

**sig
nale**
aus
dem
all

Werner Gitt

Wozu gibt
es Sterne ?

Signale aus dem All **Werner Gitt**

Wozu gibt es Sterne?

Taschenbuch, 224 Seiten

Artikel-Nr.: 255705

ISBN / EAN: 978-3-89397-705-5

Ein faszinierendes Buch! Der Autor bietet erstaunliche Daten und Fakten über Vielzahl, Größe, Entfernung und Aufgaben der Sterne und vermittelt so einen tiefen Eindruck von der Größe und Weisheit unseres Schöpfers. Ferner werden Fragen nach der Herkunft des Universums und nach dem Stern von Bethlehem behandelt und schließlich das Wunder der Gnade Gottes gezeigt, dass der Schöpfer Mensch wird und sich von seinen Geschöpfen kreuzigen lässt. Ein Anhang klärt fachspezifische Fragen über Astronomie. Ein ideales Buch zur Weitergabe an ...

Wenn Sie ein "echtes" Buch bevorzugen oder diesen Artikel verschenken möchten, können Sie diesen Download-Artikel ggf. auch käuflich erwerben, solange verfügbar.

Besuchen Sie für weitere Informationen bitte folgende Seite: www.clv.de

dlv

Werner Gitt

Signale aus dem All

Wozu gibt es Sterne?

clv

Christliche
Literatur-Verbreitung e.V.
Postfach 110135 • 33661 Bielefeld

Der Autor: Prof. Dr.-Ing. Werner Gitt, 1937 in Raineck/Ostpr. geboren. Von 1963 bis 1968 absolvierte er ein Ingenieurstudium an der Technischen Hochschule Hannover, das er als Dipl.-Ing. abschloß. Von 1968 bis 1971 war er Assistent am Institut für Regelungstechnik an der Technischen Hochschule Aachen. Nach zweijähriger Forschungsarbeit promovierte er zum Dr.-Ing. Von 1971 bis 2002 leitete er den Fachbereich Informationstechnologie bei der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig. 1978 wurde er zum Direktor und Professor bei der PTB ernannt. Er hat sich mit wissenschaftlichen Fragestellungen aus den Bereichen Informatik, numerische Mathematik und Regelungstechnik beschäftigt und die Ergebnisse in zahlreichen wissenschaftlichen Originalarbeiten publiziert. Seit 1966 ist er mit seiner Frau Marion verheiratet. Im September 1967 wurde Carsten und im April 1969 Rona geboren.

1. Auflage 1993
2. Auflage 1995
3. Auflage 1999
4. Auflage 2004

© 1993 by CLV · Christliche Literatur-Verbreitung
Postfach 110135 · 33661 Bielefeld
Umschlag: Dieter Otten, Bergneustadt
Satz: Enns, Schrift & Bild, Bielefeld
Druck und Bindung: GGP Media, Pößneck

ISBN 3-89397-705-8

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
1. Einleitung	13
2. Wieviel Sterne gibt es?	15
3. Wodurch unterscheiden sich die Sterne?	27
4. Wie groß ist der Raum der Sterne?	39
5. Vier Kennzeichen des Weltraumes	43
6. Wozu gibt es Sterne?	49
6.1 Die Sterne sollen auf die Erde scheinen ...	50
6.2 Die Sterne dienen der Zeitmessung	54
7. Wie verkündigen die Sterne?	59
7.1 Die Verkündigung geschieht lautlos	59
7.2 Die Botschaft Gottes ist für jeden verständlich	60
7.3 Gott sendet mit einem Code, den niemand löschen kann	61
8. Was verkündigen die Sterne?	63
8.1 Braucht das Universum einen Urheber? ...	63
8.2 Die Sterne verkündigen die Herrlichkeit Gottes	77
8.3 Die Sterne als Zeichen	79
8.3.1 Sternkonstellationen	81
8.3.2 Die verfinsterte Sonne bei der Kreuzigung	93
8.3.3 Das Kreuz des Südens	99
9. Der Stern von Bethlehem	113
10. Wer ist der Schöpfer der Sterne?	123
11. Den Schöpfer persönlich kennenlernen	129
12. Schlußwort	153

ANHANG

A1. Besonderheiten im Sonnensystem	157
A1.1 Die Erde – ein außergewöhnlicher Planet ..	157
A1.2 Der Mond der Erde	166
A1.3 Ausgewähltes über Planeten und Monde im Sonnensystem	170
A1.4 Der scheinbare Durchmesser von Sonne und Mond	187
A1.5 Sonnenfinsternis	194
A2. Gab es am Anfang einen Urknall?	198
A3. Erklärung einiger astronomischer Begriffe	203
Erklärung der verwendeten Abkürzungen für die biblischen Bücher	217
Literaturverzeichnis	219

Vorwort

Die Astronomie gehört zu den ältesten Wissenschaften. Die ersten systematischen Himmelsbeobachtungen dürften von den frühen Hochkulturen in Babylonien, Ägypten, China und Mittelamerika im 3. Jahrtausend v. Chr. durchgeführt worden sein. Sie dienten zur Zeitbestimmung und Kalendererstellung und versetzten die damaligen Astronomen in die Lage, Finsternisse und Planetenpositionen vorauszuberechnen. Nach dem Höhepunkt der babylonischen Astronomie im 6. und 5. Jahrhundert v. Chr. übernahmen die Griechen dieses Wissen. Wichtige Meilensteine in der Geschichte der Astronomie waren der Übergang vom ptolemäischen zum heliozentrischen Weltsystem, die Entdeckung der Keplerschen Gesetze, die mathematische Formulierung der Himmelsmechanik, womit diverse Vorausberechnungen für Planeten, Monde und Kometen möglich wurden. Im 19. Jahrhundert etablierte sich die Astrophysik und im 20. die Radio-, Infrarot-, Röntgen- und Gammastrahlen-Astronomie. Die Raumfahrtprogramme der vergangenen Jahrzehnte gipfelten am 20. Juli 1969 in der Landung des ersten Menschen auf dem Mond. Die Erkenntnisse der Astronomie sind für Fachleute wie Laien gleichermaßen faszinierend.

Probleme der Astronomie: Die Astronomie als Wissenschaft steht vor einer schier unlösbaren Aufgabe. Sie soll das unermessliche All im Rahmen der Grenzen des Meßbaren ergründen. Es gehört zur Arbeitsmethode der Astronomie, die uns auf der Erde als gültig erkannten physikalischen Gesetze auch für das All anzuwenden. Damit wird Astronomie angewandte Physik größten Ausmaßes. Im Kosmos gibt es keine andere Materie als auf der Erde, sie tritt jedoch oft unter Bedingungen auf, die es auf der Erde nirgends gibt. Druck und Dichte können so extreme Werte erreichen, wie sie auf der Erde unbekannt sind: Materie kann so dicht zusammengepackt sein, daß ein Fingerhut voll der gesamten

Masse der Erde entspricht. Wasserstoff kann so dünn im Raum verteilt sein, daß in einem Kubikmeter gerade ein Atom vorkommt.

Grenzen der Astronomie: Es ist eine Grundtatsache für jede wissenschaftliche Forschung, daß allem Erkennen Grenzen gesetzt sind, die wir auch bei größtem Aufwand nicht überwinden können. Ein Astronom äußerte: „Alles, was wir in Händen haben, sind ein paar geschwärzte Fotoplatten, empfangene Radiosignale aus dem All, Funksignale von Sonden, die in das Planetensystem geschickt wurden, ein paar Steine vom Mond sowie niedergangene Meteoriten.“ Der amerikanische Mondwissenschaftler und Nobelpreisträger für Chemie *Harald Urey* hatte herausfordernd formuliert: „Gebt mir einen Stein vom Mond, und ich will euch sagen, wie das Weltall entstand.“ Die Steine sind da, aber die Antwort konnte trotzdem nicht gegeben werden. Es sind mehr neue Fragen aufgebrochen, als daß alte gelöst werden konnten.

In Jesaja 55,8-9 lehrt uns Gott etwas Grundlegendes über unsere begrenzten Gedanken:

„Denn meine Gedanken sind nicht eure Gedanken, und eure Wege sind nicht meine Wege, spricht der Herr; sondern soviel der Himmel höher ist denn die Erde, so sind auch meine Wege höher denn eure Wege und meine Gedanken denn eure Gedanken.“

Die Gedanken Gottes finden wir an zwei Stellen: in der Bibel und in der Schöpfung. Trotz intensiver Forschung ist bis heute noch kein Biologe, Chemiker oder Verfahrenstechniker in der Lage, jenen genialen Prozeß der Photosynthese voll zu verstehen, geschweige denn ihn nachzubauen. Und doch hat der Schöpfer diese Supertechnik in jedem Grashalm auf kleinstem Raum installiert. Wenn wir schon hier auf der Erde ständig an Erkenntnisgrenzen stoßen, dann wird unser Denken beim Erkunden des Universums noch in

weit stärkerem Maße herausgefordert. Welche Struktur hat das Universum? Wie ist es räumlich beschaffen? Wo liegen die Grenzen des Alls, falls es überhaupt welche gibt? Ist unser Weltall ein offenes oder ein geschlossenes System? Wie bringen wir die riesigen Weiten des Alls mit einem jungen Universum in Einklang? Zu schnell denkt man hier im Sinne der Evolution: Wenn ein Stern Milliarden Lichtjahre von der Erde entfernt ist, dann muß das Licht ebenso viele Milliarden Jahre zu uns unterwegs gewesen sein. Daraus schließt man dann auf ein entsprechendes Mindestalter. Allzu oft ersetzen vage Theorien, Vermutungen oder auch nur Spekulationen das gewünschte gesicherte Wissen. Der Nobelpreisträger für Physik (1979) *Steven Weinberg* (* 1933) ist ehrlich, wenn er schreibt [W2, 18]: „Ich kann nicht leugnen, daß ich einen Anflug von Unwirklichkeit empfinde, wenn ich ... in einer Weise schreibe, als wüßten wir wirklich, wovon wir sprechen.“ Auch der bekannte deutsche Astronom *O. Heckmann* [H2, 134] räumt ein: „Ein dicker Nebel bedeckt die kosmischen Anfangs- und Grenzbedingungen. In der Kosmologie werden die Grenzbedingungen beobachtet auf dem rückwärtigen Lichtkegel, der in die Vergangenheit weist, aber nur über einen endlichen Bereich hin. Die Beobachtungsdaten werden immer weniger genau und, wegen der begrenzten Leistung unserer Instrumente, schließlich bedeutungslos.“ In einem dritten Zitat über die Unsicherheit der Forschungsergebnisse und die Erkenntnisgrenzen in der Astronomie wollen wir mit *Edwin P. Hubble* (1889-1953) einen bedeutenden amerikanischen Astronomen zu Wort kommen lassen [L3, 181]:

„So enden unsere Forschungsreisen im Raum mit einem Fragezeichen. Aber wie könnte es auch anders sein? ... Unsere unmittelbare Nachbarschaft kennen wir einigermaßen genau. Mit zunehmender Entfernung aber verblaßt unser Wissen – und es verblaßt sehr schnell. Schließlich stehen wir an der im letzten blassen Schein verschwindenden Grenze – der äußersten Reichweite unserer Fernrohre.

Was wir dort messen, sind nur noch Schatten, und inmit-
ten gespenstischer Meßfehler sucht unser Auge nach Mei-
lensteinen, die kaum wirklicher sind als jene“ (Aus: *Das
Reich der Nebel*, S. 187).

Thematik des Buches: Viele der faszinierenden Fakten der
Sternenwelten, aber auch unseres Planetensystems sind uns
durch moderne Beobachtungsmethoden zugänglich gewor-
den. Es gibt aber auch Fragestellungen im Bereich der
Astronomie, die trotz aller Bemühungen für immer offen
bleiben werden, weil nicht nur die Größe des Herrn, der
alles schuf, unausforschlich ist (Ps 145,3), auch seine Werke
sind im Letzten unergründlich. Für die Werke, die wir der
Astronomie zuordnen, gilt dies wohl in weit stärkerem
Maße als für alle anderen Zweige der Naturwissenschaft.
Dennoch können wir einige Fragen gut beantworten, weil es
dazu biblische Information gibt: Wozu gibt es die Sterne
und das riesige Universum? Wer ist ihr Urheber? Wessen
Ideen finden wir beim Blick zum Himmel? Schauen wir auf
Zufall und Notwendigkeit oder auf einen genialen Plan?
Kann man den Schöpfer persönlich kennenlernen? Antwor-
ten auf solche Fragen werden wir vergeblich in astron-
omischen Fachbüchern und Zeitschriften suchen. In diesem
Buch soll aber gerade auf diese brennenden Fragen einge-
gangen werden, weil sie uns persönlich betreffen und weil
sie – wie wir noch sehen werden – mit Hilfe der Bibel beant-
wortbar sind.

Verständnishilfen: Dieses Buch ist kein Fachbuch für Astro-
nomie, dennoch wurden auch zahlreiche neuere Erkenntnis-
se dieses schnell wachsenden Fachgebietes verarbeitet. Um
auch dem astronomischen Laien das Verständnis zu er-
leichtern, sind zahlreiche Fußnoten vorgesehen, in denen
bestimmte Fachbegriffe erklärt werden, wo sie erstmals
auftreten. Der Anhang (Teil A3; S. 205-215) greift weitere
wichtige Stichwörter in ausgewählter, dafür aber ausführ-
licherer Form auf. Auf solche Begriffe verweist ein Pfeil

(z. B. → Himmelsgewölbe) im laufenden Buchtext. Die meisten verwendeten Bibelzitate wurden wörtlich wiedergegeben, um den Lesefluß nicht durch das Nachschlagen unterbrechen zu müssen. Die Luther-Übersetzung wurde wegen der kräftigen, oft würzigen Sprache bevorzugt verwendet. Aus Gründen leichter Verständlichkeit oder größerer Grundtextnähe wurde auch auf andere Übersetzungen zurückgegriffen. In solchen Fällen sind diese nach dem Zitatende genannt.

Leserkreis und Ziel des Buches: Hinsichtlich Alter, Bildungsgrad, Geschlecht oder Beruf ist an keinen spezifischen Leserkreis gedacht. Diejenigen Werke der Schöpfung, mit denen sich die Astronomie befaßt, sind so faszinierend, daß wohl jeder daran Interesse findet. Anliegen des Buches ist es, astronomische Fakten mit den biblischen Aussagen zu verknüpfen. In diesem Sinne gibt es bisher kaum Literatur. Das Ziel des Buches ist erreicht, wenn der Glaubende schon allein an der Größe der Sternenwelten erkennt, welch großen Herrn er hat, und wenn das Staunen zur Anbetung wird. Ein weiteres wichtiges Anliegen ist es, daß der Suchende oder Zweifler zu Gott findet und Gewißheit des Heils erlangt.

Dank: Das Manuskript wurde von Dr. Norbert Pailer (Meersburg), von Andreas Wolff (Tübingen) und den Lektoren des CLV-Verlages gründlich durchgesehen, nachdem ich zuvor mit meiner Frau alles durchgesprochen habe. Für alle mir gegebenen Hinweise und Ergänzungen bin ich sehr dankbar.

Werner Gitt

1. Einleitung

Wir haben sicherlich schon alle einmal darüber nachgedacht, wozu es überhaupt die Sterne gibt. Das vorliegende Taschenbuch will sich ganz speziell dieser Frage widmen. Um eine qualifizierte Antwort geben zu können, werden wir uns zahlreiche astronomische Details vor Augen führen, aber auch gründlich an der Bibel arbeiten. Nach Auffassung des Verfassers gehören wissenschaftliche und biblische Aussagen untrennbar zusammen. Es ist als Tragik anzusehen, daß es im Laufe der Geschichte zu dieser unheilvollen Trennung gekommen ist.

Eine erste Antwort auf unsere Frage bietet uns der bekannte 19. Psalm:

2. Die Himmel erzählen die Ehre Gottes, und die Feste verkündigt seiner Hände Werk.
3. Ein Tag sagt's dem anderen, und eine Nacht tut's kund der anderen.
4. Es ist keine Sprache noch Rede, da man nicht ihre Stimme höre.
5. Ihre Schnur geht aus in alle Lande und ihre Rede an der Welt Ende. Er hat der Sonne eine Hütte an ihnen gemacht;
6. und dieselbe geht heraus wie ein Bräutigam aus seiner Kammer und freut sich, wie ein Held zu laufen den Weg.
7. Sie geht auf an einem Ende des Himmels und läuft um bis wieder an sein Ende, und es bleibt nichts vor ihrer Hitze verborgen.

Im hebräischen Grundtext steht in Vers 2 das Wort „schamajim“ (= Himmel). *Schamajim* ist ebenso wie das deutsche Wort *Himmel* mehrdeutig¹ und kann den Luftraum der Erde

¹ Polysemie (griech. *polos* = viel; *sema* = Zeichen, *semantikos* = bezeich-

(1 Mo 1,20), den Sternenhimmel (1 Mo 1,15) oder die Wohnstatt Gottes (Ps 14,2) bedeuten. Der jeweilige Textzusammenhang entscheidet über die zuzuordnende Bedeutung. In Psalm 19 handelt es sich eindeutig um den Sternenhimmel. Damit haben wir einen ersten biblischen Bezug zu unserem Thema gefunden. Die folgenden Kapitel sollen einzelne Fragen aufgreifen, die in diesem Zusammenhang von Interesse sind, bis wir dann im letzten Kapitel zur Lösung und damit zum Ziel des Buches gelangen. Zunächst aber wollen wir das tun, was in Jeremia 51,10 steht: „Kommt, laßt uns ... erzählen die Werke des Herrn, unseres Gottes!“

nend, bedeutend): Sprachwissenschaftlich bezeichnet man mit Polysemie die Mehrdeutigkeit ein und desselben Wortes. So kann „Stock“ ein Holzstück, ein Spazierstock oder auch Etage bedeuten. „Zug“ kann ein (Eisenbahn-) Zug, ein (Spielmanns-) Zug oder ein (Wind-) Zug sein. Aus dem verwendeten Textzusammenhang wird die jeweilige Bedeutung dann eindeutig.

2. Wieviel Sterne gibt es?

Von den Sternen waren die Menschen seit jeher fasziniert. So haben sie auch nach der Zahl der Sterne gefragt und geforscht. Als Gott dem Abraham eine riesige Nachkommenschaft verheißt, zieht Gott einen eindrucksvollen Vergleich: „Siehe gen Himmel und zähle die Sterne; kannst du sie zählen? und sprach zu ihm: Also soll dein Same werden“ (1 Mo 15,5). Mit bloßem Auge sind Sterne bis zur → 6. Größenklasse² sichtbar. Am nördlichen und südlichen → Himmelsgewölbe ergibt das zusammen etwa die Zahl 6000. In einer klaren Nacht können wir über unserem Horizont somit bestenfalls 3000 Sterne beobachten. Ist das nun alles? Mit der Erfindung des Fernrohres entdeckte man eine Vielzahl bisher unbekannter Sterne. *Galileo Galilei* (1564-1642) richtete vermutlich als erster ein selbstgebautes Fernrohr zum nächtlichen Sternenhimmel und kam zu wichtigen Entdeckungen. Bezüglich der Sternenzahl schrieb er 1610 in seinem berühmten Werk „*Sidereus nuncius*“.

„Es ist wirklich etwas Großes, zu der zahlreichen Menge von Fixsternen, die mit unserem natürlichen Vermögen bis zum heutigen Tage wahrgenommen werden konnten, unzählige andere hinzuzufügen und offen vor Augen zu stellen, die vorher niemals gesehen worden sind und die alten, bekannten um mehr als die zehnfache Menge übersteigen.“

² **Größenklasse der Sterne:** Hiermit ist die Helligkeit der Sterne gemeint, mit der sie uns von der Erde aus erscheinen. Die gebräuchliche Skala der Größenklassen hat nichts mit der tatsächlichen Größe der Sterne zu tun. Der griechische Astronom Hipparch (um 190 v. Chr. bis 125 v. Chr.) teilte die Sterne in 6 Größenklassen ein, wobei mit 1. Größe (1^m) die hellsten und mit 6. Größe (6^m) die gerade noch mit bloßem Auge sichtbaren Sterne klassifiziert wurden. Mit der Erfindung der Teleskopie wurde auch eine Verlängerung der Skala über 6 hinaus erforderlich. Dies wird ausführlicher im Anhang A3 (S. 205-206) erklärt (Stichwort „Größenklasse der Sterne“).

Er kommt auf den Faktor 10 gegenüber der bisher sichtbaren Menge, d. h. auf 30 000 Sterne. Von 1852-1859 erstellte der Astronom *F. W. Årgelander* die sogenannte „Bonner Durchmusterung“; durch Teleskopie erfaßte er 324 198 Sterne bis zur Größenklasse $9^m,5$. Damit wurde die Zahl beobachtbarer Sterne um einen weiteren Faktor 10 vergrößert.

Mit Hilfe der größten existierenden bodengebundenen Teleskope, bei denen photographische Platten mit langer Belichtungszeit verwendet werden, ergibt sich eine Sternenzahl von drei Milliarden pro Hemisphäre (= Himmelshalbkugel). Dabei gehören die meisten von ihnen zur Milchstraße. Die halbe → Himmelskugel umfaßt rund 100 000mal die Fläche des von der Erde aus gesehenen Vollmondes. Daraus ergibt sich, daß pro Vollmondfläche etwa 30 000 Sterne ausfindig zu machen sind. Für dieselbe Sternenzahl, zu deren Suche *Galilei* noch die gesamte Hemisphäre benötigte, reicht heute bereits die Größe der Vollmondfläche aus. Ist damit schon die obere Grenze der Sternenzahl erreicht?

Die Untersuchung der Milchstraße, zu der auch unser Sonnensystem gehört, führte zu dem überwältigenden Ergebnis: Dieses System besteht nach neueren Erkenntnissen aus 200 Milliarden Einzelsternen. Würde jemand pro Sekunde drei Sterne zählen können, und würde er dies ununterbrochen 100 Jahre lang tun, so hätte er dennoch nur fünf Prozent der Sterne unserer Milchstraße erfaßt. Unsere Milchstraße hat nicht nur eine unvorstellbare Zahl von Einzelsternen; auch die Ausdehnung dieses hellen Bandes am nächtlichen Himmel ist atemberaubend. Der Durchmesser liegt bei 100 000 Lichtjahren. Wegen der großen Zahl gibt man astronomische Ausdehnungen und Entfernungen nicht mehr in Kilometern, sondern in Lichtjahren an. Ein Lichtjahr ist gerade diejenige Entfernung, die das Licht in einem Jahr zurücklegt, und das sind bei rund 300 000 km/s etwa 9,46 Billionen Kilometer. Addiert man die Einzelmassen aller Sterne der

Milchstraße, so kommt man auf eine Summe von 200 Milliarden Sonnenmassen. Wenn man dabei bedenkt, daß unsere Sonne eine Masse von $2 \cdot 10^{27}$ Tonnen besitzt, d. h. 333 000 Erdmassen entspricht, dann bekommt man eine Ahnung von den Größenverhältnissen unserer Galaxie.

Ist das nun die einzige Milchstraße? Nein, mit bloßem Auge sind noch drei weitere Galaxien sichtbar, nämlich der Andromedanebel (astronomische Bezeichnung nach *Messier-Katalog*³: M31 bzw. nach *New General Catalog of Nebulae and Clusters of Stars*: NGC 224) im Sternbild Andromeda sowie die beiden Magellanschen Wolken in der Nähe des südlichen Himmelspols. Es ist noch gar nicht so lange her, daß man den Andromedanebel als eine eigenständige Galaxie erkannte. Erst 1923 gelang es mit dem 2,5-m-Spiegel auf dem Mt. Wilson, einzelne Sterne zu identifizieren. Diese Galaxie ist 2,25 Millionen Lichtjahre entfernt⁴. Nimmt man die Leuchtkraft all dieser Sterne zusammen, so würde der

³ **Sternkataloge:** Um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts erschienen die ersten gedruckten Nebelkataloge. Es waren systematisch angelegte Listen von Sternhäufungen nach Art der Milchstraße, aber auch Gasnebel wie derjenige im Orion. *N. de la Caille* publizierte 1755 eine Liste von 42 Nebeln; *Ch. Messiers* (1730-1817) Katalog von 103 Objekten, der heute noch unter seinem Namen bekannt ist, erschien 1780 und 1781. Der Astronom *F. W. Herschel* (1738-1822) brachte später einen eigenen Katalog heraus, in dem bereits 2500 Objekte verzeichnet waren. Von *J. Dreyer* (1852-1926) wurde 1888 der *New General Catalog of Nebulae and Clusters of Stars* (NGC) für Sternhaufen und Nebel erstellt. In den Jahren 1990 bis 1992 wurde mit Hilfe des deutschen Röntgensatelliten ROSAT der erste Katalog von 60 000 Röntgensternen erstellt.

⁴ **Sternentfernungen:** Für die Entfernungsbestimmung von nahen Objekten im Planetensystem ist die Radar- und Lasertechnik anwendbar. Bei größeren Entfernungen verwendet man die Parallaxe (= die scheinbare Gegenbewegung eines nahen Objekts vor dem fernen Hintergrund bei einer Bewegung des Beobachters quer zur Sehrichtung). Bei den Delta Cephei-Sternen, einer Gruppe von Veränderlichen, kann man mit Hilfe der gemessenen Periodendauer und der scheinbaren Helligkeit rechnerisch auf die Entfernung schließen. Bei sehr großen Weiten (über 10 Millionen Lichtjah-

Wert 2,5 Milliarden Sonnen entsprechen. Sterne mit der absoluten Leuchtkraft unserer Sonne sind bei dieser Entfernung allerdings schon nicht mehr nachweisbar. Der Andromedanebel ist das weiteste Objekt in unserem Universum, das mit unbewaffnetem Auge noch sichtbar ist. Es ist somit der weiteste Blick, der uns Menschen möglich ist (außer Supernovae).

Mit Hilfe langbelichteter photographischer Aufnahmen hat man zahlreiche weitere Galaxien entdeckt. Die heutige Stellarstatistik weist aus, daß es bis zur scheinbaren Helligkeit 21^m am gesamten Himmelsgewölbe 100 Millionen Galaxien gibt. Ihre tatsächliche Zahl ist jedoch bedeutend größer, da nur Galaxien bis zur 23. Größenklasse in einem Abstand von einigen Milliarden Lichtjahren erfaßbar und weiterhin Zwerggalaxien schwer entdeckbar sind. Das weltbeste optische Teleskop gehört der Europäischen Organisation für astronomische Forschung in der südlichen Hemisphäre (ESO) und steht in Chile. Die lichtschwächsten auf der Aufnahme sichtbaren Galaxien leuchten 1,6 Milliarden mal schwächer als diejenigen Sterne, die man mit bloßem Auge gerade noch wahrnehmen kann. Eine glühende Zigarre auf

re) wird die Rotverschiebung zur Berechnung der Entfernung verwendet. Es sei hier darauf hingewiesen, daß insbesondere die Angaben bei sehr großen Entfernungen mit einer erheblichen Unsicherheit behaftet sind, die sowohl in der prinzipiellen Meßunsicherheit als auch in der unterstellten Deutung des jeweils verwendeten physikalischen Phänomens begründet sein können. Größte Vorsicht ist bei der Berechnung über die kosmologische Rotverschiebung geboten. Diese Verschiebungen des gemessenen Spektrums werden nicht vom Doppler-Effekt her gedeutet, sondern durch die Expansion des Universums. Die rechnerisch gefundenen Werte für die Entfernung sind also stark vom kosmologischen Modell (Urknallmodell) und von dem Wert der Hubble-Konstanten abhängig. Wegen dieser Unsicherheit wird häufig nur der Wert z der gemessenen Rotverschiebung (= Faktor der Wellenverschiebung) angegeben, aber nicht die daraus berechnete modellabhängige Entfernung. In Ermangelung alternativer Daten wurden in diesem Buch die derzeit in der Fachliteratur genannten Werte benutzt. Sie sind jedoch mit entsprechenden Vorbehalten zu betrachten.

dem Mond würde von der Erde aus etwa gleich hell erscheinen wie die schwächsten beobachteten Galaxien. Auch die äußeren und besonders lichtschwachen Galaxien versucht man heute zu zählen. Dazu werden ladungsempfindliche Detektoren (CCDs) bis zu sechs Stunden auf einen kleinen Fleck des Nachthimmels gerichtet. Um Farbinformationen zu bekommen, wird der Meßprozeß mit verschiedenen Filtern wiederholt. *J. A. Tyson* von den Bell Laboratories und *P. Seitzer* von den National Optical Astronomy Observatories weisen heute Galaxien von der Größenklasse 27 nach. Unter Einschluß der Galaxien 27. Größenklasse ist man bereits auf eine Flächenbedeckung mit Sternen am Himmel auf 70 bis 80 Prozent gekommen.

Die Gesamtzahl der Galaxien im zur Zeit überblickbaren Bereich des Kosmos liegt bei einigen hundert Milliarden bzw. einigen Billionen.

Zu den aufregendsten Entdeckungen der Astronomie gehört die Tatsache, daß Galaxien sogar in Gemeinschaften auftreten, den sog. Galaxienhaufen. Einen „Haufen“ in astronomischem Sinne hat man sich keineswegs als einen eingegengten Bereich vorzustellen, denn der mittlere Durchmesser eines Galaxienhaufens liegt immerhin bei drei Millionen Lichtjahren. Der bekannteste Galaxienhaufen ist Virgo, der aus 2500 Einzelgalaxien besteht. Die mittlere Entfernung von der Erde beträgt 70 000 000 Lichtjahre, und der Durchmesser dieser Ausdehnung liegt bei 130 000 Lichtjahren. Die Gesamtmasse wurde von *E. Holmberg* mit 790 Milliarden Sonnenmassen angegeben. *Herkules* mit 300 Einzelgalaxien nimmt sich da vergleichsweise klein aus. Der Galaxienhaufen, zu dem auch unsere Milchstraße gehört, heißt → „Lokale Gruppe“.

Warum gibt es Galaxienhaufen? Offenbar hat der Schöpfer die Galaxien in Haufen organisiert, damit auch aus den entferntesten Räumen des Weltalls das Zeugnis der Herrlich-

keit Gottes noch wahrnehmbar wird. Das Licht einer einzelnen Galaxie würde bei so extremen Distanzen nicht ausreichen, um noch auf der Erde empfangen zu werden. Die in Psalm 48,11 anklingende Weite „Gott, wie dein Name, so ist auch dein Ruhm bis an der Welt Ende“ können wir angesichts der astronomischen Fakten auch auf die entferntesten Punkte des Universums beziehen.

Heute haben Astronomen aufgrund statistischer Abschätzungen eine Gesamtzahl von 10^{25}

– also 10 000 000 000 000 000 000 000 000 –

Sterne im beobachtbaren Teil des Universums ermittelt. Die wirkliche Zahl kennt kein Mensch, schon im Buch Sirach steht: „Wir sehen seiner Werke das wenigste, denn viel größere sind uns noch verborgen. Denn alles, was da ist, hat der Herr gemacht, und das gibt er den Gottesfürchtigen zu wissen“ (Sir 43,36-37)⁵.

Was sagt die Bibel zur Zahl der Sterne? In Jeremia 33,22 finden wir hierzu eine bemerkenswerte Angabe: „Wie man des Himmels Heer nicht zählen noch den Sand messen kann...“ Zu der Zeit, als alle damaligen Wissenschaftler davon überzeugt waren, daß es etwa 3000 Sterne gibt, schreibt Jeremia, daß kein Mensch je in der Lage sein würde, die Sterne zu zählen. Stellen wir uns einmal einen Dialog zwischen Jeremia (J) und einem bekannten Astronomen (A) jener Zeit des Altertums (im 7. Jahrhundert v. Chr.) vor:

⁵ **Sirach:** Das Buch Sirach gehört zu den alttestamentlichen Apokryphen (griech. *apókryphos* = versteckt, heimlich, unecht). Die Apokryphen gehören nicht zum Kanon der Bibel und sind nicht als Wort Gottes zu bezeichnen [G5, 127-129]. Luther gab eine treffende Formulierung, die er diesen Schriften voranstellte: „Das sind Bücher, so der Heiligen Schrift nicht gleich gehalten, und doch nützlich und gut zu lesen sind.“ In diesem Sinne verwenden wir hier auch einige Zitate aus den Apokryphen, da wir hier und da treffende Aussagen zu unserer bearbeiteten Thematik finden.

- A: Jeremia, du schreibst mit einer Gewißheit über die Zahl der Sterne, als wüßtest du, wovon du redest. Meine Kollegen und ich, wir haben lange Astronomie studiert und beschäftigen uns tagtäglich mit den Gestirnen. Wir haben durch unsere Forschungsarbeit die Astronomie zu der Wissenschaft gemacht, die heute am weitesten fortgeschritten ist. Sogar die Könige schätzen und anerkennen unsere Erkenntnisse.
- J: Ihr mögt Vieles herausgefunden haben, aber in der Frage der Zahl der Sterne irrt ihr allesamt.
- A: Woher willst du das denn wissen? Du hast noch nicht einmal ein Semester Astronomie studiert. Rede also nicht von Dingen, von denen du nichts verstehst!
- J: Ja, es stimmt, gelernt habe ich etwas ganz anderes als euer Fachgebiet. Dennoch, bleibe ich dabei: Die tatsächliche Zahl der Sterne kann niemand zählen, weil sie so unermesslich groß ist. Ein angemessener Vergleich wären die Sandkörner am Meer.
- A: Wir haben gerade eine Durchmusterung des Sternenhimmels durchgeführt. Dabei setzten wir besonders die jungen Wissenschaftler ein, die noch die schärfsten Augen haben, damit ihnen ja kein Stern entgeht. Sie sind aber nur auf 3000 Sterne gekommen. Revidiere also deinen Bibeltext, er ist durch unsere modernen wissenschaftlichen Erkenntnisse widerlegt.
- J: Ich bleibe dabei, was ich geschrieben habe. Wenn ich auch kein Experte für Astronomie bin, aber ich kenne den, der die Sterne gemacht hat. Er hat es mir so gesagt, und ihm glaube ich.

Es ist bemerkenswert, daß erst wir im 20. Jahrhundert die astronomische Tragweite der biblischen Aussage voll ermessen können. Wir tun gut daran, auch in anderen Fällen den biblischen Aussagen zu vertrauen. Von der zuvor genannten Zahl der Sterne wollen wir versuchen, uns einen Eindruck zu verschaffen. Kein Menschenleben reicht aus, um bis dahin zu zählen. So wollen wir einen Computer bis

dahin zählen lassen: Dazu wollen wir gedanklich einen der zur Zeit schnellsten Rechner⁶ einsetzen. Dieser ist mit seinen etwa 10 Milliarden Rechenoperationen in einer Sekunde (!) auch wieder unvorstellbar schnell. Bei ununterbrochenem Einsatz bräuchte er gute 30 Millionen Jahre zur Zählung. In der Tat, auch Computer haben nicht die erforderliche Lebensdauer, um die Zählung erfolgreich zu beenden. Durch Jeremia hat uns Gott das Ergebnis unserer Sternenzählung schon lange vorher wissen lassen: „Wie man des Himmels Heer nicht zählen noch den Sand messen kann ...“.

Jesaja verkündigt uns, daß Gottes Gedanken und seine Wege höher als unsere Wege sind (Jes 55,8-9). Gottes Gedanken sind nicht nur höher, sie sind auch schneller als unsere. Wenn kein Mensch die Sterne zählen kann, so kann es Gott. Und er hat es getan, ja, jeder hat sogar von ihm einen eigenen Namen erhalten: „Er zählt die Sterne und nennt sie alle mit Namen“ (Ps 147,4). Die Begründung dafür steht direkt im nächsten Vers: „Unser Gott ist groß und von großer Kraft, und ist unbegreiflich, wie er regiert.“ In Jesaja 40,26 wird uns dieser Gedanke noch einmal vor Augen geführt:

„Hebet eure Augen in die Höhe und sehet! Wer hat solche Dinge geschaffen und führt ihr Heer bei der Zahl heraus? Er ruft sie alle mit Namen; sein Vermögen und seine Kraft ist so groß, daß es nicht an einem fehlen kann.“

⁶ **Computer:** Einer der derzeit schnellsten Computer ist die CRAY C916/16 aus der C-90-Serie. Die erreichte reale Verarbeitungsgeschwindigkeit dieser 16-Prozessor-Maschine liegt bei 10 GFLOPS (= 10 Giga-FLOPS). Ein FLOPS (Floating Point Operations per Second) bedeutet die Ausführung einer Gleitkommaoperation pro Sekunde; 10 Giga-FLOPS sind damit 10 Milliarden ausgeführte Rechenschritte (z. B. Addition, Multiplikation). Unter der Standzeit eines Rechners versteht man die gesamte Einsatzzeit von der Installation bis zur Verschrottung. Diese Zeit beträgt für Superrechner etwa 5 Jahre. Würde der o. g. Rechner rund um die Uhr und ums Jahr während der gesamten Standzeit mit seiner Rechengeschwindigkeit nur zählen, so würde er in 5 Jahren erst auf 1 1/2 Milliardstel Prozent der Sternenzahl kommen.

Wieviel Weisheit liegt doch in dem bekannten Lied von
Johann Wilhelm Hey (1789-1854):

„Weißt du, wieviel Sterne stehen
An dem blauen Himmelszelt?
Weißt du, wieviel Wolken gehen
Weithin über alle Welt?
Gott der Herr hat sie gezählet,
Daß ihm auch nicht eines fehlet
An der ganzen großen Zahl.“

Kein Stern ist dem Schöpfer zu gering, daß er ihn nicht
erfaßt hat. Er braucht dazu weder Computer noch Fernrohre,
noch Zeit. Ihm sind alle Dinge möglich! Dennoch kümmert
sich Gott besonders um jedes einzelne Menschenleben! In
Psalm 8,4-5 wird uns dieser Gedanke so deutlich mitgeteilt:

„Wenn ich sehe die Himmel, deiner Finger Werk, den
Mond und die Sterne, die du bereitet hast: Was ist der
Mensch, daß du seiner gedenkst, und des Menschen
Kind, daß du dich seiner annimmst.“

Wie trostlos nimmt sich dagegen die aus anderen Vorstellun-
gen gewonnene Weltsicht für den Menschen aus, wenn
F. M. Wuketits [W6,40] z. B. schreibt: „Das Weltall ist taub
für unsere Freudentänze wie auch für unsere Klagelieder, und
niemand dürfte es ‚da draußen‘ in den unendlichen Weiten
des Kosmos bedauern, wenn eine Spezies ihr Projekt einer
Selbstaussrottung beendet. Es tut mir leid, diesen Ausblick aus
der Untersuchung der Evolution unseres Denkens eröffnen zu
müssen.“ Als ebenso falsch erweist sich die Schlußfolgerung
Kants, daß das Weltall in seiner unermesslichen Größe „unse-
re Wichtigkeit vernichte“. Er hätte nur einige Verse aus Psalm
8 lesen zu brauchen, um zu einem anderen Verhältnis bezüg-
lich des großen Universums zu kommen.

Wir sind weder „kosmische Eckensteher“ (*F. Nietzsche*)

noch „Zigeuner am Rande des Universums“ [M1, 151] (*J. Monod*), sondern durch Jesus Christus Geliebte des Vaters im Himmel. Der langjährige Direktor der Sternwarte Bochum *Heinz Kaminski* (*1921) wurde einmal gefragt, was ihm durch den Kopf ging, als er das erste Mal mit einem Fernrohr den Mond, die Planeten und die Milchstraße im Visier hatte: „Suchten Sie auch wie *Einstein* die Lösung des Rätsels?“ Er gab folgende bemerkenswerte Antwort [H7, 106-107]:

„Die Lösung des Rätsels findet man nicht draußen im Universum, sondern in sich selbst. Dieses riesige Etwas dringt über die Pupillen in unseren Kopf, dort beginnt es zu wachsen, und das ist das Phantastische. Die Astronomen haben die Menschen zu einem atomaren Nichts gemacht, in dem sie ihn immer weiter hinausgeschleppt haben bis auf siebzehn Milliarden Lichtjahre und ihn dort stehenließen. Jetzt steht das arme Würstchen dort und sagt: Mensch, diese riesigen Sterne, diese gigantischen Entfernungen, soviel davon. Und er kommt sich klein und unwichtig vor. Nur haben all die gescheiterten Leute vergessen, daß dieser kleine Mensch so etwas wie der ‚Notpfropfen‘ für den Schöpfer dieser Dinge geworden ist. Das können sie in der Bibel nachlesen. Als Gott die Welt geschaffen hatte, stellte er fest: Da fehlt doch noch was. Es ist niemand da, der mich in meiner Leistung erkennt. Da schuf er den Menschen und gab ihm einen Brosamen von der Größe dieses Geistes mit. Und dadurch sind wir in der Lage, auch die Logistik dieses ganzen Systems zu begreifen. Wenn wir nicht einen Funken dieser Schöpfungs idee in uns trügen, könnten wir nicht dieses Universum nach seinen Gesetzen aufgliedern und in seinen Abläufen verstehen.“

Das riesige Universum wurde speziell für uns Menschen geschaffen, damit wir die Allmacht Gottes richtig einschätzen. Unser Gott ist so groß, daß es für ihn kein Unterschied

ist, ob er einen Stern oder zehn Sterne schafft, ob er 1000 oder 10^{25} in Existenz ruft. Er hat deswegen nicht mehr gearbeitet oder gar geschwitzt; sein schöpferisches Wort genügt: „Denn er sprach: da geschah's; so er gebot, da stand es da“ (Ps 33,9; *Menge*).



3. Wodurch unterscheiden sich die Sterne?

Gleicht nicht ein Stern dem anderen? Nur bei flüchtigem Hinsehen könnte man diesen Satz bestätigen. Genauere Untersuchungen haben jedoch ergeben: Wie keine Schneeflocke einer anderen gleich ist (siehe *Bild 1* und *2*), so sind auch alle Sterne voneinander verschieden. Die Astronomen unterscheiden zahlreiche Zustandsgrößen zur Kennzeichnung der Sterne: Masse, Leuchtkraft, Radius, Temperatur, Spektralklasse, mittlere Dichte, mittlere Energieerzeugung je cm^3 und Sekunde, Schwerebeschleunigung an der Oberfläche, Rotationsgeschwindigkeit, Magnetfeld, chemische Zusammensetzung. Den sehr weiten Bereich der Sternunterschiede wollen wir an Hand einiger ausgewählter Superlative markieren. Bezüglich der Einschätzung der angegebenen Entfernungen sei auf die Fußnote 4 verwiesen.

