronen, Helium-Kerne aus der äußeren Sonnenatmosphäre (sehr geringe Dichte)			
Felder	Gravitationsfelder (z.B. die Schwerefelder der Sonne und der Planeten); Strahlungsfelder (z.B. das Feld der elektromagnetischen Strahlung der Sonne); Magnetfelder (z.B. die Magnetfelder der Erde und des Jupiter)			

dient zur genauen Bestimmung der \nearrow astronomischen Einheit. Die Sonnenparallaxe kann nur auf indirektem Wege, u. a. mittels des \nearrow Radio-Echo-Verfahrens, bestimmt werden. \nearrow Parallaxe.

Sonnensatelliten [(lat.) kann man alle natürlichen und künstlichen Objekte nennen, die sich auf einer Umlaufbahn um die Sonne befinden. Beispiele von künstlichen Sonnensatelliten sind die Raumsonden \nearrow Pioneer, \nearrow Luna, \nearrow Venera, \nearrow Sond.

Das **Sonnensystem** umfaßt außer der Sonne und dem Planetensystem eine Reihe weiterer Untersysteme, in denen sich Körper gleichartiger Beschaffenheit und gleichartiger Bahnverhältnisse vereinigen. Zum Sonnensystem gehören alle Himmelskörper, die durch die Massenanziehung an die Sonne gebunden sind. Es wird von Gravitations-, Strahlungs- und Magnetfeldern durchsetzt. *Tab.*

Sonnentag \nearrow Tag.

Die **Sonnenuhr** zeigt die wahre \nearrow Sonnenzeit durch den Schatten eines Gegenstandes, meistens eines Stabes, an. Er fällt auf eine in Stunden geteilte Skala (Zifferblatt). Das Zifferblatt kann horizontal oder vertikal oder parallel zur Äquatorebene gerichtet sein. Es gibt auch Sonnenuhren mit gewölbtem Zifferblatt.

Die **Sonnenwende** oder das *Solstitium* ist der Zeitpunkt, in dem die Sonne während ihrer scheinbaren jährlichen Bewegung den größten Abstand vom Himmelsäquator erreicht. Zur Sommer-Sonnenwende (Sommeranfang; um den 21. Juni) steht sie dem Nordpol des Himmels am nächsten; dann sind auf der Nordhalbkugel der Erde die Tage am längsten. Zur Winter-Sonnenwende (Winteranfang; um den 21. Dezember) hat die Sonne den größten südlichen Abstand vom Himmelsäquator. In den Sonnenwenden *wendet* sich die scheinbare Jahresbewegung der Sonne dem Himmelsäquator zu.

Als **Sonnenwind** oder *interplanetares Gas* bezeichnet man eine von der Sonne nach allen Richtungen in den Raum ausgehende Teilchenstrahlung, die vorwiegend aus

Protonen und Elektronen und einem Anteil von einigen Prozent Heliumkernen besteht. In Erdnähe beträgt die Teilchendichte im Mittel etwa 5 Protonen/cm³. Der Sonnenwind bewegt sich mit mittleren Geschwindigkeiten um 500 km/s. Er entstammt der Sonnenkorona.

Der Sonnenwind strömt ständig durch das Sonnensystem, aber nicht gleichmäßig, sondern mit beträchtlichen Dichte- und Geschwindigkeitsschwankungen. Er trägt Magnetfelder von der Sonne in den interplanetaren Raum. Eine wichtige Wirkung des Sonnenwindes ist die Verformung der irdischen \nearrow Magnetosphäre. Auch die Schweifbildung bei \nearrow Kometen geht größtenteils auf die Wirkung des Sonnenwindes zurück.

Die **Sonnenzeit** ist ein durch Sonnentage gemessenes Zeitmaß. Sonnenuhren geben *wahre Sonnenzeit* (wahre Ortszeit) an, das ist der um 12 Stunden vermehrte Stundenwinkel der Sonne. Die wahre Sonnenzeit ist jedoch kein streng gleichförmiges Zeitmaß, deshalb wird im allgemeinen die an der (gedachten) \nearrow mittleren Sonne gemessene *mittlere Sonnenzeit* benutzt. Die Differenz *wahre minus mittlere Sonnenzeit* ist die \nearrow Zeitgleichung.

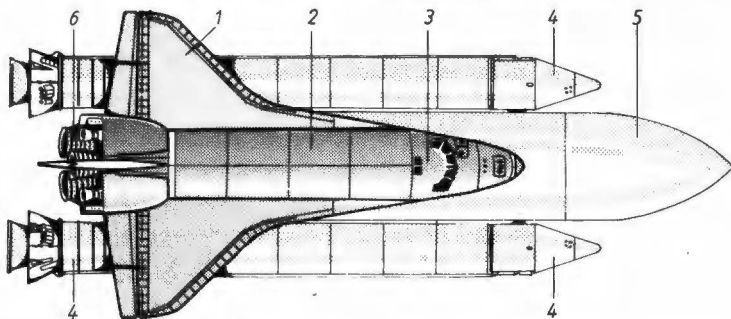
Space Shuttle [(engl., „Weltraumfähre“, sprich: spehß-schattl)] ist die Bezeichnung eines wiederverwendbaren Raumtransporters, der nach mehreren Verschiebungen erstmals am 12. 4. 1981 startete. Das eigentliche Raumfahrzeug, die *Raumfähre*, hat flugzeugähnliche Gestalt, es landet nach der aerodynamischen Abbremsung durch die untere Atmosphäre im Gleitflug wie ein Flugzeug. Die Einleitung der Rückkehr aus dem erdnahen Raum erfolgt durch Raketenantrieb wie bei Rückkehrsatelliten oder bemannten Raumfahrzeugen. Space Shuttle hat deltaförmige Tragflächen, die bis zum Ende des Rumpfes reichen. An der Flughinterkante (Spannweite von rund 24 m) ist das Höhenleitwerk angebracht. Das Seitenleitwerk sitzt hinten auf dem Rumpf. Die Rumpflänge beträgt 37 m. Vorn befindet sich das Cockpit für die Piloten, hinten Treibstofftanks und insgesamt 5 Flüssigkeitsraketenantriebe, dazwischen

der „Frachtraum“ von 18 m Länge und einem Innendurchmesser von 4,6 m. Hier soll die eigentliche Nutzmasse, das Weltraumlaboratorium *Spacelab* [engl. Kurzform, „Weltraumlaboratorium“] untergebracht sein (Start 1983 vorgesehen). Der Start des Shuttle erfolgt senkrecht, wie der einer Rakete. Der Tank für flüssigen Treibstoff, der parallel zum Shuttle angebracht ist, hat einen Durchmesser von mehr als 8 m und eine Länge von rund 40 m. Seitlich davon sind 2 große Feststoffraketen vorhanden, die beim Start zusammen mit den 5 Flüssigkeitstriebwerken gezündet werden. Durch diesen Antrieb kann das Raumfahrzeug auf eine Erdumlaufbahn in rund 250 km Höhe gelangen. Die leergebrannten Hüllen der Feststoffraketen sollen abgetrennt werden und an Fallschirmen im Meer niedergehen, wo man sie eventuell bergen kann. Der große Treibstofftank wird beim Eintauchen in die Atmosphäre verglühen. Nach dem Erreichen der Umlaufbahn soll dann der Frachtraum des Shuttle aufgeklappt werden. Seine Ausrüstung besteht aus 2 Teilen. In einem hermetisch abgeschlossenen Raum, der mit dem Cockpit durch eine Art Tunnel verbunden ist, können sich 2 Wissenschaftler aufhalten. Der andere Teil der Frachträume besteht aus Paletten, schalenförmigen Abschnitten mit wissenschaftlichen Instrumenten, die dem kosmischen Raum ausgesetzt sind. Es gibt verschiedene

Pläne, nach denen innerhalb von 12 Jahren bei 487 Flügen insgesamt 4 Shuttles jeweils 7 Tage im Einsatz sein sollen. Die Astronauten sollen auch aus 3 Ländern Westeuropas stammen. Es könnten auch Meß- und Nutzsatelliten ausgesetzt werden, die z. T. durch eigenen zusätzlichen Antrieb auf höhere Umlaufbahnen gelangen. Dazu gehört auch der Plan, ein großes Weltraumteleskop von 2,5 oder 3 m in eine Erdumlaufbahn zu bringen. 21 der 75 bis 1986 geplanten Starts dienen rein militärischen Zwecken. *Abb.*

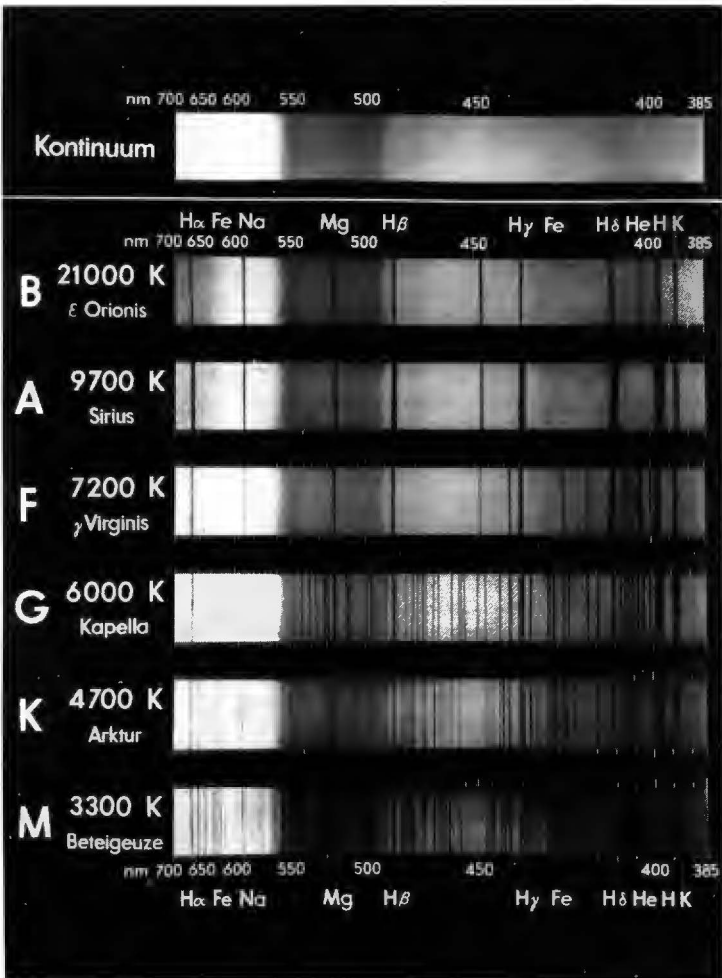
Die **Spektralanalyse** [(lat. + (griech.) ermittelt den physikalischen Zustand und die chemische Zusammensetzung der Stoffe. Sie untersucht dabei die Zusammensetzung des Lichtes bzw. anderer elektromagnetischer Wellen, die von diesen Stoffen ausgesandt werden. Der Energieverlauf im kontinuierlichen Spektrum und die Lage, die Stärke und die Konturen der Spektrallinien erlauben Rückschlüsse auf die physikalischen Verhältnisse und das Vorhandensein bzw. die Häufigkeit der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen.

Die Stärke der Spektrallinien ist durch die Zahl der betreffenden Atome, die Temperatur und die Dichte des leuchtenden oder absorbierenden Stoffes bestimmt. Eine mengenmäßige (quantitative) Spektralanalyse ist daher sehr kompliziert und setzt weitergehende Kenntnisse über das beobachtete Objekt voraus.



Space Shuttle

1 Tragfläche, 2 Frachtraum, 3 Pilotenkabine, 4 Feststoffraketen (Starthilfen), 5 Haupttreibstofftank, 6 Flüssigkeitsraketentriebwerk



Spektralklasse: die wichtigsten Spektralklassen der Sterne

Links die Spektralklasse, unter der effektiven Temperatur jeweils ein Stern als Beispiel, rechts das Spektrum mit den Spektrallinien (Wellenlänge in nm, Symbole der Elemente)

Die **Spektralfotometrie** [(lat. + (griech.) untersucht die Energieverteilung im Spektrum einer Lichtquelle, stellt also fest, wie hell die einzelnen Farbbereiche des Spektrumsstrahlen. Daraus kann z. B.

auf die effektive \nearrow Temperatur des Sterns geschlossen werden.

Die **Spektralklasse** oder der **Spektraltyp** ist eine \nearrow Zustandsgröße der Sterne. Sie ordnet einen Stern nach dem Vorkommen

und der Stärke bestimmter Linien in seinem Spektrum ein. Die Spektralklassen werden mit Großbuchstaben bezeichnet; die wichtigsten Spektralklassen sind O, B, A, F, G, K, M. In dieser Folge stellen sie eine Skale abnehmender effektiver \nearrow Temperaturen dar. Etwa 99% aller Sterne gehören zu den Spektralklassen B bis M. Einige wenige noch heißere Sterne werden den Spektralklassen O, P und W zugeordnet (\nearrow Wolf-Rayet-Stern); zu den Klassen K und M gibt es eine durch andere chemische Zusammensetzung der Sterne bedingte Nebenfolge mit den Klassen R, N und S (\nearrow Kohlenstoff-Sterne). Zur genaueren Festlegung werden die Spektralklassen durch die Ziffern 0 bis 9 dezimal unterteilt; so ist z. B. die Sonne ein G2-Stern, der Sirius hat die Spektralklasse A 1. In Anlehnung an eine heute als falsch erkannte Annahme über die Sternentwicklung bezeichnet man gelegentlich die Spektralklassen O und B als „frühe“ und die Klassen K und M als „späte“ Typen.

Die Spektralklasse wird aus Spektralaufnahmen gewonnen. Dazu genügen bereits Aufnahmen mit einem \nearrow Objektivprisma. \nearrow Spektralanalyse. – *Abb., Tab.*

Die **Spektraltypparallaxe** [(lat. + (griech. + (griech.))] ist eine Methode der fotometrischen \nearrow Entfernungsbestimmung. Aus dem \nearrow Hertzsprung-Russell-Diagramm kann, wenn die Spektralklasse bekannt ist, die Leuchtkraft und damit die absolute Helligkeit M des Sterns entnommen werden. Mit der direkt meßbaren schein-

baren Helligkeit m ergibt sich der \nearrow Entfernungsmodul $m - M$ und daraus die Entfernung. Wegen der Streuung der Leuchtkräfte bei gleichen Spektralklassen ist diese Methode nicht sehr genau.

Der **Spektrograph** [(lat. + (griech.)] ist ein Gerät zur Zerlegung einfallender Strahlung in ein \nearrow Spektrum. In ihm wird die photographische Schicht als Strahlungsempfänger verwendet. Der einfachste Spektrograph besteht aus einem Glasprisma, das vor dem Fernrohrobjektiv befestigt ist (\nearrow Objektivprisma). Spaltspektrographen besitzen einen im Brennpunkt des Fernrohrs angebrachten Spalt, durch den das Licht des zu untersuchenden Gestirns auf ein aus Linsen und Prismen bestehendes optisches System fällt, das das Spektrum auf den Strahlungsempfänger abbildet.

Das **Spektroheliogramm** [(lat. + (griech.)] ist eine fotografische Aufnahme der Sonne im Licht einer einzelnen Spektrallinie. Sie wird mit einem \nearrow Spektroheliographen oder mit speziellen Filtern gewonnen und zeigt im allgemeinen eine bestimmte Schicht innerhalb der Chromosphäre.

Der **Spektroheliograph** [(lat. + (griech.)] ist ein Gerät zur fotografischen Aufnahme der Sonnenoberfläche im Lichte einer Spektrallinie bzw. eines sehr engen Spektralbereiches. Das dabei entstehende Bild nennt man \nearrow Spektroheliogramm.

Das **Spektrometer** [(lat. + (griech.)] ist ein mit Meßskalen versehenes \nearrow Spektroskop. Es dient zur genauen Messung der

Spektralklassen: Die wesentlichen Spektralklassen der Sterne

Spektral- klasse	Wesentliche Absorptionslinien	Ungefähre effektive Temperatur in K	Farbe des Sternlichts
O	ionisiertes Helium	30 000	bläulich
B	neutrales Helium, Wasserstoff	15 000	bläulichweiß
A	Wasserstoff, ionisierte Metalle	9 000	reinweiß
F	ionisierte Metalle, Wasserstoff	7 000	gelblichweiß
G	ionisierte Metalle, Wasserstoff	5 500	gelblich
K	Metalle, Metalloxyde	4 000	rötlichgelb
M	Metalle, Metalloxyde	2 800	rötlich

Winkelablenkung der in ein \rightarrow Spektrum zerlegten Strahlung einer Strahlungsquelle, z. B. eines Sterns.

Das **Spektroskop** [(lat. + (griech.)] ist ein Gerät zur Zerlegung des Lichtes und zur visuellen Beobachtung des entstehenden \rightarrow Spektrums. Man unterscheidet Prismen-, Gitter- und Interferenzspektroskope. Jedes Spektroskop ordnet die im Licht enthaltenen Strahlungen verschiedener Wellenlängen (Farben) nebeneinander an und ermöglicht damit, die Zusammensetzung des Lichtes zu ermitteln. Die **Spektroskopie** [(lat. + (griech.)] ist die Auflösung der in ein \rightarrow Spektroskop, ein \rightarrow Spektrometer oder einen \rightarrow Spektrographen einfallenden Strahlung in ihre Wellenlängen. Dabei wird außer den Wellenlängen auch die Energieverteilung im \rightarrow Spektrum gemessen.

Das **Spektrum** [(lat.)] einer elektromagnetischen Strahlung, z. B. des Lichtes, ist eine übersichtlich angeordnete Folge der in der Strahlung enthaltenen Anteile verschiedener Wellenlängen. Fällt weißes Licht durch ein Glasprisma, so entsteht ein farbiges Lichtband, in dem die Farben Violett, Blau, Grün, Gelb, Orange und Rot nebeneinander angeordnet sind. Statt eines Prismas kann auch ein Beugungsgitter zur Zerlegung des Lichtes und Erzeugung eines Spektrums benutzt werden.

Licht von glühenden festen und flüssigen Körpern erzeugt eine ununterbrochene Farbfolge (*kontinuierliches Spektrum* oder *Kontinuum*). Im Licht leuchtender Gase (ausgenommen bei extrem hohem Druck) sind nur einzelne Wellenlängen enthalten, deshalb erzeugen solche Gase ein aus einzelnen farbigen Linien, den Spektrallinien, bestehendes Spektrum (*Emissionsspektrum*), das für die in dem betreffenden Gas enthaltenen chemischen Elemente typisch ist und daher zu deren Nachweis verwendet werden kann.

Kühle Gase, die einen glühenden Körper umgeben, verschlucken (absorbieren) die ihrem eigenen Spektrum entsprechenden Linien. So entstehen auf dem kontinuierlichen Farbenband dunkle Spektrallinien (*Absorptionslinien*). – Eine *Linienver-*



kontinuierliches Spektrum



Emissionsspektrum



Absorptionsspektrum

violett blau grün gelb rot

Spektrum: die wichtigsten Arten der Spektren

schiebung deutet auf eine Bewegung der Lichtquelle oder der absorbierenden Gase in Richtung der Gesichtslinie; so bedeutet eine Verschiebung zum langwelligen Ende des Spektrums (\rightarrow Rotverschiebung), daß sich die Lichtquelle vom Beobachter entfernt. \rightarrow Fraunhofer. – *Abb., Tab.*

Spektrumveränderliche \rightarrow Veränderliche. Die **Sphäre** [(griech.)] \rightarrow Himmelskugel. **sphärisch** [(griech.):] kugelförmig, in der Form eines Teils einer Kugelfläche. Die **sphärische Astronomie** [beides (griech.)] \rightarrow Astrometrie.

Spektrum: Arten

1. *kontinuierliches Spektrum*

Lichtquelle: glühende feste oder flüssige Körper; Gase unter extrem hohem Druck (Sterninneres)

2. *Linienspektren*

2.1. *Emissionsspektrum*

Lichtquelle: glühende oder ionisierte (atomare) Gase. Es entsteht, wenn sich kein absorbierender Stoff zwischen Lichtquelle und Beobachter befindet. Gibt Auskunft über die chemische Zusammensetzung der Lichtquelle.

2.2. *Absorptionsspektrum*

Lichtquelle wie beim kontinuierlichen Spektrum. Es entsteht, wenn das Licht durch einen Stoff verläuft, der einzelne Wellenlängen absorbiert. Gibt Auskunft über die chemische Zusammensetzung des absorbierenden Stoffes.

Die **sphärische Trigonometrie** [beides (griech.)] ist ein Teilgebiet der Mathematik. Sie behandelt die Berechnung von Dreiecken, die auf Kugeloberflächen liegen und deren Seiten durch Abschnitte von Großkreisen gegeben sind. In der Astronomie wird die sphärische Trigonometrie z. B. zur Begründung der Koordinatensysteme und zur Koordinatenumrechnung benötigt.

Die **Spica** [(lat.)] ↗ Spika.

Spiculen [(lat., „Spitzen“, Singular Spiculum) sind dünne Flammenzungen, aus denen sich die ↗ Chromosphäre der Sonne zusammensetzt. Ihre Höhe liegt bei 10000 km, ihr Durchmesser zwischen 500 und 1000 km. Die Spiculen verändern – wie auch die Strukturen der Granulation – ständig ihre Form und Größe.

Das **Spiegelteleskop** [(lat. + (griech.)] ↗ Fernrohr.

Die **Spika** [(lat., „Kornähre“) oder *Spica*, Kurzzeichen α Vir, ist der Hauptstern des Sternbildes Jungfrau. Der bläulichweiße Stern (scheinbare Helligkeit +1 Größenklasse) ist ein spektroskopischer Doppelstern; die Masse der helleren Komponente beträgt 11 Sonnenmassen.

Ein **Spiralnebel** ist ein ↗ Sternsystem, ähnlich dem Milchstraßensystem, das beim Blick auf die Scheibenebene eine Spiralstruktur aufweist. Etwa 60% aller Sternsysteme sind Spiralnebel, davon rund $\frac{1}{3}$ ↗ Balkenspiralen. Die Spiralarme eines Sternsystems liegen in einer dünnen ebenen Schicht. In ihnen befinden sich viele junge Objekte der ↗ Sternpopulation I. Die Spiralarme enthalten aber nur einen kleinen Teil der Gesamtmasse eines Sternsystems. Wegen der großen Helligkeit der in ihnen konzentrierten Objekte treten sie auffällig in Erscheinung.

Spiralnebel rotieren differentiell, d. h. die Kerngebiete und die inneren Bereiche der Spirale rotieren schneller als die Außengebiete. Die Spiralarme werden dabei wahrscheinlich nachgeschleppt. Wegen der ↗ differentiellen Rotation müßten die Spiralarme nach wenigen Umläufen aufgewunden und damit unkenntlich gemacht worden sein. Man nimmt an, daß das Spiralmuster keine stoffliche, dauerhafte Struktur ist, son-

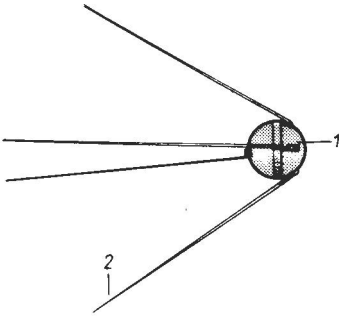
dern durch eine Wellenerscheinung, eine Dichtewelle, entsteht.

Die Bezeichnung Spiralnebel ist irreführend. Sie geht auf die Entdeckungszeit der Spiralstruktur zurück, als die wahre Natur der Sternsysteme noch unbekannt war.

Die **Spiralstruktur der Galaxis** [(lat. + (griech.)] kann durch den Vergleich mit anderen Sternsystemen und durch die Untersuchung bestimmter, in den Spiralarmen gehäuft vorkommender Objekte ermittelt werden. Als solche **Spiralarmindikatoren** dienen u. a. H-II-Gebiete, bestimmte ↗ Sternassoziationen und ↗ offene Sternhaufen und bestimmte ↗ Delta-Cephei-Sterne. Die umfangreichsten Ergebnisse lieferte jedoch die radioastronomische Untersuchung der H-I-Gebiete des ↗ interstellaren Gases.

Mit Sicherheit wurden bisher im Milchstraßensystem 4 Spiralarme nachgewiesen; die Sonne befindet sich am Innenrand eines dieser Arme. Alle Spiralarme werden bei der ↗ Rotation der Galaxis wahrscheinlich nachgezogen.

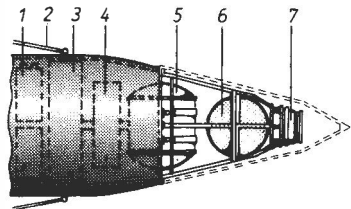
Der **Sputnik** [(russ., „Reisegefährte“, „begleiter“, „Trabant“) war der Name der ersten ↗ künstlichen Erdsatelliten. Sie wurden von der UdSSR in einer Zeit gestartet, in der zahlreiche weltgeschichtliche Ereignisse von der Leistungsfähigkeit der sowjetischen Industrie und dem hohen Stand der sowjetischen Wissenschaft und Technik zeugten (wie das erste Atomkraftwerk der Welt, 1954, oder der erste Atomeisbrecher „Lenin“, 1957). Mit ihnen begann die ↗ Geschichte der Raumfahrt; mit ihnen zeigte der Mensch, daß er – gut 50 Jahre nach den ersten erfolgreichen Flügen mit einem Motorflugzeug – in der Lage ist, mittels Anwendung von Wissenschaft und Technik direkt die Umgebung des Planeten Erde (vorerst noch die Erdatmosphäre), das Weltall, zu erforschen. Bis dahin war die Erforschung des Weltraums nur mit optischen (z. B. Fernrohr) und radioastronomischen Mitteln (↗ Radioteleskop) möglich. – Sputnik I war der Beginn einer langen Reihe von der Sowjetunion planmäßig vorangetriebener Forschungsvorhaben im Weltraum, die bisher über die (erste)



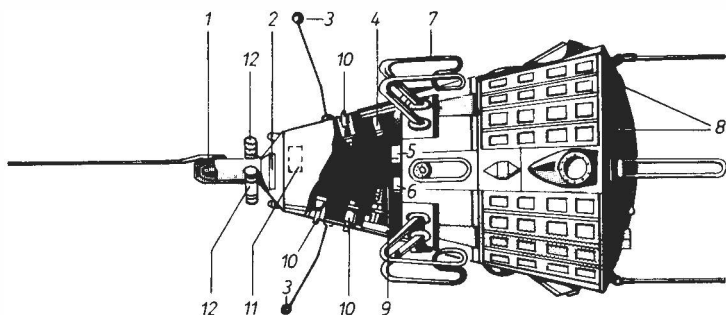
Sputnik, Abb. 1: Sputnik 1
 1 Hauptkörper mit 2 Sendern und chemischen Stromquellen, 2 Stabantenne

sichere Rückführung eines Satelliten zur Erde (↗ Korabl-Sputnik), über den (ersten) Menschen im Weltraum (↗ Wostok), das (erste) mehrsitzige bemannte Raumfahrzeug (↗ Wolochod), die (erste) weiche Mondlandung (Luna 9), Landungen auf dem Mars und der Venus, die (erste) Kopplung zweier bemannter Raumfahrzeuge (Sojus 4 und 5) bis zur (ersten) wissenschaftlichen Raumstation (Salut 1 – Sojus 11) und dem Start von Kosmonauten aus RGW-Staaten im Rahmen des ↗ Interkosmos-Programms führt. So wie auf dem Gebiet der Astronomie mit den Quasaren und Pulsaren neuartige, bisher unbekannte Gebilde im Weltall entdeckt wurden, bringt die Raumfahrt durch die Messung von Daten bzw. die Untersuchung der Materie außerhalb der Erde völlig neue Erkenntnisse (Meßwerte von Sputnik 2 lieferten z. B. erste Anhaltspunkte auf das Vorhandensein der ↗ Strahlungsgürtel). So wie heute radioastronomische Beobachtungen im Infrarot-, Ultraviolett- und Röntgenwellenbereich zu den wichtigsten Untersuchungsmethoden der Astrophysik gehören – G. Galilei kannte nur das Fernrohr –, schlossen die ersten Erdsatelliten das Tor auf zur direkten Untersuchung von Mondgestein und interplanetarer Materie oder zu Fotografien der Erdoberfläche aus über 200 km Höhe durch die Multispektralkamera, die unmittelbaren volkswirtschaftlichen Nutzen

bringen. So zeigt auch die Entwicklung der Raumfahrt, daß die Welt grundsätzlich erkennbar, das Weltall erforschbar ist. – **Sputnik 1**, gestartet am 4. 10. 1957, der erste von Menschenhand geschaffene Raumflugkörper, ist zum Symbol für die Raumfahrt geworden. Er ist – wie auch seine beiden Nachfolger – vom Raketenstartplatz Baikonur mit einer zweistufigen Trägerrakete auf eine elliptische Umlaufbahn von rund 65° Bahnneigung gebracht worden. Sputnik 1 besaß einen Sender (Leistung 1 W), der Meßwerte von Temperatur und Druck aus dem Innern des mit Stickstoff gefüllten Satellitenkörpers ausstrahlte. Dadurch sowie durch die Bahnverfolgung konnten u. a. Angaben über die Luftdichte der hohen Atmosphäre gewonnen werden. Seine Funktionsdauer betrug rund 22 Tage. **Abb. 1, Tab. – Sputnik 2** war der 2. Raumflugkörper. Er war ein ↗ Biosatellit (biologischer Satellit): an Bord befand sich die Hündin Laika, die eine Woche im Kosmos lebte. Zahlreiche Daten über das Verhalten eines Lebewesens unter den Bedingungen des Raumflugs, besonders bei Schwerelosigkeit, wurden zur Erde übermittelt. Das war der erste Vorversuch für die bemannte Raumfahrt. Weiterhin wurden die solare sowie die kosmische Strahlung untersucht. – Der Nutzmassekörper war nicht von der letzten Stufe der Trägerrakete getrennt worden, daher die Länge des Raumflugkörpers. Bei 30 m Länge betrug der größte Durchmesser der letzten Raketenstufe rund 3 m. **Abb. 2. –**



Sputnik, Abb. 2: Sputnik 2
 1 chemische Stromquelle, 2 Antenne, 3 Sendeanlage, 4 Geiger-Müller-Zähler, 5 Behälter mit Versuchstier, 6 Sendeanlage, 7 Meßgeräte für solare Strahlung



Sputnik, Abb. 3: Sputnik 3

1 Magnetometer, 2 Solarzellen, 3 Ionenfalle, 4 Fluxmeter, 5 Meßgerät für schwere Kerne, 6 Meßgerät für kosmische Strahlung, 7 Antenne, 8 Mikrometeoritendetektoren, 9 Massenspektrometer, 10 Magnet- und Ionisationsmanometer, 11 Meßgerät für Protonen, 12 Meßgerät für solare Strahlung

Sputnik 3 war der dritte sowjetische Erdsatellit. Er stellte das erste geophysikalische Laboratorium zur umfassenden Untersuchung der Hochatmosphäre und des erdnahen kosmischen Raumes dar. Er besaß wiederum eine andere äußere Gestalt; allein rund 900 kg seiner Masse entfielen auf die wissenschaftliche Apparatur. Zur Energieversorgung dienten chemische Stromquellen und erstmals (versuchsweise) Solarzellen, welche bis

kurz vor dem Verglühen Energie für den Peilsender lieferten. Sputnik 3 übermittelte fast 2 Jahre lang Angaben über die physikalischen Verhältnisse im erdnahen kosmischen Raum. Mit der Auswertung der Untersuchungsergebnisse von Sputnik 3 war die erste Etappe des sowjetischen Programms zur Erforschung des erdnahen kosmischen Raumes mit künstlichen Satelliten abgeschlossen. Abb. 3, Tab.

