

**Pionier- und Jugendsternwarte „Johannes Kepler“  
Crimmitschau**

---

***Methodische Handreichung  
für die Lehrer  
des Faches Astronomie***

***Klasse 10***

**von**

**Wolfgang Severin**

---

**Mitteilungsblätter  
– Reihe Methodik –  
1984**

**Herausgeber: OL Heinz Albert**

**Redaktion: 9630 Crimmitschau, Straße der Jugend 8 — Ruf: 37 30**

**Autor: OL Wolfgang Severin**

**4600 Wittenberg Lutherstadt, Ernst-Thälmann-Straße 83, Ruf: 47 27**

**2. Auflage**

**Redaktionsschluß: 1. Oktober 1984**

# INHALT

Zum Geleit . . . . .	2
Vorwort . . . . .	3
Feinplanung des Jahreslehrstoffes (29 Stunden mit Schwerpunkten) für das Fach Astronomie . . . . .	4—9
Beispiele für Berechnungen astronomischer Werte im Unterricht . . . . .	9—10
Beispiele für schriftliche Leistungskontrollen im Fach Astronomie . . . . .	10—12
Begriffsdefinitionen und Merkwahlen für den Schüler im Astronomieunterricht . . . . .	13—15
Tafelbilder, Vorschläge für die Einzelstunden . . . . .	16—41
Kontrollaufgaben mit Lösungen (Erwartungsbilder) in Anlehnung an die Tafelbilder . . . . .	42—61
Prüfungsfragen und -aufgaben für die mündliche Abschlußprüfung im Fach Astronomie . . . . .	62—67
Crimmitschauer Variante zu Prüfungsfragen . . . . .	68—73

## Zum Geleit

Indem wir das erste Heft der „Mitteilungsblätter“ vorlegen, widmen wir es — innerhalb der umfassenden Diskussion zur Vorbereitung des X. Parteitages der SED und dessen Auswertung auf allen Gebieten unseres gesellschaftlichen Lebens — der Methodik des Astronomieunterrichtes. Möge der Inhalt helfen, den Erfahrungsaustausch der Lehrer zu dem hier angesprochenen Problem zu fördern, zu intensivieren und über Kreis- und Bezirkgrenzen hinweg zu führen.

Seit langem wird von den Pädagogen aller Fachrichtungen, sowohl den Theoretikern als auch den Praktikern, die wichtige Frage diskutiert, was am Lehrstoff das Wesentliche sei, der in den einzelnen Lehrplänen unserer polytechnischen Oberschule fixiert ist. Um zu dieser Diskussion einen Beitrag aus der unmittelbaren Schulpraxis zu leisten, entschlossen sich Herausgeber und Autor, ein in Jahren gewachsenes und in den Oberschulen des Kreises Wittenberg sowie an der Sternwarte in Crimmitschau erprobtes Material vorzulegen, das sich als geeignet erwies, Lehrer und Schüler im Astronomieunterricht verstärkt auf das Wesentliche zu orientieren.

Der Autor — Fachberater im Kreis Wittenberg — hat sein Anliegen bereits vielerorts in Weiterbildungsveranstaltungen vor Astronomielehrern vorgetragen und fast ausnahmslos Zustimmung erhalten. Die steigende Nachfrage nach diesen Hilfen aus den Reihen der Lehrer, mit den Mitteln des Autors nicht mehr zu befriedigen, kann als Zeichen dafür gewertet werden, daß einerseits ein dringendes Bedürfnis vorliegt, sich an Erfahrungswerten zu orientieren, daß es andererseits auch eines vielfältigen Angebotes an methodischen und didaktischen Varianten bedarf, um den Willen der Lehrer zu immer besserer Erfüllung der Ziele des Lehrplanes zu unterstützen und zu helfen, diesen Willen auch in die Tat umsetzen zu können. Das war ein weiterer Grund, diese gesammelten Erfahrungen gerade für das erste Heft der „Mitteilungsblätter“ auszuwählen.

Wie alle Erfahrungswerte stellen auch die vorliegenden keinen Endstand dar. Vielmehr sind sie die Dokumentation des bisher Erreichten und Basis für Analysen zur weiteren Verbesserung der künftigen Arbeit. Mit ihrer Veröffentlichung werden sie zur sinnvollen und schöpferischen Anwendung empfohlen; eine schematische Übernahme dürfte kaum den gewünschten Erfolg bringen.

Das dem Gesamthalt zugrunde liegende Hauptziel, für die einzelnen Unterrichtsstunden des Lehrgangs Astronomie wenige, und damit überschaubare Schwerpunkte der Stoffbehandlung hervorzuheben, führte zur Konzentration auf drei Schwerpunkte für jede Unterrichtsstunde, weil diese Anzahl aus Zweckmäßigkeitsgründen (u. a. bei der Anlage des Tafelbildes oder im Hinblick auf die zu konzipierenden Leistungskontrollen) optimal erschieh. Keinesfalls sollte mit dieser Konzeption der Unterrichtsplanung und -gestaltung einer Monotonie das Wort geredet werden; jeder Schwerpunkt ist ohnehin nur in mehr oder weniger vielen Teilschritten bearbeitbar.

Die als **Crimmitschauer Variante** zu den vom Autor formulierten Prüfungsaufgaben beigefügten komplexen Prüfungsfragen mögen zeigen, wie aus der Anwendung des dargestellten Prinzips der schwerpunktmäßigen Erarbeitung und Aneignung des Lehrstoffes auch andere Akzentsetzungen möglich sind.

Mit der Herausgabe dieses Beispiels aus der Praxis hoffen Verfasser und Herausgeber auch, all den Lehrern eine zusätzliche Hilfe zu geben, die im Fach Astronomie neu zu unterrichten beginnen oder erst wenig Erfahrung sammeln konnten. Erfahrenere Astronomielehrer werden vergleichen und an ihren eigenen Konzeptionen prüfen, welche Anregungen sie diesen Blättern entnehmen können und welche darin enthaltenen Probleme einer weiteren und intensiven Bearbeitung bedürfen.

Heinz Albert

## Vorwort

Das Bemühen, den Unterricht im Fach Astronomie sowohl effektiv als auch rationell zu gestalten und zu führen, ließ in den Jahren 1975 bis 1978 das hier vorgelegte Material entstehen, das aus dem direkten Unterrichtsgeschehen erwuchs. Auf der Grundlage des Lehrplanes für Astronomie Klasse 10 (Berlin 1969) ist der gesamte Jahresstoff in 29 Unterrichtsstunden aufgeteilt (die Beobachtungsabende inbegriffen), und für jede Stunde sind drei Schwerpunkte herausgearbeitet, denen der entsprechende Lehrstoff jeweils zugeordnet ist. Der Zeitpunkt für die Beobachtungen ist hier so gewählt, daß die dazu notwendigen Kenntnisse bereits vermittelt wurden. Die Anordnung dieser Schwerpunkte kann für die Erarbeitung innerhalb einer Unterrichtsstunde auch eine zeitliche Folge darstellen. Die in den Einzelstunden einzuführenden Begriffe und Merkwahlen sowie die aus den Lehrstoffen abgeleiteten Prüfungsaufgaben und -fragen sind bereits dem Planungsmaterial zugeordnet. Die Begriffsdefinitionen (für die Schüler nach Umfang und Tiefe aufbereitet) sind in alphabetischer Ordnung fortlaufend numeriert. Natürlich sind auch andere Varianten möglich.

Im Astronomieunterricht vorzunehmende Berechnungen sind ebenso mitgeteilt, wie Beispiele für schriftliche Leistungskontrollen. Letzteren sind neben den Lösungen auch Bewertungsvorschläge beigegeben. Eine Benotung wird nach dem im Mathematikunterricht gebräuchlichen prozentualen Differenzierung empfohlen. Die Tafelbilder sollten nach Möglichkeit unter Mitarbeit der Schüler während des Unterrichtsgeschehens entstehen. Diese Tafel-„Bilder“ folgen den in der Planung ausgewiesenen Schwerpunkten, tragen mehr oder weniger Protokollcharakter und orientieren stichpunktartig auf das Wesentliche des Lehrplanverbindlichen Unterrichtsstoffes. Aufbau und Inhalt sind so gehalten, daß der Inhalt an einer dreiteiligen Wandtafel übersichtlich und optisch ansprechend angeordnet werden kann. Die Inhalte dieser Tafelbilder sollen den Schülern helfen, sich gezielt auf die Leistungskontrollen vorzubereiten.

Deshalb wurden in Anlehnung an die vorgestellten Tafelbilder Aufgaben für Leistungskontrollen zugeordnet, die sowohl in mündlicher als auch in schriftlicher Form erfolgen können. Die Aufgaben sind auf die einzelnen Schwerpunkte der diskreten Unterrichtsstunden abgestimmt. Die meisten fordern die Schüler in zusammenhängender Darstellung heraus. Jeder Frage bzw. Aufgabe wurde ein Erwartungsbild gegenübergestellt, um den Umfang der richtigen Antworten in etwa abzugrenzen.

Die in den Prüfungsfragen und -aufgaben gestellten Anforderungen verlangen vom Schüler neben dem Reproduzieren und Anwenden des angeeigneten Faktenwissens auch die persönliche Stellungnahme sowie die Einbeziehung der Erkenntnisse, die er aus eigenen Beobachtungen gezogen hat.

Alle auf den folgenden Seiten dargestellten Mittel zu einer qualitativen Unterrichtsführung und -gestaltung sowie der Kontrolle des erreichten Wissensniveaus der Schüler sind aus der praktischen Erfahrung des Verfassers hervorgegangen. Darum können und sollen sie auch — wie jede methodische Hilfe — nur als Empfehlungen verstanden werden.

Wolfgang Severin

# Methodische Handreichung für die Lehrer des Faches Astronomie

## — Feinplanung des Jahreslehrstoffes im Fach Astronomie

### 1. Stunde: Das Interesse der Menschen an der Astronomie

- Unsere Erwartungen vom Fach Astronomie (Begriff, Ziele, Aufgaben)
- Die Astronomie als älteste Naturwissenschaft (Entstehungsgründe, Astrologie als mystische Deutung)
- Die praktische Bedeutung der Astronomie (Zeitbestimmung, Kalender, Orientierung)

### 2. Stunde: Einführung in die Beobachtung

- Die Notwendigkeit der eigenen Beobachtung (Erlebnis, Erkenntnis)
- Unser Beobachtungsinstrument (Telemotor, Aufbau und Wirkungsweise, Anwendung)
- Leistungsfähigkeit der Instrumente großer Sternwarten (Fernrohrarten, Teufelsternspiegel, 6-m-Spiegel der UdSSR)

#### Prüfungsaufgabe 1

### 3. Stunde: Die Erde als Himmelskörper

- Einige physische Werte der Erde (Radius, Masse, Abplattung, mittlere Dichte, Oberflächenbeschleunigung)
  - Die wahre und die scheinbare Bewegung der Erde (Rotation und Revolution, Ergebnisse)
  - Die Doppelfunktion der Erdatmosphäre (Schutzmantel, Forschungshindernis)
- Begriff: (7) Erdbahn*

*Merkzahlen: mittl. Erdradius, Erdumlauf*

### 4. Stunde: Die Orientierung am Sternenhimmel nach dem Horizontsystem

- Die wichtigsten Sternbilder im Herbst (Großer Bär, Kleiner Bär mit Polarstern, Cassiopeia). Sommerdreieck: Deneb-Schwan, Wega-Leier, Atair-Adler
- Die Koordinaten des Horizontsystems (Azimut, Höhe, Zählweise)
- Die Horizontkoordinaten auf der drehbaren Sternkarte (Aufbau und Anwendung, Übungen)

#### Prüfungsaufgabe 2

*Begriffe: (2) Azimut, (11) Höhe, (31) Zenit*

### 5. Stunde: Die Orientierung nach dem rotierenden Äquatorsystem

- Kritik am Horizontsystem (Zeit- und Ortsabhängigkeit)
- Die Koordinaten des rotierenden Äquatorsystems (Deklination, Rektaszension, Frühlingspunkt, Zählweise)
- Die Äquatorkoordinaten auf der drehbaren Sternkarte (Übungen, Vergleiche mit Tabellen im Lehrbuch)

#### Prüfungsaufgabe 2

*Begriffe: (4) Deklination, (9) Frühlingspunkt, (26) Rektaszension, (32) Zirkumpolarsterne*

## 6. Stunde: Erster Beobachtungsabend

- Vorbereitung auf die Beobachtung (A 1, A 2, A 3, vielleicht A 4, A 5, A 7)
- Durchführung der Beobachtung (Telemotor, Winkelmeßgeräte)
- Auswertung der Beobachtung (Protokolle)

### Prüfungsaufgabe 1

## 7. Stunde: Der Mond als Begleiter der Erde

- Einige physische Werte vom Mond (Durchmesser, Entfernung, synodischer Monat); Definition
- Die sichtbare und wirkliche Bewegung des Mondes (Phasen, Finsternisse, Bewegungsrichtung)
- Der Doppelplanet Erde-Mond (Massezentrum, Abstand, gebundene Rotation)

### Prüfungsaufgabe 3

**Begriffe:** (18) Mond, (19) Mondphase

**Merkzahlen:** Monddurchmesser relativ zum Erddurchmesser, mittlere Mondentfernung, synodischer Monat

## 8. Stunde: Zur Physik des Mondes

- Die Gravitationsbeziehungen zwischen Mond und Erde (Gezeiten, nicht Wetter)
- Oberflächenformen des Mondes (Mare, Wallebene, Krater, Rille, Strahlensystem)
- Die physikalischen Verhältnisse auf dem Mond (Gravitationskraft, fehlende Atmosphäre, große Temperaturunterschiede)

### Prüfungsfrage 4

## 9. Stunde: Wichtige Etappen bei der Erforschung des Mondes

- Ergebnisse der Beobachtung mit dem bloßen Auge (helle, dunkle Gebiete, Phasen, Finsternisse, Bewegungen)
- Erforschung des Mondes mit Hilfe des Fernrohrs (Galilei, Mondphotos, Auflösungsvermögen bis 100 m)
- Erforschung des Mondes mit Mitteln der Raumfahrt (Pionierleistungen der UdSSR, Wertung der USA-Raumfahrt)

### Prüfungsfrage 4

## 10. Stunde: Die Bewegungen der Planeten im Sonnensystem

- Der Kampf um die Durchsetzung des heliozentrischen Systems (Copernicus, Bruno, Galilei, Kepler, Newton)
- Die Planeten bewegen sich nach erkennbaren physikalischen Gesetzen (Keplersche Bewegungsgesetze, Newtonsches Gravitationsgesetz)
- Berechnung der Entfernung eines Planeten von der Sonne (Mars, 3. Keplersches Gesetz)

### Prüfungsaufgaben 5 und 9

**Begriff:** (22) Planet

### **11. Stunde: Aufbau und Größe des Planetensystems**

- Die Ordnung der Planeten im Sonnensystem (Planetennamen, Reihenfolge, Sonne als Gravitationszentrum)
- Die Entfernungen der Planeten von der Sonne (Entwicklung eines maßstäblichen Modells)
- Die Sichtbarkeitsbedingungen (innere und äußere Planeten, Planetenschleifen)

#### *Prüfungsaufgabe 5*

### **12. Stunde: Zur Physik der Planeten**

- Die Klassifizierung der Planeten nach ihren Zustandsgrößen (Radius, Masse, Dichte, Rotationsperiode, Abplattung)
- Planetenforschung mit den Mitteln der Raumfahrt (Ergebnisse bei Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn)
- Beurteilung der Lebensmöglichkeiten auf anderen Planeten (Licht, Wärme, Atmosphäre, Wasser, Biosphäre)

#### *Prüfungsaufgabe 6*

### **13. Stunde: Natürliche Kleinkörper im Sonnensystem**

- Die Verschiedenartigkeit der Materie im Sonnensystem (Sonne, Planeten, Planetenoiden, Monde, Kometen, Meteorite, Gas, Staub, Felder)
- Kometen und Meteorite im Sonnensystem (Aufbau, Bahnen, Zerfallsprodukte)
- Staub, Gas und Felder im interplanetaren Raum („Sonnenwind“, Strahlungs-, Gravitations-, elektrische und magnetische Felder)

#### *Prüfungsaufgabe 7*

*Begriffe:* (12) Komet, (18) Meteor – Meteorit, (23) Planetoid

### **14. Stunde: Künstliche Kleinkörper im Sonnensystem**

- Zur Geschichte der Raumfahrt (Ziolkowski, Sputnik, Lunochod)
- Wichtigste Aufgaben der Raumfahrt (Kommunikations-, Wetter-, Vermessungs-, Erkundungssatelliten, Orbitalstationen)
- Die Raumfahrt als politisches und ökonomisches Problem (Gesellschaftsordnung und Zielstellung, Integration: wissenschaftlich, technisch, ökonomisch)

#### *Prüfungsaufgabe 8*

*Merkzahlen:* Sputnik 1, erster bemannter Raumflug

### **15. Stunde: Erörterung eines aktuellen Beispiels systematischer Erforschung der Erde, des Mondes oder der Planeten (nach Möglichkeit durch die Sowjetunion)**

### **16. Stunde: Die Entwicklung unserer Kenntnisse über das Sonnensystem**

- Der Mensch des Altertums im Mittelpunkt der ihn umgebenden Welt (mystische und religiöse Deutung durch die herrschende Klasse, Ptolemäisches Weltssystem)
- Die Widersprüche im alten System führten im Mittelalter zur Entwicklung eines neuen (Seefahrt, Copernikus, Rolle der mittelalterlichen Kirche)
- Die Begründung des heliozentrischen Systems durch die Entdeckung und Anwendung physikalischer Gesetze (Kepler, Newton, Entdeckung des Planeten Neptun)

#### *Prüfungsaufgabe 9*

*Merkzahlen:* Copernikus, Kepler, Galilei, Newton

### **17. Stunde: Die Sonne und ihre Aktivität**

- Einige physische Werte der Sonne (Oberflächentemperatur, Radius, Masse, Rotation, Periodizität der Flecken), Definition „Stern“
- Der Aufbau der Sonnenatmosphäre (Photosphäre, Chromosphäre, Korona)
- Die Aktivitätserscheinungen in der Sonnenatmosphäre (Flecken, Protuberanzen, Eruptionen)