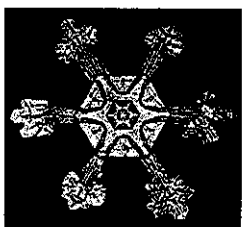
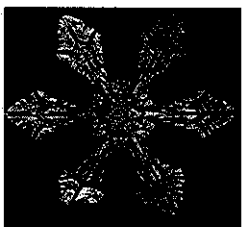
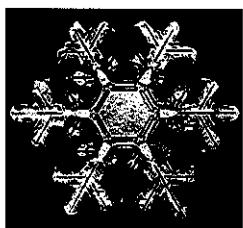
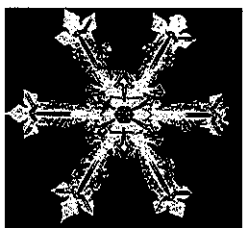
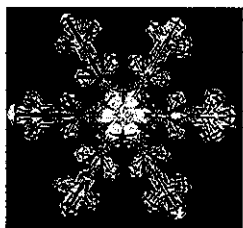
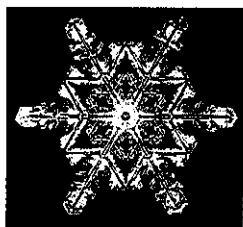
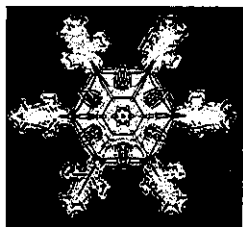
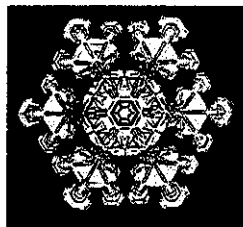
1. Erdnächster Stern: Der absolut erdnächste Stern (außer der Sonne) ist mit 4,28 Lichtjahren *Proxima Centauri* (lat. *proximus* = der nächste). *Proxima Centauri* ist mit bloßem Auge nicht sichtbar. Die Entfernung bis dorthin ist aber bereits so unvorstellbar groß, daß ein Raumschiff mit einer Geschwindigkeit von 100 000 Kilometern pro Stunde 46 000 Jahre unterwegs wäre (siehe Kap. 4, Modell 2). Die scheinbare Helligkeit dieses Flackersterns, der auch *Alpha Centauri C* genannt wird, liegt zwischen $9^{\text{m}},7$ und $10^{\text{m}},7$, seine absolute bei max. $15^{\text{M}},1$. Er ist einer des aus drei Komponenten bestehenden Hauptsterns *Alpha Centauri* des Sternbildes *Centaurus* am südlichen Sternhimmel. Die beiden hellen Komponenten mit $0^{\text{m}},3$ bzw. $5^{\text{M}},7$ und $1^{\text{m}},7$ bzw. $4^{\text{M}},4$ sind nur geringfügig weiter von der Erde entfernt. *Alpha Centauri* ist von der Erde aus gesehen der dritthellste Stern. Durch seine besondere Lage zum Kreuz des Südens (siehe Kap. 8.3.3) wird er auch als Pointer (Hinweiser) bezeichnet.

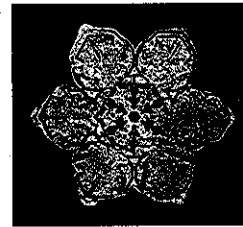
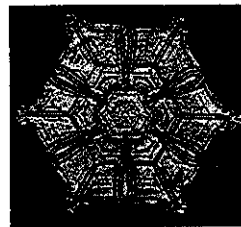
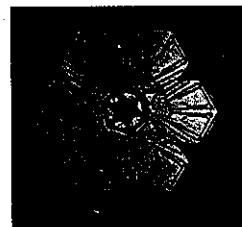
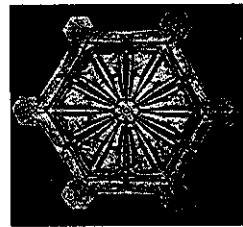
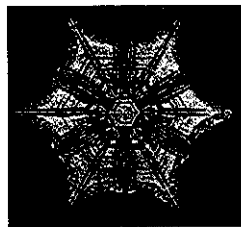
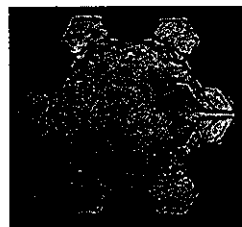
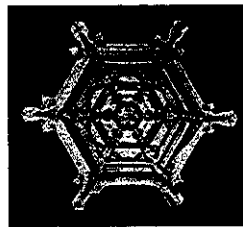
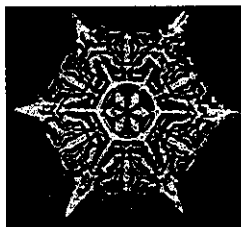
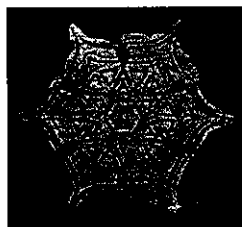
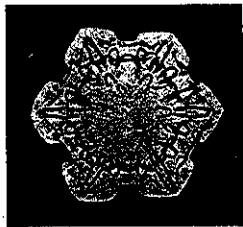
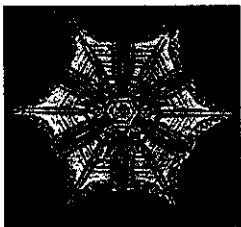
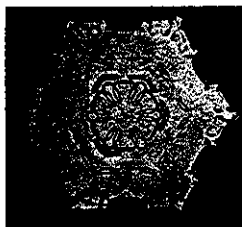
2. Weitesten Stern: Als das weiteste bekannte Objekt galt bis 1982 der Quasar *PKS 2000-330*, der 1982 von A. Wright und D. Jauncey von Australien aus entdeckt wurde und dessen Entfernung etwa 12 Milliarden Lichtjahre beträgt. Inzwischen nimmt der im Sternbild *Jungfrau* (lat. *Virgo*) entdeckte Quasar *Q1208011* den derzeit ersten Platz ein, denn er ist offenbar um noch weitere 400 Millionen Lichtjahre entfernt.

3. Scheinbar hellster Stern: Der Stern mit der größten scheinbaren Helligkeit (d. h. von der Erde aus am hellsten empfunden) ist mit $-1^m,47$ der *Sirius*. Seine absolute Helligkeit ist 26mal größer als die der Sonne, seine scheinbare beträgt ein 50millionstel der Sonnenhelligkeit (Sonne: $-26^m,7$). Der *Sirius* hat einen Durchmesser von 4 800 000 km. Mit seiner Entfernung von 8,7 Lichtjahre von uns ist er das sechsnächste Sternsystem zur Erde. Er ist der Hauptstern *Alpha Canis Majoris* im südlichen Sternbild *Großer Hund* (lat. *Canis Major*) und kann hauptsächlich von der südlichen Hemisphäre beobachtet werden.

4. Absolut hellster Stern: Der hellste (d. h. größte absolute Helligkeit) bekannte Stern ist der 6400 Lichtjahre entfernte *Eta Carinae*. Er gehört zum Typ der Veränderlichen. Das sind Sterne, deren scheinbare Helligkeit oder irgendeine

Bild 1 und 2: Schneeflocken. Die atmosphärischen Entstehungsbedingungen für Schneeflocken sind sehr eng begrenzt. Sie bilden sich nur in dem schmalen Temperaturbereich von -14 bis -17 °C und bei einer Wasserdampfsättigung der Luft von mehr als 108 %. Die Schneeflocken haben eine sechsstrahlige Grundform und messen etwa ein, manchmal bis zu drei Millimeter Durchmesser. Das Gewicht einer Schneeflocke variiert im Bereich von einem zweihundertstel bis zu einem halben Milligramm. Es ist mathematisch beweisbar, daß jede einzelne Schneeflocke ein historisch einmaliges Exemplar darstellt. Nie hat es und nie wird es eine Wiederholung desselben Musters geben.





andere Zustandsgröße zumindest innerhalb von Jahrzehnten veränderlich ist. Im Jahre 1843 stieg seine scheinbare Helligkeit auf -1^m ; damit war er nach dem Sirius der zweithellste Stern am Himmel. Er war absolut etwa 4 000 000mal heller als die Sonne, d. h. hätten Sonne und Eta Carinae die gleiche Entfernung von der Erde, so würde letzterer viermillionenmal heller scheinen. Wäre die Sonne ebenso weit von uns entfernt wie Eta Carinae, so wäre sie ein Stern 70. Größenklasse (70^m) und selbst mit dem stärksten Teleskop nicht mehr sichtbar, denn die Sichtbarkeitsgrenze liegt bei 23^m . Fragt man andererseits, wie weit die Sonne von uns entfernt sein dürfte, um sie mit bloßem Auge gerade noch zu erkennen, so dürfte sie ein Stern 6. Größenklasse sein. Das wäre bei einer Entfernung von 55 Lichtjahren gerade der Fall. Eta Carinae gehört zum Sternbild *Carina* (= Schiffskiel) am südlichen Himmel und hat heute eine scheinbare Helligkeit von $+7^m$, womit er nun knapp unterhalb der Sichtbarkeitsgrenze für das bloße Auge liegt. Bei einer Wellenlänge von $20\ \mu m$ ist er jedoch die hellste Infrarotquelle am Himmel.

5. Scheinbar hellster Stern am Nordhimmel: Der hellste Stern an der nördlichen Himmelssphäre ist *Arktur* oder *Arc-turus* (= *Alpha Bootis*) mit $-0^m,04$ im Sternbild Bootes. Er ist der viert hellste Stern überhaupt.

6. Stern geringster absoluter Helligkeit: Der Stern mit der geringsten bekannten Helligkeit ist *RG 0050-2722* im südlichen Sternbild *Bildhauer* (lat. *Sculptor*). Seine absolute Helligkeit liegt bei $+19^M$, er ist 80 Lichtjahre entfernt und hat eine Oberflächentemperatur von nur $2600\ ^\circ C$ bei einer Masse von 2,3 % der Sonne.

7. Hellster Kugelhaufen am Nordhimmel: Der hellste Kugelhaufen am nördlichen Sternhimmel ist *M13* (Sternbild *Herkules*). Er wird nur noch übertroffen von *Omega Centauri* und *47 Tucanae* am Südhimmel. *M13* enthält 500 000 Einzelsterne und ist 22 500 Lichtjahre entfernt.

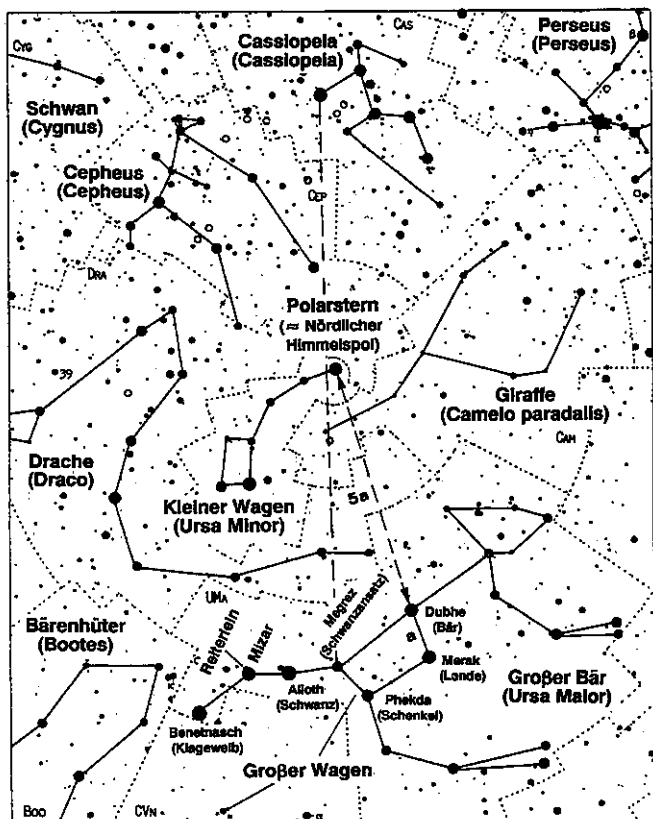


Bild 3: Der Anblick des Sternenhimmels am 15. November um 21.00 Uhr MEZ über dem Nordhorizont. Die punktierten Felder geben den Bereich der einzelnen Sternbilder an (in Anlehnung an: „Sterne und Weltraum“, 11/1991).

8. Galaxie mit größter Leuchtkraft: Die Galaxie mit der wohl größten absoluten Leuchtkraft ist der elliptische Nebel *M87* im Sternbild *Jungfrau* (lat. *Virgo*) mit $-21^m,7$. Mit $m = -21^m,1$ liegt der Andromedanebel nur 42 % darunter.

9. Größter Stern: Der größte bekannte Stern ist *Alpha Herculis* (Sternbild Hercules) mit seinem Begleiter, der seinerseits ein Doppelstern ist. Einschließlich der vom Hauptstern ausgehenden expandierenden Gashölle hat das System einen Durchmesser von sage und schreibe 250 000 000 000 km (= 250 Milliarden). Einige Vergleiche sollen uns einen Eindruck von der immensen Größe vermitteln: Dieses Maß entspricht etwa 180 000 Sonnendurchmessern oder 1672mal der Entfernung Erde – Sonne. Unser gesamtes Planetensystem mit seinem mittleren Durchmesser von 11,8 Milliarden Kilometer – d. h. die Bahnen der Planeten bis einschließlich zum Pluto – hätte somit 21mal nebeneinander Platz darin. Die *Voyager-1*-Sonde flog in Jupiternähe mit seiner maximalen Geschwindigkeit von 40 000 km/h. Mit dieser Geschwindigkeit hätte die Sonde von der Sonne bis zum Pluto etwa 17 Jahre gebraucht. Sollte sie das System von Alpha Herculis (= Ras Algethi) durchfliegen, so wären dazu über 700 Jahre erforderlich.

10. Kleinster Stern: Der kleinste bekannte Stern ist der 1962 entdeckte Weiße Zwerg *LP 327-16*, der nur einen Durchmesser von 1700 km aufweist (etwa halber Monddurchmesser) und sich in hundert Lichtjahren Entfernung befindet.

11. Massenreichster Stern: Der massenreichste Stern ist der im Sternbild *Einhorn* (lat. *Monoceros*) gelegene *HD 47 129* (*Plasketts Stern*). Dieser 1922 von dem kanadischen Astronomen *John S. Plaskett* entdeckte Binärstern gehört zur Klasse der Supergiganten (O7-Typ). Die Masse jeder Komponente liegt bei der 55fachen Sonnenmasse, und der Radius des Primärsterns ist 25mal so groß wie der Sonnendurchmesser.

12. Bekanntester Doppelstern: Als Doppelstern bezeichnet man zwei Sterne, die am Himmelsgewölbe so eng beieinanderstehen, daß sie meist nur mit Hilfe eines Fernrohres als zwei Komponenten erscheinen. Man unterscheidet zwischen optischen und physischen Doppelsternen. Bei den optischen D. liegen die beiden Sterne nur zufällig nahezu auf der gleichen Sichtlinie des Beobachters. Sie haben völlig verschiedene Entfernungen von der Erde. Bei den physischen D. hingegen bilden die beiden Komponenten ein echtes physikalisches System, wobei sie um ihr gemeinsames Gravitationszentrum kreisen. Der wohl bekannteste Doppelstern ist *Mizar* (= Zeta Ursae Majoris), der im Jahre 1650 von *G. B. Riccioli* als solcher entdeckt wurde. Es ist der vorletzte Stern in der Deichsel des Großen Wagens, der mit einem kleinen Fernrohr leicht in seine beiden Komponenten zu trennen ist. Der Winkelabstand beträgt 14,4". Schon mit bloßem Auge erkennt man über Mizar einen Stern 5. Größe, den Alkor (= 80 Ursae Majoris), auch als „Reiterlein“ oder „Augenprüfer“ bezeichnet. Mizar bildet mit Alkor einen visuellen Doppelstern mit einem Winkelabstand von 11'50"; in Wirklichkeit aber trennen beide riesige Entfernungen, nämlich 22 Lichtjahre.

13. Größte Galaxie: Die wohl größte Galaxie des Universums ist *Markarian 348*, deren Größenbestimmung erst 1987 mit Hilfe eines riesigen Radioteleskops in Neu-Mexiko gelang. Sie hat einen Durchmesser von 1,3 Millionen Lichtjahren und ist damit 13mal größer als unsere Milchstraße. Markarian 348 ist 300 Millionen Lichtjahre von der Erde entfernt und liegt in der Richtung des Andromedanebels.

14. Größte Galaxie in der Lokalen Gruppe: Die größte Galaxie in der → Lokalen Galaxiengruppe, zu der auch unsere Milchstraße gehört, ist der *Andromedanebel* im Sternbild *Andromeda* (Durchmesser: 150 000 Lichtjahre, Gesamtmasse: 310 Milliarden Sonnenmassen; andere Bezeichnungen: M 31, NGC 224). Den zweiten Platz nimmt unsere Milch-

straße ein, worauf dann der Dreiecksnebel *M33* im Sternbild *Dreieck* (lat. *Triangulum*) mit 10 Milliarden Sternen und halber Größe unserer Milchstraße folgt. Die Ebene des Andromedanebels sehen wir von der Erde aus unter einem Neigungswinkel von 77° .

15. Weitesten Galaxie in der Lokalen Gruppe: Die weiteste Galaxie, die noch zu unserer → Lokalen Gruppe zuzurechnen ist, ist IC 10 mit 4,1 Millionen Lichtjahren Abstand.

16. Nächstgelegene und fernste Galaxien: Die unserer Milchstraße am nächsten gelegenen Galaxien sind mit je 165 000 Lichtjahren Abstand die *Große Magellansche Wolke* (im Sternbild *Schwertfisch*) und die *Kleine Magellansche Wolke* (im Sternbild *Tukan*) in der Nähe des südlichen Himmelspols.

Die gegenwärtig *fernste Galaxie* wollen die Astronomen *George K. Miley* (Leiden/Niederlande) und *Kenneth C. Chambers* (Honolulu/Hawaii) gefunden haben (Spektrum der Wissenschaft, 8/1993, S. 38-47). Es handelt sich um die Galaxie 4C41.17, die unter dieser Nummer im Vierten Cambridge-Katalog verzeichnet ist. Ihre Rotverschiebung wurde mit $z = 3,8$ angegeben, dem höchsten bekannten Wert für eine Galaxie. Das könnten 12 Milliarden Lichtjahre sein.

17. Die Große Mauer: Aufsehen in der Fachwelt erregten zwei amerikanische Astrophysiker: *Margaret J. Geller* und *John P. Huchra* vom Harvard-Smithsonian Center für Astrophysik in Cambridge. In einer umfassenden Untersuchung versuchten sie ein räumliches, dreidimensionales Bild von der Verteilung der Galaxien zu entwerfen. Bis 1989 hatten *Geller* und *Huchra* rund 15 000 Galaxien untersucht. Als sie die Galaxienverteilung als dreidimensionale Computerkarte ausdruckten, fanden sie eine gewaltige Wand aus Galaxien: etwa 500 Millionen Lichtjahre lang, rund 200 Millionen Lichtjahre breit und lediglich 15 Millionen Lichtjahre dick. Sie bezeich-

neten sie mit dem plakativen Namen „Great Wall“ – Große Mauer. Galaxien sind als große Strukturen zusammengeschlossen, gerade so, als seien sie auf der Oberfläche riesiger Blasen (sogenannte Hubble-Bubbles) angeordnet: Es ist so, als ob es sich um ein Höhlenuniversum handele. Von der Erde aus gesehen erstreckt sich die Große Mauer vom Sternbild Krebs über Kleiner Löwe, Haar der Berenike, Bootes und Nördliche Krone bis zum Herkules. Die Entfernung liegt zwischen 470 und 600 Millionen Lichtjahren. Das entfernteste Ende der Großen Mauer befindet sich im Herkules.

18. Schnellster Pulsar: Der bislang schnellste → Pulsar *PSR 1937+214* wurde im November 1982 von dem Radioastronomen *Donald Backer* im Sternbild *Fuchs* (lat. *Vulpecula*) entdeckt. Dieser Pulsar dreht sich pro Sekunde 642mal um die eigene Achse. Jeder Punkt an seinem Äquator bewegt sich mit der rasenden Geschwindigkeit von 39 000 km/s (Vergleichswert für einen Punkt am Erdäquator: 0,46 km/s). Dieser Pulsar hat eine Pulsperiode von exakt 1,55806449023 Millisekunden (= der 642ste Teil einer Sekunde) und stellt einen neuen Rekord an astronomischer Präzision dar.

19. Astronomische Gebilde mit höchster Massendichte: Schwarze Löcher sind die merkwürdigsten Gebilde unseres Universums. Da sie Licht ebenso wie Materie „verschlucken“, sind sie unsichtbar. Registrierbar ist nur die Strahlung einstürzender Gasmassen in ihrer Umgebung. Schwarze Löcher verfügen über die höchstmögliche Materiedichte (im Innern etwa 10^{17} g/cm³). Würde die Masse der Erde zu einem Schwarzen Loch komprimiert, käme ein nur tischtennisballgroßes Gebilde heraus. Ein Stecknadelkopf aus dieser Materie würde auf der Erde 420 Millionen Tonnen wiegen. Ein Vergleich soll uns diese riesige Masse veranschaulichen: Vor dem Braunschweiger Bahnhof ist eine Dampflokomotive⁷

⁷ **Dampflok:** Es handelt sich hierbei um eine Dampflokomotive der Deutschen Bundesbahn, Baureihe 01¹⁰ mit der Bezeichnung 2'C1'h3. Die

als Museumsstück zu besichtigen. Um die Materie eines Stecknadelkopfes aufzuwiegen, wären umgerechnet über zwei Millionen Exemplare dieser Lok erforderlich. Hintereinander gestellt ergäben diese eine Strecke von 51 000 Kilometern, und das ist mehr als einmal um den Äquator herum.

Ein riesiges Schwarzes Loch, das die Masse von gut einer Milliarde Sonnen enthalten könnte, haben 1992 die US-Astronomen *D. Richstone* und *J. Kormendy* im Zentrum der Galaxie NGC 3115 entdeckt. Dieser Raumbereich scheint die hundertfache Masse aller bisher untersuchten Schwarzen Löcher zu haben und ist etwa 30 Millionen Lichtjahre von der Erde entfernt.

20. Bewegungsternhaufen: Die Fixsterne sind durchaus nicht im Universum ruhende Körper, wie es ihr im Altertum gegebener Name glauben macht (lat. *fixus* = festgeheftet). So sind auch die Sternbilder keine konstant bleibenden Gebilde. 1718 wurde erstmals von *E. Halley* (1656-1742) entdeckt, daß die Sterne eine Eigenbewegung durchführen. Weil sich die Einzelsterne unterschiedlich im Raum bewegen, führt das über Zeiträume von einigen tausend Jahren zu merkbaren Ortsveränderungen und zu Verzerrungen im Aussehen der überlieferten, klassischen Sternbildstrukturen. Zu einer besonderen Entdeckung der modernen Astronomie gehören die sog. Bewegungsternhaufen, von denen nur wenige bekannt sind (*Plejaden, Bärenstrom, Praesepe, Hyaden*). Sie stellen eine ausgezeichnete Gruppe von „gebundenen“ Sternen dar, die nicht nur räumlich zusammengehören, sondern auch eine gemeinschaftliche Bewegungsrichtung im Raum einschlagen. Ist es nicht bemerkenswert, daß die Bibel auf diese spezifische Eigenschaft der *Plejaden* eingeht: „Verknüpfest du die Bande der Plejaden? Hast du

Länge über Puffer beträgt 24 130 mm, und die Metermasse der Lok mit Tender beträgt 8,14 t/m [W4, 34+242]. Somit ergibt sich die Gesamtmasse zu 196,42 Tonnen.

gelockert des Orion Fesseln?“ (Hiob 38,31; *Jerusalemer*).
Jedes Gestirn hat seinen eigenen gottgegebenen Charakter:

„Einen anderen Glanz hat die Sonne, einen anderen Glanz hat der Mond, einen anderen Glanz haben die Sterne; denn ein Stern übertrifft den anderen an Glanz (griech. *doxa*)“ (1 Kor 15,41).

Die Sterne unterscheiden sich nicht nur in der Leuchtkraft, die wissenschaftlich im *Hertzsprung-Russel*-Diagramm in Abhängigkeit von der Temperatur und Spektralklasse angegeben wird, sondern jeder Stern hat seine eigene Bedeutung zur Verherrlichung Gottes. Im apokryphen Buch Sirach 43,9-10 (*Jerusalemer*) lesen wir: „Des Himmels Schönheit ist die Pracht der Sterne, sie schmücken mit ihrem Schein die Höhen des Herrn. Durch das Wort des Heiligen hat die Ordnung Bestand, und sie ermatten nicht auf ihrer Wache.“ Auch im Buch Hiob finden wir mehrere Hinweise auf die Sterne, und daß der Schöpfer ihnen ihre Ordnungsstruktur gab, die wir teilweise erkennen können und die teilweise nicht erforschbar ist:

„der die Himmel ausspannt, er allein, und schreitet auf den Wogen des Meeres, der den Großen Bären (= Sternbild Großer Wagen) gemacht hat, den Orion und das Siebengestirn (= Plejaden) und die Kammern des Südens (= Südlicher Sternhimmel), der so große Dinge tut, daß sie nicht zu erforschen sind, und Wundertaten, daß sie nicht zu zählen sind“ (Hiob 9,8-10; *Rev. Elberfelder*).

4. Wie groß ist der Raum der Sterne?

Aufgrund der riesigen Entfernungen in unserem Universum ist es schwierig, sich eine rechte Vorstellung von den (derzeit beobachteten) Größenverhältnissen zu machen. Schon die Distanz zu den nächsten Sternen ist nicht mehr mit irdischen Maßstäben anschaulich vergleichbar. All denen, die gerne mit Zahlen umgehen, wollen wir hier vier Modelle nennen, die uns einen Eindruck von der näheren Umgebung unseres Universums vermitteln können.

Modell 1: So wollen wir ein Modell zur Hilfe nehmen, in dem alles im Maßstab 1 : 100 000 000 000 (= 1 : 100 Milliarden!) verkleinert wird. Bei dieser drastischen Reduktion entspricht dann 1 cm im Modell 1 Million km in der Wirklichkeit. Unsere Sonne mit einem Durchmesser der optisch sichtbaren Scheibe von 1,392 Millionen km schrumpft im Modell auf die Größe einer Kirsche mit 1,4 cm Durchmesser. In einem Abstand von 1,5 Meter bewegt sich die nicht einmal sandkorngroße Erde; in fast 8 Meter Sonnenentfernung der 1,4 mm große Jupiter und in 59 Meter Abstand der 0,05 mm große Pluto. Denkt man sich die Sonnenkirsche in Hamburg plaziert, so wäre der erdnächste Stern *Alpha Centauri* erst im 410 km entfernten Frankfurt zu finden. Der zweitnächste Stern (*Barnards Pfeilstern*) befände sich mit 560 Modellkilometern in Stuttgart. Der Andromedanebel mit seinen 2,3 Millionen Lichtjahren Realentfernung würde bereits unser auf irdische Maße abgestimmtes Modell sprengen. Er befände sich in der anderthalbfachen Entfernung Erde-Sonne, wenn wir im Modell eine so große Ausweitung zulassen. Die weiteste in unserem Universum ausgemachte Entfernung von 12,4 Milliarden Lichtjahren (siehe Nr. 2 in Kap. 3) ergäbe im Modell eine Entfernung, die dem 7800fachen der realen Distanz Erde-Sonne entspricht. Damit wird auch die im Modell angestrebte Vorstellbarkeit durch die unbegreiflichen astronomischen Weiten gesprengt.

Modell 2: Einen weiteren Hinweis der unermeßlichen Ausdehnung gewinnen wir durch die Betrachtung von gedachten Raumfahrten. Eine (unbemannte) Raumfahrt zu den Planeten unseres Sonnensystems liegt gerade noch im Bereich des Ausführbaren. So wurde am 5.9.1977 die Raumsonde *Voyager 1* und am 20.8.1977 (also etwas früher) *Voyager 2* (engl. *voyager* = Reisender) gestartet, die durch unser Planetensystem fliegen und es dann für immer verlassen. *Voyager 2* erreichte am 9. Juli 1979 den Jupiter, am 12. November 1981 den Saturn und am 24. Januar 1986 den Uranus. Am 25. August 1989 kam dann Neptun ins Blickfeld der Satellitenkameras und man entdeckte dabei zwei bis dahin unbekannte Monde, wobei die Funksignale erst mit einer Verzögerung von vier Stunden und sechs Minuten die Erde erreichten, obwohl sie mit Lichtgeschwindigkeit durch den Raum rasen. Stellen wir uns einmal vor, wir könnten mit einem Raumschiff, das mit 100 000 km/h (das wäre schon die doppelte Geschwindigkeit von *Voyager 2*, aber dennoch nur ein Zehntausendstel der Lichtgeschwindigkeit) fliegt, uns zum nächsten Fixstern Alpha Centauri (genauer: Proxima Centauri; siehe Nr. 1 in Kap. 3) hin bewegen. Für diese Reise wären 46 000 Jahre Hin- und 46 000 Jahre Rückflug erforderlich. So weit entfernt und menschlich nie erreichbar ist bereits der allernächste Fixstern!

Modell 3: Stellen wir uns einmal vor, wir verkleinern den Menschen in einem solchen Maßstab, daß er so groß ist wie ein Wasserstoffatom. Wieviel Platz brauchte man dann für die gesamte Erdbevölkerung? Würde man ein Wohnzimmer benötigen, oder reichten bereits eine Streichholzschatel, ein Fingerhut oder gar nur ein Stecknadelkopf aus? Das Ergebnis ist überraschend: Sogar die 1000fache Weltbevölkerung wäre in einer mittelgroßen Bakterie von 2 bis 3 tausendstel Millimeter Durchmesser unterzubringen. Bei solcher Verkleinerung hätte die Erde einen Durchmesser von 1 mm, der Mond nur 0,3 mm und die Sonne 11 cm. Die Entfernung von der Erde zur Sonne betrüge bei derartiger Ver-

kleinerung 12 m, und der 9 mm große Saturn umkreiste die Sonne in 111 m Abstand. Der Abstand bis *Proxima Centauri* entspräche der Entfernung von Frankfurt bis Tel Aviv. *Rigel* im Orion befände sich 50 000 km hinter dem Mond.

Modell 4: Mit einem vierten Gedankenexperiment wollen wir die Größenvorstellungen des Sternenraumes abschließen. Der bekannte Andromedanebel hat eine Ausdehnung von 150 000 Lichtjahren. Sticht man mit einer Stecknadel durch eine postkartengroße photographische Aufnahme von dieser Galaxie, so entspricht der Einstich einem riesigen Loch von 600 Lichtjahren in der Wirklichkeit. Könnte ein Düsenjet (1000 km/h) dieses Loch durchqueren, so errechnen wir dafür eine erstaunlich große Zeitdauer: Dieser Flug würde 650 Millionen Jahre währen!

Allein die unvorstellbaren Sternentfernungen und Abmessungen in unserem Universum führen uns an die Grenzen unseres Denkens und Erfassens. So verweist uns Hiob 11,7-8 voller Demut an den Gott der Bibel: „Meinst du, daß du weißt, was Gott weiß, oder kannst du alles so vollkommen treffen wie der Allmächtige? Die Weisheit ist höher als der Himmel: was willst du tun?, tiefer als die Hölle: was kannst du wissen?“ So können wir voller Ehrfurcht mit dem Psalmisten einstimmen: „Herr, wie sind deine Werke so groß! Deine Gedanken sind sehr tief“ (Ps 92,6).

In diesem Zusammenhang sei auf einen anderen Tatbestand hingewiesen: Es besteht gleichsam eine Ähnlichkeit zwischen dem sehr Großen – dem Makrokosmos – und dem sehr Kleinen – dem Mikrokosmos. Beide sind in ihren Abmessungen kaum vorstellbar. Darum sollen uns auch hier wieder Modellvorstellungen weiterhelfen:

Modell A: Vielleicht haben wir heute morgen beim Frühstück eine Prise Salz auf das gekochte Ei gestreut. Aus wieviel Atomen mag wohl ein einzelnes Salzkorn bestehen?

Auch hier reicht kein Menschenleben aus, um die vollständige Zählung der Atompopulation durchzuführen, die in dem winzigen Salzkorn enthalten ist. So verwenden wir auch hier wieder unseren schnellen Computer (siehe Kap. 2), der uns mit seinen 10 Milliarden Zählungen pro Sekunde weiterhelfen soll. Hätten Sie gedacht, daß unsere rasante Zählmaschine über 50 Jahre ununterbrochen mit dem Salzkorn beschäftigt wäre?

Modell B: Nun vergrößern wir jedes Atom unseres Salzkorns auf die Größe eines Stecknadelkopfes. Wie groß mag dann wohl der Haufen werden? Es ergibt sich ein Volumen, das dem von 400 000 Cheopspyramiden entspricht. Anders ausgedrückt: Würde man all die Stecknadelköpfe auf die Fläche von ganz Europa verteilen, so könnten wir unseren Erdteil mit einer einheitlichen Schicht von 20 cm Dicke überziehen.

Modell C: Wie wir im nächsten Kapitel noch näher erörtern wollen, ist nicht die Materie, sondern das Leere das Kennzeichnende des Universums. Auch zwischen den Elementarteilchen herrscht eine atemberaubende Leere. Wenn das Proton eines Wasserstoffkerns in einem gedachten Modell durch einen Stecknadelkopf dargestellt wird, der sich in Frankfurt/Main befindet, dann beschreibt das kreisende Elektron eine Bahn, die durch Italien, Frankreich, Dänemark und Polen verläuft.

5. Vier Kennzeichen des Weltraumes

In Hiob 26,7 steht eine astronomisch äußerst bemerkenswerte Aussage, die wir darum in verschiedenen Übersetzungen wiedergeben:

„Er (Gott) breitet aus die Mitternacht über das Leere und hängt die Erde an nichts“ (*Luther, AT 1912*).

„Er (Gott) spannt den Norden aus über dem Leeren und hängt die Erde über das Nichts“ (*Luther 1984*).

„Er spannt den Norden (der Erde) über der Leere, hängt die Erde an dem Nichts auf“ (*Menge*).

„He (God) spreads out the northern over empty space; he suspends the earth over nothing“ (*New International Version*).

Mit Worten heutigen (astronomischen) Sprachgebrauchs können wir diese Aussagen sinngetreu so übersetzen:

„Der dunkle Weltraum ist leer, und die Erde schwebt ohne Aufhängung frei darin.“

Die Inhaltsschwere dieses Satzes wird uns erst so recht bewußt, wenn wir bedenken, zu welcher Zeit dieser Vers geschrieben wurde und wie er auch angesichts heutiger astronomischer Erkenntnisse zu würdigen ist. Das Buch Hiob gilt als eines der ältesten Bücher der Bibel und wurde in einer Zeit verfaßt, als man weithin glaubte, die Erde sei eine flache Scheibe, die auf dem Wasser schwimme. Darüber sei das Firmament wie eine Käseglocke gestülpt, an die die Sterne geheftet sind. Die biblischen Autoren haben nicht das primitive Weltbild ihrer (z. B. babylonischen) Umwelt gehabt. Im Namen Gottes gibt Hiob eine dreifache Wirklichkeitsdeu-

tung, die erst im 20. Jahrhundert in ihrer Aussagenfülle auch astronomisch nachvollzogen werden konnte:

1. Der Weltraum ist leer: Bei manchen Einzelsternen haben wir es mit so großen Materieansammlungen zu tun, daß unser Vorstellungsvermögen an Grenzen geführt wird. Bei Plasketts Stern HD 47 129 verfügt jede Komponente des Doppelsterns über die 55fache Sonnenmasse. Das bedeutet die 18,4millionenfache Masse unserer Erde, die schon selbst mit $5,976 \cdot 10^{24}$ kg zu Buche schlägt. Denkt man gar an unser Milchstraßensystem, so kommt man auf die riesige Gesamtmasse von 200 Milliarden Sonnenmassen. Angesichts solcher Zahlen klingt die Aussage „Der Weltraum ist leer“ zunächst uneinsichtig. Erst wenn wir die Relation des Raumes dazu betrachten (siehe voriges Kapitel), kommen wir zu den uns heute geläufigen Verhältnissen.

Zunächst gehen wir auf die Situation in unserer Milchstraße ein: Erst in einem Volumen von 350 Kubiklichtjahren befindet sich im Mittel eine Sonne. Ein Kubiklichtjahr ist ein Würfel von einem Lichtjahr Kantenlänge und entspricht einem Volumen von $8,47 \cdot 10^{38}$ Kubikkilometern oder $6 \cdot 10^{20}$ Sonnenvolumen. Anders ausgedrückt: die mittlere Massendichte der Milchstraße beträgt $7 \cdot 10^{-23}$ g/cm³. Bedenkt man, daß 70 % aller sichtbaren Materie im Universum aus Wasserstoff, dem einfachsten und leichtesten Atom, und der Rest bis auf einen winzigen Bruchteil aus Helium, dem zweiteinfachsten Element, besteht, dann ist der Vergleich mit einem Wasserstoffatom der Masse $1,6618 \cdot 10^{-24}$ g angebracht. Stellen wir uns die gesamte Masse der Milchstraße in jenem Raum gleichmäßig verteilt vor, in dem sich ihre Sterne befinden, so kommen etwa sage und schreibe nur vierzig Wasserstoffatome auf einen Kubikzentimeter. Zum Vergleich: Unter Normalbedingungen enthält Luft etwa $27 \cdot 10^{18}$ Moleküle/cm³. Das stärkste unter besonderen Laboratoriumsbedingungen (z. B. sehr kleine Volumen, Heliumkühlung) auf der Erde erzeugte Vakuum liegt bei einem Druck

von 10^{-12} Pascal⁸. Solch ein Hochvakuum enthält noch immerhin 270 Moleküle pro cm^3 . Daraus folgt: Die durchschnittliche Materieverteilung in der Milchstraße, d. h. die gleichmäßige Verteilung der 200 Milliarden Sterne auf ihren Raum, ist noch zehnmal „dünner“ als das extremste auf dieser Erde erzeugbare Vakuum. Wenn die Galaxien in unserem Universum die „Weltinseln“ der Materieansammlung sind und sich dort schon so geringe Massenverteilungen ergeben, wievielfach „leerer“ ist dann erst der interstellare Raum, wenn man das gesamte Universum betrachtet! Die Abschätzungen für diese Dichten liegen je nach Autor in den Bereichen 10^{-31} bis 10^{-34} g/cm^3 . Daraus folgt: Das Universum ist im Mittel noch um 700 Millionen Male „leerer“ (ausgehend von 10^{-31} g/cm^3) als der ohnehin schon als leer erkannte Raum der Galaxien. Die biblische Aussage von Hiob 26,7 ist somit hochmodern!

2. Der Weltraum ist dunkel: Sieht man von einer Vollmondnacht ab, so ist die Dunkelheit des Nachthimmels eine triviale Erfahrung. Die Astronauten sahen auf ihrem Flug zum Mond die Erde als eine blaue Perle auf schwarzem Untergrund. Der Nachthimmel der Erde ist dennoch nicht absolut dunkel. Die schwache Erhellung hat im wesentlichen zwei Ursachen: 1. das Leuchten in den äußeren Schichten der Erdatmosphäre, das durch die Röntgenstrahlung der Sonne ausgelöst wird (engl. *airglow*) und 2. die diffuse Aufhellung, die durch die Milchstraße entsteht. Beide Lichtquellen sind also durch unsere spezielle Position im Weltall bedingt, d. h. durch die Sonnennähe und durch unsere Zugehörigkeit zur

⁸ **Pascal:** Die Druckeinheit Pascal wurde auf der 14. Generalkonferenz für Maß und Gewicht (1971) in das Internationale Einheitensystem (SI) übernommen. Der Druck von 1 Pascal kommt zustande, wenn die Kraft von 1 Newton auf 1 Quadratmeter wirkt ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$). Zur Umrechnung gilt: $1 \text{ bar} = 0,1 \text{ MPa}$ (Megapascal) $= 10^5 \text{ Pa}$. Verglichen mit der früheren Einheit Atmosphäre ($1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa}$) ist das Pascal eine sehr viel kleinere Einheit.

Milchstraße. Abgesehen von der Umgebung der Sterne und außerhalb der Galaxien ist die Aussage des dunklen Weltraumes in noch stärkerem Maße gerechtfertigt. Hätte unsere Erde keine Atmosphäre, würde uns die Sonne aus rabenschwarzem Himmel erscheinen. Nur durch die Eigenschaft der Atmosphäre, besonders das kurzwellige Licht zu streuen, erscheint der wolkenlose Taghimmel blau. Auch hier erweist sich die Feststellung von Hiob 26,7 als sehr präzise. Ebenso steht es in Jesaja 50,3: „Ich kleide den Himmel mit Dunkel.“ Wir wissen heute, daß der Andromedanebel das *einzige* mit bloßem Auge sichtbare Objekt am nördlichen Sternhimmel ist, das nicht zu unserer eigenen Galaxie gehört. Es ist also besonders hervorzuheben: Alle Sterne, die wir mit bloßem Auge sehen, gehören zu unserem Milchstraßensystem. Nur darum, weil wir uns *innerhalb* einer Galaxie befinden, gibt es für uns das Erlebnis des Sternenhimmels. Ganz anders wäre es, wenn die Erde (mit dem Sonnensystem) irgendwo im All, weitab von jeder Galaxie, existieren würde. Keinen einzigen Stern könnten wir dann am Nachthimmel entdecken. Die unvorstellbar dunkle Nacht des intergalaktischen Raumes würde uns einhüllen, und nur mit Hilfe komplizierter, weitreichender Teleskope könnten wir feststellen, daß es in weiter Ferne seltsame, sehr schwach leuchtende Gebilde gibt – ferne Galaxien. Wenn wir uns einen Beobachter vorstellen, der sich irgendwo in den Tiefen des Weltalls befindet, dann wird er im allgemeinen nicht das Glück haben, sich zufällig in der Nähe einer Galaxie zu befinden. Der Kosmos besteht zum größten Teil aus leerem Raum; Galaxien sind somit seltene, kostbare Gebilde. Ein Beobachter, der in der Nähe einer Galaxie „zu Hause“ ist – so wie wir es sind –, kann sich mit Recht privilegiert vorkommen. Würde unser Sonnensystem zu einer anderen Galaxie gehören, so hätten wir einen völlig anders aussehenden Sternenhimmel über uns.

3. Die Erde ist freischwebend: Die Erde hat weder eine feste Auflage noch ist sie irgendwo angeheftet oder befe-

stigt, sondern sie bewegt sich schwebend im Raum. Erst im Jahre 1687 konnte der bekannte Physiker *Isaak Newton* (1643-1727) in seinem Werk „*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*“ diese schon in der Bibel gegebene exakte Wirklichkeitsbeschreibung mit dem von ihm entdeckten Gravitationsgesetz erklären und mathematisch formulieren, wie der Erdkörper in seiner Bahn gehalten wird. Die zuvor von *Kepler* (1571-1630) aufgestellten drei Keplerschen Gesetze der Planetenbewegung sind sämtlich aus *Newtons* allgemeinem Gravitationsgesetz ableitbar. Darüber hinaus sind mit wenigen Ausnahmen die Bewegungen aller Objekte im Universum durch die allgemeine Gravitation bestimmt.