Sputnik: Daten der ersten künstlichen Erdsatelliten der Sowjetunion

	Start Datum	Masse kg	Lebens- dauer Tage	Verglüht am	Perigäum in km	Apogäum in km
Sputnik 1	4. 10. 1957	83,6	92	4. 1. 1958	228	947
Sputnik 2	3. 11. 1957	508,3	162	14. 4. 1958	225	1671
Sputnik 3	15. 5. 1958	1327	692	6. 4. 1960	226	1881
	Erdumläufe	Um- laufzeit min	Form	Länge m	Größter Durch- messer m	Bemerkungen
Sputnik 1	1400	96,17	Kugel	—	0,58	1. künstlicher Erdsatellit
Sputnik 2	2370	103,75	Kegel ¹	30	1,2	1. Biosatellit
Sputnik 3	10037	105,95	Kegel	3,57	1,73	umfangreiches Meßprogramm

¹ mit letzter Raketenstufe (Zylinder)

SRATS ↗ Taiyo.

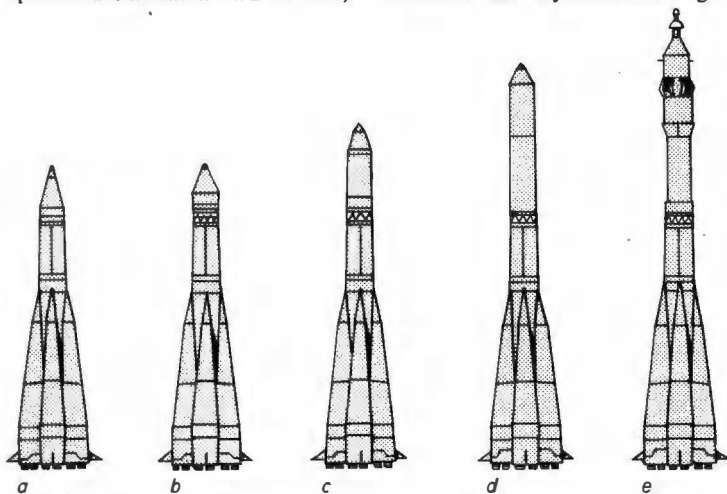
SRET ist die Bezeichnung für französische Forschungssatelliten, die mit sowjetischen Trägerraketen gestartet werden. SRET 1 wurde zusammen mit Molnija 1 am 4.4.1972 auf eine Erdumlaufbahn gebracht. Der Auftraggeber war das Centre National d'Etudes Spatiales (CNES). Hauptaufgabe dieses Satelliten war das Erproben verschiedenartiger Typen von Solarzellen, die auf den Außenseiten angebracht waren. — SRET 1 hat die Form eines Doppelkegels mit einem Durchmesser von 56 cm. Seine Masse beträgt 15 kg. Der Startort war Baikonur. Die Flugbahn war der des Molnija-Satelliten ähnlich; die anfängliche Umlaufzeit betrug 11 h 45 min, die Bahnneigung machte $65,48^\circ$ aus; das Perigäum lag bei 460 km, das Apogäum bei 39248 km. Er verglühte am 26.2.1974.

SRET 2 wurde am 5.6.1975, wieder zusammen mit einem Molnija-Satelliten gestartet. Die stark elliptische Bahn befindet sich zwischen 400 und 40871 km Höhe, die Bahnneigung beträgt $62,77^\circ$.

Ein S-Stern ist ein Stern der — sehr seltenen — ↗ Spektralklasse S. In seinem Spektrum treten Banden von Zirkonoxid,

Yttriumoxid und Lanthanoxid sowie Linien neutraler Atome auf.

Die Standardträgerrakete der UdSSR ist die dreistufige Trägerrakete, die bisher bei den meisten sowjetischen Raumflugunternehmen (bemannt und unbemannt) eingesetzt worden ist. Als 1. Stufe wirken die 4 seitlich angesetzten kegelförmigen Raketen (mit Vierkammertriebwerken) von 19 m Länge und 3 m Durchmesser, die je einen Schub von 9,8 MN erzeugen. Die 2. Stufe, die ebenfalls bereits beim Start gezündet wird, hat eine Länge von 28 m und einen größten Durchmesser von 2,95 m. Auch sie besitzt ein Vierkammertriebwerk, das 980 kN Schub liefert. Die 3. Stufe ist — je nachdem, auf welche Umlaufbahn der Raumflugkörper gebracht werden soll — verschiedenartig gestaltet. Bei der Sojus-Trägerrakete hat sie eine Länge von 8 m und einen Durchmesser von 2,6 m. Sie erzeugt im Vakuum einen Schub von 300 kN. — Die Startmasse der Standardrakete liegt in der Größenordnung von 300 Tonnen. In allen Stufen werden als Treibstoff Kerosin und Sauerstoff verwendet. Die Gesamtlänge der Rakete einschließlich des Sojus-Raumfahrzeuges



Standardträgerraketen der UdSSR: a für Sputnik (zweistufig), b für Luna 1 bis 3, c für Wostok, d für Planetensonden (vierstufig), e für Sojus

macht etwa 49 m aus, der größte Durchmesser (über die aerodynamischen Stabilisierungsflächen) beträgt 10,3 m – Zum Start der 3 \nearrow Sputniks wurde sie noch ohne 3. Stufe eingesetzt. Als Trägerrakete von Mond- und Planetensonden (z. B. Luna, Venera) wird eine vierstufige Version eingesetzt. *Abb.*

Das **Startfenster** ist der Zeitraum, in dem Starts von Raumflugkörpern das Erreichen einer bestimmten Flugbahn (und damit eines bestimmten Ziels) grundsätzlich möglich machen. Bei \nearrow Erdsatelliten bezieht es sich auf bestimmte Stunden und Minuten eines Tages, wenn zu einer bestimmten Tageszeit ein bestimmtes Gebiet überflogen werden soll. Zum Erreichen eines anderen Raumflugkörpers (z. B. beim Einsatz von Zubringerraumfahrzeugen für Raumstationen) muß das Startfenster mit der Genauigkeit von Sekunden eingehalten werden. Bei Flügen zum Mond wiederholt sich ein Startfenster nur etwa jeden Monat einmal (Dauer eines Mondumlaufs).

Bei Flügen zu anderen Planeten ist es wesentlich komplizierter. Das Startfenster heißt hier auch *synodische Periode*. Sie beträgt für Merkur 116 Tage, Venus 584 Tage, Mars 780 Tage (25 bis 26 Monate), Jupiter 398 Tage, Saturn 378 Tage und nähert sich bei den Planeten jenseits des Saturn dem Wert von 365 Tagen an. Sie ist im wesentlichen abhängig von der Stellung dieser Planeten zur Erde sowie der Antriebskraft der Trägerrakete.

stationär [(lat.) \nearrow Nachrichtensatelliten.

Stazionär [(russ., „stationär“) \nearrow Raduga. **Stazionär T** [(russ.) \nearrow Ekran.

Die **Steady-State-Theorie** [engl.; sprich: stedi steit θiəri] ist eine Vorstellung über den Aufbau des Weltalls. Sie nimmt an, daß das heutige Weltall nicht aus einem überdichten Zustand hervorgegangen ist und zu jeder Zeit eine konstante Dichte aufweist. Um trotz der beobachteten \nearrow Expansion des Weltalls dessen konstante Dichte zu erklären, wird angenommen, daß im Kosmos laufend Materie aus dem Nichts entsteht. Die Steady-State-Theorie wird heute weit-hin abgelehnt.

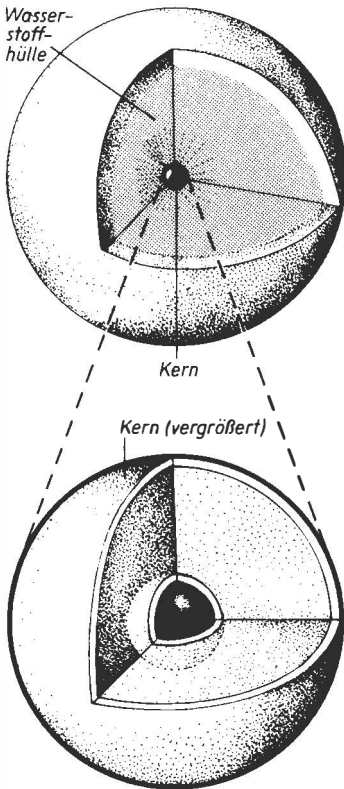
Steinbock oder lat. *Capricornus* (Genitiv *Capricorni*), Abk. *Cap*, heißt ein Tierkreissternbild am Südhimmel, das in der 1. Augusthälfte um Mitternacht kulminiert.

Der **Steinmeteorit** [(griech.) \nearrow Meteorit. Die **Stellarastronomie** [(lat. + (griech.), ein Teilgebiet der \nearrow Astronomie, befaßt sich mit der Erforschung der physikalischen Natur, der räumlichen Verteilung und den Bewegungen der Sterne, der Sternsysteme und der interstellaren Materie. – \nearrow Herschel.

Die **Stellarstatistik** [beide (lat.) ist ein Teilgebiet der Astronomie, das sich vor allem mit dem räumlichen Aufbau des Milchstraßensystems sowie mit den Bewegungen und der Verteilung seiner Sterne befaßt. Eine wichtige Methode der Stellarstatistik sind Sternzählungen an repräsentativen Gruppen von Sternen. Wegen der großen Anzahl der Sterne im Milchstraßensystem, die auf 100 Md. geschätzt wird, kann die Stellarstatistik immer nur mit ausgewählten Bereichen arbeiten, die als *Eichfelder* gleichmäßig über die gesamte scheinbare Himmelskugel verteilt sind.

Ein **Stern** oder früher \nearrow *Fixstern* ist eine selbstleuchtende Gaskugel hoher Temperatur. Mit Ausnahme der Sonne erscheinen alle Sterne von der Erde aus wegen ihrer großen Entfernungen auch im Fernrohr nur als leuchtende Punkte. Nur für sehr nahe Sterne ist es seit 1974 durch ein spezielles Verfahren (die Speckle-Interferometrie) möglich geworden, Abbildungen von Oberflächeneinzelheiten zu erhalten.

Das Sterninnere ist mit herkömmlichen Mitteln nicht beobachtbar; das Licht wird von der \nearrow Sternatmosphäre in den Raum ausgestrahlt. Das Innere enthält aber fast die gesamte \nearrow Masse des Sterns (\nearrow chemische Zusammensetzung eines Sterns), in ihm wird auch die Energie freigesetzt. Die Sterne werden durch die Gravitationswirkung der in ihnen vereinigten Masse zusammengehalten und haben deshalb Kugelgestalt. (Abweichungen treten bei schneller Rotation, bei starken Magnetfeldern oder beim Vorhandensein naher Begleiter auf.) Sie sind stabil, wenn



Stern: Aufbau eines Riesensterns

der nach innen gerichteten Gravitation ein gleich großer Druck nach außen entgegenwirkt; er setzt sich aus dem Gasdruck und dem – nur bei massereichen Sternen bedeutenden – Strahlungsdruck zusammen. In der Regel ist das Sterninnere gasförmig. Im Inneren von \nearrow Weißen Zwergen und im Zentralgebiet einiger \nearrow Riesensterne treten kompliziertere Zustände auf, die aber auch gasförmig sind. *Abb.*

Die Strahlung der Sterne entsteht im allgemeinen durch \nearrow Kernfusion, indem aus leichten Atomkernen schwerere gebildet werden. Diese Prozesse laufen nur bei hohen Temperaturen und Dichten ab, daher sind die Energiequellen in den

Zentralgebieten der Sterne zu finden. Neben der Kernfusion spielen auch \nearrow Kontraktion und Abstrahlung gespeicherter Wärmeenergie in bestimmten Abschnitten der Sternentwicklung eine Rolle. Die freigesetzte Energie wird durch Strahlung, \nearrow Konvektion oder Wärmeleitung zur Sternoberfläche transportiert und von dort in den Weltraum abgestrahlt.

Sterne werden durch ihre \nearrow Zustandsgrößen beschrieben. Zwischen diesen Größen bestehen bestimmte Beziehungen, die sich in Zustandsdiagrammen, z. B. im HRD, ausdrücken lassen. Je nach ihrer Stellung in diesem Diagramm teilt man die Sterne in verschiedene Gruppen ein; die wichtigsten sind die Sterne der \nearrow Hauptreihe, die \nearrow Riesensterne und die \nearrow Weißen Zwerge. Diese Gruppen sind auch für die Untersuchung der \nearrow Sternentwicklung wesentlich. – \nearrow Sternentstehung.

In der Umgangssprache werden alle mit bloßem Auge punktförmig erscheinenden Gestirne, also z. B. auch die Planeten, als Sterne bezeichnet. Während jedoch die Planeten ihre Positionen an der scheinbaren Himmelskugel laufend verändern, behalten die Sterne ihre Positionen zueinander über lange Zeiträume im wesentlichen unverändert bei. Die durch die \nearrow Eigenbewegung bedingten Veränderungen sind nur mit empfindlichen Instrumenten meßbar.

Die 4 unserem Sonnensystem am nächsten befindlichen Sterne sind \nearrow Proxima Centauri, α Centauri (Doppelstern) und \nearrow Barnards Stern; sie liegen alle näher als 2 pc. – Sterne sind Bestandteile von \nearrow Sternsystemen.

Die **Sternassoziation** [lat.] ist eine Gruppe physikalisch zusammengehöriger Sterne, die aber am Himmel sehr weit verstreut sind und sich deshalb nicht – wie etwa die Sternhaufen – als Gruppe aus der Gesamtheit der Sterne herausheben. Ihre Zusammengehörigkeit ist an ihrem Bewegungsverhalten im Raum und an ihren Spektren zu erkennen. Sternassoziationen werden von O- und B-Sternen und von T-Tauri-Sternen gebildet, also von sehr jungen kosmischen Gebilden. Man

nimmt an, daß es sich um Gruppen neu entstandener Sterne handelt, die im Laufe der Zeit auseinanderstreben. Eine bekannte Assoziation von O-Sternen befindet sich im \nearrow Orionnebel, eine Assoziation von T-Tauri-Sternen im \nearrow Nordamerikanenebel.

Auf das geringe Alter dieser Sterne weist auch der Umstand hin, daß sich viele von ihnen im \nearrow Hertzsprung-Russell-Diagramm noch rechts der Hauptreihe, also im Bereich der kontrahierenden \nearrow Protosterne, befinden. \nearrow Sternentstehung.

Der **Sternatlas** ist eine Zusammenstellung mehrerer \nearrow Sternkarten. Er umfaßt nicht immer die gesamte scheinbare Himmelskugel, sondern oft nur den Bereich, der von einem bestimmten Ort aus beobachtbar ist. Der zur Zeit größte Sternatlas ist der *Mount Palomar Sky Survey* („Himmelsaufnahmen von \nearrow Mount Palomar“) mit 935 Aufnahmen, die den gesamten Himmel überdecken. *Tab.*

Sternatlas

Sternatlas	Autor	Grenzhelligkeit
Himmelsatlas	Kohl, Felsmann	6 ^m
Sternatlas (1975.0)	Marx, Pfau	6 ^m
Atlas Coeli	Bečvář	7 ^{m,8}
Sternatlas	Michailow	8 ^m
Mount Palomar Sky Survey	—	21 ^m

Die **Sternatmosphäre** [(griech.)] ist der Bereich eines Sterns, der unmittelbar beobachtet werden kann. Ihre Dicke beträgt meistens weniger als 1% des Sternradius. Die Sternatmosphäre besteht aus einer \nearrow Photosphäre und weiteren, darüberliegenden Schichten; eine exakte Grenze zwischen der Atmosphäre und dem Inneren eines Sterns existiert nicht.

In der Sternatmosphäre entsteht das \nearrow *Spektrum des Sterns*. Es ist in der Regel ein Absorptionslinienspektrum, dessen kontinuierlicher Untergrund in den tiefen Photosphärenschichten entspringt und

dessen Absorptionslinien von den Atomen und Molekülen der oberen Schichten hervorgerufen werden. Das Sternspektrum wird entscheidend von der Temperatur und der Schwerebeschleunigung in der Sternatmosphäre beeinflusst.

Zwergsterne (Hauptreihensterne) und Riesensterne weisen deutliche Unterschiede in bezug auf Dichte und Ausdehnung ihrer Atmosphären auf. Riesensterne besitzen sehr ausgedehnte Atmosphären mit außerordentlich geringer Dichte. Bei Überriesen kann die Atmosphäre so mächtig sein wie der Radius des Sterns. Die \nearrow Hüllensterne besitzen atmosphärenähnliche Gashüllen, aus denen ständig Materie in den interstellaren Raum abströmt. Diese Atmosphären sind also nicht stabil.

Die Theorie der Sternatmosphären hat die Aufgabe, den physikalischen Aufbau und die chemische Zusammensetzung der Sternatmosphären zu ermitteln. Derartige Berechnungen sind außerordentlich aufwendig und langwierig, deshalb begnügt man sich meistens mit Näherungen. Ein wichtiges Ergebnis solcher Analysen ist, daß die chemische Zusammensetzung der Sterne innerhalb einer \nearrow Sternpopulation sehr große Ähnlichkeit zeigt, während die Sterne unterschiedlicher Populationen auch deutliche Unterschiede in ihren chemischen Zusammensetzungen aufweisen.

Die **Sternbedeckung** ist eine Bedeckung eines Sterns durch den Mond. Die Beobachtung solcher Erscheinungen ist sehr wichtig, weil sie genaue Grundlagen für die Theorie der Mondbewegung und für die Ermittlung von Unregelmäßigkeiten der Erdrotation liefert. Der Mond kann alle Sterne innerhalb eines etwa 10° breiten Streifens entlang der Ekliptik bedecken. Bei der Beobachtung werden die Ein- und Austrittszeiten des Sterns hinter dem Mondrand sehr genau bestimmt. — Auch durch Planeten kann es zu Sternbedeckungen kommen.

Sternbilder sind willkürliche Zusammenfassungen von Sternen zu geometrischen Gebilden an der scheinbaren Himmelskugel, die z. T. schon im Altertum mit Phantasienamen belegt wurden. Heute

Sternbilder

Abkürzung	Lateinische Bezeichnung	Deutsche Bezeichnung
And	Andromeda	Andromeda
Ant°	Antlia	Luftpumpe
Aps°	Apus	Paradiesvogel
Aql ⁺	Aquila	Adler
Aqr ⁺	Aquarius	Wassermann
Ara°	Ara	Altar
Ari	Aries	Widder
Aur	Auriga	Fuhrmann
Boo	Bootes	Bootes
Cae°	Caelum	Grabstichel
Cam	Camelopardalis	Giraffe
Cap°	Capricornus	Steinbock
Car°	Carina	Schiffskiel
Cas	Cassiopeia	Kassiopeia
Cen°	Centaurus	Kentaur
Cep	Cepheus	Kepheus
Cet ⁺	Cetus	Walfisch
Cha°	Chamaeleon	Chamäleon
Cir°	Circinus	Zirkel
CMa	Canis Major	Großer Hund
CMi	Canis Minor	Kleiner Hund
Cnc	Cancer	Krebs
Col°	Columba	Taube
Com	Coma (Berenicés)	Haar der Berenike
CrA°	Corona Australis	Südliche Krone
CrB	Corona Borealis	Nördliche Krone
Crt°	Crater	Becher
Cru°	CruX	Kreuz des Südens
Crv°	Corvus	Rabe
CVn	Cane Venatici	Jagdhunde
Cyg	Cygnus	Schwan
Del	Delphinus	Delphin
Dor°	Dorado	Goldfisch
Dra	Draco	Drache
Equ	Equuleus	Pferdchen
Eri°	Eridanus	Eridanus
Fo ⁺	Fornax	Chemischer Ofen
Gem	Gemini	Zwillinge
Gru°	Grus	Kranich
Her	Hercules	Herkules
Hor°	Horologium	Pendeluhr
Hya ⁺	Hydra	Wasserschlange
Hyo°	Hydrus	Kleine Wasserschlange
Ind°	Indus	Inder

Lac	Lacerta	Eidechse
Leo	Leo	Löwe
Lep°	Lepus	Hase
Lib°	Libra	Waage
LMi	Leo Minor	Kleiner Löwe
Lup°	Lupus	Wolf
Lyn	Lynx	Luchs
Lyr	Lyra	Leier
Men°	Mensa	Tafelberg
Mic°	Microscopium	Mikroskop
Mon ⁺	Monoceros	Einhorn
Mus°	Musca	Fliege
Nor°	Norma	Winkelmaß
Oct°	Octans	Oktant
Oph ⁺	Ophiuchus	Schlangenträger
Ori ⁺	Orion	Orion
Pav°	Pavo	Pfau
Peg	Pegasus	Pegasus
Per	Perseus	Perseus
Phe°	Phoenix	Phönix
Pic°	Pictor	Maler
PsA°	Piscis Austrinus	Südlicher Fisch
Psc ⁺	Pisces	Fische
Pup°	Puppis	Achterdeck
Pyx°	Pyxis	Kompaß
Ret°	Reticulum	Netz
ScI°	Sculptor	Bildhauer
Sco°	Scorpius	Skorpion
Sct°	Scutum	Schild
Ser ⁺	Serpens	Schlange
Sex ⁺	Sextans	Sextant
Sge	Sagitta	Pfeil
Sgr°	Sagittarius	Schütze
Tau	Taurus	Stier
Tel°	Telescopium	Fernrohr
TrA°	Triangulum Australe	Südliches Dreieck
Tri	Triangulum	Dreieck
Tuc°	Tucana	Tukan
UMa	Ursa Maior	Großer Bär
UMi	Ursa Minor	Kleiner Bär
Vel°	Vela	Segel
Vir ⁺	Virgo	Jungfrau
Vol°	Volans	Fliegender Fisch
Vul	Vulpecula	Fuchs

° bedeutet, daß sich das Sternbild ganz am südlichen Sternhimmel befindet.

+ bedeutet, daß es sich sowohl am nördlichen wie auch am südlichen Sternhimmel befindet.

Alle Sternbilder haben ein eigenes Stichwort unter der hier angegebenen deutschen Bezeichnung.

meint man mit Sternbild in der Astronomie einen Bereich am Sternhimmel. Seit 1925 sind die Grenzen der Bereiche durch internationale Übereinkunft festgelegt. Die gesamte Himmelskugel ist in 88 Sternbilder lückenlos eingeteilt. — Alle Sternbilder sind Stichworte in diesem Lexikon. ↗ Sternnamen, ↗ Astrognosie. — Tab.

Die **Sterndeutung** ↗ Astrologie.

Sternenstädtchen heißt das sowjetische Ausbildungszentrum für Kosmonauten „Juri Gagarin“, 40 km nordöstlich von Moskau gelegen. Leiter ist der sowjetische Kosmonaut A. Leonow. Hier wurden seit Dezember 1976 auch Kandidaten aus der ČSSR, Polen und der DDR und seit März 1978 Kandidaten aus Bulgarien, Ungarn, Rumänien, Kuba und der MVR und seit April 1979 auch aus der SRV für die Teilnahme an Raumflügen mit sowjetischen Raumfahrzeugen und Raumstationen im Rahmen des Interkosmos-Programms ausgebildet. Vorgesehen ist die Ausbildung von Kosmonauten aus Frankreich und Indien.

Die **Sternentstehung**, die Entstehung der Sterne aus interstellaren Wolken, beruht im wesentlichen darauf, daß sich dieses Material extrem stark verdichtet. Eine solche Verdichtung kann nur durch die Eigengravitation der beteiligten Massen bewirkt werden. Eine (z. B. durch die innere turbulente Bewegung) zufällig entstandene Verdichtung wirkt als Zentrum, wenn die Masse groß genug, die Temperatur genügend niedrig und die Anfangsdichte hinreichend hoch ist. Die Mindestmasse der kontrahierenden Wolke übersteigt die durchschnittliche Masse eines Sterns bei weitem; sie liegt in der Größenordnung der Masse eines ganzen Sternhaufens. Mit dem weiteren Anwachsen der Dichte zerfällt die Wolke in Teilgebiete, die sich selbständig weiter verdichten. Dieser Prozeß heißt *Fragmentation*.

Ein einzelnes Teilgebiet stürzt zunächst in sich zusammen, die freiwerdende Energie wird abgestrahlt. Erst wenn die Dichte so groß wird, daß die Strahlung das Innere des entstehenden ↗ Protosterns nicht mehr ungehindert verlassen kann, beginnt die Temperatur zu steigen. Damit endet

die Kontraktion des Zentrums. Die äußeren Bereiche der Teilwolke fallen weiterhin auf dieses Zentrum zu. Nach instabilen Zwischenstadien besteht der Protostern aus einem sternartigen, heißen Kern und einer ausgedehnten, undurchsichtigen Hülle. Wenn diese Hülle auf den Kern herabgefallen ist, wird der Protostern sichtbar. Er befindet sich dann im ↗ Hertzsprung-Russell-Diagramm rechts der Hauptreihe. Durch die anschließende langsame Kontraktion steigt die Zentraltemperatur weiter auf etwa 10 Mill. K. Wenn dieser Wert erreicht ist, setzt im Zentrum des nunmehr entstandenen Sterns die ↗ Kernfusion ein; der Stern setzt als Hauptreihenstern seine Entwicklung fort.

Beobachtete Vorstadien von Sternen sind die ↗ Globulen, bestimmte Molekülwolken (z. B. im ↗ Orionnebel) und Infrarotobjekte. Auch die ↗ Herbig-Haro-Objekte zählen dazu. Wahrscheinlich sind die ↗ T-Tauri-Sterne Protosterne im letzten Stadium der Kontraktion.

Eine der beschriebenen Theorie völlig entgegengesetzte Hypothese erklärt die Bildung von Sternen mit Explosionen superdichter, bisher jedoch nicht nachgewiesener kosmischer Körper. — ↗ Sternentwicklung.

Die **Sternentwicklung** umfaßt den an die ↗ Sternentstehung anschließenden Lebensweg eines Sterns. Ihn zu erforschen, ist Aufgabe der ↗ Kosmogonie.

Ein neuentstandener Stern befindet sich im ↗ Hertzsprung-Russell-Diagramm stets auf der ↗ Hauptreihe. In seinem Inneren finden Kernfusionsprozesse statt, bei denen Wasserstoff in Helium umgewandelt und Energie freigesetzt wird. Dadurch steigt in den zentralen Bereichen der Heliumanteil, während der Wasserstoffanteil geringer wird. Je massereicher ein Stern ist, desto schneller durchläuft er sein Hauptreihenstadium; Sterne mit 15 Sonnenmassen verweilen 10 Mill. Jahre, Sterne mit 2,3 Sonnenmassen dagegen 900 Mill. Jahre auf der Hauptreihe. Die Sonne befindet sich seit etwa 4,5 Md. Jahren auf der Hauptreihe und wird auch noch für weitere 5 bis 6 Md. Jahre in diesem Stadium verweilen. Es ist

der Zustand, in dem ein Stern die längste Zeit seiner Existenz zubringt.

Wenn im Zentralgebiet der Wasserstoffanteil auf etwa 1% des ursprünglichen Wertes abgesunken ist, wird dieser Bereich des Sterns instabil und eine Kontraktion des dort angestauten Heliums setzt ein, dadurch heizt sich dieses Gebiet auf, und mit dem Erreichen einer Zentraltemperatur von etwa 100 Mill. K setzt der \nearrow Salpeter-Prozeß ein. Dafür ist jedoch Voraussetzung, daß die Masse des Zentralgebietes mindestens 0,3 Sonnenmassen beträgt.