*Prüfungsfrage 10*

*Begriffe:* (14) Korona, (21) Photosphäre und Chromosphäre, (24) Protuberanz, (27) Stern, (28) Sonnenaktivität, (29) Sonnenfleck

*Merkmale:* Sonnendurchmesser, Photosphärentemperatur, Aktivitätsperiode

### **18. Stunde: Die Strahlung der Sonne**

- Die Strahlungsarten der Sonne (Wellenstrahlung, Teilchenstrahlung)
- Berechnung der Strahlungsleistung (Leuchtkraft, Solarkonstante\*)
- Solar-terrestrische Beziehungen (Gravitations-, Strahlungsbeziehungen, Polarlichter, Funkstörungen)

*Prüfungsaufgabe 10*

*Begriffe:* (15) Korpuskularstrahlen, (16) Leuchtkraft

### **19. Stunde: Chemie und Energiehaushalt der Sonne**

- Das Sonnenspektrum im Aufbau und in der Aussage (kontinuierliches Spektrum mit Absorptionslinien)
- Die physikalischen Zustände im Sonneninneren (Druck, Temperatur, Dichte, Berechnung der mittleren Dichte\*)
- Die Energiefreisetzung durch Kernfusion (H in He, Masseverlust, Änderung der chemischen Zusammensetzung)

*Prüfungsaufgabe 11*

### **20. Stunde: Entfernungsbestimmung der Sterne**

- Die Laufzeit des Lichts als Entfernungsmaß (Lichtgeschwindigkeit, Lichtjahr, Entfernungen)
- Die trigonometrische Entfernungsbestimmung (Parallaxe, Parsek, Entfernungsberechnung\*)
- Die Helligkeit der Sterne (scheinbare, absolute; Größenklassen)

*Prüfungsfrage 12*

*Begriffe:* (1) absolute Helligkeit, (20) Parallaxe

*Merkmale:* Lichtjahr, Parsek

### **21. Stunde: Der Zusammenhang zwischen wichtigen Zustandsgrößen der Sterne**

- Die Beziehungen zwischen absoluter Helligkeit und Leuchtkraft der Sterne (bei Änderung um 5 Größenklassen 1:100)
- Der Zusammenhang zwischen der Oberflächentemperatur und den Spektralklassen (Farbtemperatur, Lage und Anzahl der Absorptionslinien)
- Die vier Zustandsgrößen im Diagramm (Sonne als Maßstern: Sp.-Kl.: G2;  $M = +1^m$ ,  $T_0 = 6000 \text{ K}$ ,  $L = 1$ ; Hertzsprung-Russell-Diagramm)

*Prüfungsaufgabe 13*

*Begriff:* (30) Spektralklasse

*Merkmale:* Sterntemperatur

## 22. Stunde: Erkenntnisse aus der Arbeit mit dem Hertzsprung-Russell-Diagramm

- Einordnen einiger Sterne nach gegebenen Zustandsgrößen (Hauptreihensterne, Riesen, Weiße Zwerge; Lehrbuchtafel)
- Die Zuordnung der Sterne zu den Leuchtkraftklassen (Sonne: G2V-Stern, Überriesen bis Weiße Zwerge)
- Aussagen über Masse, Radius und Dichte der Sterne (Masse-Leuchtkraft-Beziehung)

*Prüfungsaufgabe 13*

*Merkmale: Sternmasse*

## 23. Stunde: Sterne mit veränderlicher Helligkeit

- Die Arten der Doppelsterne (Definition, optische, visuelle); Massebestimmung möglich
- Bedeckungssterne als Sonderfall bei Doppelsternen (Lichtkurve); Radiusbestimmung möglich
- Sterne mit veränderlichen Zustandsgrößen (Störungen im thermischen Gleichgewicht, Änderung der Zustandsgrößen)

*Begriffe: (5) Doppelstern, (3) Bedeckungsstern*

## 24. Stunde: Zweiter Beobachtungsabend

- (Aufgaben A 6, A 8, A 9, A 10, vielleicht auch A 4, A 7)

*Prüfungsaufgabe 1*

## 25. Stunde: Interstellare Wolken und Sternentstehung

- Nachweis von Gas und Staub zwischen den Sternen (Linienabsorption, Radiostrahlung)
- Die Arten interstellarer Nebel (Dunkel-, Reflexions-, Emissionsnebel)
- Der Prozeß der Sternentstehung (interstellare Materie, Kontraktion, Aufheizung, Hauptreihenstern)

*Prüfungsaufgabe 14*

*Begriffe: (6) Emissionsnebel, (13) Kontraktion, (25) Reflexionsnebel*

## 26. Stunde: Die Sternentwicklung und das vermutliche Endstadium

- Die Verweilzeit eines Sterns auf der Hauptreihe (Energiefreisetzung, Brennzonen, abhängig von der Masse, Beispiel Sonne)
- Der Übergang zum Riesenstadium (Veränderung der Kernreaktion) und des inneren Aufbaus, Massenabgabe, vermutlich Weißer Zwerg)
- Sternhaufen als Beweis der Sternentwicklung (junge und alte Sternhaufen, massenreiche entwickeln sich schneller)

*Prüfungsaufgabe 14*

## 27. Stunde: Unsere Galaxis und extragalaktische Systeme

- Struktur und Größe unserer Galaxis (diskusähnliche Scheibe, Abmessungen mit Halo, Lage der Sonne)
- Die Bewegung der Galaxis (Spiralarme, differentielle Rotation)
- Formen extragalaktischer Systeme (spiralige, elliptische, irreguläre)

*Prüfungsaufgabe 15*

*Begriffe: (8) Extragalaktisches System, (10) Galaxis*

## 28. Stunde: Wichtige Entwicklungsetappen der astronomischen Wissenschaft

- Die Entwicklung der Astronomie (18. Jahrhundert, neue Instrumente, Sternparallaxe, räumliche Verteilung)
- Die Entwicklung der Astrophysik (19. Jahrhundert), Spektralanalyse, innerer Aufbau der Sterne); Radioastronomie (ab 1950)
- Die Entwicklung der Raumfahrt (ab 1957, experimentelles Eindringen, direkte Erforschung des Mondes und naher Planeten. Wechselwirkung: Astronomie, Technik, Gesellschaft)

## 29. Stunde: Unsere Vorstellung vom Weltall

- Die Struktur des Weltalls nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen (Planetensystem, Frage nach außerirdischem Leben, Unendlichkeit)
- Die Wirkung des Gravitationsgesetzes im ganzen Weltall (Allgemeingültigkeit von Gesetzen, Erkennbarkeit der Welt)
- Die ständige Veränderung und Entwicklung im Weltall (Erde, Planeten, Sonne, Galaxis, Prozeßcharakter)

## Beispiele für Berechnungen (\*)

zu 10. Berechnung der Entfernung des Planeten Mars von der Sonne bei bekannten Werten der Erde

bekannt:

$$T_E = 1 \text{ a}$$

$$a_E = 1 \text{ AE}$$

$$T_M = 1,88 \text{ a}$$

gesucht:

$$a_M \text{ in AE}$$

$$\text{in km}$$

Lösung:

$$T_E^2 : T_M^2 = a_E^3 : a_M^3$$

$$a_M^3 = \frac{a_E^3 \cdot T_M^2}{T_E^2}$$

$$a_M = \sqrt[3]{\frac{a_E^3 \cdot T_M^2}{T_E^2}}$$

$$a_M = \sqrt[3]{\frac{1 \cdot 1,88^3}{1}} \text{ AE}$$

$$a_M = 1,52 \text{ AE}$$

$$a_M = 228 \cdot 10^6 \text{ km}$$

zu 18. Berechnung der Leuchtkraft der Sonne (Überschlag)

bekannt:

$$S = 1,4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$1 \text{ AE} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$$

$$= 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

gesucht:

$$L_{\odot} \text{ in kW}$$

Lösung:

$$L_{\odot} = A_{\text{Kugel}} \cdot S$$

$$= 4\pi \text{ AE}^2 \cdot S$$

$$\approx 12 (1,5 \cdot 10^{11} \text{ m})^2 \cdot 1,4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$\approx 12 \cdot 2 \cdot 10^{22} \cdot \text{m}^2 \cdot 1,4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$L_{\odot} \approx 4 \cdot 10^{23} \text{ kW}$$

zu 19. Berechnung der mittleren Dichte der Sonne (Überschlag)

bekannt:

$$m_{\odot} = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

$$= 2 \cdot 10^{33} \text{ g}$$

$$R_{\odot} \approx 7 \cdot 10^5 \text{ km}$$

$$\approx 7 \cdot 10^{10} \text{ cm}$$

gesucht:

$$\rho_{\odot} \text{ in g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

Lösung:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\approx \frac{2 \cdot 10^{33} \text{ g}}{1,4 \cdot 10^{33} \text{ cm}^3}$$

$$\rho_{\odot} \approx \underline{\underline{1,4 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}}}$$

Nebenrechnung:

$$V_{\odot} = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$\approx \frac{4}{3} \cdot 3 \cdot (7 \cdot 10^{10} \text{ cm})^3$$

$$\approx 4 \cdot 350 \cdot 10^{30} \text{ cm}^3$$

$$V_{\odot} \approx \underline{\underline{1,4 \cdot 10^{33} \text{ cm}^3}}$$

zu 20. Umrechnung der Parallaxe eines Sterns in die Entfernungsmaße Parsek und Lichtjahr (Kapella im Fuhrmann)

$$\text{Kapella: } p = 0,071''; r = \frac{1}{p} \approx \frac{1}{0,071''} = \underline{\underline{14,1 \text{ pc} \approx 46 \text{ Lichtjahre}}}$$

## Beispiele für schriftliche Leistungskontrollen im Fach Astronomie

### 1. Drehbare Sternkarte: Horizontsystem

- 1.1. Welche Koordinaten hat am 20. 9. um 20 Uhr Atair im Adler?
- 1.2. Welche Koordinaten hat am 5. 10. um 21 Uhr Deneb im Schwan?
- 1.3. Welchen Stern kann man am 5. 12. um 18.30 Uhr mit  $\alpha = 117^\circ$  und  $h = 40^\circ$  sehen?
- 1.4. Um welche Zeit hat Kapella im Fuhrmann am 10. 2. die Koordinaten  $\alpha = 270^\circ$  und  $h = 70^\circ$ ?
- 1.5. Wann geht am 1. 11. der Stern Atair im Adler, unter?

Lösungen: (Fehlertoleranz  $\pm 3^\circ$  oder  $\pm 5$  min, je nach Sternkarte)

- 1.1.  $\alpha = 358^\circ$ ,  $h = 47^\circ$  (2 Punkte)
- 1.2.  $\alpha = 62^\circ$ ,  $h = 75^\circ$  (2 Punkte)
- 1.3. Wega in der Leier (2 Punkte)
- 1.4. um 17.30 Uhr (1 Punkt)
- 1.5. um 24.00 Uhr (1 Punkt)

## 2. Drehbare Schülersternkarte: Rotierendes Äquatorsystem

- 2.1. Welche Äquatorkoordinaten hat Wega in der Leier?
- 2.2. Welche Äquatorkoordinaten hat Spika in der Jungfrau?
- 2.3. Welcher Stern hat die Äquatorkoordinaten  $\alpha = 5^{\text{h}}13^{\text{m}}$  und  $\delta = +46^{\circ}$ ?
- 2.4. Welche Äquatorkoordinaten hat der Frühlingspunkt?
- 2.5. In welchem Sternbild steht scheinbar die Sonne am 1. Juni?

### Lösungen

- 2.1.  $\alpha = 18^{\text{h}}35^{\text{m}}$ ,  $\delta = +39^{\circ}$  (2 Punkte)
- 2.2.  $\alpha = 13^{\text{h}}23^{\text{m}}$ ,  $\delta = -11^{\circ}$  (2 Punkte)
- 2.3. Kapella im Fuhrmann (2 Punkte)
- 2.4.  $\alpha = 0^{\circ}$ ,  $\delta = 0^{\circ}$  (2 Punkte)
- 2.5. Stier (1 Punkt)

## 3. Mond und Planeten

- 3.1. Nennen Sie fünf Ersterfolge der Sowjetunion bei der Erforschung des Erdmondes!
- 3.2. Geben Sie folgende Merkwahlen an:  
Durchmesser des Mondes im Vergleich zur Erde;  
mittlere Entfernung Erde—Mond!
- 3.3. Wie entsteht eine Planetenschleife? (Am Beispiel des Mars zu erläutern.)
- 3.4. Warum ist der Planet Merkur so schwer zu beobachten?

### Lösungen

- 3.1. Luna 2 — hart, Luna 3 — Fotos, Luna 9. — weich, Luna 16 — Staub;  
Luna 17 — Lunochod (5 Punkte)
- 3.2.  $\frac{1}{4}$  des Erddurchmessers, 384 000 km (2 Punkte)
- 3.3. Erde überholt Mars, Bahnebenen geneigt (3 Punkte)
- 3.4. kleiner Winkelabstand von der Sonne (2 Punkte)

#### 4. Die Sonne

- 4.1. Wie groß ist die Photosphärentemperatur?  
Wie groß ist eine Aktivitätsperiode?
- 4.2. Was ist eine Protuberanz?  
Was ist ein Stern?
- 4.3. Aus welchen Schichten besteht die Sonnenatmosphäre?  
Welche Erscheinungen kennzeichnen die Sonnenaktivität?
- 4.4. Wie erfolgt die Energiefreisetzung in der Sonne?  
Wie kann man die chemische Zusammensetzung der Sonne ermitteln?

#### Lösungen

- 4.1. 6000 K, 2 · 11 Jahre (2 Punkte)
- 4.2. Gasausbruch in der Chromosphäre (2 Punkte)
- 4.3. Selbstleuchtende Gaskugel hoher Temperatur (3 Punkte)
- 4.3. Photosphäre, Chromosphäre, Korona (3 Punkte)  
Granulation, Flecken, Protuberanzen (3 Punkte)
- 4.4. Plasmabedingung, Kernfusion: H zu He (3 Punkte)  
Sonnenspektrum, Absorptionslinien (2 Punkte)

#### 5. Herzprung-Russell-Diagramm

- 5.1. Welche Zustandsgrößen bestimmen die Ordnung der Sterne im HRD?
- 5.2. Machen Sie über den Ihnen im HRD gegebenen M1V-Stern physikalische Aussagen!
- 5.3. Geben Sie die wichtigsten Etappen der Entstehung und Entwicklung eines Sterns wieder!

#### Lösungen:

- 5.1. Oberflächentemperatur, Spektralklasse, absolute Helligkeit, Leuchtkraft (4 Punkte)
- 5.2. rötlich, kleinere Masse als die Sonne, größere Dichte, geringeres Volumen, Spektralklasse M 1, Oberflächentemperatur 3500 K, Leuchtkraftklasse V (Hauptreihe), geringe Leuchtkraft, absolute Helligkeit  $+10^m$  (9 Punkte)
- 5.3. Interstellare Materie (Staub und Gas), Kontraktion, Globule, Aufheizung, Protostern, Kernfusion, Hauptreihenstern, Ausbrennen, Riesenstern, Massenabgabe, Weißer Zwerg (11 Punkte)

# Begriffsdefinitionen und Merkmahlen für den Schüler im Astronomieunterricht

## Begriffe

- 1. Absolute Helligkeit:** Bezeichnung für die scheinbare Helligkeit, die die Sterne in einheitlicher Entfernung von 10 pc hätten.
- 2. Azimut** Astronomische Richtungsangabe.  
Zählung entlang des Horizontes von 0° im Süden über West ... bis 360°.
- 3. Bedeckungsstern:** Doppelsternsystem, dessen Bewegungsebene in unserer Blickrichtung liegt, so daß sich die beiden Komponenten periodisch gegenseitig verdecken.
- 4. Deklination:** Abstand eines Gestirns vom Himmelsäquator (entspricht im Gradnetz der Erde der geografischen Breite).  
Zählung vom Himmelsäquator (0°)  
zum Himmelsnordpol (+ 90°)  
bzw. Himmelsäquator (— 90°)
- 5. Doppelstern:** Zwei Sterne, die sich um ihren gemeinsamen Massemittelpunkt bewegen.
- 6. Emissionsnebel:** Interstellares Gas (vorwiegend Wasserstoff), von benachbarten Sternen zum Leuchten angeregt.
- 7. Erdbahn:** Kreisähnliche Ellipse mit einer großen Halbachse von  $149,6 \times 10^6 \text{ km} = 1 \text{ AE}$ .
- 8. Extragalaktisches System:** Sternsystem außerhalb unserer Milchstraße.
- 9. Frühlingspunkt:** Ort auf dem Himmelsäquator, an dem die Sonne scheinbar zu Frühlingsanfang steht.  
Beginn der Rektaszensionszählung.
- 10. Galaxis:** Milchstraßensystem (unser Sternsystem).
- 11. Höhe:** Vertikalwinkel zwischen Horizont und Stern.  
Zählung: 0° (Horizont)  
bis 90° (Zenit).
- 12. Komet:** Himmelskörper auf stark exzentrischer Bahn um die Sonne (Kern; Bildung von Koma und Schweif in Sonnennähe).