4. Der Weltraum ist unergründlich: Das Wesen der räumlichen Struktur des Universums gehört zu den unbeantworteten, aber auch zu den faszinierendsten Fragestellungen der Astronomie. Der Gedanke an ein unendliches Weltall wurde von *Giordano Bruno* (1548-1600) und *Edmund Halley* (1656-1742) vertreten. Durch Einwände von *H. W. M. Olbers* (1758-1840) im Zusammenhang mit dem *Olbersschen Paradoxon*⁹ wurde auf die Unmöglichkeit eines unendlichen Weltalls geschlossen. Heutige Auffassungen gehen von nicht-euklidischen Geometrien (gekrümmte Räume) und der allgemeinen Relativitätstheorie *Einsteins* aus und nehmen ein endliches und doch unbegrenztes Weltall an. Der bekannte Astronom *Otto Heckmann* (* 1901) äußerte sich bezüglich der Weltmodelle [H2, 129+134]: „Die Erfindungskraft des

⁹ **Olberssches Paradoxon:** Der Bremer Arzt und Astronom *H. W. M. Olbers* (1758-1840) wies mit Hilfe einer mathematischen Beweisführung nach, daß bei einer unendlichen Zahl von Sternen in einem unendlichen Universum der Nachthimmel unendlich hell sein müßte. *Olbers* sah zwischen seiner Folgerung und der beobachteten Wirklichkeit, daß die Nacht praktisch schwarz erscheint, einen nicht erklärbaren Widerspruch. Das Paradoxon kann nur ausgeräumt werden, wenn man von der Annahme des unendlichen Universums abrückt.

menschlichen Geistes ist nicht gering, die Produktion an Weltbildern also ziemlich groß, so groß ..., daß die Zahl kosmologischer Theorien umgekehrt proportional zur Zahl bekannter Fakten ist ... Die Beobachtungsdaten werden immer weniger genau und, wegen der begrenzten Leistung unserer Instrumente, schließlich bedeutungslos.“ Der Kieler Astrophysiker *Volker Weidemann* kam aufgrund seiner wissenschaftlichen Erkenntnisse zu dem Ergebnis, daß das Universum von Grund auf unverstehbar ist:

„Der Kosmologie liegen mehr philosophische Annahmen zugrunde als allen anderen Zweigen der Naturwissenschaft. Wenn wir gezwungen sind, die Grenzen dessen zurückzunehmen, was Wissenschaft genannt werden kann, und nicht hoffen können, fundamentale Fragen der Kosmologie wissenschaftlich zu beantworten, dann müssen wir zugeben, daß das Universum von Grund auf unverstehbar ist. Die Wissenschaft muß sich damit abfinden, daß es Fragen gibt, die nicht beantwortbar sind. Was bleibt, ist eine Theorie über unser Wissen.“

Auf die Unergründlichkeit des Universums wie auch des Erdinnern weist bereits die Bibel in Jeremia 31,37 hin: „So wenig der Himmel droben ausgemessen und die Grundfesten der Erde darunter durchspäht werden können ...“ (Zürcher Übersetzung). Die Bibel erweist sich als ein Buch der Wahrheit – und das bis in astronomische Details hinein.

6. Wozu gibt es Sterne?

Wenn wir Antworten nach dem „Wozu“ der Gestirne suchen, so werden uns diese an verschiedenen Stellen der Bibel genannt. Der bereits zitierte Psalm 19,2-7 geht darauf ein – darauf kommen wir noch zurück –, aber vor allen Dingen ist der Schöpfungsbericht hier zu nennen. In 1. Mose 1,14-19 lesen wir (*Rev. Elberfelder Übersetzung*):

„Und Gott sprach: Es sollen Lichter an der Wölbung des Himmels werden, um zu scheiden zwischen Tag und Nacht, und sie sollen dienen als Zeichen und zur Bestimmung von *Zeiten* und *Tagen* und *Jahren*; und sie sollen als Lichter an der Wölbung des Himmels dienen, um auf die Erde zu leuchten! Und es geschah so.

Und Gott machte die beiden großen Lichter: das größere Licht zur Beherrschung des Tages und das kleinere Licht zur Beherrschung der Nacht, und die Sterne. Und Gott setzte sie an die Wölbung des Himmels, über die Erde zu leuchten und zu herrschen über den Tag und über die Nacht und zwischen dem Licht und der Finsternis zu scheiden.

Und Gott sah, daß es gut war. Und es wurde Abend, und es wurde Morgen: ein vierter Tag.“

Mehrere Bestimmungen sind hier deutlich zu erkennen:

- sie sollen auf die Erde scheinen (Licht- und Energiegeber),
- sie sollen Zeitgeber sein,
- sie sollen Zeichenträger sein.

Diese drei Funktionen weisen eindeutig darauf hin, daß die Gestirne zielorientiert für die Erde vorgesehen sind, genauer: für den Menschen auf Erden. Aus dieser schöpfungsmäßigen Aufgabenbestimmung, aus der Reihenfolge des Erschaffenen (am ersten Tag die Erde und erst am vierten Tag alle übrigen Gestirne) sowie aus dem Gesamtzeugnis der Bibel kommen

wir zu der Schlußfolgerung: **Aus biblischer Sicht ist mit Leben auf Planeten anderer Gestirne nicht zu rechnen!**

Im Jahre 1900 setzte die *Französische Akademie der Wissenschaften* einen Preis von 100 000 Francs für denjenigen aus, der zuerst eine Kommunikation mit einer fremden Welt – mit Ausnahme des Nachbarplaneten Mars – zustandebringen würde. Man war sich damals der Existenz der Marsbewohner so sicher, daß eine Fühlungnahme mit ihnen keinen Preis verdienen würde. Inzwischen steht fest: auf dem roten und auch allen anderen Planeten gibt es keine Spur der „kleinen grünen Männchen“ oder sonstiger Wesen. Obwohl es nicht den geringsten konkreten Hinweis auf extraterrestrisches Leben gibt, meinen zahlreiche evolutionär orientierte Astronomen unter dem Eindruck der Vielzahl der Sterne, daß Leben – wie sie es für die Erde annehmen – auch anderweitig evolviert sein müßte. In [G4, 195-202] ist ausführlicher darüber geschrieben. Die amerikanischen SETI-Wissenschaftler (engl. *Search for Extraterrestrial Intelligence* = Suche nach außerirdischer Intelligenz) haben mindestens 48 Versuche unternommen, extraterrestrische Signale aufzuspüren – alle jedoch vergeblich.

Nach diesem gedanklichen Abstecher wollen wir auf die drei oben genannten Funktionen der Gestirne näher eingehen.

6.1 Die Sterne sollen auf die Erde scheinen

Ohne Licht gäbe es kein Leben auf dieser Erde. Es ist eine der Grundvoraussetzungen für die Erhaltung des Lebens. Darum stellt Gott gleich am ersten Schöpfungstag das Licht bereit. Am vierten Schöpfungstag wird dieses Licht, das wir physikalisch nicht weiter beschreiben können, durch das Sonnenlicht ersetzt. Der entscheidende Prozeß, der das Leben auf der Erde ermöglicht, ist die Photosynthese. Diese setzt die Energie des Sonnenlichtes in chemische Energieträ-

ger um. Bei allen energetischen Vorgängen in unserem Körper, aber auch in dem der Tiere, steht die Photosynthese (der Pflanzen) am Anfang der Energiekette. Die Photosynthese ist ein äußerst genialer Prozeß, den bisher noch kein Chemiker oder Verfahrenstechniker nachbauen konnte. Er findet in jedem Grashalm auf kleinstem Raum statt, und dennoch bleibt uns das Wesen dieser Erfindung Gottes verborgen. Die Energiequelle für alles Leben auf der Erde ist somit das Sonnenlicht. Jährlich werden auf der Erde 200 Milliarden Tonnen Biomasse erzeugt. Der menschliche Jahreskonsum beträgt etwa 1 % dieser weltweiten Biomasseproduktion.

Die Sonne ist grundlegende Energie- und Lichtquelle für die Erde, ohne die der Erhalt allen Lebens auf unserem Planeten nicht möglich wäre. „Die Sonne gibt der Welt Licht, und des Herrn Werk ist seiner Herrlichkeit voll. Es ist auch den Heiligen von dem Herrn noch nie gegeben, daß sie alle seine Wunder aussprechen könnten; denn der allmächtige Herr hat sie zu groß gemacht, und alle Dinge sind zu groß, sie nach Würden zu loben ... Die Sonne, wenn sie aufgeht, verkündigt sie den Tag; sie ist ein Wunderwerk des Höchsten ... Das muß ein großer Herr sein, der sie gemacht hat“ (Sir 42,16-17; Sir 43,2+5).

Die äußeren Schichten der Sonne bestehen zu 90 % aus Wasserstoff (H_2) und 8 % aus Helium (He), zusätzlich 2 % schwere Elemente. Betrachtet man die gesamte Sonne, so sind es zu 75 % H_2 , 23 % He und 2 % schwere Elemente. Im Innern der Sonne findet sehr wahrscheinlich ein Kernenergieprozeß statt – die Kernfusion –, bei dem sich vier Wasserstoffkerne mit dem Atomgewicht 1,008 zu einem Heliumkern mit dem Atomgewicht 4,003 zusammenlagern. Es werden also $4 \cdot 1,008 = 4,032$ Atomgewichtseinheiten eingesetzt, und als Ergebnis bleiben nur 4,003 Atomgewichtseinheiten übrig. Dieser Massenverlust von 0,029 Atomgewichtseinheiten oder 0,7 % (genauer 0,719246 %) der beteiligten Massen geht in Energie über. Wir stellen fest: Die Arbeitsmethode

Gottes zur Energieerzeugung in seiner Schöpfung ist der Einsatz von Kernenergie – genauer: die Kernfusion.

Bei einem Gramm Wasserstoff, das sich gemäß obigen Verhältnissen zu 0,9928 g Helium aufbaut, gibt es einen Massendefekt von 7,2 Milligramm. Das entspricht nach dem Einsteinschen Gesetz $E = m \cdot c^2$ einer Energie von 180 MWh. Wollten wir diese Energiemenge durch Verbrennen von Steinkohle erzeugen (Heizwert: $2,93 \cdot 10^7$ Ws/kg), so bräuchten wir 22,1 Tonnen dazu.

Pro Sekunde werden auf der Sonne rund 655 Millionen Tonnen Wasserstoff in 650 Millionen Tonnen Helium umgewandelt. Der Massendefekt von 4,3 Millionen Tonnen pro Sekunde wird in Energie umgesetzt. Das entspricht pro Jahr der unvorstellbaren Energiemenge von $3,4 \cdot 10^{24}$ MWh¹⁰. Nur der Anteil von einem halben Milliardstel (genauer: $0,441 \cdot 10^{-9}$) dieser Energie trifft überhaupt unsere Erde. Diese Menge ist dennoch so unvorstellbar groß, daß in 30 Minuten der weltweite Energiebedarf zur Erde kommt. Der jährliche Energiekonsum der Menschheit liegt bei 8750 Milliarden Megawattstunden.

In geradezu verschwenderischer Fülle strahlt die Sonne ihre Energie in alle Richtungen des Weltalls ab. Diese Gesamtleistung wird auch als absolute Leuchtkraft der Sonne bezeichnet und beträgt $3,86 \cdot 10^{23}$ Kilowatt. Bei einer Gesamtoberfläche von $6,087 \cdot 10^{22}$ cm² gibt somit jeder Quadratzentimeter Sonnenoberfläche ständig 6,35 kW ab. Als

¹⁰ **MWh:** Die Megawattstunde ist eine Energieeinheit, wie sie z. B. im Kraftwerksbereich zur Anwendung kommt. Die SI-Einheit der Leistung ist das Watt (W). 1 Watt ist gleich der Leistung, bei der während der Zeit von 1 Sekunde die Energie 1 Joule umgesetzt wird. Für die SI-Einheiten der Energie gilt: 1 Wattsekunde (Ws) = 1 Joule (J) = 1 Newtonmeter (Nm). Für die Wattstunde gilt: 1 Wh = 3600 Ws. Eine Megawattstunde ist das Millionenfache davon: 1 MWh = 10^6 Wh.

→ *Solarkonstante* bezeichnet man diejenige Strahlung, die in der mittleren Entfernung Erde – Sonne senkrecht zur Sonnenstrahlung auf einen Quadratmeter ($1 \text{ m}^2 = 10\,000 \text{ cm}^2$) fällt. Sie beträgt $1,395 \text{ kW/m}^2$ und schwankt etwas innerhalb eines Jahres wegen des wechselnden Erdbabstandes.

Die Erde ist rund 150 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt; dieses Maß ist als → Astronomische Einheit definiert. Das entspricht 375 000mal der Erdäquatorlänge oder 390mal der Entfernung des Mondes von der Erde. Könnten wir die etwa 150 Millionen Kilometer, die uns von der Sonne trennen, mit einem D-Zug (100 km/h) zurücklegen, so bräuchten wir dazu 170 Jahre. Selbst mit einem Düsenflugzeug (1000 km/h) wären wir noch 17 Jahre unterwegs. Das Licht mit seiner schnellsten uns bekannten Geschwindigkeit braucht von der Sonne bis zur Erde $8 \frac{1}{3}$ Minuten. Der Sonnendurchmesser beträgt 1 392 000 km und entspricht somit 109 Erddurchmessern. Um das Volumen der Sonnenkugel mit Hilfe von Erdkugeln zu erreichen, wären 1 306 000 davon erforderlich.

Bedenken wir noch einmal unsere Position zur Sonne, so fällt es uns leicht, eine schöpfungsmäßige Absicht hinter allem zu erkennen. Durch diese spezielle Lage der Erdbahn um die Sonne ergeben sich auf der Erde gerade solche Temperaturbedingungen, wie sie für das Leben unbedingt notwendig sind. Nur wenige Prozent Abweichung von der Distanz Sonne – Erde würden zu gravierend anderen Verhältnissen führen. Befände sich die Erde näher an der Sonne, so ergäbe sich eine zu große mittlere Temperatur (Merkur und Venus sind zu heiß für die Lebensbedingungen); wäre sie weiter entfernt, nähme die Kälte zu (Mars und Jupiter sind zu kalt). Von weiterer besonderer Bedeutung für die richtigen Licht- und Energiebedingungen (Tag- und Nacht-Rhythmus, Jahreszeiten) ist die Neigung der Erdachse zur Bahnebene der Erde um die Sonne. Auf diesen Aspekt wird im Anhang Kap. A1.1 noch näher eingegangen.

6.2 Die Sterne dienen zur Zeitmessung

Die erste Definition einer Einheit, die die Bibel für eine physikalische Größe nennt, ist die für die Zeit. Sie wird bereits am ersten Tag durch den Wechsel von Tag¹¹ und Nacht (Abend und Morgen, Licht und Finsternis) definiert, als es noch keine Gestirne gab. Am vierten Schöpfungstag übernehmen dann die Gestirne diese Aufgabe bei gleicher Frequenz. Die Drehgeschwindigkeit der Erde im Zusammenhang mit dem Licht der Sonne definiert die Länge eines Tages. Über die Länge der Schöpfungstage gibt es in [G3, 33-55] eine ausführliche Darlegung. Die Bibel nennt uns nicht nur das Ergebnis, sie nennt auch konsequenterweise die Zeitmeßmethode.

In der modernen Metrologie (Wissenschaft vom Messen) werden die Einheiten (z. B. für Kraft, Länge, Zeit, Stromstärke) durch einen präzisierbaren und ständig wiederholbaren physikalischen Prozeß definiert. Nur mit Hilfe eines solchen Normalmaßes sind dann beliebig anderweitig auftretende Vielfache einer Größe eichbar und meßbar. In genau dieser naturwissenschaftlich exakten Vorgehensweise bietet uns der Schöpfer in Form von Tagen, Monaten und Jahren Zeiteinheiten an, die immer wieder astronomisch „abgreifbar“ sind. Es sind die schöpfungsmäßig gegebenen Grundrhythmen, die als Maßeinheit der Zeit dienen:

1. Rotation der Erde: Die Dauer von einem Höchststand der Sonne bis zum nächsten legt die Länge des Tages mit etwa 24 Stunden fest, genauer den → Sonnentag. Eine vollständige Umdrehung der Erde um ihre eigene Achse nennt

¹¹ **Namensgebung:** Nach dem Schöpfungsbericht der Bibel ist das Wort für den „Tag“ die erste Benennung, die Gott einführte (1 Mo 1,5). Ebenso benannte er die Nacht, den Himmel, die Erde und das Meer. Auch hat Gott allen Sternen einen Namen gegeben (Ps 147,4). Die Tiere wurden durch Adam benannt (1 Mo 2,19-20).

man Sterntag. Der genaue Wert für diese sogenannte → siderische Rotation beträgt 23 h 56 min 4 s = 23,93444 Stunden und ist etwas kürzer als der mittlere Sonnentag.

2. Erdumlauf um die Sonne: Der Umlauf der Erde um die Sonne in 365,25 Tagen bestimmt die Jahreslänge und bewirkt die Jahreszeiten. Der genaue Wert für einen solchen Umlauf beträgt 365,2563547 Tage (oder 365 d 6 h 9 min 9 s) und wird als *siderisches Jahr* bezeichnet. Für den Kalender ist aber die Zeitspanne zwischen zwei Durchgängen der Sonne durch den Frühlingspunkt¹² maßgebend. Das Durchwandern des Frühlingspunktes ist identisch mit dem Beginn des Frühlings, d. h. jenem Augenblick, in dem die Sonne den Himmelsäquator von Süd nach Nord passiert (21. März oder 20. März in Schaltjahren). Wegen der Präzessionsbewegung¹³ der Polachse, die entgegen dem Jahreslauf der Erde um die Sonne stattfindet, ist dieses so definierte *tropische Jahr* mit 365 d 5 h 48 min 46 s = 365,2421991 Tagen um 0,3397222 Stunden (= 20,3833333 Minuten) kürzer als das siderische.

3. Mondumlauf um die Erde: Der Umlauf des Mondes um die Erde, wie er sich am auffälligsten im Wechsel der Mondphasen vollzieht (z. B. von Neumond zu Neumond) legt den Monat fest. In dem apokryphen Buch Sirach 43,6-8 lesen wir: „Und der Mond in aller Welt muß scheinen zu seiner

¹² **Frühlingspunkt:** Die Ebenen von Ekliptik und Himmelsäquator bilden einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ miteinander. Der Frühlingspunkt ist jener Zeitpunkt, in dem sich die Sonne im Frühlings-Äquinotikum befindet (um den 21. März) und den Himmelsäquator von Süden nach Norden passiert. Während des Äquinotikums (Tagundnachtgleiche) sind Tag und Nacht auf der ganzen Erde gleich. Der andere Äquinotialpunkt ist der Herbstpunkt (23. September).

¹³ **Präzession** (lat. *praecedere* = voranschreiten): Da die Erde sich wie ein Kreisel verhält, führt ihre Drehachse (gedachte Verbindungslinie von Pol zu Pol) eine Kreiselbewegung aus, wobei die Achse in 25 700 Jahren einen Umlauf vollzieht.

Zeit und die Monate unterscheiden und das Jahr einteilen. Nach dem Mond rechnet man die Feste; es ist ein Licht, das abnimmt und wieder zunimmt. Er macht den Monat; er wächst und verändert sich wunderbar.“ Der Zyklus zwischen zwei aufeinanderfolgenden gleichen Mondphasen beträgt $29\frac{1}{2}$ Tage (genauer Wert dieses sog. synodischen Monats: $29\text{ d } 12\text{ h } 44\text{ min } 2,9\text{ s} = 29,530589\text{ Tage}$). Eine vollständige Erdumkreisung geschieht in etwas kürzerer Zeit, nämlich in 27,3 Tagen (siderischer Monat: $27\text{ d } 7\text{ h } 43\text{ min } 11,5\text{ s} = 27,3216609\text{ Tage}$). In genau dieser Zeit rotiert der Mond auch einmal um die eigene Achse. Daher zeigt er der Erde stets dieselbe Seite.

Mit Einheiten von Jahr (365,2422 Tage) und Monat (29,5 Tage) hat uns der Schöpfer die notwendigen Vorgaben gemacht, um daraus einen Kalender zu entwerfen. Jahrhundertelange Erfahrungen führten zu dem heute verwendeten System (*Gregorianischer Kalender*):

Das Kalenderjahr hat 365 Tage mit 12 Monaten zwischen 28 und 31 Tagen. Alle vier Jahre wird dem Februar ein zusätzlicher Tag – der Schalttag – angehängt. Da auch diese Zählweise mit einer durchschnittlichen Jahreslänge von 365,25 Tagen im Laufe der Zeit vom tatsächlichen Umlauf der Erde um die Sonne abweichen würde, wird eine weitere Korrektur angebracht: Der Schalttag entfällt in den Jahren der Jahrhundertwende – wie etwa 1800, 1900 –, bleibt aber erhalten, wenn die Zahl der Jahrhunderte durch vier teilbar ist. Das Jahr 2000 wird darum ein Schaltjahr sein. Auf diese Weise verkürzt sich die mittlere Jahreslänge um $\frac{3}{400}$ Tage = 0,0075 Tage auf 365,2425. Bis auf eine noch jährlich verbleibende Differenz von 26 Sekunden, die sich aber erst in über 3300 Jahren zu einem Tag addieren würden, ist die Übereinstimmung von natürlichem Sonnenjahr (d. h. unveränderlicher Frühlingspunkt) und künstlichem Kalenderjahr nahezu vollkommen erreicht.

In Abhängigkeit vom Beobachtungsort auf der Erde und von

der Zeit erscheinen die Sterne in einer bestimmten Position. Mißt man umgekehrt die Sternposition bei unbekanntem Standort (z. B. auf See), so ergibt sich daraus ein geeignetes Navigationsmittel. Der Seemann auf hoher See und der Forschungsreisende in unerschlossenen Gebieten waren über alle Jahrhunderte auf die Kunst der Standortbestimmung aus dem Stand der Sonne, des Mondes oder der Sterne angewiesen. Moderne Navigationssysteme errechnen die jeweilige Position auf der Erde aus Funksignalen von Satelliten, die um die Erde kreisen. Beim „Global Positioning System“ (GPS) dient die sehr genau meßbare Laufzeitdifferenz der Signale mehrerer Satelliten zur Ermittlung des geographischen Ortes.

Wir kommen nun zu einem wichtigen Aspekt der Sterne: Sie haben eine Botschaft! Die Gestirne haben einen gottgewollten Verkündigungsauftrag. Zwei Fragen gilt es zu stellen:

1. *Wie verkündigen sie?*
2. *Was verkündigen sie?*

Diesen beiden Themenkreisen wollen wir im folgenden nachgehen.

7. Wie verkündigen die Sterne?

7.1 Die Verkündigung geschieht lautlos

Gott hätte riesige Lautsprecher im Weltall installieren und uns damit ständig beschallen können. Als ich vor Jahren auf der Durchreise in Salt Lake City/USA war, fand dort gerade ein Mormonenkongreß statt. Hatte man sich auf dem Gelände gerade von einem der aufgestellten Lautsprecher entfernt, geriet man bereits in den Beschallungsbereich des nächsten. Dieser Dauerberieselung konnte man sich einfach nicht entziehen.

So macht Gott es nicht. Die Botschaft der Sterne wird mit Null Phon verkündigt. Gott drängt sich keinem auf, und darum kann er es sich leisten, seine Botschaft lautlos zu senden. Wir Menschen tun es oft umgekehrt: Je weniger wir zu sagen haben, um so lauter reden wir.

Den wichtigen Vers 4 aus Psalm 19 können wir auf zweierlei Weise interpretieren:

1. Kein Sprachbereich der Erde ist ohne die Botschaft der Sterne: „Es ist keine Sprache noch Rede, da man nicht ihre Stimme höre“ (Ps 19,4; *Luther*). Hierin kommt zum Ausdruck, daß es keinen Sprachbereich auf dieser Erde gibt, wo man die „Stimme“ der Sterne nicht versteht. Wenn die Menschen auch unterschiedliche Sprachen sprechen und dadurch nicht unmittelbar miteinander kommunizieren können, so sind sie durch die Sprache der Sterne in gleicher Weise angesprochen. Überall, wo Menschen sind, ist diese Botschaft Gottes in gleicher Weise manifest. Der bekannte englische Erweckungsprediger *Ch. H. Spurgeon* sagte einmal:

„Unter dem gewaltigen Himmelsgewölbe wohnt kein einziger Mensch außerhalb der Reichweite dieser Prediger Gottes. Dem Licht der Boten Gottes, die sein Evange-

lium verkünden, kann man sich leicht entziehen. Aber dann finden solche Menschen in den Lichtern der Sterne einen Nathan, der sie anklagt, einen Jona, der sie warnt, und einen Elia, der sie straft. Für den gläubigen Menschen haben die Sterne aber eine andere, tiefere und schönere Sprache: die Sprache des lebendigen Gottes, der Vater sein will, zu dem man sich hingezogen fühlt und wo man geborgen sein kann.“

2. Botschaft ohne Worte: „Da ist keine Sprache, kein Wort, unhörbar bleibt ihre Stimme“ (*Jerusalemer*). Hier wird hervorgehoben, daß die Botschaft der Sterne ohne artikuliert Sprache und ohne gesprochene Worte vermittelt wird: diese Stimme wird nicht durch Gehör wahrgenommen. „Und doch, in aller Welt ertönt ihr Ruf, ihre Botschaft bis an die Enden der Erde“ (Ps 19,5; *Jerusalemer*). Alle Menschen haben diese speziell codierte Botschaft vernommen. Paulus greift in Römer 10,18 diesen Gedanken aus Psalm 19,5 auf, wenn er schreibt: „Haben sie es nicht alle gehört? Wohl, es ist ja in alle Lande ausgegangen ihr Schall und ihr Wort bis an der Welt Ende.“ Die Sprache der Sterne gleicht der lautlosen Zeichensprache der Taubstummen.

7.2 Die Botschaft Gottes ist für jeden verständlich

Gottes Botschaft durch die Sterne ist universell zugänglich, unabhängig davon, ob der „Leser“ Analphabet oder Nobelpreisträger ist. Jeder kann das Autogramm Gottes in der Schöpfung lesen. Dieses Siegel Gottes ist für jeden gleichermaßen da: unabhängig vom Bildungsstand, von der Rasse, vom Alter und auch vom Standort auf der Erde. Auch die missionarisch unerreichten Stämme in den letzten Winkeln der Erde können diese Verkündigung wahrnehmen. In Psalm 19,5 steht: „Ihre Schnur geht aus in alle Lande und ihre Rede an der Welt Ende.“

7.3 Gott sendet mit einem Code, den niemand löschen kann

Jedes Programm in einer EDV-Anlage ist löschar. Einen Brief, der uns nicht paßt, können wir verbrennen. Der Verkündigung des gepredigten Wortes Gottes können wir uns entziehen. Bibeln kann man vernichten. Es gibt zahlreiche Länder, in die keine Bibeln eingeführt werden dürfen. Den Code Gottes, der durch die Sterne geschrieben ist, kann niemand auslöschen oder abschalten wie ein Radiogerät. Die Gravur Gottes ist durch nichts zu beseitigen. Sie überdauert alle Zeiten, denn sie verwittert nicht und kann von keinem Feind vernichtet werden. Gottes Zeugen am Firmament kann niemand mundtot machen¹⁴. Von ihren Kanzeln predigen sie unablässig den lebendigen Gott – unberührt und unbewegt von den vielen Meinungen der Menschen.

¹⁴ **Sterne und Heilsgeschichte:** Gott wird seine Predigt durch die Sterne einmal selbst beenden. In Matthäus 24,29 spricht Jesus von einer solchen Zeit: „Sogleich aber nach der Bedrängnis jener Zeit wird die Sonne sich verfinstern und der Mond seinen Schein verlieren, und die Sterne werden vom Himmel fallen, und die Kräfte der Himmel werden ins Wanken kommen.“ Ebenso wird das Wort Gottes nicht mehr zu haben sein, wie es der Prophet Amos (8,11-12) ankündigt: „Siehe, es kommt die Zeit, spricht Gott der Herr, daß ich einen Hunger ins Land schicken werde, nicht einen Hunger nach Brot oder Durst nach Wasser, sondern nach dem Wort des Herrn, es zu hören; daß sie hin und her von einem Meer zum anderen, von Norden nach Osten laufen und des Herrn Wort suchen und doch nicht finden werden.“ Für Gottes rettende Botschaft gibt es nicht nur ein individuelles, sondern auch ein allgemeines Zuspät.

8. Was verkündigen die Sterne?

8.1 Braucht das Universum einen Urheber?

Der Sternenhimmel ist für jedermann und von jedem Punkt der Erde aus beobachtbar. So fordert uns diese beeindruckende Szenerie zum Nachdenken heraus. Zu welchen Schlußfolgerungen kommen wir? Die Dichter haben ihre Gedanken in Prosa und Poesie formuliert, und Wissenschaftler benutzen ihr Fachvokabular, um ihre Überlegungen auszudrücken. Aus der Fülle der unterschiedlichen Gedanken wollen wir hier einiges beispielhaft herausgreifen.

Unsere historischen Vorfahren, die Germanen, verstanden das Himmelsgewölbe als eine Trennwand zu dem lichterfüllten Walhall. Die Sterne deuteten sie nicht als Himmelskörper, sondern als Licht, das von Walhall durch Löcher in der Wand auf die Erde scheine.

Der deutsche Dichter *Jean Paul* (1763-1825) schreibt voller Pessimismus (in seinem Roman „Siebenkäs“):

„Ich ging durch die Welten, ich stieg in die Sonnen und flog mit Milchstraßen durch die Wüsten des Himmels; aber es ist kein Gott ... Starres, stummes Nichts! Kalte, ewige Notwendigkeit! Wahnsinniger Zufall! ... Wie ist jeder so allein in der weiten Leichengruft des Alls!“

In seiner Hymne „An die Freude“ befaßt sich auch der bekannte Dichter *Friedrich v. Schiller* (1759-1805) mit Gott und den Sternen:

„Was den großen Ring bewohnt,
huldige der Sympathie!
Zu den Sternen leitet sie,
wo der Unbekannte thronet.

...

Ihr stürzt nieder, Millionen?
Ahnest du den Schöpfer, Welt?
Such' ihn überm Sternenzelt!
Übern Sternen muß er wohnen.

...

Schließt den heil'gen Zirkel dichter,
schwört bei diesem goldnen Wein,
dem Gelübde treu zu sein,
schwört es bei dem Sternenrichter!“

Schiller ist ergriffen von der Majestät des Sternenhimmels und kann sich nicht vorstellen, daß dieser ohne Urheber existieren könne. Wer und wie dieser Gott ist, weiß er nicht. Er vermutet ihn räumlich weit entfernt – nicht greifbar, jenseits des gestirnten Universums. Er nennt ihn den „Unbekannten“, weil er keine persönliche Beziehung zu diesem Schöpfer hat.

Der Urknalltheoretiker *Steven Weinberg*, der 1977 geschrieben hatte „Je begreiflicher uns das Universum wird, um so sinnloser erscheint es auch“ [W2, 162], beschäftigt sich in seinem neuen Buch „Der Traum von der Einheit des Universums“ im 11. Kapitel mit der Frage nach Gott. Er ist in seiner Erkenntnis immer noch nicht weiter gekommen, denn voller Resignation urteilt er nun [W3, 260]:

„Falls es einen Gott gibt, der besondere Pläne mit den Menschen hat, dann hat dieser Gott sich wirklich große Mühe gegeben, sein Interesse an uns nicht sichtbar werden zu lassen. Es erschiene mir unhöflich, wenn nicht gar respektlos, einen solchen Gott mit unseren Gebeten zu behelligen.“

Weinberg spürt selbst, wohin seine grüblerischen Gedanken führen, wenn er zugibt [W3, 265]: „Je mehr wir an unserem

Gottesbegriff herumtüfteln, um ihn plausibel zu machen, desto nichtssagender wird er.“ Man gewinnt den Eindruck, daß *Weinberg* von dem „Gott der Bibel“ kaum etwas gehört hat. Er hat sich offenbar nur mit einem „Gott der Philosophen“ beschäftigt, weil er beklagt [W3, 254]:

„Wissenschaftler und andere verstehen unter dem Wort ‚Gott‘ manchmal etwas so Abstraktes und Unbeteiligtes, daß ihr Gott kaum von den Naturgesetzen zu unterscheiden ist. *Einstein* hat einmal gesagt, er glaube an ‚den Gott *Spinozas*, der sich in der planmäßigen Harmonie dessen, was ist, offenbart, nicht an einen Gott, der sich um die Schicksale und Handlungen von Menschen kümmert‘.“

Wer Gott bei den Philosophen und in ihren Denksystemen sucht, der wird nur auf eine schemenhafte Gottesidee stoßen, aber nicht auf den liebenden und persönlich erfahrbaren Gott, zu dem man beten und rufen kann.

Weinberg zitiert den Astrophysiker *Jim Peebles* von der Princeton-Universität (USA), der mit ihm übereinstimmend bemerkte: „Ich glaube gern, daß wir einfach Treibgut sind“ [W3, 265].

Anknüpfend an den Anfang von Psalm 19 kommt *Weinberg* dann zu folgender Bewertung der Sterne [W3, 251]:

„Seit Davids Zeiten haben die Sonne und die anderen Sterne ihren Sonderstatus eingebüßt; wir wissen, daß sie Kugeln aus glühendem Gas sind, die zusammengehalten werden von der Gravitation und vor einem Kollaps bewahrt werden durch den Druck, der von der Wärme aufrechterhalten wird, die von thermonuklearen Reaktionen im Innern der Sterne ausgeht. Über die Herrlichkeit Gottes sagen uns die Sterne nicht mehr und nicht weniger als die am Boden liegenden Steine. Falls es tatsächlich etwas gäbe, das wir in der Natur entdecken könnten und

das uns eine spezielle Einsicht in das Werk Gottes gewähren würde, so müßten es die endgültigen Naturgesetze sein.“

In ähnlicher Weise äußerte sich auch die Astronomin *Margaret Geller* von der Harvard-Universität [W3, 265]: „Warum sollte es (= das Universum) einen Sinn haben? Was für einen Sinn? Es ist schlicht und einfach ein physikalisches System, wo soll da der Sinn liegen?“

Wie schätzen wir solche reduzierten Denkweisen ein? *Weinberg* und *Geller* gleichen Physikern, die eine Bachkantate oder die Darbietungen eines Geigenkünstlers oder Posaunisten alleine nach den Gesetzen der Akustik beurteilen. Jedes Musikstück vollzieht sich zwar aufs strengste und genaueste nach den gegebenen Naturgesetzen. Außerdem sind gewisse Umweltbedingungen erforderlich, denn ein Blasinstrument ist insbesondere auf die atmosphärischen Bedingungen (Luft von bestimmter Dichte – im Vakuum funktioniert keine Posaune! –, Druck, Temperatur) abgestimmt, und die Luft dient als Träger der Schallschwingungen. Wiewohl Naturgesetze und Umweltbedingungen notwendige Voraussetzungen für das Musikstück sind, läßt sich dieses physikalisch durch Frequenzcharakteristiken und Phonogramme beschreiben. Dennoch ist das Wesenhafte des Kunstwerkes damit weder erfaßt noch erklärt. Bei allein dieser Betrachtungsweise z. B. einer Sinfonie bleiben dem Hörer der Sinn und die schöpferische Absicht des Komponisten verborgen.

Ausgehend von demselben Sternenhimmel und demselben Universum, kann man auch zu einem völlig anderen Ergebnis kommen. Der französische Astronom *Charles Fehrenbach* ist international bekannt geworden durch seine Studien über die Große Magellansche Wolke, wofür er 1977 ausgezeichnet wurde. Auf die ihm von dem Schriftsteller *Christiane Chablais* während eines Interviews gestellte Frage „Was sagt Ihnen das Weltall?“, antwortete er:

„Wirklichkeiten zu schauen, die den anderen verwehrt, Naturerscheinungen zu verstehen, die die anderen nicht begreifen können, fordert uns noch mehr auf, vor dem Weltall zu staunen ... Sicherlich finde ich als Astronom Gott nicht darin. Doch bleibe ich auch als Astronom ein Glaubender ... Das Staunen bleibt, hervorgerufen durch die Weiten, die Grenzenlosigkeit und die wunderbaren Wechselbeziehungen der Gestirne, aber auch durch die Frage, wie ist die Welt beschaffen jenseits der Grenzen.“

Ob er dem Bibelwort „Die Himmel rühmen die Herrlichkeit Gottes“ (Ps 19,2) zustimmen könne, erwiderte er:

„O ja, ich glaube! Ich möchte hinzufügen, daß auch das Leben und ebenso das Atom Seine Herrlichkeit rühmen. Die Bedeutsamkeit dieser biblischen Worte ist für die Gegenwart noch eindrücklicher geworden.“ (aus: *Chr. Chablais*: „Dieu existe? Oui“, Paris 1979).

Wie kommt es zu so unterschiedlichen Aussagen, wie sie *Weinberg* und *Fehrenbach* ausdrückten? Die folgende kleine Geschichte markiert eine ähnliche Situation:

An einem warmen Sommerabend gehen zwei Menschen am Strand entlang. Sie lauschen auf das leise Plätschern der Wellen und betrachten den sternenübersäten Himmel. Plötzlich sehen sie beide auf dem Meer ein Licht aufblitzen. Wie reagieren sie auf dieses Ereignis?

Einer von ihnen, ein pensionierter Professor der Physik, läuft schnell zu seinem Auto, in dem er stets eine große Zahl physikalischer Geräte mit sich führt. Mit einer Stoppuhr mißt er die Länge der Lichtblitze, ermittelt mit einem Photometer ihre Helligkeit und mit einem Spektrometer ihr Spektrum. Er notiert die Position des Lichtes gegen die Sterne im Hintergrund. Auf der Heimfahrt hält er einige Male an und notiert dessen Position nochmals.

Als er zu Hause ankommt, fragt ihn seine Frau: „Du siehst so aufgeregt aus, Liebling, hast du heute abend etwas Auffälliges gesehen?“

„Ja“, antwortet er. „Ich beobachtete etwas, das ich als einen erhitzten Wolframdraht in einer Silikathülle identifizierte, der ein regelmäßiges Muster von Blitzen sichtbarer Strahlung einer Intensität von 2500 Lumen aus einer Entfernung von etwa 850 Metern vor der Küste aussandte.“

Die andere Person am Strand an diesem Abend ist ein junger Pfadfinder auf dem Heimweg. Als er zu Hause ankommt, fragt ihn seine Mutter (die gleiche Frage): „Du siehst so aufgeregt aus, Liebling. Hast du heute abend etwas Auffälliges gesehen?“

„Ja“, antwortet er. „Ich sah ein Boot auf dem Meer, das SOS-Signale aussandte. Da habe ich die Küstenwache alarmiert, und die hat sofort ein Rettungsboot ausgesandt. So konnten die Havaristen gerettet werden.“

Welche der beiden Personen hat die Situation treffender beurteilt nach dem, was sie beide sahen? Die eine kam über die Beschreibung des physikalischen Phänomens nicht hinaus, während die andere den Sinn des Signals begriff und entsprechend handelte. Kann es uns bei der Beurteilung des Sternenhimmels nicht ähnlich unterschiedlich ergehen?

Zum Jahreswechsel 1992/93 erschien in dem bekannten Magazin TIME ein bemerkenswerter Artikel [W5], welcher sich mit der Gottesfrage aus der Sicht amerikanischer Naturwissenschaftler befaßte. Der sich selbst als Agnostiker bezeichnende Evolutionsbiologe *W. D. Hamilton* formulierte sehr vage: „Die theologische Möglichkeit ist gewiß noch am Leben.“ TIME dazu: „Vor 100 Jahren, also zu Lebzeiten des Begründers der Evolutionslehre, *Charles Darwin* (1809-1882), habe es nicht so ausgesehen, als ob die theologische

Option' die Naturwissenschaft des 20. Jahrhunderts überleben würde, habe man nicht mehr geglaubt, daß Gott für die Wissenschaft überhaupt noch einmal eine Rolle spielen würde.“ Das Magazin verweist auf das Eingeständnis, daß alle Gelehrten bei der Behandlung von Herkunftsfragen irgendwann vor einem unüberwindlichen Vorhang landen:

„Wenn wir schon zugeben müssen, daß wir hinter diesen Vorhang nicht schauen können, wie wollen wir dann sicher sein, daß dort nichts ist?“

Weiterhin zieht TIME eine Bilanz bezüglich aller Urknall-hypothesen:

„Die Wissenschaft des 20. Jahrhunderts zeichnet ein Universum, das viel seltsamer ist als die meisten es sich vorgestellt haben. Dieses Universum funktioniert offenbar nicht so vorhersehbar wie ein Uhrwerk. Je tiefer unsere Erkenntnisse, desto verwirrender werden die Dinge für uns.“

David weist uns in Psalm 8,2-5 in eine andere Richtung, wenn er die Schöpfung betrachtet und gleichzeitig die Nähe Gottes bekundet:

„Herr, unser Herrscher, wie herrlich ist dein Name
in allen Landen,
du, den man lobet im Himmel!
Aus dem Mund der jungen Kinder und Säuglinge
hast du eine Macht zugerichtet ...
Wenn ich sehe die Himmel,
deiner Finger Werk,
den Mond und die Sterne, die du bereitet hast:
Was ist der Mensch, daß du seiner gedenkst,
und des Menschen Kind,
daß du dich seiner annimmst.“

Der amerikanische Physiker *Heinz Pagels* fragte [P2]:

„Was ist das Universum? Ist es ein 3-D-Film, in dem wir alle unfreiwillig mitspielen? Ist es ein kosmischer Witz, ein riesiger Rechner, ein Kunstwerk eines höheren Wesens oder nur ein Experiment?“

Dann gibt er selbst darauf eine Antwort: „Ich glaube, das Universum ist eine in einem Code, einem kosmischen Code, abgefaßte Nachricht, und der Wissenschaftler hat die Aufgabe, diesen Code zu entschlüsseln.“ Hiermit bewegt sich *Pagels* in eine Richtung, die wir jetzt näher untersuchen wollen.

Eine sehr zentrale Aussage über den Sinn der Gestirne und darüber hinaus über die ganze Schöpfung vermittelt uns Römer 1,19-21. Hier wird deutlich, *was* die Gestirne verkündigen. Die Werke der Schöpfung sind keinesfalls sinnlos, denn sie erfüllen einen wichtigen Zweck:

„Denn was man von Gott erkennen kann, das ist unter ihnen wohlbekannt; Gott selbst hat es ihnen ja kundgetan. Sein unsichtbares Wesen läßt sich ja doch seit der Erschaffung der Welt an seinen Werken mit dem geistigen Auge deutlich ersehen, nämlich seine ewige Macht und göttliche Größe. Daher gibt es keine Entschuldigung für sie, weil sie Gott zwar kannten, ihm aber doch nicht als Gott Verehrung und Dank dargebracht haben, sondern in ihren Gedanken auf nichtige Dinge verfallen sind und ihr unverständiges Herz in Verfinsterung haben geraten lassen“ (*Menge-Übers.*).