Gleichzeitig mit der Kontraktion des Zentralgebietes dehnt sich die Hülle des Sterns stark aus; der Stern ist damit zu einem \nearrow Riesenstern geworden. Er besitzt mit dem Salpeter-Prozeß und der weiter außen nach wie vor ablaufenden Wasserstoff-Kernfusion 2 Energiequellen, die für eine kosmisch kurze Zeit seine gesteigerte Energieabstrahlung gewährleisten.

Nach dem Erschöpfen der Heliumvorräte setzt eine erneute Kontraktion der Zentralgebiete ein, so daß, wenn die Masse des Zentralgebietes mindestens 0,9 Sonnenmassen beträgt, weitere \nearrow Kernfusionen anlaufen können. Der Stern wird in diesem Stadium mehrfach zum \nearrow Pulsationsveränderlichen.

Wenn die im Zentralgebiet vorhandene Masse zu gering ist, um durch weitere Kontraktion neue Energiefreisetzungsprozesse einzuleiten, muß der Stern nach dem Verlöschen der letzten Kernfusion fortwährend kontrahieren. Er erreicht – z. T. nach Massenabgabe – ein Endstadium. Die Abgabe von Masse kann explosionsartig, z. B. durch eine \nearrow Supernova oder (in Doppelsternsystemen) durch Überströmen auf einen anderen Stern abgegeben werden. Sterne unter 1,2 Sonnenmassen werden zu \nearrow Weißen Zwergen, Sterne mit Massen zwischen 1,2 und 2 Sonnenmassen zu \nearrow Neutronensternen. Noch massereichere Sterne kontrahieren zu \nearrow Schwarzen Löchern. – \nearrow Altersbestimmung. – Abb.

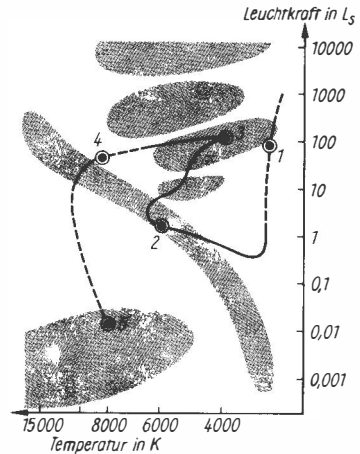
Die **Sternfarbe** ist die Farbe des vom Stern auf der Erde empfangenen Lichtes. Sie hängt wesentlich von der effektiven

Temperatur des Sterns ab. Das Licht kühler Sterne enthält einen großen Anteil langwelliger (gelber und roter) Strahlung, demgegenüber ist der kurzwellige Anteil geschwächt. Deshalb erscheinen kühle Sterne (z. B. Beteigeuze im Sternbild Orion oder Arktur im Sternbild Bootes) deutlich rot. Heiße Sterne strahlen dagegen ein bläulichweißes oder bläuliches Licht aus. Ein Maß für die Farbe des Sternlichtes ist der \nearrow Farbenindex.

Die Sternfarbe wird durch den Staubanteil der interstellaren Wolken, die sich im Lichtweg befinden, und auch durch die Erdatmosphäre verändert. Sie erfährt eine Rötung, deren Betrag oft eine Angabe über die durchlaufenen Staubmassen gestattet. Ein Maß dafür ist der \nearrow Farbeindex. Die atmosphärische Rötung ist eine Folge der \nearrow Extinktion; sie wächst mit abnehmender Höhe des Objekts über dem Horizont. \nearrow Tab. Spektralklasse.

Die **Sterngröße** \nearrow Helligkeit.

Sternhaufen sind Ansammlungen physikalisch zusammengehöriger Sterne im



Sternentwicklung: Hertzsprung-Russell-Diagramm mit dem Entwicklungsweg eines Sterns

1 kühler, rötlicher Protostern, 2 stabiler Stern der Hauptreihe, 3 Riese, 4 pulsierender Stern, 5 Weißer Zwerg

Milchstraßensystem oder in anderen Sternsystemen. Sie sind am Himmel durch die gegenüber dem Feld der Einzelsterne meist erheblich höhere Sternsdichte leicht erkennbar. Sterne eines Haufens sind gemeinsam entstanden, haben also gleiches Alter. Sie zeigen auch meist ein einheitliches Bewegungsverhalten und werden durch die Gravitation zusammengehalten. Man unterscheidet \nearrow offene Sternhaufen, \nearrow Kugelsternhaufen und \nearrow Bewegungssternhaufen. Oft werden auch die \nearrow Sternassoziationen zu den Sternhaufen gezählt.

Eine **Sternkarte** oder auch **Himmelskarte** enthält einen Teil der scheinbaren Himmelskugel mit allen beobachtbaren Objekten (Sternen, Sternhaufen, Nebeln, Galaxien usw.) bis zu einer bestimmten Grenzgröße; lediglich die Himmelskörper des Sonnensystems werden im allgemeinen nicht in Sternkarten eingetragen, da sie ihre Örter relativ zu den Sternen ständig ändern. Als Grundlage jeder Sternkarte dient ein Koordinatensystem, meistens das rotierende \nearrow Äquatorsystem. **Drehbare Sternkarten** ermöglichen die Bestimmung der zu einem bestimmten Zeitpunkt über dem Horizont befindlichen Gestirne.

Über Gebrauch und Anleitung zum Bau einer drehbaren Sternkarte siehe Lehrbuch „Astronomie“ (10. Klasse), S. 110, und Literaturverzeichnis im Anhang, Nr. 13 (S. 181).

In einem **Sternkatalog** werden für ausgewählte Gruppen von Sternen oder für alle Sterne bis zu einer bestimmten \nearrow Grenzgröße die Koordinaten und die scheinbaren Helligkeiten angegeben, aber auch weitere interessierende Daten, wie Spektralklassen, Parallaxen, absolute Helligkeiten u. a. — \nearrow Fundamentalkatalog.

Sternnamen werden neben der *wissenschaftlichen Bezeichnung (Kurzbezeichnung) der Sterne* — durch Buchstaben bzw. Ziffern und den Genitiv des lateinischen Sternbildnamens (z. B. Alpha Centauri = α Cen; \nearrow Tab. Sternbilder) — noch heute für besonders helle oder sonst auffällige Sterne verwendet (z. B. Sirius für α CMa). Sie entstammen z. T. dem arabischen Kulturkreis (z. B. Aldebaran, Algol, Beteigeuze, Rigel). Sterne, die schwächer als +6 Größenklassen sind, also mit dem menschlichen Auge nicht sichtbar, werden durch die Angabe ihrer \nearrow Koordinaten oder durch ihre Katalognummer (\nearrow Sternkatalog) bezeichnet.

Als **Sternpopulation** {[lat.] bezeichnet man eine Gruppe von Objekten in einem Sternsystem (Sterne, Sternhaufen und interstellare Materie), die gleiche charakteristische Eigenschaften besitzen. Bei der ursprünglichen Einteilung der Sterne unseres Milchstraßensystems (1944) wurden die jüngeren Sterne, die Sterne der Spiralarme und die offenen Sternhaufen

Sternpopulationen

Bezeichnung	Typische Vertreter	Mittleres Alter der Objekte in Md. Jahren
Halopopulation II	Kugelsternhaufen, RR-Lyrae-Sterne	6
Zwischenpopulation II	bestimmte Schnellläufer und langperiodische Veränderliche	5 bis 6
Scheibenpopulation	Sterne im Kern des Milchstraßensystems, Novae, RR-Lyrae-Sterne	1,5 bis 5
Ältere Population I	A-Sterne, Metalliensterne	0,1 bis 1,5
Extreme Population I	interstellare Materie, junge Sterne in den Spiralarmen, Überriesen, offene Sternhaufen, Sternassoziationen	jünger als 0,1

mit der interstellaren Materie in die *Population I* eingeordnet. Zur *Population II* zählen die Objekte im Kern der Galaxis und im galaktischen Halo. Während die Mitglieder der Population I in einer verhältnismäßig flachen Scheibe angeordnet sind, nehmen die der Population II einen etwa kugelförmigen Raum um das galaktische Zentrum ein.

Eine moderne, verfeinerte Unterteilung ordnet die Objekte in 5 Populationen, die gleichzeitig eine Altersskala darstellen. Die Objekte in den älteren Populationen unterscheiden sich von den jüngeren u. a. durch einen geringeren Anteil an schwereren Elementen. Auch das Bewegungsverhalten im Raum ist bei jüngeren Objekten anders. Die gleichen Sternpopulationen wie im Milchstraßensystem wurden auch in anderen Sternsystemen beobachtet. *Tab.*

Die **Sternschnuppe** → Meteor.

Die **Sternstromparallaxe** ist eine Methode der →Entfernungsbestimmung. Sie geschieht anhand der gemeinsamen räumlichen Bewegungen der Mitglieder eines →Bewegungssternhaufens oder eines →offenen Sternhaufens.

Das **Sternsystem** oder die *Galaxie* [(griech., Plural: Galaxien) ist eine in Größe und Aufbau mit dem Milchstraßensystem (der *Galaxis*) vergleichbare Ansammlung von Sternen. Es ist eines der größten materiellen Systeme im Weltall. (Die dem Milchstraßensystem am nächsten gelegenen Sternsysteme sind die →Magellanschen Wolken und der →Andromedanebel.) Sternsysteme erscheinen im Fernrohr als unscharf begrenzte, meist flächenhafte Objekte von geringer Helligkeit. Sie wurden deshalb früher zu den Nebeln gezählt; daher rührt die noch heute gebräuchliche Bezeichnung *Spiralnebel* für eine ihrer Untergruppen.

Nach ihrem Aussehen werden die Sternsysteme in →elliptische Galaxien (Zeichen E), →*Spiralnebel* (S), →*Balkenspiralen* (SB) und →*irreguläre Galaxien* (Ir) eingeteilt. Zahlen und Kleinbuchstaben (z. B. E7; Sb) ermöglichen eine genauere Unterteilung. *N-Galaxien* haben sehr kleine, aber helle Kerne. Etwa $\frac{1}{4}$ aller Sternsysteme sind elliptische Galaxien,

die irregulären Galaxien machen nur etwa 2% aus.

Ein Sternsystem enthält meistens eine Masse von 50 bis 100 Md. Sonnenmassen, die sich in unterschiedlicher Weise auf Sterne und interstellare Materie verteilt. In den elliptischen Galaxien fehlt die interstellare Materie fast völlig, in den irregulären Galaxien ist ihr Anteil am höchsten. Die *Durchmesser* der Sternsysteme liegen zwischen 2 kpc (→Zwerggalaxien) und 50 kpc. Man nimmt an, daß alle Sternsysteme etwa gleich alt sind. Die beobachtbaren Unterschiede sind im wesentlichen auf eine unterschiedlich schnell ablaufende Sternentstehung zurückzuführen. Die mittlere *Entfernung* der Sternsysteme voneinander beträgt etwa 3 Mpc (rund 150 Galaxiendurchmesser).

Die Natur der *Kerne* der Sternsysteme ist bis heute ungeklärt. Die Kerne sind oft starke Radioquellen; wenn sie aus Sternen bestehen, muß deren Zahl je Volumeneinheit sehr groß sein. Möglicherweise sind die Kerne aber auch „Supersterne“ mit übernormal großen Massen und Dichten. Aus einigen Kernen wird Materie ausgestoßen, jedoch dauern solche Aktivitätserscheinungen nur jeweils einige Mill. Jahre.

Die meisten Sternsysteme gehören zu →*Galaxienhaufen*. Sie bewegen sich im Raum ungeordnet mit Geschwindigkeiten um 200 km/s nach allen Richtungen. Diesen Bewegungen ist aber die durch die →Expansion des Weltalls bewirkte und meist sehr viel schnellere Fluchtbewegung überlagert. – →Metagalaxis, →Entstehung der Sternsysteme.

Sterntag →Tag.

Die **Sternwarte** oder das (*astronomische*) *Observatorium* ist ein astronomisches Forschungsinstitut, im engeren Sinne ein astronomisches Beobachtungsinstitut. Die meisten Sternwarten beschränken ihre Tätigkeit auf bestimmte Spezialgebiete der Forschung, so z. B. das Karl-Schwarzschild-Observatorium in Tautenburg (bei Jena) auf Fotometrie, Spektroskopie und die Untersuchung außergalaktischer Objekte. Bedeutende Sternwarten sind →Selentschukskaja,

↗ Pulkowo, ↗ Krim-Observatorium (UdSSR), ↗ Mount Palomar, Mount Wilson (USA) u. a. — ↗ Volkssternwarte, ↗ Schulsternwarte.

Von außen sind Sternwarten meistens durch die Kuppeln und abfahrbaren Schutzdächer erkennbar, in denen die Beobachtungsinstrumente aufgestellt sind. Die Gebäude enthalten darüber hinaus oft fotografische und andere Laborräume, Werkstätten, Bibliotheks- und Arbeitsräume sowie auch Gästezimmer für auswärtige Beobachter. Auf der Erde gibt es etwa 300 Forschungssternwarten. Sie befinden sich meistens auf Bergen und in großer Entfernung von Städten und Industrieanlagen (gute Beobachtungsbedingungen wie staubfreie, klare Luft, klare Nächte, geringe Erschütterungen u. a.). —

↗ Fernrohr, ↗ Radioteleskop.

Die **Sternzeit** ist die in Sterntagen gemessene Zeit. Teilt man einen Sterntag in 24 Stunden, so erhält man ein gegenüber der ↗ Sonnenzeit etwas schneller ablaufendes Zeitmaß. Eine Sternzeituhr geht gegenüber einer Sonnenzeituhr täglich um 3 min 56 s vor. Wenn der ↗ Frühlingspunkt kulminiert, ist 0^h Sternzeit: allgemein ist die Sternzeit gleich dem Stundenwinkel des Frühlingspunktes. — ↗ Tag.

Stier oder lat. *Taurus* (Genitiv *Tauri*), Abk. *Tau*, heißt ein Sternbild am Nordhimmel, das zum ↗ Tierkreis gehört. Es kulminiert Ende November und Anfang Dezember gegen Mitternacht. Sein Hauptstern ↗ Aldebaran gehört zum ↗ Wintersechseck. Im Stier befinden sich die bekannten offenen Sternhaufen ↗ Hyaden und ↗ Plejaden (Siebenstern).

Störungen heißen alle Einflüsse, die auf die Bahn eines Himmelskörpers um einen anderen wirken und nicht durch die beiden Körper selbst hervorgerufen werden. Die Massenanziehung der Sonne ruft z. B. Störungen in der Bewegung des Mondes um die Erde hervor. Man unterscheidet *periodische Störungen*, die nur ein Schwanken der ↗ Bahn um eine Mittel-lage zur Folge haben, und *säkulare Störungen*. Die Bahnelemente der Planeten

sind keinen säkularen Störungen unterworfen, die Planetenbahnen sind also sehr stabil. Andererseits verursachen die Planeten Störungen der Bahnen von Planetoiden und Kometen. Eine säkulare Störung verändert z. B. die Längen der aufsteigenden Knoten. Sie bewegen sich langsam auf der Ekliptik rückwärts.

Die **Stoßverbreiterung** ↗ Druckverbreiterung.

Die **Strahlensysteme** auf der ↗ Mondoberfläche bestehen in hellen Strahlen, die meistens von einem Krater ausgehen, sich z. T. über Hunderte von Kilometern erstrecken und dabei Krater und Ebenen gleichermaßen überqueren. Sie sind, im Gegensatz zu allen anderen Gebilden auf der Mondoberfläche, am besten bei Vollmond sichtbar. Wahrscheinlich entstanden sie durch geschmolzenen Gestein, Folgen starker Meteoriteneinschläge in der Frühgeschichte des Mondes.

Strahlruder werden vor allem bei Flüssigkeitsraketen, aber auch bei Feststoffraketen eingesetzt. Sie bestehen meistens aus Graphit (einer Modifikation des Kohlenstoffs) und sind am unteren Rand der Schubdüse angebracht. Durch Drehung von je 2 Strahlrudern kann das ausströmende Gas abgelenkt werden, dadurch läßt sich die Flugrichtung der Rakete verändern.

Strahlung ↗ Teilchenstrahlung, ↗ elektromagnetische Wellen.

Der **Strahlungsdruck** ist der Druck, den eine Strahlung auf einen im Strahlungsfeld befindlichen Körper ausübt, wenn dieser Körper die Strahlung reflektiert oder absorbiert. Für kleine Teilchen im Weltraum kann der Strahlungsdruck des Lichtes die Gravitation übertreffen. Auf der Erdoberfläche beträgt der Druck der Sonnenstrahlung bei senkrechtem Einfall auf eine vollkommen reflektierende Fläche etwa 0,00001 N/m².

Als **Strahlungsgesetze** bezeichnet man die physikalischen Gesetze, die einen Zusammenhang zwischen der Energie oder der Frequenz (bzw. Wellenlänge) der von einem Körper ausgesandten Strahlung und der Temperatur des strahlenden Körpers beschreiben.

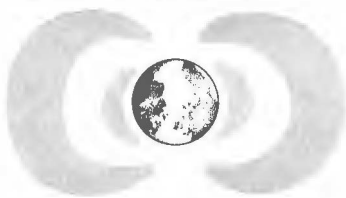
Wichtige Strahlungsgesetze sind das

Stefan-Boltzmannsche Gesetz: $u \sim T^4$,
 u = Gesamtstrahlungsenergie, T = Temperatur in K;

das **Wiensche Verschiebungsgesetz:**
 $\lambda_{\max} \sim 1/T$, λ_{\max} = Wellenlänge des Energiemaximums;

das **Plancksche Gesetz.** Es besagt, daß die Energiedichte der Strahlung von der Wellenlänge und der Temperatur des strahlenden Körpers abhängt.

Die **Strahlungsgürtel** der Erde oder **Van-Allen-Gürtel** (nach dem Entdecker) sind Bereiche hoher Teilchendichte. Sie bestehen aus energiereichen Elektronen und Protonen und befinden sich innerhalb der \nearrow **Magnetosphäre.** Man unterscheidet einen **inneren** Strahlungsgürtel (etwa 3 000 km hoch) und einen **äußeren**, der bis zu 45 000 km in den Raum hinausreicht. Die Teilchen entstammen der kosmischen Strahlung und dem Sonnenwind, sie werden vom Magnetfeld der Erde eingefangen und bewegen sich zwischen 2 annähernd symmetrisch zum Äquator gelegenen Punkten hin und her. Die Laufzeit beträgt dabei einige Sekunden. Gleichzeitig driften die Teilchen aber auch um die Erde. – Wegen der hohen Energiedichte sind die Strahlungsgürtel eine Gefahrenzone für die Besatzungen von Raumschiffen. *Abb.*



Strahlungsgürtel der Erde

Die **Stratosphäre** [(lat. + (griech.) ist ein Teil (eine Schicht) der \nearrow **Erdatmosphäre** (mit Tab.).

Die **Streuung** ist die Ablenkung eines Teils einer Strahlung aus der ursprünglichen Richtung. Die in unterschiedliche Richtungen gestreute Strahlung geht der Ausgangsstrahlung verloren. Streuung kann stets nur durch sehr kleine Teilchen bewirkt werden. In der Astronomie interessiert meistens nur die Streuung des

Lichtes (an Atomen, Molekülen, Elektronen, Staubteilchen).

Stufen einer Rakete \nearrow **Mehrstufenrakete.**

Die **Stufenschätzung** der scheinbaren Helligkeit eines Sterns beruht auf dem Vergleich mit den (bekannten) Helligkeiten benachbarter Sterne. Das Verfahren erfordert keine Meßgeräte und liefert die scheinbare Helligkeit bis auf 0,1 Größenklasse genau.

Die **Stundenachse** \nearrow **Montierung.**

Stundenkreise heißen die Halbkreise, die an der scheinbaren Himmelskugel vom Nordpol zum Südpol verlaufen und senkrecht auf dem Himmelsäquator stehen. Auf dem Stundenkreis eines Gestirns wird dessen Entfernung vom Himmelsäquator, die \nearrow **Deklination**, gemessen. – \nearrow **Abb. Äquatorsystem.**

Der **Stundenwinkel** ist eine Koordinate im ruhenden \nearrow **Äquatorsystem.** Er ist der Winkel zwischen dem Ortsmeridian und dem \nearrow **Stundenkreis** eines Gestirns. Er wird am Nord- bzw. Südpol der scheinbaren Himmelskugel gemessen oder als Bogenstück auf dem Himmelsäquator und meistens in Zeitmaß (1h \triangleq 15°; 24h \triangleq 360°) angegeben. Der Stundenwinkel ist infolge der Erdrotation und der dadurch bewirkten scheinbaren täglichen Bewegung der Gestirne zeitlich veränderlich. – \nearrow **Tab. Koordinaten.**

Der **Sucher** \nearrow **Fernrohr.**

Südliche Krone oder lat. *Corona Australis* (Genitiv *Coronae Australis*), Abk. *CrA*, heißt ein kleines Sternbild am Südhimmel. Es ist von Mitteleuropa aus nicht sichtbar.

Südlicher Fisch oder lat. *Piscis Austrinus* (Genitiv *Piscis Austrini*), Abk. *PsA*, heißt ein Sternbild am Südhimmel. Es fällt in Mitteleuropa lediglich durch seinen Hauptstern \nearrow **Fomalhaut** auf, der Ende August um Mitternacht knapp über dem südlichen Horizont gesehen werden kann.

Südliches Dreieck oder lat. *Triangulum Australe* (Genitiv *Trianguli Australis*), Abk. *TrA*, heißt ein Sternbild des Südhimmels, das in Mitteleuropa nicht sichtbar ist.

Das **Südlicht** \nearrow **Polarlicht.**

Der **Südpol** ist der Punkt auf der Südhalbkugel der Erde, an dem die Rotationsachse der Erde die Erdoberfläche durchstößt. Eine gedachte Verlängerung der Erdachse über die Erdoberfläche hinaus zeigt zum **Himmelsüdpol**. Ihm fehlt, im Gegensatz zum Himmelsnordpol, ein markanter Polarstern. — ↗ Nordpol.

Der **Südpunkt** markiert die Südrichtung auf dem Horizont. In ihm schneidet der Ortsmeridian des Beobachters den Horizont bei einem Azimut von 0°. — ↗ Nordpunkt.

Die **Supernova** [(lat., Plural: Supernovae)] ist ein Stern, der einen explosionsartigen Ausbruch erleidet und dabei für einige Tage oder Wochen eine Leuchtkraft von einigen Md. Sonnenleuchtkräften erreicht. Das ist die Strahlungsleistung einer ganzen Galaxie. Der Stern stößt bei seinem Ausbruch eine Gashölle ab, deren anfängliche Geschwindigkeit bei 10 000 bis 100 000 km/s liegt; dieses Gas ist mit schweren Elementen aus dem Sterninneren durchsetzt. Der im Zentrum verbleibende Rest ist wahrscheinlich ein ↗ Neutronenstern oder ein ↗ Schwarzes Loch. Man nimmt heute an, daß nur Sterne mit Massen von mehr als etwa 1,4 Sonnenmassen einen derartigen Ausbruch erleiden können. Der innere Bereich des Sterns kontrahiert dabei sehr schnell.

Im Milchstraßensystem sind rund 100 Supernova-Überreste bekannt; sie senden intensive Radiofrequenz-, Röntgen- und Gammastrahlung aus. Jedoch konnte der Ausbruch von Supernovae im Milchstraßensystem nur sehr selten beobachtet werden, so in den Jahren 1054, 1181, 1572 und 1604. Alle anderen seither beobachteten Supernovae leuchteten in anderen Sternsystemen auf.

Der **Super-Schmidt-Spiegel** ist ein Spiegelteleskop, bei dem die optische Anordnung des ↗ Schmidt-Spiegels durch eine Meniskuslinse (↗ Maksutow-Teleskop) ergänzt wird. Dadurch ergeben sich sehr große Gesichtsfelder und die Möglichkeit, besonders große ↗ Öffnungsverhältnisse zu erzielen.

Surveyor [(engl., „Inspektor“; sprich: βəweɪjə] heißen Mondsonden der USA,

von denen 1966/68 7 Sonden gestartet wurden. Sie stellen die 2. Etappe des Mondforschungsprogramms der NASA dar. Sie waren die Nachfolger der Ranger-Sonden und sollten mittels weicher Landungen Aufschluß über mögliche Landeplätze für das Apollo-Unternehmen geben.

Ihr Start erfolgte mit der ↗ Atlas-Centaur, ihre Massen lagen zwischen 1000 und 1500 kg. Sie hatten gitterförmige Struktur mit 3 gefederten Landebeinen. Ihre Ausrüstung bestand aus einer Fernsehkamera, mit der über einen Spiegel die gesamte Umgebung bis 1,5 km Abstand aufgenommen werden konnte. Mit einer beweglichen Schaufel konnten Mondbodenproben aufgenommen und selbsttätig auf dem Mond untersucht werden. Bei Surveyor 2 und 4 gelang die weiche Landung nicht; sie zerschellten auf der Mondoberfläche. 2 1/2 Jahre nach der Landung von Surveyor 3 im Oceanus Procellarum („Meer der Stürme“) landeten 350 m entfernt die Astronauten von Apollo 12, die die Kamera und ein Stück Kabel mit Mikroorganismen (der Erde) abmontierten und zurückbrachten. — ↗ Lunar Orbiter, ↗ Apollo.

↗ Tab. 4 im Anhang.

Symphonie [(griech., „Zusammenklang“, „Sinfonie“)] heißen 2 Versuchsnachrichtensatelliten westeuropäischer Staaten, die am 20. 12. 1974 bzw. 27. 8. 1973 gestartet wurden. Diese im Auftrag der westeuropäischen Raumfahrtbehörde ESA entwickelten Satelliten sollen ersten Versuchsübertragungen dienen. Sie wurden stationiert auf einer geostationären Bahn bei 15° westlicher Länge, also über dem Atlantik.

Die **Synchronbahn** [(griech.)] ist eine kreisähnliche Erdumlaufbahn eines Satelliten über dem Äquator, dessen Umlaufzeit mit der ↗ Rotationszeit der Erde übereinstimmt (rund 23 h 56 min), der also scheinbar über einem Punkt des Äquators stehen bleibt. Die Flughöhe muß ungefähr 36 000 km betragen.

Die **Synchrotronstrahlung** [(griech.)] ist eine elektromagnetische Wellenstrahlung, die von energiereichen geladenen Teilchen ausgesandt wird, wenn diese durch

ein Magnetfeld auf eine gekrümmte Bahn gezwungen werden. Sie kann sowohl sichtbares Licht als auch radiofrequente Wellen umfassen. In der Astronomie wird Synchrotronstrahlung bei der Beeinflussung schneller Teilchenströme z. B. durch interstellare Magnetfelder beobachtet.

Syncom heißen 3 amerikanische Nachrichtensatelliten, die 1963 und 1964 in Synchronbahnen gelangten. Die beiden letzten arbeiteten einwandfrei, z. B. für die Übertragung der Fernsehbilder von den Olympischen Spielen in Tokio 1968. Danach wurde Syncom 3 vom Pentagon übernommen und diente der Befehlsübermittlung im Krieg der USA gegen Vietnam.

synodisch: [(griech.) bezogen auf die Stellung von Sonne und Erde zueinander. Die **synodische Umlaufzeit** eines Planeten ist die Zeit zwischen 2 aufeinanderfolgenden Oppositionen oder Konjunktionen. Die Zeitspanne zwischen 2 aufeinanderfolgenden gleichen Mondphasen heißt **synodischer Monat**.

Die **synodische Periode** \nearrow **Startfenster**.

Die **Syzygien** [(lat. (griech., Singular Syzygie)] sind ein Sammelbegriff für die Mondphasen **Vollmond** und **Neumond**.

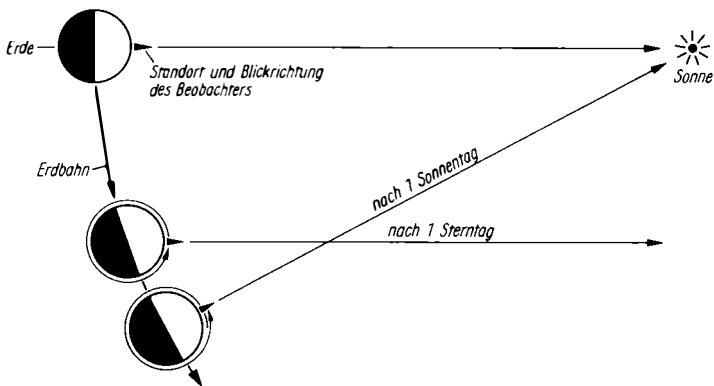
Die **Szintillation** [(lat.) ist das „Funkeln“ der Sterne, das in der Erdatmosphäre in etwa 10 km Höhe entsteht. Die dort vorhandenen Luftschlieren werden durch die Strömung der Luft bewegt und verursa-

chen schnelle, unregelmäßige Richtungs- und Helligkeitsänderungen. Bei der Sonne, dem Mond und den Planeten ist mit dem bloßen Auge keine Szintillation bemerkbar, da diese Lichtquellen nicht streng punktförmig erscheinen.

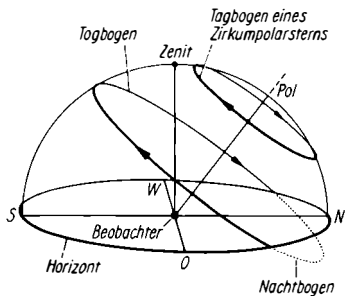
T

Tafelberg oder lat. *Mensa* (Genitiv *Mensae*), Abk. *Men*, heißt ein am Südhimmel in der Nähe des Himmelssüdpols gelegenes Sternbild aus lichtschwachen Sternen.