13. **Kontraktion:** Zusammenziehen einer Gaswolke oder eines Sterns unter Einfluß der eigenen Gravitation, wobei sich Dichte und Temperatur erhöhen.
14. **Korona:** In den Raum übergehender Teil der Sonnen-(Stem-)atmosphäre.
15. **Korpuskularstrahlung:** Teilchenstrahlung („Sonnenwind“).
16. **Leuchtkraft:** Strahlungsleistung eines Sternes.
17. **Meteor/Meteorit:** Leuchterscheinung, die ein Meteorit (Kleinkörper im Sonnensystem) beim Eindringen in die Erdatmosphäre hervorruft.
18. **Mond:** Meist kugelähnlicher Himmelskörper, der sich um einen Planeten bewegt und das Licht der Sonne reflektiert.
19. **Mondphase:** Von der Erde aus sichtbarer Teil der beleuchteten Seite des Mondes, abhängig vom Winkel Sonne — Erde — Mond.
20. **Parallaxe:** Winkel, unter dem die Basis Erde — Sonne vom Stern aus erscheint; indirekt proportional der Sternentfernung.
21. **Photosphäre; Chromosphäre:** Schichten der Sonnenatmosphäre.
22. **Planet:** Kugelähnlicher Himmelskörper, der einen Stern umläuft und dessen Licht reflektiert.
23. **Planetoid:** Kleiner Planet, Durchmesser meist unter 100 km.
24. **Protuberanz:** Gasausbruch in der Chromosphäre der Sonne.
25. **Reflexionsnebel:** Wolken interstellarer Staubes, die das Licht benachbarter Sterne reflektieren.
26. **Rektaszension:** Winkelabstand eines Gestirnes vom Frühlingspunkt entlang des Himmelsäquators (entspricht im Gradnetz der Erde der geografischen Länge). Zählung im Zeitmaß von 0 bis 24 Stunden.
27. **Stern:** Selbstleuchtende Gaskugel hoher Temperatur.
28. **Sonnenaktivität:** Gesamtheit der kurzzeitigen Veränderungen auf der Sonnenoberfläche und in ihrer Atmosphäre.
29. **Sonnenfleck:** Einzel oder in Gruppen auftretendes Störgebiet der Photosphäre; optische Erscheinungsform eines Aktivitätszentrums.

- 30. Spektralklasse:** Charakterisierung der Art eines Sternspektrums. Sie kennzeichnet jeweils einen bestimmten Bereich der Temperatur und eine bestimmte Sternfarbe.  
Hauptklassen: O – B – A – F – G – K – M  
(Reihenfolge mit fallender Temperatur)
- 31. Zenit:** Scheitelpunkt; senkrecht über dem Beobachter liegender Punkt am Himmel.
- 32. Zirkumpolarstern:** Sterne, die infolge ihres geringen Winkelabstandes vom Himmelspol stets über dem Horizont bleiben; abhängig von der geografischen Breite des Beobachtungsortes.

### **Merkmale**

1. Mittlerer Erdradius:  $R = 6370 \text{ km}$
2. Erdumlauf:  $1 \text{ Jahr} \hat{=} 365,24 \text{ d}$
3. Monddurchmesser: etwa  $\frac{1}{4}$  Erddurchmesser
4. Mittlere Mondentfernung:  $r = 384\,000 \text{ km}$
5. Synodischer Monat: etwa  $29,5 \text{ d}$
6. Sputnik 1: 1957
7. Erster bemannter Raumflug: 1961 (Gagarin)
8. Copernicus: um 1500
9. Kepler, Galilei: um 1600
10. Newton: um 1700
11. Sonnendurchmesser: etwa  $109$  Erddurchmesser
12. Photosphärentemperatur: etwa  $6000 \text{ K}$
13. Aktivitätsperiode:  $2 \times 11 \text{ Jahre}$
14. Lichtjahr: etwa  $10^{13} \text{ km}$
15. Parsek: etwa  $3.3$  Lichtjahre
16. Sterntemperaturen: etwa  $2500 \text{ K}$  bis  $50\,000 \text{ K}$
17. Sternmassen:  $0,08$  bis  $50$  Sonnenmassen

## Tafelbilder für Einzelstunden

Tafelbild zur 1. Stunde

### 1. Astronomie

<p>1.1. <b>Begriff</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Sternkunde</li> <li>— Objekte im Weltall z. B. Monde Planeten Sterne</li> <li>— Erforschung z. B. Aufbau Bewegung Entwicklung</li> <li>— Methoden Beobachtung Berechnung Experiment</li> </ul>	<p>1.2. <b>Naturwissenschaft</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Entstehung Ägypten Mesopotamien</li> <li>— Gründe hohe Kulturstufe viele klare Nächte</li> <li>— Berechnung (Marx) Perioden der Nilüberschwemmungen</li> </ul>	<p>1.3. <b>Bedeutung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Orientierung</li> <li>— Zeitbestimmung</li> <li>— Kalender</li> </ul>
	<p>Astrologie Scheinwissenschaft im Interesse der Ausbeuterklasse</p>	

## 2. Beobachtung

### 2.1. Gründe

- eigenes Erleben
- Theorie und Praxis,
- astronomische Geräte
- Auswertung

### 2.2. Fernrohr

- Aufbau: Stativ, Meßeinrichtung, Fernrohr (Objektiv, Tubus, Okular)
- Wirkungsweise: Konvexlinsen umgekehrte und seltenvertauschte Bilder
- Vergrößerung des Seh winkels
- Verdichtung des Lichtstromes
- Telemotor:

$$\varnothing \text{ Objektiv} = 63 \text{ mm}$$

$$f \text{ Objektiv} = 840 \text{ mm}$$

$$f \text{ Okular}_1 = 25 \text{ mm}$$

$$f \text{ Okular}_2 = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Vergrößerung} = \frac{f \text{ Objektiv}}{f \text{ Okular}}$$

$$= \frac{840 \text{ mm}}{16 \text{ mm}}$$

$$\text{z. B. } Ok_2 : N = \frac{16 \text{ mm}}{16 \text{ mm}} = 52,5$$

### 2.3. Sternwarten

Fernrohrarten:

- Linsenfernrohre (Refraktoren)
- Spiegelfernrohre (Reflektoren)

DDR: 2 m-Spiegel Tautenburg

UdSSR: 6 m-Spiegel Kaukasus

- Radioteleskope (Antennensysteme)

### 3. Die Erde

#### 3.1. Planet (22)

- kugelförmig
  - bewegt sich um einen Stern
  - reflektiert dessen Licht
- Merkmale:**
- mittlerer Radius: 6370 km
  - mittlere Dichte: 5,5 gcm<sup>-3</sup>
  - mittlerer Abstand Erde—Sonne.  
(Astronomische Einheit):  
≈ 150 · 10<sup>6</sup> km

#### 3.2. Bewegungen

wahre Bewegungen	scheinbare Bewegungen
<b>Rotation:</b> Drehung um die eigene Achse W → O in 24 Std.	<b>Aufgang, Kulmination und Untergang der Himmelskörper</b> O → W
<b>Revolution:</b> Umlauf um die Sonne (7) 365 $\frac{1}{4}$ Tage	<b>Bewegung der Sonne im Tierkreis (Ekliptik)</b>

#### 3.3. Atmosphäre

##### Schutzmantel

- vor kosmischen Strahlen
  - vor Meteoriten
  - vor Weltraumkälte
- ermöglicht das Leben

##### Forschungshindernis

- Luftunruhe, unscharfe Bilder
- reflektiert und absorbiert bestimmte Strahlen

Deshalb Beobachtung außerhalb der Erdatmosphäre notwendig

Tafelbild zur 4. Stunde

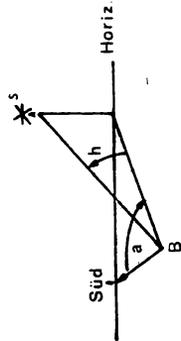
4. Horizontsystem

4.1. Sternbilder

- helle Sterne
- Sternbilder
- Zirkumpolarsternbilder (32)
- Großer Bär
- Kleiner Bär
- Kassiopeja
- Sommerdreieck
- Deneb im Schwan
- Wega in der Leier
- Atair im Adler

4.2. Horizontkoordinaten

- Raumkoordinaten
- Azimut  $a$  (2)
  - Süden,  $0^\circ$  —  $360^\circ$
  - Höhe  $h$  (11)
  - Horizont  $0^\circ$
  - Zenit (31)  $90^\circ$



4.3. Sternkarte

Aufgaben	Lösungen
20. September, 19 Uhr Meridiansternbilder	Leier Schütze
am 10. Oktober, 19 Uhr $a = 60^\circ$ $h = 70^\circ$	Wega (Leier)
am 15. Oktober, 18.30 Uhr Atair (Adler)	$a = 3^\circ$ $h = 45^\circ$

## 5. Äquatorsystem

### 5.1. Kritik

Horizontkoordinaten sind

- zeitabhängig
- ortsabhängig

deshalb

unabhängiges System notwendig

### 5.2. Äquatorkoordinaten

Polhöhe entspricht der geografischen Breite

Erdkoordinaten an den Himmel projiziert

- Rektaszension  $\alpha$  (26) auf dem Himmelsäquator
- Beginn der Zählung im Frühlingspunkt (9) 0—24 Stunden
- Deklination  $\delta$  (4) vom Himmelsäquator zum Himmelsnordpol + 90° -südpol — 90°

### 5.3. Sternkarte

Aufgaben	Lösungen
Atair (Adler)	$\alpha = 19^h 50^m$ $\delta = +9^\circ$ Tab. 10: LB $\alpha = 19^h 48^m$ $\delta = 8^\circ,7$
$\alpha = 6^h 43^m$ $\delta = -17^\circ$	Sirius (Gr. Hund)
Sonne am 1. 10.	Sternbild Jungfrau

Tafelbild zur 7. Stunde

## 6. Der Erdmond

### 6.1. Mond

- meist kugelförmig
- bewegt sich um einen Planeten
- reflektiert Sonnenlicht

### Merkmale

Durchmesser:  $\frac{1}{4}$  der Erde  
 Entfernung: 384 000 km  
 synodischer Monat: 29,5 Tage

### Finsternisse



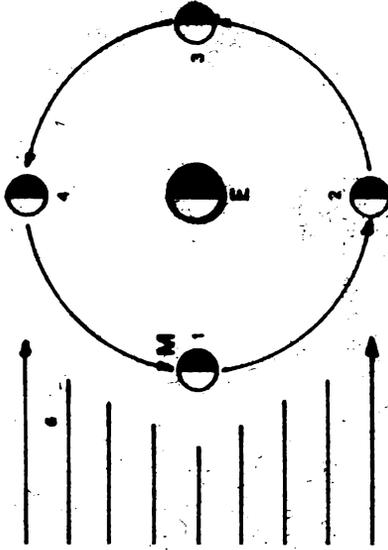
### 6.2. Bewegungen

sichtbare Bewegung	wirkliche Bewegung
O → W	W → O
infolge der Rotation der Erde	umläuft die Erde täglich um 13°

### Doppelplanet

- kleine Abstände
- geringe Größenunterschiede
- gegenseitige Beeinflussung
- gebundene Rotation
- gemeinsames Gravitationszentrum

### 6.3. Phasen (19)



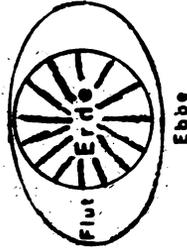
1. Neumond 
2. zunehmender Mond 
3. Vollmond 
4. abnehmender Mond 

## 7. Mondphysik

### 7.1. Gezeiten

Ebbe und Flut  
( $\Delta t = 6 \text{ Std.}$ )

$$\frac{3}{4} \text{ Mond} + \frac{1}{4} \text{ Sonne}$$



Erde dreht sich  
unter Flutberg weg

Anwendung :

- Gezeitenkraftwerke
- Landgewinnung

Keine Beeinflussung des Wetters

### 7.2. Oberflächenformen

Fernrohrbeobachtungen

- Krater
- Vulkanismus
- Einschlag
- (Auch auf der Erde vorhanden)
- Mare (nur Vorderseite)
- Wallebenen
- Ringgebirge
- Rillen
- Strahlensysteme
- Staubschicht

### 7.3. Physikalische Verhältnisse

- $\frac{1}{6} g$  (geringere Masse)
- keine Atmosphäre
- große Temperaturunterschiede ( $\pm 130^\circ\text{C}$ )
- kein Wetter
- kein Schall
- kein Wasser
- kein Leben

## 8. Mondforschung

### 8.1. Auge

bißes Beobachten

- Kugelform
  - Bewegungen
  - Phasen
  - Finsternisse
  - gleiche Seite
  - helle und dunkle Gebiete
- oft mit abergläubischen Vorstellungen verbunden

### 8.2. Fernrohr

wissenschaftliche Untersuchung

- seit 1609 durch Galilei (Linsefernrrohr)
- Entdeckung der Krater, Mare, Gebirge
- im 18. Jahrhundert Spiegelfernrohr
- beste Auflösung bis  $\varnothing$  100 m (Erdatmosphäre)
- im 19. Jahrhundert Mondfotos
- 1946 Radarentfernungsmessung

Erkenntnis entwickelt sich in Abhängigkeit von Wissenschaft und Technik

### 8.3. Satelliten

experimentelle Erforschung

- 1959: Luna 2, harter Aufschlag
  - 1959: Luna 3, Rückseitenfoto
  - 1966: Luna 9, weiche Landung
  - 1969: Apollo 11, Menschen
  - 1970: Luna 16, autom., Mondstaub
  - 1970: Luna 17, Lunochod
- UdSSR meisten Erstleistungen

## 9. Planetenbewegung

### 9.1. Geozentrisches System

- Erde im Mittelpunkt
- entsprach dem Augeneindruck
- hinreichend genau

Zweifel:

- Planetenschleifen
- Seefahrer

Mittelalterliche Kirche kämpfte für die  
Erhaltung dieses Systems:

gegen

- G. Bruno
- G. Galilei

### 9.2. Planetengesetze

Was bewegt sich?

Copernicus: die Erde  
heliocentrisches System

Wie bewegt sie sich?

Kepler: 1. Bahnformen-Ellipsen

2. Bahngeschwindigkeit  
unterschiedlich

Sonnennahe Planeten  
bewegen sich schneller

3.  $T_1^2 : T_2^2 \approx a_1^3 : a_2^3$

Warum bewegen sie sich?

Newton: Gravitationsgesetz

Die Sonne hat die  
größte Masse

### 9.3. Berechnung

geg.  $T_1$  Erde  $\approx 1a$

$T_2$  Mars  $\approx 1,88a$

$a_1$  Erde  $\approx 1$  AE in  $10^6$  km

ges.  $a_2$  Mars

Lösung:

$$T_1^2 : T_2^2 \approx a_1^3 : a_2^3$$

$$a_2 = \sqrt[3]{\frac{T_2^2 \cdot a_1^3}{T_1^2}}$$

$$= \sqrt[3]{\frac{(1,88a)^2 \cdot AE^3}{a^2}}$$

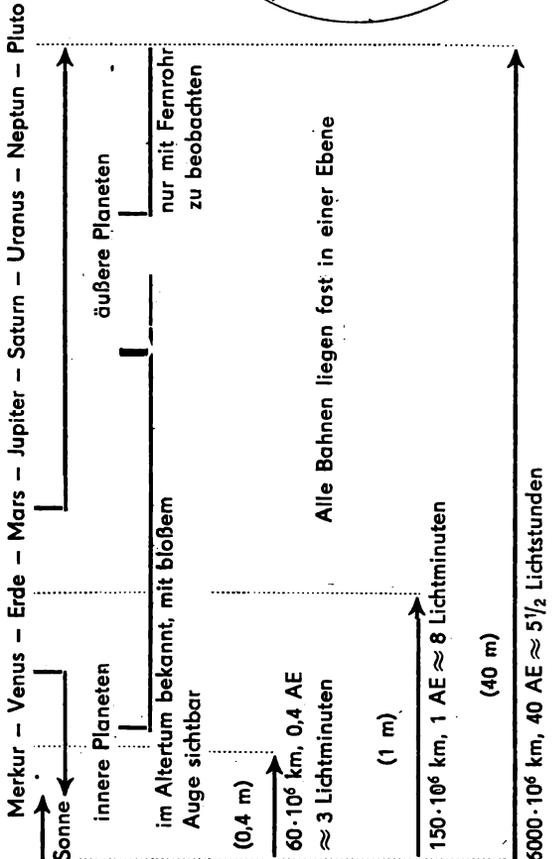
$$= \underline{\underline{1,52 \text{ AE}}}$$

$$= \underline{\underline{228 \cdot 10^6 \text{ km}}}$$

Tafelbild zur 11. Stunde

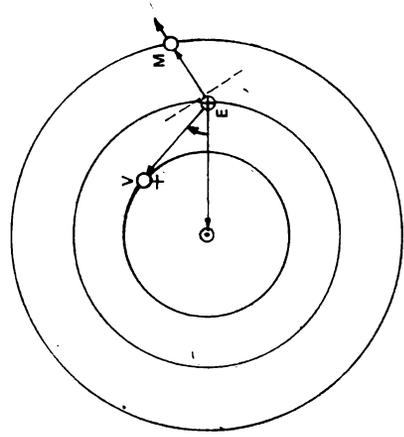
## 10. Planetensystem

### 10.1. Aufbau



### 10.3. Sichtbarkeit

- innere Planeten
- immer in Sonnennähe
- als „Morgen- oder Abendstern“
- Phasengestalten



### äußere Planeten

- nachts gut zu beobachten

## 11. Planetenphysik

### 11.1. Planetengruppen

Auswertung der Tabelle 6 im LB

gemeinsame Merkmale	Planeten- gruppen	erdähn. Planeten: Erde, Merkur, Venus, Mars	jupiterähn. Planeten: Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun, (Pluto)
Radius in $R_E$		klein (0,4—1)	groß (4—11)
Masse in $m_E$		klein (0,06—1)	groß (14—318)
Dichte in $g \cdot cm^{-3}$		groß (4—6)	klein (0,7—1,6)
Rot.-Periode in Tagen		groß (1—243)	klein (0,4—0,7)
Abplattung		klein	groß

### 11.2. Satellitenforschung

neue Erkenntnisse:

- Krater
- Merkur, Mars
- hohe Dichte und Temperatur der Venusatmosphäre
- Marsmonde nicht kugelförmig
- Jupitermond o und Venus

### 11.3. Lebensbedingungen

- Atmosphäre mit  $O_2$
  - Wasser in flüssiger Form
  - geeignete Temperaturen
- Ergebnis:  
Bisher kein Leben nachgewiesen