Dreierlei entnehmen wir diesem richtungsweisenden neutestamentlichen Text:

1. Die Schöpfung bezeugt, daß ein Gott ist: Es gibt kein Volk auf dieser Erde, das nicht in irgendeiner Form an einen Gott glaubt. Das Zeugnis der Schöpfung ist so klar, daß die Weltallsweiten nicht aus sich selbst entstanden sein können. Sie schreien geradezu nach einem Schöpfer. Es ist Gottes

Wille, daß wir uns seiner Botschaft aussetzen. Gott sagte zu Abraham: „Siehe gen Himmel!“ (1 Mo 15,5). Das gilt auch dir und mir: Schau dir das Firmament an; nimm dir die Zeit zur Beobachtung; greife zu einem Fernglas, und du kommst aus dem Staunen nicht heraus. Die Größe Gottes steht dann förmlich vor unseren Augen. In der Physik kennen wir ein grundlegendes Gesetz, es ist der „Energiesatz“ oder das „Gesetz von der Erhaltung der Energie“. Es besagt, daß in unserer Welt Energie weder aus Nichts gewonnen noch vernichtet werden kann. Wie aber ist dann die Energie des Weltalls entstanden? Aus sich selbst heraus ist es nicht möglich, somit bleibt alternativ nur die Möglichkeit eines äußeren Eingriffes übrig. Der Schöpfungsakt Gottes ist somit der logische Glaubensanschluß an die physikalische Erkenntnis.

2. Die Schöpfung gibt Zeugnis von der großen Kraft Gottes: Nach heutiger Erkenntnis ist das Universum mindestens 12 Milliarden Lichtjahre ausgedehnt. (Achtung: Das Lichtjahr ist ein Entfernungsmaß, nämlich 9,46 Billionen km, aber kein Zeitmaß!). Man schätzt, daß die Gesamtmasse des Alls 10^{54} kg beträgt; das entspricht gemäß der bekannten *Einsteinschen* Formel $E = m \cdot c^2$ einem Energieäquivalent von $25 \cdot 10^{60}$ MWh. Bei der Sternenzahl (10^{25}) haben wir versucht, uns einen Eindruck von der Größe der Zahl zu verschaffen. Bei der Energiemenge des Alls versagt jeder anschauliche Vergleich, weil diese Zahl zu unermesslich ist.

Wer gerne mit Zahlen umgeht, dem seien hier einige Vergleiche genannt: Das größte Kraftwerk der Welt ist das Itaipu-Kraftwerk am Parana (zwischen Brasilien und Paraguay). 18 Turbinen erzeugen eine Gesamtleistung von 12 600 MW. Wegen der Beziehung $E = P \cdot t$ (Energie = Leistung $\times$ Zeitdauer) entspricht das einer jährlichen Energiemenge von $12\,600 \text{ MW} \cdot 365 \text{ Tage/Jahr} \cdot 24 \text{ h/Tag} = 110,4 \cdot 10^6 \text{ MWh/Jahr}$. Fragt man danach, welcher Faktor zwischen dieser Energiemenge und den oben genannten $25 \cdot 10^{60}$ MWh liegt, dann kommt man zu der nicht mehr vorstellbaren Zahl Z:

$$Z = 25 \cdot 10^{60} / (110,4 \cdot 10^6) = 0,23 \cdot 10^{54} = 0,23 \cdot (1 \text{ Milliarde})^6$$

Da diese Zahl so sehr außerhalb unseres Vorstellungsbereiches liegt, wollen wir versuchen, uns schrittweise dorthin vorzutasten. Ein Quadratmillimeter (mm^2) ist eine recht kleine Fläche und entspricht einem Quadrat mit einer Seitenlänge von einem Millimeter. Wir wollen nun die Frage stellen, wieviele mm^2 auf verschiedenen Kugeloberflächen Platz finden. Eine Kirsche von 12 mm Durchmesser hat eine Oberfläche von 452 mm^2 . Bei einem Tennisball sind es $13\,000 \text{ mm}^2$, und ein großer Kürbis bringt es auf $800\,000 \text{ mm}^2$. Eine Kugel von einem Meter Durchmesser hat bereits $3,14$ Millionen mm^2 . Bei 100 m Durchmesser steigt die Zahl der mm^2 gar auf $31,4$ Milliarden. Mit diesen Zahlen sind wir aber immer noch unvorstellbar weit von unserer oben erwähnten Zahl Z entfernt. So müssen wir jetzt zu astronomischen Vergleichen übergehen:

Oberfläche der Erde	$510 \cdot 10^{18} \text{ mm}^2$
„Oberfläche“ der Sonne	$6,1 \cdot 10^{24} \text{ mm}^2$
Oberfläche einer Kugel, in der die Bahnen unseres Planetensystems Platz hätten	$437 \cdot 10^{30} \text{ mm}^2$
„Oberfläche“ des größten Sterns Alpha Herkules mit 250 Milliarden km Durchmesser	$196 \cdot 10^{33} \text{ mm}^2$
Oberfläche einer Kugel mit einem Durchmesser von 1 Lichtjahr ($d = 9,46 \cdot 10^{18} \text{ mm}$)	$281 \cdot 10^{36} \text{ mm}^2$
Oberfläche einer Kugel mit einem Durchmesser von 1000 Lichtjahren ($d = 9,46 \cdot 10^{21} \text{ mm}$)	$281 \cdot 10^{42} \text{ mm}^2$
Oberfläche einer Kugel mit einem Durchmesser von 1 Million Lichtjahren ($d = 9,46 \cdot 10^{24} \text{ mm}$)	$281 \cdot 10^{48} \text{ mm}^2$

Selbst auf einer so riesigen Kugel mit einem Durchmesser von einer Million Lichtjahren gibt es auf deren Oberfläche

noch nicht einmal so viele mm^2 wie die Zahl Z angibt. Dies würde erst erreicht bei einer Kugel mit einem Durchmesser von sage und schreibe 28,4 Millionen Lichtjahren.

Wie groß und mächtig muß dann dieser Gott sein, wenn er durch ein Allmachtswort solche riesigen Energiebeträge freisetzt, wie wir sie oben genannt haben! Alles zeugt von der Kraft Gottes, die alles menschlich erdenkliche Maß bei weitem übersteigt. Nur der „Finger Gottes“ (Ps 8,4) reicht für die Schöpfertätigkeit, noch nicht einmal die ganze Hand wird gebraucht. Der Psalmist betet voller Staunen: „Herr, wie sind deine Werke so groß und viel! Du hast sie alle weislich geordnet, und die Erde ist voll deiner Güter“ (Ps 104,24), und „Wer kann die großen Taten des Herrn ausreden und alle seine löblichen Werke preisen?“ (Ps 106,2).

Der bekannte französische Mathematiker und Begründer der Wahrscheinlichkeitsrechnung *Blaise Pascal* (1623-1662) stellte fest, daß die Werke der Schöpfung uns in eine Entscheidungssituation bringen: „Wie alle Dinge von Gott reden zu denen, die ihn kennen, und ihn enthüllen denen, die ihn lieben, so verbergen sie ihn aber auch allen denen, die ihn nicht suchen und nicht kennen.“ Der Atheist *Theo Löbsack* ist ein eindruckliches Beispiel dafür, wie sich dieses Verbergen artikuliert: „Vorstellungen wie die, daß irgendwo ein geheimnisvolles Wesen walte, von dem alles herstamme, bei dem die Fäden zusammenliefen, das, mit einem Wort, die Welt erschaffen habe und sie lenke – Gott –, solche Vorstellungen mögen einen Kinderhimmel schmücken können.“ Kennt *Löbsack* nicht die persönlichen Zeugnisse großer Naturforscher, wenn er meint, den Glauben an den Schöpfer auf kindliche Gemüter zu begrenzen? Für *Newton*, einen der größten Physiker, stand fest, daß der Bau des Sonnensystems eine Schöpfung Gottes ist:

„Die wunderbaren Einrichtungen der Sonne, der Wandelsterne, der Kometen können nur nach dem Plan eines all-

wissenden und allmächtigen Wesens und nur nach dessen Weisung zustandekommen.“

Ähnlich zieht der deutsche Astronom *Johann Heinrich Mädler* (1794-1874) seine Schlußfolgerung aus der Betrachtung der Schöpfung:

„Ein echter Naturforscher kann kein Gottleugner sein. Wer so tief wie wir in Gottes Werkstatt hineinschaut und soviel Gelegenheit hat, seine Allwissenheit und ewige Ordnung zu bewundern, der muß in Demut seine Kniee beugen vor dem Walten des heiligen Gottes.“

Die Erkenntnis Gottes aus seinen Werken gemäß Römer 1,19-20 wird auch bei *Johannes Kepler* (1571-1630), dem bekannten deutschen Astronomen, deutlich, der die drei nach ihm benannten Gesetze der Planetenbewegung entdeckte. Das dritte Gesetz beschreibt er 1619 in seinem Werk „*Harmonices Mundi*“, das mit dem folgenden abschließenden Gebet die Verknüpfung von wissenschaftlicher Arbeit und persönlichem Glauben an den Schöpfer bezeugt:

„Das ist es also, was ich über das Werk des göttlichen Schöpfers vorbringen wollte. Es ist jetzt Zeit, daß ich endlich Augen und Hände von den Blättern voller Sätze und Beweise weg zum Himmel erhebe und zum Vater des Lichtes in Andacht und Demut bete:

O Du, der Du durch das Licht der Natur das Verlangen in uns mehrest nach dem Licht Deiner Gnade, um uns durch dieses Licht Deiner Herrlichkeit zu leiten, ich sage Dir Dank, Schöpfer, Gott, weil Du mir Freude gegeben hast an dem, was Du gemacht hast, und ich frohlocke über die Werke Deiner Hände. Siehe, ich habe jetzt das Werk vollendet, zu dem ich berufen ward. Ich habe dabei alle die Kräfte meines Geistes genutzt, die Du mir verliehen hast. Ich habe die Herrlichkeit Deiner Werke den Menschen, die meine Ausführungen lesen werden, geoffenbart, so-

viel von ihrem unendlichen Reichtum mein enger Verstand hat fassen können.“

3. Das Geschaffene oder den Schöpfer verehren? Nach heidnischen¹⁵ Vorstellungen werden die Sonne und auch die anderen Himmelskörper für göttliche Wesen gehalten. Die göttliche Verehrung der Gestirne, insbesondere der Sonne, gehört oft zum Kernstück der heidnischen Religionen. So wurde im alten Ägypten Re als Sonnengott verehrt. In der Hauptkultstätte Heliopolis (nordöstlich von Kairo gelegen) war ihm ein eigener Tempel geweiht. Im japanischen Schintoismus wurde noch bis 1945 die Sonnengöttin Amaterasu als höchste Gottheit und Ahnmutter des japanischen Kaiserhauses angesehen. Bei den Griechen war Helios einerseits die Sonne selbst, andererseits aber auch der Name des Sonnengottes, den die Römer als Sol anbeteten. Von alters her sind die fünf mit bloßem Auge beobachtbaren Planeten bekannt, die wegen des gängigen Gestirnkultes auch heidnische Götternamen erhielten:

- **Merkur** nach dem römischen Gott des Handels (lat. *Mercurius*), der eine Übernahme des griechischen Hermes (Schutzgott der Diebe und Kaufleute) darstellt.
- **Venus** nach der italischen Göttin, die mit der griechischen Göttin Aphrodite gleichgesetzt wurde.
- **Mars** nach dem römischen Gott des Krieges, der mit dem griechischen Gott Ares identisch ist.

¹⁵ **Heiden:** Unter „Heiden“ verstehen wir normalerweise Nichtchristen, also Menschen, die den Gott der Bibel nicht kennen. Nach biblischem Wortgebrauch sind mit Heiden fast immer Nichtisraeliten oder Nichtjuden gemeint. Es ist das Anliegen Gottes, daß auch die Heidenvölker ihn loben: „Lobet den Herrn, alle Heiden, preiset ihn, alle Völker“ (Ps 117,1). Das Evangelium von Jesus Christus ist zur weltweiten Verkündigung gegeben (Mt 28,18-20).

- **Jupiter** nach dem römischen Hauptgott. Sein Name geht auf den gleichen Ursprung zurück wie der des griechischen Zeus, mit dem er identifiziert wurde.
- **Saturn** nach dem altitalischen Agrargott, der mit dem griechischen Gott Kronos gleichgesetzt wurde.

Auch die erst in der Neuzeit entdeckten Planeten **Uranus** (1781), **Neptun** (1846) und **Pluto** (1930) erhielten entsprechende Götternamen aus der griechischen Mythologie.

Die Bibel macht einen deutlichen Unterschied zwischen Schöpfer und Geschaffenem. Alle Geschöpfe und Gestirne sind von Gott zielorientiert als Funktionsträger geschaffen und nach Römer 1,19-20 ein unverkennbarer Hinweis auf die Existenz, den Ideenreichtum, die Kraft und die Göttlichkeit des Urhebers, dem darum allein aller Dank und alle Anbetung zusteht. Nach der Bibel haben die Gestirne keinerlei mythologische Bedeutung; ihre Verehrung und Anbetung wird als Götzendienst gebrandmarkt: „Wenn bei dir ... jemand gefunden wird, Mann oder Frau, der da tut, was dem Herrn, deinem Gott, mißfällt, daß er seinen Bund übertritt und hingeht und dient anderen Göttern und betet sie an, es sei Sonne oder Mond oder das ganze Heer des Himmels, was ich nicht geboten habe, ... so sollst du den Mann oder die Frau, die eine solche Übeltat begangen haben, hinausführen zu deinem Tor und sollst sie zu Tode steinigen“ (5 Mo 17,2-5). Auch in den Zehn Geboten wird jeglicher Gestirns kult ausdrücklich verboten: „Bete sie nicht an und diene ihnen nicht!“ (2 Mo 20,5). Ebenso finden wir in 5. Mose 4,19 eine entsprechende Mahnung: „Daß du auch nicht die Augen aufhebest gen Himmel und sehest die Sonne und den Mond und die Sterne, das ganze Heer des Himmels, und fallest ab und betest sie an und dienest ihnen.“ Als Paulus nach Athen kam, fand er einen Altar mit der Aufschrift: „Dem unbekannten Gott“ (Apg 17,23). Wie bereits dargestellt, hatten sich die Griechen zahlreiche Götter erdacht, aber sie kannten nicht

den Gott, der Himmel und Erde gemacht hat. Da sie von ihm nicht wußten, versuchten sie, ihn durch einen Altar zu ehren. Paulus knüpfte an diese Unwissenheit an und verkündigte ihnen nun den „Gott, der die Welt gemacht hat und alles, was darin ist, er, der Herr des Himmels und der Erde“ (Apg 17,24). Paulus betont, daß wir es bei diesem Gott nicht mit einem fernen höheren Wesen „über'm Sternenzelt“ (*Schiller*) zu tun haben, sondern daß dieser Gott ganz persönlich in unser Leben tritt. Er ruft uns zur Umkehr von unserem bisherigen Denken auf und bietet dafür den heilserforderlichen Glauben an Jesus Christus an:

„Zwar hat Gott über die Zeit der Unwissenheit hinweggesehen; nun aber gebietet er den Menschen, daß alle an allen Enden Buße tun (= umkehren, von Grund auf ändern). Denn er hat einen Tag festgesetzt, an dem er den Erdkreis richten will mit Gerechtigkeit durch einen Mann (= Jesus), den er dazu bestimmt hat, und hat jedermann den Glauben angeboten, indem er ihn von den Toten auf-erweckt hat“ (Apg 17,30-31).

8.2 Die Sterne verkündigen die Herrlichkeit Gottes

In Psalm 19,2 heißt es in der *Luther*-Übersetzung: „Die Himmel erzählen die Ehre Gottes, und die Feste verkündigt seiner Hände Werk.“ Das hebräische Wort „*kabod*“ bzw. das griechische Wort „*doxa*“ bedeutet eigentlich nicht nur Ehre, sondern auch Herrlichkeit. Die Herrlichkeit Gottes ist eine zentrale Aussage der Bibel. Sie meint damit die Schönheit, die Majestät und den überirdischen Lichtglanz, der von der Nähe Gottes ausgeht. Der 150. Psalm lobt diese Herrlichkeit Gottes: „Lobet den Herrn in seinem Heiligtum; lobet ihn in der Feste seiner Macht! Lobet ihn in seinen Taten; lobet ihn in seiner großen Herrlichkeit!“ (Psalm 150,1-2). Diese Herrlichkeit Gottes rühmen nun auch die

Gestirne. In der Jerusalemer Übersetzung heißt es treffender: „Die Himmel rühmen die Herrlichkeit Gottes, die Himmelsfeste verkündet das Werk seiner Hände.“ Ein moderner Lobpsalm in Anlehnung an Psalm 148 könnte lauten (aus: Zeitschrift „Entscheidung“, 1988):

Lobet den Herrn
ihr Nebelflecke, Staubkörnern gleich
auf der Fotoplatte.

Lobet den Herrn
Sirius und seine Gefährten
Arktur, Aldebaran und Antares.

Lobet den Herrn
ihr Meteoriten,
elliptische Bahnen der Kometen
und künstliche Planeten.

Lobet den Herrn
Atmosphäre und Stratosphäre,
Röntgenstrahlen und Hertzsche Wellen.

Lobet den Herrn
Atome und Moleküle,
Protonen und Elektronen,
Protozoen und Radiolarien.

Lobet den Herrn
Vögel und Libellen.

Lobet den Herrn
sechseckige Schneekristalle
und smaragdene Prismen des Kupfersulfats
unterm Elektronenmikroskop,
fluoreszierende Blumen auf dem Meeresgrund,
Kieselalgen, diamantennem Halsband gleich,

Diadem der Antillen,
Anurida maritima und Ligia exotica.

Lobet den Herrn
Wendekreis des Krebses und nördlicher Polarkreis,
Stürme des Nordatlantiks und der Humboldtstraße,
ihr dunklen Wälder des Amazonas,
ihr Südseeinseln, Vulkane und Lagunen
und du Mond der Karibischen Inseln
hinter den Silhouetten der Palmen.

Lobet den Herrn
ihr Polizisten, Studenten
und hübschen Mädchen.

Sein Ruhm übertrifft Himmel und Erde,
Teleskope und Mikroskope.

Er hat sein Volk groß gemacht und
Israel zu seinem Verbündeten.

Halleluja!

8.3 Die Sterne als Zeichen

Wir wollen uns noch einmal an den Vers 14 des Schöpfungsberichtes erinnern: „Es werden Lichter an der Feste des Himmels, die da scheiden Tag und Nacht und geben **Zeichen**, Zeiten, Tage und Jahre.“ Daraus geht hervor: Eine der von Gott beabsichtigten Aufgaben der astronomischen Körper ist es, „Zeichen zu sein“. Das hebräische Wort „*ót*“, das dort im Schöpfungsbericht steht, ist derselbe Begriff, der im Zusammenhang mit Kain genannt wird: „Und der Herr machte ein **Zeichen** an Kain, daß ihn niemand erschlüge, wer ihn fände“ (1 Mo 4,15b). Als Gott mit Noah einen Bund schloß, gab er von da an dem Regenbogen eine zeichenhafte Bedeutung:

„Meinen Bogen habe ich gesetzt in die Wolken; der soll das *Zeichen* sein des Bundes zwischen mir und der Erde“ (1 Mo 9,13). Dieses Wort „öt“ kommt auch in der Wendung „Zeichen und Wunder“ vor, z. B. in 2. Mose 7,3b: „... daß ich meiner *Zeichen* und Wunder viel tue in Ägyptenland“.

Aus diesen Hinweisen mögen wir bezüglich des Verses 14 in 1. Mose 1 erkennen: Die Gestirne sind mehr als nur Kalendermacher; sie sind Informationsträger, sie haben eine zeichenhafte Bedeutung. Das Wesenhafte eines Zeichens besteht darin, daß es von sich selbst weg auf etwas anderes oder auf jemanden hinweist. Wir kennen das Wort „Zeichen“ mit mancherlei Vorsilben: Abzeichen, Anzeichen, Kennzeichen, Schriftzeichen, Bundeszeichen, Erkennungszeichen, Zeitzeichen u. a. Immer wird das Zeichen mit einer Bedeutung belegt. Ein Zeichen ist die einfachste Form jeder Art von Stellvertretung für eine Person oder Sache oder ein Ereignis. In [G6, 145] hat der Verfasser im Rahmen des Informationsbegriffs ausführlicher auf diese grundlegende Eigenschaft jeder Information hingewiesen.

Bei den biblischen Zeichen trifft Gott die Code-Definition und teilt dem Menschen mit, welche Bedeutungszuordnung er jeweils gesetzt hat. So ist der **Regenbogen** mehr als ein physikalisches Phänomen, bei dem durch die Prismenwirkung der Wassertröpfchen in der Atmosphäre das weiße Sonnenlicht in die sieben sichtbaren Spektralfarben rot, orange, gelb, grün, blau, indigo, violett optisch zerlegt wird. Gott hat dieser Naturerscheinung eine Bedeutung zugeordnet und somit den Regenbogen zum Zeichenträger für einen Bund gemacht:

„Und wenn es kommt, daß ich Wolken über die Erde führe, so soll man meinen Bogen sehen in den Wolken. Als dann will ich gedenken an meinen Bund zwischen mir und euch und allen lebendigen Seelen in allerlei Fleisch, daß nicht mehr hinfort eine Sintflut komme“ (1 Mo 9,14-15).

Wesentlich für jede Zeichensetzung – wie auch in der Informatik üblich – ist die eindeutige Zuordnung einer bestimmten Bedeutung zu einem Phänomen, einem Vorgang oder einem Gegenstand. Ist diese Festlegung einmal getroffen, so bleibt es bei dieser Code-Zuordnung. In der Bibel gibt es zahlreiche weitere Beispiele, wie Gott derartige Symbole mit eindeutigen Bedeutungszuordnungen versieht. Auch ein speziell angefertigter Gegenstand (z. B. die kupferne Schlange ist nach 4. Mose 21,6-9 das Zeichen der Rettung vor giftigen Wüstenschlangen und ist ein Hinweis auf den gekreuzigten Christus; siehe Joh 3,14-5) oder eine präzisierbare Handlung¹⁶ können eine solche Funktion übernehmen. Im folgenden wollen wir uns wegen der Thematik des Buches auf solche Beispiele beschränken, bei denen Gott Gestirne zur Zeichensetzung benutzt.

8.3.1 Sternkonstellationen

Ein zentraler Vers in diesem Zusammenhang steht in Hiob 38,32, der nach *Menge* lautet: „Läßt du die Bilder des Tierkreises (hebr. *mazzaroth* = Konstellationen) zur rechten Zeit hervortreten ... ? In der englischen *New International Version* heißt es: „Can you bring forth the *constellations* (= Sternbilder) in their seasons?“ Die Elberfelder Bibel weist in dieselbe Richtung: „Kannst du die Bilder des Tierkreises hervortreten lassen zu ihrer Zeit ...?“ Ist das nicht eine merk-

¹⁶ **Handlungen mit Zeichencharakter:** Die Beschneidung der Knaben am 8. Tag nach der Geburt ist nach 1. Mose 17,9-12 das *Bundeszeichen* Gottes mit Abraham. Das Blut an den Türpfosten der Israeliten ist nach 2. Mose 12,7+12-13 das *Erkennungszeichen* für die Bewahrung vor dem Würgeengel in Ägypten und ein Schattenbild auf das vollkommene Passahlamm – Christus! Das Abendmahl ist nach 1. Korinther 11,24-25 das *Erinnerungszeichen* (d. h. zum Gedächtnis) an unsere Erlösung durch den Tod Christi. Der persönliche Glaube an den Herrn Jesus Christus und die Taufe sind das *Bundeszeichen* unserer (neutestamentlichen) Zugehörigkeit zum Volk Gottes.

würdige Sache, daß in der Bibel etwas von **Tierkreiszeichen** steht, jenen → Sternbildern, die beim Horoskop eine so große Rolle spielen? In 5. Mose 18,10-13 verurteilt Gott all diese Wahrsagerei und Zeichendeuterei: „Daß nicht jemand unter dir gefunden werde, ... der ein Weissager oder ein Tagewähler oder der auf Vogelgeschrei achte oder ein Zauberer oder Beschwörer oder Wahrsager oder Zeichendeuter oder der die Toten befrage. Denn wer solches tut, der ist dem Herrn ein Greuel ... Du aber sollst rechtschaffen sein mit dem Herrn, deinem Gott.“ Auch in Jesaja 47,13-14 finden wir eine gründliche Verurteilung der Sterndeuterei auf die Lebenswege von Menschen. Wer solches tut, verfällt dem Gericht Gottes:

„Laß hertreten und dir helfen die Meister des Himmelslaufs und die Sterngucker, die nach den Monaten rechnen, was über dich kommen werde. Siehe, sie sind wie Stoppeln, die das Feuer verbrennt; sie können ihr Leben nicht erretten vor der Flamme; denn es wird nicht eine Glut sein, dabei man sich wärmen, oder ein Feuer, daran man sitzen möge.“

Zur Zeit des Königs Josia von Juda wurden den Gestirnen auch in Israel und Juda Opfer gebracht. Josia beendete diesen schrecklichen Kult: „Und er (= Josia) machte den Götzopfern ein Ende ... und denen, die dem Baal, der Sonne und dem Mond und dem Tierkreisbild und dem Heer des Himmels Rauchopfer darbrachten“ (2 Kön 23,5; *Rev. Elberfelder*).

In 3. Mose 20,6 stehen ebenso ernste Ermahnungen: „Wenn eine Seele sich zu den Wahrsagern und Zeichendeutern wenden wird, daß sie ihnen nachfolgt, so will ich mein Antlitz wider dieselbe Seele setzen und will sie aus ihrem Volk ausrotten.“ Das Neue Testament wird noch deutlicher und schließt die Götzendiener und Zauberer vom ewigen Leben aus: „... deren Teil wird sein in dem Pfuhl, der mit Feuer und Schwefel brennt“ (Offb 21,8). Warum verbietet Gott diese

Art der Zeichendeuterei, wenn er doch selbst im Schöpfungsbericht sagt, daß die Gestirne als Zeichen gedacht sind? Auch in Psalm 19 wird eindeutig betont, daß die Gestirne zur Verherrlichung Gottes dienen.

Wenn die Sterne eine Schöpfung Gottes sind und sie eine Botschaft tragen, dann hat der Verführer auch dort ein akutes Interesse, die echte Information zu entstellen und für seine Zwecke zu mißbrauchen. Diese Verfälschung begegnet uns in Form der unbiblischen Astrologie¹⁷. Alle Gedankensysteme, bei denen den Tierkreiszeichen oder auch anderen Sternbildern oder Gestirnen eine astrologische Bedeutung hinterlegt wird, sind eindeutig nicht von Gott gewollt. Es ist Gott ein Greuel, wenn wir uns damit befassen. Es gibt heute kaum eine Zeitung, die nicht Horoskope abdruckt und damit ständige Falschmeldungen verbreitet, an denen der Teufel interessiert ist. Nach astrologischer Theorie beeinflussen nicht alle Sterne unser Leben, sondern nur die Planeten, die Sonne, der Mond und die Fixsterne des Tierkreises. Es überrascht, daß nach Auffassung der Sterndeuter z. B. das wohlvertraute Sternbild des Großen Wagens (Bären) sowie das Heer der mindestens 100 Milliarden Sonnen unserer Milchstraße „unwirksam“ seien, obwohl sie eigenes Licht ausstrahlen. Die Astrologie ist ein Geisteserbe heidnischer Religionen, wobei von der Vorstellung ausgegangen wird, die Planeten und andere Gestirne des Tierkreises seien Götter, die mit bösem oder wohlwollendem Blick das Geschehen auf der Erde betrachten und beeinflussen.

¹⁷ **Astrologie:** Die Vorsilbe *Astro* geht auf das griechische Wort *aster* zurück und bedeutet Stern. Das griechische Wort *logos* bedeutet Lehre, Rede, Wort. Am Anfang des Johannesevangeliums wird Jesus als der Logos bezeichnet. Das Wort *Astrologie* wäre somit eine geeignete Bezeichnung für jene Wissenschaft, die sich mit den Sternenwelten beschäftigt und ihre Herkunft von der Bibel beantwortet. Leider wird dieses treffende Wort nun für eine Betätigung verwendet, die Gott streng verboten hat, nämlich die Wahrsagerei aus den Sternen.

Ob speziell die Tierkreiszeichen eine ursprünglich von Gott gegebene Originalbedeutung hatten, können wir nicht mit Gewißheit sagen, aber auch nicht ausschließen. Aber gesetzt den Fall, es wäre so: Sollten wir dann nicht nach dieser Originalbotschaft forschen? Wir wollen also einmal den Gedanken einer von Gott gesetzten ursprünglichen Bedeutung weiter verfolgen. Welches könnte dann die Originalbedeutung der Tierkreiszeichen gewesen sein? Wir haben zunächst drei grundsätzliche Punkte zu bedenken:

1. Die Tierkreiszeichen wurden seit frühester Geschichte von verschiedenen Völkern weitgehend als dieselben Muster erkannt (siehe Fußnote S. 86). Es ist auffallend, daß es trotz unterschiedlicher Namensgebung durchweg (außer der Waage) Benennungen aus dem Bereich der Lebewesen waren. Das gilt sowohl für die Babylonier als auch für das altägyptische und altchinesische Reich.

2. Die Sterne und auch ihre Konstellationen sind eine Schöpfung Gottes. Es gilt auch hier das Wort aus 1. Timotheus 4,4: „Denn alles, was Gott geschaffen hat, ist gut.“ Somit ist auch die ganze ursprüngliche Schöpfung einschließlich der Gestirne mit ihrer Botschaft einbezogen.

3. Wenn Gott die Sterne mit einer Botschaft versehen hat, dann ist es keine andere als die, die uns heute in der Bibel vorliegt. In diesem Sinne äußert sich auch Paulus: „Daß ich euch immer dasselbe schreibe, verdrießt mich nicht und macht euch desto gewisser“ (Phil 3,1).

Uns ist das vollständige Wort Gottes in Schriftform gegeben, und damit liegt uns ein absoluter Führer für Glauben und Leben vor. Das war nicht immer so. Im ersten Drittel der Menschheitsgeschichte – von Adam bis Abraham – gab es vermutlich wenige schriftliche Aufzeichnungen, nämlich nur die kurzen Informationen über die in 1. Mose in den Kapiteln 5, 10 und 11 erwähnten Hauptpersonen. So ist es

vorstellbar, daß die von Gott plazierten Zeichen am Himmel, die die Herrlichkeit Gottes ausweisen, ursprünglich auch als eine visuelle Hilfe für die Menschen gedacht gewesen sein könnten. Wir wollen also einfach den Gedanken einmal weiterdenken, daß Gott uns in den Sternen der Tierkreiszeichen etwas sagen will, was über die Aussage der Schöpfung hinausgeht. Diese Botschaft muß mit dem Inhalt der Bibel übereinstimmen.

Das Evangelium von Jesus klingt schon in 1. Mose 3,15 an, wo es heißt: „Und ich werde Feindschaft setzen zwischen dir und der Frau, zwischen deinem Samen und ihrem Samen; er (= Jesus) wird dir den Kopf zermalmen, und du, du wirst ihm die Ferse zermalmen“ (*Rev. Elberfelder*). Unter dem vorgenannten biblischen Hintergrund könnte es sein, daß Gott diese Information schon zeichenhaft in die Tierkreiszeichen hineingelegt hat. Solch eine Botschaft würde sogar die Verwüstung durch die Sintflut und die Sprachenverwirrung von Babel überleben, denn sie ist unauslöschlich am Himmel geschrieben. Die Originalbedeutung der Tierkreiszeichen können wir heute nicht mehr ermitteln, aber anhand der uns jetzt vollständig bekannten Evangeliumsbotschaft versuchen, nachzuzeichnen. Wenn Gott zentrale Botschaften mit Hilfe von Sternkonstellationen zeichenhaft zum Ausdruck gebracht hat, und die Menschen diese lesen, dann handelt es sich um einen Informationsübertragungsvorgang. So können die bekannten fünf Ebenen der Information [G6, 144-148] auch hier angewandt werden:

1. Statistik (Aspekt der verwendeten Zeichen): Der nächtliche Sternenhimmel liefert mit seinen Leuchtpunkten die zur Informationsübermittlung benötigten Signale. Hier kommt zur Anwendung, was im Schöpfungsbericht bezüglich der Sterne bereits geschrieben steht: sie sollen als *Zeichen* dienen (1 Mo 1,14).

2. Syntax (Aspekt der Zeichenkombination): Beim Lauf der

Erde um die Sonne werden dreizehn Sternzeichen auf der Ekliptik durchlaufen. Wenn wir diese zwölf Sternbilder des Tierkreises als Code annehmen, dann haben wir damit die Möglichkeit, dreizehn¹⁸ göttliche Botschaften darzustellen.

3. Semantik (Aspekt der Bedeutung): In Anlehnung an die bekannten und international eingeführten (lateinischen) Namen der Sternbilder wollen wir ihnen nun biblische Wahrheiten zuordnen. Es sei deutlich hervorgehoben, daß es sich hierbei um ein frei gestaltetes Gedankenmodell handelt – keineswegs um eine Auslegung im Sinne einer Textinterpretation. Das angestrebte Ziel lautet: Wir wollen eine visuelle Hilfe geben, um uns an zentrale biblische Aussagen zu erinnern, wenn wir den Namen des Sternbildes hören oder dieses selbst einmal am Nachthimmel beobachten. Die im folgenden genannten semantischen Verknüpfungen zwischen biblischer Aussage und Sternbild sind zwar frei gestaltet, aber es wurde versucht, zu dem Namen des jeweiligen Sternbildes eine passende biblische Wahrheit zu finden. Unser Ziel können wir auch so formulieren: **Die Werbefläche am Himmel gehört Gott allein!** Neben dem deutschen Namen sind in Klammern auch der lateinische und der englische Name des Sternbildes genannt.

1. Steinbock (Capricornus, the Goat): „Die hohen Berge sind für die **Steinböcke**, die Felsen eine Zuflucht für die

¹⁸ **Nicht 12, sondern 13 Tierkreiszeichen:** Die scheinbare jährliche Sonnenbahn läuft durch mehrere Sternbilder. Üblicherweise spricht man von 12 Sternbildern. 1930 wurden von der Internationalen Astronomischen Union (IAU, International Astronomical Union) 88 Sternbilder mit ihren definierten Abgrenzungen zueinander akzeptiert. Geht man von dieser Definition aus, so läuft die scheinbare jährliche Sonnenbahn nicht durch 12, sondern genau genommen durch 13 Sternbilder. Zwischen Skorpion (lat. *Skorpius*) und Schütze (lat. *Sagittarius*) liegt noch der Schlangenträger (lat. *Ophiuchus*). Dieses Sternbild liegt zwar mit seinem Hauptanteil nördlich der Ekliptik, dennoch wird dieses eindeutig von der scheinbaren Sonnenbahn durchlaufen.

Klippdachse“ (Ps 104,18; *Rev. Elberfelder*). Dieser Vers bringt die Fürsorge Gottes für seine Geschöpfe zum Ausdruck. Jesus sagt in Matthäus 10,29-31: „Welchen Wert hat schon ein Spatz auf dem Dach! Trotzdem fällt keiner tot zur Erde, wenn es euer Vater nicht will ... Darum habt keine Angst! Ihr seid Gott mehr wert als ein ganzer Spatzenschwarm“ (*Hoffnung für alle*). In der Bergpredigt lehrt uns der Herr Jesus ein anderes anschauliches Beispiel göttlicher Fürsorge: „Wenn aber Gott sogar das Gras so schön wachsen läßt, das heute auf der Wiese grünt und morgen vielleicht schon verbrannt wird, meint ihr, daß er euch dann vergessen würde? Vertraut ihr Gott so wenig?“ (Mt 6,30; *Hoffnung für alle*). Wenn Gottes Fürsorge das Gras, die Spatzen und Steinböcke einschließt, wieviel mehr uns Menschen! Darum heißt es in Philipper 4,6: „Sorget nichts, sondern in allen Dingen lasset eure Bitten im Gebet und Flehen mit Danksagung vor Gott kund werden.“

2. *Wassermann (Aquarius, the Water Pourer)*: Die Sintflut in den Tagen Noahs war ein markantes und weltweites Ereignis. In diesem Gericht durch **Wasser** wurden die zu Gott gehörenden Menschen errettet, die anderen kamen um. Das Ereignis kam für die Gott fernen Menschen unverhofft. Als Jesus in Matthäus 24 von seiner Wiederkunft spricht, vergleicht er die Situation mit der Zeit Noahs:

„Denn wie es in den Tagen Noahs war, so wird auch sein das Kommen des Menschensohnes. Denn wie sie waren in den Tagen vor der Sintflut – sie aßen, sie tranken, sie freiten und ließen sich freien bis an den Tag, da Noah in die Arche hineinging; und sie achteten's nicht, bis die Sintflut kam und nahm sie alle dahin –, so wird auch sein das Kommen des Menschensohnes. Dann werden zwei auf dem Felde sein; einer wird angenommen, und der andere wird verworfen werden. Zwei werden mahlen auf der Mühle; eine wird angenommen, und die andere wird verworfen werden“ (Mt 24,37-41).

3. *Fische (Piscēs, the Fishes)*: „Folget mir nach, ich will euch zu **Menschenfischern** machen“ (Mt 4,19). Es ist das Anliegen Jesu, daß diese beste Botschaft – das Evangelium der Rettung –, die je den Menschen gesagt worden ist, auch verbreitet wird. Alle Welt soll sein Wort hören: „Gehet hin und machet zu Jüngern alle Völker ... und lehret sie halten alles, was ich euch befohlen habe“ (Mt 28,19-20). Es geht darum, Menschen für Jesus zu gewinnen. Jesus vergleicht diese evangelistische Tätigkeit mit dem Fischfang. Der Fisch hatte bei den ersten Christen noch eine andere Bedeutung. Sie verwendeten das Fischsymbol als Hinweis auf Jesus und auf die Zugehörigkeit zu ihm. Das griechische Wort für Fisch heißt „**ICHTHYS**“ und war gleichzeitig ein Akronym¹⁹ für den Satz **I**esous **C**hristos **T**heou **Y**ios **S**oter (= Jesus Christus, Gottes Sohn, Retter).

4. *Widder (Aries, the Ram)*: „Da nahm Abraham einen Widder ... und opferte ihn ... an seines Sohnes Statt“ (1 Mo 22,13). Gott prüfte den Glauben Abrahams, ob er bereit wäre, ihm seinen einzigen Sohn Isaak zu opfern. Nachdem dieser einwilligte und alle Vorbereitungen zur Opferung getroffen hatte, hielt ihn der Engel des Herrn davon ab. Anstatt seines Sohnes opferte Abraham einen **Widder**. Der Widder gibt uns aber einen Hinweis auf das Handeln Gottes, denn „er hat seinen eigenen Sohn nicht verschont, sondern hat ihn für uns alle dahingegeben; wie sollte er uns mit ihm nicht alles schenken?“ (Röm 8,32).

5. *Stier (Taurus, the Bull)*: Zu den vielen prophetischen Hinweisen des Alten Testaments auf den kommenden Retter, den Messias, gehört auch Psalm 22. Hier wird insbesondere das Leiden Jesu am Kreuz in vielen Facetten geschil-

¹⁹ **Akronym** (griech. *ákros* = Spitze, äußerstes Ende; *ónyma* = Name): Kurzwort, das aus den Anfangsbuchstaben mehrerer Wörter gebildet wird. Oft hat das neu gebildete Wort wiederum eine Bedeutung. Beispiele: NATO, UNESCO.

dert. Auch der letzte Aufschrei zu Gott, den Jesus am Kreuz ausruft (Mt 27,46; Mk 15,34), steht in diesem Psalm: „Mein Gott, mein Gott, warum hast du mich verlassen?“ (Ps 22,2). Die grölende und spottende Volksmenge, der er in dieser Situation ausgesetzt ist, wird in der Bildersprache der Prophetie mit kämpfenden starken Stieren beschrieben: „Viele **Stiere** haben mich umgeben, starke Stiere von Basan mich umringt. Sie haben ihr Maul gegen mich aufgesperrt, wie ein Löwe, reißend und brüllend“ (Ps 22,13-14; *Rev. Elberfelder*). So kann uns das Sternbild des Stieres einen Hinweis geben auf das Leiden Jesu. Außer den Schmerzen des Kreuzes trafen ihn dort auch noch Verachtung, Haß, Groll und Auflehnung einer aufgepeitschten Menschenmenge. Gott sagt in Jesaja 43,24: „Du hast mir Arbeit gemacht mit deinen Sünden und hast mir Mühe gemacht mit deinen Missetaten.“

6. *Zwillinge (Gemini, the Twins)*: Es gehört zu der grundlegenden Botschaft der Bibel, daß sich der Mensch bekehren muß, wenn er errettet werden will: „Darum bekehret euch, so werdet ihr leben“ (Hes 18,32b). Auch der Herr Jesus lehrt, daß ohne Bekehrung niemand in das Reich Gottes kommt: „Wahrlich, ich sage euch: wenn ihr nicht umkehrt und werdet wie die Kinder, so werdet ihr nicht in das Himmelreich kommen“ (Mt 18,3). Die Bekehrung ist somit ein notwendiger Vorgang in dieser Spanne des Lebens. Wer sie versäumt, verfällt dem Gericht und endet in der ewigen Verlorenheit. Zur Bekehrung gibt es einen **Zwilling**, und das ist die Wiedergeburt. Zu dem jüdischen Gelehrten Nikodemus hatte Jesus in dem entscheidenden Nachtgespräch gesagt: „Es sei denn, daß jemand von neuem geboren werde, so kann er nicht in das Reich Gottes kommen“ (Joh 3,3). Hier gewinnt man den Eindruck, daß es noch einen weiteren Vorgang gibt, der für den Einlaß zum Himmel unerläßlich ist. In Wirklichkeit gehört beides zusammen: Die Bekehrung ist die Tat des Menschen und die Wiedergeburt ist die Antwort Gottes darauf, daß wir auf seinen Ruf eingegangen sind. Bekehrung und Wiedergeburt sind somit die beiden Seiten

ein und derselben Medaille oder anders ausgedrückt, sie sind die Zwillinge unseres Heils.

7. *Krebs (Cancer, the Crab)*: Zu den notvollen Dingen des menschlichen Zusammenlebens gehören die bösen Reden, das verleumderische Wort gegenüber anderen und das wertlose Geschwätz. Paulus warnt davor in 2. Timotheus 2,16-17: „Halte dich fern von ungeistlichem,losem Geschwätz; denn das hilft denen, die es treiben, nur mehr zum ungöttlichen Wesen, und ihr Wort frißt um sich wie der **Krebs**. Die Zunge ist ein kleines Glied, aber es richtet große Dinge an; aus einem kleinen Feuer kann ein verheerender Waldbrand werden“ (Jak 3,5). Der Mensch vermag riesige Tiere zu zähmen, „aber die Zunge kann kein Mensch zähmen, das unruhige Übel, voll tödlichen Giftes“ (Jak 3,8).