Ein **Tag** ist die Zeitspanne, in der die Erde eine Rotation um ihre Achse ausführt. Eine Umdrehung um 360° heißt ein **Sterntag**; diese Zeit vergeht zwischen 2 aufeinanderfolgenden oberen Kulminationen eines Sterns. Da sich die Erde während eines Sterntages um knapp 1° auf ihrer Bahn um die Sonne weiterbewegt, dauert eine Rotation in bezug auf die Sonne, ein **Sonnentag**, länger als ein Sterntag. Die Kalendertage des täglichen Lebens sind Sonnentage, und die aus ihnen abgeleitete Einteilung in Stunden, Minuten und Sekunden gibt die \nearrow **Sonnenzeit** an. Ein Sterntag ist um 3 min 56 s kürzer als ein



Tag: Sterntag und Sonnentag



Tagbogen und Nachtbogen

Sonnentag, dauert also 23 h 56 min 4 s Sonnenzeit.

Als Tag wird umgangssprachlich auch der Zeitraum zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang (im Gegensatz zur Nacht) bezeichnet. Abb.

Als **Tagbogen** bezeichnet man den Teil der scheinbaren täglichen Bahn eines Gestirns, der sich über dem Horizont befindet. Dabei ist unerheblich, ob sich das Gestirn am hellen Tage oder zur Nachtzeit in diesem Bahnabschnitt aufhält. Der Tagbogen wird durch den **Nachtbogen** zum Vollkreis ergänzt. Die Zirkumpolarsterne haben Tagbögen von 360°; d. h. ihre Bahnen liegen vollständig über dem Horizont. Abb.

Die **Tagundnachtgleiche** oder das **Aequinoxtium** ist der Zeitpunkt, in dem die Sonne während ihrer scheinbaren jährlichen Bewegung den Himmelsäquator überschreitet. Zur Frühlingstagundnachtgleiche (Frühlingsanfang; um den 21. 3.) wechselt sie von der südlichen auf die nördliche Hemisphäre über; zur Herbsttagundnachtgleiche (Herbstanfang; um den 23. 9.) bewegt sie sich in umgekehrter Richtung. An den genannten Tagen sind Tag und Nacht gleich lang.

Taiyo oder **SRA TS** heißt ein japanischer Satellit, entwickelt und gebaut von der Universität von Tokio und dem **ISAS**. Er ist am 24. 2. 1975 mit einer M-3C gestartet worden und hat eine Masse von 86 kg. Er dient der Untersuchung der solaren Strahlung, der Struktur der Thermosphäre und der **solar-terrestrischen** Beziehungen.

Tansei 1 oder **MS-T1** heißt ein japanischer Forschungssatellit, der im Auftrag der Universität von Tokio am 16. 2. 1971 mit einer **M-4S** gestartet worden ist. Er umkreist die Erde im Höhenbereich von 1000 km und hat eine Masse von 64 kg. **Tansei 2** wurde am 16. 2. 1974 gestartet. Er hat die gleiche Aufgabenstellung. **Tansei 3** startete am 19. 2. 1977 mit einer M-3H-Rakete. Dieser verbesserte Satellit dient der Erprobung eines neu entwickelten Lagekontrollsystems, ebenso der am 17. 2. 1980 gestartete **Tansei 4**.

Taube oder lat. *Columba* (Genitiv *Columbae*), Abk. *Col*, heißt ein Sternbild des Südhimmels, das in Mitteleuropa Ende Dezember um Mitternacht nur wenige Grade über dem Horizont kulminiert.

Die **Taukappe**, eine Verlängerung des Tubus über das Objektiv eines Fernrohrs hinaus, verhindert das Beschlagen der Objektivlinsen in Nächten mit hoher Luftfeuchtigkeit. Bei manchen Instrumenten kann sie elektrisch beheizt werden.

Taurus [*(lat.)* **Tier**].

In **Tautenburg** bei Jena befindet sich eine bekannte **Sternwarte** der DDR, das **Karl-Schwarzschild-Observatorium** des Zentralinstituts für Astrophysik (Akademie der Wissenschaften der DDR), gegründet 1960. Es besitzt u. a. ein Spiegelteleskop (Fernrohr) mit einem Schmidt-Spiegel von 200 cm Durchmesser und 2,3 t Masse. — **Fernrohr** Abb. 2.

Wichtigste Aufgaben dieses Observatoriums sind die Untersuchungen von Sternsystemen sowie von Sternen mit einem starken Magnetfeld (Magnetsterne).

TD-1A ist die Bezeichnung des ersten Satelliten westeuropäischer Staaten mit astronomischer Aufgabenstellung. Er wurde am 12. 3. 1972 mit einer schubverstärkten Delta-Rakete von der Western Test Range (Kalifornien, USA) als 6. Satellit der **ESRO** gestartet. **TD-1A** umkreist die Erde im Bereich zwischen 524 und 551 km Höhe auf einer um 97° geneigten sonnensynchronen Bahn. Die Umlaufzeit beträgt 95,41 min. Er ist um alle 3 Achsen aktiv lagestabilisiert.

Teilchenstrahlung, auch **Korpuskularstrahlung** oder **Partikelstrahlung**, heißen

alle aus bewegten Teilchen bestehenden Strahlungen, z. B. Elektronen-, Protonen-, Ionen- (z. B. Helium) und Neutronenstrahlung. Den Gegensatz dazu bilden die Wellenstrahlungen, insbesondere die elektromagnetische Strahlung. (↗ elektromagnetische Wellen), zu der auch das Licht gehört. Teilchenstrahlungen bewegen sich stets mit Geschwindigkeiten unterhalb der Lichtgeschwindigkeit. Strahlungen aus elektrisch geladenen Teilchen sind in elektrischen und magnetischen Feldern ablenkbar.

Jede Teilchenstrahlung stellt, wie auch jede Wellenstrahlung, eine Ausbreitung von Energie dar. So führt z. B. die von der Sonne ausgesandte Strahlung aus Elektronen, Protonen und anderen Atomkernen, der ↗ Sonnenwind, zur Entstehung und Ausrichtung der Kometenschweife und zur Verformung des ↗ Magnetfeldes der Erde.

Der **Tektit** [(griech.) (*Glasmeteorit*)] ist ein kugeliges Körper aus einer glasigen Masse, die einen großen Anteil an Siliziumdioxid (SiO_2) enthält. Wahrscheinlich sind die Tektite beim Aufschlag eines großen Meteoriten auf die Erde entstanden, wobei Meteoritenmaterial und irdisches Gestein verdampfte. Auch auf dem Mond wurden Tektite gefunden.

Telemontor ist der Name eines Schulfernrohrs, das vom VEB Carl Zeiss Jena speziell für den Astronomieunterricht hergestellt wird. Es ist ein Refraktor mit 63 mm Objektivöffnung, 840 mm Objek-

tivbrennweite und einer Universalmontierung (↗ Montierung), die sowohl azimutal als auch parallaktisch verwendbar ist. *Abb.*

Die **Telemetrie** [(griech.)] ist die Übermittlung von Meßwerten aus einer Rakete oder einem Raumflugkörper an die Bodenstationen auf dem Funkwege.

Telesat ↗ Anik.

Telescopium [(lat. (griech.) ↗ Fernrohr 1.

Das **Teleskop** [(griech.): ↗ astronomische Beobachtungsinstrumente (S. 20): a) ↗ Fernrohr 2., b) ↗ Radioteleskop.

Das **Tellurium** [(lat.)] ist ein Apparat zur Veranschaulichung der Bewegungen des Mondes um die Erde und der Erde um die Sonne. Mit ihm kann z. B. die Entstehung der Jahreszeiten und die Entstehung von Sonnen- und Mondfinsternissen im Geographie- und Astronomieunterricht anschaulich erklärt werden. – Das Tellurium ist ein Vorläufer des ↗ Planetariums.

Telstar hießen 2 Satelliten, die von den USA 1962 bzw. 1963 gestartet wurden und als Testsatelliten erstmals zu Fernseh- und Fernsprechübertragungen dienten. Sie konnten täglich nur rund eine Viertelstunde für Verbindungen zwischen den USA und Westeuropa genutzt werden.

Die **Temperatur** [(lat.)] ist eine physikalische Grundgröße, ist ein Maß für den Wärmezustand eines Körpers. In der Regel steigt die Temperatur eines Körpers, wenn man ihm Wärmeenergie zuführt. (Ausnahmen sind z. B. beim Schmelzen oder Verdampfen zu beobachten.) Die Temperatur wird in der Physik und in der Astronomie meist als *absolute Temperatur* in Kelvin (K) gemessen, im Alltagsgebrauch ist die übliche Temperatureinheit das Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Der absolute Nullpunkt (tiefste Temperatur) ist $0\text{ K} = 273,15^{\circ}\text{C}$. Man erhält die Temperatur T (in K), indem man zur Temperatur t (in $^{\circ}\text{C}$) den Wert von $273,15$ Grad addiert; $20^{\circ}\text{C} = 293,15\text{ K}$.

In der Astronomie werden Temperaturen auf Grund der von den betreffenden Körpern ausgesandten Strahlung bestimmt. Die *effektive Temperatur* ist die Temperatur, die ein ↗ schwarzer Körper haben müßte, um je Quadratmeter Ober-



Telemontor

fläche die gleiche Strahlungsleistung abzugeben wie der Stern. Häufig werden die effektiven Temperaturen der Sterne vereinfacht als *Oberflächentemperaturen* bezeichnet. Die *Farbtemperatur* ist die Temperatur eines schwarzen Körpers, der eine Lichtstrahlung gleicher Farbe (gleicher spektraler Intensitätsverteilung) wie der Stern aussendet. Als *kinetische Temperatur* bezeichnet man einen aus der mittleren Bewegungsenergie der Atome ermittelten Wert. Die kinetische Temperatur findet vielfach bei der Beschreibung der Sternatmosphären und der interstellaren Materie Anwendung.

Valentina Wladimirowna **Tereschkowa**, geb. 6. 3. 1937, einzige sowjetische Kosmonautin, war die erste Frau, die in einem Raumfahrzeug die Erde umkreiste. Sie führte 1963 mit „Wostok 6“ 48 Erdumläufe aus und bewies, daß auch der weibliche Organismus die Belastung eines Raumfluges ohne Schaden zu nehmen überstehen kann. – Seit 1959 war sie aktive Fallschirmsportlerin gewesen; nach dem Start von J. \nearrow Gagarin bewarb sie sich zur Ausbildung als Kosmonautin. Seit 1963 ist sie mit dem Kosmonauten A. Nikolajew verheiratet und trägt seitdem den Namen *Nikolajewa-Tereschkowa*. 1964 wurde dem Kosmonautenehepaar eine Tochter geboren.

Der **Terminator** [(lat.) ist die Tag-Nacht-Grenze (*Lichtgrenze*) auf einem nicht selbst leuchtenden Himmelskörper. An dieser Grenze treffen die Sonnenstrahlen sehr flach auf und es entstehen lange Schatten. Auf dem Mond erscheinen daher die Oberflächeneinheiten am Terminator besonders plastisch.

Terra [(lat.) ist der lateinische Name für die Erde. Die Bezeichnung wird auch für bestimmte Formen auf der \nearrow Mondoberfläche verwendet.

Tethys [nach der griech. Sagengestalt] heißt ein Mond des Saturn. \nearrow Tab. Satellit.

Thor hieß ursprünglich eine militärische Mittelstreckenrakete der USA, die 1955/57 als einstufige Flüssigkeitsrakete entwickelt worden ist. Auf der Grundlage dieses Typs entstand eine Reihe von Raumflugkörperträgerraketen. Bei der

Thor Able 1 wurde die Zweit- und Drittstufe der \nearrow Vanguard verwendet. 3 Versuche, Mondflugkörper damit zu starten, schlugen fehl. Eine modifizierte Version, *Thor Able 2*, wurde bis 1. 4. 1960 dreimal erfolgreich eingesetzt. 1961/65 wurde die *Thor-Able-Star* mit einem neuartigen Oberstufentriebwerk ausschließlich für militärische Satelliten eingesetzt. Daneben wurden für die US-Luftwaffe die *Thor-Agena A, B und D* entwickelt. Weitere Entwicklungen waren die *Long Tank Thor (LTT)* mit verlängerten Treibstofftanks, die *Long Tank Thrust Augmented Thor (LTTAT)*, bei der 3 Feststoffbooster und eine Agena D als 2. Stufe eingesetzt wurden. Sie trug auch die Bezeichnung *Thorad-Agena D*. Für den Start kleinerer Nutzlasten wurde außerdem die Kombination Thor-Burner II verwendet. Die letzte Thor startete im Jahre 1973. Technische Daten der Thor-Stufe \nearrow Delta. \nearrow Burner II.

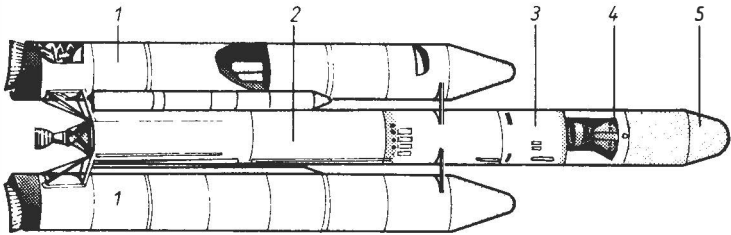
Tierkreis oder **Zodiakus** nennt man einen streifenförmigen Bereich längs der \nearrow Ekliptik an der scheinbaren Himmelskugel. In ihm verlaufen die scheinbaren Bahnen der Sonne, des Mondes und der meisten Planeten. Der Name rührt daher, daß die Mehrzahl der ekliptiknahen Sternbilder Tiernamen trägt.

In der Astrologie des Altertums wurde die Ekliptik in 12 gleichlange Abschnitte (zu je 30°) zerlegt. Diese erhielten die Namen benachbarter Sternbilder des Tierkreises (*Tierkreissternbilder*) und heißen *Tierkreiszeichen* (\nearrow astronomische Zeichen). Da die Sternbilder festbleiben, der Frühlingspunkt sich aber infolge der \nearrow Präzession bewegt, haben sich seither diese Sternbilder und die nach ihnen benannten Tierkreiszeichen um rund 30° voneinander entfernt. \nearrow Schlangenträger.

Das **Tierkreislicht** \nearrow Zodiakallicht.

Die **Tierkreislinie** \nearrow Ekliptik.

Tiros [Abk. von Television and Infrared Observation Satellite, engl., „Fernseh- und Infrarotbeobachtungssatellit“] heißt die erste Serie von Wetterbeobachtungssatelliten der USA, von denen 10 in den Jahren 1960/65 gestartet wurden. Sie besitzen 2 Fernsehkameras und haben trommelförmige Gestalt (rund 0,5 m hoch) mit



Titan, Abb. 1: Titan 3C

1 Feststoffraketen (1. Stufe), 2 2. Stufe, 3 3. Stufe, 4 4. Stufe, 5 Nutzlastraum

Massen zwischen 120 und 139 kg. Ihre Bahnen lagen im Höhenbereich 590 bis 900 km. Die Tiros-Satelliten lieferten umfangreiches Beobachtungsmaterial. Beispielsweise wurden schon 2–3 Tage früher als üblich Hurrikans erkannt. — Die Aufgabe dieser Satelliten wurde von den Serien ESSA (1966/69), ITOS (auch NOAA oder Tiros M genannt, 1970/74) und Tiros N (ab 1978) fortgesetzt.

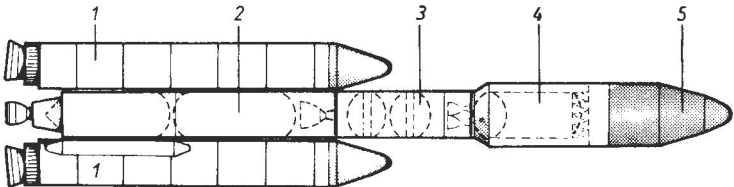
Der Titan [(griech.) ist ein Mond des Planeten Saturn und der größte aller Planetenetrabanten im Sonnensystem. ↗ Tab. Satellit. Titan besitzt eine dichte Atmosphäre aus Methan (CH_4) und Wasserstoff und besteht wahrscheinlich aus Wassereis und gefrorenem Methan.

Titan heißen verschiedene Typen mehrstufiger Trägerraketen der USA.

Titan 3C ist eine mit 2 seitlich angebrachten Feststoffraketen ausgerüstete vierstufige Trägerrakete, die seit 1965 vorwiegend für den Start militärischer Erdsatelliten eingesetzt wird. Ihre Höhe beträgt je nach Nutzlast 40 bis 48 m, die Startmasse 645 t. Als 1. Stufe werden die 2 Feststoffraketen angesehen. Sie haben eine Länge von 25,9 m und einen Durch-

messer von 3,05 m. Ihre Gesamtmasse beträgt 464 t. Sie liefern für 125 s einen Schub von 10,5 MN. — Die 2. Stufe von 22,2 m Länge und 3,05 m Durchmesser besitzt Flüssigkeitsantrieb. Die 2 Triebwerke arbeiten mit Aerozin 50 als Brennstoff und Stickstofftetroxid als Oxydator. Sie liefern einen Vakuumschub von 2,3 MN. Ihre Brenndauer beträgt 147 s. — Das Triebwerk der 11 m langen 3. Stufe arbeitet ebenfalls mit Aerozin 50 und Stickstofftetroxid und liefert für 210 s einen Vakuumschub von 450 kN. — Die 4. Stufe, auch *Transtage* genannt, hat ebenfalls einen Durchmesser von 3,05 m und eine Länge von 4,5 m. Mit dem gleichen Treibstoff wie die 2. und 3. Stufe kann sie insgesamt 440 s lang einen Vakuumschub von 70 kN liefern. Sie ist wiederzündbar und wird meist für Bahnänderungen der Nutzlast verwendet. — Die höchste Nutzlastkapazität der Titan 3C beträgt auf einer Kreisbahn in 300 km Höhe rund 11,5 t. *Abb. 1*

Titan 3E-Centaur ist eine weiterentwickelte Trägerraketenkombination. Sie ist ebenfalls vierstufig, hat eine Gesamtmasse von 641 t und eine Höhe von 48,8 m.



Titan, Abb. 2: Titan 3E-Centaur

1 Feststoffraketen (1. Stufe), 2 2. Stufe, 3 3. Stufe, 4 4. Stufe (Centaur), 5 Nutzlastraum

Sie wurde 1974 und 1975 für interplanetare Raumflugkörper wie ↗Viking, ↗Helios und ↗Voyager verwendet. Als Oberstufe wird die ↗Centaur verwendet. Bei einigen Starts wurde ein zusätzliches Feststofftriebwerk (TE-364-4) mit 66 kN Schub als „Kickstufe“ eingesetzt. Die Verkleidung der Centaur- und Kickstufe und des Nutzlastraumes hat einen Durchmesser von 4,3 m. Abb. 2.

Titania heißt ein Mond des Uranus. ↗Tab. Satellit.

Als **Titius-Bodesche Reihe** bezeichnet man einen von J. K. Titius (1729–1796) entdeckten und von J. E. Bode (1747–1826) veröffentlichten mathematischen Ausdruck von der Form $a = 0,4 + 0,3 \cdot 2^n$. Er liefert in guter Näherung die mittleren Sonnenabstände des Planeten Merkur bis Uranus in Astronomischen Einheiten, wenn man für n nacheinander $-\infty, 0, 1, 2, 3, 4, 5$ und 6 setzt. Die Zahl $n = 3$ gibt den durchschnittlichen Abstand der Planetoiden.

Bei Neptun und Pluto liefert die Reihe mit $n = 7$ bzw. 8 sehr fehlerhafte Werte. Wahrscheinlich verbirgt sich hinter dieser Gesetzmäßigkeit eine ursprüngliche Massenverteilung im Sonnensystem bei der ↗Planetentstehung.

Tolliman ↗Proxima Centauri.

Die **Totalität** [(lat.)] ist der Zeitraum, in dem bei einer totalen ↗Finsteris das betreffende Gestirn vollständig verfinstert ist. Vor und nach der Totalität hat auch die totale Finsteris eine partielle Phase. Die Totalität einer Sonnenfinsteris kann bis zu 7,6 min, die einer Mondfinsteris bis zu 1 h 40 min dauern.

Als **Trägerrakete** oder auch **Raumfahrt-Trägersystem** bezeichnet man Raketen, die meistens mehrstufig und in der Lage sind, **Raumflugkörper** auf Satellitenbahnen oder planetare ↗Bahnen zu bringen. Ihr wesentlicher Teil ist das **Triebwerk**, das eine Vortriebskraft (↗Schub) durch den Ausstoß eines Antriebsstrahls liefert, welcher unabhängig von der Umgebung erzeugt wird (Rückstoßprinzip). Man unterscheidet ↗Feststoffraketen, ↗Flüssigkeitsraketen, ↗Photonentriebwerke. Gegenwärtig sind Raketen nicht wiederverwendbar.

↗Mehrstufenrakete, ↗Space Shuttle. – ↗Höhenforschungsrakete.

Der **Transpluto** [(lat.)] ist ein außerhalb der Plutobahn in 464 AE Sonnenabstand vermuteter zehnter Planet, den es im Sonnensystem geben soll. Er konnte bisher nicht entdeckt werden. Es ist fraglich, ob er existiert.

Das **Trapez** [(griech.)] im Sternbild *Orion* wird von 4 jungen, heißen Sternen gebildet, die dem sechsfachen System θ Orionis angehören. Von der Strahlung dieser Sterne wird der Gasanteil des ↗Orionnebels ionisiert.

Der **Treibstoff** ist das Antriebsmittel einer Rakete. Bei ↗Flüssigkeitsraketen besteht er aus Brennstoff und dem Oxydator (Sauerstoffträger). Der am häufigsten verwendete Oxydator ist flüssiger Sauerstoff. Denkbar sind auch andere Antriebsysteme (↗Photonentriebwerk, ↗Ionenstrahltrieb). ↗Feststoffraketen.

Triangulum [(lat.)] ↗Dreieck.

Triangulum Australe [(lat.)] ↗Südliches Dreieck.

Triebwerk ↗Trägerrakete.

Triton [(griech.)] heißt der größere Mond des Neptun. ↗Tab. Satellit.

Als **Trojaner** werden bestimmte Planetoiden bezeichnet, die sich durch ihre besondere räumliche Stellung zu Sonne und Jupiter auf bevorzugten Bahnen bewegen. Sie wurden nach Helden der Sage vom trojanischen Krieg benannt.

tropisch [(griech.): auf die Lage des ↗Frühlingspunktes bezogen. Das **tropische Jahr** ist der Zeitraum zwischen 2 aufeinanderfolgenden Durchgängen der Sonne durch den Frühlingspunkt; es dauert 365 Tage 5 h 48 min 46 s mittlerer Sonnenzeit. Wegen der ↗Präzession läuft der Frühlingspunkt im Laufe eines Jahres der Sonne an der scheinbaren Himmelskugel entgegen, daher ist das tropische Jahr länger als das ↗siderische Jahr. Ein **tropischer Monat** ist die Zeit zwischen 2 aufeinanderfolgenden Durchgängen des Mondes durch den Längengrad des Frühlingspunktes und dauert 27 Tage 7 h 43 min 5 s.

Die **Troposphäre** [(griech.)] ist ein Teil (eine Schicht) der ↗Erdatmosphäre (mit Tab.).

T-Tauri-Sterne [(lat., Taurus, „Stier“) sind unregelmäßige ↗ Veränderliche, in deren Spektren Emissionslinien auftreten. Diese Sterne werden von Gas- und Staubhüllen umgeben. Wahrscheinlich handelt es sich um ↗ Protosterne im letzten Stadium der Kontraktion, bei denen die Hülle aufreißt und der entstehende Stern sichtbar wird. T-Tauri-Sterne bilden ↗ Sternassoziationen.

Der **Tubus** [(lat.) ↗ Fernrohr.

TUC ↗ Zeit.

Tucana [(lat.) Tukan.

Der **Tukan** oder *Tucana* [(lat., Genitiv *Tucanae*), Abk. *Tuc*, heißt ein in Mitteleuropa nicht sichtbares Sternbild des Südhimmels.

Das **Turmteleskop** [(griech.) wird vor allem bei der Sonnenbeobachtung verwendet. Es ist ortsfest senkrecht in einem Turm montiert; das Sonnenlicht wird durch einen ↗ Coelostaten in das Teleskop reflektiert. Der Vorteil dieser Anordnung ist, daß auch die Zusatzgeräte (z.B. ↗ Spektrographen) fest aufgestellt und in klimatisierten Räumen untergebracht werden können. In der DDR befindet sich ein Turmteleskop im ↗ Einsteinturm.

U

Übergangsbahn ↗ Bahn.

Ein **Überriese** ist ein Stern mit sehr großer Leuchtkraft. Derartige Sterne weisen erheblich größere Durchmesser auf als die Sterne der ↗ Hauptreihe. Sie gehören zur ↗ Leuchtkraftklasse I. Der Überriesenstern Beteigeuze im Sternbild Orion hat mehr als 10 000fache Sonnenleuchtkraft. Sein Durchmesser übertrifft den der Sonne um das 700fache.

Das **UBV-System** ↗ Mehrfarbenfotometrie.

UDMH: Abk. für unsymmetrisches Dimethylhydrazin, ein flüssiger Raketenbrennstoff.

Mit **UFO** [Abk. für *unidentified flying*

objects, engl., „nicht identifizierte Flugobjekte“) bezeichnet man seit Anfang der 50er Jahre angenommene Raumflugkörper von außerirdischen intelligenten Lebewesen. Es gibt keinen Beweis, daß sie wirklich existieren. Mit ihrer angeblichen Existenz wurden und werden in der kapitalistischen Welt Geschäfte gemacht; Bücher und Vorträge zu dieser Thematik erfreuen sich vor allem in den USA und der BRD großer Beliebtheit.

Die **Uhr** ist eines der wichtigsten Meßgeräte der Astronomie und zwar zur ↗ Zeitbestimmung. Auf den Sternwarten werden meist Präzisions-*Pendeluhr*en und *Quarzuhr*en verwendet. Pendeluhrer müssen sehr sorgfältig konstruiert und gewartet werden; sie stehen meistens in besonderen Uhrenräumen mit konstanter Temperatur und unter Luftabschluß. Bei ihnen wird die Pendelschwingung als Zeitnormal verwendet. Bei der Quarzuhr treten an deren Stelle die Schwingungen eines Stabes, einer Platte oder eines Ringes aus Quarz. Diese Schwingungen werden auf elektrischem Wege erregt und haben eine sehr konstante Frequenz. Eine Laborquarzuhr weicht täglich nur um $\frac{1}{10000}$ s ab. Die höchste Genauigkeit wird mit *Moleküluhr*en und *Atomuhr*en erreicht, bei denen als Zeitnormal die nahezu unveränderlichen Eigenschwingungen von Atomen oder Molekülen dienen. Mit solchen Uhren wurde es möglich, die Unregelmäßigkeiten der Erdrotation nachzuweisen.

Der **Stand** (die Abweichung der angezeigten von der wahren Zeit) und der **Gang** einer Uhr (die Änderung des Standes von Tag zu Tag) werden ständig kontrolliert. Je weniger sich der Gang ändert, desto wertvoller ist die Uhr.

Das **Ultrarot** [(lat.) ↗ Infrarot.

Die **Ultrastrahlung** [(lat.) ↗ kosmische Strahlung.

Das **Ultraviolett** [(lat. + (franz.), Abk. *UV*, ist ein Teilgebiet der elektromagnetischen Wellenstrahlung. Es umfaßt Wellen mit Wellenlängen zwischen 10 nm und 360 nm. Die Erdatmosphäre ist für Ultraviolettstrahlung nur teilweise durchlässig, deshalb sind Beobachtungen in diesem Spektralbereich nur von Hoch-

gebirgsstationen, Ballonteleסקopen und Erdsatelliten aus möglich. Auch die ↗interstellare Materie absorbiert ultraviolette Strahlung. — ↗Tab. elektromagnetische Wellen.

Die **Umbr a** [(lat., „Schatten“) ↗Sonnenfleck.

Umbriel [(lat. (hebr.) heißt ein Mond des Uranus. ↗Tab. Satellit.

Die **Umlaufbahn** oder das *Orbit* ist die Bahn eines ↗künstlichen Erdsatelliten um die Erde, auch die Bahn eines künstlichen Satelliten um einen anderen Himmelskörper (Luna 10 und Lunar Orbiter 1 bis 5 sind z. B. künstliche Mondsatelliten). Die Umlaufbahn um die Erde ist in den wenigsten Fällen kreisförmig (bei den geostationären ↗Nachrichtensatelliten), meist elliptisch.

Die **Umlaufzeit** eines natürlichen oder künstlichen Himmelskörpers ist die Zeitdauer für einen vollendeten Umlauf dieses Körpers um den Zentralkörper. — Die Umlaufzeit eines künstlichen Erdsatelliten ist eine der ↗Bahndaten. Die Umlaufzeit um die Erde wird beim Überfliegen des gleichen Breitenkreises gemessen.

Das **Universalinstrument** [beide (lat.) dient zur Messung von Winkeln an der scheinbaren Himmelskugel. Es ist ein um eine waagerechte und eine senkrechte Achse drehbares kleines Fernrohr, mit dem Höhen und Azimute von Gestirnen gemessen werden. Universalinstrumente werden z. B. bei Expeditionen zur Zeit- und Ortsbestimmung benutzt. Eine größere, stabil aufgestellte Form ist das ↗Altazimut.

Universal Time [engl.; sprich: juniva:staim], Abk. *UT* ↗Weltzeit.

Das **Universum** [(lat.) ↗Weltall.

Der **Untergang** ist der Zeitpunkt zu dem ein Gestirn unter dem Horizont verschwindet. Da die atmosphärische ↗Refraktion die Höhe eines Objekts im Horizont um 35' vergrößert, erfolgt der *scheinbare Untergang* etwas später als der *wahre Untergang*. Beim *heliakischen Untergang* verschwindet das Gestirn in den Strahlen der auf ihrer jährlichen scheinbaren Bahn herannahenden Sonne.