## 12. Natürliche Kleinkörper

12.1. Materiearten		12.2. Kometen und Meteorite		12.3. Staub, Gas, Felder	
Materie	Anzahl	Ø in km	Komet (12)	Meteorit	Staub:
Sonne	1	1 400 000	Aufbau:	Aufbau:	— feste Teilchen
Planeten	9	5000—140 000	(in Sonnennähe)	— Stein	Gas:
Monde	>45	10—5000	— Kern: Eis	— Eisen	— Protonen
Planetoiden			— Koma: Gas (5 AE)	— $v \approx 50 \text{ kms}^{-1}$	— Elektronen
(23)	40 000	unter 1000	— Schweif: (2 AE)	verglühen in der	Felder:
Kometen	$10^{11}$	unter 10	durch Strahlungsdruck	Erdatmosphäre	— Gravitationsfelder
Meteorite	$10^{14}$	unter $10^{-4}$	von der Sonne	abgewandt	— Magnetfelder
Staub, Gas	—	—	zerfallen allmählich	Meteor (17)	— Strahlungsfelder
Felder	—	—			

### 13. Künstliche Kleinkörper

<p><b>13.1. Geschichte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Ziolkowski „Vater der Raumfahrt“</li> <li>— um 1930 Raketenversuche in der UdSSR</li> <li>— 1957 erster Satellit „Sputnik“</li> <li>— 1961 erster Mensch im Kosmos — Gagarin</li> </ul> <p>UdSSR mit meisten Erstleistungen</p>	<p><b>13.2. Nutzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Vermessungssatelliten</li> <li>— Forschungssatelliten „Kosmos“</li> <li>— Wettersatelliten „Meteor“</li> <li>— Nachrichtensatelliten „Molnija“</li> <li>— Erkundungssatelliten „Sojus“</li> <li>— Mondsatelliten „Luna“</li> <li>— Integrationsatelliten „Interkosmos“</li> </ul>	<p><b>13.3. Kooperation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Orbitalstationen</li> <li>— UdSSR in Zusammenarbeit mit der DDR „Sojus 31“ (S. Jähn)</li> <li>— gemeinsame Zielstellung durch sozialistische Gesellschaftsordnung bestimmt</li> <li>— sozialistische Integration</li> </ul>
---	---	--

## 14. Entwicklungsetappen im Sonnensystem

### 14.1. Altertum

- Der Mensch des Altertums beobachtete die Bewegungsvorgänge der Himmelskörper
- Er stellte daraus Verbindungen zur gesellschaftlichen Praxis her.
- Er deutete diese Erscheinungen aber oft mystisch und religiös im Interesse der herrschenden Klasse

### 14.2. Mittelalter

- Der Mensch des Mittelalters entwickelte aus den Widersprüchen des alten Systems das heliozentrische Weltbild.
- Er erkannte durch Anwendung astronomischer Geräte und durch mathematische Methoden die Gesetze der Planetenbewegung.
- Damit drang die astronomische Forschung von der Beobachtung der Erscheinungen in die Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten vor.

### 14.3. Neuzeit

- Der Mensch der Neuzeit wendet die Naturgesetze bewußt an.
- Er bewies durch die Berechnung der Bahn eines neuen Planeten die Richtigkeit des wissenschaftlichen Weltbildes.
- Er erbrachte einen Beitrag zur grundsätzlichen Erkennbarkeit der Welt.

## 15. Sonnenaktivität

### 15.1. Die Sonne

Stern: (27)

- Gaskugel
- selbstleuchtend
- hohe Temperatur

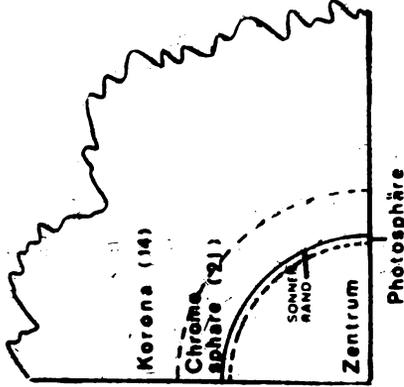
Begründung:

- ermöglicht Leben
- nächster Stern
- Vergleichssterne

Merkmale:

- Durchmesser: 109 Erddurchmesser
- Photosphärentemperatur: 6000 K
- Aktivitätsperiode: 2-11 Jahre

### 15.2. Sonnenatmosphäre



### 15.3. Aktivität (28)

alle kurzzeitigen Veränderungen auf der Sonne:

- Formveränderungen
- Protuberanzen (24)
- Sonnenflecken (29)

alle 11 Jahre am häufigsten

Tafelbild zur 18. Stunde

16.1. Strahlungsarten

Wellenstrahlung (elektromagnet. Wellen)

Photosphäre:

- Radiostrahlung
  - infrarote Strahlung
  - Licht
  - ultraviolette Strahlung
  - Röntgenstrahlung zur Erdoberfläche
- $c = 300\,000\text{ kms}^{-1}$
- $t \approx 8\text{ min}$

Teilchenstrahlung (Korpuskularstrahlung)

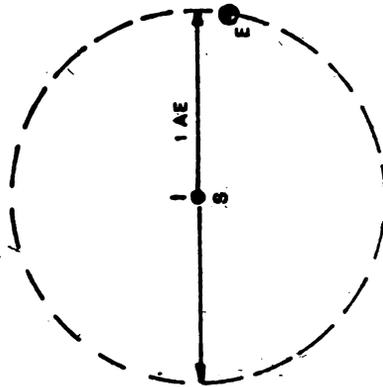
Chromosphäre:

- „Sonnenwind“
- Protonen
- Elektronen
- $v \approx 1000\text{--}2000\text{ kms}^{-1}$
- $t \approx 1\text{--}2\text{ d}$

16. Sonnenstrahlung

16.2. Strahlungsleistung (16)

Berechnung der Strahlungsleistung auf der Erde gemessene Strahlungsmenge: je  $\text{m}^2 = 1,4\text{ kW}$   
 (Solarkonstante  $S = 1,4\text{ kW m}^{-2}$ )



Lösung:

$$L = A_k \cdot S$$

$$= 4\pi R^2 \cdot S$$

$$\approx 13 \cdot (1,5 \cdot 10^{11}\text{ m})^2 \cdot 1,4\text{ kWm}^{-2}$$

$$\approx 4 \cdot 10^{23}\text{ kW}$$

Strahlungsleistung = Leuchtkraft

16.3. Auswirkungen

Gravitationsbeziehungen

- konstante Massen
- konstanter Abstand
- konstante Energiezufuhr
- ermöglicht das Leben

Strahlungsbeziehungen

- Störung des Funkverkehrs
- magnetische Stürme
- Deformation der Magnetosphäre
- Polarlichter

## 17. Sonnenenergie

### 17.1. Sonnenspektrum

- Sonnenlicht wird durch Prisma in Farben zerlegt, Spektrum
- Sonnenspektrum enthält dunkle Linien:  
Absorptionsspektrum
- Spektralanalyse  
Zuordnung bestimmter Linien zu bestimmten Elementen
- etwa 60 Elemente bekannt
- 73 % H, 25 % He
- einheitlicher materieller Aufbau

### 17.2. Sonneninneres

Berechnung der mittleren Dichte

geg.  $m_s = 2 \cdot 10^{30}$  kg ges.  $V_s$  in  $\text{cm}^3$

$$R_s = 7 \cdot 10^5 \text{ km} \quad \rho_s \text{ in g cm}^{-3}$$

Lösung:

$$\rho = \frac{m_s}{V_s} \quad \text{NR} \quad V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$= \frac{2 \cdot 10^{33} \text{ g}}{1,4 \cdot 10^{33} \text{ cm}^3} = \frac{4,3 \cdot 14 \cdot (7 \cdot 10^{10} \text{ cm})^3}{3}$$

$$= \frac{1,4 \text{ g cm}^{-3}}{\underline{\underline{\quad}}} \approx \frac{1,4 \cdot 10^{33} \text{ cm}^3}{\underline{\underline{\quad}}}$$

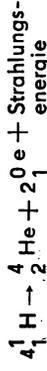
Zentralbedingungen (Plasma)

$$\rho = 100 \text{ g cm}^{-3}, T = 15 \cdot 10^6 \text{ K}, p = 10^{11} \text{ at}$$

### 17.3. Energiefreisetzung

durch Kernfusion im Zentrum  
 $\text{H} \rightarrow \text{He}$  (hohe Temp.)

Vorgang:



Folgen:

- Änderung der chemischen Zusammensetzung
- Masseverlust ( $5 \cdot 10^6 \text{ t} \cdot \text{s}^{-1}$ )
- begrenzte Lebensdauer

Tafelbild zur 20. Stunde

## 18. Entfernungsbestimmung

### 18.1. Lichtjahr

Lichtjahr

eine Längeneinheit  $\approx 10^{13}$  km

bis Proxima Centauri  $\approx 4,2$  Lichtjahre

Entfernung Sonne  $\rightarrow$  Proxima:

$$8 \text{ Lmin} : 4,2 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \text{ Lmin}$$

$$1 : 4,2 \cdot 365 \cdot 3 \cdot 60$$

$$\approx 1 : 300\,000$$

Modell:

Sonne = 1 cm

Proxima = 3 km

### 18.2. Parallaxe

Sternhintergrund

$p$  = Parallaxe (20)

(Winkel über AE)

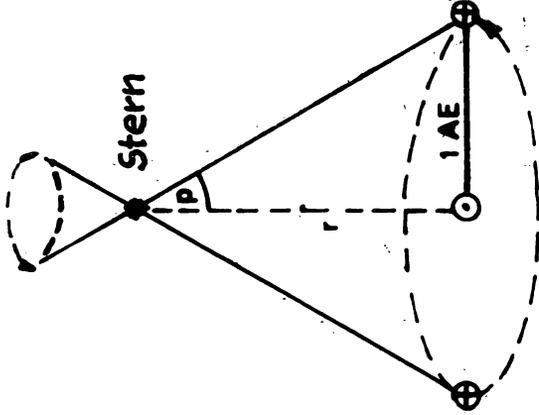
Entfernung  $r$  und Parallaxe  $p$  sind einander reziprok:

$$r = \frac{1}{p} \quad p = \frac{1}{r}$$

Parallaxensekunde = Parsek = pc

bei  $p = 1''$  (Bogensekunde)

1 Parsek  $\triangleq$  3,3 Lichtjahre



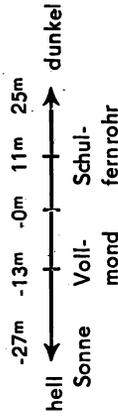
### 18.3. Helligkeit

— scheinbare Helligkeit  $m$  in Größenklassen

ankommende Strahlungsmenge abhängig von der

Entfernung

Leuchtkraft



bei 5 Größenklassen

Unterschied  $\triangleq$  Intensitätsverhältnis 1:100

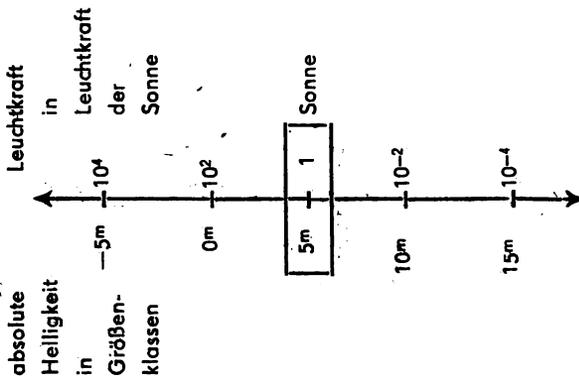
— absolute Helligkeit  $M$  (1)

bei Entfernung von 10 pc

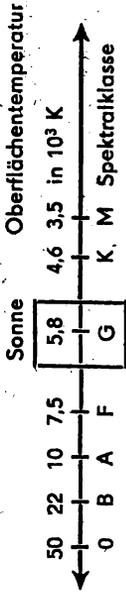
Sonne:  $M_{\odot} \approx 5m$

## 19. Zustandsgößen

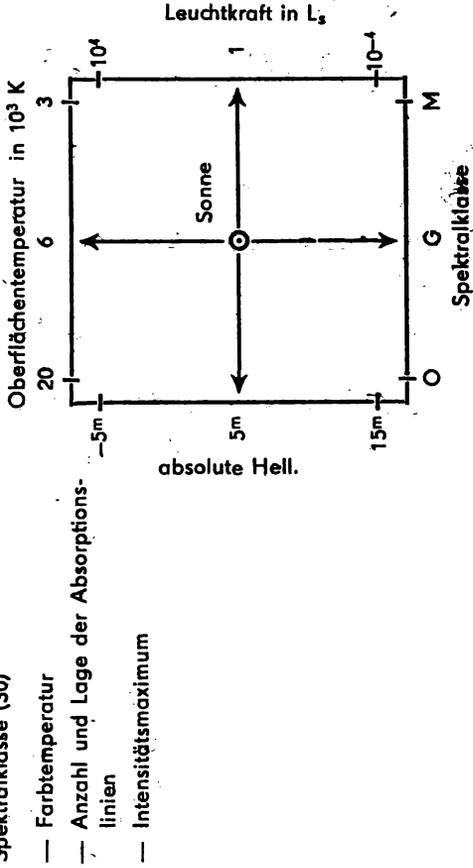
19.1. Helligkeit und Leuchtkraft



19.2. Oberflächentemperatur und Spektralklasse



19.3. Hertzsprung-Russell-Diagramm



## 20. Arbeit mit dem HRD

### 20.1. Einordnen

Hinweise zu den Koordinaten

- Temperatur: nach rechts abnehmend
  - Helligkeit: Zahlenwerte nach oben abnehmend
  - Spektralklassen: dezimale Unterteilung
  - Leuchtkraft: logarithmische Einteilung
- Beispiel: (gegeben) Tab. 10  
 Wega: abs. Helligkeit: 0,5m  
 Spektralklasse: A 0

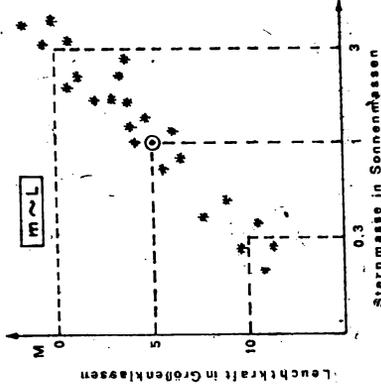
- (gesucht)
- HRD — Farbe: weiß
  - Oberflächen-temperatur: 10 000 K
  - Leuchtkraft: 60 L<sub>s</sub>
  - Leuchtkraftklasse: V
  - $m > m_{\odot}$
  - $r > r_{\odot}$
  - $\varrho < \varrho_{\odot}$

### 20.2. Leuchtkraftklassen

Charakteristische Besetzungsgebiete  
 Hauptreihe (meisten Sterne)  $T \sim L$   
 von links oben nach rechts unten

- I Überriesen
  - II. helle Riesen
  - III Riesen
  - IV Unterriesen
  - V Zwerge (Hauptreihe)
  - VI Weiße Zwerge
- Sonne: G-2-V-Stern

### 20.3: Masse-Leuchtkraft-Beziehung (für Hauptreihensterne)

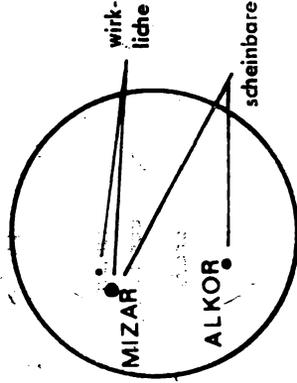


Strebereich der Sternmassen sehr klein  
 weiße Zwerge = klein, große Dichte  
 Überriesen = groß, kleine Dichte

## 21. Veränderliche Sterne

### 21.1. Doppelsterne (mehr als 50 %)

- optische Doppelsterne
  - scheinbare D-St.
  - kleiner Winkelabstand
  - große Entfernung voneinander
- visuelle Doppelsterne (5)
  - wirkliche Doppelsterne
  - gemeinsames Massezentrum
  - Masseberechnung möglich
  - (Gesetz nach Kepler und Newton)
  - Gravitationsgesetz im ganzen Weltall



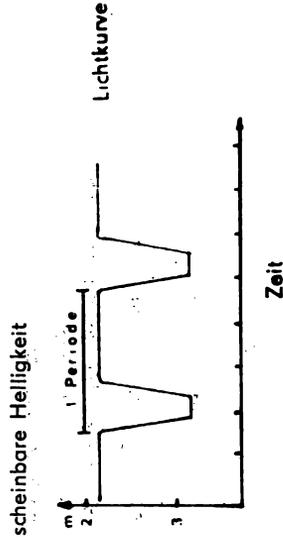
Fernrohrbild

### 21.2. Bedeckungssterne (3) (eine Bewegungsebene)

- wirkliche Doppelsterne
- mit Blick auf die Kante der Bewegungsebene
- Bewegung führt durch gegenseitige Bedeckung zu Helligkeitsschwankungen
- aus der Lichtkurve Radiusbestimmung möglich

### 21.3. Pulsationsveränderliche (keine Doppelsterne)

- Sterne mit veränderlichen physikalischen Größen
- nicht im thermischen Gleichgewicht
- Gravitationsdruck  $\neq$  Strahlungsdruck
- periodische Änderung von  $V$ ,  $\rho$ ,  $T$  und  $L$
- entwicklungsbedingte Phase



Lichtkurve

## 22. Sternentstehung

### 22.1. Staub und Gas

Nachweis von Staub

- absorbiert Sternenlicht
- Sternenlicht wird gerötet

Nachweis von Gas

- viele Absorptionslinien im Spektrum heißer O- und B-Sterne
- sendet Radiostrahlung aus, mit Radioteleskop nachweisbar

### 22.2. Interstellare Nebel

Dunkelnebel:

- Absorptionsnebel, meist Staub, lassen das Licht der Sterne dahinter nicht durch; z. B. Pferdekopfnebel

Helle Nebel:

- Reflexionsnebel, meist Staub, reflektiert das Licht naher. Sterne, am gleichen Spektrum nachweisbar; z. B. Plejaden
- Emissionsnebel (6) meist Gas, werden durch UV-Strahlung heißer Sterne zum Leuchten angeregt (Sternbrutstätte); z. B. Orionnebel

### 22.3. Sternentstehung

(Objekte) (Prozesse)

Interstellare Materie

← Kontraktion (13)

Globule

← Aufheizung

Protostern

← Kernfusion

Hauptreihenstern

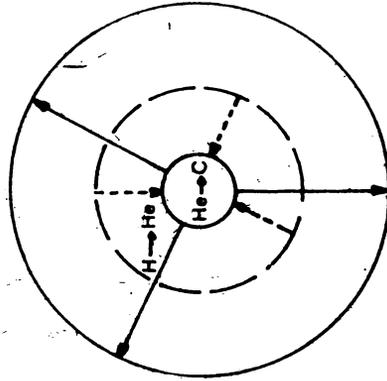
Der Entwicklungsprozeß ist noch nicht abgeschlossen.