Jesus rät uns, sorgsam mit unseren Worten umzugehen: „Ich sage euch aber, daß die Menschen müssen Rechenschaft geben am Tage des Gerichts von einem jeglichen nichtsnutzen Wort, das sie geredet haben“ (Mt 12,36). Müssen wir nicht erschrecken vor dem Bild eines Reservoirs, in dem unsere boshaften, gleichgültigen, überflüssigen und selbstgefälligen Worte gespeichert sind? Im Erschrecken über uns selbst können wir heute noch die vergebende, reinigende Gnade des Herrn Jesus ergreifen. Der Krebs der Sünde frißt in uns um sich. Reinigung und Befreiung finden wir allein bei Christus.

8. *Löwe (Leo, the Lion)*: Der Löwe aus dem Stamm Juda ist Jesus. In 1. Mose 49,9-10 finden wir eine prophetische Verheißung auf das Kommen Jesu: „Juda ist ein junger Löwe ... Es wird das Zepter von Juda nicht entwendet werden noch der Stab des Herrschers von seinen Füßen, bis daß der Held komme; und demselben werden die Völker anhängen.“ In Offenbarung 5 wird gezeigt, daß der Löwe von Juda und das Lamm Gottes ein und dieselbe Person sind, nämlich Jesus:

„Siehe es hat überwunden der **Löwe**, der da ist vom Geschlecht Juda, die Wurzel Davids, aufzutun das Buch und seine sieben Siegel“ (Offb 5,5).

„... denn du bist erwürgt und hast mit deinem Blut für Gott erkauft Menschen aus allen Geschlechtern und Sprachen und Völkern und Nationen ... Das **Lamm**, das erwürgt ist, ist würdig, zu nehmen Kraft und Reichtum und Weisheit und Stärke und Ehre und Preis und Lob“ (Offb 5,9+12).

9. *Jungfrau (Virgo, the Virgin)*: Jesus kam als der Sohn Gottes in diese Welt und wurde Mensch. In 1. Mose 3,15a klingt sein Kommen an: „Und ich will Feindschaft setzen zwischen dir und dem Weibe und zwischen deinem Samen und ihrem Samen.“ Er wird von einer **Jungfrau** geboren (Lk 1,27) und kommt damit in menschlicher Gestalt zu uns: „Und das Wort ward Fleisch und wohnte unter uns, und wir sahen seine Herrlichkeit, eine Herrlichkeit als des eingeborenen Sohnes vom Vater, voller Gnade und Wahrheit“ (Joh 1,14). Er verließ die Herrlichkeit des Himmels, um uns hier auf der Erde zu erlösen: „er entäußerte sich selbst und nahm Knechtsgestalt an, ward gleich wie ein anderer Mensch und an Gebärden als ein Mensch erfunden“ (Phil 2,7).

10. *Waage (Libra, the Scales)*: Nach Daniel 5 wurden die Taten des babylonischen Königs Belsazar²⁰ von Gott gewogen. Das Urteil Gottes stand als geheimnisvolle Schrift an

²⁰ **Belsazar**: Er war der älteste Sohn Nabonids, des letzten Königs des neubabylonischen (= chaldäischen) Reiches. Während sich Nabonid in Nordwestarabien aufhielt (552-542 v. Chr.), regierte Belsazar an seiner Stelle in Babylon. Weil er als Mitregent des Nabonid eingesetzt war, wird er als der Sohn Nebukadnezars (Dan 5,18+22), als König von Babel (Dan 7,1), als König der Chaldäer (Dan 5,30) oder einfach als „der König“ (Dan 5,1) bezeichnet. Belsazars Gotteslästerung bestand darin, daß er bei seinen Trunkgelagen aus den Gefäßen des Tempelschatzes von Jerusalem trank. Belsazar wurde in der Nacht ermordet, als Daniel die geheimnisvolle Schrift deutete. Der Meder Darius eroberte sein Königreich.

der Wand: „Mene, Mene, Tekel, Upharsin“ (Dan 5,25). Nur der Prophet Daniel konnte im Auftrag Gottes die Deutung geben: „Mene, das ist: Gott hat dein Königreich gezählt und vollendet. Tekel, das ist: man hat dich in einer Waage gewogen und zu leicht gefunden“ (Dan 5,26-27). Wie Belsazar, so wird Gott alle Menschen in Gerechtigkeit richten: „Denn er (= Gott) hat einen Tag gesetzt, an welchem er richten will den Erdbereich mit Gerechtigkeit durch einen Mann, den er dazu bestimmt hat“ (Apg 17,31). In 2. Korinther 5,10 wird dieser **eine** Mann namentlich genannt: „Denn wir müssen alle offenbar werden vor dem Richterstuhl Christi, auf daß ein jeglicher empfangen, wie er gehandelt hat bei Leibesleben, es sei gut oder böse.“

11. *Skorpion (Scorpius, the Scorpion)*: Jesus mußte wegen unserer Rettung durch den Tod, aber er hat dadurch den Stachel des ewigen Todes beseitigt. In der ersten Evangeliumsbotschaft der Bibel (Protevangeliem) heißt es: „Derselbe soll dir den Kopf zertreten, und du wirst ihn in die Ferse stechen“ (1 Mo 3,15b). Der Feind Gottes wurde am Kreuz besiegt; als Preis hierfür mußte Jesus den Tod erleiden. Der Tod war der Stachel des Feindes, des tötenden **Skorpions**. Aber Gott hat seinen Sohn aus dem Tode geholt: „Den hat Gott auferweckt und aufgelöst die Schmerzen des Todes“ (Apg 2,24a). Von nun an ist der Sieg über Hölle, Tod und Teufel errungen: „Der Tod ist verschlungen in den Sieg. Tod, wo ist dein Stachel? Hölle, wo ist dein Sieg?“ (1 Kor 15,55).

12. *Schütze (Sagittarius, the Archer)*: Der Mensch ohne Gott verfehlt das Ziel. Der Tod ist eine Folge der Sünde (Röm 6,23). Das griechische Wort für Sünde ist „*hamartia*“. Dieses Wort ist abgeleitet von der Sportart des Bogenschießens. Der Pfeil des **Schützen** soll das Ziel treffen. Verfehlt er dieses Ziel, so spricht man von *hamartia*. Von Natur aus lebt der Mensch ohne Gott, und verfehlt damit den Schöpfer. Die Sünde trennt ihn von dem heiligen Gott. Jeder kann während

der Spanne seines Lebens die entscheidende Korrektur vornehmen: „Bekehret euch, daß eure Sünden getilgt werden“ (Apg 3,19).

4. Pragmatik (Aspekt der Handlung): Wenn wir diese oben genannten biblischen Wahrheiten zur Kenntnis genommen haben, dann stellt sich die Frage nach unserem eigenen Handeln. In der gleichen Situation befand sich auch der Gefängniswärter von Philippi, als er das Evangelium gehört hatte: „Was soll ich tun, daß ich gerettet werde?“ (Apg 16,30b). Er erhielt von Paulus und Silas die knappe, aber entscheidende Antwort: „Glaube an den Herrn Jesus, so wirst du und dein Haus selig!“ (Apg 16,31). Er nahm das Wort an, und ließ sich daraufhin taufen. Das ist eine Tat – also Pragmatik! Uns gilt kein anderer Auftrag des Handelns als der, der diesem Mann gesagt war.

5. Apobetik (Aspekt des Zieles): Die höchste Ebene der Informationsübertragung ist die Apobetik. Hier stellt sich die Frage: Wurde das vom Sender vorgegebene Ziel beim Empfänger auch erreicht? Gott ist der Sender, wir stehen auf der Empfängerseite seiner Botschaft. Die Annahme des Evangeliums bringt uns ans Ziel. Jeder, der Jesus Christus annimmt, wird dadurch gerettet: „Wer mein Wort hört und glaubet dem, der mich gesandt hat, der hat das ewige Leben und kommt nicht in das Gericht, sondern er ist vom Tode zum Leben hindurchgedrungen“ (Joh 5,24). Wer Jesus gefunden hat, der hat ewiges Leben. Er hat das Ziel erreicht.

8.3.2 Die verfinsterte Sonne bei der Kreuzigung

Die Sonne ist unter allen Gestirnen das wichtigste für uns. Bei ganz außergewöhnlichen Ereignissen, von denen die Bibel berichtet, geschehen auch Zeichen an der Sonne. So auch bei der Kreuzigung Jesu. Am hellichten Tag gab es eine Finsternis, die bei Lukas wie folgt berichtet ist:

„Und es war schon um die sechste Stunde²¹, und es ward eine Finsternis über das ganze Land bis an die neunte Stunde, und die Sonne verlor ihren Schein“ (Lk 23,44-45).

Die Parallelberichte (Mt 27,45; Mk 15,33) sind gleichlautend, jedoch ohne die Erwähnung der Sonne. Die Annahme liegt nahe, daß diese Finsternis durch eine totale Sonnenfinsternis hervorgerufen wurde. Bei diesem Naturereignis geht die Helligkeit des Himmels nahe der Sonne auf ein 1,6 Milliardenstel der unverfinsterten Sonne zurück, so daß während dieser Dauer das Firmament so dunkel wird, daß viele Sterne sichtbar werden. Eine Sonnenfinsternis ist jedoch astronomisch nur in der Neumondphase möglich, wenn der Mond dann mehr oder weniger vollständig die Sonnenscheibe verdeckt. Da die Mondbahn nicht in der Erdbahn um die Sonne (Ekliptik) liegt, sondern beide einen Winkel von 5°8'43" miteinander bilden, gibt es pro Mondumlauf nur zwei Schnittpunkte mit der Ebene der Ekliptik. So kommt als weitere notwendige Bedingung für eine Sonnenfinsternis noch hinzu, daß sich der Mond gerade in der Erdbahnebene befinden muß. Die auf den ersten Blick einleuchtende Ursache für die Finsternis bei der Kreuzigung in einer Sonnenfinsternis zu suchen, scheidet jedoch aus den folgenden Gründen aus:

a) *Zeitpunkt*: Die Kreuzigung Jesu fällt in die Zeit des Passah, jenes jüdischen Festes, das am 14. Nisan²² zur Zeit des

²¹ **Stundenanzählung zu neutestamentlicher Zeit**: Tag und Nacht wurden in je 12 Stunden eingeteilt, wobei die Länge der Stunden von der Länge des Tages zwischen Sonnenauf- und Sonnenuntergang abhängig war. Das Ende der 6. Stunde fiel also dabei immer auf den Mittag 12 Uhr unserer Zeit. Die Nacht wurde in vier Nachtwachen zu je drei Stunden eingeteilt: Abend, Mitternacht, Hahnenschrei, Morgen.

²² Den **Monat Nisan** (Neh 2,1) – eine spätere Bezeichnung des Monats Abib (2 Mo 13,4) – bestimmte der Herr für Israel als den ersten Monat des Jahres (2 Mo 12,2-3) zur Erinnerung an den Auszug aus Ägypten. Er fällt

ersten Frühlingsvollmondes gefeiert wird. (In Anlehnung daran ist Ostern als Fest der Auferstehung Jesu seit dem Konzil von Nikäa, 325, auf den ersten Sonntag nach Frühlingsvollmond gelegt). Da eine Sonnenfinsternis aber nur in der genau entgegengesetzten Neumondphase stattfinden kann, wurde die Finsternis bei der Kreuzigung also nicht hierdurch hervorgerufen.

b) *Zeitdauer*: Der durch den Mond auf der Erde entstehende Kernschatten wandert durch das Zusammenspiel der Bewegung des Mondes um die Erde und die Erdrotation mit einer Geschwindigkeit von etwa 28 km/min über die Erdoberfläche (am Äquator) hinweg. Die Totalitätsdauer beträgt maximal acht Minuten. Nach dem Kreuzigungsbericht dauerte die Verfinsterung der Sonne drei volle Stunden, nämlich von der 6. bis zur 9. Stunde israelischer Tageszählung, d. h. von 12 Uhr bis 15 Uhr unserer Zählweise. Somit scheidet auch von daher eine Sonnenfinsternis als Erklärung des Finsternisphänomens bei der Kreuzigung aus.

Wir kommen zu folgendem Ergebnis: Hier greift Gott direkt ein. Als Herr aller Dinge verdunkelt er die Sonne *ohne* Zuhilfenahme bestehender astronomischer Phänomene. Mit der Verfinsterung der Sonne setzt er unübersehbare Zeichen, die das NT bei drei außergewöhnlichen Ereignissen erwähnt, nämlich bei der Kreuzigung Jesu (Mt 27,35+45), kurz vor der Wiederkunft Jesu (Mt 24,29+30) und bei der Öffnung des sechsten Siegels (Offb 6,12). In jedem der drei Fälle tut man sich mit astronomischen Erklärungen der Geschehnisse schwer. Was aber wollte Gott den Menschen

in die Zeit von Mitte März bis Mitte April. Am ersten Tag dieses wie auch jeden Monats war das Neumondfest, denn das israelitische Jahr war ein Mondjahr. Am 14. Nisan (2 Mo 12,18; 3 Mo 23,5) wurde abends das Passah gefeiert. Daran schloß sich vom 15. bis 21. Nisan das siebentägige Fest der ungesäuerten Brote (3 Mo 23,6) an. Nach Johannes 19,14 starb Jesus am Rüsttag auf das Passah (= Ostern), und das ist der 14. Nisan.

damals und auch uns mit der Verfinsterung der Sonne anzuzeigen? Hier begegnet uns ein Problem, das von grundsätzlicher Bedeutung für die Bibelauslegung ist: Ist die Bibel in ihren grundlegenden Aussagen immer eindeutig oder auch mehrschichtig? Immer dann, wenn die Bibel eine Frage beantwortet, so geschieht dies mit großer Eindeutigkeit. Jesus hat alle anstehenden Fragen unzweideutig beantwortet. So gibt es in der Frage des Heils nur *eine* Lösung, da nach dem Wort Jesu nur ein Weg ins Vaterhaus führt: „Ich bin der Weg – niemand kommt zum Vater denn durch mich“ (Joh 14,6). Es gibt nur *ein* Tor zum Himmel, und darum sind sämtliche Religionen bedauerliche Irrwege der Menschen (ausführlich in [G7] behandelt).

Unsere Deutungen biblischer Aussagen und Bilder müssen aus anderen biblischen Bezügen ableitbar sein und in das Gesamtzeugnis der Schrift eingebettet sein. Zunächst stellen wir noch einmal heraus, daß diese Finsternis ein Zeichen Gottes ist. Finsternis und Nacht stehen in der Bibel häufig als Zeichen des Schreckens und Unheils (Ps 107,10; Jer 13,16), des Gerichts und der Gottesferne (Mt 8,12; Joh 1,5). Im folgenden wollen wir die Finsternis bei der Kreuzigung auf vierfache Weise versuchen zu deuten:

1. Gericht über Israel: Jesus hatte als „Licht der Welt“ (Joh 8,12) sein Volk vor der Finsternis gewarnt, in die es kommt, wenn es nicht an ihn glaubt: „Es ist das Licht noch eine kleine Zeit bei euch. Wandelt, solange ihr das Licht habt, damit euch die Finsternis nicht überfalle. Wer in der Finsternis wandelt, der weiß nicht, wo er hingeht. Glaubet an das Licht, solange ihr's habt, auf daß ihr des Lichtes Kinder werdet“ (Joh 12,35-36). In Matthäus 23,37b-38 bescheinigt Jesus dem Volk die eigene Wahlentscheidung und die Konsequenz: „Ihr habt nicht gewollt! Siehe euer Haus soll euch wüste gelassen werden.“ Wer Jesus ablehnt, bleibt verloren. Die Bibel vergleicht diesen Zustand der Verlorenheit immer wieder mit dem Bild der Finsternis (z. B. Mt 8,12; Mt 22,13; Kol 1,13;

Jud 6). Durch die ausdrückliche Erwähnung, daß das ganze Land (Israel) unter dieser Finsternis steht (Mt 27,45), wird zeichenhaft deutlich, wen die geistliche Finsternis überfällt, vor der Jesus in Johannes 12,35-36 so eindringlich gewarnt hatte. In dieser Blindheit gegenüber dem rettenden Messias steht das Volk Israel noch bis heute. Paulus schreibt in Römer 9,27: „Wenn die Zahl der Kinder Israel würde sein wie der Sand am Meer, so wird doch nur der Rest gerettet werden.“ Zu dieser neutestamentlichen Finsternis gibt es eine alttestamentliche Parallele. Ägypten erlebte als Folge der Verstockung Pharaos eine dreitägige Finsternis (9. Plage): „Und Mose reckte seine Hand gen Himmel; da ward eine dicke Finsternis in ganz Ägyptenland drei Tage, daß niemand den anderen sah noch aufstand von dem Ort, da er war, in drei Tagen. Aber bei allen Kindern Israel war es licht in ihren Wohnungen“ (2 Mo 10,22-23). Pharao war durch Mose mehrmals mit dem lebendigen Gott konfrontiert worden, aber er blieb ablehnend. Darauf folgte das Gericht der Verstockung, das durch die *dreitägige* Finsternis auch zeichenhaft zum Ausdruck kam. Damals blieb Israel ausgenommen, denn sie glaubten der Botschaft Gottes. Als aber Gott dem Volk Israel den Messias sandte, lehnte es seinen Retter ab. Nun wurde Israel verstockt; bis heute „hängt die Decke vor ihren Herzen“ (2 Kor 3,15). So wird die *dreistündige* Verfinsterung während der Kreuzigung Jesu zum Zeichen der Verstockung Israels. Auffällig ist das Vorkommen der Zahl „drei“ in diesen beiden hier beschriebenen Fällen.

2. Gericht über die Sünde: Was sich auf Golgatha abspielte, ist ein Gericht Gottes über die Sünde. Der Herr Jesus war als „Gottes Lamm, welches der Welt Sünde trägt“ (Joh 1,29), gekommen. Sünden sind „Werke der Finsternis“ (Röm 13,12; Eph 6,12). Er kam in die Welt, um stellvertretend für uns die Last der Sünde zu tragen. Auf Golgatha traf ihn die ganze Wucht des Gerichtes Gottes über die Sünde. Gott hatte sich von Jesus abgewandt. Dieser durchlebte im Gericht über die Sünden, die wir getan haben, die totale

Gottverlassenheit, die auf Erden sonst niemand erfahren hat. Die einbrechende Finsternis bringt das zeichenhaft zum Ausdruck. Um die neunte Stunde (gegen Ende der Finsternis) rief Jesus darum: „Mein Gott, mein Gott, warum hast du mich verlassen?“ (Mt 27,46b).

3. Ein Zeichen des Außergewöhnlichen: Wenn Gott in dieser Welt etwas Außergewöhnliches und zugleich Einmaliges tut, geschieht dies häufig durch begleitende Zeichen. Als die Stunde der Wirkungszeit Jesu mit der Hochzeit zu Kana begann, wurde dies zeichenhaft in der Wandlung des Wassers zu Wein deutlich. Die Kreuzigung Jesu ist von grundlegender heilsgeschichtlicher Bedeutung. Hier geschah in einmaliger und außergewöhnlicher Weise die Rettung der Menschen durch das Opfer Jesu: „Denn mit einem Opfer hat er für immer vollendet, die geheiligt werden“ (Hebr 10,14). Die Finsternis bei der Kreuzigung zeigt die Größe des Geschehens an. Der einzige, der dieses Zeichen als solchen Hinweis verstand, war der römische Heide: „Der Hauptmann aber, der dabeistand ihm gegenüber ..., sprach: Wahrlich, dieser Mensch ist Gottes Sohn gewesen!“ (Mk 15,39). Daß etwas Außergewöhnliches geschehen war, konnte ganz Israel wahrnehmen. Wahrnehmen und Glauben unterscheiden sich aber noch wesentlich.

4. Nicht nur die Sonne verlor ihren Schein: Im letzten Kapitel des Alten Testaments wird der Herr Jesus die „*Sonne der Gerechtigkeit*“ genannt: „Euch aber, die ihr meinen Namen fürchtet, soll aufgehen die Sonne der Gerechtigkeit und Heil unter ihren Flügeln“ (Mal 3,20). In der Symbolsprache der Bibel ist er – wie es auch in einem Kirchenlied heißt – „die *Sonne*, die mir lacht“. Am Kreuz verlor die Sonne ihren Schein. Vom Tod gezeichnet, wird Jesus in Jesaja 53,2 beschrieben: „Wir sahen ihn, aber da war keine Gestalt, die uns gefallen hätte.“ Als er am Kreuz mit dem siebenten und letzten Ausruf „Vater, ich befehle meinen Geist in deine Hände“ (Lk 23,46) verschied, hatte Jesus, als die Sonne, ihren

Schein verloren. „Drei Tage und drei Nächte wird des Menschen Sohn im Schoß der Erde sein“ (Mt 12,40b) – so hatte er es vorausgesagt – und zum Zeichen dafür verlor auch die astronomische Sonne für drei Stunden ihren Schein. Die Sonne unseres Sonnensystems wird vergehen, sie hat ihre Leuchtfunktion nur in dieser Schöpfung. In der kommenden ewigen Welt Gottes wird gemäß Offenbarung 21,23 eine andere Sonne erstrahlen: „Und die Stadt bedarf keiner Sonne noch des Mondes, daß sie ihr scheinen; denn die Herrlichkeit Gottes erleuchtet sie, und ihre Leuchte ist das Lamm (= Jesus).“

8.3.3 Das Kreuz des Südens

Das Kreuz des Südens (oder: Südliches Kreuz; engl. *Southern Cross*; lat. *Crux*) ist von allen Sternbildern diejenige Konstellation, die unmißverständlich am nächtlichen Himmel erkannt wird. Obwohl es die kleinste Konstellation überhaupt ist (68,5 Grad² von 41 253 Grad² des gesamten → Himmelsgewölbes), ist es dennoch das markanteste und darum auch das bekannteste Sternbild am südlichen Himmel (siehe *Bild 4*). Die vier Hauptsterne werden durch griechische Buchstaben bezeichnet, wie es auch bei allen anderen Sternbildern üblich ist. Sie haben folgende Entfernungen von der Erde und Helligkeiten:

Alpha Crucis	370 Lichtjahre 0 ^m ,8 (Vierfachstern, wobei der eine 3000mal und ein anderer 1900mal heller als die Sonne ist)
Beta Crucis	500 Lichtjahre 1 ^m ,3 (6000 mal heller als die Sonne)
Gamma Crucis	88 Lichtjahre 1 ^m ,6 (120 mal heller als die Sonne)
Delta Crucis	260 Lichtjahre 2 ^m ,8 (370 mal heller als die Sonne)

Im Bereich des Sternbildes Kreuz des Südens gibt es die

höchste Sterndichte für Sterne der Größenklasse 5 und heller, nämlich 19,12 Sterne pro Quadratgrad. Im Gegensatz dazu findet man im Sternbild *Sextant* die kleinste Sterndichte mit nur 0,63 Sternen pro Quadratgrad.

Himmelspole: Die Längsachse (Gamma-Alpha Crucis) $4\frac{1}{2}$ mal über Alpha Crucis (auch *Acrux* genannt) hinaus verlängert, zeigt ungefähr die Position des südlichen Himmelspols an. Im Gegensatz zum nördlichen Himmel mit dem Polarstern gibt es hier keinen sichtbaren Stern, der den Drehpunkt des → Himmelsgewölbes markiert. Die Himmelspole sind nicht nur geeignet, um die Himmelsrichtung (Norden bzw. Süden) zu finden; mit ihrer Hilfe läßt sich auch der Breiten-

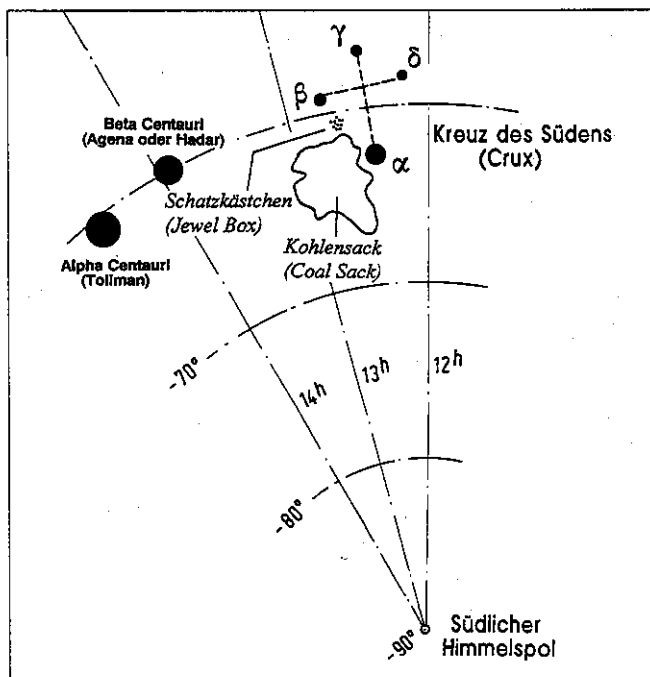


Bild 4: Das Kreuz des Südens und die beiden Hinweissterne Beta Centauri (Agena) und Alpha Centauri (Toliman).

grad ermitteln, auf dem man sich gerade auf der Erde befindet. Mißt man den Winkel zwischen Horizont und Himmelspol (= Polhöhe), so hat man damit auch seinen eigenen Breitengrad gefunden.

Der südliche Himmelspol (und ebenso der nördliche) sind imaginäre Punkte, um die sich scheinbar das ganze Himmelsgewölbe dreht. Durch diese Punkte geht die verlängerte Drehachse der Erde. Für einen Beobachter auf der Erde scheinen sich alle Sterne um diese beiden Himmelspole zu drehen. Dieses Erscheinungsbild kommt jedoch dadurch zustande, daß die Erde eine rotierende Bewegung ausführt; die Sterne hingegen „feststehend“ sind. Am Nordpol steht der nördliche Himmelspol genau senkrecht über dem Beobachter, und analog dazu hat der Beobachter am Südpol den südlichen Himmelspol über sich. Mit größerem Abstand von den Polen wandert der Himmelspol mehr in Richtung des Horizontes. Die Rotation der Erde um ihre eigene Achse (= Verbindungslinie Nordpol-Südpol) bedingt den scheinbaren Umlauf aller Gestirne.

Blick von den Polen: Blickt man vom Nordpol senkrecht nach oben, so schaut man auf den nördlichen Himmelspol, und alle Sterne führen eine Kreisbewegung im entgegengesetzten Uhrzeigersinn um den Himmelspol aus. Am Südpol sieht es hingegen so aus, als würden sich die Sterne im Uhrzeigersinn auf einer Kreisbahn bewegen. Da diese Kreise Parallelen zum Kreis des Horizontes sind, ergibt sich hier der besondere Eindruck, daß die Sterne genau parallel zum Horizont umlaufen. Auch die Sonne führt eine solche für uns ungewöhnliche Bewegung aus. Alle Sterne sind vom Beobachtungsort der Pole aus gesehen zirkumpolar, d. h. sie sind ständig zu sehen; sie haben keinen Auf- und Untergang. Insgesamt bekommt man hier aber nur die Sterne genau der einen Hälfte des gesamten Himmelsgewölbes zu sehen.

Blick vom Äquator: Am Erdäquator hingegen liegt die Him-

melsachse in der Horizontebene²³. Kein Stern ist hier mehr zirkumpolar. Alle Sterne haben von hier aus gesehen einen Auf- und Untergang. Im Norden liegt genau auf dem Horizont der Polarstern, und beim Blick nach Süden schaut man auf den südlichen Himmelspol. Nur vom Äquator aus hat man die Möglichkeit, während eines Jahres alle Sterne einmal zu sehen. (Wenn nicht durch die Helligkeit der Sonne die Sterne auf der Tagseite unsichtbar wären, könnte man bei einer Erdrotation sämtliche Sterne zu sehen bekommen). Alle Sterne führen, vom Äquator aus gesehen, genau einen Halbkreisbogen aus, und sie sind alle eine gleichlange Zeit zu sehen. Die Sterne in der Nähe der Himmelspole führen einen kleineren Halbkreisbogen aus und die durch den Zenit gehenden den größten.

Blick von einem Breitengrad $0^\circ < \varphi < 90^\circ$: Befindet man sich auf irgendeinem Breitengrad φ , dann gibt es sowohl Sterne, die zirkumpolar sind als auch solche, die auf- und untergehen. Da die Erde sich von Westen nach Osten dreht, scheinen die Sterne sich in umgekehrter Richtung zu bewegen: Sie gehen im Osten auf und im Westen unter. Diejenigen Sterne, die sich innerhalb eines Winkelabstandes $\pm 90^\circ - \varphi$ vom Himmelspol befinden, erscheinen zirkumpolar. Das Kreuz des Südens hat eine Deklination²⁴ (= Winkelabstand

²³ **Horizontebene:** Dies ist eine Ebene, die die Erdkugel tangential in dem Punkt berührt, wo der Beobachter gerade steht. Der genau senkrecht darüber liegende Punkt des Himmelsgewölbes heißt Zenit. Befindet man sich auf dem nördlichen oder südlichen Wendekreis ($+ 23,5^\circ$ bzw. $-23,5^\circ$), so geht die Sonne einmal im Jahr durch den Zenit, nämlich am 21. Juni bzw. 22. Dezember.

²⁴ **Deklination:** Als Deklination bezeichnet man den Winkelabstand eines Gestirns in nördlicher (+) oder südlicher Richtung (-) vom Himmelsäquator. Die Deklination ist also eine Himmelskoordinate und wird mit δ bezeichnet. Am nördlichen Himmelspol ist $\delta = 90^\circ$, am südlichen $\delta = -90^\circ$. Für Sterne am Himmelsäquator ist $\delta = 0^\circ$.

vom Himmelsäquator²⁵) zwischen -63° (Alpha Crucis) und -56° (Gamma Crucis). Von Kapstadt aus gesehen ($\varphi = -34^\circ = 34$ Grad Süd) zieht das Kreuz des Südens eine solche nächtliche Bahn, daß der komplette Kreis das ganze Jahr über dem Horizont liegt (siehe *Bild 5*). In der Horizontposition liegt Gamma Crucis unten und Alpha Crucis oben. Wegen $-90^\circ - (-56^\circ) = -34^\circ$ bleibt Gamma Crucis gerade noch über dem Horizont. In Kapstadt ist das Kreuz des Südens also zirkumpolar. In Johannesburg ($\varphi = -27^\circ$) ist der untere Teil der Umlaufbahn nicht mehr zu sehen. *Bild 5* zeigt die Bahn des Südlichen Kreuzes von verschiedenen Standorten aus. Die scheinbaren Bahnen der Sterne sind von allen Punkten der Erde aus gesehen genaue Kreisbahnen oder Teile von Kreisbahnen.

Während man vom Äquator aus alle (sichtbaren) Sterne der gesamten Himmelskugel einmal zu sehen bekommt, ist von den Polen aus nur das halbe Himmelsgewölbe für das Auge zugänglich. So ist zu erwarten, daß von allen anderen Breitengraden der Erde aus ein jeweils anderer Ausschnitt beobachtet werden kann. Je mehr man sich vom Äquator entfernt, um so weniger Sterne bekommt man überhaupt zu sehen. Bezüglich der Sichtbarkeit der Sterne vom Standort des Beobachters auf dem Breitengrad φ gilt folgendes:

- Bis zur Poldistanz²⁶ $h = \varphi$ sind alle Sterne zirkumpolar

²⁵ **Himmelsäquator:** Der Himmelsäquator ist ein gedachter Kreis am Himmelsgewölbe, der senkrecht auf der Himmelsachse steht. Er ist gleichzeitig die Projektion des Erdäquators auf das Himmelsgewölbe. Der Himmelsäquator teilt das Himmelsgewölbe in eine nördliche und eine südliche Hemisphäre.

²⁶ **Poldistanz:** Die Poldistanz oder Polardistanz h ist der Winkelabstand eines Gestirns vom Himmelspol, meist vom Nordpol (Nordpolardistanz) aus gemessen. Der Winkel h wird vom Himmelsnordpol über den Himmelsäquator zum Himmelssüdpol von 0° bis 180° gezählt.

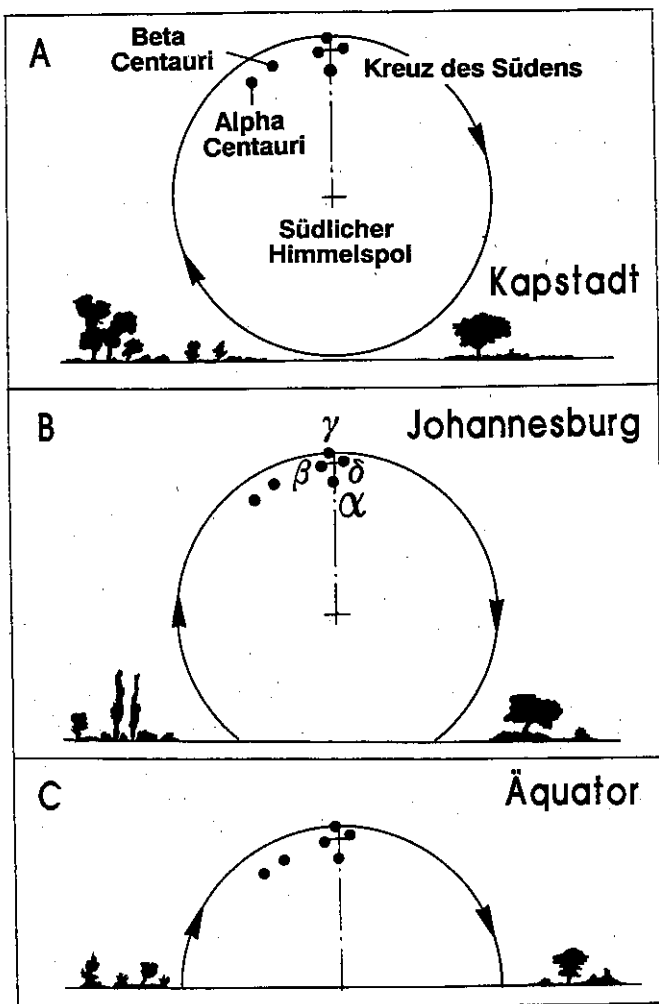


Bild 5: Die verschiedenen „Umlaufbahnen“ des Kreuzes des Südens. Im Gebiet von Kapstadt ergibt sich eine komplette Kreisbahn über dem Horizont (Teilbild A; die Sterne sind zirkumpolar). In der Höhe von Johannesburg geht der untere Teil unter (Teilbild B). Das Teilbild C zeigt die Umlaufbahn am Äquator.

- Sterne mit der Poldistanz $\varphi < h < 180^\circ$ – φ erlebt der Beobachter mit Auf- und Untergang.
- Sterne mit der Poldistanz $180^\circ - \varphi < h < 180^\circ$ bleiben dem Beobachter immer unsichtbar.

Daraus folgt: Derjenige Kugelabschnitt des Himmelsgewölbes, den ein Beobachter von seinem Breitengrad φ mit Zirkumpolarsternen sieht, ist genau so groß wie jener, den er nie zu sehen bekommt.

Auf der geographischen Breite φ bleibt dasjenige Kugelsegment des Himmelsgewölbes immer unsichtbar, das vom gegenüberliegenden Himmelspol bis zum Winkelabstand φ begrenzt wird.

Schatzkästchen: Im Kreuz des Südens sind zahlreiche offene Sternhaufen zu beobachten. Am bekanntesten ist der prachtvolle NGC 4755 oder Kappa Crucis, der sich in der Nähe von Beta Crucis befindet. Mit bloßem Auge erkennt man nur einen schwachen und unklaren Stern. Nimmt man jedoch einen Feldstecher zur Hand, so gewinnt man einen Blick auf die schönste Stelle des gesamten Sternenhimmels. Es handelt sich um einen Sternhaufen, ähnlich dem Siebengestirn, der aus 50 Sternen in 980 Lichtjahren Entfernung besteht, aber erheblich schöner ist. Nirgendwo sonst am Himmel gibt es eine solche Ansammlung strahlender Sterne, die in so unterschiedlichen Farben leuchten. In Pastellfarben von Blau-, Rot-, Purpur- und Gelbtönen schimmern sie – ein wahres Schatzkästlein! Der Astronom *John Herschel* (1792-1871) bezeichnete diesen Bereich darum auch als „the jewel box“ („das Schmuckkästchen“).

Kohlensack: Innerhalb der vier hellen Sterne des Südlichen Kreuzes gibt es zahllose andere Sterne, die ebenfalls zu unserer Milchstraße gehören, aber nur sehr schwach leuchten. Mit dem Feldstecher werden sie sichtbar. Zwischen

Alpha und Beta Crucis findet man eine völlig dunkle Wolke; hier ist kein einziger Stern zu erkennen. Es handelt sich hierbei um eine Dunkelwolke mit verhältnismäßig dichter interstellarer Materie. Die darin befindlichen Staubeilchen schwächen das Licht der dahinterstehenden Sterne ab. Es ist in der Tat hier so dunkel wie in einem Kohlsack (engl. *coal sack*). Der Kohlsack ist das beste Beispiel für eine Dunkelwolke, die mit „unbewaffnetem“ Auge gesehen werden kann (genauer: *nicht* gesehen!).

Uhrzeit: Das Kreuz des Südens ist auch dazu geeignet, um die nächtliche Uhrzeit zu ermitteln. In Australien, Südafrika und Südamerika ist dies gut möglich, wobei jedoch zu beachten ist, daß das Kreuz in den nördlichen Regionen nicht zu jeder Zeit sichtbar ist. Die Uhrzeit findet man wie folgt: Das Ziffernblatt (siehe *Bild 6*) hält man senkrecht in der Hand und dreht es solange, bis der jeweilige Monat gerade oben steht (befindet man sich gerade mitten im Monat, dann wählt man eine ungefähre Stellung zwischen zwei Monaten). Als nächstes richtet man die Scheibe in eine solche Position, daß die lange Achse des Südlichen Kreuzes zum Zentrum des Ziffernblattes weist. Die gedachte Verbindungslinie von der langen Kreuzachse zum Scheibenmittelpunkt zeigt dann am Scheibenumfang die nächtliche Uhrzeit an.

Schaut man nach Süden in den Himmel und stellt sich den Himmelsausschnitt als Ziffernblatt einer Uhr vor, so steht das Kreuz des Südens je nach Nacht- und Jahreszeit immer auf einer anderen Ziffer. Mitte Februar steht das Kreuz um 9 Uhr abends auf dem höchsten Punkt der Kreisbahn, also bei dem gedachten Zifferblatt auf Zwölf. Vor zwei Stunden stand es auf dem Ziffernblatt bei Elf, um 11 Uhr wird es bei der Eins stehen. Wenn das Kreuz des Südens bei zwölf Uhr am Himmel steht, so befinden sich zwei der hellsten Sterne des Firmaments im Bereich der Elf. Es sind dies die beiden im folgenden genannten berühmten Pointer Alpha und Beta Centauri.

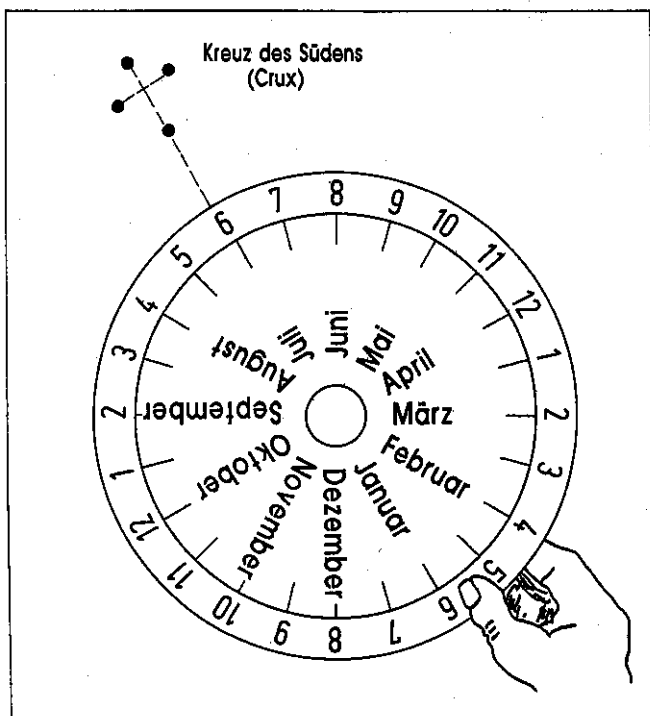


Bild 6: Die Verwendung der Position des Kreuzes des Südens zur Bestimmung der Uhrzeit. Das Ziffernblatt wird so gehalten, daß der jeweilige Monat senkrecht nach oben weist. Das Beispiel zeigt also, wie man die Scheibe im Juni halten muß. Die lange Achse des Kreuzes gibt dann die Uhrzeit an (hier: 6 Uhr abends).

Die Pointer (engl. *to point* = hinweisen; *pointer* = Zeiger): In der Umgebung des Kreuzes des Südens gibt es zwei helle Pointer-Sterne (Hinweissterne). Der nähere Gefährte ist *Beta Centauri* oder auch *Agna* genannt. Er ist der elfthellste Stern (scheinbare Helligkeit: $0^m,6$) am Südlichen Nachthimmel, und seine absolute Leuchtkraft ist 10 000mal größer als die der Sonne. Seine Entfernung zur Erde beträgt 490 Lichtjahre.

Der andere Gefährte ist *Alpha Centauri* oder auch *Toliman* genannt. Er ist der dritthellste Stern (scheinbare Helligkeit $-0^m,27$), den wir von der Erde aus beobachten²⁷. *Alpha Centauri* besteht genau genommen aus drei Sternen, die sich gegenseitig umlaufen. Mit einem Feldstecher kann man zwei Sterne unterscheiden; der dritte von ihnen ist allerdings so lichtschwach, daß er nur mit großen Teleskopen ausgemacht werden kann. Dieser dritte im Bunde, der den *Alpha Centauri* umläuft, ist manchmal der allernächste Stern zur Erde überhaupt. Darum hat er auch den Namen *Proxima Centauri* (lat. *proximus* = der nächste) erhalten. Wenn dieser der Erde am nächsten ist, dann ist er etwa 4,25 Lichtjahre entfernt. Üblicherweise spricht man vereinfachend von *Alpha Centauri*, ohne dabei die drei Einzelsterne zu unterscheiden und sagt, dieser sei etwa 4,3 Lichtjahre von uns entfernt. In diesem Sinne sagt man auch, der (helle) *Alpha Centauri* ist unser nächster Sternnachbar (außer der Sonne).

Während einer Vortragsreise nach Südafrika im Februar und März 1992 habe ich oft das Kreuz des Südens am nächtlichen Himmel beobachtet. Der Anblick hat mich immer wieder neu fasziniert und ins Nachdenken gebracht. In einem Gespräch sagte mir ein Einheimischer, als wir gemeinsam den Himmel beobachteten: Das Kreuz von Golgatha stand bei euch auf der nördlichen Halbkugel. Bei uns in der südlichen Hemisphäre hat Gott das Kreuz an den Himmel gezeichnet, damit wir immer an die Erlösung erinnert werden. Diesen Gedanken fand ich ganz ausgezeichnet. Es stimmt doch: Gott hat die Gestirne zu Zeichen gesetzt (1 Mo 1,14). Das hat mich angeregt, einige astronomische Fakten des Südlichen Kreuzes gleichnis- und zeichenhaft in biblische Zusammenhänge zu stellen.