Ein **Unterriese** ist ein Stern der ↗Leuchtkraftklasse IV. Diese Sterne befinden sich im ↗Hertzsprung-Russell-Diagramm zwischen der ↗Hauptreihe und dem Bereich der Riesensterne. Ihre Anzahl ist nur gering.

Ein **Untertzweig** ist ein Stern der ↗Leuchtkraftklasse VI. Diese Sterne liegen im ↗Hertzsprung-Russell-Diagramm unterhalb der ↗Hauptreihe, besitzen also bei gleichen Temperaturen geringere Leuchtkräfte als die (normalen) Zwergsterne. Sie kommen in der Sonnenumgebung nur in geringer Anzahl vor.

Die **Urania** [(griech., „Himmliche“) oder *Urania* [(lat.) heißt die griech. Muse der Himmelskunde. Heute tragen neben der Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse und deren Monatszeitschrift (in der regelmäßig Artikel zur Astronomie und zu Raumfahrtproblemen erscheinen) auch viele ↗Volkssternwarten (z. B. die in Jena) diesen Namen.

Der **Uranus** [(lat. (griech.) ist ein Planet des Sonnensystems. Er gehört zu den ↗jupiterähnlichen Planeten. ↗Tab. Planet und Tab. Planetensystem.

Uranus ist in seinen physikalischen Eigenschaften dem ↗Neptun ähnlich. Er erscheint einem irdischen Beobachter nur in einer Helligkeit von +5,9 Größenklassen. Seine Rotationsachse liegt fast in der Bahnebene. In der vorwiegend aus Wasserstoff und Helium bestehenden Uranusatmosphäre, deren Temperatur wegen der großen Entfernung von der Sonne nur -216°C beträgt, konnte eine Wolken-schicht nachgewiesen werden. Uranus sendet Radiostrahlung aus. Er wird von 5 Monden umlaufen (↗Tab. Satellit) und von einem — von der Erde aus nicht beobachtbaren — Ringsystem umgeben. Uranus wurde im Jahre 1781 von W. Herschel entdeckt.

Der **Urknall** ↗Singularität.

Ursa Major ↗Großer Bär.

Ursa-Major-Haufen ↗Bewegungssternhaufen.

Ursa Minor ↗Kleiner Bär.

UT: ↗Weltzeit.

V

Der **Van-Allen-Gürtel** ↗ Strahlungsgürtel.

Vandenberg ↗ Raketenstartplatz.

Vanguard [engl., „Vorhut“, „Spitze“; sprich: wängahrd] war 1. die erste *Trägerrakete* der USA für Erdsatelliten, die im Auftrag der US-Navy entwickelt worden war. Nach 2 vorangegangenen Fehlstarts gelangte mit ihr am 17. 3. 1958 der erste Vanguard-Satellit auf eine Erdumlaufbahn. Bei insgesamt 12 Starts versagte die Rakete neunmal. 2 Stufen besaßen Flüssigkeitsraketenantrieb, die 3. Feststoffantrieb. – 2. Die Vanguard-Satelliten der USA sollten im Internationalen Geophysikalischen Jahr 1957/58 als erste Raumflugkörper der USA gestartet werden. Der erste erfolgreiche Satellit der Serie, *Vanguard 1*, gestartet am 17. 3. 1958 nach 2 Fehlstarts, erreichte mit seinen 1,5 kg Masse und 0,15 m Durchmesser als 2. Satellit der USA seine Erdumlaufbahn. Er besaß lediglich 2 Sender mit 5 und 10 mW-Leistung, die von Solarzellen gespeist wurden. – *Vanguard 2* (Start am 15. 2. 1959 nach 5 Fehlstarts) war zusätzlich mit 2 Infrarotzellen ausgerüstet, die Informationen über die Großwetterlage liefern sollten. Nach unkontrollierbaren Taumelbewegungen des Satelliten waren diese nicht auswertbar. – *Vanguard 3*, der am 18. 9. 1959 seine Bahn erreichte, war weiterhin mit einem Magnetometer und Röntgenstrahlungsdetektoren zur Untersuchung der solaren Strahlung ausgerüstet. Da sich die 3. Raketenstufe nicht vom Satelliten gelöst hatte, war dieses Unternehmen ebenfalls nurein Teilerfolg. Auch dieser Raumflugkörper konnte keine stabile räumliche Lage einnehmen. Vanguard 2 und 3 waren kugelförmig mit 50 cm Durchmesser, wobei beim letzteren das Magnetometer an einem 1 m langen Ausleger befestigt war. Ihre Massen betragen 9,8 bzw. 14,5 kg.

Vela [(lat.) ↗ Segel.

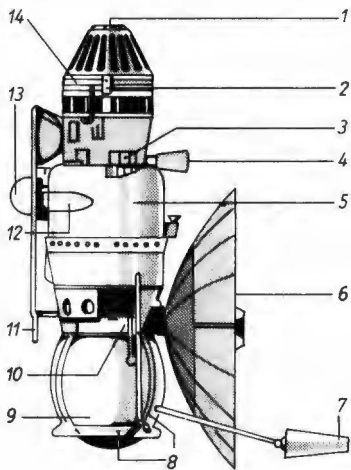
Venera [(russ., „Venus“), früher im Deutschen auch *Venus* genannt, heißt eine Serie von Planetensonden der UdSSR, die der Erforschung der Venus dient.

Venera 1 war die erste Planetensonde, sie wurde am 12. 2. 1961 aus einer Satellitenbahn von einem Trägersatelliten auf eine Flugbahn zur Venus gebracht. Sowjetische Wissenschaftler konnten die Funksignale bis zu einem Erdbestand von rund 4 Mill. km empfangen. Von diesem Flugabschnitt wurden erste Meßwerte aus dem interplanetaren Raum übertragen. Nach den Bahnrechnungen hat diese Sonde die Venus am 19. 5. 1961 passiert; ihre Masse betrug 644 kg.

Venera 2 und 3 war das erste Paar von Venussonden (Start am 12. bzw. 16. 11. 1965), das auf naheliegende Planetenbahnen gelangte. Venera 2 flog wie vorgesehen in 24 000 km Entfernung an der Venus vorüber; Venera 3 drang am 1. 3. 1966 in die Venusatmosphäre ein. Kurz vor der Passage bzw. dem Erreichen der Planetenatmosphäre riß die Funkverbindung ab. Diese Sonden mit je rund 960 kg Masse lieferten wertvolle Informationen über die physikalischen Verhältnisse im interplanetaren Raum zwischen Erde und Venus.

Venera 4 bis 6 drangen in die Atmosphäre der Venus ein (am 18. 10. 1967 und 16. bzw. 17. 5. 1969) und lieferten erste Meßwerte aus der Venusatmosphäre zur Erde. Infolge des unerwartet hohen Drucks in der unteren Venusatmosphäre und wegen Aufwinden erreichten sie nicht die feste Oberfläche, sondern blieben in Höhenbereichen von etwa 20, 16 bzw. 12 km Venusoberflächenabstand schwebend.

Venera 7 und 8 erreichten als erste Körper die Venusoberfläche. Sie hatten eine Masse von 1 180 kg, wobei 400 kg auf den etwa kugelförmigen *Landekörper* (oder *Lander*) entfielen. Der Orbitalteil verglühte beim Eindringen in die Venusatmosphäre. Die Lander von Venera 7 (Start am 17. 8. 1970) und 8 (Start am 27. 3. 1972) erreichten nach 120 bzw. 117 Tagen Flug (am 15. 12. 1970 bzw. 22. 7. 1972) die Oberfläche unseres Nachbarplaneten. Während des Absinkens am Fallschirm wurden Meßdaten der Atmosphäre und der Wolken-schichten zur Erde gefunkt. Nach weichen Landungen übertrugen die Lander



Venera, Abb. 1: Venera 8

1 Schubdüse des Bahnkorrekturtriebwerks, 2 Kaltgasdüse für Lageregelung um die X-Achse (Gierstabilisierung), 3 Registriergerät für primäre kosmische Strahlung, 4 Abschirmblende für Sensoren, 5 Orbitalsektion, 6 Parabolantenne (Richtstrahlantenne), 7 Rundstrahlantenne, 8 Haltebänder der Landekapsel, 9 Landekapsel, 10 Stickstoff-Druckgasbehälter, 11 Abdeckplatte des Astro-Orientierungssystems, 12 Sonnensensor, 13 Astro-Orientierungssystem, 14 Druckgasleitungen des Lageregelungssystems

noch für 35 bzw. 50min Informationen direkt von der Oberfläche. Abb. 1.

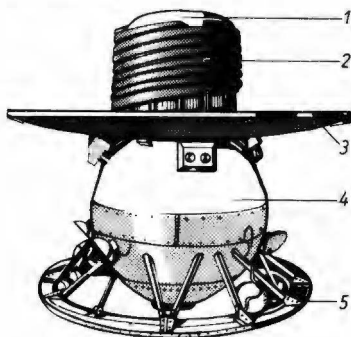
Venera 9 und 10, das 2. Venussondenpaar der UdSSR, übermittelten erstmals Fotos von der Venusoberfläche zur Erde.

Sie waren am 8. bzw. 14. 6. 1975 gestartet worden und hatten am 22. bzw. 25. 10. 1975 ihr Ziel erreicht: sie gelangten auf Satellitenbahnen um die Venus, nachdem sie Landekapseln abgesetzt hatten. Die rund 2200 km voneinander entfernt niedergegangenen Landekörper übermittelten Panoramafotos und Meßdaten der Venusoberfläche zur Erde. Abb. 2. — ↗ Venus Abb. 2.

Venera 11 und 12 landeten am 21. bzw. 25. 12. 1978 (Venera 12 zuerst) auf der Venus und sendeten zahlreiche Meßwerte über die Atmosphäre und die Verhältnisse an der Venusoberfläche zur Erde. Die Trägerteile der Sonden, die nach der Venuspassage in interplanetare Flugbahnen gelangten und von dort aus weitere Meßwerte senden, dienten nach der Landung der beiden Sonden zur Meßwertübertragung.

Die Venus [(lat., „Lichtträger“) ist 1. der Planet des Sonnensystems, der der Erde am nächsten kommen kann. Sie gehört zu den ↗erdähnlichen Planeten. ↗Tab. Planet und Tab. Planetensystem.

Die Venus ist nach Sonne und Mond das auffallendste Gestirn am Himmel, da ihre scheinbare Helligkeit bis auf -4,4 Größenklassen ansteigen kann. Steht sie westlich (rechts) der Sonne, dann geht sie vor ihr auf und erscheint als *Morgenstern*. In der entgegengesetzten Stellung leuchtet sie als *Abendstern* nach Sonnenuntergang am Himmel. Venus kann bis zu 47° Winkelabstand von der Sonne erreichen. Im Fernrohr zeigt sie Phasen wie der Mond und, je nach ihrem Abstand von der Erde, sehr unterschiedliche Winkeldurchmesser (10° bis 60°).



Venera, Abb. 2: Landeteil von Venera 9 und 10

1 Behälter mit telemetrischer Anlage, 2 Spiralantenne, 3 Bremsschild für die Landung, 4 Meßgerätebehälter, 5 Ring mit Stoßdämpfern zur weichen Landung



Venus, Abb. 1: Die Venus aus 720000 km Entfernung gesehen. Aufnahme im ultravioletten Licht von Mariner 10

der dichten Atmosphäre. Die Venus ist von einer undurchsichtigen Wolkenhülle umgeben, die temperatúrausgleichend und stark lichtschwächend wirkt und in der sich wahrscheinlich Schwefelsäure und feste Schwefelteilchen befinden. Die untere Grenze der Wolken liegt bei 48 km, die obere bei 70 km Höhe. Venus hat einen Eisenkern von etwa 6000 km Durchmesser. Ein Magnetfeld konnte nicht festgestellt werden. ↗ Durchgang. 2 Abb.

2. Venus (Raumflugkörper) ↗ Venera. Venussonden ↗ Venera, ↗ Mariner.

Veränderliche oder veränderliche Sterne sind Sterne, deren wesentliche ↗ Zustandsgrößen periodisch oder in unregelmäßiger Weise um einen mittleren Wert schwanken. Im weiteren Sinne



Venus, Abb. 2: Panoramafoto, aufgenommen von Venera 9. In der Mitte unten ist noch ein Teil des Landeapparates erkennbar. Das Panoramafoto ist in mehreren Teilfotos übermittelt worden, die durch Kontrollsignale voneinander getrennt waren (daher die vertikalen Streifen)

Auf der Oberfläche der Venus wurden, wie auf Mond, Merkur und Mars, Krater festgestellt. Sie sind flacher als die des Mondes, wie überhaupt die aus Granit- und Basaltgesteinen bestehende Kruste der Venus verhältnismäßig eben ist. Kleine Krater sind selten.

Die Venusatmosphäre besteht zu 96% aus Kohlendioxid, zu 2% aus Stickstoff und zu 2% aus einigen anderen Gasen. Der Sauerstoffanteil beträgt weniger als 0,1%. Oberhalb einer Höhe von 45 km herrschen hohe Windgeschwindigkeiten, an der Planetenoberfläche ist es dagegen fast windstill. An der Landestelle der sowjetischen Sonde „Venus 8“ betrug die Atmosphärentemperatur 470°C und der Druck 9000 kPa. Ein Temperaturunterschied zwischen Tag und Nacht wurde nicht festgestellt. Die hohe Temperatur erklärt sich aus der geringen Entfernung zur Sonne und aus der Treibhauswirkung

zählen auch die ↗ Bedeckungssterne zu den Veränderlichen, obwohl sich bei dieser speziellen Gruppe von Doppelsterne lediglich die von der Erde aus beobachtbare scheinbare Helligkeit (die nicht zu den Zustandsgrößen zählt) rhythmisch verändert.

Auch die physischen Veränderlichen, d. h. die Sterne mit veränderlichen Zustandsgrößen, fallen durch ihre veränderliche scheinbare Helligkeit auf, was jedoch durch zeitliche Änderungen der Leuchtkraft bewirkt wird. Auch die Temperatur, die Spektralklasse, der Radius, die Rotationsgeschwindigkeit und das Magnetfeld sind bei diesen Sternen veränderlich. In fast allen Fällen bleiben jedoch die Mittelwerte der genannten Zustandsgrößen konstant.

Je nach der Art der Helligkeitsänderung werden die Veränderlichen in verschiedene Gruppen eingeteilt, die jeweils nach

einem typischen Vertreter benannt sind. Mehr als $\frac{9}{10}$ aller Veränderlichen sind \nearrow Riesen- und \nearrow Überriesensterne. Der überwiegende Teil dieser Objekte gehört zu den \nearrow Pulsationsveränderlichen. Auch völlig unregelmäßige Helligkeitsänderungen kommen bei Riesensternen vor.

Die Veränderlichen, die der \nearrow Hauptreihe des \nearrow Hertzprung-Russell-Diagramms zuzuordnen sind, haben meist einen unregelmäßigen, eruptionsartigen Lichtwechsel. Man bezeichnet diese *Hauptreihenveränderlichen* deshalb oft auch als *Eruptionsveränderliche* und nimmt an, daß die Helligkeitsausbrüche bei diesen Himmelskörpern tatsächlich mit Materieauswürfen verbunden sind. Auch hier gibt es unterschiedliche Gruppen, darunter die *T-Tauri-Sterne*, die häufig in der Nähe interstellarer Wolken angetroffen werden, und die \nearrow Flackersterne.

Sondergruppen von Veränderlichen bilden die *Spektrumveränderlichen*, in deren Spektren zeitlich veränderliche Linienstärken beobachtet werden, und die wiederkehrenden \nearrow Novae. Die *Rotationsveränderlichen* bilden ebenfalls eine besondere Gruppe, obgleich sie wahrscheinlich die häufigsten Veränderlichen sind. Man versteht darunter Sterne, die bei ihrer Rotation dem Beobachter unterschiedliche Oberflächeneinzelheiten zuwenden und deshalb einen schwachen Lichtwechsel aufweisen. Auch die Sonne hat – wegen der Sonnenflecken und Fackelgebiete – einen geringfügigen Rotationslichtwechsel.

Verbotene Linien heißen bestimmte, z. B. im \nearrow interstellaren Gas beobachtbare Spektrallinien, die unter normalen irdischen Bedingungen nicht auftreten. Im interstellaren Raum können sie u. a. wegen der dort herrschenden sehr geringen Dichte vom Gas ausgestrahlt werden. Da ihre Zuordnung zu bekannten chemischen Elementen anfangs sehr schwierig war, wurden sie zeitweise einem vermuteten unbekanntem Element \nearrow Nebulium zugeschrieben.

Die **Verfärbung** des Lichtes beim Durchgang durch \nearrow interstellaren Staub äußert sich in einer Rötung. Der Staub streut kurzwelliges (blaues) Licht stärker als

langwelliges (rotes), so daß der Beobachter eine relative Verringerung des kurzwelligen Anteils im Sternlicht wahrnimmt. Zur Angabe der Verfärbung dient der \nearrow Farbexzeß.

Die **Vergrößerung** eines Fernrohrs gibt an, um wieviel Mal der Sehwinkel eines Objekts, durch das Instrument betrachtet, größer ist als bei der Beobachtung ohne Fernrohr. Sie ist gleich dem Verhältnis Objektivbrennweite zu Okularbrennweite. Es gilt: Vergrößerung $N = f_1/f_2$. Bei fotografischer Beobachtung (Fokalaufnahme) hängt der Bildmaßstab, also die Vergrößerung, lediglich von der Objektivbrennweite ab. – \nearrow Fernrohr.

Veronique [franz.: sprich -nik] ist der Name einer französischen Höhenrakete. Beim ersten Start 1949 erreichte die Nutzlastspitze eine Höhe von 65 km und wurde an einem Fallschirm zurückgeführt. Im Laufe der folgenden Jahre wurde die „Veronique“ ständig verbessert. Während des Internationalen Geophysikalischen Jahres erfolgten 15 Einsatzstarts der Version *AGI*. Die jetzige Version *V61M* ist in der Lage, mit einer Nutzlast von 110 kg eine Gipfelhöhe von 220 km zu erreichen.

Der **Vertex** [(lat.) ist der Zielpunkt eines \nearrow Bewegungssternhaufens an der Himmelskugel, d. h. der Punkt, in dem die Mitgliedsterne des Haufens infolge ihrer \nearrow Eigenbewegung zusammenzutreffen scheinen. In Wirklichkeit handelt es sich um ein perspektivisches Zusammenlaufen der im Raum parallelen Bahnen der Haufensterne.

Vertikal [(lat., „senkrecht (zur Erdoberfläche)“) heißen \nearrow Höhenforschungsraketen der UdSSR, die im Rahmen des \nearrow Interkosmos-Programms gestartet werden. Die dort beteiligten sozialistischen Staaten konstruieren und bauen wissenschaftliche Instrumente, die an Bord der Raketen die Erdatmosphäre (besonders Ionosphäre), die Sonnenstrahlung (Röntgen- und Lyman-Alpha-Strahlung) sowie Meteoriten in großen Höhen (ab 90 km) untersuchen.

Die Vertikal-Raketen haben eine Länge von 23 m und einen Durchmesser von 1,66 m, ihre Massen betragen etwa

1300 kg. Vertikal 1 wurde am 28. 11. 1970 gestartet, Vertikal 2 am 21. 8. 1971, Vertikal 3 am 2. 9. 1975. Sie erreichten jeweils Höhen um 500 km. Vertikal 4, am 14. 10. 1976 gestartet, war wesentlich leistungsstärker und erreichte 1512 km Höhe, sie untersuchte Vorgänge in der äußersten Erdatmosphäre.

Als **Vertikalkreis** [(lat.)] wird jeder Halbkreis bezeichnet, der an der scheinbaren Himmelskugel \nearrow Zenit und \nearrow Nadir miteinander verbindet. Alle Vertikalkreise stehen senkrecht auf dem Horizont. Die Vertikalkreise, die den Horizont im Nord- und im Südpunkt schneiden, bilden zusammen den **Ortsmeridian**. **Erster Vertikal** heißt der größte Kugelkreis, der sich aus den Vertikalkreisen durch Ost- und Westpunkt zusammensetzt.

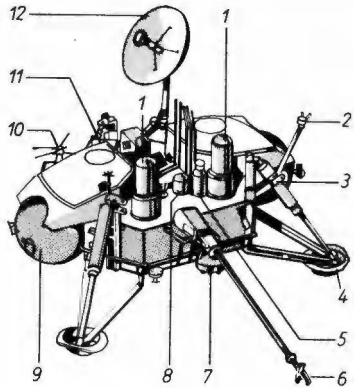
Vertikalkreis ist auch die Bezeichnung für ein Winkelmeßinstrument, das zur Messung von \nearrow Zenitdistanzen dient. Es ähnelt einem azimuthal montierten kleinen Fernrohr mit Teilkreisen an der Kippachse. \nearrow Montierung.

Die **Verzeichnung** \nearrow Abbildungsfehler.

Vesta [(lat.)] heißt einer der 4 größten Planetoiden. Sie hat die Form eines oval gestreckten Körpers mit 538 km mittlerem Durchmesser und rotiert in 10 h 41 min einmal um ihre Achse. Vesta ist der einzige \nearrow Planetoid, der zeitweilig mit dem bloßen Auge gesehen werden kann; alle anderen Planetoiden sind zu lichtschwach.

Viking [engl., sprich: wajking] heißen unbemannte Marssonden der USA, von denen Viking 1 und Viking 2 am 20. 8. bzw. 9. 9. 1975 gestartet wurden.

Jede Sonde besteht aus einem Landeteil (**Lander**) und einem sogenannten Orbiterteil (oder Orbitalteil), das den Planeten in elliptischer Bahn umrundet. Beide Teile machten fotografische Aufnahmen. (\nearrow Mars Abb. 1) Die **Landeteile** erreichten am 20. 7. bzw. 3. 9. 1976 die Marsoberfläche. Die Hauptaufgabe bestand darin, festzustellen, ob es einfachstes organisches Leben auf diesem Planeten gibt. Mit einem schaufelähnlichen Gebilde wurden mehrfache Bodenproben entnommen und in 3 verschiedenen Behältern auf die Existenz organischer Substanzen unter-



Viking

1 Fernsehkameras, 2 meteorologischer Sensor, 3 Ausleger, 4 Temperatursensor, 5 Gas-Chromatograph-Massenspektrometer, 6 „Schaufel“ zur Entnahme von Bodenproben, 7 Triebwerk für weiche Landung, 8 Anlage für biologische Untersuchungen, 9 Treibstofftank, 10 UHF-Antenne, 11 Seismometer, 12 S-Band-Antenne zur Bildübertragung

sucht. Die Ergebnisse lassen keinen positiven Schluß in den Landegebieten der Sonden zu. Nach dem Wiederauftauchen des Mars hinter der Sonne im Februar 1977 wurden die Untersuchungen bezüglich der Existenz von Lebensformen fortgesetzt, ebenfalls mit negativem Ergebnis. Inzwischen sind beide Lander und beide Orbiter ausgefallen. — Nach 2 1/2 Jahren Auswertung sind die Wissenschaftler der USA zu der Auffassung gekommen, daß auf der Marsoberfläche keine Lebensformen existieren. **Abb.**

Virgo [(lat.)] \nearrow Jungfrau.

Der **Virgohaufen** ist ein \nearrow Galaxienhaufen im Sternbild Virgo (Jungfrau) in einer Entfernung von rund 16 Mpc. Die Sternsysteme dieses Haufens entfernen sich mit Geschwindigkeiten um 1100 km/s vom Milchstraßensystem. Der Virgohaufen enthält 2 elliptische Riesengalaxien und viele \nearrow Zwerggalaxien.

visuell [(franz. (lat.): mit dem Auge, das Sehen betreffend. Bei der visuellen Be-

obachtung wird das Objekt mit oder ohne Fernrohr gesehen, d.h. im sichtbaren Licht im Unterschied etwa zur Radioastronomie. Ein Gegensatz zu visuell ist fotografisch (↗ Fotometer).

Volans [(lat.) ↗ Fliegender Fisch.

In der Volkssternwarte haben Amateurastronomen und sonstige Freunde und Interessenten der Himmelskunde die Möglichkeit, astronomische Beobachtungen durchzuführen und sich auf astronomischem Gebiet weiterzubilden. Volkssternwarten sind damit neben den ↗ Schulsternwarten wichtige Stätten der Volksbildung. Viele astronomische Fachgruppen des Kulturbundes der DDR sind in einer Volkssternwarte beheimatet. Die größte Volkssternwarte der DDR ist die *Archenhold-Sternwarte* in Berlin-Treptow (benannt nach ihrem Begründer, dem Astronomen Friedrich Simon Archenhold, 1861–1939).

Der Vollmond ↗ Mondphasen.

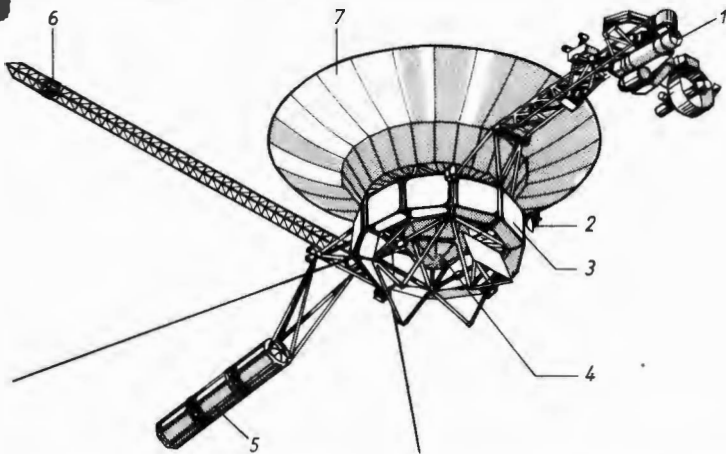
Voyager [engl., „Reisender“; sprich wõj-tschæ] heißen unbemannte Planetensonden der USA, die zur Erforschung des Jupiter und des Saturn eingesetzt wurden. Neben ↗ Pioneer 10 und 11 sollen sie

bisher am weitesten in unser Sonnensystem vordringen. *Voyager 1* und *Voyager 2* sind am 5. 9. bzw. 20. 8. 1977 gestartet worden (↗ Startfenster). *Voyager 1* hat den Jupiter am 5. 3. 1979 passiert und *Voyager 2* am 9. 7. 1979. Sensationelle Fernsehbilder auch von den 4 großen Monden des Jupiter wurden übertragen. Daraus konnten wichtige Schlußfolgerungen über deren Aufbau und die Anzahl der Monde u. a. gezogen werden (↗ Tab. Satellit).

Den Saturn haben *Voyager 1* am 12. 11. 1980 und *Voyager 2* am 25. 8. 1981 passiert. Sie lieferten u. a. Fotos und Daten vom ↗ Saturnring und den Monden (es wurden bisher 5 neue Monde entdeckt). *Voyager 2* wird am 24. 1. 1986 am Uranus und möglicherweise im September 1989 am Neptun in geringem Abstand vorbeifliegen.

Jede der Sonden hat eine Nutzmasse von 105kg, die Gesamtmasse beträgt 815kg. Gestartet wurden sie vom Startplatz Cape Canaveral mit einer ↗ Titan 3E-Centaur. Abb.

Vulpecula [(lat.) ↗ Fuchs.



Voyager

1 Ausleger mit wissenschaftlichen Instrumenten, 2 Gasdüse, 3 Elektronik, 4 Treibstoffbehälter, 5 Isotopengenerator, 6 Ausleger mit Magnetometer, 7 Parabolantenne

W

Die Rakete **W-5W** der Sowjetunion ist eine einstufige Höhenforschungsrakete. Sie stellt eine Weiterentwicklung des Typs **W-2A** dar. Sie wird seit 1958 eingesetzt, hauptsächlich für geophysikalische Forschungen.

Dabei werden die verschiedensten physikalischen Parameter in der Hochatmosphäre wie Luftdruck, Temperatur, chemische Zusammensetzung Ionen- und Elektronenkonzentration, magnetische Feldstärke, Intensität der kosmischen Strahlung sowie deren Zusammensetzung in einem vertikalen Schnitt untersucht. In den meisten Fällen wird die Nutzlastspitze nach Brennschluß vom Raketenkörper getrennt, um unverfälschte Meßwerte zu erhalten. Die Nutzlastspitze besitzt ein aerodynamisches Bremsystem sowie für die weiche Landung ein Fallschirmsystem. Am 21.2.1958 erreichte eine **W-5W** mit 1250 kg Nutzmasse die Rekordhöhe von 473 km. Später wurden mit 1300 kg Nutzmasse sogar 512 km Höhe erreicht. *Tab.*

Die **Waage** oder lat. *Libra* (Genitiv *Librae*), Abk. *Lib*, heißt ein Sternbild, das zum Tierkreis gehört. Es liegt südlich des Himmelsäquators und kulminiert Mitte Mai gegen Mitternacht.

W-5W: technische Daten

Gesamtsystem

Entwicklung: 1949–1958

Einsatz: ab 1958

Stufenzahl: 1

Höhe mit Nutzlast: 23,00 m

1. Stufe

Länge: 20,00 m

größter Durchmesser: 1,66 m

Triebwerk: 1 Flüssigkeitstriebwerk

Treibstoff: Kerosin/Flüssigsauerstoff

größte Flughöhe: 512 km

Nutzlastspitze

Länge: 1,3 bis 3,0 m

größter Durchmesser: 1,66 m

Nutzmasse (Höhe 480 km): 1,30 t

Waagepunkt → Herbstpunkt.