Tafelbild zur 26. Stunde

### 23. Sternentwicklung

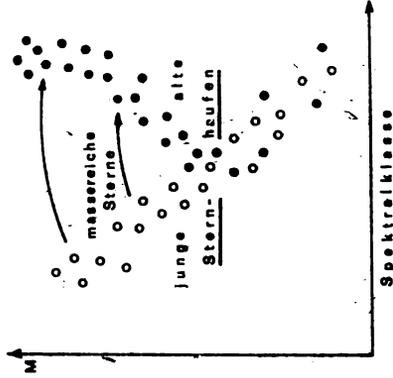
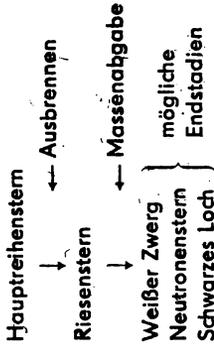
#### 23.1. Verweilzeit

- z: B. Sonne  
 Hauptreihenstern: HRD  
 — Energiefreisetzung durch Kernfusion,  
 $H \rightarrow He$   
 — Temperaturzunahme im Inneren,  
 $He \rightarrow C$   
 — schalenförmiges Brennen von innen nach außen  
 Sternmodell



- Kontraktion des Kerns
- Aufblähen der Hülle

#### 23.2. Weiterentwicklung



#### 23.3. Sternhaufen

- Sternansammlungen
- etwa gleiche Entfernung
- etwa gleiches Alter (Sterne gleichzeitig entstanden)

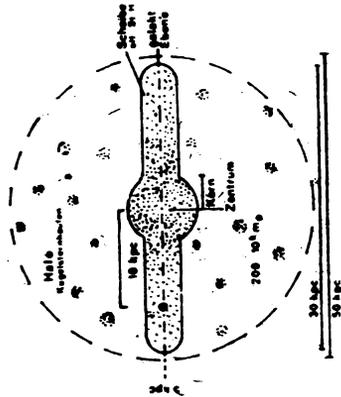
#### Arten:

- kugelförmige Sternhaufen: älter
- offene Sternhaufen: jünger

Die massenreichen Sterne verlassen die Hauptreihe eher. Beweis für die Sternentwicklung.

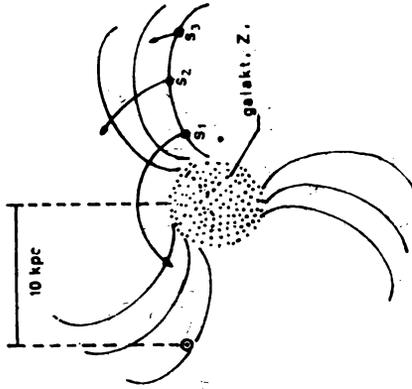
## 24. Galaxien (10)

### 24.1. Aufbau



- diskusähnliche Scheibe
- offene Sternhaufen: in der galaktischen Ebene
- kugelförmige Sternhaufen: im Halo

### 24.2. Bewegung



- $V_{S1} > V_{S2} > V_{S3}$   
 differentielle Rotation

### 24.3. Extragalaktische Systeme (8)

- Sternsysteme außerhalb unserer Galaxis
- spiralförmige — Galaxien
- elliptische — Galaxien
- unregelmäßige — Galaxien
- bis zur Entfernung von  $10^{10}$  Lichtjahren beobachtbar
- neue Galaxien: Quasare, mit hoher Energieabstrahlung entdeckt
- das Weltall ist unbegrenzt

## 25. Entwicklungsetappen

### 25.1. Astrometrie

Sternortmessung aus der Richtung der Sternstrahlung

- vor 1600 mechanische Sternortvermessung
- danach optische Messung durch Einsatz des Fernrohrs
- Auflösung der Milchstraße in Einzelsterne
- Messung der Sternparallaxe
- Entdeckung der Sternbewegung

### 25.2. Astrophysik

Physik der Sterne aus der Strahlung (Helligkeit und Farbe)

- ab 1800 Entdeckung und Einsatz der Spektralanalyse (chemische Zusammensetzung der Sterne)
- Himmelfotografie (um 1850)
- ab 1900 Hertzsprung-Russell-Diagramm
- Berechnung von Sternmodellen
- ab 1950 Radioastronomie
- Entdeckung: Quasare, Pulsare, Schwarze Löcher, Neutronensterne

### 25.3. Astronautik

Experimentelle Weltraumforschung

- ab 1957 Forschung außerhalb der Erdatmosphäre
- ab 1961 ist der Mensch unmittelbar an der kosmischen Forschung beteiligt
- die experimentelle Erforschung des Weltraums schafft neue Möglichkeiten der Erkenntnisgewinnung
- die Forschung ist niemals abgeschlossen

**Tafelbild zur 29. Stunde**

**26. Unsere Vorstellung vom Weltall**

**26.1. Struktur des Weltalls**

- Es gibt vielfältige Erscheinungsformen kosmischer Systeme:
- System Erde—Mond
- System Sonne—Planeten
- System Galaxis—Sonne

Die Metagalaxis ist die Gesamtheit aller beobachtbaren Sternsysteme

**26.2. Die Allgemeingültigkeit physikalischer Gesetze**

- Überall im Weltraum wirken Gesetzmäßigkeiten
- Sie helfen uns, den Aufbau und die Vorgänge im Kosmos zu erkennen.
- Das Wirken des Gravitationsgesetzes im ganzen Universum bestätigt die Allgemeingültigkeit physikalischer Gesetze.

**26.3. Veränderungen und Entwicklungen im Weltall**

- Alle kosmischen Objekte sind nicht ewig und unveränderlich
- Sie befinden sich in ständiger Veränderung und Entwicklung
- Das Weltall hat weder einen Anfang noch ein Ende in der Zeit

# Kontrollaufgaben für den Astronomieunterricht

(in Anlehnung an die Tafelbilder)

## Zum Tafelbild „Astronomie“ (1. Stunde)

1. Sprechen Sie über die Ziele und Aufgaben der astronomischen Wissenschaft!
2. Erläutern Sie die Entstehungsursachen der Astronomie im Altertum!
3. Begründen Sie, weshalb die Astrologie in der DDR keine Existenzgrundlage hat!
4. Nennen Sie drei Beispiele der praktischen Bedeutung der Astronomie. Gehen Sie auf ein Beispiel näher ein!

## Zum Tafelbild „Beobachtung“ (2. Stunde)

1. Begründen Sie die Notwendigkeit der eigenen Beobachtung!
2. Beschreiben Sie den Aufbau und die Wirkungsweise eines astronomischen Fernrohres!
3. Berechnen Sie die Vergrößerungen des Schulfernrohres „Telemotor“!
4. Nennen Sie verschiedene Fernrohrarten! Begründen Sie, weshalb die meisten Sternwarten im Gebirge stehen!

## Zum Tafelbild „Die Erde“ (3. Stunde)

1. Definieren Sie den Begriff „Planet“!
2. Nennen Sie einige wichtige astronomische Konstanten der Erde!
3. Stellen Sie den scheinbaren Bewegungen der Erde die wahren gegenüber!
4. Sprechen Sie über die Doppelfunktion der Erdatmosphäre!

## Zum Tafelbild „Horizontsystem“ (4. Stunde)

1. Definieren Sie den Begriff „Zirkumpolarstern“, nennen und zeigen Sie einige Zirkumpolarsternbilder an der Sternkarte!
2. Beschreiben Sie den Aufbau des Horizontsystems mit Hilfe einer Tafelskizze (Kulissendarstellung)!
3. Bestimmen Sie mit der drehbaren Sternkarte für den 1. Oktober um 19 Uhr die Horizontkoordinaten von Wega in der Leier!
4. Suchen Sie auf der drehbaren Sternkarte den Stern, der am 1. Juni um 21.45 Uhr die Koordinaten  $\alpha = 120^\circ$  und  $h = 17^\circ$  hat!

### **Zum Tafelbild „Äquatorsystem“ (5. Stunde)**

1. Decken Sie die Mängel des Horizontsystems auf!
2. Beschreiben Sie den Aufbau des Äquatorsystems!
3. Bestimmen Sie an Hand der drehbaren Sternkarte die Äquatorkoordinaten von Spika in der Jungfrau!
4. Suchen Sie aus der drehbaren Sternkarte den Stern heraus, der die Rektaszension von 20 Stunden 40 Minuten und die Deklination von  $45^\circ$  hat!

### **Zum Tafelbild „Der Erdmond“ (7. Stunde)**

1. Definieren Sie den Begriff „Mond“!
2. Stellen Sie der scheinbaren Bewegung des Erdmondes die wirkliche gegenüber!
3. Begründen Sie, weshalb man das System Erde—Mond einen Doppelplaneten nennt!
4. Erläutern Sie an Hand einer Tafelskizze die Entstehung der unterschiedlichen Mondphasen!

### **Zum Tafelbild „Mondphysik“ (8. Stunde)**

1. Sprechen Sie über die Entstehung der Gezeiten und ihre Nutzung durch den Menschen!
2. Beschreiben Sie die sichtbaren Formationen auf der Mondvorderseite!
3. Nehmen Sie zu den verschiedenen Hypothesen über die Entstehung der Mondkrater an Hand neuerer Forschungsergebnisse Stellung!
4. Leiten Sie die physikalischen Verhältnisse der Mondoberfläche aus seiner geringen Masse ab!

### **Zum Tafelbild „Mondforschung“ (9. Stunde)**

1. Sprechen Sie über die Kenntnisse, die man durch die Beobachtung des Mondes mit bloßem Auge erwerben kann!
2. Erläutern Sie die Entwicklung der Kenntnisse vom Mond, die durch den Einsatz des Fernrohrs gewonnen wurden!
3. Nennen Sie wichtige Ersterfolge der Sowjetunion bei der Erforschung des Mondes durch ihre Raumfahrttechnik!
4. Ziehen Sie Schlußfolgerungen aus dem Vergleich mit amerikanischen Erleistungen!

### **Zum Tafelbild „Planetenbewegung“ (10. Stunde)**

1. Äußern Sie sich darüber, weshalb es bis in das Mittelalter so schwer war, die geozentrische Weltvorstellung zu überwinden!
2. Erläutern Sie die beiden gegensätzlichen Systeme an Hand einer Tafelskizze!
3. Sprechen Sie über die entdeckten Gesetzmäßigkeiten, die dem heliozentrischen Weltsystem zum Sieg verhalfen!
4. Erklären Sie an einem Beispiel die Anwendung des 3. Keplerschen Gesetzes!

### **Zum Tafelbild „Planetensystem“ (11. Stunde)**

1. Entwickeln Sie an der Tafel eine Übersicht über die Anordnung der Planeten im Sonnensystem!
2. Diskutieren Sie ein maßstäbliches Modell der Entfernungen der Planeten Merkur, Erde und Pluto von der Sonne!
3. Vergleichen Sie die Bahnebenen der Planeten im Sonnensystem mit der Darstellung an der Berliner Weltzeituhr!
4. Erläutern Sie die Sichtbarkeitsbedingungen der äußeren und inneren Planeten!

### **Zum Tafelbild „Planetenphysik“ (12. Stunde)**

1. Begründen Sie, weshalb man die Planeten in zwei verschiedene Gruppen einteilen kann!
2. Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen Dichte, Rotationsperiode und Abplattung der Planeten!
3. Sprechen Sie über neuere Erkenntnisse bei der Erforschung erdnaher Planeten durch Satelliten!
4. Beurteilen Sie an Hand bestimmter Bedingungen die Lebensmöglichkeiten auf anderen Planeten!

### **Zum Tafelbild „Natürliche Kleinkörper“ (13. Stunde)**

1. Geben Sie eine Übersicht über die Verschiedenartigkeit der Materie im Sonnensystem!
2. Sprechen Sie über die Veränderungen an einem Kometen, die auftreten, wenn er die Sonne umläuft!
3. Widerlegen Sie die volkstümliche Bezeichnung „Sternschnuppe“!
4. Erklären Sie Art und Zusammensetzung von Gas, Staub und Feldern im Sonnensystem!

### **Zum Tafelbild „Künstliche Kleinkörper“ (14. Stunde)**

1. Geben Sie einen Überblick über die Entwicklung der Kosmonautik in der Sowjetunion!
2. Erläutern Sie an Beispielen den Nutzen der Satelliten für den Menschen!
3. Sprechen Sie über die Notwendigkeit der Kooperation der UdSSR und der DDR im Kosmos!
4. Stellen Sie die Zusammenarbeit dieser beiden Staaten im Weltraum an einem aktuellen Beispiel dar!

### **Zum Tafelbild „Entwicklungsetappen im Sonnensystem“ (16. Stunde)**

1. Beurteilen Sie die Deutung der astronomischen Beobachtungen des Menschen im Altertum!
2. Erläutern Sie den Fortschritt der Erkenntnisse des Menschen im Mittelalter!
3. Beschreiben Sie, wie es zur Entdeckung des Planeten Neptun kam!
4. Ziehen Sie Schlußfolgerungen aus diesen Leistungen!

### **Zum Tafelbild „Sonnenaktivität“ (17. Stunde)**

1. Definieren Sie den Begriff „Stern“!
2. Nennen Sie wichtige Merkmalszahlen von der Sonne!
3. Beschreiben Sie mit Hilfe einer Tafelskizze den Aufbau der Sonnenatmosphäre!
4. Ordnen Sie die Aktivitätserscheinungen den entsprechenden Schichten der Sonne zu!

### **Zum Tafelbild „Sonnenstrahlung“ (18. Stunde)**

1. Nennen Sie die wichtigsten Arten der Wellenstrahlung, die von der Sonne ausgeht!
2. Nehmen Sie zu der irreführenden Bezeichnung „Sonnenwind“ Stellung!
3. Erläutern Sie die Möglichkeit der Berechnung der Strahlungsleistung der Sonne!
4. Sprechen Sie über den nachweislichen Einfluß der Strahlung der Sonne auf unsere Erde!

### **Zum Tafelbild „Sonnenenergie“, (19. Stunde)**

1. Erklären Sie, wie man die chemische Zusammensetzung der Sonne bestimmen kann!
2. Erläutern Sie die Berechnung der mittleren Dichte der Sonne!
3. Sprechen Sie über die Energiefreisetzung im Inneren der Sonne!
4. Ziehen Sie Folgerungen aus dem langandauernden Vorgang der Kernfusion für die Sonne!

### **Zum Tafelbild „Entfernungsbestimmung“ (20. Stunde)**

1. Sprechen Sie über die trigonometrischen Entfernungsbestimmungen der Sterne!
2. Definieren Sie den Begriff „Parsek“!
3. Erläutern Sie den Zusammenhang „Größenklasse“ und „Strahlungsintensität“ an einem Beispiel!
4. Stellen Sie die scheinbare Helligkeit der Sonne ihrer absoluten gegenüber!

### **Zum Tafelbild „Zustandsgrößen“ (21. Stunde)**

1. Erläutern Sie mit Hilfe einer Tafelskizze den Zusammenhang zwischen der absoluten Helligkeit und der Leuchtkraft der Sterne!
2. Erklären Sie die Kennzeichen der verschiedenen Spektralklassen an Hand des Rollbildes „Spektralklassen der Fixsterne“!
3. Stellen Sie mit Hilfe einer Tafelskizze die Beziehungen zwischen der Oberflächentemperatur und der Spektralklasse der Sterne dar!
4. Beschreiben Sie am Rollbild „Hertzsprung-Russell-Diagramm“ den Aufbau dieses Diagramms!

### **Zum Tafelbild „Arbeit mit dem HRD“ (22. Stunde)**

1. Ordnen Sie den Stern Atair mit einer absoluten Helligkeit von  $2^{m,2}$  und einer Spektralklasse A 7 in das HRD ein, und machen Sie Angaben über seine Farbe, Temperatur und Leuchtkraft!
2. Äußern Sie sich zu dem Zusammenhang zwischen der absoluten Temperatur und der Leuchtkraft der Hauptreihensterne!
3. Erläutern Sie, wie man mit Hilfe der Masse-Leuchtkraft-Beziehung aus der gemessenen Leuchtkraft bestimmter Sterne ihre Masse bestimmen kann!
4. Machen Sie vom Atair angenäherte Aussagen über seine Masse, seine Dichte und seinen Radius im Vergleich zur Sonne!

### **Zum Tafelbild „Veränderliche Sterne“ (23. Stunde)**

1. Erläutern Sie, wie man mit Hilfe einer astrophysikalischen Gesetzmäßigkeit die Masse der Sterne ermitteln kann!
2. Definieren Sie den Begriff „Bedeckungsstern“!
3. Erklären Sie an Hand einer Tafelskizze das Verfahren zur Radiusbestimmung bei Doppelsternen!
4. Sprechen Sie über die physikalische Besonderheit der pulsationsveränderlichen Sterne!

### **Zum Tafelbild „Sternentstehung“ (25. Stunde)**

1. Erläutern Sie verschiedene Nachweismethoden für Staub und Gas im Welt-  
raum!
2. Charakterisieren Sie einen Dunkelnebel!
3. Beschreiben Sie die beiden Arten heller Nebel unter Verwendung von Bildern  
astronomischer Objekte!
4. Sprechen Sie über den Prozeß der Sternentstehung!