²⁷ **Helle Sterne:** Der hellste von der Erde aus erscheinende Stern ist mit $-1^m,46$ der *Sirius* (= *Alpha Canis Majoris* im Sternbild Großer Hund). Der zweithellste Stern ist *Canopus* (= *Alpha Carinae* im Sternbild Schiffskeil) mit der scheinbaren Helligkeit $-0^m,72$.

1. *Das Kreuz als Uhr:* Das Kreuz ist die Uhr Gottes zur Umkehr. Der eine Schächer begriff in letzter Minute, daß die Stunde der Ewigkeit angebrochen war und wurde gerettet. Jesus gab ihm augenblicklich die Zusage des Heils: „Heute wirst du mit mir im Paradiese sein“ (Lk 23,43b). Auch uns gilt der rettende Augenblick „Wer Jesus am Kreuze im Glauben erblickt, wird heil zu derselben Stund“, wie es A. L. Coghill in einem Glaubenslied treffend formuliert hat.

2. *Der Drehpunkt der Welt:* Wer ist der Mittelpunkt der Weltgeschichte? Sind es die Heerführer dieser Welt gewesen? Waren es die Erfinder und Entdecker? Wer hat für die Menschen aller Rassen, Sprachen und Nationen am meisten getan? Wer hat sie am meisten geliebt; wer hat sie errettet, wer hat ihnen ewiges Leben erworben? Es ist nur Einer, der der wahre Mittelpunkt der Weltgeschichte ist, und das ist Jesus, der Sohn Gottes, der der Mann vom Kreuz war! An seinem Kommen in die Welt wurde die ganze Zeitrechnung festgemacht.

So wie die Verlängerung des langen Kreuzesbalkens vom Kreuz des Südens den Drehpunkt der Welt anzeigt (Himmelspol), so ist das Kreuz Jesu der feste Angelpunkt des Heils. Wie es nur eine einzige Drehachse des Himmelsgewölbes gibt, so gibt es auch nur ein einziges Heil, und dieses kommt allein vom Kreuz. Christus aber ist das Ende aller menschlichen Selbsterlösungsversuche in den Religionen. Er allein ist der Weg zum Vater. Alle anderen angebotenen Wege stellen sich am Ende als Irrwege der Verlorenheit heraus. Es gibt nur eine einzige Drehachse des Heils, und das ist Christus (Apg 4,12). Am Beispiel des südlichen Himmelsgewölbes können wir auch diese Tatsache gleichnishaft darstellen.

3. *Der Schatz im Acker:* In Matthäus 13,44 erzählt Jesus in einem einzigen Vers das Gleichnis vom Schatz im Acker, mit dem er das Himmelreich vergleicht. Der kostbare Schatz

liegt nicht auf den weiten Straßen dieser Welt; er ist nicht leicht zu finden. Am riesigen Himmelsgewölbe hat Gott ein Schatzkästlein installiert, das uns an dieses Wort Jesu erinnern kann. Wenn wir auch das ganze Himmelsgewölbe absuchen, so werden wir das „Schatzkästlein“ nur in der Nähe des Kreuzes finden. So wird uns die „jewel box“ zum Gleichnis des Himmelreiches.

4. Himmel oder Hölle: Am Kreuz fallen die großen Entscheidungen. Hier geht es um Himmel oder Hölle: „Denn das Wort vom Kreuz ist eine Torheit denen, die verloren werden, uns aber, die wir selig werden, ist's eine Gotteskraft“ (1 Kor 1,18). Die beiden Schächer, die in unmittelbarer Nähe des gekreuzigten Jesus waren, trafen Entscheidungen, zwischen denen eine Ewigkeit klaffte. Auf engstem Raum und in kürzester Zeit entschied der eine sich für den Himmel „Jesus, gedenke an mich, wenn du in dein Reich kommst!“ (Lk 23,42), während der andere in seiner Sünde blieb und damit der Hölle verfiel. Jesus beschreibt die Hölle als einen Ort der Finsternis: „.... werfet ihn in die Finsternis hinaus! Da wird sein Heulen und Zähneklappen“ (Mt 22,13). In der Nähe des Kreuzes des Südens finden wir den finsternen Kohlensack – ein Hinweis auf den Ort der Finsternis. Gott hat uns eine Warnung vor dem Ort der Verlorenheit an den Himmel geschrieben.

5. Verkünder des Wortes: Die Pointer haben wir als astronomische Zeiger auf das Kreuz des Südens kennengelernt. Wer war der größte Hinweiser auf das rettende Kreuz Jesu? Zweifelsohne ist hier Paulus zu nennen: „Wir aber predigen den gekreuzigten Christus“ (1 Kor 1,23a). Er wollte von nichts anderem sprechen, so zentral war ihm die Heilsbotschaft des Kreuzes: „Denn ich hielt nicht dafür, daß ich etwas wüßte unter euch als allein Jesus Christus, den Gekreuzigten“ (1 Kor 2,2). Die Galater ermahnt er, indem er sich auf die Kreuzespredigt bezieht: „Habe ich euch das Sterben Jesu am Kreuz nicht so geschildert, als hättet ihr

alles mit eigenen Augen gesehen?“ (Gal 3,1; *Hoffnung für alle*). Paulus weist unermüdlich auf das Kreuz hin (Gal 5,11; 6,14; Eph 2,16; Phil 2,8; 3,18; Kol 1,20; 2,14). Er ist der stärkste Zeuge des Kreuzes – in der Analogie zu dem hellen Alpha Centauri ist Paulus der unvergleichliche ‚Pointer‘ des Kreuzes. Der zweite Hinweiser auf das Kreuz Jesu ist der ungenannte Schreiber des Hebräerbriefes (z. B. Hebr 12,2) sofern es sich nicht dabei ohnehin um Paulus handelt. (Natürlich schreiben auch Petrus und Johannes in ihren Briefen über den Heilsweg, ohne aber das Wort *Kreuz* namentlich zu benutzen.) Auch am Himmelsgewölbe gibt es nicht nur einen Pointer zum Kreuz des Südens.

6. Das Kreuz auf der Erde: Das Kreuz stand nicht irgendwo im Universum, sondern hier auf der Erde. Wo der Mensch in Sünde fiel, da richtete Gott das Kreuz der Versöhnung auf. Gott kam uns hier auf der Erde ganz nah. Alpha Centauri ist der erdnächste Stern überhaupt. So weist uns Alpha Centauri gleichnishaft auf diesen Gedanken hin.

9. Der Stern von Bethlehem

Unter den zahlreichen prophetischen Hinweisen auf das Kommen Jesu in diese Welt wird er in 4. Mose 24,17 als aufgehender Stern verheißen: „Es wird ein Stern aus Jakob aufgehen und ein Zepter aus Israel aufkommen und wird zerschmettern die Schläfen der Moabiter und die Scheitel aller Söhne Seths.“ So wird es verständlich, daß die Bibel für den Sohn Gottes dreimal Gestirne als begleitende Zeichen verwendet, um drei besondere historische Ereignisse zu markieren: Die Geburt Jesu (Mt 2,2), die Kreuzigung Jesu (Lk 23,44-45) und die Wiederkunft Jesu (Mt 24,29-30).

In Matthäus 2,1-12 wird uns berichtet, daß Weise aus dem Morgenland kamen und den neugeborenen König der Juden suchten: „Wir haben seinen Stern im Morgenland gesehen und sind gekommen, ihn anzubeten“ (Mt 2,2). Es ist viel darum gerätselt worden, welcher Stern oder welche astronomische Sternkonstellation zu dem Stern von Bethlehem paßt. Wir wollen hier kurz einige Möglichkeiten prüfen:

Kometen: Helle Kometen mit einem langen Schweif haben die Gemüter immer tief bewegt. Man deutete sie als Vorboten besonderer Ereignisse. Künstler haben diesen Gedanken aufgegriffen und bei volkstümlichen Krippendarstellungen und in Bildern von der Geburt Christi über dem Stall von Bethlehem einen hellstrahlenden Kometen mit langem Schweif dargestellt. Kometen aber scheiden als Stern von Bethlehem aus, denn die Astronomie kennt keinen Kometen im Bereich der Zeitenwende. Nur in den Jahren 44 v. Chr., 17 v. Chr. und 66 n. Chr. gab es helle Schweifsterne. Außerdem galten Kometen von altersher als Unheilsbringer, als Ankünder von Katastrophen (Kriege, Pestilenz).

Novae: Als weitere astronomische Erscheinungen hat man die sog. „Novae“ (= neue Sterne) angesehen. Es sind jene

intergalaktischen Stern-Explosionen, die mit Lichterscheinungen verbunden sind. Bereits im Altertum ist von dem plötzlichen Aufleuchten eines sternähnlichen Objekts, das einige Nächte lang dort zu sehen war, wo vorher kein Stern stand, berichtet worden. Um die Zeitenwende ist nur zweimal vom Aufflammen eines „neuen Sterns“ die Rede, nämlich 134 v. Chr. und 173 n. Chr. [H6, 8].

Planetenkonjunktion: Im Jahre 1603 – genauer am 17. Dezember – tat sich erstmals eine geeignete astronomische Lösung auf. Der bekannte kaiserliche Mathematiker und Hofastronom *Johannes Kepler* beobachtete auf dem Hradschin in Prag mit seinem Fernrohr den Sternenhimmel. Er gelangte zu einer nicht alltäglichen Beobachtung. Die Planeten Jupiter und Saturn begegneten sich in jener Nacht im Sternbild des Schützen. Eine solche Planetenannäherung nennt man astronomisch eine „Konjunktion“²⁸. Dieses Ereignis ist zwar selten, aber es tritt periodisch wiederkehrend auf²⁹. *Kepler* war fasziniert von dem, was er sah, und er begann zu rechnen. Er kam zu dem Ergebnis: Im Jahre 7 v. Chr. gab es sogar eine dreimalige Konjunktion von Saturn

²⁸ **Konjunktion** (lat. *coniunctio* = Verbindung; Stellung zweier Gestirne in einer Linie mit der Erde): Wie kommt eine solche Konjunktion zustande? Jupiter und Saturn umkreisen die Sonne außerhalb der Erdbahn, wobei es gelegentlich zur „Opposition“ kommt, d. h. die Erde steht zwischen der Sonne und den beiden Planeten. Da die Erde sich schneller um die Sonne dreht als Jupiter und Saturn, gewinnt ein Beobachter von der Erde aus den Eindruck, als würden die beiden Planeten rückwärts laufen. Sie führen von der Erde aus gesehen Schleifenbewegungen aus.

²⁹ **Jupiter-Saturn-Konjunktionen:** Jupiter und Saturn begegnen sich durchschnittlich etwa alle 20 Jahre in einem einmaligen Vorüberziehen. Alle 258 Jahre kommt es zu einer dreimaligen Begegnung, die aber dann jeweils in einem anderen Zeichen des Tierkreises stattfindet. Eine dreifache Konjunktion im gleichen Sternbild des Tierkreises ereignet sich etwa alle 774 Jahre. Auch im vergangenen Jahrhundert gab es eine dreifache Konjunktion von Jupiter und Saturn, und zwar am 15. August und 11. Oktober 1940 und am 20. Februar 1941 im Sternbild des Widders [K2, 64-65].

und Jupiter. Er war der erste, der dieses Phänomen seiner Beobachtung mit dem Stern von Bethlehem in Zusammenhang brachte [S2, 14]. Seine Publikationen gerieten in Vergessenheit, aber sie wurden hochaktuell, als es dem deutschen Orientalisten *Paul Schnabel* 1925 gelang, eine fast 2000 Jahre alte neubabylonische Keilschrifttafel zu entziffern. Es handelte sich um den „Sternkalender von Sippar“, das sind Aufzeichnungen eines damals berühmten Fachinstituts – der Astrologenschule zu Sippar am Euphrat in Babylonien. Von besonderer Bedeutung sind jene Aufzeichnungen, die umgerechnet das Jahr 7 v. Chr. betreffen. Als herausragendes Ereignis ist auch dort die dreimalige Konjunktion von Jupiter und Saturn genannt. Der Jupiter galt bei vielen Völkern als Glücks- und Königsstern, und nach altjüdischer Auffassung soll Saturn Israel schützen. Das Sternbild der Fische galt als Westland (= ein im Westen liegendes Land). Nun sind wir der Deutung des Sterns von Bethlehem zum Greifen nahe:

Die Weisen aus dem Morgenland beobachteten am 29. Mai 7 v. Chr. die erste Engstellung von Saturn und Jupiter vom Dach der Astrologenschule zu Sippar. Sie kombinieren Jupiter = Königsstern und Saturn = Israelbeschützer und kommen zu dem Ergebnis: Im Westland (= Sternbild der Fische) ist ein mächtiger König geboren. So entschließen sie sich zu einer strapaziösen Reise, um das, was sie astronomisch entdeckt und astrologisch kombiniert haben, selbst zu beschauen. Für diese Deutung des Sterns von Bethlehem haben sich zahlreiche Autoren in eindrucksvollen Darlegungen entschieden (z. B. [F2, K1, K3, S2]). Stimmt sie aber? Meine eigene Erkenntnis aber ist eine andere: Beinahe, und doch nicht ganz, denn der biblische Text steht dieser Deutung mehrfach entgegen.

Im folgenden wollen wir eingehend prüfen, ob eine dieser drei genannten Versionen zu dem biblischen Bericht paßt. Dazu müssen wir uns den Text sehr genau ansehen:

„Und siehe, der Stern, den sie im Morgenland gesehen hatten, ging vor ihnen hin, bis daß er kam und stand oben

über, wo das Kindlein war. Da sie den Stern sahen, wurden sie hocherfreut und gingen in das Haus und fanden das Kindlein mit Maria, seiner Mutter, und fielen nieder und beteten es an“ (Mt 2,9-11).

An Hand von vier Fragen wollen wir auf diese markante Reisesgeschichte eingehen und eine biblisch denkbare Lösung ableiten. Dabei wollen wir den Text in all seinen Detailaussagen ernst nehmen (das soll uns grundsätzlich ein verpflichtendes Merkmal aller Bibelauslegung sein!) und ihn auswerten. Nicht direkt berichtete – aber für das Verständnis notwendige Aspekte – wollen wir unter Beachtung des Gesamtzeugnisses der Bibel durch Schlußfolgerung herausfinden.

1. Waren die Weisen Astrologen? Die Weisen aus dem Morgenland gehörten vermutlich zur babylonischen Berufsklasse der Magier. Diese Angehörigen eines vornehmen Priester- und Gelehrtenstandes befaßten sich mit heidnischer Theologie, mit Naturwissenschaft im allgemeinen, aber insbesondere mit der Sternkunde. Sie wurden als Ratgeber des Königs herangezogen. Die Übersetzung des griechischen Wortes „*magoi*“ mit „*Weise*“ hat darum bei *Luther* eher seine Berechtigung als das, was wir heute unter einem Magier verstehen, der sich ausschließlich mit Zauberei und okkulten Praktiken beschäftigt. Die im Text genannten Männer zeichnen sich durch ihre hervorzuhebende Verhaltensweise aus, die es uns darum schwerlich erlaubt, sie mit jenen Zauberern und Wahrsagern gleichzusetzen, die in die Greuel der Astrologie (5 Mo 18,11-12) verstrickt waren. Sie betrieben nicht den sonst in Babylon gängigen Gestirns kult, wonach die Gestirne verehrt wurden. Diese Männer wußten um den nur zeichenhaften Charakter des Sterns und wollten den anbeten (oder huldigen, wegen des griech. Wortes „*proskyneo*“ = unterwürfig grüßen durch Niederfallen mit dem Angesicht zur Erde), auf den der Stern verwies. Heute noch wird durch den 6. Januar als den Tag der „Heiligen Drei Könige“ an dieses Ereignis erinnert. Wir wollen hier darauf hinweisen, daß

die Bibel uns weder sagt, daß es drei Personen waren, noch daß es sich um Könige handelte. Dies sind ebenso freie Erfindungen der Kirche des 5. Jahrhunderts wie die des 8. Jahrhunderts, als jene Männer plötzlich auch noch die fiktiven Namen Kaspar, Melchior und Balthasar erhielten.

2. Welche Informationsquelle hatten die Weisen? Die zeichenhafte Bedeutung des Sterns als Geburtsanzeige des Königs der Juden war den Männern eine solche Gewißheit, daß sie sich zu einer für damalige Verhältnisse sehr strapazösen und langwierigen Reise durch Wüstengebiete entschlossen. Für die etwa 800 km weite Strecke werden sie mit ihrer Karawane gut 60 Tage unterwegs gewesen sein. Das Auffinden dieses neugeborenen Königs war für sie offenbar von großer persönlicher Bedeutung. Manche Ausleger meinen, die Weisen hätten aus der zeitgenössischen Auffassung *Jupiter = Königsstern* und *Saturn = Stern Israels* geschlossen, nun sei aufgrund der Konjunktion dieser Planeten der König der Juden geboren. Gegen die Identität der astronomisch belegbaren Planetenkonjunktion im Jahre 7 v. Chr. mit dem Stern von Bethlehem spricht zunächst der Text selbst, der im Singular, also nur von *einem* einzigen Stern spricht. Jupiter und Saturn hatten, wie mit Computern nachgerechnet werden konnte, am 1. Juni, 27. September und 10. Dezember 7. v. Chr. tatsächlich eine große Annäherung. Aber auch in der Nahstellung betrug der Winkelabstand immerhin noch ein volles Grad (siehe *Bild 7*). Sie waren also auch mit bloßem Auge noch sehr deutlich als zwei verschiedene Gestirne zu erkennen. Ihr Winkelabstand war also etwa fünfmal größer als das Reiterlein (Alkor) des Großen Wagens vom Deichselstern Mizar entfernt ist (siehe Kap. 3, Pkt. 12), und selbst diese sind noch getrennt wahrnehmbar. Der Astronom *K.-F. Hoffmann* [H6, 18] wies darauf hin, daß vielfach bei Simulationen in Planetarien der Augenblick der Konjunktion bewußt optisch unscharf gemacht wird, damit die Zuschauer den Eindruck haben sollen, als wären beide Gestirne zu einem verschmolzen.

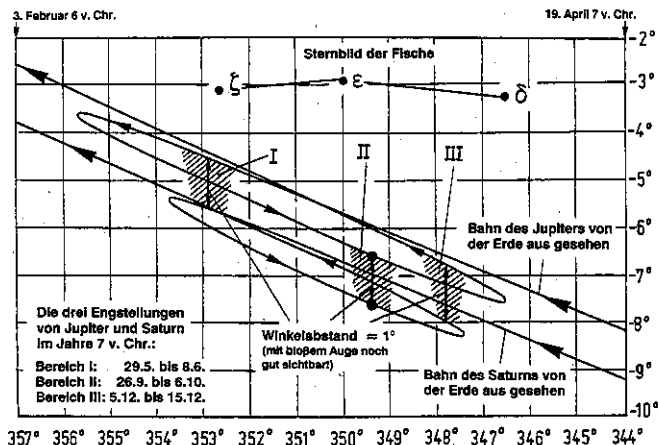


Bild 7: Die dreifache Konjunktion von Jupiter und Saturn. Auch in Nahstellung waren Jupiter und Saturn noch immerhin 1° auseinander, und das entspricht zwei Vollmonddurchmessern.

Ein weiterer gewichtiger Grund, daß die Planetenkonjunktion nicht der Stern von Bethlehem gewesen sein kann, ist die Tatsache, daß diese astronomischen Ereignisse periodisch wiederkehrend sind. Die Geburt Jesu aber ist ein einmaliges Ereignis, das sich nie wiederholen wird. So ist es höchst unwahrscheinlich, daß Gott für das einmalige und bedeutende Ereignis der Geburt seines Sohnes ein Zeichen verwendet, das immer wieder am Himmel beobachtet werden kann.

Weiterhin erfahren wir in den Versen 3 und 4 (von Mt 2), daß Herodes alle Hohenpriester und Schriftgelehrten (= der Hohe Rat) versammelte, um zu erforschen, „wo der Christus sollte geboren werden“. Herodes war kein Jude, sondern ein Idumäer, der von den Römern eingesetzt war. Warum läßt Herodes den Geburtsort des *Christus* erforschen und nicht den eines *Judenkönigs*? Die Information, daß dieser neugeborene König und der Christus (hebr. *Messias*) ein und dieselbe Person ist, konnte er offenbar nur von den Weisen aus dem Morgenland (oder von einem seiner jüdischen Berater) erhalten

haben. Woher aber hatten die weitgereisten Männer diese tiefgründige Erkenntnis, da aus der oben genannten Jupiter/Saturn-Deutung nicht auf den Messias zu schließen war? Dies kann ihnen nur Gott selbst offenbart haben. Daß Gott zu ihnen redete, wird auch aus Vers 12 ersichtlich. Nur so wird es verständlich, daß die Weisen ein für sie so unbedeutendes kleines Land aufsuchten, das außerdem noch von Fremden besetzt war. Es ist auffallend, daß die Bezeichnung „König der Juden“ im Neuen Testament nur noch in einem einzigen anderen Zusammenhang auftritt, nämlich bei der Kreuzigung: Pilatus fragte Jesus bei der Verhandlung „Bist du der Juden König?“ (Mt 27,11; Mk 15,2; Lk 23,3; Joh 18,33) und das Volk, ob er den „König der Juden“ freilassen solle (Mk 15,9; Joh 18,39). Die Kriegsknechte verspotteten ihn mit diesem Titel, und als Kreuzesinschrift ließ Pilatus in den drei Sprachen Hebräisch, Griechisch und Lateinisch schreiben: „Jesus von Nazareth, der Juden König“ (Joh 19,19; vgl. Mt 27,37; Mk 15,26; Lk 23,38). Jesus ist der ewige „Herr aller Herren und der König aller Könige“ (Offb 17,14; Offb 19,16), sein irdisches Leben zwischen Geburt und Tod wird eingerahmt durch den Titel „König der Juden“, zu dem sich Jesus vor Pilatus bekennt (Joh 18,37). In den neutestamentlichen Texten fällt also auf, daß dieser Titel nur von Heiden genannt wird, nämlich von den Weisen aus dem Morgenland, dem römischen Prokurator Pilatus und den römischen Kriegsknechten.

3. Was war der Stern von Bethlehem für ein Objekt? Die Richtungsangabe des Sterns führte die Weisen zunächst wochenlang nach Jerusalem. Offenbar hatte Gott ihnen zu diesem Zeitpunkt den genauen Zielort noch verborgen. Erst nach der von Herodes einberufenen Studienkonferenz lautete das von den Hohenpriestern und Schriftgelehrten gefundene biblische Ergebnis: Bethlehem! Erst dann, als die Weisen von Herodes den Befehl des Weiterzuges nach Bethlehem erhalten hatten, wird der Stern zu einem höchst präzisen und individuellen Kompaß. Der Stern, den sie schon im Morgenland gesehen hatten und der ihnen die westlich gerichtete

Reiseroute markierte, ermöglicht nun sogar die Wegweisung in ein genau definiertes Haus (griech. *oikia* = Haus oder auch Höhle). Hatten die Weisen erst den Eindruck, daß der Stern *vor ihnen hergeht* (V 9), so bleibt er *jetzt fest stehen*, und zwar unverwechselbar und exakt „oben über, wo das Kindlein war“ (V 9b). Am Ziel angelangt, verhält sich der Stern – astronomisch ausgedrückt – wie ein Satellit, der sich synchron zur Erdbewegung bewegt. Nur so erscheint er für einen Beobachter auf der Erde als ortsfest. Alle bekannten astronomischen Objekte (Fixsterne, Planeten, Kometen) führen einen (scheinbaren) Lauf am → Himmelsgewölbe aus, d. h. sie sind grundsätzlich ungeeignet, eine bleibende Richtung anzugeben (d. h. den Reiseweg) oder eine ortsfeste Position auf der Erde zu markieren (hier: das Geburtshaus Jesu in Bethlehem). Somit scheiden alle astronomisch bekannten Gebilde oder Konfigurationen als Stern von Bethlehem aus. So bin ich fest davon überzeugt, daß es sich um einen eigens für die Reiseroute der Weisen bestimmtes und neu geschaffenes Lichtzeichen (Stern) gehandelt hat, denn „bei Gott ist kein Ding unmöglich“ (Lk 1,37). Eine nur horizontale Deutung (= nur irdische, ohne Gott einzubeziehen) der Reisegeschichte der Männer aus dem Morgenland ohne Berücksichtigung des direkten Einwirkens Gottes wird den zahlreichen Detailaussagen des neutestamentlichen Textes nicht gerecht. Im Alten Testament gibt es einen analogen Fall der göttlichen Markierung einer Reiseroute, nämlich der Auszug des Volkes Israel aus Ägypten. Auch hier hatte Gott eine ausschließlich zur Beschreibung des Reiseweges dienende Feuersäule (und eine Wolke) geschaffen und ihre Position entsprechend der Wandergeschwindigkeit und dem von ihm vorgegebenen Kurs nachgeführt (2 Mo 13,21-22).

Ein Hinweis sei hier noch zu einem Punkt gegeben, da es sonst zu Mißverständnissen führen könnte. In Matthäus 2,6 wird Bethlehem als eine *nicht kleine Stadt* bezeichnet, in Micha 5,1 dagegen als eine *kleine Stadt*. Hat Matthäus hier falsch zitiert, oder hatte er eine falsche Erkenntnis? Das Gegenteil ist der

Fall, wie wir es uns an einem anderen historischen Beispiel verdeutlichen können. Südlich von Brüssel befindet sich ein Ort namens Waterloo. Anfang des vorigen Jahrhunderts war Waterloo ein unbekanntes und unbedeutendes Dorf. Das änderte sich schlagartig am 18. Juni 1815. Da wurde *Napoleon* durch *Wellington* und *Blücher* dort besiegt. Seitdem ist Waterloo in jedem Geschichtsbuch und Lexikon zu finden. Manche Städte haben Waterloo-Säulen, die als Denkmal an jenen Sieg über *Napoleon* erinnern. Im Alten Testament wird Bethlehem erstmalig erwähnt, weil Rahel dort begraben liegt (1 Mo 35,19). Später wird Bethlehem als Vaterstadt Davids genannt (1 Sam 16,1). Nach der Heimkehr aus der babylonischen Gefangenschaft wohnen dort nach Esra 2,21 genau 123 Leute; es war also ein kleines Dorf. Auch zur Zeit Michas – also etwa 700 Jahre vor der Geburt Jesu – war Bethlehem ein kleines Dorf. Darum steht in Micha 5,1: „... die du klein bist.“ Mit der Erfüllung der Prophetie aber hat Bethlehem eine zentrale Bedeutung gewonnen. Seit der Sohn Gottes dort geboren wurde, ist Bethlehem „mitnichten die kleinste unter den Städten in Juda“ (Mt 2,6). Die meisten Menschen – egal welcher Nationalität und Konfession – wissen um diesen Ort.

4. Warum läßt Gott einige Ausländer anreisen, die soviel Aufruhr verursachen? Der Text aus Matthäus 2,1-12 gibt uns darüber keine direkte Auskunft, dennoch können wir aus dem Gesamtzeugnis der Schrift zwei Antworten erschließen:

a) In einer Zeit alttestamentlicher Prophetien, die nicht abzureißen scheinen, verheißt Gott dem Volk Israel den kommenden Messias mit ständig neuen Namen (z. B. Same des Weibes, Heiland, Ewigvater, Wunderbar, Friedefürst, Herr in Israel, Sonne der Gerechtigkeit), um sein Wesen mehr und mehr zu offenbaren. Sich darauf beziehend, kann Jesus sagen „die Schrift ist es, die von mir zeugt“ (Joh 5,39). Nun ist es endlich so weit: Die Zeit ist erfüllt (Gal 4,4), der Messias ist geboren. Was möchte Gott lieber, als daß dies in seinem Volk bekannt wird. Er tut etwas Außergewöhnliches: Gott infor-

miert einige sternkundige Ausländer über die Geburt des Christus und schafft einen speziellen Stern mit hellem Licht, der zeichenhaft für diese Botschaft steht. Er weckt in diesen Männern das Verlangen, eine wochen- oder monatelange Reise mit vielen Gefahren und Strapazen auf sich zu nehmen, um Jesus zu suchen und ihn als König zu ehren. Sie kommen mit diesem Anliegen bis zu Herodes, der über den neuen König erschrickt und sogleich alle Hohenpriester und Schriftgelehrten zu einem Kongreß einberuft. Durch den von Gott so gelenkten Reiseablauf erfahren nun alle geistlichen Führer des Volkes, daß sich die Zeit des kommenden Messias gerade jetzt erfüllt hat. Das „Wo“ war ihnen aus Micha 5,1 (vgl. Mt 2,4-6) bekannt; von den Männern aus dem Osten erfahren sie nun, daß das bis dahin unbekannte „Wann“ zum „Jetzt“ geworden ist. Sie hätten nun direkt nach Bethlehem gehen können, um sich selbst von ihrem Studienergebnis – der Christus kommt in Bethlehem zur Welt! – zu überzeugen. Sie hätten ihren Retter anbeten und in einer folgenden, breit angelegten Verkündigungskampagne im Tempel und in allen Synagogen dies auch allem Volk mitteilen können. So aber verpaßten sie die Gelegenheit für sich selbst und machten sich obendrein noch schuldig, indem sie diese wichtige Heilsbotschaft dem Volke vorenthielten. In Matthäus 23,13b ist berichtet, wie Jesus ihnen später bescheingt, daß sie verlorene Leute sind: „Ihr gehet nicht in das Himmelreich hinein, und die hinein wollen, lasset ihr nicht hineingehen.“

b) Die Weisen aus dem Morgenland sind nicht Angehörige des auserwählten Volkes Israel. Sie wußten nicht einmal von einem Retter aus Schuld und Sünde. Als sie aber die Botschaft von Christus hören, machen sie sich sofort auf den Weg zu ihm hin. Sie kommen zur Anbetung Jesu. Die Bibel sagt: „Wer den Namen des Herrn (Jesus) wird anrufen, soll gerettet werden“ (Röm 10,13). Diese Männer fanden Rettung. Sie sind uns ein Vorbild in ihrem Handeln. Außerdem macht Gott schon hier exemplarisch deutlich: das Heil gilt allen Menschen aus allen Völkern.

10. Wer ist der Schöpfer der Sterne?

Nach dem bisher Gesagten haben wir es so formuliert, daß Gott alles geschaffen hat. Der Schöpfungsbericht der Bibel beginnt ja auch mit dem Satz „Am Anfang schuf Gott Himmel und Erde.“ Das ist richtig, aber es ist erst der erste Schritt der Mitteilung Gottes. Die Bibel aber ist genau, und so offenbart sie uns die Person des Ausführenden der Schöpfung noch eingehender.

Schöpfung und Wort Gottes: Wer die Bibel aufmerksam liest, dem fällt auf, daß die Aussagen zur Schöpfung häufig gekoppelt sind mit Darlegungen über das Wort Gottes³⁰. So befaßt sich der erste Teil von Psalm 19 mit der Schöpfung, und der zweite Teil (ab Vers 8) geht nahtlos über in den Lobpreis über Gottes Wort. In Nehemia 9 ist in Vers 3 vom Umgang mit dem Worte Gottes die Rede, und in Vers 6 folgt ein Lobpreis der Schöpfung: „Herr, du bist's allein, du hast gemacht den Himmel und aller Himmel Himmel mit allem ihrem Heer, die Erde und alles, was darauf ist, die Meere und alles, was darinnen ist; du machst alles lebendig, und das himmlische Heer betet dich an.“ Weitere Beispiele solch enger Kopplungen finden wir in Psalm 33,4+6; Römer 1,16+20; Offenbarung 4,11 und 5,1. Aus Psalm 33,6 erfahren wir den Grund dieser Verknüpfung, denn „der Himmel ist durch das Wort des Herrn gemacht und all sein Heer durch den Geist seines Mundes“. Die tiefste und deutlichste Entfaltung dieses Schöpfungsgeschehnisses finden wir erst im Neuen Testament:

³⁰ **Das Wort:** Die Welt wurde aus dem Wort geboren. Nicht stumm schuf Gott das Licht, wie es gewiß in seiner Macht gestanden hätte, sondern er sprach: „Es werde Licht, und es ward Licht“ (1 Mo 1,3). Zehnmal finden wir im Schöpfungsbericht die Formulierung „Und Gott sprach“. Im Neuen Testament erfahren wir mehr darüber: „Gott war das Wort“ (Joh 1,1) und „Im Wort war das Leben“ (Joh 1,4).

„Im Anfang war das Wort (griech. *der Logos*), und das Wort war bei Gott, und Gott war das Wort. Dasselbe war im Anfang bei Gott. Alle Dinge sind durch dasselbe gemacht, und ohne dasselbe ist nichts gemacht, was gemacht ist“ (Joh 1,1-3).

Schöpfung und Jesus: Dieses „Wort“ ist nicht ein wohlformulierter Satz, ein Befehl oder eine Rede, sondern eine Person – genauer: ein „Er“. Einige Verse weiter folgt die erhellende Aussage: „Er war in der Welt, und die Welt ist durch ihn gemacht“ (Joh 1,10). Dieser *Logos* ist Jesus Christus! Den ersten alttestamentlichen Hinweis bezüglich der Schöpfungstätigkeit Jesu finden wir bereits im ersten Kapitel der Bibel, wo es in Pluralform heißt: „Lasset **uns** Menschen machen“ (1 Mo 1,26). Gott Vater schuf durch den Sohn, so entnehmen wir es einer anderen Stelle: „So haben wir nur einen Gott, den Vater, von welchem alle Dinge sind und wir zu ihm; und einen Herrn Jesus Christus, durch welchen alle Dinge sind und wir durch ihn“ (1 Kor 8,6).

In Kolosser 1,16-17 wird die Schöpfungstätigkeit Jesu noch weiter gefaßt, indem auch die für uns noch unsichtbare Welt ihm seine Herkunft verdankt:

„Denn in ihm (= Jesus Christus) ist alles geschaffen, was im Himmel und auf Erden ist, das Sichtbare und das Unsichtbare, es seien Throne oder Herrschaften oder Reiche oder Gewalten; es ist *alles* durch ihn und zu ihm geschaffen. Und er ist vor allem, und es besteht alles in ihm.“

Auch der Anfang des Hebräerbriefes bezeugt die Schöpferfähigkeit Jesu:

„In diesen letzten Tagen hat Gott zu uns geredet durch den Sohn. Ihn hat Gott gesetzt zum Erben über alles; **durch ihn hat er auch die Welt gemacht**“ (Hebr 1,2).

Damit ist auch die Herkunft der Sterne verbindlich beant-

wortet: Jesus Christus ist ihr Schöpfer! Dieser Gedanke ist manch einem Leser sicherlich nicht geläufig, aber es ist die eindeutige Lehre des Neuen Testaments.

Die Sterne entstammen also nicht einem Urknall (siehe Anhang Kap. A2) oder einem sonstigen evolutiven Zufallsprozeß, den sich gottferne Menschen erdacht haben, sondern sind das Ergebnis des planvollen, zielorientierten Handelns des Sohnes Gottes.

Ein Gedanke, der unsere Vorstellung sprengt: Es ist bemerkenswert, daß das astronomische Symbol für die Erde eine Kugel mit einem daraufstehenden Kreuz ist. Das ist ein sehr treffend gewähltes Zeichen, denn das Kreuz von Golgatha stand an einer ausgezeichneten Stelle im großen Universum: Nicht im fernen Raum einer entlegenen Galaxie, auch nicht auf dem Jupiter oder Saturn, sondern auf jenem Zentralgestirn Gottes, wo er den Menschen erschuf: auf der Erde! Hier fiel der Mensch in Sünde, und hier brauchte er Erlösung. Kein Mensch konnte dies vollbringen. Nur vom Himmel (aus der unsichtbaren Welt; nicht zu verwechseln mit dem Sternenhimmel) konnte jemand kommen, der dazu fähig war. Der Sohn Gottes war wegen seiner Sündlosigkeit dazu in der Lage, und wegen seiner grenzenlosen Liebe hat er es auch getan. So markiert das Kreuz den Höhepunkt der göttlichen Liebe. Gott hat dort „den (= Jesus), der von keiner Sünde wußte, für uns zur Sünde gemacht“ (2 Kor 5,21). *Martin Luther* drückte es wie folgt aus: „An zwei Orten kann deine Schuld nur liegen: Entweder auf dem Gekreuzigten oder auf dir.“

Diese einmalige Rettungsaktion hat Gott durch den Propheten Jesaja bereits 750 Jahre vorher³¹ angekündigt:

³¹ **Jesaja:** Im 6. Kapitel berichtet Jesaja, daß seine Berufung im Todesjahr des Königs Usia geschah, und das war um 740 v. Chr. Jesaja wirkte über 40 Jahre lang, und zwar zu den Regierungszeiten der Könige Jotham, Ahas und Hiskia.

„Er war der Allerverachtetste und Unwerteste,
voller Schmerzen und Krankheit.

Er war so verachtet,
daß man das Angesicht vor ihm verbarg;
darum haben wir ihn nichts geachtet.

Fürwahr, er trug unsere Krankheit
und lud auf sich unsere Schmerzen.

Wir aber hielten ihn für den,
der geplagt und von Gott geschlagen
und gemartert wäre.

Aber er ist um unserer Missetat verwundet
und um unserer Sünde willen zerschlagen.

Die Strafe liegt auf ihm,
auf daß wir Frieden hätten,
und durch seine Wunden sind wir geheilt.

Wir gingen alle in die Irre wie Schafe,
ein jeglicher sah auf seinen Weg;
aber der Herr warf unser aller Sünde auf ihn.

Da er gestraft und gemartert ward,
tat er seinen Mund nicht auf wie ein Lamm,
das zur Schlachtbank geführt wird,
und wie ein Schaf,
das verstummt vor seinem Scherer
und seinen Mund nicht auf tut.“

Jesaja 53,3-7

Wir kommen damit zu einem kaum faßbaren Gedanken: Es kann uns den Atem verschlagen vor dieser Wahrheit, auf die kein Mensch gekommen wäre: **Der Mann am Kreuz und der Schöpfer des ganzen Universums ist ein und dieselbe Person.** Wer kann das begreifen? Als Jesus am Kreuz die Sünde der Welt trug, verfinsterte sich für drei Stunden die Sonne. Was sah der Gekreuzigte? Wenn er noch in der Lage war, Kopf und Blick zu heben, konnte er den Sternenhimmel sehen, der durch die Finsternis leuchtete. Bei diesem Blick nach oben konnte Jesus die Sternenvelt sehen, die er selbst gemacht hatte. Welch eine unfassbare Situation! Der Schöp-

fer selbst hat sich bis zum Kreuz herab erniedrigt. Er wird unseretwegen machtlos und geschlagen. Psalm 139,17-18 charakterisiert unsere Situation: „Aber wie schwer sind für mich, Gott, deine Gedanken! Wie ist ihre Summe so groß! Wollte ich sie zählen, so wären sie mehr als der Sand.“ Mag uns der Gedanke schwer vorstellbar sein, daß der Schöpfer uns in der Person des Gekreuzigten begegnet, so stellt sich doch eine wichtige Frage: Ist der Schöpfer unsagbar weit entfernt – etwa überm Sternenzelt, wie *Schiller* meinte –, oder kann man persönlich zu ihm in Kontakt treten? Das soll uns nun im letzten Kapitel eingehend beschäftigen.

11. Den Schöpfer persönlich kennenlernen

Die vorangegangenen Texte haben uns einen nachhaltigen Eindruck von der Größe des Schöpfers vermittelt. Schon die Details seiner Werke übersteigen unser Denkvermögen. Wir stoßen an die Grenzen unseres Verstandes. Schon im Alten Testament (Spr 8,30) wird sogar ausgedrückt, daß Gott alle Dinge durch den Christus geschaffen hat. Er ist der praktisch Ausführende, er ist der *Werkmeister* der Schöpfung. Das Neue Testament greift das wieder auf. Ein Gedanke, der unser Fassungsvermögen übersteigt: Der Schöpfer wurde Mensch und blieb dennoch allgewaltiger Gott.

Ist Gott überhaupt zu finden? Glaubt man manchen Dichtern, Philosophen oder den Schreibern hämisch-atheistischer Zeitschriftenartikel, dann ist Gott der alte Mann, an den keiner mehr glaubt (*Wolfgang Borchert*: Draußen vor der Tür), oder der Gott, der längst tot ist (*Friedrich Nietzsche*). Was aber sagt Gott selbst? Er hat alles darangesetzt, damit ihn jeder finden kann, der es wirklich will. Er hat sich vielen Menschen offenbart: Mose, Abraham, Isaak, Jakob, David ... In Hebräer 1,1-2 heißt es: „Nachdem vorzeiten Gott manchmal und auf mancherlei Weise geredet hat zu den Vätern durch die Propheten, hat er in diesen letzten Tagen zu uns geredet durch den Sohn.“ In Hebräer 12,1 ist von der *Wolke der Zeugen* die Rede, also von einer riesigen Anzahl von Menschen, die Gott schon lange vor uns erfahren und an ihn geglaubt hat. Gottes Absicht ist eindeutig: „Er will, daß allen Menschen geholfen werde und sie zur Erkenntnis der Wahrheit kommen“ (1 Tim 2,4). Die größte Suchaktion Gottes nach dem verlorenen Menschen hat er durch Jesus eingeleitet. Jesus begründet darum sein Kommen in diese Welt geradezu mit diesem Anliegen: „Des Menschen Sohn ist gekommen, zu **suchen** und selig zu machen, was verloren ist“ (Lk 19,10). Der Widersacher *sucht auch*, aber er tut

das Gegenteil, er will verderben: „Der Teufel sucht, welchen er verschlinge“ (1 Petr 5,8).