Wagen → Großer Bär; → Kleiner Bär.

Walfisch oder lat. *Cetus* (Genitiv *Ceti*), Abk. *Cet*, heißt ein ausgedehntes Sternbild im Bereich des Himmelsäquators. Es kulminiert in den Monaten Oktober und November gegen Mitternacht. In ihm befindet sich der unregelmäßige Veränderliche → *Mira Ceti*.

Wallebenen heißen die größten Ringgebirge auf dem Erdmond.

Wallops Island [engl., sprich: wəlləps aیلənd] → Raketenstartplatz.

Wassermann oder lat. *Aquarius* (Genitiv *Aquarii*), Abk. *Aqr*, heißt ein Sternbild, das zum Tierkreis gehört. Sein größter Teil liegt südlich des Himmelsäquators; es kulminiert Ende August und Anfang September um Mitternacht. Seine Sterne haben nur geringe Helligkeiten.

Wasserschlange, mitunter auch *weibliche* oder *nördliche Wasserschlange*, oder lat. *Hydra* (Genitiv *Hydrae*), Abk. *Hya*, heißt das ausgedehnteste Sternbild an der Himmelskugel. Sie erstreckt sich über eine Länge von mehr als 100°. Ihr Mittelteil kulminiert im März um Mitternacht. → *Kleine Wasserschlange*.

Die **Wasserstoff-Konvektionszone** [(lat.)] ist eine Schicht im Sonneninneren. Sie befindet sich unter der Photosphäre und ist etwa 70000 km dick. In ihr wird die Energie durch Konvektion transportiert, da die Strahlungsprozesse hier den Energietransport nicht bewältigen können. Auch andere Sterne besitzen Wasserstoff-Konvektionszonen, allerdings von sehr unterschiedlicher Dicke.

Die **Wega** (arab.), Kurzzeichen α *Lyr*, ist der Hauptstern im Sternbild Leier. Er ist ein weißer Stern mit 0,03 Größenklassen scheinbarer Helligkeit, der hellste Stern des nördlichen Sternhimmels, und gehört zum Sommerdreieck.

Ein **Weißer Zwerg** ist ein Stern im Endzustand seiner Entwicklung. Er besitzt keine Kernenergiequellen mehr und ist durch den Druck seiner eigenen Masse außerordentlich stark zusammengepreßt. Weiße Zwerge von einer Sonnenmasse haben Radien um 0,02 Sonnenradien (doppelter Erdradius), aber mittlere Dichten von einigen 10000 g/cm³. Im Extrem-

falle kann die mittlere Dichte mehrere t/cm^3 betragen. Die Leuchtkräfte der Weißen Zwerge liegen bei einigen Zehntausendstel der Sonnenleuchtkraft; sie gehören zur ↗ Leuchtkraftklasse VII.

Weiße Zwerge strahlen die im Laufe ihrer Entwicklung angesammelte Wärmeenergie langsam ab, ohne daß in ihrem Innern Energie nachgeliefert wird. Sie erkalten also allmählich. Ihr Radius bleibt dabei konstant, die Leuchtkraft jedoch sinkt nach und nach bis unter die Beobachtungsgrenze.

Weiße Zwerge sind die Endstufen der Entwicklung der Sterne (↗ Sternentwicklung), ihre Massen sind geringer als 1,2 Sonnenmassen. Massereichere Sterne werden zu ↗ Neutronensternen oder zu ↗ Schwarzen Löchern.

Das **Weltall** oder der *Kosmos*, auch das *Universum*, ist der gesamte mit Materie erfüllte Raum. Er ist das Arbeitsfeld der Astronomie. Für die Untersuchung der Struktur und Entwicklung des Weltalls als Ganzes ist die ↗ Kosmologie zuständig. Die gegenwärtig größten astronomischen Beobachtungsinstrumente erlauben nur einen äußerst kleinen Teil des Weltalls, eine Kugel mit einem Radius von etwa 3 Md. pc, zu beobachten. Hier befinden sich etwa 100 Md. ↗ Sternsysteme (größte einheitliche Objekte im Weltall). ↗ Aufbau des Weltalls.

Als **Weltalter** wird die Zeit bezeichnet, die seit der kosmologischen ↗ Singularität verstrichen ist. Sie liegt zwischen 12 und 20 Md. Jahren und wird ermittelt, indem man die beobachtete ↗ Expansion des Weltalls rechnerisch zurückverfolgt. Dabei muß allerdings in Kauf genommen werden, daß über mögliche zwischenzeitliche Änderungen der Expansionsgeschwindigkeit nichts bekannt ist.

Das Weltalter bezieht sich nicht auf das gesamte Weltall, sondern beschreibt lediglich das Alter des gegenwärtigen Zustandes in dem mit heutiger Technik überschaubaren Teil des Weltalls.

Als **Weltbilder** bezeichnet man in der Astronomie die unterschiedlichen Vorstellungen über den Aufbau der Welt. Eigentlich meint man den Aufbau des Planetensystems, die Stellung der Erde,

Sonne und Planeten (mit Satelliten) zueinander. Im Laufe der geschichtlichen Entwicklung haben einander verschiedene Weltbilder abgelöst, die – von Ausnahmen abgesehen – in immer besserer Übereinstimmung mit der Wirklichkeit standen. So folgte auf das ↗ mythologische Weltbild die Vorstellung des ↗ Ptolemäus (ein ↗ geozentrisches Weltbild) und dieser das ↗ heliozentrische Weltbild. Unsere gegenwärtigen Beobachtungsmittel erlauben es, wesentlich weiter als bis zum Rand unseres Planetensystems zu „schauen“. Jetzt steht nicht mehr die Frage, ob unser Weltbild ein mythologisches, geozentrisches oder heliozentrisches ist. Wir haben erkannt, daß die Sonne nur ein Stern unter vielen anderen und das Milchstraßensystem, „unsere“ Galaxis, nur eines unter vielen Sternsystemen ist.

Weltjahr ↗ Platonisches Jahr.

Das **Weltmodell** ist eine Vorstellung über den Aufbau und die Entwicklung des gesamten Weltalls. Es wird von der ↗ Kosmologie erarbeitet, die sich dabei auf astronomische Beobachtungen und grundlegende Naturgesetze (z. B. das Gravitationsgesetz) sowie auf moderne physikalische Theorien (z. B. die ↗ Relativitätstheorie) stützt.

Die modernen Weltmodelle sind im allgemeinen nicht anschaulich darstellbar. Sie gehen vom Begriff des gekrümmten Raumes aus, wobei dieser Raum sowohl eine unendliche ↗ Expansion des Weltalls als auch einen Wechsel von Expansion und Kontraktion (Zusammenziehung) erfahren kann. Ein unveränderliches Weltall ist physikalisch nicht möglich.

Eine Entscheidung über die Richtigkeit eines bestimmten Weltmodells erfordert mehr und bessere Beobachtungsergebnisse, als derzeit gewonnen werden können. Vor allem sind genauere Kenntnisse über die mittlere Materiedichte im Weltall notwendig.

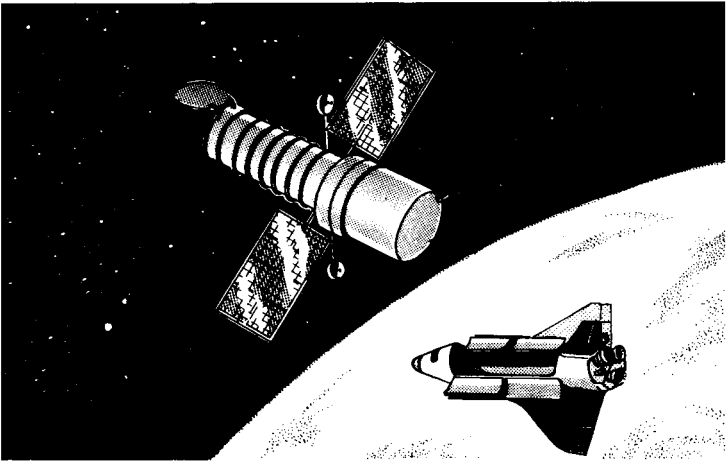
Zu den Weltmodellen zählt auch die ↗ Steady-State-Theorie.

Weltraum ↗ Kosmos.

Weltraumfahrt ↗ Raumfahrt.

Weltraumstation ↗ Raumstation.

Weltraumteleskope sind Fernrohre, die im



Weltraumteleskop: Modell, das die USA mit einem Space Shuttle starten wollen

Weltraum arbeiten. Sie sollen von seiten der USA und von der ESA in den 80er Jahren mit dem Space Shuttle auf Erdumlaufbahnen im Höhenbereich von 500 km gebracht werden. Sie befinden sich dann oberhalb der wirksamen Atmosphäre, wodurch ungestörte astronomische bzw. astrophysikalische Beobachtungen ermöglicht werden, vor allem im kurzwelligeren und infraroten Bereich des Spektrums, der bei der Beobachtung von der Erde aus am stärksten durch die Atmosphäre absorbiert wird. Das Teleskop soll eine Öffnung in der Größenordnung von 2,5 m haben. Vorgänger sind die Satelliten IUE, OAO, ANS und HEAO. – Auch die Sowjetunion plant den Einsatz von Teleskopen auf der Erdumlaufbahn. Versuche dazu wurden mit den Kosmos-Satelliten, bei Sojus-Flügen und bei Salut-Flügen ausgeführt. Abb.

Die **Weltzeit**, Abk. WZ oder *Westeuropäische Zeit*, *Greenwicher Zeit* (engl. Abk. GMT) engl. *Universal Time*, Abk. UT, ist die mittlere Ortszeit auf 0° geographischer Länge (Längengrad verläuft durch Greenwich, einem früheren Vorort von London, wo sich seit 1675 die berühmte Sternwarte befand, die für die Berechnung der geographischen Länge maßgebend war).

Sie wird in den meisten Ephemeriden (↗ Ephemeridenzeit) als einheitliche Zeitangabe benutzt. Sie ist eine ↗ Sonnenzeit, deren Anzeige gegenüber der Mitteleuropäischen Zeit um eine Stunde zurückbleibt. – *koordinierte Weltzeit* ↗ Zeit.

Der **Wendekreis** befindet sich als gedachter Kreis an der scheinbaren Himmelskugel, parallel zum Himmelsäquator. Es gibt 2 Wendekreise, in ihnen steht die Sonne in den Sonnenwenden. Den Wendekreis des Krebses erreicht sie am 21. Juni, den des Steinbocks am 21. Dezember. Die beiden Breitenkreise auf der Erde, über denen die Sonne zu diesen Zeitpunkten senkrecht steht, heißen ebenfalls Wendekreise. Sie liegen auf 23,5° nördlicher bzw. südlicher Breite.

Westar 1 ist der erste private Nachrichtensatellit der USA. Er wurde am 13.4.1974 gestartet, **Westar 2** am 10.10.1974. Eigner und Nutzer ist die Western Union, ein Kommunikationskonzern der USA. Beide Satelliten (Masse 500 kg) befinden sich auf einer geostationären Umlaufbahn (↗ Synchronbahn) über dem Äquator südlich der USA. Sie dienen der Nachrichtenverbindung zwischen den einzelnen USA-Bundesstaaten sowie Alaska, Hawaii und Puerto Rico. Westar 1 besitzt 7200 Telefonkanäle

und bietet daneben die Möglichkeit, 12 Farbfernsehprogramme zu übertragen. Er ist zylinderförmig; am Zylindermantel befinden sich 20 500 Solarzellen.

Westar 3 wurde am 10. 8. 1979 gestartet.

Western Test Range [engl.; sprich: westen test reindsch] → Raketenstartplatz.

Westeuropäische Zeit → Weltzeit.

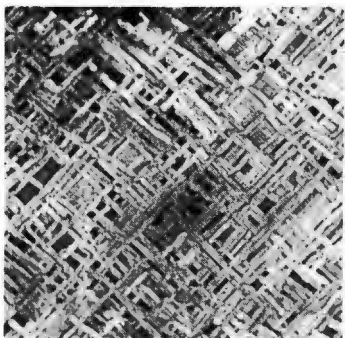
Der **Westpunkt** markiert die Westrichtung auf dem Horizont. In ihm schneiden der Himmelsäquator und der Erste Vertikal den Horizont bei einem Azimut von 90°. – → Vertikalkreis.

Widder oder lat. *Aries* (Genitiv *Arietis*), Abk. *Ari*, heißt ein kleines Tierkreissternbild am Nordhimmel, das Anfang November um Mitternacht kulminiert. Im Widder stand vor etwa 2 000 Jahren der → Frühlingspunkt. Dieser wird noch heute mit dem Tierkreiszeichen des Widders markiert, obwohl sich infolge der → Präzession Zeichen und Sternbild seither um fast 30° voneinander entfernt haben.

Der **Widderpunkt** → Frühlingspunkt.

Die **Widmannstättischen Figuren** erscheinen auf angeschliffenen und geätzten Flächen von Eisenmeteoriten. Sie zeigen ein Muster gekreuzter Linien, das sich bei irdischen Metallen nicht findet und das durch die Verwachsung zweier Nickeleisenminerale bedingt ist. Abb.

Die **Winkelgeschwindigkeit** einer Bewegung ist der Quotient aus der Winkel-



Widmannstättische Figuren: Eisenmeteorit mit Widmannstättischen Figuren. Fundort: Cape York, Grönland, 1963. Museum für Naturkunde, Berlin

Wichtige Winkelmeßinstrumente

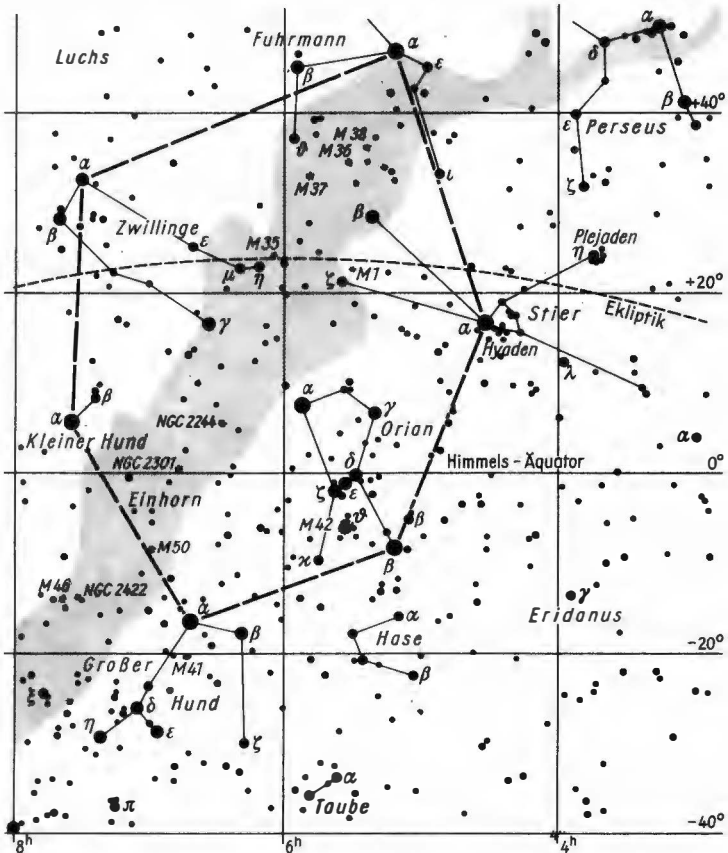
Winkelmeßinstrument	meßbare Größen
Meridiankreis	Zeit und Höhe des Meridiandurchgangs
Passageinstrument	Zeit des Meridiandurchgangs
Altazimut (Universalinstrument)	Höhe und Azimut
Zenitteleskop	relative Höhen von Sternen in Zenitnähe
Prismenastrolabium	Durchgangszeit durch eine bestimmte Höhe

änderung und der dazu benötigten Zeit. Bei einer Rotation gibt die Winkelgeschwindigkeit an, um welchen Winkel sich der rotierende Körper in einer bestimmten Zeit dreht. Sie wird in Radiant je Sekunde, Kurzzeichen rad/s, (SI-Einheit) gemessen.

Das **Winkelmaß** oder *Lineal*, lat. *Norma* (Genitiv *Normae*), Abk. *Nor*, heißt ein unscheinbares Sternbild am Südhimmel. Es kann von Mitteleuropa aus nicht beobachtet werden.

Ein **Winkelmeßinstrument** ist ein → astronomisches Beobachtungsgerät, mit dem Koordinaten oder andere Winkelabstände an der scheinbaren Himmelskugel gemessen werden. Die modernen Winkelmeßinstrumente sind mit Fernrohren ausgerüstet, deren Okulare ein Fadenkreuz enthalten. Die Objekte werden anvisiert, die Koordinaten lassen sich meistens an Teilkreisen ablesen. Auch die → Mikrometer, die am Okularende eines Fernrohrs angebracht werden, sind Winkelmeßinstrumente. Je nach der Bauart unterscheidet man den → Meridiankreis, das → Passageinstrument, das → Altazimut, das → Zenitteleskop und das → Prismenastrolabium. Tab.

Das **Wintersechseck** wird von den hellsten Sternen der Sternbilder Großer Hund (→ *Sirius*), Orion (→ *Rigel*), Stier (→ *Aldebaran*), Fuhrmann (→ *Kapella*), → Zwi-



Wintersechseck

linge (♄ *Kastor* und ♊ *Pollux*) und Kleiner Hund (♃ *Prokyon*) gebildet. Es überdeckt einen ziemlich großen Bereich der scheinbaren Himmelskugel und kulminiert Ende Dezember um Mitternacht. *Abb.*

Wolf oder lat. *Lupus* (Genitiv *Lupi*), Abk. *Lup*, heißt ein Sternbild am Südhimmel, das in Mitteleuropa nicht sichtbar ist.

Ein Wolf-Rayet-Stern [sprich: -rajeh-] oder *W-Stern* ist ein extrem heißer Stern (50000 bis 100000 K) mit breiten Emissionslinien im Spektrum. Diese Linien weisen auf eine Gashölle hin, die den Stern umgibt und deren Material mit

Geschwindigkeiten bis zu 3000 km/s in den interstellaren Raum abströmt. Je nachdem, ob Kohlenstoff- oder Stickstofflinien im Spektrum überwiegen, unterscheidet man innerhalb der Wolf-Rayet-Sterne eine Kohlenstoff- und eine Stickstoffgruppe.

Woomera [engl.; sprich: wu:mə:rə] ♄ Raketenstartplatz.

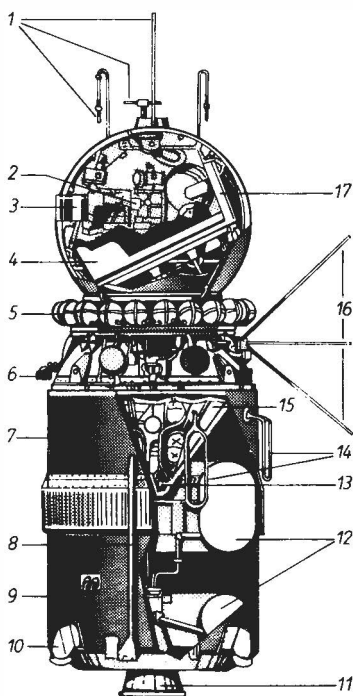
Wolfschod [{russ., „Aufgehen, Ausgang“ (eines Gestirns)}] ist die Bezeichnung für 2 mehrsitzige Raumflugkörper der UdSSR, die das sowjetische Programm der bemannten Raumflüge 1964/65 fort-

setzten. Im Grundaufbau ähnelte es den vorangegangenen Raumflugkörpern vom Typ *Wostok*. Die Sitze in der kugelförmigen Kommandokabine waren nebeneinander angebracht. Die Massen von *Wolochod 1* und *2* lagen etwas höher (5 320 bzw. 5 682 kg) als die von *Wostok*.

An Bord von *Wolochod 1* (16 Erdumrundungen) befanden sich der Kommandant Wladimir Komarow, der Physiker Konstantin Feoktistow und der Arzt Boris Jegorow. Erstmals flogen Kosmonauten ohne Raumanzug. Während des Fluges wurden physikalische und medizinische Untersuchungen ausgeführt. — *Wolochod 2* (18 Erdumrundungen) besaß zusätzlich eine aufblasbare Luftschleuse. Durch sie stieg Alexej Leonow in einem speziellen Raumanzug zu Beginn der 2. Erdumrundung aus der Raumkabine aus und befand sich als erster Mensch im freien Raum (20 min). Damit war die Möglichkeit des Aufenthalts des Menschen im freien Raum, nur durch einen Raumanzug geschützt und durch eine Versorgungsleine gesichert, experimentell nachgewiesen. — *Anhang 1* und *3*.

Wostok [(russ., „Osten“) ist die Bezeichnung für die ersten 6 bemannten Raumflugkörper (früher auch als „Raumschiffe“ bezeichnet) der UdSSR. Sie brachten den ersten Menschen überhaupt sowie die erste Frau ins All, und die ersten Gruppenflüge von Raumflugkörpern wurden mit diesem Typ durchgeführt. Sämtliche Flüge waren erfolgreich. Dieser Raumflugkörpertyp war 1960/61 unbemannt als *Korabl-Sputnik* erprobt worden.

In *Wostok 1* umflog Juri *Wostok* Gagarin als erster Mensch am 12. 4. 1961 einmal die Erde. Mit diesem Flug wurde der Beweis erbracht, daß der Mensch grundsätzlich den Zustand der Schwerelosigkeit ertragen kann. Beim zweiten Flug (*Wostok 2*) umflog German Titow 17mal unsere Erde. Er schlief erstmalig im Zustand der Schwerelosigkeit. Ein Unwohlsein, hervorgerufen durch Veränderungen im Vestibularapparat, war nach dem Schlaf überwunden. *Wostok 3* und *4* mit Andrijan Nikolajew und Pawel Popowitsch führten den ersten Gruppenflug aus.



Wostok, Abb. 1: *Wostok*-Raumflugkörper

- 1 UKW-Antennen, 2 Handsteuerung, 3 optisches Visier, 4 Schleudersitz des Kosmonauten, 5 Druckgasbehälter, 6 Kaltgasdüse, 7 Verkleidung des Geräteteils, 8 Kabelableitung, 9 UKW-Antenne der letzten Raketenstufe, 10 Steuertriebwerk, 11 Ausströmdüse des Triebwerkes der 3. Stufe, 12 Treibstoffbehälter der 3. Stufe, 13 Brennstofftriebwerk des Raumschiffs, 14 Kurzwellen-Antennen der letzten Raketenstufe, 15 Hitzeschild, 16 Kurzwellen-Antennen

Den zweiten Gruppenflug führten Waleri Bykowski (*Wostok 5*) und Walentina *Wostok 6*) aus (81 bzw. 48 Erdumrundungen). Damit befand sich zum ersten Mal eine Frau im kosmischen Raum. Das sowjetische Programm be-

mannter Raumflüge wurde mit den mehrsitigen \rightarrow Woßchod fortgeführt.

Wostok war für den Aufenthalt von einem Kosmonauten bis höchstens 10 Tagen ausgelegt. Die Trägerrakete war eine dreistufige Flüssigkeitsrakete (Länge 38 m, größter Durchmesser 10 m, Startmasse fast 300 t). Die Wostok-Raumflugkörper besaßen eine kugelförmige Raumfahrerkabine, eine zylindrische Geräte- und Versorgungssektion sowie ein Antriebssystem zur Einleitung der Rückkehr. Kugeldurchmesser 2,3 m, Gesamtlänge 4,5 m, Masse 4713 kg bis 4731 kg. Die Perigäumshöhen lagen bei 175 bis 183 km, die Apogäumshöhen bei 222 bis 327 km, die Bahnneigung bei 65°. 2 Abb.

\rightarrow Tab. 1 und 3 im Anhang.

Wresat 1 heißt der bisher einzige Satellit Australiens. Am 29.11.1967 startete er mit einer veränderten Trägerrakete vom Typ Redstone vom Raketenstartplatz Woomera (Australien). Der Satellit sollte der Untersuchung der solaren Korpuskularstrahlung sowie militärischen Experimenten dienen.

Er hatte Kegelform, eine Länge von 2,2 m und einen größten Durchmesser von 0,76 m. Seine Masse betrug 73 kg. Zu seiner Ausrüstung gehörte ein Magneto-

meter, Ionenfallen und verschiedene andere Meßgeräte. Er umrundete die Erde 42 Tage und verglühte am 10. 1. 1968.

W-Stern \rightarrow Wolf-Rayet-Stern.

WZ: Abk. für \rightarrow Weltzeit.

X

X-3 \rightarrow Prospero.

X-4 oder *Miranda* ist der Name eines britischen Satelliten. Er wurde am 9. 3. 1974 von der NASA mit einer vierstufigen Feststoffrakete Scout von der Western Test Range (Kalifornien, USA) gestartet. Der Raumflugkörper ist ein rechteckiger Kasten mit 2 seitlich angebrachten Solarzellenflächen. Er hat eine Höhe von 83,5 cm und eine Tiefe bzw. Breite von 66,5 cm. Bei ausgefalteten Solarzellenflächen beträgt seine Spannweite 2,5 m. Die Gesamtmasse beläuft sich auf 93,4 kg.

Z

Der **Zee-man-Effekt** [sprich: sehman-] äußert sich in einer Aufspaltung (Verdoppelung oder Verdreifachung) von Spektrallinien, wenn die die Strahlung aussendenden Atome sich in einem Magnetfeld befinden. Bei schwacher Ausprägung beobachtet man lediglich eine Verbreiterung der Linien. Mit dem Zee-man-Effekt wurden z.B. die Magnetfelder der Sonnenflecken entdeckt.

Die **Zeit**, eine grundlegende physikalische Größe, besitzt besonders enge Beziehungen zur Astronomie. Seit Jahrtausenden erfolgt die Bestimmung der Zeit durch astronomische Beobachtungen. Um den Zeitablauf zu messen, wird eine unveränderliche Zeiteinheit benötigt, die jederzeit beobachtbar sein muß. Dazu dient der \rightarrow Sterntag, der jedoch schon vor einigen Jahrzehnten als nicht völlig gleichförmig



Wostok, Abb. 2: originalgetreues Modell im Pavillon „Kosmos“ in der Volkswirtschaftsausstellung in Moskau

ges Zeitmaß erkannt wurde. Seit 1967 wird die Zeit durch sehr genau gehende \nearrow Uhren kontrolliert, die die Schwingungsvorgänge in bestimmten Cäsiumatomen messen. Die so bestimmte *Atomsekunde* ist in ihrer Länge an die astronomisch definierte Sekunde (als $1/86400$ eines mittleren Sonnentages) angepaßt. Der Nullpunkt dieser Zeitzählung ist ebenfalls astronomisch bestimmt. Man bezeichnet diese, auch durch die Rundfunkzeitzeichen ausgestrahlte Zeit als *koordinierte Weltzeit*, Abk. *TUC* (französ.: *temps universel coordonné*). Diese und die astronomisch bestimmte Zeit dürfen höchstens 0,7 s voneinander abweichen. Treten größere Unterschiede auf, so werden international vereinbarte Schaltsekunden in den Zeitablauf eingefügt, und zwar bei Bedarf jeweils am 1. I. und am 1. 7. des betreffenden Jahres.

Die *Zeitbestimmung* ist eine wichtige Aufgabe der \nearrow Astrometrie. Sie wird mit \nearrow Meridiankreisen und anderen Winkelmeßinstrumenten ausgeführt. Meistens werden Sternkulminationen beobachtet; die Sternzeit der oberen Kulmination eines Sterns ist gleich seiner Rektaszension. Man benutzt deshalb zur Zeitbestimmung Fundamentalsterne, deren Rektaszensionen sehr genau bekannt und in \nearrow Fundamentalkatalogen zusammengestellt sind. Aus der Sternzeit kann die mittlere \nearrow Sonnenzeit errechnet werden.

In der täglichen Praxis bestimmt man die Zeit nach einem Rundfunk-Zeitzeichen. Solche Zeitsignale beruhen auf den Schwingungen einer astronomisch kontrollierten, sehr genauen Quarzuhr. Für spezielle Zwecke wird in der DDR auf der Frequenz 4525 kHz ein Zeitsignal mit ununterbrochenem Dienst gesendet.