### **Zum Tafelbild „Sternentwicklung“ (26. Stunde)**

1. Begründen Sie die lange Verweilzeit eines Sterns auf der Hauptreihe im  
HRD!
2. Sprechen Sie über die Weiterentwicklung eines Sterns!
3. Nennen Sie die Merkmale, durch die Sternhaufen charakterisiert sind!
4. Erläutern Sie am HRD die Beweiskraft der Sternhaufen für die Sternentwick-  
lung!

### **Zum Tafelbild „Galaxien“ (27. Stunde)**

1. Geben Sie an Hand einer Tafelskizze einen Überblick über den Aufbau un-  
serer Galaxis!
2. Beschreiben Sie an Hand einer Tafelskizze die Bewegung in unserer Galaxis!
3. Nennen Sie wichtige Formen extragalaktischer Systeme!
4. Begründen Sie die Notwendigkeit weiterer Forschung!

**Zum Tafelbild „Entwicklungsetappen“ (28. Stunde)**

1. Erklären Sie die Begriffe „Astrometrie“, „Astrophysik“ und „Astronautik“!
2. Sprechen Sie über einige wichtige Leistungen der Astronomen durch die Astrometrie!
3. Zählen Sie einige Erfolge der Astronomen durch die Anwendung der Astrophysik auf!
4. Würdigen Sie die neue Qualität astronomischer Forschung durch die Astronautik!

## Lösungen (Erwartungsbilder) zu den Kontrollaufgaben

### Zum Tafelbild „Astronomie“ (1. Stunde)

- zu 1. Erforschung astronomischer Objekte; ihr Aufbau, ihre Bewegung, ihre Veränderung und Entwicklung und die damit verbundenen Gesetzmäßigkeiten.
- zu 2. — Aus praktischen Bedürfnissen der Gesellschaft
  - Genaue Zeiteinteilung (Tag, Monat, Jahr)
  - Notwendigkeit, die Perioden der Nilüberschwemmung zu berechnen
- zu 3. — Astrologie ist eine Scheinwissenschaft
  - Sie entstand in einer antagonistischen Gesellschaftsordnung
  - In der DDR gibt es keine Klassengegensätze mehr
- zu 4. — Zeitbestimmung
  - Kalender
  - Orientierung: Großer Wagen, Polarstern, Nordrichtung

### Zum Tafelbild „Beobachtung“ (2. Stunde)

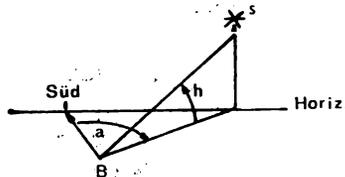
- zu 1. — Eigenes Erleben, eigenes Erforschen
  - Verbindung von Theorie und Praxis
  - Umgang mit astronomischen Geräten lernen
- zu 2. — Aufbau: Stativ, Meßeinrichtung, Fernrohr (Objektiv, Tubus, Okular)
  - Die Konvexlinsen liefern umgekehrte und seitenvertauschte Bilder
  - Der Sehwinkel wird vergrößert und der Lichtstrom verdichtet
- zu 3. — Bekannt:  $f_{\text{Objektiv}} = 840 \text{ mm}$ ,  $f_{\text{Okular}_1} = 25 \text{ mm}$ ,  $f_{\text{Okular}_2} = 16 \text{ mm}$ 
  - Vergrößerung: Brennweite des Objektivs durch Brennweite des Okulars
  - Ergebnis: bei  $\text{Okular}_1 = 33,6\text{mal}$ , bei  $\text{Okular}_2 = 52,5\text{mal}$
- zu 4. — Linsenfernrohre und Spiegelfernrohr
  - Im Gebirge ist die Luft klarer und es sind weniger Wolken
  - Gebirgsluft läßt auch unsichtbare Strahlen durch

### Zum Tafelbild „Die Erde“ (3. Stunde).

- zu 1. — Planet ist ein nahezu kugelförmiger Himmelskörper  
— der einen Stern umläuft  
— und dessen Licht reflektiert
- zu 2. — Mittlerer Radius der Erde: 6370 km  
— Mittlere Dichte der Erde:  $5,5 \text{ g cm}^{-3}$   
— Mittlerer Abstand Erde—Sonne: 150 Mtl. km (1 AE)
- zu 3. — Scheinbar: Auf- und Untergang der Himmelskörper  
Bewegungsrichtung: Ost nach West  
— Wahr: Rotation der Erde von West nach Ost in 24 Stunden  
— Scheinbar: Bewegung der Sonne im Tierkreis  
— Wahr: Umlauf der Erde um die Sonne innerhalb eines Jahres
- zu 4. — Schutzmantel: vor kosmischen Strahlen, vor Meteoriten, vor der Welt-  
raumkälte  
— Forschungshindernis: Luft absorbiert und reflektiert bestimmte Strahlen,  
Luftunruhe erzeugt unscharfe Fernrohrbilder

### Zum Tafelbild „Horizontsystem“ (4. Stunde)

- zu 1. — Sterne, die infolge ihres geringen Winkelabstandes vom Himmelspol,  
niemals untergehen  
— Großer Bär, Kleiner Bär mit Polarstern, Kassiopeia
- zu 2.



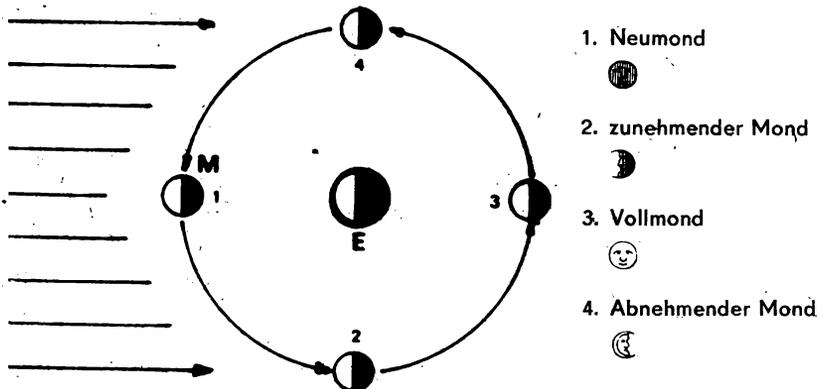
- zu 3. — Horizontkoordinaten von Wega:  $a = 60^\circ$ ,  $h = 69^\circ$
- zu 4. — Kastor im Sternbild Zwillinge

### Zum Tafelbild „Äquatorsystem“ (5. Stunde)

- zu 1. — Koordinaten sind zeitabhängig  
— Koordinaten sind ortsabhängig
- zu 2. — Erdkoordinaten an den Himmel projiziert  
— Standort eines Sterns durch Rektaszension und Deklination eindeutig festgelegt  
— System zeit- und ortsunabhängig
- zu 3. — Rektaszension: 13 Stunden 23 Minuten  
— Deklination:  $-11^\circ$
- zu 4. — Deneb im Sternbild Schwan

### Zum Tafelbild „Der Erdmond“ (7. Stunde)

- zu 1. — Meist kugelförmig  
— umläuft einen Planeten  
— reflektiert Sonnenlicht
- zu 2. — Scheinbare Bewegung infolge Rotation der Erde von Ost nach West  
— Wirkliche Bewegung: Der Mond umläuft die Erde, dabei wandert er täglich um  $13^\circ$  von West nach Ost
- zu 3. — Beide Himmelskörper haben einen relativ geringen Größenunterschied  
— Von der Sonne her betrachtet haben sie einen verhältnismäßig geringen Abstand voneinander  
— Sie beeinflussen sich gegenseitig
- zu 4.



### **Zum Tafelbild „Mondphysik“ (8. Stunde)**

- zu 1. — Der Mond hebt das Wasser der Weltmeere an
  - Die Erde dreht sich in 24 Stunden darunter weg
  - Gezeitenkraftwerke und Landgewinnung
- zu 2. — Krater und Ringgebirge
  - Mare und Wallebenen
  - Rillen und Strahlensysteme
- zu 3. — Einschläge durch massenreiche Meteorite
  - Die erstarrte Oberfläche wird von innen durchbrochen
- zu 4. — Geringe Anziehungskraft ( $\frac{1}{6}$  der Erde)
  - Keine Atmosphäre haltbar
  - Kein Wasser

### **Zum Tafelbild „Mondforschung“ (9. Stunde)**

- zu 1. — Kugelform
  - Bewegung, Phasen, Finsternisse
  - Helle und dunkle Gebiete, immer die gleiche Seite sichtbar
- zu 2. — Entdeckung von Kratern, Maria und Gebirgen durch Einsatz des Linsenfernrohrs
  - Große Spiegelfernrohre zeigen Objekte bis zu einem Durchmesser von 100 m (Erdatmosphäre)
  - Vertiefung und Erweiterung der Kenntnisse von der Mondoberfläche mit Hilfe der Mondphotographie
- zu 3. — Luna 2: erster harter Aufschlag
  - Luna 3: erstes Rückseitenfoto
  - Luna 16: erster automatischer Rücktransport von Mondmaterial
  - Luna 17: erstes ferngesteuertes Mondmobil
- zu 4. — UdSSR: — meistens Erstleistungen
  - keine Menschenleben gefährdet
  - Langzeitforschung durch Automatik

### Zum Tafelbild „Planetenbewegung“ (10. Stunde)

- zu 1. — Geozentrische Weltvorstellung entsprach dem Augeneindruck
  - Sie war zur Orientierung hinreichend genau
  - Die mittelalterliche Kirche war an der Erhaltung interessiert
- zu 2. — Geozentrisches System: Erde im Mittelpunkt, Sonne und Planeten bewegen sich darum
  - Heliozentrisches System: Sonne im Mittelpunkt, Planeten (auch die Erde) bewegen sich darum
- zu 3. — Keplersche Gesetze: 1. Bahnformen: Ellipsen
  - 2. in Sonnennähe schneller
  - 3.  $T_1^2 : T_2^2 = a_1^3 : a_2^3$
  - Newtonsches Gravitationsgesetz: Die Planeten bewegen sich um das Massezentrum Sonne
- zu 4. — Messung der Umlaufzeit eines Planeten (z.B. Mars), ( $a$  und  $T$  von der Erde bekannt)
  - Umstellen der Formel nach der großen Halbachse des Planeten
  - Einsetzen der Werte und Ausrechnen der mittleren Entfernung des Planeten von der Sonne

### Zum Tafelbild „Planetensystem“ (11. Stunde)

- zu 1. — Sonne—Planeten: Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun, Pluto
- zu 2. — Sonne—Merkur:  $0,4 \text{ AE} \approx 0,4 \text{ m}$ 
  - Sonne—Erde:  $1 \text{ AE} = 1 \text{ m}$
  - Sonne—Pluto:  $40 \text{ AE} = 40 \text{ m}$

} auch über Lichtzeit  
oder Millionen km möglich
- zu 3. — Wirklichkeit: Planeten alle etwa in einer Bahnebene um die Sonne (Ekliptik)
  - Weltzeituhr: Aus künstlerischen Gründen unterschiedliche Bahnebenen
- zu 4. — innere Planeten: — immer in Sonnennähe
  - als „Morgen- und Abendstern“
  - Phasengestalt
  - äußere Planeten: — auch nachts zu beobachten

### **Zum Tafelbild „Planetenphysik“ (12. Stunde)**

- zu 1. — Gruppen unterscheiden sich nach: Radius, Masse, Dichte, Rotationsperiode und Abplattung
  - Die Planeten Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun gehören einer Gruppe an
  - Ihre Massen, Radien Abplattung sind groß, ihre Dichte und Rotationsperioden sind klein
  
- zu 2. — Je geringer Dichte und Rotationsperiode sind, desto größer ist die Abplattung (z. B. Jupiter)
  
- zu 3. — Krater auf Merkur und Mars festgestellt
  - Hohe Dichte und Temperatur der Venusatmosphäre
  - Marsmonde sind nicht kugelförmig
  
- zu 4. — Bedingungen:
  - Atmosphäre mit O<sub>2</sub>-Gehalt
  - Wasser in flüssiger Form
  - Mittlere Temperatur über 0° C
  - Ergebnis: Bisher auf keinem anderen Planeten nachgewiesen.

### **Zum Tafelbild „Natürliche Kleinkörper“ (13. Stunde)**

- zu 1. — Sonne, Planeten, Monde, Planetoiden, Kometen, Meteoride, Gas, Staub und Felder
  
- zu 2. — In Sonnennähe Bildung von Koma und Schweif
  - Schweif durch Strahlungsdruck immer von der Sonne abgewandt
  - Schweif durch Reflexion und Eigenleuchten sichtbar
  
- zu 3. — „Sternschnuppen“ sind kleine Meteore
  - Keine Beziehungen zwischen Stern und Meteor
  - Leuchterscheinung: hervorgerufen durch das Eindringen eines Meteoriden in die Erdatmosphäre
  
- zu 4. — Gas: Protonen und Elektronen
  - Staub: feste Teilchen
  - Felder: Gravitationsfelder, Magnetfelder, Strahlungsfelder

### **Zum Tafelbild „Künstliche Kleinkörper“ (14. Stunde)**

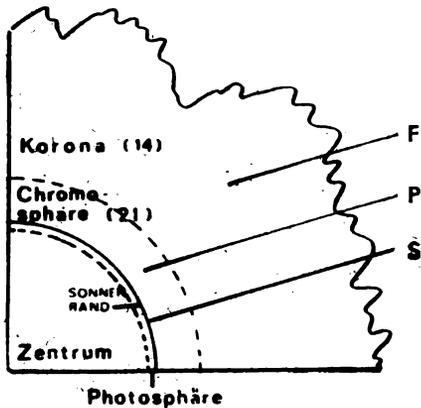
- zu 1. — Ziolkowski: Vater der Raumfahrt (Raketenpionier)
  - um 1930: erste Raketenversuche in der UdSSR
  - 1957: erster künstlicher Satellit (Sputnik)
  - 1961: erster Mensch im Kosmos (Gagarin)
  
- zu 2. — Wettersatelliten: senden Wolkenbilder zur Erde
  - Nachrichtensatelliten: übermitteln Telefongespräche und Fernsehbilder
  - Integrationssatelliten: internationale Besatzungen erforschen die Erde
  
- zu 3. — Gemeinsame sozialistische Gesellschaftsordnung
  - Erkundung der Naturreserven für den weiteren Aufbau und die Festigung des sozialistischen Weltsystems
  - Lösung von Aufgaben für Forschung und Technik
  
- zu 4. — 1978: Sigmund Jähn und Waleri Bykowski in Salut 31/Sojus 6

### **Zum Tafelbild „Entwicklungsetappen im Sonnensystem“ (16. Stunde)**

- zu 1. — Er deutet seine Beobachtungen oft mystisch und religiös im Interesse der herrschenden Klasse, weil er die Gesetzmäßigkeiten der Erscheinungen und Bewegungen nicht kennt.
  
- zu 2. — Der Mensch des Mittelalters entwickelte das heliozentrische Weltbild
  - Durch Anwendung astronomischer Geräte und physikalischer Methoden entdeckt er neue Gesetze
  - Er dringt in die Zusammenhänge der Erscheinungen ein
  
- zu 3. — Der neuentdeckte Planet Uranus wich von der vorausberechneten Bahn ab
  - Adams and Leverrier berechneten aus den Bahnstörungen den Standort eines unbekanntem Planeten
  - Galle fand den Planeten Neptun nahe dem vorausberechneten Ort
  
- zu 4. — Durch Anwendung erkannter Gesetzmäßigkeiten wird die Entdeckung eines Planeten am Schreibtisch ermöglicht
  - Die Entdeckung bestätigte die Richtigkeit astronomischer Gesetze und des heliozentrischen Weltbildes
  - Die Leistung war eine Bestätigung für die Erkennbarkeit der Welt

## Zum Tafelbild „Sonnenaktivität“ (17. Stunde)

- zu 1. — Selbstleuchtende Gaskugel hoher Temperatur
- zu 2. — 109mal so groß wie die Erde
- Die Photosphärentemperatur beträgt etwa 6000 K
  - Die Aktivitätsperiode beträgt etwa zweimal 11 Jahre
- zu 3.



- zu 4. — Photosphäre: Sonnenflecken (S)
- Chromosphäre: Protuberanzen (P)
  - Korona: Formveränderungen (F)

### Zum Tafelbild „Sonnenstrahlung“ (18. Stunde)

- zu 1. — Radiostrahlung, Wärmestrahlung (IR), Licht, ultraviolette Strahlung, Röntgenstrahlung
- zu 2. — Kein Wind im Sinne einer Luftströmung  
sondern Teilchen: Protonen und Elektronen  
— werden von der Sonne ständig in den Weltraum geblasen
- zu 3. — Die auf der Erde ankommende Strahlungsmenge je  $m^2$  muß gemessen werden (Solarkonstante)  
— Mit Hilfe der bekannten AE kann das Volumen der Hohlkugel berechnet werden  
— Multipliziert man das Volumen mit der Solarkonstanten, erhält man die Strahlungsleistung der Sonne
- zu 4. — Stört den Funkverkehr im Kurzwellenbereich  
— Verursacht magnetische Stürme  
— Ruft Polarlichter hervor

### Zum Tafelbild „Sonnenenergie“ (19. Stunde)

- zu 1. — Sonnenlicht wird durch Prisma in Spektralfarben zerlegt  
— Im Spektrum sind viele Absorptionslinien enthalten  
— Mit Hilfe der Spektralanalyse kann man aus der Anordnung bestimmter Linien auf die vorhandenen Elemente schließen
- zu 2. — Man stellt die Formel  $\rho = \frac{m}{V}$  bereit  
— Dann berechnet man bei bekanntem Radius das Volumen der Sonne  
— Durch Einsetzen der Beträge von Masse und Volumen in die Dichteformel erhält man als Quotienten die mittlere Dichte
- zu 3. — Voraussetzung für die Energiefreisetzung ist die Plasmabedingung im Sonnenkern  
— Durch Kernfusion verschmilzt dabei Wasserstoff zu Helium  
— Dabei wird Energie frei, die meist in Form von Strahlung abgegeben wird.
- zu 4. — Durch die Verschmelzung von Wasserstoffkernen ändert sich zugunsten von Helium die chemische Zusammensetzung  
— Die Sonne gibt besonders durch die Teilchenstrahlung ständig Masse ab  
— Da der Wasserstoffvorrat begrenzt ist, strahlt die Sonne nicht ewig

### Zum Tafelbild „Entfernungsbestimmung“ (20. Stunde)

- zu 1. — Grundlage der trigonometrischen Entfernungsbestimmung ist die AE  
 — Nahe Sterne verschieben sich scheinbar im Laufe eines Jahres am Sternenhintergrund  
 — Ermittelt man den Winkel über AE, dann kann man die Entfernung eines Sterns berechnen
- zu 2. — Ein Parsek ist die Entfernung, die ein Stern bei einer Parallaxe von einer Bogensekunde hat
- zu 3. — Bei einem Unterschied von fünf Größenklassen differiert die Helligkeit um den Faktor 100  
 — Somit ist ein Stern der — 3. Größenklasse 100mal heller als ein Stern der 2. Größenklasse
- zu 4. — Die scheinbare Helligkeit der Sonne beträgt  $-27^m$   
 — Die absolute Helligkeit erhält man bei einer Entfernung von 10 pc.  
 — Die Sonne hat eine absolute Helligkeit von ungefähr  $5^m$

### Zum Tafelbild „Zustandsgrößen“ (21. Stunde)

zu 1.