Die Bibel ist voller Verheißungen für denjenigen, der sich auf die Suche nach Gott begibt. Jemand hat es einmal so ausgedrückt: Wenn du dich mit einem Schritt Gott nährst, dann kommt er dir mit tausend Schritten entgegen. Gott hat sich festgelegt, daß der Suchende ihn findet, wie mehrere Bibelstellen eindrücklich belegen:

5. Mose 4,29: „Wenn du ... den Herrn, deinen Gott, suchen wirst, so wirst du ihn finden, wenn du ihn von ganzem Herzen und von ganzer Seele suchen wirst.“

Sprüche 8,17: „Ich liebe, die mich lieben; und die mich frühe suchen, finden mich.“

Amos 5,4b: „Suchet mich, so werdet ihr leben.“

Mt 7,7-8: „Bittet, so wird euch gegeben; suchet, so werdet ihr finden; klopfet an, so wird euch aufgetan. Denn wer da bittet, der empfängt; und wer da sucht, der findet; und wer da anklopft, dem wird aufgetan.“

Joh 6,37b: „Wer zu mir kommt, den werde ich nicht hinausstoßen.“

An drei Beispielen von Suchenden wollen wir deutlich machen, wie Gott gefunden werden kann. Als erstes betrachten wir den Finanzminister von Äthiopien, von dem in Apostelgeschichte 8,26-39 berichtet ist. Wir wollen das dort niedergeschriebene Gespräch³² ausführlich ergänzen, aber doch so, wie es sich zugetragen haben könnte:

³² **Gespräche in der Bibel:** An zahlreichen Stellen der Bibel finden wir Gespräche wiedergegeben, die Jesus oder die Apostel mit Menschen führten. Jesus hatte immer Zeit für die Menschen, die zu ihm kamen. Nie brach

1. Der Finanzminister von Äthiopien: Er hatte von Gott gehört, aber er kannte ihn nicht. Ihm war aber zu Ohren gekommen, Gott könne man in Jerusalem finden. So entschloß er sich zu einer Reise dorthin. Die Lufthansa flog diese Strecke damals nicht, so mußte er selbst eine aufwendige Reise durch Wüsten und unwegsames Gelände planen. Sorgfältig wurde eine Karawane mit allem Notwendigen zusammengestellt. Kein Aufwand und keine Strapaze waren ihm zu groß, denn mit seiner Suche nach Gott war es ihm sehr ernst. Wenn es diesen Gott wirklich gibt, auf dessen Existenz ihn schon die Schöpfung hinwies, dann wollte er ihn auch kennenlernen. Nach etlichen Wochen war er endlich am Ziel der Reise angelangt – in Jerusalem. Wo wird Gott wohl zu finden sein? Auf den Marktplätzen, am Ölberg, im Tempel? Er kam mit vielen Leuten zusammen – er beobachtete die Kaufleute, Handwerker, Priester; er sprach mit Frommen und Nichtfrommen. Aber nirgendwo ist ihm Gott begegnet. Enttäuscht und nicht minder verärgert beschließt er endlich, unverrichteter Dinge die Rückreise anzutreten. Vielleicht war es so: Er denkt, man sollte aus

er aus Zeitmangel ein Gespräch ab. Nur das Wesentliche oder das Ergebnis dieser Gespräche ist im NT übermittelt. So ist das ausgiebige Nachtgespräch zwischen Jesus und Nikodemus mit nur 21 Versen berichtet, und vom Bekehrungsgespräch des Matthäus ist nur ein einziger Vers überliefert (Mt 9,9). Wir können aber davon ausgehen, das Jesus auf alle Fragen einging, die ein Suchender vorbrachte. In gleicher Weise taten es auch seine Apostel. Wäre alles geschrieben, was Jesus tat und sagte, so würden die Bücher der Welt nicht ausreichen (Joh 21,25). Da die biblischen Geschichten und Gespräche knapp gehalten sind, ist m. E. viel Freiraum für die Predigt gegeben. Der Spielraum darf genutzt werden, um die Berichte für heutige Situationen zu aktualisieren und um Details zu ergänzen, die zum Verständnis des Evangeliums hilfreich sind. Alles aber muß so gestaltet sein, daß es nicht im Widerspruch zum Gesamtzeugnis der Bibel steht. In diesem Sinne soll hier das Gespräch zwischen Philippus und dem äthiopischen Finanzminister ergänzt werden. Es sei hier darauf hingewiesen, daß die erwähnten Zitate aus dem Neuen Testament zu diesem Zeitpunkt noch nicht in geschriebener Form vorlagen, zum besseren Verständnis aber wurden sie mit eingeflochten.

dieser großen Stadt doch zumindest ein Souvenir mitnehmen. Bei einem Händler ersteht er eine Buchrolle, ohne genau zu prüfen, was dort geschrieben steht. Wichtig war ihm in diesem Augenblick nur, daß er ein originelles Mitbringsel von dieser fernen Stadt hat.

Er ist schon auf der Rückfahrt gen Süden, da erinnert er sich an seine Rolle. Es geht ihm durch den Kopf: Was mag ich da wohl gekauft haben? Er macht es sich auf seinem Reisewagen gemütlich und beginnt mit der ihm unbekannten Lektüre. Er liest laut, denn hier in der einsamen Wüste kann man sich völlig unbefangen verhalten. Die hebräische Sprache hatte er einst gelernt, so daß er mit den einzelnen Wörtern keine Mühe hatte. Er beginnt an irgendeiner willkürlichen Stelle. Merkwürdiger Text, denkt er. Hier (Jes 53) ist ständig die Rede von einem „Er“. Er trug unsere Krankheit; er lud auf sich unsere Schmerzen; er ... er ... er ... Wer mag bloß dieser Er sein? Sein Name ist hier gar nicht genannt.

Plötzlich taucht in dieser Einsamkeit jemand auf. Wie kommt der denn hierher? Wie kann man nur – denkt der Minister – als Einzelner bei sengender Sonne durch die Wüste wandern? Der Fremde aber geht schnurstracks auf den äthiopischen Schatzmeister zu und ist sichtlich bewegt von den Worten, die er dort gerade noch aufgeschnappt hatte. Er stellt sich kurz vor: „Mein Name ist Philippus.“ Zwischen ihm (P) und dem Finanzminister (F) kommt es nun zu einem sehr angeregten und nicht minder ausgedehnten Dialog:

P: Ist dir bewußt, was du da liest?

F: Ich habe schon viel in meinem Leben gelesen, aber mit diesem Text komme ich einfach nicht klar. Ich gewinne zwar mehr und mehr den Eindruck, daß hier etwas Wichtiges geschrieben steht, aber den Inhalt verstehe ich einfach nicht. Wenn mir das doch bloß einer erklären könnte!

P: Oh, hier kann ich helfen. Du wirst es kaum glauben, aber

ich kenne diesen Mann, von dem du da liest, ganz persönlich. Ich bin ihm selbst einige Male begegnet. Nie zuvor habe ich jemanden so gewaltig, aber auch so voller Liebe reden hören. Auch seine Taten haben mich tief bewegt.

- F: Das ist ja wohl unmöglich. Willst du mir etwa einen Bären aufbinden? Der Händler in Jerusalem hat mir versichert, dieser Text sei über 700 Jahre alt. Für mich war es beim Lesen zur Frage geworden, ob der Schreiber von sich selbst redet oder von einem ihm Bekannten. Das hat mich schon ziemlich durcheinandergebracht. Aber wenn du nun einfach behauptest, du kennst ihn, dann bin ich völlig verwirrt. Wie soll ich denn das verstehen?
- P: Ich kann mir deine Situation nur allzu gut vorstellen. Das alles ist in der Tat kaum zusammenzubringen, aber dennoch ist es wahr, was ich dir sage. Über diesen Text aus dem Propheten Jesaja (Kapitel 53) haben schon viele Leute nachgedacht. In den vergangenen Jahrhunderten sind schon manche Buchrollen darüber vollgeschrieben worden. Du wirst staunen, aber ich kann dir die verbindliche Antwort geben, wer dieser „Er“ ist und was es mit ihm auf sich hat. Der Prophet Jesaja hat hier über den verheißenen Messias geschrieben. Es ist der Erlöser, von dem Gott schon seit Jahrhunderten gesagt hat, daß er kommen werde. Stell dir vor, gerade zu unseren Lebzeiten geschah es nun, daß er kam. Er wurde in Bethlehem, unweit von Jerusalem, geboren. (Auch das hatte Gott uns schon durch den Propheten Micha (Mi 5,1), einem Zeitgenossen Jesajas, etwa 750 Jahre vorher angekündigt). Als er dreißig Jahre alt war, sammelte er zwölf Männer um sich und verkündigte im Lande hin und her die gute Botschaft Gottes. Weil sie Lernende waren, nannte er sie Jünger. Ich habe noch nie zuvor jemanden so predigen hören, wie er es tat, obwohl er nie eine höhere Schule oder Universität besucht hatte. Er hat aber nicht nur gepredigt; viele Menschen hat er von schwerer Krankheit geheilt. Ich habe selbst nur Einiges miterleben

dürfen, aber mein Namensvetter war einer von den Zwölfen, und der hat mir alles haarklein erzählt. Mir kommt es jetzt so vor, als war ich von Anbeginn immer dabei. So schilderte er mir u. a. folgende Begebenheit: „Einmal waren wir mit dem Schiff auf dem See Geneza-reth in einen orkanartigen Sturm geraten. Wir schwebten in Todesängsten, weil das Schiff unterzugehen drohte. Er aber schlief tief und fest, als ginge ihn das alles gar nichts an. Als wir ihn in unserer Verzweiflung weckten, schalt er uns als kleingläubig, dann erhob er seine Hand und gebot dem Sturm. Augenblicklich war es stille auf dem Meer. So etwas hatten wir noch nie erlebt.“

F: Erzähl' mehr von ihm. Das interessiert mich brennend!

P: Ein andermal waren die Zwölf mit ihm unterwegs, da bekamen sie die Nachricht, daß sein guter Freund in Bethanien schwer erkrankt ist. Du mußt wissen, er hatte die Vollmacht, alle Krankheit zu heilen. Das hatten die Jün-ger schon oft miterlebt.

F: Dann sind sie also sofort nach Bethanien aufgebrochen?

P: Keineswegs! Aber das verstanden die Zwölf auch nicht. Er sagte vielmehr, laßt uns noch ein paar Tage hier bleiben. Sie hatten Sorge, daß sein Freund Lazarus, den sie durch ihn auch persönlich kannten, inzwischen sterben könnte. Als er dann doch mit ihnen zu jenem Dorf kam, war geschehen, was die Jünger schon befürchteten. Der Kranke war inzwischen gestorben, und viele Freunde, Nachbarn und Verwandte hatten sich schon zur Trauerfeier eingefunden. Es war ein Weinen und Jammern, daß man es kaum mit anhören konnte. Alles war zu spät. Voller Anklage sagte Lazarus' Schwester Martha: „Wärest du rechtzeitig hier gewesen, dann wäre mein Bruder nicht gestorben.“ – Aber als die Jünger sahen, was dann geschah, trauten sie ihren Augen nicht. Er gab zwei Befehle. Zunächst: „Nehmt den Rollstein von dem Grab weg!“ Martha wandte belehrend ein: „Er hat schon vier Tage gelegen. Bei dieser drückend heißen Luft ist die Verwesung schon in vollem Gange. Er stinkt schon.“ Der Mei-

ster aber ließ sich von seinem Vorhaben nicht abbringen, bis sie den Stein weggewälzt hatten. Dann rief er mit lauter Stimme in Richtung des Felsengrabes: „Lazarus, komm heraus!“ Allen Anwesenden verschlug es den Atem, denn so etwas hatten sie noch nicht erlebt. Der Tote kam tatsächlich sofort heraus. Der Körper war noch umwickelt mit allen Grabtüchern, wie das hierzulande so Sitte ist.

- F: Sag mal, warum bist du jetzt nicht bei ihm? So einem Mann wäre ich doch auf Schritt und Tritt gefolgt.
- P: Diese Frage mußte kommen. Er hat die Menschen geliebt wie kein anderer. Er tat ihnen Gutes wie nie irgend jemand zuvor. Er hat nie etwas Böses getan. Ja, selbst seine Feinde konnten ihm nicht eine einzige Sünde nachsagen. Trotzdem haben die Menschen ihn verurteilt und bei vollem Bewußtsein an ein Kreuz genagelt.
- F: Er hätte sich doch wehren können, wenn er so mächtig war.
- P: Ja, das hätte er tun können. Aber er ließ alles lautlos über sich ergehen. Auf seinen eigenen Tod hatte er die Zwölfe lange vorbereitet. Sie wollten es nicht glauben, daß er einen so bitteren Tod erleiden muß. Er erklärte das immer wieder von Neuem: Es muß so geschehen. Ich muß sterben für die Sünden der Menschen. Wenn ich durch meinen Tod nicht eure Sünden auf mich nehme, dann bleibt ihr alle in der Verlorenheit und werdet dem ewigen Gericht verfallen. Er machte immer wieder deutlich, daß die Sünde nicht anders beseitigt werden kann. Nun liegt sein Tod schon einige Zeit zurück. Vor den Toren jener Stadt, die du gerade besucht hast, wurde er gekreuzigt. Ein römischer Hauptmann leitete diese schreckliche Aktion. Dieser kriegserprobte und unerschrockene Mann hatte schon viele öffentliche Kreuzigungen geleitet. Er wußte genau, wie die Menschen in einer solchen Grenzsituation reagieren. Schreie und Flüche wechseln einander ab, dazwischen Stöhnen und schwere Atembeschwerden. Oft schon hatte er diese

Szenerie eines stundenlangen verbissenen Kampfes mit dem Tode aus allernächster Nähe beobachtet. Was er aber nun erlebte, durchbrach alle seine bisherigen Erfahrungen. Hier starb erstmals einer ganz anders. Er führte nicht das geringste Wort der Anklage gegen seine Peiniger. Während eine grölende Volksmenge ihn verhöhnte, betete er zu seinem Vater im Himmel: „Vergib ihnen, weil sie nicht wissen, was sie tun.“

F: Entschuldige, daß ich dich unterbreche. Hier beim Propheten steht der Satz: „Er tat seinen Mund nicht auf wie ein Lamm, das zur Schlachtbank geführt wird.“ Trifft das nicht auch auf diese Situation der Kreuzigung zu?

P: Ja, genau, das ist es! Der Prophet beschreibt exakt das, wovon ich dir gerade erzähle. Beim letzten Atemzug sagte er noch: „Es ist vollbracht!“ Er wollte damit sagen, der Plan Gottes für die Rettung der Menschen ist nun ausgeführt. Noch nie hatte jemand am Kreuz solche Worte gesagt. Hier war etwas ganz Außergewöhnliches passiert. Der Hauptmann gewann daraus eine tiefe Erkenntnis, die er dort auch öffentlich aussprach: „Dieser ist wirklich Gottes Sohn gewesen!“ Niemand hatte ihm das gesagt; das hatte er aus dem Erlebten geschlossen.

F: Ich muß dich unterbrechen. Nach allem, was ich bis jetzt gehört habe, glaube ich das auch. Das kann kein gewöhnlicher Mensch gewesen sein. Immer deutlicher erkenne ich, daß von diesem Gekreuzigten in meiner Buchrolle geschrieben steht. Aber erzähl' weiter. Die Geschichte ist aufregend.

P: Das Größte habe ich dir noch gar nicht gesagt: Er ist nicht im Tode geblieben. Er hat selbst nie etwas Unrechtes getan, er war wirklich ohne jegliche Sünde, darum konnte der Tod ihn nicht halten. Am dritten Tage ist er auferstanden.

F: Wie? Dann war er wieder lebendig? Das gibt's doch nicht! Hat das denn jemand gesehen?

P: Ja! Die Jünger waren alle vorher eingeweiht, aber keiner von ihnen wollte ihm das wirklich abnehmen. Sie hatten

allerdings keinen Grund zum Zweifel, denn was er sagte, traf ohne Ausnahme immer zu. Einmal sagte er: „Ich bin die Wahrheit“ (Joh 14,6). Als sie ihn dann als den Auferstandenen vor sich sahen, mit ihm sprachen, ihn angefaßt und berührt hatten, ja sogar mit ihm gegessen haben, da waren sie ganz gewiß. Alles stimmte, was er zuvor geredet hatte. In Bethanien hatte er gesagt: „Ich bin die Auferstehung und das Leben.“ Die Bedeutung dieses Satzes konnte damals noch niemand ermessen.

F: Aber wo ist er jetzt? Wenn er lebt, dann möchte ich ihn unbedingt einmal kennenlernen.

P: Du stellst die schönste und wichtigste Frage, die ein Mensch überhaupt stellen kann. Als er schon auferstanden war, hatte er den Auftrag gegeben, allen Menschen von ihm zu erzählen. Wörtlich hatte er gesagt:

„Mir ist gegeben alle Gewalt im Himmel und auf Erden. Darum gehet hin und machet zu Jüngern alle Völker: taufet sie auf den Namen des Vaters und des Sohnes und des heiligen Geistes und lehret sie halten alles, was ich euch befohlen habe. Und siehe, ich bin bei euch alle Tage bis an der Welt Ende“ (Mt 28,18-20).

So verabschiedete er sich von den Jüngern, und dann nahm ihn eine Wolke auf. Alles geschah so vor ihren Augen. Er ging auf diese Weise zurück zu seinem Vater im Himmel. Als sie ihm noch nachsahen, standen da plötzlich zwei Männer in weißen Kleidern – es waren Engel Gottes –, und sie beruhigten die Jünger: „Ihr Männer von Galiläa, was steht ihr da und seht gen Himmel? Dieser ..., der von euch weg gen Himmel aufgenommen wurde, wird so wiederkommen, wie ihr ihn habt gen Himmel fahren sehen“ (Apg 1,11). Das hatte er uns auch selbst sehr oft gesagt. Er wird am Ende der Zeiten wieder sichtbar auf die Erde zurückkehren – dann nicht mehr als Kind, sondern in seiner ganzen Macht und Herrlichkeit. Er wird dann das Gericht über alle Men-

schen halten. Niemand kann sich diesem Termin entziehen.

- F: Das war aber sehr viel Neues für mich. Darüber habe ich noch lange nachzudenken. Aber, sag mal ... wenn ich das alles richtig verstanden habe, dann kommt es doch für jeden Menschen darauf an, daß er sich ganz auf seine Seite stellt. Kann ich das auch tun? Hat er etwa auch für meine Verfehlungen gelitten?
- P: Du hast messerscharf geschlossen. Aus allen Völkern, Stämmen und Nationen können die Menschen zu ihm kommen, und er wird sie retten. Das gilt somit auch für die Äthiopier.
- F: Etwas finde ich jetzt merkwürdig. Wir haben soviel von ihm gesprochen, aber du hast auch immer nur „Er“ gesagt, ebenso wie es hier in meiner Buchrolle steht. Hat er denn keinen Namen?
- P: Oh doch, er hat sogar einen ganz besonderen Namen, er heißt Jesus.
- F: Den Namen habe ich noch nie gehört. Bei uns in Äthiopien gibt es viele wohlklingende Namen, aber einen solchen habe ich in der Tat noch nie gehört.
- P: Es ist etwas Besonderes um diesen Namen. Auch die Propheten, die immer wieder im Auftrag Gottes von ihm schrieben, kannten noch nicht seinen Namen. Gott hat ihn lange Zeit verborgen gehalten. Erst kurz vor seiner Geburt verkündete ein Engel: „... Und sie (= Maria) wird einen Sohn gebären, dem sollst du den Namen Jesus geben“ (Mt 1,21). Dieser Name ist von Gott selbst über alle Namen gesetzt. Jesus ist etwas anderes als ein schöner oder ausgefallener Rufname. Dieser Name ist ein Programm. Er hat uns immer wieder gelehrt, wer er ist: Ich bin der gute Hirte, ich bin das Licht der Welt, ich bin der Weg zum Vater, ich bin die Wahrheit, ich bin das Leben ... Der Name Jesu beinhaltet das alles. Niemals in der Weltgeschichte konnte jemand solche Worte von sich sagen. Bei ihm aber paßte das zur Person. Diese Worte machten sein Wesen aus. Er war wirklich der von

Gott versprochene Retter, der Christus. „Darum hat ihn auch Gott erhöht und hat ihm den Namen gegeben, der über alle Namen ist“ (Phil 2,9). Nun ist es so, wer diesen Namen anruft, der wird errettet.

- F: Ich muß jetzt noch einmal auf das Anliegen meiner Reise zurückkommen. Weißt du, ich hatte schon in meiner Heimat davon gehört, daß ein Gott sein muß. Tagelang habe ich diesen Gott in Jerusalem gesucht. Ich wollte ihn sogar anbeten, aber ich habe ihn nirgends gefunden. Weißt du den Weg zu Gott?
- P: Hast du es noch nicht gemerkt, Jesus ist der Weg zu Gott! Ja, er ist sogar der einzige Weg zu ihm. Gott kannst du auf keinem anderen Weg finden. Alle unsere eigenen Versuche, zu Gott zu kommen, sind Irrwege. In Jesus ist uns Gott selbst entgegengekommen. Nur ihn hat Gott für den Glauben hingestellt (Röm 3,25). „In keinem anderen ist das Heil, ist auch kein anderer Name unter dem Himmel den Menschen gegeben, darin wir sollen selig werden“ (Apg 4,12).
- F: Verstehe ich dich richtig, direkt zu Gott können wir gar nicht kommen? Geht es denn wirklich nur durch Jesus?
- P: Das hast du klar erkannt! Wer ohne Jesus zu Gott kommen will, mißachtet den Willen Gottes. Denn Gott hat ausdrücklich seinen Sohn Jesus dazu eingesetzt, daß wir von ihm das ewige Leben empfangen. Jesus hat dieses Heil am Kreuz erworben, und darum ist auch nur er der Geber.
- F: Nun wird mir auch klar, warum die frommen Pharisäer und Sadduzäer mir nicht den Weg zu Gott zeigen konnten. Sie redeten zwar viel von ihm, aber sie kannten ihn selbst gar nicht, weil sie Jesus ausklammerten.
- P: Jetzt bist du ganz dicht daran, Rettung zu finden. Rufe den Herrn Jesus im Gebet an, bekenne ihm deine Sünden und lade ihn ein, in dein Leben zu kommen.
- F: Nach allem, was ich jetzt gehört habe, will ich das gern tun. (Er ruft Jesus an und sagt ihm alles in einem bewegten Gebet).

- P: Jetzt bist du ein Kind Gottes geworden. Jesus ist dein Retter, und Gott im Himmel ist nun dein Vater geworden. Wer Kind Gottes ist, der ist auch Erbe des Himmels. Dein Reichtum ist jetzt größer als alle Schätze der Kandeke, deiner Königin von Äthiopien.
- F: Ich kann es noch gar nicht fassen, was mit mir geschehen ist. Ich muß erst mal vom Wagen und vor Freude springen. Ist das zu begreifen? Gibt es Zufälle? Ich kaufe mir die Jesaja-Rolle, ohne zu wissen, welchen Schatz ich da erworben habe. Dann lese ich genau die Stelle, wo es um den Sohn Gottes geht, der das Heil bringt. Den Text verstehe ich nicht, aber gerade im rechten Augenblick kommst du mir zur Hilfe. Und damit noch nicht genug: Die Heilsgeschichte hat sich gerade erst kürzlich erfüllt. Ohne Gott ist das alles nicht mehr zu begreifen.
- P: Du hast Gott von ganzem Herzen gesucht. Und er hat versprochen, wer das tut, der wird ihn auch finden. Das hast du nun auch erfahren. Nun muß ich dir noch etwas Wichtiges über diesen Jesus sagen, der dein Herr geworden ist. Wenn du heute Nacht nach oben schaust, dann wirst du einen schönen klaren Sternenhimmel sehen. Weißt du, wer der Urheber dieser wunderbaren Werke ist? Auch du kennst ihn jetzt persönlich: Es ist derselbe Jesus, der uns am Kreuz erlöst hat. In seiner Person kommt alles zusammen: Er ist Retter und Heiland, er ist der Gekreuzigte und Auferstandene, und er ist auch der Schöpfer dieser Erde und des ganzen Universums mit allen Sternen.
- F: Ich komme aus dem Staunen nicht mehr heraus. Du erzählst immer größere Dinge von meinem neuen Herrn. Nun hab ich aber noch eine Frage. Sag mal, du hast da vorhin etwas von einer Taufe gesagt. Was ist das eigentlich? Davon mußt du mir auch noch erzählen.
- P: Das will ich gerne tun, denn Jesus selbst hat uns erklärt, was es damit auf sich hat. Wer zum Glauben an ihn kommt, bei dem ist die Taufe der nächste konsequente Schritt. Mit der Taufe dokumentieren wir vor der sicht-

baren und unsichtbaren Welt: Ich habe mich aus eigenem Entschluß ganz und gar auf die Seite Jesu gestellt. Ihm gehöre ich im Leben wie im Sterben. Die Taufe ist der Eintritt in eine neue Lebenssphäre, sie dokumentiert eine Absage an das alte Leben, das ohne Christus gelebt wurde (Röm 6,4). Glaube und Taufe bilden eine zusammengehörende Einheit, darum sagte der Herr Jesus: „Wer da glaubet *und* getauft wird, der wird selig werden“ (Mk 16,16). Die Taufe wird damit auch zu einem Akt des Gehorsams.

- F: Schau mal, dort drüben ist ein Gewässer. Ich will keine halbe Sache mit Jesus machen. Hältst du mich für gläubig? Dann kannst du mich doch auch taufen?
- P: Du hast dich ganz bewußt dem Herrn Jesus zugewandt, darum bist du jetzt auch gläubig. So kann ich dich auf dein Bekenntnis zu Jesus hin auch taufen. Das tue ich gerne. Halte den Wagen an, und dann steigen wir beide in das Wasser hinein. Ich taufe dich dann auf den Namen Gottes, deines Vaters im Himmel, seines Sohnes Jesus, deines Retters, und des Heiligen Geistes, der dich fortan in alle Wahrheit leiten wird. Etwas darfst du dir zeichenhaft merken: Das Untertauchen symbolisiert gewissermaßen unser Gestorbensein mit Christus, denn: „Alle, die wir in Jesus getauft sind, die sind in seinen Tod getauft“ (Röm 6,3). Das Auftauchen aus dem Wasser kannst du zeichenhaft als deine Auferstehung deuten: „Wenn nun der Geist des, der Jesus von den Toten auferweckt hat, in euch wohnt, so wird derselbe, der Jesus Christus von den Toten auferweckt hat, auch eure sterblichen Leiber lebendig machen durch seinen Geist, der in euch wohnt“ (Röm 8,11).
- F: Ich bin so dankbar, daß ich Gott doch noch gefunden habe. Ich hatte mich schon voller Resignation auf den Heimweg begeben. Nun habe ich Gott in Jesus gefunden – und das in dieser unwirtlichen Wüste. Ich kann es noch kaum fassen. Mir ist aber klar geworden: Gott hat sich nicht an einen bestimmten Ort gebunden, wo er zu

finden ist. Er läßt sich wirklich überall finden, wenn wir es wirklich wollen. Gott finden wir aber nirgendwo anders als allein in Jesus. Mein Herz kann vor Freude zerspringen! Dies war die wichtigste Reise meines Lebens. Für meine Landsleute bringe ich die beste Botschaft mit.

Aus dieser Geschichte können wir das Wichtigste festhalten:

- Wer Gott wirklich sucht, der wird ihn finden.
- Wer Gott wirklich sucht, findet ihn in Jesus.
- Wer Jesus sucht, findet ihn im Wort Gottes, also der Bibel.
- Nur wer Jesus findet, ist errettet.
- Wer Jesus angenommen hat, wird ein Kind Gottes.
- Wer an Jesus glaubt, hat ewiges Leben.

Nun sollen noch zwei persönliche Erlebnisse angefügt werden, die dem Leser vielleicht eine Hilfe sein können:

2. Eine Mauer wird übersprungen: Während einer Evangelisation in der Braunschweiger Stadthalle hatte ich zu einer persönlichen Entscheidung für Christus eingeladen. Dem Aufruf folgten mehrere Personen in den Seelsorgeraum. Ein 80jähriger großer schlanker Mann, Bernhard H., kam auch zum Gespräch. Er wandte ein: „Ich habe alles verstanden, was Sie gesagt haben, aber daß ich dazu Jesus brauche? Alles steht vor mir wie eine große Mauer; darüber komme ich nicht hinweg.“ Ich habe dann nur eine kurze Frage gestellt: „Wollen Sie über diese Mauer?“ – Auf seine knappe Antwort „Ich will!“, reagierte ich so: „Wenn Sie wirklich wollen, dann gebe ich Ihnen jetzt eine Garantieerklärung: Sie werden noch heute Gott finden – nicht weil ich es behaupte, sondern weil Gott sich dafür verbürgt hat.“ Ich erklärte dann anhand zentraler biblischer Aussagen den Weg zu Gott, der gemäß Johannes 14,6 immer ein Weg über Jesus ist. Als alle Fragen geklärt waren, haben wir zu Jesus gebetet. Ich spürte,

wie seine Augen leuchteten; es war etwas geschehen. Er sagte mit großer Freude: „Jetzt bin ich über die Mauer drüber! Ich kann es selber kaum fassen.“ Er wollte wirklich, und darum fand er auch. Er ist längst Glied der Gemeinde. Wenn wir uns begegnen, denken wir immer an jene unüberwindlich erschienene Mauer. In Psalm 18,30 heißt es: „Mit meinem Gott kann ich über die Mauer springen.“

3. Ab wann bin ich gerettet? Nach einer Predigt, die ich in Bad Gandersheim gehalten hatte, kam Frau Dorothea M. auf mich zu, die als Kurgast den Sonntagsgottesdienst aufgesucht hatte. Die Aussagen hatten sie beunruhigt, und so kam es zu etwa folgendem Gespräch zwischen ihr (A) und mir (B):

A: Ich bin gläubig, ich glaube schon seit langem an Gott. Sie haben in Ihrem Vortrag immer wieder die Notwendigkeit einer Beziehung zu Jesus herausgestellt. Das kann ich nicht nachvollziehen. Ich habe noch nie zu Jesus gebetet. Ist das überhaupt erforderlich, wenn ich doch zu Gott bete? Ich habe sogar erfahren, daß Gott Gebete erhört.

B: Es ist gut, daß Sie an Gott glauben und auch zu ihm beten. Gott hat versprochen, wer ihn in irgendeiner Not anruft, dem will er auch helfen (Ps 50,15). Gott erweist sich uns als der gute Gott, und so gewinnen wir Vertrauen zu ihm. Genau das haben Sie auch erfahren.

A: Dann habe ich ja alles richtig gemacht. Warum stellen Sie dann aber Jesus so stark heraus?

B: Gott selbst hat Jesus in einzigartiger Weise herausgestellt. Auf dem Berg der Verklärung hatte er gesagt: „Dies ist mein lieber Sohn, an welchem ich Wohlgefallen habe; (auf) den sollt ihr hören!“ (Mt 17,5). Weiterhin hat Gott den Herrn Jesus als denjenigen gesetzt, an den wir glauben sollen, denn in Römer 3,25 lesen wir: „Den (= Jesus Christus) hat Gott für den Glauben hingestellt.“ Wenn wir das nicht tun, leben wir konsequenterweise in einem ständigen Zustand der Sünde. Darum sagt Jesus

auch in Johannes 16,9, die eigentliche Sünde des Menschen ist die, „daß sie nicht an mich glauben“. Aus all diesen Aussagen können wir etwas Wichtiges erkennen: Es ist Gottes erklärter Wille, daß wir an den Herrn Jesus glauben, d. h. daß wir Gemeinschaft mit ihm haben, zu ihm beten und mit ihm leben. Ohne Jesus kommen wir nicht in den Himmel, denn nur er allein ist der Weg zum Vater. Das hat er uns eindeutig erklärt (Joh 14,6). Unsere Errettung ist allein durch Jesus möglich, darum empfangen wir das Heil auch nur dadurch, daß wir uns zu ihm bekehren. Gott tut uns auch vor unserer Bekehrung Gutes, weil er gut ist und uns lieb hat. Er will uns damit sein Interesse und seine Liebe zu uns deutlich machen – und uns damit zu sich ziehen. Die Bibel sagt uns: „Weißt du nicht, daß dich Gottes Güte zur Buße leitet“ (Röm 2,4b). Es ist somit kein Widerspruch, wenn Gott unsere Gebete erhört, auch wenn wir noch nicht errettet sind.

- A: Wenn ich also nicht an Jesus glaube, dann bin ich offenbar Gott ungehorsam!?
- B: Ja, so ist es. Ohne Jesus haben Sie Gott auch nicht. Dann sind Sie auch nicht errettet. In Johannes 3,36 steht es eindeutig: „Wer an den Sohn (Gottes) glaubt, der hat das ewige Leben. Wer dem Sohn (Gottes) nicht glaubt, der wird das Leben nicht sehen, sondern der Zorn Gottes bleibt über ihm.“ In Apostelgeschichte 16,14-15 ist in nur zwei Versen von einer Frau namens Lydia die Rede. Diese Frau war in derselben Situation, in der Sie jetzt auch sind. Lydia war eine gottesfürchtige Frau, d. h. sie glaubte an Gott und achtete auch auf seine Gebote. Aber war sie gerettet? Erst nach der Verkündigung des Evangeliums durch Paulus nahm sie Christus als ihren Herrn an. Erst von da an war sie auch gerettet.
- A: Ich habe jetzt verstanden, was mir fehlte. Ich möchte den Herrn Jesus jetzt annehmen. Helfen Sie mir dabei. (Im Gebet zu Jesus machte sie ihre Entscheidung fest).

Die Suche nach Gott: Viele Menschen sind auf der Suche

nach Gott. Manche finden ihn, wie es die obigen Beispiele belegt haben, und anderen gelingt es nicht. *Bild 8* soll uns diese unterschiedlichen Ergebnisse veranschaulichen und verstehen helfen. In dem Kapitel 8.1 (Braucht das Universum einen Urheber?) hatten wir u. a. Dichter, Physiker und Astronomen zitiert, die sich zwar mit der Gottesfrage beschäftigt, aber den Gott der Bibel, den Vater Jesu Christi, nicht gefunden haben, weil sie an der falschen Stelle suchten. Daß man zunächst an der falschen gesucht hat, ist nicht hinderlich. Wichtig ist nur, daß man sich auch auf die richtige Suche begibt, und dort liegt auch die Verheißung des Findens (Jer 29,13-14a).

Jemand suchte unter der Laterne nach seinem verlorenen Schlüssel. Als er diesen trotz eifriger Suche nicht fand, fragte man ihn, ob er denn hier den Schlüssel verloren habe. „Das nicht, aber hier habe ich Licht.“

Dies ist die Situation vieler Gottsucher. Wer Gott in den vielen Religionen der Welt sucht, der findet den „Gott der Religionen“. Dort findet man Zeus und Aphrodite, Allah und Krishna, Schiwa, Manitu oder Buddha, aber nicht den Gott der Bibel. *Hoimar von Ditfurth* schrieb viel über Gott, den er in der Evolution suchte und dem er die Evolution zuschrieb. Wie seine eigenen Aussagen belegen, kannte er nicht den Gott der Bibel, darum (er)fand er den „Gott der Evolution“ (ausführlicher in [G6,98-120]). Dichter und Philosophen haben wiederum andere eigene Vorstellungen von Gott entwickelt und dadurch den Gott der Bibel nicht gefunden. So sind alle Gottsucher, die lediglich in ihren eigenen Gedankensystemen geforscht haben, bei den Abgöttern gelandet, die keine Rettung geben können. Es gibt noch eine andere Methode Gott nicht zu finden, indem die biblische Botschaft bewußt umgedeutet, kritisiert oder abgelehnt wird. In dieser Weise haben sich z. B. die Philosophen *Sartre*, *Camus*, *Feuerbach*, *Marx* und *Bloch* betätigt. Der marxistische Philosoph *Ernst Bloch* entwarf die Schlagzeile „Ein

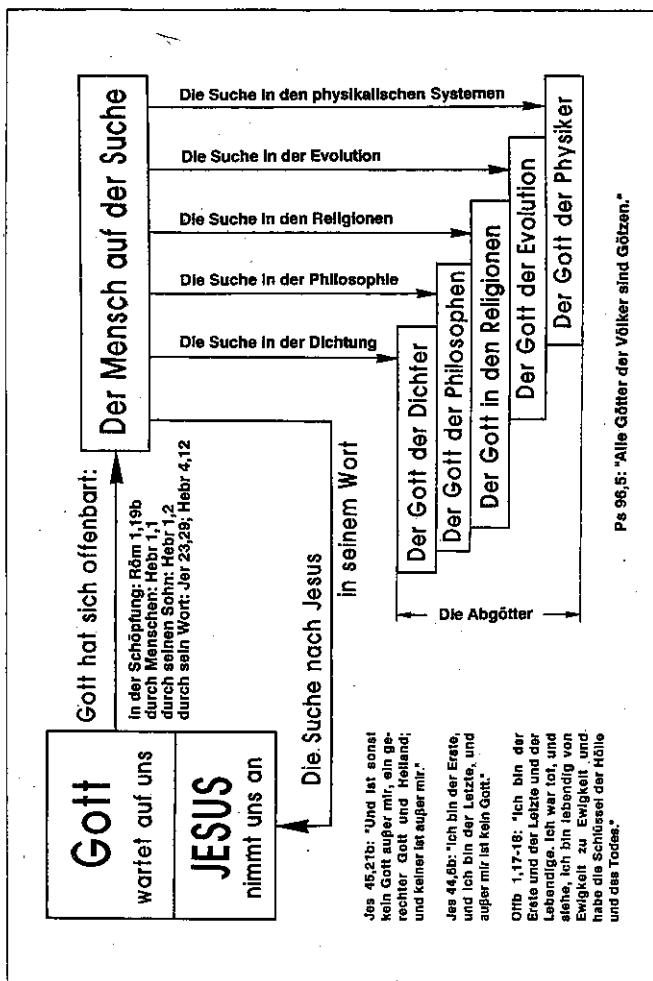


Bild 8: Der Mensch auf der Suche.

neuer Gott entsteht“. Hierzu gelangte er durch Veränderung und Auslassung biblischer Aussagen. Bei ihm wird schließlich der Mensch zum Gott erklärt.

Der lebendige Gott hat sich auf vielfältige Weise offenbart: in der Schöpfung, durch ihm dienende Menschen, durch seinen Sohn, durch sein Wort. Die Schöpfung und Menschen, die ihn kennen, können uns wichtige Hinweise geben. Finden aber werden wir ihn nur in Jesus. Die vorangegangenen drei Beispiele sollten dies verdeutlichen helfen. Dabei ist auch herausgestellt worden, daß die Bibel dabei eine zentrale Rolle einnimmt. Nach alledem, was bisher gesagt ist, bleibt dem Leser noch eine wichtige Frage zu beantworten: Wie finde ich selbst ganz praktisch das Heil? Dies soll nun abschließend behandelt werden:

Wie finde ich selbst ganz praktisch zu Jesus? Die drei vorangegangenen Beispiele zeigen ganz unterschiedliche Situationen, dennoch ist das Ergebnis immer das gleiche. Den Vorgang der persönlichen Hinwendung zu Jesus nennt die Bibel Bekehrung. Dabei übereignen wir dem Herrn Jesus unser ganzes Leben mit allen Bereichen. Wir räumen ihm die Verfügungsgewalt über unser Leben ein. Er erhält das Hausrecht in allen Gemächern unseres Daseins. Der Herr drängt sich niemandem auf, er steht jedoch klopfend an unserer Herzenstür (Offb 3,20) und wartet, bis wir ihn in einem ganz persönlichen Gebet einladen, die Herrschaft unseres Lebens zu übernehmen. In Johannes 1,12 wird dieser Vorgang mit der Folge der Gotteskindschaft beschrieben: „Wie viele ihn aber aufnahmen, denen gab er Macht, Gottes Kinder zu werden, die an seinen Namen glauben.“ Vielleicht sagen Sie als Leser jetzt: Mir ist schon längst klar geworden, daß ich mich bekehren sollte, aber wie sieht das nun ganz praktisch aus? Wie macht man das? Das soll im folgenden erläutert werden, damit auch Sie zur Gewißheit der Errettung kommen:

Rufen Sie den Namen des Herrn an, das heißt, beten Sie zu

Jesus Christus. Vielleicht sagen Sie jetzt, was soll ich beten, da ich doch noch nie zu ihm geredet habe? Zur Hilfe sei Ihnen nachfolgend ein frei zu formulierendes Gebet beispielhaft genannt:

„Herr Jesus Christus, mir ist jetzt klar geworden, wer Du bist. Du bist der Schöpfer dieser Welt und allen Lebens. Sogar die ganze Sternenwelt ist dein Werk. Gott hat alles durch Dich gemacht. Du bist aber gleichzeitig auch der Mann vom Kreuz auf Golgatha. Du bist um unserer Sünde willen gestorben, aber Du bist auferstanden von den Toten und lebst. Du bist der große Herr über alle Dinge! Ich möchte jetzt, daß Du auch mein persönlicher Herr wirst.

Ich weiß, daß ich mit der Schuld meines Lebens im Gericht nicht vor Dir und dem lebendigen Gott bestehen kann. Du aber bist in diese Welt gekommen, um verlorene Sünder zu erretten. Dein Tod am Kreuz war der Preis dafür, damit auch ich straffrei ausgehen kann. Darauf vertraue ich jetzt. Mit meinem Leben bin ich vor Dir wie ein aufgeschlagenes Buch. Du kennst alle meine Verfehlungen, jede falsche Regung meines Herzens und meine bisherige Gleichgültigkeit Dir gegenüber. Und nun bitte ich Dich: Vergib mir alle meine Schuld – alles, was mir jetzt vor Augen steht und auch das, was mir jetzt verborgen ist –, und nimm alles von mir, was vor Dir nicht recht ist. Ich danke Dir dafür, daß Du es gerade jetzt tust. Du bist die Wahrheit in Person, und darum verlasse ich mich auf die Zusagen in Deinem Wort.

Nun, Herr Jesus, bitte ich Dich, erfülle Du mein Leben. Leite mich auf dem Weg, den Du mir durch das Lesen der Bibel und Deine Führungen im Leben zeigen willst. Ich weiß, daß ich mich bei Dir, dem guten Hirten anbefehle, der es stets gut mit mir meint. Anvertrauen möchte ich Dir darum alle Bereiche meines Lebens: Mein Denken

und Handeln, meinen Beruf, meine Freizeit, meine Pläne, meine Freunde, mein Geld, meine Gesundheit, meine Krankheit, meine Freuden, meine Sorgen ... Gib mir die Kraft, mit meinem bisherigen sündigen Verhalten zu brechen. Und wenn ich hier und da doch noch fehle, so laß es mich als Unglück erkennen und es Dir sogleich bekennen. Ordne mein Leben und schenke mir neue Lebensgewohnheiten mit Dir, die unter Deinem Segen stehen. Ändere meine Gesinnung zu Dir und zu den Menschen, mit denen ich täglich zu tun habe. Gib mir Dir gegenüber ein gehorsames Herz, und öffne mir die Bibel, daß ich Dein Wort recht verstehe. Ich möchte Dich von nun an als meinen Herrn anerkennen und Dir nachfolgen. Amen.“

Wenn dieses Gebet – oder ein sinngemäß von Ihnen frei formuliertes – echt aus Ihrem Herzen gekommen ist, dann sind Sie jetzt ein Kind Gottes geworden: „So viele ihn (= den Herrn Jesus) aber aufnahmen, denen gab er das Recht, Kinder Gottes zu werden, denen, die an seinen Namen glauben“ (Joh 1,12; *Rev. Elberfelder*). Das erfüllte Leben, das Gott Ihnen versprochen hat, beginnt damit. Außerdem ist Ihnen das ewige Leben zugeeignet. Der ganze Himmel hat Anteil an dem Ereignis Ihrer Umkehr zu Jesus Christus hin, denn in Lukas 15,10 sagt er: „Also auch sage ich euch, wird Freude sein vor den Engeln Gottes über einen Sünder, der Buße tut (= der umkehrt).“

Nun sollen noch ein paar Ratschläge folgen, damit Sie zu einem guten Start ins Christsein kommen:

1. Bibellesen: Fangen Sie an, täglich in der Bibel zu lesen, um sich über den Willen Gottes zu informieren. Die Bibel ist das einzige von Gott autorisierte Buch. Für das neue Leben ist das Lesen dieses Wortes die notwendige Nahrung. Am besten, Sie beginnen mit einem der Evangelien. Das Johannes-Evangelium ist am Anfang besonders geeignet.