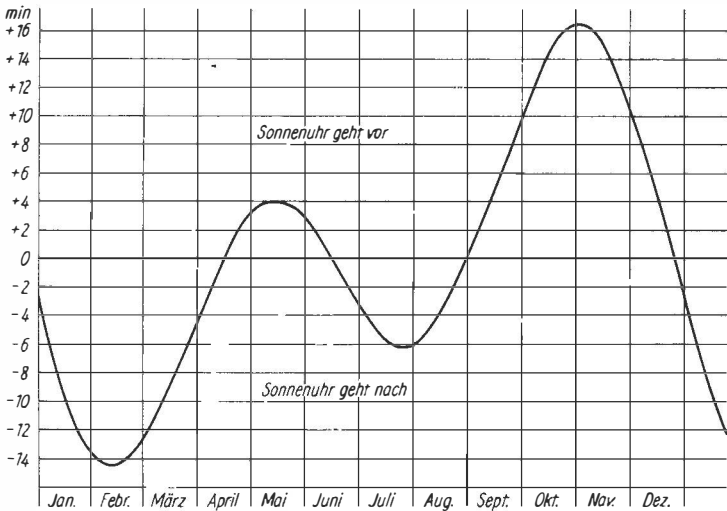
Die *Zeitdilatation* [(lat., „Zeitdehnung“) ist in der Relativitätstheorie die Erscheinung, daß alle Bewegungen (z. B. der Gang einer Uhr) in einem System, welches sich gegenüber einem anderen (Bezugs-) System BS relativ (schneller oder langsamer) bewegt, von diesem (BS) aus gesehen langsamer ablaufen. Das bedeutet, daß alle physikalischen Vorgänge an Körpern K, die sich zu ihrem Beobachter

BE (z. B. auf der Erde) bewegen, von dessen Sicht (Bezugssystem) aus beurteilt langsamer ablaufen als an einem gleichen, zu diesen Vorgängen ruhenden Körper (z. B. Erde). Das geschieht desto langsamer, je schneller sich der betrachtete Körper K bewegt. Eine schnell bewegte Uhr zeigt Zeitabschnitte an, die $1/\sqrt{v^2/c^2}$ mal länger sind als die auf der Uhr des Beobachters. Fliegt z. B. ein bemanntes Raumfahrzeug von der Erde aus mit einer Geschwindigkeit in den Weltraum, die während des Fluges an die Lichtgeschwindigkeit heranreicht, dann laufen – von einem Beobachter BE auf der Erde aus beurteilt – alle Vorgänge in diesem Raumfahrzeug langsamer ab: die Uhr im Raumfahrzeug geht langsamer, sie zeigt bei Rückkehr auf die Erde weniger verstrichene Zeit an als die Uhr beim Beobachter BE. Das gilt auch für die Lebensvorgänge, d. h. die Besatzung altert während eines solchen Flugs weniger als ihre Altersgenossen auf der Erde. – Diese Erscheinungen der Relativitätstheorie haben z. B. auf das *Uhrenparadoxon* und das *Zwillingsparadoxon* geführt: Zwillinge von der Erde, von denen einer in den Weltraum startet und nach einer geeigneten (d. h. hohen Beschleunigung zu einem späteren Zeitpunkt auf die Erde zurückkehrt, sind (nach dieser Bewegung gegenüber dem Bezugssystem Erde) unterschiedlich gealtert – der Weltraumzwilling ist jünger geblieben, da für ihn die Zeit (wegen der Zeitdilatation) langsamer abließ.

Die *Zeitgleichung* ist ein Korrekturwert, den man zur mittleren Sonnenzeit addieren muß, um die wahre Sonnenzeit zu erhalten. Sie ist also die Differenz zwischen den Kulminationszeiten der wahren und der \nearrow mittleren Sonne und verändert sich ständig. Ursache für das Auftreten der Zeitgleichung ist, daß sich die Erde mit unterschiedlicher Geschwindigkeit um die Sonne bewegt und daß die Äquatorebene der Erde gegen ihre Bahnebene geneigt ist. Abb.

Zeitmaß \nearrow Koordinaten.

Der *Zenit* [(ital. (span. (arab.) oder *Scheitelpunkt* befindet sich an der scheinbaren Himmelskugel senkrecht über dem



Zeitgleichung

Beobachter. In ihm schneidet die Lotlinie die Himmelskugel. Seine Höhe über dem Horizont beträgt 90° . Im Zenit schneiden sich Ortsmeridian und Erster Vertikal. Die **Zenitdistanz** [(ital. (span. (arab. + (lat.) ist der auf dem \rightarrow Vertikalkreis gemessene Winkelabstand des Gestirns vom Zenit. Sie ergänzt die Höhe zu 90° und wird oft bei Koordinatenumrechnungen an deren Stelle benutzt. Die Zenitdistanz ist eine der Seiten des \rightarrow nautischen Dreiecks.

Das **Zenitteleskop** [(ital. (span. (arab. + (griech.) ist ein senkrecht stehendes Fernrohr, das zur Beobachtung der unmittelbaren Nähe des Zenits dient. Mit einem \rightarrow Mikrometer werden die \rightarrow Zenitdistanzen von Sternen ermittelt; daraus läßt sich die geographische Breite des Beobachtungsortes bestimmen.

Der **Zentralberg** [(lat. (griech.) ist eine Erhebung im Inneren eines \rightarrow Kraters auf dem Mond oder einem der erdähnlichen Planeten. Zentralberge finden sich nur in größeren Kratern (Ringgebirgen).

Der **Zentralkörper** ist der Himmelskörper, der von einem natürlichen oder künstlichen Himmelskörper (Sonne, Planet, Satellit) umkreist wird. Meistens ist der

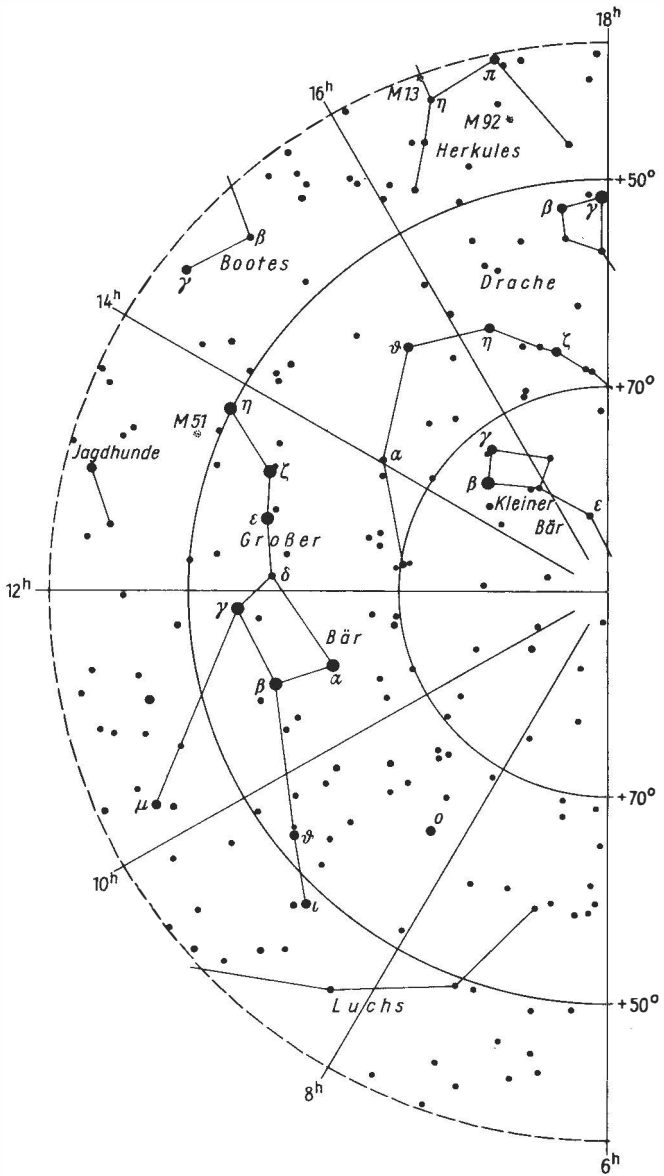
Zentralkörper der Massenschwerpunkt des Systems.

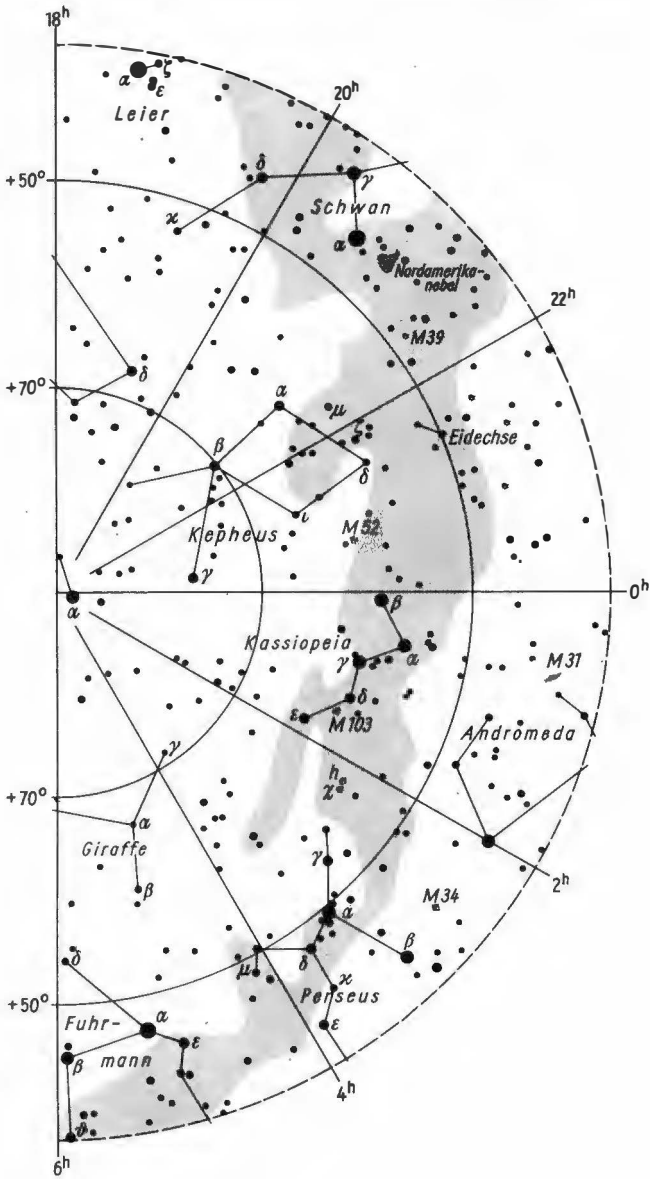
Konstantin Eduardowitsch **Ziolkowski**, geb. 17.9.1857, gest. 19.9.1935, war ein russisch-sowjetischer Mathematiker, „Vater der Raumfahrt“ genannt. Er führte ab 1885 als erster grundlegende, wissenschaftliche Untersuchungen durch. Während der Zeit des Zarismus war er als Lehrer tätig. 1903 veröffentlichte er die Grundgleichung des Raketenantriebs (\rightarrow Raketengrundgleichung). Die junge Sowjetmacht erkannte die Fähigkeiten dieses Gelehrten und ließ ihm großzügige Förderungen zuteil werden. Er konnte eine Gruppe junger Wissenschaftler um sich scharen, der er seine Kenntnisse und Erkenntnisse vermittelte. Die meisten wurden bekannte sowjetische Raketen- und Raumfahrtwissenschaftler.

Ziolkowski-Gleichung \rightarrow Grundgleichung der Raketentechnik.

Der **Zirkel** [(lat. (griech.) oder **Circinus** [(lat., Genitiv *Circini*], Abk. *Cir*, heißt ein unscheinbares Sternbild am Südhimmel, das in Mitteleuropa nicht gesehen werden kann.

Zirkumpolarsterne [(lat.) nennt man alle Sterne, die wegen ihrer geringen Entfer-





nung vom Himmelsnordpol bei der scheinbaren täglichen Bewegung den Horizont nicht erreichen. Diese Gestirne befinden sich ständig über dem Horizont und sind in jeder klaren Nacht zu sehen. Welche Sterne zirkumpolar sind, hängt von der geographischen Breite des Beobachtungsortes ab, da die Polhöhe, die gleich der geographischen Breite ist, den Radius des Kreises der Zirkumpolarsterne bestimmt. Am Erdäquator ist dieser Kreis unendlich klein (kein Stern ist zirkumpolar), dagegen sind am Nordpol der Erde alle Sterne der nördlichen Hemisphäre zirkumpolar. In Mitteleuropa gehören z. B. die beiden Bären und die Kassiopeia zu den zirkumpolaren Sternbildern. *Abb.*

Als **zirkumstellare Materie** [beide (lat.) werden die Gas- und Staubmassen bezeichnet, die einen Stern umgeben und deren physikalischer Zustand von diesem Stern bestimmt wird. Viele Sterne sind von Gas- und Staubhüllen umgeben. Der Staub wird durch die Sternstrahlung erwärmt und sendet Infrarotstrahlung aus; das ermöglicht den Nachweis der zirkumstellaren Hülle.

Zirkumstellare Materie wird vorwiegend bei der Sternentstehung beobachtet und tritt auch im Riesenstadium im Laufe der weiteren Sternentwicklung auf. Auch der Sonnenwind gehört zur zirkumstellaren Materie. Im weiteren Sinne bezeichnet man gelegentlich auch die einen Stern umlaufenden Planeten und Kleinkörper als zirkumstellare Materie.

Das **Zodiakallicht** [(lat. (griech.) oder *Tierkreislicht*] ist eine schwache Aufhellung des Himmels über der Auf- bzw. Untergangsstelle der Sonne. Seine Mittellinie liegt ungefähr in der Ekliptik (auch Zodiakus genannt). Es entsteht durch die Streuung des Sonnenlichtes an Staub- und Gasteichen sowie Elektronen im interplanetaren Raum. Am besten ist das Zodiakallicht im Frühjahr nach Sonnenuntergang und im Herbst kurz vor Sonnenaufgang zu sehen.

Der **Zodiakus** [(lat. (griech.) Tierkreis].

Die **Zonenzeit** ist eine vereinheitlichte, für größere Bereiche (Länder oder Lan-

desteile) gültige mittlere Ortszeit. Sie wurde Ende des 19. Jh. eingeführt, da die bis dahin benutzte mittlere Ortszeit für Technik und Verkehrswesen zunehmende Erschwernisse mit sich brachte. In der DDR gilt die *Mitteleuropäische Zeit (MEZ)*. Sie ist gleich der mittleren Ortszeit des 15. östlichen Längengrades, der z. B. durch Görlitz verläuft.

In den Sommermonaten wird in einigen Ländern, auch in der DDR, zum besseren Ausnutzen des Tageslichts eine *Sommerzeit* verwendet (Uhr geht 1 h vor).

Zusammensetzung eines Sterns ↗ chemische Zusammensetzung eines Sterns.

Zustandsdiagramme ↗ Zustandsgrößen.

Die **Zustandsgrößen** eines Sterns sind Angaben über bestimmte Eigenschaften, die den physikalischen Zustand des Sterns beschreiben. Meistens werden 11 derartige Größen angegeben:

1. *Effektive Temperatur* (in K)
2. *Spektralklasse*
3. *Leuchtkraft* (in W, kW, Einheiten der Sonnenleuchtkraft L_{\odot} , oder durch die absolute Helligkeit angegeben)
4. *Masse* (in kg oder Sonnenmassen)
5. *Radius* oder *Durchmesser* (in km oder Einheiten des Sonnendurchmessers)
6. *mittlere Dichte* (in g/cm^3)
7. *mittlere Energiefreisetzung* (gibt an, wieviel Energie von 1 g Sternmaterie in 1 Sekunde freigesetzt werden kann)
8. *Schwerebeschleunigung an der Oberfläche* (in m/s^2)
9. *Rotationsdauer* (in s, h oder Tagen)
10. *Magnetfeldstärke* (in Tesla, Magnetfelder)

11. *chemische Zusammensetzung* (meist angegeben durch das Häufigkeitsverhältnis Wasserstoff : Metalle).

Viele Zustandsgrößen sind miteinander verknüpft; derartige Beziehungen werden durch **Zustandsdiagramme** (↗ Hertzsprung-Russell-Diagramm, ↗ Farben-Helligkeits-Diagramm, ↗ Masse-Leuchtkraft-Beziehung) dargestellt. In verschiedenen Fällen kann auch aus mehreren gegebenen Zustandsgrößen eine weitere errechnet werden (z. B. aus Radius R und Masse m die mittlere Dichte $\rho = 3m/4\pi R^3$).

Bei den meisten Sternen bleiben die Zustandsgrößen über sehr große Zeiträume (viele Mill. Jahre) gleich. Man kennt aber auch Sterne mit veränderlichen Zustandsgrößen, sie werden ↗ Veränderliche genannt.

Als **Zweikörperproblem** wird die Aufgabe bezeichnet, die Bewegung zweier Massen zu beschreiben, die sich gegenseitig unter dem Einfluß der Massenanziehung beeinflussen. Die ersten beiden ↗ Keplerschen Gesetze sind Lösungen des Zweikörperproblems. Das 3. Keplersche Gesetz ist lediglich eine Näherungslösung, da in ihm die (gegen die Sonnenmasse allerdings sehr kleinen) Planetenmassen vernachlässigt werden. Das Zweikörperproblem ist ein zentrales Problem der ↗ Himmelsmechanik.

Zwergenast im HRD ↗ Hauptreihe.

Die **Zwerggalaxie** [(griech.)] ist ein sehr

kleines ↗ Sternsystem. Sein Durchmesser liegt bei 2 kpc; die Leuchtkraft ist über 100mal geringer als die einer durchschnittlichen Galaxie. Zwerggalaxien treten oft als Begleiter einer größeren Galaxie auf; z. B. wird der ↗ Andromedanebel von 2 elliptischen Zwerggalaxien begleitet. Wegen ihrer geringen Leuchtkraft sind solche Systeme in größeren Entfernungen nur schwer beobachtbar; wahrscheinlich ist ihre Zahl aber sehr groß.

Der **Zwergstern** ↗ Hauptreihe.

Zwillinge oder lat. *Gemini* (Genitiv *Geminorum*), Abk. *Gem*, heißt ein Sternbild des nördlichen Himmels, das zum ↗ Tierkreis gehört. Es kulminiert Anfang Januar um Mitternacht. Die beiden Hauptsterne ↗ Kastor und ↗ Pollux markieren gemeinsam einen Eckpunkt des ↗ Wintersechsecks.

Literaturverzeichnis und Anhang

1. Nachschlagewerke

- 01 Alfred Weigert, Helmut Zimmermann: abc Astronomie (Brockhaus abc). Leipzig: VEB F. A. Brockhaus Verlag, 1973 (5. Auflage 1977). 12,70 Mark
- 02 Heinz Mielke: Lexikon Raumfahrt (transpress – Lexikon). Berlin: transpress VEB Verlag für Verkehrswesen, 1970 (5. Auflage 1978). 24,40 Mark
- 03 Herbert Pfaffe, Peter Stache: Raumflugkörper. Ein Typenbuch. Berlin: transpress VEB Verlag für Verkehrswesen, 1971 (3. Auflage 1975). 16,80 Mark
- 04 Paul Ahnert: Kleine praktische Astronomie. Leipzig: J. A. Barth, 1974 (2. Auflage 1975). 15,60 Mark

2. Astronomie

2.1. Astronomie, allgemein

- 05 Boris A. Woronzow-Weljaminow: Das Weltall. Leipzig: Urania-Verlag, 1976 (2. Auflage 1978). 24,60 Mark
- 06 Christian Friedemann: Das Weltall. Eine moderne Kosmogonie. Leipzig: Urania-Verlag, 1969 (2. Auflage 1971). 6,80 Mark
- 07 Hans-Peter Bannow u. a.: Astronautik. Berlin: Verlag Volk und Wissen, 1974. 3,15 Mark
- 08 Johann Dorschner, Christian Friedemann, Siegfried Marx, Werner Pfau: Astronomie heute. Leipzig: Edition Leipzig, 1974, 56,- Mark

2.2. Astronomie, speziell

- 09 Klaus Lindner: Der Sternhimmel (akzent-Reihe, Band 4). Leipzig: Urania-Verlag, 1974 (4. Auflage 1979). 4,50 Mark
- 10 Johann Dorschner: Planeten, Geschwister der Erde? (akzent-Reihe, Band 27). Leipzig: Urania-Verlag, 1977. 4,50 Mark
- 11 Johann Dorschner: Sind wir allein im

Weltall? (akzent-Reihe, Band 5). Leipzig: Urania-Verlag, 1974. 4,50 Mark

- 12 Christian Friedemann: Leben wir unter kosmischen Einflüssen? (akzent-Reihe, Band 20). Leipzig: Urania-Verlag, 1976 (2. Auflage 1978). 4,50 Mark
- 13 Gábor Szécsényi-Nagy: Jenseits der Milchstraße (akzent-Reihe, Band 39). Leipzig: Urania-Verlag 1979. 4,50 Mark
- 14 Klaus Lindner: Astronomie selbst erlebt. Leipzig: Urania-Verlag, 1973 (3. Auflage 1977). 12,80 Mark
- 15 Wiktor N. Komarow: Neue unterhaltsame Astronomie. (Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek, Reihe Physik, Band 37). Moskau: Verlag MIR; Leipzig: BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, 1977. 16,50 Mark
- 16 Georg Dautcourt: Was sind Pulsare? (Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek, Reihe Physik, Band 24). Leipzig: BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, 1974. 4,90 Mark
- 17 Georg Dautcourt: Was sind Quasare? (Kleine Naturwissenschaftliche Bibliothek, Reihe Physik, Band 29). Leipzig: BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, 1976. 4,90 Mark
- 18 Albrecht Krüger, Gotthard Richter: Radiostrahlung aus dem All. Aufgaben, Methoden und Ergebnisse radioastronomischer Forschung. Leipzig: Urania-Verlag, 1972. 6,80 Mark
- 19 Nikolaj T. Petrowitsch: Signale aus dem All. Berlin: Verlag Technik, 1972 (2. Auflage 1977). 9,80 Mark
- 20 Antonin Růkl: Taschenatlas Mond, Mars, Venus. Taschenatlas der erdnächsten Himmelskörper. Prag: Artia-Verlag, 1977 (in deutscher Sprache). 10,50 Mark
- 21 Siegfried Marx, Werner Pfau: Sternatlas 1975.0. Leipzig: J. A. Barth, 1974 (2. Auflage 1975). 26,70 Mark

- 22 Anatoli N. Tomilin: Im Banne des Alls. Eine unterhaltsame Kosmologie. Moskau: Verlag MIR; Leipzig: Urania-Verlag, 1974. 8,80 Mark
3. *Raumfahrt*
- 23 Alexander A. Kokorew: Mit dem Sputnik begann es. Berlin: Verlag Neues Leben, 1976 (Reihe nl-konkret; 28). 4,- Mark
- 24 Heinz Mielke: Zu neuen Horizonten. Wetter, Sonne, Weltraumforschung. Berlin: transpress VEB Verlag für Verkehrswesen, 1967 (4. Auflage 1976). 22,- Mark
- 25 Heinz Mielke: Raumflugtechnik. Eine Einführung. Berlin: transpress VEB Verlag für Verkehrswesen, 1974. 19,80 Mark
- 26 Peter Stache: Raumfahrtsträgerraketen. Berlin: transpress VEB Verlag für Verkehrswesen, 1973 (2. Auflage 1975). 16,80 Mark
- 27 Raketen – Satelliten – Raumstationen. Von einem Autorenkollektiv aus der UdSSR und der DDR. Leipzig: Fachbuchverlag 1979. 24,- Mark
- 28 Karl-Heinz Eyermann: Sojus-Apollo 1975. Leipzig: Urania-Verlag, 1975 (akzent-Reihe, Band 13). 4,50 Mark
- 29 Wladimir I. Lewantowski: Raumtransporter (akzent-Reihe, Band 38). Leipzig: Urania-Verlag 1979. 4,50 Mark
4. *Geschichte, Biographien*
- 30 Dieter B. Herrmann: Geschichte der Astronomie. Von Herschel bis Hertzprung. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1975 (2. Auflage 1978). 12,80 Mark
- 31 Dieter B. Herrmann: Entdecker des Himmels. Leipzig: Urania-Verlag 1978 (2. Auflage 1979). 16,80 Mark
- 32 Siegfried Wollgast, Siegfried Marx: Johannes Kepler (Biographie). Leipzig: Urania-Verlag, 1976. 6,80 Mark
- 33 Adolf Dichtjar: Juri Gagarin. Aus dem Leben eines Weltraumpioniers. Berlin: Verlag Neues Leben, 1977. 12,70 Mark
5. *Zeitschriften*
- 34 Astronomie in der Schule. Berlin: Verlag Volk und Wissen. Erscheint zweimonatlich (6 Hefte im Jahr), Preis je Heft 0,60 Mark
- 35 Astronomie und Raumfahrt. Herausgegeben vom Kulturbund der DDR, Zentraler Fachausschuß Astronomie. Erscheint zweimonatlich (6 Hefte im Jahr). Preis je Heft 1,50 Mark
- 36 Die Sterne. Für alle Gebiete der Himmelskunde. Herausgegeben von Hermann Lambrecht. Leipzig: J. A. Barth. Erscheint zweimonatlich. Preis je Heft 3,60 Mark
- 37 Paul Ahnert: Kalender für Sternfreunde. Leipzig: J. A. Barth. Erscheint jährlich. 4,80 Mark
- 38 Außerdem bringen „Urania“ und „Wissenschaft und Fortschritt“, „Fliegerrevue“, „Jugend und Technik“ u. a. Zeitschriften regelmäßig Beiträge zu grundlegenden und ausgewählten Problemen von Astronomie und Raumfahrt

Bemannte Raumflüge der UdSSR (Tab. 1)

	Startdatum	Kosmonaut(en)	Flugdauer
Wostok 1	12.04.1961	Juri Gagarin	1h 48 min
Wostok 2	06.08.1961	German Titow	25 h 18 min
Wostok 3	11.08.1962	Andrijan Nikolajew	94 h 10 min
Wostok 4	12.08.1962	Pawel Popowitsch	70 h 57 min
Wostok 5	14.06.1963	Waleri Bykowski	119 h 07 min

Wostok 6	16.06.1963	Walentina Tereschkowa	70 h 50 min	
Woßchod 1	12.10.1964	Wladimir Komarow, Konstantin Feokistow, Boris Jegorow	24 h 17 min	
Woßchod 2	18.03.1965	Pawel Beljajew, Alexej Leonow	26 h 02 min	
Sojus 1	23.04.1967	Wladimir Komarow	24 h 17 min	
Sojus 2	25.10.1968	(unbemannt)	70 h 27 min	
Sojus 3	26.10.1968	Georgi Beregowoi	94 h 51 min	
Sojus 4	14.01.1969	Wladimir Schatalow	71 h 14 min	
Sojus 5	15.01.1969	Boris Wolynow, Alexej Jelissejew, Jewgeni Chrunow	72 h 46 min	Umstieg und Landung von A. Jelissejew und J. Chrunow in Sojus 4
Sojus 6	11.10.1969	Georgi Schonin, Waleri Kubassow	118 h 41 min	Gruppenflug dreier Sojus-Raumfahrzeuge
Sojus 7	12.10.1969	Wladislaw Wolkow, Alexej Filiptschenko, Waleri Gorbatko	118 h 42 min	
Sojus 8	13.10.1969	Wladimir Schatalow, Alexej Jelissejew	118 h 41 min	
Sojus 9	01.06.1970	Andrijan Nikolajew, Witali Sewastianow	424 h 59 min	
Sojus 10	22.04.1971	Wladimir Schatalow, Alexej Jelissejew, Nikolai Rukawischnikow	47 h 46 min	Ankopplung an Raumstation Salut 1, kein Umstieg
Sojus 11	06.06.1971	Georgi Dobrowolski, Wladislaw Wolkow, Wiktor Pazajew	570 h 22 min	Arbeit in Salut 1
Sojus 12	27.09.1973	Wassili Lasarew, Oleg Makarow	47 h 13 min	
Sojus 13	18.12.1973	Pjotr Klimuk, Walentin Lebedew	188 h 55 min	
Sojus 14	04.07.1974	Pawel Popowitsch, Juri Artjuchin	377 h 30 min	Arbeit in Salut 3
Sojus 15	26.08.1974	Genadi Sarafanow, Lew Djomin	48 h 12 min	Ankopplung an Salut 3 nicht glücklich
Sojus 16	02.12.1974	Anatoli Filiptschenko, Nikolai Rukawischnikow	143 h 00 min	Vorversuch für SATP
Sojus 17	10.01.1975	Alexej Gubarew, Georgi Gretschnko	709 h 20 min	Arbeit in Salut 4
Sojus (18)	05.04.1975	Wassili Lasarew, Oleg Makarow	20 min	ballistischer Flug wegen Fehler in der Trägerrakete
Sojus 18	24.05.1975	Pjotr Klimuk, Witali Sewastianow	1 511 h 20 min	Arbeit in Salut 4
Sojus 19	15.07.1975	Alexej Leonow, Waleri Kubassow	142 h 31 min	SATP
Sojus 20	17.11.1975	(unbemannt)	2 184 h	mit Salut 4 gekoppelt

Sojus 21	06.07.1976	Boris Wolynow, Witali Sholobow	1 128 h	Arbeit in Salut 5
Sojus 22	15.09.1976	Waleri Bykowski, Wladimir Axjonow	189 h 50 min	Einsatz der MKF 6
Sojus 23	14.10.1976	Wjatscheslaw Sudow, Waleri Roshdestwenski	48 h 05 min	Ankopplung an Salut 5 nicht ge- glückt
Sojus 24	07.02.1977	Wiktor Gorbatko, Juri Glaskow	424 h 48 min	Arbeit in Salut 5
Sojus 25	09.10.1977	Wladimir Kowaljonok, Waleri Rjumin	47 h 46 min	Ankopplung an Salut 6 nicht ge- glückt
Sojus 26	10.12.1977	Juri Romanenko, Georgi Gretschko	2 314 h 00 min	1. Stammbesatzung von Salut 6
Sojus 27	10.01.1978	Wladimir Dschanibe- kow, Oleg Makarow	144 h 00 min	2. Besatzung von Salut 6
Sojus 28	02.03.1978	Alexej Gubarew, Wladimir Remek	191 h 43 min	3. Besatzung von Salut 6
Sojus 29	15.06.1978	Wladimir Kowaljonok, Alexander Iwantschenkow	3 350 h 48 min	2. Stammbesatzung von Salut 6
Sojus 30	27.06.1978	Pjotr Klimuk, Miroslaw Hermas- zewski	190 h 56 min	5. Besatzung von Salut 6
Sojus 31	26.08.1978	Waleri Bykowski, Sigmund Jähn	188 h 50 min	6. Besatzung von Salut 6
Sojus 32	25.02.1979	Wladimir Ljachow, Waleri Rjumin	4 200 h 36 min	3. Stammbesatzung von Salut 6
Sojus 33	10.04.1979	Nikolai Rukawischni- kow, Georgi Iwanow	47 h 01 min	Ankopplung an Salut 6 gelang nicht
Sojus 34	06.06.1979	(unbemannt)	1 770 h 17 min	Rückkehr mit 3. Stammbesatzung
Sojus T (I)	16.12.1979	(unbemannt)	2 286 h 59 min	Test (Ankopplung)
Sojus 35	09.04.1980	Leonid Popow, Waleri Rjumin	4 436 h 12 min	4. Stammbesatzung von Salut 6
Sojus 36	26.05.1980	Waleri Kubassow, Bertalan Farkas	188 h 45 min	9. Kosmonautenduo in Salut 6
Sojus T2	05.06.1980	Juri Malyschew, Wladimir Axjonow	93 h 41 min	10. Kosmonauten- duo in Salut 6
Sojus 37	23.07.1980	Wiktor Gorbatko, Pham Tuan	188 h 42 min	11. Kosmonauten- duo in Salut 6
Sojus 38	18.09.1980	Juri Romanenko, Arnaldo Tamayo M.	188 h 43 min	12. Kosmonauten- duo in Salut 6
Sojus T3	27.11.1980	Leonid Kisim, Oleg Makarow, Gennadi Strekalow	307 h 08 min	kosmische Repara- turbrigade
Sojus T4	12.03.1981	Wladimir Kowaljo- nok, Wiktor Sawynych	1 793 h 38 min	5. Stamm- besatzung
Sojus 39	22.03.1981	Wladimir Dshani- bekow, Shugder- demidyn Gurragschaa	188 h 43 min	14. Kosmonauten- duo in Salut 6
Sojus 40	14.05.1981	Leonid Popow, Dumitru Prunariu	188 h 41 min	15. Kosmonauten- duo in Salut 6