	Sonne			
$10^2$	1	$10^{-2}$		Leuchtkraft
0 <sup>m</sup>	5 <sup>m</sup>	10 <sup>m</sup>		absolute Helligkeit

- zu 2. — Heiße Sterne senden vornehmlich bläuliches Licht, kühle Sterne vornehmlich rötliches Licht aus  
 — Durch die Anzahl und Lage der Absorptionslinien kann man die Spektralklasse ermitteln  
 Bei B-Sternen liegt das Intensitätsmaximum im kurzwelligen und bei M-Sternen im langwelligen Bereich des Lichtes

zu 3.

50	22	10	7,5	5,8	4,6	3,5	
O	B	A	F	G	K	M	O-Temp. in $10^3$ K
							Spektralklassen

- zu 4. — oben: Oberflächentemperatur der Sterne in  $10^3$  Kelvin  
 — rechts: Leuchtkraft der Sterne in Sonnenleuchtkraft  
 — unten: Spektralklasse der Sterne, bestimmt durch Farbtemperatur und Absorptionslinien  
 — links: Absolute Helligkeit der Sterne in Größenklassen

### **Zum Tafelbild „Arbeit mit dem HRD“ (22. Stunde)**

- zu 1. — Der Schnittpunkt von 2.2<sup>m</sup> und A 7 ergibt im HRD den Ort von Atair
  - Atair ist ein weißer Stern mit einer Oberflächentemperatur von etwa 8000 K
  - Er besitzt das 10fache der Leuchtkraft der Sonne
- zu 2. — Temperatur und Leuchtkraft sind für die Hauptreihensterne direkt proportional
  - Je höher die Temperaturen sind, desto heller leuchten die Sterne
- zu 3. — Die Masse-Leuchtkraft-Beziehung gilt nur für Hauptreihensterne
  - Sie besagt, daß die Masse der Sterne ihren Leuchtkräften direkt proportional sind
  - Je größer die gemessene Leuchtkraft, desto größer ist auch die Sternmasse
- zu 4. — Atairs Masse ist größer als die Masse der Sonne
  - Seine Dichte ist geringer als die der Sonne
  - Sein Radius ist größer als der der Sonne

### **Zum Tafelbild „Veränderliche Sterne“ (23. Stunde)**

- zu 1. — Visuelle Doppelsterne bewegen sich um ein gemeinsames Massenzentrum
  - Dabei wirken die von Kepler und Newton erkannten Gesetzmäßigkeiten
  - Mit Hilfe des 3. Keplerschen Gesetzes und des Gravitationsgesetzes ist die Masseberechnung möglich
- zu 2. — Bedeckungssterne sind wirkliche Doppelsterne
  - Man blickt bei ihnen auf die Kante ihrer Bewegungsebene
  - Die gegenseitige Bedeckung ist an Helligkeitsänderungen des Doppelsternsystems erkennbar
- zu 3. — Die Helligkeitsänderungen kann man durch eine Lichtkurve darstellen
  - Die Verringerung der scheinbaren Helligkeit wird durch gegenseitige Bedeckung hervorgerufen
  - Aus der Tiefe und Breite der Helligkeitsverringerng kann der Radius bestimmt werden
- zu 4. — Pulsationsveränderliche Sterne ändern periodisch ihren Radius
  - Damit ändern sich auch andere Zustandsgrößen der Sterne, wie z. B. Leuchtkraft, Oberflächentemperatur, Dichte
  - Sie befinden sich in einer entwicklungsbedingten Phase

### **Zum Tafelbild „Sternentstehung“ (25. Stunde)**

- zu 1. — Staub absorbiert und rötet Sternenlicht
  - Staub erzeugt im Spektrum heißer Sterne viele Absorptionslinien
  - Die vom interstellaren Gas ausgesandte elektromagnetische Welle wird mit einem Radioteleskop aufgefangen
- zu 2. — Dunkelnebel nennt man auch Absorptionsnebel
  - Sie entstehen zumeist aus Staub
  - Staub absorbiert Sternenlicht
- zu 3. — Der Reflexionsnebel in den Plejaden besteht meist aus Staub
  - Er besitzt das gleiche Spektrum wie die hellen Sterne, die das Licht aussenden
  - Der Gasnebel im Orion wird durch heiße Sterne zum Leuchten angeregt
- zu 4. — Die interstellare Materie kontrahiert zu einer Globule
  - Durch Aufheizung beginnt der Protostern zu leuchten
  - Nach dem Einsetzen der Kernfusion erreicht der Stern die Hauptreihe

### **Zum Tafelbild „Sternentwicklung“ (26. Stunde)**

- zu 1. — Der Stern auf der Hauptreihe setzt im Inneren seine Energie durch Kernfusion frei
  - Dabei verschmilzt Wasserstoff zu Helium solange, bis der Wasserstoffvorrat verbraucht ist
  - Gleichzeitig kann noch das Heliumbrennen hinzukommen
- zu 2. — In einem ausgebrannten Stern kontrahiert der Kern und die Hülle expandiert
  - Er entwickelt sich zum Riesenstern
  - Ein vermutliches Endstadium der Sternentwicklung ist der Weiße Zwerg
- zu 3. — Sternhaufen sind Sternansammlungen
  - Da die Sterne gleichzeitig entstanden sind, haben sie alle etwa das gleiche Alter
  - Alle Mitglieder eines Sternhaufens sind von uns etwa gleich weit entfernt
- zu 4. — Massereiche Sterne entwickeln sich infolge großer Energieabgabe schneller
  - Die massereichen Sterne eines jungen offenen Sternhaufens befinden sich noch alle auf der Hauptreihe
  - Die massereichen Sterne eines alten Kugelsternhaufens sind bereits in das Gebiet der Riesen abgewandert

### **Zum Tafelbild „Galaxien“ (27. Stunde)**

- zu 1. — Diskusähnliche Form mit Scheibe und Halo
  - Die Sonne befindet sich in der galaktischen Ebene in einem Abstand von 10 kpc vom galaktischen Zentrum
  - Angaben über Dicke der Scheibe (5 kpc), Durchmesser der Scheibe (25 kpc), Durchmesser des Halos (50 kpc)
- zu 2. — Spiralform von oben gesehen (Draufsicht)
  - Bewegung um das Zentrum mit unterschiedlicher Geschwindigkeit
  - Einordnen unserer Sonne in den Bewegungsablauf
- zu 3. — Spiralförmige Galaxien
  - Elliptische Galaxien
  - Unregelmäßige Galaxien
- zu 4. — Der menschliche Erkenntnisdrang sucht laufend Antwort auf seine Fragen
  - Jedes Forschungsergebnis wirft neue Fragen auf
  - Die Forschungen werden niemals abgeschlossen sein

### **Zum Tafelbild „Entwicklungsetappen“ (28. Stunde)**

- zu 1. — Astronomie: Sternortvermessung aus der Richtung der Sternstrahlung
  - Astrophysik: Physik der Sterne aus der Helligkeit und der Farbe des Sternlichts
  - Astronautik: Wissenschaft von der experimentellen Weltraumforschung
- zu 2. — Exakte Sternortvermessung für genaue Sternkataloge
  - Entfernungsmessung der Sterne mittels Sternparallaxen
  - Entdeckung der Sternbewegung
- zu 3. — Durch Einsatz der Spektralanalyse Ermittlung der chemischen Zusammensetzung der Sterne
  - Aussagen über gesetzmäßige Zusammenhänge im HRD
  - Berechnung von Sternmodellen und damit Aussagen über die Entstehung und Entwicklung von Sternen
- zu 4. — Forschungen außerhalb der Erdatmosphäre möglich
  - Neue Erkenntnisse über astronomische Objekte und Prozesse
  - Erforschung der Erde zum Nutzen der Menschen

# **Prüfungsfragen und -aufgaben für die mündliche Abschlußprüfung im Fach Astronomie**

## **1. Die Beobachtung im Astronomieunterricht**

- 1.1. Erläutern Sie die Bedeutung der Beobachtung in der Astronomie! Zeigen Sie am Beispiel der UdSSR und unserer Republik, wie wissenschaftlich-technischer Fortschritt Höchstleistungen beim Bau astronomischer Instrumente ermöglicht und das internationale Ansehen des sozialistischen Lagers stärkt!
- 1.2. Gehen Sie dabei besonders auf die eigene Beobachtung im Astronomieunterricht ein, erläutern Sie die verwendeten Beobachtungsgeräte!

## **2. Orientierung am Sternenhimmel**

- 2.1. Erläutern Sie die Möglichkeiten, sich mit Hilfe der Koordinatensysteme am Sternenhimmel zurechtzufinden!
- 2.2. Stellen Sie die unterschiedlichen Koordinatensysteme einander gegenüber. Erläutern Sie die Anwendung der drehbaren Sternkarte an selbstgewählten Beispielen!

## **3. Der Doppelplanet Erde — Mond**

- 3.1. Erläutern Sie die Erscheinungen, die dadurch entstehen, daß sich Erde und Mond um ein gemeinsames Massezentrum bewegen!
- 3.2. Begründen Sie, weshalb man bei Erde und Mond von einem Doppelplaneten sprechen kann. Gehen Sie besonders auf die Ergebnisse der sichtbaren und wirklichen Bewegungen des Mondes ein!

## **4. Der Mond als Forschungsobjekt**

- 4.1. Erläutern Sie die Erforschung des Mondes mit Hilfe moderner Beobachtungsgeräte und durch Satelliten!
- 4.2. Schildern Sie die physikalischen Verhältnisse und die Formationen auf der Mondoberfläche und gehen Sie besonders auf die Pionierleistungen der sowjetischen Kosmonautik ein!

## **5. Die Gesetze der Planetenbewegung**

- 5.1. Sprechen Sie über den Aufbau des Sonnensystems!
- 5.2. Erläutern Sie die Bewegungen der Planeten im Sonnensystem. Gehen Sie besonders auf die physikalischen Gesetze ein, nach denen sich die Planeten bewegen!

## **6. Die Physik der Planeten**

- 6.1. Erläutern Sie die physikalischen Zustände der Planeten unseres Sonnensystems!
- 6.2. Begründen Sie, weshalb es möglich ist, die Planeten in Gruppen einzuteilen! Gehen Sie besonders auf die Erfolge der sowjetischen Kosmonautik bei der Erforschung erdnaheer Planeten ein!

## **7. Natürliche Kleinkörper im Sonnensystem**

- 7.1. Geben Sie einen Überblick über die Erscheinungsformen der Stoffe und physikalischen Felder im Sonnensystem!
- 7.2. Sprechen Sie ausführlich über die Kometen und gehen Sie dabei auf die Entstehung von Koma und Schweif ein!  
Nehmen Sie zur mittelalterlichen Kometenfurcht Stellung!

## **8. Astronautische Forschung**

- 8.1. Erläutern Sie die astronautische Erforschung des erdnahen Raumes unter besonderer Berücksichtigung des gesellschaftlichen Gesichtspunktes!
- 8.2. Schildern Sie die historische Entwicklung der Astronautik! Gehen Sie dabei ausführlich auf die politische und ökonomische Bedeutung der Raumfahrt ein!

## **9. Der Kampf der Gelehrten um ein neues Weltbild**

- 9.1. Schildern Sie den historischen Kampf der Gelehrten um ein neues Weltbild!
- 9.2. Erläutern Sie die beiden gegensätzlichen Weltvorstellungen! Gehen Sie besonders auf die Tatsachen und Erkenntnisse ein, die dem neuen Weltbild zum Siege verhelfen!

## **10. Die Sonne und ihre Aktivität**

- 10.1. Erläutern Sie die Erscheinungen der Sonnenaktivität und die Wirkung ihrer Strahlung auf die Erde!
- 10.2. Beschreiben Sie dabei den Aufbau der Sonnenatmosphäre und ordnen Sie die Aktivitätserscheinungen zu! Gehen Sie außerdem auf die solar-terrestrischen Beziehungen ein!

## **11. Chemie und Energiehaushalt der Sonne**

- 11.1. Erläutern Sie die Energiefreisetzung in der Sonne und legen Sie dar, wie man die mittlere Dichte der Sonne berechnen kann!
- 11.2. Beschreiben Sie den physikalisch-chemischen Aufbau des Sonneninneren! Sprechen Sie über die Kernfusionsprozesse und gehen Sie damit auch auf die damit verbundenen Veränderungen ein!

## 12. **Entfernungsbestimmung von Sternen**

- 12.1. Sprechen Sie über die trigonometrische Entfernungsbestimmung der Sterne! Berechnen Sie die Entfernung für Aldebaran  $p = 0,05''$ !
- 12.2. Erläutern Sie dabei die Begriffe Parallaxe, Parsek, Lichtjahr. Gehen Sie auch auf die Helligkeit der Sterne ein!

## 13. **Hertzsprung-Russell-Diagramm als Zustandsdiagramm**

- 13.1. Erläutern Sie die physikalischen Zustandsgrößen, die die Ordnung der Sterne im HRD bedingen!
- 13.2. Charakterisieren Sie Sterne der wichtigsten Leuchtkraftklassen und machen Sie physikalische Angaben über einen B 3-Stern der Leuchtkraftklasse V!

## 14. **Hertzsprung-Russell-Diagramm als Entwicklungsdiagramm**

- 14.1. Sprechen Sie über die Sternentstehung und Sternentwicklung am Beispiel der Sonne!
- 14.2. Gehen Sie dabei näher auf die gesetzmäßigen Prozesse ein, die in den Sternen ablaufen! Schildern Sie den weiteren vermutlichen Entwicklungsweg der Sonne!

## 15. **Die Galaxis und extragalaktische Systeme**

- 15.1. Erläutern Sie den Aufbau unseres Milchstraßensystems als Beispiel eines Sternsystems!
- 15.2. Sprechen Sie über die Struktur und die Kinematik unserer Galaxis! Gehen Sie besonders auf die Vielfalt kosmischer Stoffe und Systeme ein!

## **Hinweise zur Vorbereitung und Bewertung der Prüfungsaufgaben sowie zur Einbeziehung von Schülerbeobachtungen**

- Zu 1: *Hilfsmittel:* WK Nördl. Sternhimmel, Telementor, Folie „Fernrohr“  
*Bildmappe:* Astronomische Objekte  
*Stoff:* Mittel der Erkenntnisgewinnung, Rolle im Erkenntnisprozeß, 6 m-Spiegel der UdSSR, 2 m-Spiegel der DDR, sozialistische Integration, sozialistische Produktionsverhältnisse bestimmen Forschung, Auswertung eigener Beobachtungen  
*Beob.-Aufgaben:* A 1 – A 10
- Zu 2: *Hilfsmittel:* WK Nördl. Sternhimmel, drehbare Sternkarte, Telementor  
*Stoff:* Azimut, Höhe, Zenit, Deklination, Rektaszension, Zirkumpolarsterne, Erdbahn, Frühlingspunkt, wichtige Sternbilder  
*Beob.-Aufgaben:* A 1 – A 3, A 6
- Zu 3: *Hilfsmittel:* Tellurium, Bildmappe Astronomische Objekte  
*Stoff:* Massezentrum nicht im Erdmittelpunkt, gebundene Rotation, gegenseitige Beeinflussung, relativ geringe Entfernung voneinander, Erdmond relativ groß, Mondphasen, Finsternisse, sichtbare und wirkliche Bewegungen  
*Beob.-Aufgaben:* A 4
- Zu 4: *Hilfsmittel:* Mondkarte, Mondglobus, Telementor, Satellitenmodelle, Bildmappe Astronomische Objekte  
*Stoff:* Beobachtungsgeräte, Mondsatelliten, physikalische Verhältnisse, Oberflächenformen, Pionierleistungen der Luna-Serie  
*Beob.-Aufgaben:* A 5
- Zu 5: *Hilfsmittel:* Planeten-Schleifengerät, WK Tierkreiszone  
*Stoff:* Begriff Planet, scheinbare und wahre Bewegung, Rückläufigkeit, heliozentrisches System, Keplersche Gesetze, Gravitationsgesetz, Berechnung des Neptun, Aufbau und Größe des Systems, Gravitationszentrum, Sichtbarkeit  
*Beob.-Aufgaben:* A 7
- Zu 6: *Hilfsmittel:* Planetenschleifengerät, LB Tab. 6, Modelle, Bildmappe Astronomische Objekte  
*Stoff:* Physik der Planeten, Erd- und Jupiterähnlichkeit begründen, Radius, Masse, Dichte, Rot.-Periode, Abplattung, astronomische Erforschung des Mars und der Venus durch die Sowjetunion  
*Beob.-Aufgaben:* A 7