Bemannte Raumflüge der USA (Tab. 2)

	Startdatum	Astronaut(en)	Flugdauer	
Mercury 3 (MR-3)	05.05.1961	Alan Shepard	15 min	ballistischer Flug
Mercury 4 (MR-4)	21.07.1961	Virgil Grissom	16 min	ballistischer Flug
Mercury 6 (MA-6)	20.02.1962	John Glenn	4 h 55 min	1. Erdumkreisung durch die USA; 3 Erdumläufe
Mercury 7 (MA-7)	24.05.1962	Scott Carpenter	4 h 56 min	
Mercury 8 (MA-8)	03.10.1962	Walter Schirra	9 h 13 min	
Mercury 9 (MA-9)	15.05.1963	Gordon Cooper	34 h 20 min	
Gemini 3 (GT-3)	23.03.1965	Virgil Grissom, John Young	4 h 52 min	
Gemini 4 (GT-4)	03.06.1965	James McDivitt, Edward White	97 h 56 min	
Gemini 5 (GT-5)	21.08.1965	Gordon Cooper, Charles Conrad	190 h 55 min	
Gemini 7 (GT-7)	04.12.1965	Frank Borman, James Lovell	330 h 35 min	
Gemini 6 (GT-6A)	15.12.1965	Walter Schirra, Thomas Stafford	25 h 51 min	
Gemini 8 (GT-8)	16.03.1966	Neil Armstrong, David Scott	10 h 41 min	Notlandung im Pazifik
Gemini 9 (GT-9A)	03.06.1966	Thomas Stafford, Eugene Cernan	72 h 21 min	
Gemini 10 (GT-10)	18.07.1966	John Young, Michael Collins	70 h 47 min	
Gemini 11 (GT-11)	12.09.1966	Charles Conrad, Richard Gordon	71 h 17 min	
Gemini 12 (GT-12)	11.11.1966	James Lovell, Edwin Aldrin	94 h 34 min	
Apollo 7	11.10.1968	Walter Schirra, Don Eisele, Walter Cunningham	260 h 09 min	Flug in der Erdsatellitenbahn
Apollo 8	21.12.1968	Frank Borman, James Lovell, William Anders	147 h 01 min	1. Mondumfliegung
Apollo 9	03.03.1969	James McDivitt, David Scott, Russel Schweickart	241 h 01 min	Erprobung der Mondfähre in der Erdsatellitenbahn
Apollo 10	18.05.1969	Thomas Stafford, John Young, Eugene Cernan	192 h 03 min	Erprobung der Mondfähre in der Mondumlaufbahn

Apollo 11	16.07.1969	Neil Armstrong, Edwin Aldrin, Michael Collins	195 h 19 min	1. Landung von Menschen auf dem Mond am 20. 7.; Mondlandefähre „Eagle“, 1. Gesteins- proben zur Erde gebracht
Apollo 12	14.11.1969	Charles Conrad, Alan Bean, Richard Gordon	244 h 36 min	Mondlandung mit Mondlandefähre „Intrepid“
Apollo 13	11.04.1970	James Lovell, Fred Haise, John Swigert	142 h 55 min	3. Mondlandeunter- nehmen, jedoch nur Mondumfliegung wegen Explosion im Antriebsteil
Apollo 14	31.01.1971	Alan Shepard, Edgar Mitchell, Stuart Roosa	216 h 02 min	Mondlandung mit Mondlandefähre „Antares“
Apollo 15	26.07.1971	David Scott, James Irwin, Alfred Worden	295 h 12 min	Mondlandung mit Mondlandefähre „Falcon“; Mond- mobil LRV
Apollo 16	16.04.1972	John Young, Charles Duke, Thomas Mat- tingly	265 h 51 min	Mondlandung mit Mondlandefähre „Orion“; Mondmo- bil LRV
Apollo 17	09.12.1972	Eugene Cernan, Harrison Schmitt, Ronald Evans	301 h 52 min	Mondlandung mit Mondlandefähre „Challenger“; Mondmobil LRV
Skylab I (SL-2)	25.05.1973	Charles Conrad, Paul Weitz, Joseph Kerwin	672 h 50 min	Arbeit in der Raum- station Skylab
Skylab II (SL-3)	28.07.1973	Alan Bean, Jack Lousma, Owen Garriot	1 427 h 09 min	Arbeit in Skylab
Skylab III (SL-4)	16.11.1973	Gerald Carr, William Pogue, Edward Gibson	2 017 h 16 min	Arbeit in Skylab
SATP	15.07.1975	Thomas Staf- ford, Donald Slayton, Vance Brand	217 h 28 min	↗ Sojus-Apollo-Un- ternehmen
Columbia	12.04.1981	John Young, Robert Crippen	54 h	Testflug auf Erdum- laufbahn mit 1. Raumfähre (36 Erdumläufe)

Anhang 3: Tab. aller Kosmonauten und Astronauten
siehe auf den Innenseiten des Umschlags

Mondflugkörper der UdSSR (Tab. 4)

<i>Name</i>	<i>Startdatum</i>	<i>Ergebnisse</i>
Luna 1 (Lunik 1)	02.01.1959	Vorbeiflug am Mond am 4.1.1959 in etwa 5000 km Abstand
Luna 2 (Lunik 2)	12.09.1959	harte Mondlandung nach 35 h am 13.9.1959
Luna 3 (Lunik 3)	04.10.1959	Satellitenbahn um Mond und Erde, erste Fotos der Mondrückseite übertragen
Luna 4	02.04.1963	Vorbeiflug am Mond am 6.4.1963 in etwa 8500 km Abstand
Luna 5	09.05.1965	harte Mondlandung am 12.5.1965
Luna 6	08.06.1965	Vorbeiflug am Mond am 11.6.1965
Luna 7	04.10.1965	harte Mondlandung am 7.10.1965
Luna 8	03.12.1965	harte Mondlandung am 6.12.1965
Luna 9	31.01.1966	weiche Mondlandung am 3.2.1966, erste Übertragung von Bildern aus der Umgebung des Landeplatzes
Luna 10	31.03.1966	Mondsatellit, Bahn zwischen 351 und 1017 km, Bahnneigung 71,9°
Luna 11	24.08.1966	Mondsatellit, Bahn zwischen 160 und 1200 km, Bahnneigung 27,0°
Luna 12	22.10.1966	Mondsatellit, Bahn zwischen 100 und 1740 km, Bahnneigung 0°
Luna 13	21.12.1966	weiche Mondlandung am 24.12.1966
Luna 14	07.04.1968	Mondsatellit, Bahn zwischen 160 und 870 km, Bahnneigung 42,0°
Luna 15	13.07.1969	harte Mondlandung am 21.7.1969
Luna 16	12.09.1970	Landung am 16.9.1970, Rückstart am 21.9.1970 mit Rückkehrbehälter, Landung auf der Erde am 24.9.1970
Luna 17	10.11.1970	weiche Mondlandung am 17.11.1970 mit ferngesteuertem unbemannten Mondfahrzeug „Lunochod 1“
Luna 18	02.09.1971	Mondlandung am 11.9.1971, Rückstart nicht geglückt
Luna 19	28.09.1971	Mondsatellit, Bahn im Höhenbereich von 140 km bei einer Bahnneigung von 40,6°
Luna 20	14.02.1972	weiche Mondlandung am 21.2.1972, Rückstart 22.2.1972 mit Rückkehrbehälter, Landung auf der Erde am 25.2.1972
Luna 21	08.01.1973	weiche Mondlandung am 15.1.1973 mit Mondfahrzeug „Lunochod 2“
Luna 22	29.05.1974	Mondsatellit, Bahn zwischen 171 und 1437 km, Bahnneigung 19,5°
Luna 23	28.10.1974	weiche Mondlandung am 6.11.1974, Rückstart nicht geglückt
Luna 24	03.08.1976	weiche Mondlandung am 18.8.1976, Rückstart am 19.8.1976, mit Rückkehrbehälter; Landung auf der Erde am 22.8.1976

Mondflugkörper der USA

<i>Name</i>	<i>Startdatum</i>	<i>Ergebnisse</i>
Pioneer 0	17.08.1958	Explosion der Trägerrakete kurz nach dem Start
Pioneer 1	11.10.1958	Flugbahn zum Mond nicht erreicht, nach 43 h 17 min in der Erdatmosphäre verglüht
Pioneer 2	08.11.1958	(Fehlstart)
Pioneer 3	06.12.1958	Flugbahn zum Mond nicht erreicht, nach 38 h 06 min in der Erdatmosphäre verglüht
Pioneer 4	03.03.1959	Vorbeiflug am Mond in 59600 km Entfernung, Einflug in eine Bahn um die Sonne
Pioneer	24.09.1959	(Fehlstart)
Pioneer	26.11.1959	(Fehlstart)
Ranger 1	23.08.1961	auf Parkbahn verblieben, nach 7 Tagen in der Erdatmosphäre verglüht
Ranger 2	18.11.1961	auf Parkbahn verblieben, nach 2 Tagen in der Erdatmosphäre verglüht
Ranger 3	26.01.1962	Mond verfehlt, gelangte in Sonnenumlaufbahn
Ranger 4	23.04.1962	auf Parkbahn verblieben, nach 3 Tagen in der Erdatmosphäre verglüht
Ranger 5	18.10.1962	Mond verfehlt, gelangte in Sonnenumlaufbahn
Ranger 6	30.01.1964	harte Mondlandung
Ranger 7	28.07.1964	harte Mondlandung, erstmals Fernsehbilder der Mondoberfläche während des Anflugs übertragen
Ranger 8	17.02.1965	harte Mondlandung, Fernsehbilder während des Anflugs übertragen
Ranger 9	21.03.1965	harte Mondlandung, Fernsehbilder während des Anflugs übertragen
Surveyor 1	30.05.1966	weiche Mondlandung am 2.6.1966
Lunar Orbiter 1	10.08.1966	Mondsatellitenbahn erreicht, Aufnahmen der Mondoberfläche zur Erde übertragen
Surveyor 2	20.09.1966	harte Mondlandung
Lunar Orbiter 2	06.11.1966	Mondsatellitenbahn erreicht, Aufnahmen der Mondoberfläche übertragen
Lunar Orbiter 3	05.02.1967	Mondsatellitenbahn erreicht, Aufnahmen der Mondoberfläche übertragen
Surveyor 3	17.04.1967	weiche Mondlandung am 20.4.1967
Lunar Orbiter 4	04.05.1967	Mondsatellitenbahn erreicht, Aufnahmen der Mondoberfläche übertragen
Surveyor 4	14.07.1967	harte Mondlandung
Lunar Orbiter 5	01.08.1967	Mondsatellitenbahn erreicht, Aufnahmen der Mondoberfläche übertragen
Surveyor 5	08.09.1967	weiche Mondlandung am 11.9.1967
Surveyor 6	07.11.1967	weiche Mondlandung am 10.11.1967
Surveyor 7	07.01.1968	weiche Mondlandung am 10.1.1968
Apollo 7 bis 17		bemannte Mondflugunternehmen (siehe Tab. 2 im Anhang)

Raumflugkörper und Trägerraketen
(Tab. 5)

Übersicht über die im Lexikon vor-
gestellten Raumflugkörpertypen, geord-
net nach Staaten (innerhalb denen in
der Reihenfolge des jeweils ersten
erfolgreichen Starts). Die Zahl in
Klammern gibt die Anzahl der Raum-
flugkörper an. Fehlstarts werden nicht
mitgerechnet.

1. Unbemannte Raumflugkörper

1.1. UdSSR

Raum- und Planetensonden

Luna	(24)	1959/76
Venera	(14)	ab 1961
Mars	(7)	1962/73
Sond	(8)	1964/70

Erdsatelliten

Sputnik	(4)	1957/61
Korabl-Sputnik	(5)	1960/61
Kosmos	(1317)	ab 1962
Poljot	(2)	1963/64
Elektron	(4)	1964
Proton	(4)	1965/68
Molnija 1, 2, 3, 1 S	(85)	ab 1965
Meteor 1, 2	(36)	ab 1969
Aureole (Oreol)	(3)	ab 1971
Salut	(6)	ab 1971
SRET	(2)	1972/75
Prognos	(8)	1972/80
Raduga	(8)	ab 1975
Ekran	(6)	ab 1976
Signe 3	(1)	1977
Progress	(12)	ab 1978
Gorisont	(4)	ab 1978

1.2. RGW-Staaten (Interkosmos)

Interkosmos	(22)	ab 1969
-------------	------	---------

1.3. USA

Raum- und Planetensonden

Pioneer	(10)	1958/73
Ranger	(9)	1961/65
Mariner	(7)	1962/73
Surveyor	(7)	1966/68
Lunar Orbiter	(5)	1966/67

Viking	(2)	1975
Voyager	(2)	1977

Erdsatelliten

Explorer	(55)	1958/75
Vanguard	(3)	1958/59
Score	(1)	1958
Tiros	(10)	1960/65
Echo	(2)	1960, 1964
Oscar	(8)	1961/72
Telstar	(2)	1962/63
OSO	(8)	1962/71
Syncom	(3)	1963/64
Nimbus	(5)	1964/72
OGO	(6)	1964/69
Pegasus	(3)	1965
Intelsat	(19)	1965/72, 80
Essa	(9)	1966/69
OAO	(3)	1966/72
Pageos	(1)	1966
ATS	(5)	1966/69
Biosat	(3)	1966/69
OFO	(1)	1970
ITOS, NOAA	(2)	1970/80
Landsat	(1)	1972
Skylab	(1)	1973
Westar	(3)	1974, 1979
SMS, GOES	(6)	1974/80
Satcom	(4)	1975/79
LAGEOS	(1)	1976
Comstar	(4)	1976/81
ISEE	(3)	1977/78
HEAO	(3)	ab 1977
Seasat	(1)	1978

1.4. Großbritannien

Ariel	(6)	1962/79
X3 und 4	(2)	1971, 1974

1.5. Kanada

Alouette	(2)	1962, 1965
Anik	(2)	1972/73
CTS	(1)	1976

1.6. Italien

San Marco	(4)	1964/74
Sirio	(1)	1977

1.7. Frankreich

Asterix	(1)	1965
Peole	(1)	1970

Eole	(1)	1971
Aureole (Oreol)	(3)	ab 1971
SRET	(2)	1972, 1975
D-5B	(2)	1975
Signe 3	(1)	1977

1.8. Australien

Wresat	(1)	1967
--------	-----	------

1.9. Westeuropa (ESRO, ESA)

HEOS	(2)	1968, 1972
ESRO	(4)	1968/72
TD	(1)	1972
Symphonie	(2)	1973/74
COS-B	(1)	1975
Meteosat	(1)	1977
IUE	(1)	1978
OTS	(1)	1978

1.10. BRD

Azur	(1)	1969
Aeros	(2)	1972, 1974

1.11. Japan

Osumi	(1)	1970
Tansei	(4)	1971/80
Shinsei	(1)	1971
Denpa	(1)	1972
Taiyo	(1)	1975
ETS	(3)	1975/81
GMS	(1)	1977
CS	(1)	1977
Exos	(2)	1978
ECS	(2)	1978, 1980
BSE	(1)	1978

1.12. China

China	(8)	1970/78
-------	-----	---------

1.13. Niederlande

ANS 1	(1)	1974
-------	-----	------

1.14. Indien

Aryabhata	(1)	1975
Bhaskara	(1)	1979
Rohini	(1)	1980

1.15. Indonesien

Palapa	(2)	1976, 1977
--------	-----	------------

Es sind nur diejenigen Raumflugkörperarten aufgeführt, die im Lexikon ein eigenes Stichwort haben.

Seit 1962 wurden auch einige nicht identifizierte Objekte gestartet. In diesen Tabellen sind alle militärischen Raumflugkörper ausgelassen (beginnend mit Discoverer 1, USA, Februar/März 1959), und Fehlstarts bzw. ballistische Flüge werden nicht mitgezählt.

2. Bemannte Raumflugkörper

Raumflugkörper mit Kosmonauten bzw. Astronauten (bis 1981)

2.1. UdSSR

Wostok	(6)	1961/63
Wolchod	(2)	1964/65
Sojus	(40)	ab 1967
Sojus T	(3)	ab 1980
Salut (Raumstation)	(6)	ab 1971

2.2. USA

Mercury	(4)	1962/63
Gemini	(10)	1965/66
Apollo	(18)	1968/75
Skylab (Raumstation)	(1)	1973
Space Shuttle	(1)	1981

3. Trägerraketen

Trägerraketen einschließlich Oberstufen für unbemannte und bemannte Raumflugkörper

3.1. UdSSR

Standard-Trägerrakete	ab 1957
Kosmos-Trägerrakete	ab 1962

3.2. USA

Juno	1958/61
Vanguard	1958/59
Thor	ab 1958
Atlas	ab 1958
Agema	ab 1959
Able-Star	ab 1960
Delta	1960/62
Scout	ab 1960
Saturn	ab 1961
Centaur	ab 1963
Titan	ab 1964

3.3. Frankreich

Diamant ab 1965

3.4. Großbritannien

Black Arrow 1969/71

3.5. Japan

Lambda 4S 1970

My-4S ab 1971

N-Rakete ab 1975

3.6. Westeuropa

Ariane 1979, 1981

Es sind nur diejenigen Raketentypen aufgeführt, die im Lexikon ein eigenes Stichwort haben.

Planetensonden und Raumsonden (interplanetare Sonden), Mondsonden (Tab.6)

Venus	Pioneer 5, 6, 9	▶ 1960, 1965, 1968
	Venera 1–12	▶ 1961/77 ◊ 1961, 1962 ● 1970, 1972, zweimal 1978 + 1975/78 (Nr. 9–12)
	Mariner 2, 5, 10	▶ 1962, 1967, 1973 ◊ 1962
Merkur	Mariner 10	▶ 1973 ◊ 1974
Mars	Sond 2	▶ 1964
	Mariner 4, 6, 7, 9	▶ 1965/71 ◊ 1965 + 1971 (Nr. 9)
	Pioneer 7, 8	▶ 1966, 1967
	Mars 2–7	▶ 1971/73 + 1971 (Nr. 2) ● 1971 (Nr. 3)
	Viking 1, 2	▶ 1975 ● 1976 beide
Jupiter	Pioneer 10, 11	▶ 1972, 1973 ◊ 1973, 1974
	Voyager 1, 2	▶ 1977 ◊ 1979
Saturn	Pioneer 11	▶ 1973 ◊ 1979
	Voyager 1, 2	▶ 1977 ◊ 1980, 1981
Uranus	Voyager 2	▶ 1977 ◊ 1986?

interplanetarer Raum (↗ interplanetar): Sond, Pioneer 9, 10, 11

Mond (Mondsonden; ↗ Anhang 4)

	Pioneer 0–4	▶ 1958/59
	Luna 1–24	▶ 1959/76 ◊ 1959 (Nr. 1) ● 1959 (Nr. 2) + 1966 (Nr. 10) ■ 1970 (Nr. 16)
	Ranger 1–9	▶ 1961/65 ● 1964 (Nr. 6)
	Sond 3–8	▶ 1965/70 ■ 1968/70 (Nr. 5–8)
	Lunar Orbiter 1–5	▶ 1966/67 + 1966/67 (Nr. 1–5)
	Surveyor 1–7	▶ 1966/68 ● 1966/68 (Nr. 1–7)
	Apollo 8, 10–17	▶ 1968/72 ● und ■ bemannt 1969/72 (6mal)

Alle Namen sind Stichwörter im Lexikon.

Es bedeuten: ▶ Start, ◊ erster Vorbeiflug (Passage), + Satellit (des Planeten bzw. Mondes), ● Landung auf dem Himmelskörper, ■ Rückkehr zur Erde. 1969/72 bedeutet von 1969 bis 1972.

Liste aller Kosmonauten und Astronauten (Tab. 3)

<i>Name, Staat</i>	<i>geb.</i>	<i>Raumflüge</i>
Edwin Aldrin, USA	1930	Gemini 12, Apollo 11
William Anders, USA	1933	Apollo 8
Neil Armstrong, USA	1930	Gemini 8, Apollo 11
Juri Artjuchin, UdSSR	1930	Sojus 14 – Salut 3
Wladimir Axjonow, UdSSR	1935	Sojus 22, T2 – Salut 6
Alan Bean, USA	1932	Apollo 12, Skylab II
Pawel Beljajew, UdSSR	1925–1970	Woßchod 2
Georgi Beregowoi, UdSSR	1921	Sojus 3
Frank Borman, USA	1928	Gemini 7, Apollo 8
Vance Brand, USA	1931	Apollo 18 – Sojus 19
Waleri Bykowski, UdSSR	1934	Wostok 5, Sojus 22, 31/29 – Salut 6
Malcolm Carpenter, USA	1925	Mercury 7
Gerald Carr, USA	1932	Skylab III
Eugene Cernan, USA	1934	Gemini 9, Apollo 10, 17
Roger Chaffee, USA	1936–1967	Apollo (4, Test)
Jewgeni Chrunow, UdSSR	1933	Sojus 5
Michael Collins, USA	1930	Gemini 10, Apollo 11
Charles Conrad, USA	1930	Gemini 5, 11, Apollo 12, Skylab I
Gordon Cooper, USA	1927	Mercury 9, Gemini 5
Robert Crippen, USA		Columbia I
Walter Cunningham, USA	1932	Apollo 7
Lew Djomin, UdSSR	1926	Sojus 15
Georgi Dobrowolski, UdSSR	1928–1971	Sojus 11 – Salut 1
Wladimir Dshanibekow, UdSSR	1942	Sojus 27/26, 39 – Salut 6
Charles Duke, USA	1936	Apollo 16
Don Eisele, USA	1930	Apollo 7
Ronald Evans, USA	1933	Apollo 17
Bertalan Farkas, Ungarn	1949	Sojus 36 – Salut 6
Konstantin Feoktistow, UdSSR	1926	Woßchod I
Anatoli Filiptschenko, UdSSR	1928	Sojus 7, 16
Juri Gagarin, UdSSR	1934–1968	Wostok I
Owen Garriott, USA	1930	Skylab II
Edward Gibson, USA	1936	Skylab III
Juri Glaskow, UdSSR	1939	Sojus 24 – Salut 5
John Glenn, USA	1921	Mercury 6
Wiktor Gorbatko, UdSSR	1934	Sojus 7, Sojus 24 – Salut 5, Sojus 37/36 – Salut 6
Richard Gordon, USA	1929	Gemini 11, Apollo 12
Georgi Gretschnko, UdSSR	1931	Sojus 17 – Salut 4, Sojus 26/27 – Salut 6
Virgil Grissom, USA	1926–1967	Mercury 4, Gemini 3, Apollo (4, Test)
Alexej Gubarew, UdSSR	1931	Sojus 17 – Salut 4, Sojus 28 – Salut 6
Shugderdemidyn Gurragschaa, Mongolische VR	1947	Sojus 39 – Salut 6
Fred Haise, USA	1933	Apollo 13
Mirosław Hermaszewski, Polen	1941	Sojus 30 – Salut 6
James Irwin, USA	1930	Apollo 15
Georgi Iwanow, Bulgarien	1941	Sojus 33
Alexander Iwantschenkow, UdSSR	1940	Sojus 29/31 – Salut 6
Sigmund Jähn, DDR	1937	Sojus 31/29 – Salut 6
Boris Jegorow, UdSSR	1937	Woßchod I
Alexej Jelissejew, UdSSR	1934	Sojus 5, 8, 10

Joseph Kerwin, USA	1932	Skylab I
Leonid Kisim, UdSSR	1941	Sojus T3 – Salut 6
Pjotr Klimuk, UdSSR	1942	Sojus 13, Sojus 18 – Salut 4, Sojus 30 – Salut 6
Wladimir Komarow, UdSSR	1927–1967	Woßchod 1, Sojus 1
Wladimir Kowaljonok, UdSSR	1942	Sojus 25, Sojus 29/31, T4 – Salut 6
Waleri Kubassow, UdSSR	1935	Sojus 6, 19 – Apollo 18, Sojus 36
Wassili Lasarew, UdSSR	1928	Sojus 12, Sojus (18)
Walentin Lebedew, UdSSR	1942	Sojus 13
Alexej Leonow, UdSSR	1934	Woßchod 2, Sojus 19 – Apollo 18
Wladimir Ljachow, UdSSR	1941	Sojus 32 – Salut 6
Jack Lousma, USA	1936	Skylab II
James Lovell, USA	1928	Gemini 7, 12, Apollo 8, 13
Oleg Makarow, UdSSR	1933	Sojus 12, (18), 26/27, T3 – Salut 6
Juri Malyschew, UdSSR	1942	Sojus T2 – Salut 6
Thomas Mattingly, USA	1936	Apollo 16
James McDivitt, USA	1929	Gemini 4, Apollo 9
Edgar Mitchell, USA	1930	Apollo 14
Andrijan Nikolajew, UdSSR	1929	Wostok 3, Sojus 9
Wiktor Pazajew, UdSSR	1933–1971	Sojus 11 – Salut 1
William Pogue, USA	1930	Skylab III
Leonid Popow, UdSSR	1930	Sojus 35 – Salut 6, Sojus 40 – Salut 6
Pawel Popowitsch, UdSSR	1930	Wostok 4, Sojus 14 – Salut 3
Dumitru Prunariu, Rumänien	1952	Sojus 40 – Salut 6
Vladimir Remek, ČSSR	1948	Sojus 28 – Salut 6
Waleri Rjumin, UdSSR	1939	Sojus 25, 32 und 35 – Salut 6
Juri Romanenko, UdSSR	1944	Sojus 26/27 – Salut 6
Stuart Roosa, USA	1933	Apollo 14
Waleri Roshdestwenski, UdSSR	1939	Sojus 23
Nikolai Rukawischnikow, UdSSR	1932	Sojus 10, 16, 33
Gennadi Sarafanow, UdSSR	1942	Sojus 15
Wiktor Sawinych, UdSSR	1940	Sojus T4 – Salut 6
Wladimir Schatalow, UdSSR	1927	Sojus 4, 8, 10
Walter Schirra, USA	1923	Mercury 8, Gemini 6, Apollo 7
Harrison Schmitt, USA	1935	Apollo 17
Georgi Schonin, UdSSR	1935	Sojus 6
Russell Schweickart, USA	1935	Apollo 9
David Scott, USA	1933	Gemini 8, Apollo 9, 15
Witali Sewastjanow, UdSSR	1953	Sojus 9, Sojus 18 – Salut 4
Alan Shepard, USA	1923	Mercury 3, Apollo 14
Witali Sholobow, UdSSR	1937	Sojus 21 – Salut 5
Donald Slayton, USA	1924	Apollo 18 – Sojus 19
Thomas Stafford, USA	1930	Gemini 6, 9, Apollo 10, 18 – Sojus 19
Gennadi Strelakow, UdSSR	1940	Sojus T3 – Salut 6
Wjatscheslaw Sudow, UdSSR	1942	Sojus 23
John Swigert, USA	1931	Apollo 13
Arnaldo Tamayo Méndez, Kuba	1942	Sojus 38 – Salut 6
Walentina Tereschkowa, UdSSR	1937	Wostok 6
German Titow, UdSSR	1935	Wostok 2
Pham Tuan, Vietnam	1947	Sojus 37/36 – Salut 6
Paul Weitz, USA	1932	Skylab I
Edward White, USA	1930–1967	Gemini 4, Apollo (4, Test)
Wladislaw Wolkow, UdSSR	1935–1971	Sojus 7, 11 – Salut 1
Boris Wolynow, UdSSR	1934	Sojus 5, 21 – Salut 5
Alfred Worden, USA	1932	Apollo 15
John Young, USA	1930	Gemini 3, 10, Apollo 10, 16, Col. 1

Jugendlexika – eine Reihe für Schüler, Lehrlinge und alle Jugendlichen bis etwa 25 Jahre.

Jedes Lexikon enthält das Grundwissen eines Sachgebietes. Es ist in Sprache und Stil so gestaltet wie das *Grundwerk* „Jugendlexikon a–z“ – mit zuverlässigen und verständlichen Erklärungen und zahlreichen Abbildungen.

DDR 7,50 M

JUGENDLEXIKON

VEB
Bibliographisches Institut
Leipzig