- Zu 7: *Hilfsmittel*: Bildmappe Astronomische Objekte  
*Stoff*: Sonne, Planeten, Monde, Kometen, Meteorite, Staub und Gas, Felder, Kometenkern, bei Koma und Schweif, Gründe der Entstehung, im Mittelalter Entfernung der Kometen unbekannt  
*Beob.-Aufgaben*: Meteorspuren bei Schülerbeobachtungen
- Zu 8: *Hilfsmittel*: Bildmaterial zur Entwicklung der sowjetischen Kosmonautik  
*Stoff*: Ziolkowski, Sputnik, Gagarin, Pionierleistungen der Sowjetunion, Flugbahnen; wissenschaftliche, technische, ökonomische Ergebnisse; Interkosmos, sozialökonomische Verhältnisse bestimmen Entwicklung und Anwendung der Raumfahrt  
*Beob.-Aufgaben*: Bahnverfolgungen an Erdsatelliten während der Schülerbeobachtungen
- Zu 9: *Hilfsmittel*: Bilder großer Astronomen  
*Stoff*: Die Entwicklung der astronomischen Wissenschaft in Abhängigkeit von der gesamtgesellschaftlichen Entwicklung, geozentrisches System, heliozentrisches System, Copernicus, Keplersche Gesetze, Galilei, Bruno, reaktionäre Rolle der mittelalterlichen Kirche, Newton, Berechnung des Neptun  
*Beob.-Aufgaben*: A 7
- Zu 10: *Hilfsmittel*: Bildmappe Astronomische Objekte, Folien „Sonne 1 und 2“  
*Stoff*: Strahlungsarten, Aktivitätserscheinungen in den verschiedenen Schichten, Photosphäre, Chromosphäre, Korona, Temperatur, Aktivitätsperiode, Polarlicht, magnetische Stürme, Störungen, Kompaßnadel  
*Beob.-Aufgaben*: Sonnenflecken durch Projektion möglich
- Zu 11: *Hilfsmittel*: AT Spektralklassen der Sterne, Bildmappe Astronomische Objekte, Folie „Sonne 1“  
*Stoff*: Temperatur und Druck im Sonneninneren, Anteil von H und He, Proton-Proton-Reaktion, Veränderung der chemischen Zusammensetzung, Sonnenspektrum, Masseverlust, Quotient aus Masse und Volumen der Sonne  
*Beob.-Aufgaben*: Projektionsbild der Sonne
- Zu 12: *Hilfsmittel*: AT Spektralklassen der Sterne, Bildmappe Astronomische Objekte; Telemotor, Winkelmeßgerät  
*Stoff*: Dreiecksvermessung, Aldebaran 20 pc, Winkel über AE Entfernung 1 Parsek, wenn Parallaxe gleich 1", 1 pc = 3,26 Ly, scheinbare Helligkeit, absolute Helligkeit bei 10 pc Entfernung, Größenklasse  $m$   
*Beob.-Aufgaben*: A 8

- Zu 13: *Hilfsmittel*: AT HRD und Spektralklassen der Sterne, Foliensatz: HRD  
*Stoff*: Oberflächentemperatur, Spektralklasse, absolute Helligkeit, Leuchtkraft, Leuchtkraftklassen, Masse, Dichte, Radius, B3V-Stern, bläulichweiß, Masse und Volumen groß, Dichte klein,  $10^2 L_s$ , Sp.-Klasse B3, 15 000 K,  $0^m$ , L-Klasse V  
*Beob.-Aufgaben*: A 8
- Zu 14: *Hilfsmittel*: s. 13  
*Stoff*: Interstellare Materie bis Hauptreihenstern, Riesenstadium, vermutlich weißer Zwerg, Energiewandlung, Kernfusion, Veränderung der chemischen Zusammensetzung, Massenabgabe  
*Beob.-Aufgaben*: A 8
- Zu 15: *Hilfsmittel*: Bildmappe Astronomische Objekte, Folie „Interstellare Materie“  
*Stoff*: Kern, Scheibe, Halo, Bewegung, differentielle Rotation, Sternhaufen, Lage der Sonne in der Galaxis, Formen extragalaktischer Systeme, Größe des erforschten Raumes, Unbegrenztheit des Weltalls, Erkenntnisprozeß schreitet weiter  
*Beob.-Aufgaben*: A 9, A 10

# Crimmitschauer Variante zu Prüfungsfragen

## 1. Die Erde und der erdnahe Raum

- Nennen Sie die wahren Bewegungen der Erde mit Angabe des Richtungsinnes und ihrer Zeitdauer (Perioden)!
- Stellen Sie dar, welche täglich wiederkehrenden Erscheinungen am Sternhimmel beobachtbar sind und auf welche Ursache diese Erscheinungen zurückzuführen sind! Wählen Sie zur Demonstration ein geeignetes Modell!
- Erläutern Sie, inwiefern die Erdatmosphäre astronomische Beobachtungen behindert und wie man diese Behinderungen vermindert bzw. ausschaltet!

## 2. Die Erde und der erdnahe Raum

- Nach Copernicus wissen wir, wer sich im Sonnensystem bewegt und nach Kepler und Newton wissen wir auch, wie und warum diese Bewegungen ablaufen.  
Erläutern Sie an Hand der Bewegungsgesetze die jährliche Bewegung der Erde und deuten Sie die sich daraus ergebenden Erscheinungen an der scheinbaren Himmelskugel!
- Beschreiben Sie eine Möglichkeit zur Bestimmung der Erdmasse oder des Erdradius oder der Fallbeschleunigung an der Erdoberfläche.  
Wählen Sie selbst eine dieser drei Größen für Ihre Darlegungen aus und wenden Sie die Kenntnisse aus anderen Unterrichtsfächern an!

## 3. Die Erde und der erdnahe Raum

- Welchen Einfluß hat die Rotation auf die Form des Erdkörpers? Vergleichen Sie die durch die Rotation und die mittlere Dichte eingetretenen Formveränderungen der Erde mit der beim Planeten Saturn! Begründen Sie die Unterschiede!
- Erläutern Sie die Bedeutung des Polarsterns für die Orientierung! Welche Veränderungen treten bei Polarsternbeobachtungen in unterschiedlichen geographischen Breiten auf?
- Definieren Sie den Begriff „Zirkumpolarstern“!

## 4. Der Erdmond

- Beschreiben Sie die beobachtbaren Bewegungen des Erdmondes und geben Sie an, worauf diese Bewegungen zurückzuführen sind!
- Erklären Sie die Entstehung der wechselnden Mondphasen!
- Auch der Erdmond rotiert um seine eigene Achse. Wieso ist von der Erde aus trotzdem immer nur die gleiche Mondhalbkugel sichtbar?  
(Benutzen Sie für Ihre Ausführungen ein geeignetes Demonstrationsmodell.)

## 5. Der Erdmond

- Stellen Sie an einem Demonstrationsmodell dar, unter welchen Bedingungen Finsternisse eintreten!
- Vergleichen Sie Durchmesser und Masse des Mondes mit den entsprechenden Größen der Erde und geben Sie an, welche Auswirkungen diese veränderten Werte auf die mittlere Dichte des Mondes und auf die Schwerebeschleunigung an seiner Oberfläche haben!
- Nennen Sie fünf typische Oberflächenformen des Mondes und erläutern Sie, wieso man bei der Beobachtung mit bloßem Auge „ebene“ Gebiete von Gebirgsformationen auf dem Mond unterscheiden kann!

## 6. Mond und Mondforschung

- Durch die Forschungen mit den Mitteln der Raumfahrt ist gewiß, daß es auf der Mondoberfläche kein Leben gibt. Auf welche physikalischen Gesetzmäßigkeiten ist das zurückzuführen?
- Der Erdmond ist bisher der einzige natürliche Himmelskörper, auf dem Menschen landeten und arbeiteten. Erläutern Sie den Verlauf eines Fluges vom Start auf der Erde bis zur weichen Landung auf dem Mond und wieder zurück zur Erde!
- Weisen Sie am Beispiel wichtiger Etappen der Mondforschung nach, daß der wissenschaftliche Fortschritt wesentlich vom Entwicklungsstand der Produktivkräfte und der Technik abhängt!

## 7. Die Planeten

- Erklären Sie mit Hilfe des Demonstrationsmodelles und einer Skizze das Entstehen der Planetenschleifen aus den wahren Bewegungen im Sonnensystem!
- Das Jahr 1973 wurde international als Copernicus-Jahr begangen. Stellen Sie die grundlegende Veränderung des naturwissenschaftlichen Weltbildes durch Copernicus dar und gehen Sie auch auf die von Galilei, Kepler und Newton vollbrachten Leistungen bei der Durchsetzung des copernicanischen Systems ein!
- Weisen Sie an drei Beispielen die Wirkung der Gravitation im gesamten Weltraum nach!

## 8. Die Planeten

- Erklären Sie die Sichtbarkeitsbedingungen für die in der Skizze bezeichneten Stellungen (1 bis 4) der Venus von der Erde aus!
- Dem Kalender nach ist das Sommerhalbjahr 186 Tage und das Winterhalbjahr 179 Tage lang. Erklären Sie diese Differenz mit Hilfe zweier Gesetze von Kepler!
- Nennen Sie die Planeten unseres Sonnensystems in der Reihenfolge des wachsenden Abstandes von der Sonne! Heben Sie besondere Planetengruppierungen hervor und geben Sie die Gesichtspunkte an, nach denen Sie die Gruppierungen vorgenommen haben!

## 9. Die Planeten

- Erläutern Sie für die in der Abbildung gegebenen Positionen 1 bis 4 die Sichtbarkeitsbedingungen des Planeten Jupiter!  
Auf welche Planeten trifft Ihre Erklärung ebenfalls zu?
- Wieso hängt das Vorhandensein einer Planetenatmosphäre hauptsächlich von der Planetenmasse und vom Sonnenabstand des Planeten ab? Führen Sie Beispiele dazu an!
- Vergleichen Sie die Planeten mit den Kleinen Planeten im Hinblick auf ihre Bahnlage, Bahnform und Gestalt!

## 10. Das Planetensystem

- Erläutern Sie die Ursachen für die sich in dauernder Veränderung befindlichen Erscheinungen eines Kometen während des Umlaufes um die Sonne!
- Meteorite und Mondgestein sind bisher die einzigen kosmischen Substanzen, die unserer direkten Untersuchung zugänglich sind. Welche weltanschaulichen Schlüsse lassen diese Untersuchungen im Zusammenhang mit den Erkenntnissen aus der Spektralanalyse, der Fotografie und der Raumfahrt zu?
- Zählen Sie mindestens fünf bahnbrechende Erfolge der sowjetischen Raumfahrt auf! Begründen Sie, warum die Raumfahrt der Sowjetunion so erfolgreich und beispielgebend ist!

## 11. Anwendung der Raumfahrt

- Aus „Junge Welt“: Moskau. Ein Nachrichtensatellit vom Typ Molnija wurde in der UdSSR gestartet. Sein erdfernster Bahnpunkt ist 40 683 km, sein erdnächster Bahnpunkt 518 km von der Erdoberfläche entfernt; seine Umlaufzeit beträgt 12 h 14 min.
- Erklären Sie mit Hilfe der Ihnen bekannten Bewegungsgesetze, die auch für Erdsatelliten gelten, den Grund für die besondere Bahnform des in der Meldung genannten Satelliten! (Beachten Sie die Lage der Bahn zum Territorium der UdSSR; vgl. Abbildung.)
- Weisen Sie an zwei Beispielen nach, daß durch den Einsatz künstlicher Erdsatelliten beträchtlicher ökonomischer Nutzen erzielt wird!

## 12. Raumfahrt als politisches und ökonomisches Problem

- Aus dem Staatstelegramm der DDR an den USA-Präsidenten zum erfolgreichen Sojus-Apollo-Flug (1975):  
„Der Flug der beiden Raumschiffe aus den USA und der UdSSR ist ein Höhepunkt friedlicher Zusammenarbeit von Staaten unterschiedlicher Gesellschaftsordnung in der Kosmosforschung ...“

- Weisen Sie am Beispiel der sowjetischen Raumfahrtunternehmungen die Bemühungen der Sowjetunion um die Sicherung des friedlichen Charakters der Weltraumforschung nach!
- Die Republik Indien startete bisher eine Reihe eigener Nachrichtensatelliten, die sie zur Abstrahlung von Bildungsprogrammen einsetzte. Andererseits führt die indische Regierung noch immer einen kostenaufwendigen Kampf gegen den Hunger breiter Bevölkerungsteile. — Beurteilen und bewerten Sie diese beiden scheinbar widersprüchlichen Punkte der indischen Politik.
- In vergangenen Jahrzehnten fotografierte man zur Herstellung von Karten die Erdoberfläche aus Flugzeugen in etwa 8 bis 10 km Höhe. Heute nutzt man für diesen Zweck zunehmend die in Erdsatelliten installierten Kameras. Urteilen Sie, ob der mit Satellitenstarts verbundene Kostenaufwand gerechtfertigt ist.

### 13. Die Sonne

- Definieren Sie die Art der Himmelskörper, der die Sonne zuzuordnen ist! Belegen Sie die Definition mit vier physikalischen Größen, die der Sonne eigen sind!
- Erläutern Sie vom Zentrum der Sonne ausgehend, wie wir uns ihren Aufbau vorstellen und charakterisieren Sie die einzelnen Gebiete!
- Nennen Sie mindestens drei Wirkungen der solaren Strahlung auf die Erde und den erdnahen Raum und geben Sie die Arten der Sonnenstrahlung an, die die Wirkungen verursachen!

### 14. Die Sonne

- Ordnen Sie die Erscheinungen der Sonnenaktivität den Schichten der Sonne zu, in denen sie auftreten und beschreiben Sie die verschiedenen Aktivitätserscheinungen! Auf welche wahrscheinliche Ursache lassen sich die Erscheinungen zurückführen?
- Die Astronomie benutzt den Ausdruck „Leuchtkraft“. Übersetzen Sie diesen Ausdruck in den physikalischen Sprachgebrauch und zeigen Sie, wie wir von der Erde aus die Leuchtkraft der Sonne bestimmen können!
- Begründen Sie die Bedeutung der Sonnenforschung für die Astrophysik!

### 15. Die Sonne

- Erläutern Sie die Quelle der Sonnenenergie und geben Sie die damit verbundenen Veränderungen der Sonne an!
- Zur Untersuchung der Vorgänge auf und in der Sonne dient die Spektralanalyse. Erklären Sie das Sonnenspektrum und geben Sie an, welche Erkenntnisse über die Sonnenatmosphäre gewonnen wurden!
- Stellen Sie in einer Übersicht dar, welche Strahlungsarten von der Sonne ausgehen und über die Möglichkeiten ihres Nachweises!

## 16. Die Sterne

- Zeigen Sie mit Hilfe einer Skizze, wie die Entfernungen naher Sterne bestimmt werden und geben Sie für folgende zwei Sterne die Entfernungen an.

Stern 1:  $p = 0,76''$       Stern 2:  $p = 0,02''$

Rechnen Sie diese Angaben in eine gebräuchliche Entfernungsmaßeinheit um!

- Geben Sie die mittlere Entfernung Sonne—Erde an. Erläutern Sie, welche Bedeutung diese Größe für alle astronomischen Beobachtungen und Messungen besitzt!
- In welchem Zusammenhang steht die Färbung der Sternlichtes mit der Oberflächentemperatur der Sterne und in welchem Wertebereich liegen die Oberflächentemperaturen der uns bekannten Sterne?

## 17. Die Sterne

- Erläutern Sie, welche Zustandsgrößen der Sterne auf den Abszissen- und Ordinatenachsen des HRD dargestellt sind!
- Vom Stern Procyon sind die folgenden Zustandsgrößen bekannt:  $F 5$ ;  $M$  (abs. Helligkeit)  $= + 2,6^m$ .  
Wo steht dieser Stern im HRD? Charakterisieren Sie Procyon — entsprechend seines Ortes im HRD — durch mindestens vier weitere Zustandsgrößen!
- Geben Sie den Entwicklungsweg eines sonnenähnlichen Sterns im HRD an und benennen Sie seine weiteren Entwicklungsstadien!

## 18. Die Sterne

- Setzt man die bekannte Leuchtkraft der Sonne gleich 1, dann lassen sich die Leuchtkräfte der Sterne gut miteinander vergleichen. Geben Sie den Streubereich der Sternleuchtkräfte und die danach getroffene Einteilung der Sterne an. Zeigen Sie die Konzentrationsgebiete im HRD für diese Sterngruppen!
- Vom Stern Rigel sind bekannt:  $B 8$ ;  $M = 6,0^m$ . Charakterisieren Sie diesen Stern durch weitere Zustandsgrößen nach seiner Lage im HRD!

## 19. Die Galaxis

- Skizzieren Sie die Galaxis in zwei Ansichten! Benennen Sie die wichtigsten Glieder und markieren Sie im System den Ort der Sonne!
- Nicht alle Teile der Galaxis sind der direkten optischen Beobachtung zugänglich. Durch welche Beobachtungsmethoden konnten die Kenntnisse über unser Sternsystem dennoch erweitert werden? Zu welchen Ergebnissen führten diese Beobachtungen?
- Beurteilen Sie die Möglichkeiten zur Auffindung anderer Planetensysteme und die Kontaktaufnahme mit eventuell dort befindlichen Zivilisationen!

## **20. Unsere Vorstellungen vom Weltall**

- Geben Sie einen schematischen Überblick über die vielfältigen Erscheinungsformen der kosmischen Materie und ihrer Verteilung!
- Die astronomische Forschung drang von der Beobachtung der Erscheinungen zum Wesen der kosmischen Materieformen vor. Belegen Sie diese Aussage durch Erläuterung zweier selbstgewählter Beispiele.
- Die Vorstellungen vom Weltall entwickelten sich in Abhängigkeit der gesellschaftlichen Entwicklung. Weisen Sie an zwei Beispielen aus der Geschichte nach, daß die gesellschaftlichen Verhältnisse sowohl befruchtend als auch hemmend auf die astronomische Forschung wirkt bzw. noch wirken!