2. Gebet: Sprechen Sie täglich zu Gott und zu Jesus Christus im Gebet. Daraus werden Sie viel Kraft gewinnen, und es wird Sie verändern. Sie können alle Dinge des Alltags – Sorgen und Freuden, Pläne und Vorhaben – zum Gebet machen. Danken Sie dem Herrn für alles, wovon Sie bewegt sind. Durch Bibellesen und Gebet entsteht ein „geistlicher Kreislauf“, der für ein gesundes Glaubensleben sehr wichtig ist.

3. Gemeinschaft: Suchen und pflegen Sie den Kontakt zu anderen bewußten Christen. Wenn man eine glühende Kohle aus dem Feuer nimmt, erlischt sie sehr schnell. Auch unsere Liebe zu Jesus wird erkalten, wenn sie nicht durch die Gemeinschaft mit anderen Gläubigen brennend gehalten wird. Schließen Sie sich darum einer bibeltreuen Gemeinde an, und arbeiten Sie dort mit. Eine gute, lebendige Gemeinde, wo man der ganzen Bibel glaubt, ist eine unabdingbare Voraussetzung für unseren Glaubensweg und ein gesundes Wachstum im Glauben.

4. Gehorsam: Beim Lesen der Bibel werden Sie viele hilfreiche Anweisungen für alle Bereiche des Lebens und auch für den Umgang mit Gott finden. Setzen Sie all das, was Sie verstanden haben, in die Tat um, und Sie werden einen großen Segen erfahren. Die Liebe zu unserem Herrn können wir nicht besser bezeugen, als daß wir ihm gehorsam sind: „Denn das ist die Liebe zu Gott, daß wir seine Gebote halten“ (1 Joh 5,3).

5. Zeugnis: Erzählen Sie anderen davon, welche Bedeutung Jesus Christus für Sie gewonnen hat. Viele Menschen haben das rettende Evangelium noch nicht angenommen; sie brauchen unser Vorbild und Zeugnis. Jetzt dürfen auch Sie Mitarbeiter Gottes sein.

Freuen Sie sich jetzt, daß Sie sich bewußt Jesus Christus zugewandt haben und von Gott angenommen sind.

Mit der Bekehrung geht eine Veränderung des Lebens einher, die durch einen radikalen Bruch mit der Sünde gekennzeichnet ist. *Paul Humburg* hat diese Wandlung bildhaft im Vokabular des Eisenbahnwesens formuliert: „Vor unserer Bekehrung sündigen wir fahrplanmäßig, aber nach der Bekehrung wird uns jede Sünde zu einem Eisenbahnunglück.“ Auch der bekehrte Mensch schafft es nicht, völlig sündlos zu leben, wie manche meinen, aber der Rang der Sünde hat sich radikal verändert. Der Sünde ist der Kampf angesagt (z. B. 1 Joh 3,7-10; Hebr 12,4). Dieses neue Leben drückt sich weiter in einem veränderten Lebensbezug aus. Die Rangfolge der Dinge des Lebens bekommt eine neue Ordnung, in der das Anliegen des Reiches Gottes eine zentrale Rolle spielt. Der bekehrte Mensch hat einen Hunger nach dem Worte Gottes, und er sucht die Gemeinschaft mit anderen Bekehrten. Er wird getrieben vom Heiligen Geist (Röm 8,14), und die Früchte des Geistes (Gal 5,22) werden für jedermann sichtbar zutage treten. Die Bekehrung ist somit der *Schlußpunkt* des alten, aber gleichzeitig der *Doppelpunkt* des neuen Lebens. Das Neue Testament drückt das so aus: „Ist jemand in Christus, so ist er eine neue Kreatur“ (2 Kor 5,17). Die Bekehrung bewirkt ein Doppeltes: Dieses irdische Leben erhält eine neue, sinnhafte Mitte, und gleichzeitig bekommen wir das Geschenk der Gotteskindschaft, das uns zu Erben des ewigen Lebens macht.

12. Schlußwort

Wir waren von der Frage ausgegangen „Wozu gibt es Sterne?“ und sind beim letzten Kapitel auf die Frage gestoßen: „Wie komme ich in den Himmel?“ Hier schließt sich der Kreis des mehrdeutigen Wortes „schamajim“. Wir haben damit einen weiten Bogen *vom Himmel der Sterne zum Himmel Gottes* geschlagen. Den Inhalt des Buches könnten wir darum mit einem Satz zusammenfassen:

„Gott hat den riesigen Sternenhimmel dazu geschaffen, damit wir in den Himmel kommen.“



ANHANG

Im Hauptteil des Buches haben wir uns – entsprechend dem Buchtitel – vorwiegend mit den Sternen befaßt. Unser Heimatplanet Erde sowie unser Sonnensystem mit den anderen Planeten kamen nur gelegentlich ins Blickfeld. Das soll nun im Anhang ein Stück weit nachgeholt werden, da auch unsere „nähere Umgebung“ eine Fülle von Faszinierendem bietet.

Der Astronom *N. Pailer* schreibt [P1, 1]: „Raumsonden haben uns in den letzten Jahren mehr Kenntnisse über unser Planetensystem vermittelt als es eine über 2000 Jahre währende Astronomiegeschichte vermochte. Sie umkreisten Planeten und setzten Sonden ab. Eine Flut von Daten, zahllose Nahaufnahmen von Planeten sowie ihren Monden und Ringen ergaben in kurzer Zeit ein neues Bild unseres Planetensystems.“ Unser Sonnensystem mit seinen 9 Planeten und 66 Monden (Stand: 1993) weist eine große Fülle von Besonderheiten auf, von denen im folgenden eine kleine Auswahl genannt wird. Unsere Erde selbst und ihre Relationen zur Sonne und zum Mond erwecken naturgemäß unsere besondere Aufmerksamkeit.

A1. Besonderheiten im Sonnensystem

A1.1 Die Erde – ein außergewöhnlicher Planet

Der Universalgelehrte *Gottfried Wilhelm Leibniz* (1646-1716) äußerte schon vor drei Jahrhunderten einmal, daß unsere Erde die beste der möglichen Welten sei. Wie richtig dieser Satz ist und in welchem Ausmaß er zutrifft, konnte er damals noch gar nicht einschätzen. Erst im Angesicht moderner naturwissenschaftlicher Erkenntnisse tritt mit immer größerer Deutlichkeit hervor, welche geradezu einmalig günstige physikalische, chemische und astronomische Bedingungen auf unserem Heimatplanet Erde herrschen, um uns optimale Wohnbedingungen zu bieten. Die Erde ist von wirklich einmaliger Beschaffenheit. Anhand nur einiger ausgewählter Punkte soll dies hier herausgestellt werden:

1. Der richtige Abstand zur Sonne: Wir bewegen uns mit einem Abstand von etwa 150 Millionen Kilometern um unser Zentralge-

stirn. Bei der gegebenen Licht- und Wärmestrahlung der Sonne führt das zu jenen Temperaturen, wie wir sie auf unserem Planeten vorfinden. Wäre die Sonne heißer, dann wäre der Abstand für geeignete Lebensbedingungen auf der Erde zu klein, wäre sie kühler, dann brauchten wir für geeignete Lebensbedingungen eine größere Nähe zu unserem Energielieferanten, um genügend Energie zu erhalten. Erst die vorhandene Kombination beider Daten führte dazu, daß in den meisten Gebieten der Erde Temperaturen zwischen 0 und 40 °C herrschen. Dies ist nach allen biologischen und biochemischen Erkenntnissen gerade jene enge Spanne, die für die Erhaltung des Lebens optimal ist. Zwar gibt es einzelne Organismen, die auch tiefere und höhere Temperaturen vertragen, aber das sind nur jene Ausnahmen, die die Regel bestätigen.

Die Bahn der Erde um die Sonne ist nahezu kreisförmig (Exzentrizität der Ellipse nur $e = 0,0167$). Denkbar und mit den Keplerschen Gesetzen im Einklang stehend, sind auch langgestreckte Ellipsen mit der Sonne in einem Brennpunkt (siehe *Bild 15*). Dabei würde in Sonnennähe eine außerordentliche Temperaturzunahme, in Sonnenferne eine entsprechende Abkühlung entstehen. Jährlich würde man eine kurze heiße Periode (während der Zeit in Perihelnnähe) von z. B. 300 °C und eine lange kalte Periode (in der Umgebung des Aphels) beobachten. Leben auf einer Erde, die sich in langgestreckter Ellipse um die Sonne bewegt, ist undenkbar.

2. Die richtige Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde: Der an die Strahlungsleistung der Sonne angepaßte Abstand unserer Erde allein reicht noch nicht aus, um optimale Bedingungen für das Leben auf der Erde zu schaffen. Würde die Erde wesentlich langsamer rotieren, dann würden sich extreme Unterschiede des Klimas zwischen Tag- und Nachtseite herausbilden. Auf der Tagseite entstünden infolge der lang andauernden Einstrahlung unerträglich hohe Temperaturen, die zudem eine Austrocknung der Erdoberfläche bewirken würden. Die Nachtseite kühlte dagegen zu stark aus. Schon eine langsamere Umdrehung von z. B. einmal in 48 Stunden würde bedingen, daß überall auf der Erde sowohl im Sommer als auch im Winter mit Nachtfrost und sehr hohen Mittagstemperaturen zu rechnen wäre. Ein solch schroffer Wechsel der Temperatur wäre – wenn überhaupt – nur für recht kurzlebige Organismen erträglich. Die relativ schnelle Rotation unserer Erde sorgt infolge des kurz aufeinanderfolgenden Wechsels von Tag und Nacht für einen weitgehenden Ausgleich der Temperaturen am

gleichen Ort. Eine noch schnellere Erdumdrehung würde zu geringen Temperaturunterschieden zwischen Tag und Nacht führen und damit das Wettergeschehen beträchtlich einschränken. Wegen des Anstiegs der Zentrifugalkräfte wäre außerdem mit einem Gasverlust in den Weltraum zu rechnen.

3. Die richtige Länge des Jahres: Die Länge eines Jahres ist gut abgestimmt auf unsere Lebenszyklen. Die Jahreszeiten haben eine ausgewogene Länge, so daß es zwischen Saat und Ernte eine genügende Wachstumszeit gibt. Der Winter ist wiederum nicht zu lang, um ihn nicht durch Anlegen von Vorräten überbrücken zu können. Andere Beispiele in unserem Planetensystem zeigen uns in diesem Sinne für das Leben unmögliche Zyklen. Könnten wir uns ein Erdjahr von 84 Jahren wie auf dem Uranus oder von 88 Tagen wie auf dem Merkur vorstellen?

4. Die richtige Neigung der Erdachse: Um weiterhin günstige Bedingungen auf der Erde zu haben, ist die Neigung der Rotationsachse zur Ebene der Erdbahn um die Sonne von Bedeutung. Wissenschaftliche Berechnungen darüber, bei welchem Neigungsgrad ein Maximum der Erdoberfläche lebensfreundliche Bedingungen erhält, führten zu dem Ergebnis, daß dies in dem schmalen Intervall von 23 bis 24° der Fall ist. Ist es nicht bemerkenswert, daß die tatsächliche Neigung gerade 23½ Grad beträgt? Eine Vergrößerung des Neigungswinkels würde z. B. den Gegensatz zwischen Sommer und Winter außerordentlich verstärken.

Stünde die Erdachse senkrecht auf der Ebene der Umlaufbahn, dann herrschten an einem bestimmten Breitengrad jahraus jahrein dieselben klimatischen Verhältnisse. Von Breitengrad zu Breitengrad würden sich aber die eingestrahelten Energiedichten unterscheiden. Das hätte zur Folge: Ein großer Teil der Erdoberfläche um den Äquator wäre zu heiß für geeignete Lebensbedingungen. Der Bereich der unbewohnten Kältezonen um die Pole wäre erheblich größer als der jetzige.

Läge die Rotationsachse der Erde in der Ebene der Erdumlaufbahn, dann wäre auf einem großen Teil der Erdoberfläche ein halbes Jahr lang Tag und auf der entsprechend anderen Seite eine ebenso lange Nacht. Bei dieser Achslage würden sich auf der Tagseite unerträglich heiße und auf der Nachtseite lebensfeindlich kalte Temperaturen einstellen. Nur in Äquatornähe gäbe es einen

Wechsel von Tag und Nacht, aber unter extremen Bedingungen. Es würde dort jährlich zweimal Winter sein, da zur Zeit der Senkrechtstrahlung der Pole die Sonne am Äquator am Horizont stehen würde. Bei Uranus und Pluto haben wir solche extremen Achslagen.

Erst die tatsächliche Neigung der Rotationsachse von $23\frac{1}{2}$ Grad und der daraus folgende Wechsel der Jahreszeiten wirken so ausgleichend, daß die zu heißen oder unwirtlich kalten Gebiete nur einen verhältnismäßig kleinen Teil der Erdoberfläche ausmachen.

Schon die himmelsmechanischen Parameter der Erde bilden eine so erstaunlich günstige Kombination, daß sie nicht verbessert werden könnten. Hinzu kommen aber noch weitere entscheidende Glieder in der Kette der Bedingungen, die auf dem Erdkörper Leben ermöglichen.

5. Die richtige Masse und Größe der Erde: Diese beiden Werte sind so aufeinander abgestimmt, daß an der Oberfläche eine Anziehungskraft herrscht, die ausreicht, um eine Atmosphäre festzuhalten. Die Schwerkraft des Mondes z. B. reicht nicht aus, um eine Atmosphäre zu binden (Beschleunigung auf der Mondoberfläche: $1,63 \text{ m/s}^2$). Mit einem spezifischen Gewicht von $5,517 \text{ g/cm}^3$ hat die Erde die dichteste Materie aller Planeten. Wäre sie 20 % kleiner im Durchmesser, so hätte sie bei gleicher mittlerer Dichte nur die halbe Masse. Durch die dadurch erheblich geringere Gravitationskraft (die Erdbeschleunigung an der Oberfläche wäre dann statt $9,81 \text{ m/s}^2$ nur $7,85 \text{ m/s}^2$) würde der größte Teil der Atmosphäre in den Weltraum entweichen, und nur die schwereren Gase wie CO_2 und Argon würden zurückbleiben. Bei 25 % vergrößertem Durchmesser würde sich die Erdmasse verdoppeln, der Luftdruck ansteigen und unser Eigengewicht wäre bei gleichem Körperbau um 25 % höher.

Eine Verdoppelung des Erddurchmessers ergäbe bei gleicher Dichte eine achtfache Erdmasse und damit auch eine etwa achtfache Gravitation. Bei gleicher Masse der Atmosphäre je Flächeneinheit würden sich ein achtmal höherer Luftdruck und auch Wasserdampfdruck einstellen. Das hätte eine sehr viel trockenere Atmosphäre zur Folge, da eine Kondensation (Nebel- und Regenbildung) schon bei niedrigeren Feuchtegraden eintritt. Hinzuweisen ist auch auf den sehr viel größeren Arbeitsaufwand für alle Bewegungsvor-

gänge der Lebewesen. Auch die statischen Belastungen (z. B. der Gelenke, des Knochengerüsts) würden durch das erheblich höhere Eigengewicht bei den Lebewesen merklich ansteigen.

6. Die einmalige Zusammensetzung der irdischen Atmosphäre: Mit 21 % besitzt die Erde im Vergleich zu anderen Planeten einen hohen Sauerstoffanteil in der Atmosphäre, der aber eine grundlegende Voraussetzung für höhere Lebensformen ist. Bei noch höherem Sauerstoffgehalt (über 50 %) käme es beim Menschen zur O₂-Vergiftung (Schädigung der Lunge, verringerte Herzleistung durch verringertes Herzzeitvolumen, Gehirn- und Nierendurchblutung würden eingeschränkt, Veränderungen an der Netzhaut des Auges), und bei zu geringem Anteil würden die Zellen unzureichend mit Sauerstoff versorgt. Das Gehirn ist besonders empfindlich gegen O₂-Mangel.

Ein größerer Sauerstoffgehalt der Atmosphäre würde die Erde zu einem leicht entflammaren Planeten machen (häufige Wald- und Flächenbrände, starke Korrosion von Metallen). Bei 10 % Sauerstoffgehalt könnte man kein Feuer mehr aufrechterhalten (z. B. Öfen, Industrieanlagen).

Neben dem Sauerstoff enthält die Luft 78 % Stickstoff, und nur 1 % entfällt auf alle restlichen atmosphärischen Gase. Betrachten wir die Atmosphären von Venus und Mars, so finden wir den Hauptanteil (96,4 % bzw. 95 %) im Kohlendioxid. Das ist eine für die Lebewesen – in größeren Mengen genossen – tödliche Substanz. Die Erdatmosphäre hingegen enthält nur 0,03 %, also drei Hundertstel eines Prozents. Die Lebensbasis Sauerstoff kommt in den Atmosphären von Venus und Mars nur in Spuren vor.

Der vorhandene Stickstoffgehalt ist für die biologischen Prozesse von entscheidender Bedeutung. Er sorgt für eine genügende Strahlungsabsorption, für die richtige Verdünnung des Sauerstoffs und für die erforderliche Mächtigkeit der Atmosphäre. Die Lufthülle ist hingegen nicht zu mächtig, um die für die Photosynthese in der grünen Pflanze notwendige Sonnenbestrahlung im sichtbaren Spektralbereich wesentlich zu schwächen. Wie wichtig gerade der Stickstoff ist, mag man auch daran ermessen, daß andere Gase als Sauerstoffverdünner und Träger der atmosphärischen Grundmasse denkbar wären, wie z. B. Ammoniak, Schwefeldioxid, Schwefelwasserstoff, Kohlenoxid oder Methan. Diese sind aber zum Teil

äußerst giftig und damit lebensvernichtend. Außerdem sind sie in Gegenwart des lebenserforderlichen Sauerstoffs und Wassers chemisch nicht beständig.

7. Die richtige Dichte der Erdatmosphäre: Auch dieser Parameter darf in seiner Bedeutung nicht unterschätzt werden. Bei einer zu geringen Dichte wäre der Schutz gegen eine tödlich starke Einwirkung von Ultraviolett- und Röntgenstrahlen sowie gegen das ständige Bombardement von merklich großen Meteoriten ungenügend. Die Dichte der Atmosphäre ist abhängig von der Masse der Erde und von der Temperatur auf der Oberfläche. Hätte die Erde eine geringere Masse, so wäre dadurch die Anziehungskraft geringer, und die erforderliche Menge Luft und Wasser könnte nicht festgehalten werden. Die Anziehungskraft der Erde ist aber gerade so bemessen, daß sie Sauerstoff, Stickstoff und Kohlendioxid in der Dichte festhalten kann, wie sie gerade gebraucht wird. Außerdem schirmt die Atmosphäre gegen Gamma- und Röntgenstrahlung ab. Die Atmosphäre als Ganzes wirkt ausgleichend in bezug auf sich ausbildende Temperaturgesetze und ist notwendig für das Wettergeschehen.

8. Die notwendige Ozonschicht der Erde: Die nicht sichtbare kurzwellige ultraviolette Strahlung (= UV-Strahlung) von der Sonne im Spektralbereich mit Wellenlängen unter $0,36\ \mu\text{m}$ erreicht dank einer besonderen Eigenschaft der Atmosphäre nur zu einem geringen Anteil die Erdoberfläche. In der gesamten Stratosphäre, also in der Höhe von 10 bis 50 km, kommt der dreiatomige Sauerstoff O_3 (Ozon) in außerordentlich geringer Dichte vor: Lediglich jedes hunderttausendste Gasmolekül ist ein Ozonmolekül. Dieser Ozonschleier aber ist für die Existenz des irdischen Lebens unentbehrlich, da er insbesondere die gesundheitsschädigende ultraviolette Strahlung von $0,29$ bis $0,32\ \mu\text{m}$ Wellenlänge fast ganz absorbiert.

9. Die richtige Größe des Mondes: Der Mond bewirkt Ebbe und Flut an den Meeren. Die wechselnd überfluteten Gezeitenbecken bereichern die Lebensvielfalt in erheblichem Maße. Ein zu kleiner Mond hätte zu geringe Auswirkungen und ein zu großer würde zu ständigen katastrophalen Überschwemmungen führen.

10. Die Erde ist bemerkenswert glatt: Trotz der höchsten Gebirge und der tiefsten Tiefseegräben erscheint die Erde bemerkenswert glatt. Wenn die Erde eine Kugel von einem Meter Durchmes-

ser wäre, würden die Unebenheiten nur einen Millimeter zu beiden Seiten des Meeresspiegels ausmachen. Dadurch ist es möglich, daß weite Teile der Erde bewohnbar sind.

11. Magnetfeld der Erde: Das Magnetfeld der Erde beträgt an der Oberfläche etwa 0,35 Gauß (der Jupiter hat mit 4,2 Gauß das stärkste Magnetfeld aller Planeten). Das Magnetfeld ist nicht nur hilfreich für die Navigation; es lenkt insbesondere jene schädliche Strahlung, die als Sonnenwind bezeichnet wird, von der Erde weg. Das Magnetfeld stellt sich dem Sonnenwind wie ein Schutzschild entgegen.

12. Die Erde – ein nasser Planet: Wir kommen nun abschließend zum wichtigsten Kennzeichen der Erde und der absolut notwendigen Voraussetzung für das Leben; und das ist das Wasser. Wasser bildet die entscheidende Grundlage für jede Art des Lebens. Wasser finden wir darum nicht nur dort, wo die Ozeane und Meere sind, sondern überall. Im Vergleich zu den weiten Ebenen des Mars, den Steinwüsten des Mondes oder den Kratern des Merkur ist selbst noch die Sahara ein nasser Schwamm. Wasser finden wir also an jedem Punkt der Erde. Die Wolken bringen es bald hier-, bald dorthin. Mal regnet es, mal schneit es; und wo es lange nicht regnet, da bringt der Tau der Nacht das Wasser sogar in die Wüsten. Die Bedeutung des Wassers für das Leben hat der bekannte französische Schriftsteller *Antoine de Saint Exupéry* in seinem Buch „Wind, Sand und Sterne“ in vollendeter Sprache veranschaulicht:

„Wasser! Wasser,
du hast weder Geschmack noch Farbe noch Aroma.
Man kann dich nicht beschreiben.
Man schmeckt dich, ohne dich zu kennen ...
Du durchdringst uns als Labsal,
dessen Köstlichkeit keiner unserer Sinne auszudrücken fähig ist.
Durch dich kehren uns alle Kräfte zurück,
die wir schon verloren gaben.
Dank deiner Segnung fließen in uns
wieder alle bereits versiegten Quellen der Seele.
Du bist der köstlichste Besitz der Erde.“

Die **Ozeane** sind eine einzigartige Besonderheit der Erde. Sie bedecken 71 % der Erdoberfläche. Daß dieses Wasser in flüssiger Form vorliegt, kann nicht genug betont werden. Die meiste Materie im Universum liegt entweder in Form von heißen Gasen (in den

Sternen) oder in tiefgefrorenem Zustand (z. B. äußere Planeten) vor. Die Ozeane wirken als ein gigantischer Wärmespeicher (Gesamtvolumen: 1370 Millionen km^3). Sie haben einen wichtigen moderierenden Effekt auf das Klima. An Orten gleicher Breite (62°) haben Inseln im Golfstrom ein mildes ozeanisches Klima, während in Sibirien kontinentales Klima herrscht (die Monatsmittel der Lufttemperatur im Januar und im Juli sind auf den Färöer-Inseln $+3,2$ und $+10,6^\circ$, in Jakutsk $-43,5$ und $+19,0^\circ$). Weniger Wasser auf der Erde hätte erheblich größere Temperaturschwankungen zur Folge. Die Ozeane bilden außerdem eine wichtige und unverzichtbare Nahrungsquelle.

Auf der Erde befinden sich insgesamt 1,4 Milliarden km^3 Wasser in einem unaufhörlichen Kreislauf, dessen Hauptbestandteile die Ozeane, Seen, Flüsse, Eis in Gletschern und an den Polen und das Grundwasser sind. Der Anteil des Wassers in der Atmosphäre beträgt weniger als ein Hunderttausendstel des gesamten Wasservorrats, ist aber für das Klima und damit für das Leben von grundlegender Bedeutung. Jene 13 000 km^3 Wasser in der Atmosphäre sind als Wasserdampf vorhanden und würden – auf die 510 Millionen km^2 Erdoberfläche verteilt – eine Wasserhöhe von 25 Millimetern ergeben. Da die mittlere jährliche Niederschlagsmenge bei 970 Millimetern liegt, bedeutet dies, daß das atmosphärische Wasser, das jedoch ständig ausgetauscht wird, jährlich fast vierzigmal umgeschlagen wird. In den gemäßigten und polnahen Breiten gibt es überdurchschnittlich starke Niederschläge. Dies macht einen beträchtlichen Anteil des globalen Wärmetransports aus. Das gleiche gilt für die mächtigen Meeresströme, die wie der Golfstrom warmes und der Humboldtstrom kaltes Wasser durch die Weltmeere transportieren. Ebenso wichtig wie der Wärmetransport ist die Beförderung des Wassers selbst. Gäbe es nicht die unablässige Verdunstung über den Meeren und die kräftigen, beständig wehenden Winde über Tausende von Kilometern, so wären binnen kurzer Zeit die Kontinente vollständig ausgetrocknet. Die Zirkulation des Wassers wirkt für die Organismen auf unserem Planeten lebenserhaltend und wäre „ohne Wetter“ nicht zu realisieren.

Die derzeitige Abstimmung von Land- und Wasserfläche auf der Erde ist auch keine zufällige Kombination. (Vor der Sintflut gab es eine andere Konstellation, aber mit anderen Nebenbedingungen [G3, 103-120]. Bei dem vorhandenen Profil der Erdoberfläche würde schon eine Zunahme der Wassermenge um 10 % einen

Anstieg des Meeresspiegels um 300 Meter bewirken und damit zu einer fast vollständigen Überflutung der Kontinente führen. Umgekehrt würde sich die entsprechende Verringerung der Wassermenge auf eine starke Vergrößerung der Kontinente auswirken. Dies aber würde eine unheilvolle Klimaverschlechterung mit sich bringen und die Wüstengebiete anwachsen lassen.

Wer mit dem Flugzeug unterwegs ist, erhält nach der Begrüßung durch den Piloten die Angaben über Kurs, Flughöhe und Außentemperatur. In 10 000 Metern Höhe wird stets die Außentemperatur von $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ genannt. Haben wir dabei einmal bedacht, daß diese extreme Kälte im Bereich von 5 bis 20 km Höhe für uns lebensnotwendig ist? In dieser Höhe gefriert der Wasserdampf zu Eiskristallen, die zunächst anwachsen und dann infolge der Schwerkraft absinken. Auf diese Weise wird die Abdampfung von Wasser in den Weltraum geradezu blockadeartig verhindert. Auch über Jahrtausende hinweg kann es nicht zur Austrocknung der Erde kommen.

Schließlich wollen wir noch auf eine sehr wichtige Eigenschaft des Wassers hinweisen, nämlich seine Anomalie: Bei $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ erreicht das Wasser mit $1,0\text{ g/cm}^3$ die höchste Dichte; sowohl mit zunehmender als auch mit abnehmender Temperatur nimmt die Dichte ab. Eis von $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ hat eine Dichte von $0,917\text{ g/cm}^3$. Es ist leichter als flüssiges Wasser und schwimmt darum. Diese außergewöhnlichen Eigenschaften, die es so nur beim Wasser gibt, sind erforderlich, damit das Leben in den Gewässern (Seen, Flüsse, Teiche) auch im kalten Winter möglich ist. Wenn ein Gewässer zufriert, bleibt das leichtere Eis oben. Unten sammelt sich das spezifisch schwerste Wasser von $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, in dem die Fische überleben.

Alles in allem können wir sagen: Die Erde ist ein wohltemperierter, lebensfreundlicher Wasserplanet.

Zusammenfassung: Wir haben hier nur einige der Voraussetzungen genannt, die erforderlich sind, damit Leben auf der Erde möglich ist. Es wurden nur die wichtigsten und augenfälligsten geophysikalischen, mechanischen, thermischen und stofflichen Bedingungen diskutiert. Schon jeder der oben genannten Punkte läßt unsere Erde als einzigartig erscheinen. Das Bemerkenswerte aber ist, daß alle zusammengenommen gerade auf unserem Planeten gefunden werden. Erst die Kombination aller dieser Details und ihre gegenseitige Verflechtung macht das Leben auf der Erde überhaupt mög-

lich. Unsere Erde ist für das Leben geradezu ideal gestaltet. Drängt sich hier nicht dem unvoreingenommenen Beobachter der Schluß auf, daß alles weise und vorausschauend konzipiert ist?

Wir empfinden das Leben auf unserer Erde als so selbstverständlich und bemerken erst dann mit elementarer Wucht, wie geradezu wunderbar unsere Erde gestaltet ist, wenn wir einmal andere Umwelten betrachten und diese mit der auf unserer Erde verwirklichten vergleichen. Zu all den günstigen Konstellationen, die hier auf der Erde zusammentreffen, gibt es in unserem Planetensystem anschauliche Gegenbeispiele. Es gibt kosmische Feuerhöhlen, kosmische Eiswüsten, kosmische Giftküchen und kosmische Leeren. Die Zustände, Bedingungen und Formen der Materie auf allen anderen Planeten oder Monden des gesamten Sonnensystems sind für Lebensbedingungen völlig ungeeignet. Will uns der Schöpfer durch die zunehmende Erforschung unseres Planetensystems nicht eine wichtige Lehre erteilen? In Psalm 104,24 ist sie sogar formuliert: „Herr, ... du hast deine Werke alle weislich geordnet, und die Erde ist voll deiner Güter.“ Dem Hjob stellte Gott einige Fragen, um ihn auf die fein abgestimmte Konzeption aller Parameter der Erde aufmerksam zu machen: „Wo warst du, da ich die Erde gründete? Sage an, bist du so klug! Weißt du, wer ihr das Maß gesetzt hat, oder wer über sie eine Richtschnur gezogen hat?“ (Hi 38,4-5). Im Rahmen der Evolutionslehre glaubt man, daß das Leben eine Entwicklung durch Anpassung durchgemacht habe. Bei den astronomischen und geophysikalischen Parametern ist keine Anpassung möglich. Diese müssen von Anfang an so und nicht anders gewesen sein.

A1.2 Der Mond der Erde

Der Erdmond weist gegenüber den anderen Monden des Planetensystems eine Reihe von Besonderheiten auf:

1. Erde hat den relativ größten Mond: Von allen Planeten im Sonnensystem hat die Erde den relativ größten Mond. Ihr eigener Durchmesser ist nur knapp viermal größer, ihre Masse nur 81mal größer als die des Mondes. Bei anderen Planeten ist dieses Verhältnis 1000:1 oder noch größer. (Eine weitere Ausnahme bildet der Pluto mit seinem Mond Charon: $2284 \text{ km}/1192 \text{ km} = 1,92$).

2. Verteilung der Drehenergien: Eine wichtige Kenngröße rotie-

render Körper ist der Drehimpuls. Es ist bemerkenswert, daß der Bahndrehimpuls des Mondes um die Erde größer ist als der Rotationsdrehimpuls der Erde um ihre eigene Achse. Bei allen anderen Planet-Mond-Systemen ist der Bahndrehimpuls des jeweiligen Satelliten nur ein kleiner Bruchteil des Rotationsdrehimpulses des Planeten. (Eine weitere Ausnahme bildet auch hier der Pluto.)

3. Winkellage der Mondbahn: Die Bahn der Erde um die Sonne (Ekliptik) bildet mit dem Erdäquator einen Winkel von $23,5^\circ$. Die Mondbahn-Ebene liegt bemerkenswerterweise nicht in der Erdäquatorebene, sondern in der Nähe der Ekliptik, mit der sie einen Winkel von etwa 5° bildet. Die meisten anderen Monde in unserem Sonnensystem sind dagegen nahe bei der Ebene ihres zugehörigen Planetenäquators. Träfe dies auch für den Erdmond zu, so würde nur wenig Mondlicht in die Breiten des hohen Nordens und tiefen Südens fallen.

4. Konsequenzen von Umlaufzeit um die Erde und eigener Rotationsdauer: Die Umlaufzeit des Mondes um die Erde ($\rightarrow$ synodische Periode) beträgt 29,531 Tage; genau dieselbe Zeit braucht auch der Mond, um sich einmal um die eigene Achse zu drehen ($\rightarrow$ siderische Rotation). Das führt dazu, daß der Mond stets dieselbe Seite der Erde zukehrt. Für einen Beobachter auf dem Mond bedeutet dies: Befindet er sich auf der erdzugewandten Seite, so sieht er von jedem Ort aus die Erde immer an der gleichen Stelle des Himmels (abgesehen von ein paar Grad Schwankungen infolge der Oszillation oder Libration des Mondes). Die Erde ist jedoch niemals von einem Ort auf der erdabgewandten Seite zu sehen.

5. Albedo (lat. *albedo* = weiße Farbe; Rückstrahlvermögen von nicht selbststrahlenden Flächen): Der Mond reflektiert 7 % des eingestrahnten Sonnenlichtes. Verglichen mit den entsprechenden Werten für die Erde (39 %) oder für die Venus (76 %) ist das sehr wenig. Würde der Mond aber mehr Licht reflektieren, dann wäre eine monderleuchtete Nacht wesentlich heller als es jetzt der Fall ist. Der tägliche Hell-Dunkel-Zyklus wäre damit empfindlich gestört.

Nun könnte man denken, der Schöpfer hätte dieselbe Lichtmenge, wie sie jetzt vom Mond kommt, auch durch ein entsprechend kleineres Gestirn mit einem höheren Reflexionsgrad ermöglichen können. Das stimmt, aber dann ergäben sich nur sehr abgeschwächte Gezeiten und $\rightarrow$ Sonnenfinsternisse wären gar nicht mehr möglich!

6. Mond und Gezeiten: Die Masse des Mondes ist (neben der Sonne) der Hauptverursacher der Gezeiten. Ein kleinerer Mond wäre nicht in der Lage, die vielen nützlichen Funktionen von Ebbe und Flut zustande zu bringen. Ein Mond der doppelten Größe (zweifacher Durchmesser, achtfache Masse) würde eine achtfache Mächtigkeit der Gezeiten auf der Erde auslösen. Hieran erkennt man, in welcher weiser Planung der Mond geschaffen wurde.

Zu den Tiden: Mit einer Periode von 12 Stunden und 25 Minuten treten Ebbe und Flut auf. Das System Erde/Mond besitzt einen gemeinsamen Schwerpunkt, der etwa 4 800 km vom Erdmittelpunkt entfernt, aber noch innerhalb der Erdkugel liegt. Durch die Rotation dieses Systems um seinen gemeinsamen Schwerpunkt entstehen auf der Erde sowohl Fliehkräfte als auch Massenanziehungskräfte durch Sonne und Mond. Die Mondgezeiten sind etwa $2\frac{1}{2}$ mal stärker als die Sonnengezeiten. Auf der dem Mond zugewandten Erdseite überwiegen die Anziehungskräfte, die die Wassermassen zu einem Flutberg zusammenziehen. Die Fliehkräfte bewirken auf der dem Mond abgewandten Erdseite einen weiteren Flutberg. In den um 90° dazwischenliegenden Bereichen herrscht Ebbe. Die Erde dreht sich unter den beiden sozusagen raumstabilen Flutbergen aufgrund ihrer Rotation durch und löst eine Wanderung der Flutberge auf der Erdoberfläche aus. Wegen der Bewegungsverhältnisse von Erde und Mond liegen die Flutzeiten nicht im 12-Stunden-Takt, sondern folgen durchschnittlich in 12 h 25 min aufeinander. Diese Verschiebung³³ liegt darin begründet, daß wegen des Umlaufs des Mondes um die Erde (siderischer Umlauf in $T_M = 27 \text{ d } 7 \text{ h } 43 \text{ min } 15,5 \text{ s} = 655,71986 \text{ Stunden}$) von einem festen Beobachtungsort auf der Erde aus gesehen der Mond am nächsten Tag (siderische Rotationszeit der Erde: $T_E = 23 \text{ h } 56 \text{ min } 4 \text{ s} = 23,93444 \text{ h}$) nicht zur selben Zeit an derselben Position steht, sondern erst $t = T - 24 \text{ h} = 24,84 \text{ h} - 24 \text{ h} = 50,5 \text{ Minuten}$ später. Anders ausgedrückt: Bis der Mond wieder dieselbe Position bezüglich eines betrachteten Erdmeridians (Längengrad) erreicht hat, vergehen $T = 24,84 \text{ Stunden}$. Dieser Zeitunterschied liegt auch zwischen einem Mondaufgang und dem nächsten und heißt Retardation (lat. *retardatio* = Verzögerung, Verlangsamung eines Ablaufs).

³³ **Berechnung der Tidenperioden:** Hierzu benötigt man die Zeiten für einen vollständigen Mondumlauf bzw. eine vollständige Erdrotation ($\rightarrow$ siderische Perioden). Siderische Umlaufzeit des Mondes um die Erde T_M : $T_M = 27 \text{ d } 7 \text{ h } 43 \text{ min } 15,5 \text{ s} = 655,71986 \text{ h}$

Würde bei sonst gleichen Bewegungsverhältnissen der Mond die Funktion der Sonne übernehmen, so hätte ein Sonnentag auf der Erde die Länge von 24 h 50,5 min.

Sonne, Erde und Mond nehmen im Jahresverlauf unterschiedliche Positionen zueinander ein. Dadurch verändern sich auch die auf die Wasserhülle der Erde einwirkenden Anziehungskräfte: Bei Neumond und Vollmond liegen Erde, Mond und Sonne auf einer Achse; die Anziehungskräfte von Sonne und Mond addieren sich, und der dadurch verursachte Flutberg wird höher. Man spricht von *Springtiden*, die durch ein höheres Hochwasser und ein niedrigeres Niedrigwasser gekennzeichnet sind. Stehen Sonne, Mond und Erde im rechten Winkel zueinander, so löschen sich die Anziehungskräfte von Sonne und Mond teilweise aus (*Nippfluten*), und es kommt zu schwächeren Ausprägungen von Ebbe und Flut.

Abgesehen von den wechselnden Positionen von Sonne, Mond und Erde gibt es noch eine Reihe anderer Faktoren, die die Gezeiten mannigfaltig modifizieren: die Reibung der Wassermassen mit dem Untergrund, die ablenkende Kraft der Erddrehung, die Gestaltung der Meeresbecken, des Meeresbodens und insbesondere der Küsten. Die Ostsee ist fast gezeitenfrei, im Mittelmeer schwankt das Wasser um einige Zentimeter bis Dezimeter, vor der Elb- und Wesermündung beträgt der Hub etwa 3 m, in den Buchten der Bretagne und Normandie rund 12 m, und den Rekord hält die Fundy Bay an der kanadischen Ostküste mit einem mittleren Tidenhub von 14,14 m. Der letztgenannte extreme Gezeitenhub wird stark durch die geographischen Bedingungen verursacht: Die Bucht ist außen 48 km breit und schneidet etwa 80 km tief in das Land zwischen Nova Scotia (Neu-Schottland) und der Festlandküste von New-Brunswick (Neu Braunschweig) ein. In diese Bucht mündet kein großer Fluß, so daß die Flutwelle in eine Sackgasse hineinfließt. In der Elbe wirkt sich die Flut 130 km und beim St. Lorenzstrom sogar 700 km flußaufwärts aus. In der Fundy Bay staut sich hingegen das Wasser am Buchtende hoch auf.

Siderische Rotationszeit der Erde um die eigene Achse T_E : $T_E = 23 \text{ h } 56 \text{ min } 4 \text{ s} = 23,93444 \text{ h}$

Die Zeit T von einem Meridiandurchgang der Erde bis zum nächsten (bezüglich des Mondes) ergibt sich nach der Formel zur Berechnung der $\rightarrow$ synodischen Umlaufzeit: $T = T_E \cdot T_M / (T_M - T_E) = 24,84 \text{ h} = 24 \text{ h } 50,5 \text{ min}$

Für den Tidenabstand (von Flut bis Flut) folgt daraus die Zeitspanne von $T/2 = 12 \text{ h } 25,25 \text{ min}$.

Einige nützliche Effekte seien hier einmal genannt:

- Durch den Wechsel von auflaufendem und ablaufendem Wasser werden die Küstenlinien regelmäßig gereinigt. Im Niedersächsischen Wattenmeer findet alle drei Jahre ein vollständiger Wasseraustausch statt. Zur Erhaltung und Regenerierung dieser einmaligen Ökologie ist dies von grundlegender Bedeutung.
- Watt und Wattenmeer bilden einen besonderen Lebensraum, der einzig auf dem Tidenwechsel beruht. Das Schlickwatt zeigt sowohl eine große Artenvielfalt als eine hohe Siedlungsdichte der Tiere. Der Schlickkrebs (*Corophium volutator*) kann in bis zu 40 000 Individuen pro m^2 vorkommen. Jungmuscheln der Miesmuschel (*Mytilus edulis*) können 1 m^2 Watt sogar mit 500 000 Exemplaren besiedeln.
- Die Gezeitenströmungen waschen regelmäßig die Fahrgewässer aus und halten sie offen.
- Die Flut erlaubt das Befahren von Gewässern, die zu anderen Zeiten zu flach sind. So können z. B. die Personenschiffe zur Nordseeinsel Juist nur bei Flut dorthin gelangen.
- Durch die Nutzung der Gezeitenenergie steht der Menschheit eine sehr ergiebige, wenn auch zur Zeit noch kaum verwandte Energiequelle offen. (Hinweis: Die sich durch die Gezeiten ständig bewegenden Wassermassen verursachen insbesondere in den Flachmeeren eine Gezeitenreibung, die zu einer allmählichen Verlangsamung der Rotationsgeschwindigkeit der Erde führt. Pro Jahrhundert verlängert sich der Tag dadurch um etwa 0,0016 Sekunden.)

A1.3 Ausgewähltes über Planeten und Monde im Sonnensystem

Der Bahnumlauf der Planeten um die Sonne unterliegt den Keplerschen Gesetzen. Danach bewegen sich die Planeten in elliptischen Bahnen um die Sonne, wobei diese sich in einem Ellipsenbrennpunkt befindet. Die Ellipsenbahnen der jeweiligen Planeten können danach in völlig regellos verteilten Bahnebenen liegen. Ebenso könnten auch Abstände und Exzentrizitäten $0 < e < 1$ wahllos verteilt sein. Auch der Umlaufsinn könnte beliebig sein. Dies alles ist nicht der Fall, denn

- Die Bahnebenen sind nur wenig gegeneinander geneigt (im allgemeinen weniger als 3° ; nur Merkur (7°) und Pluto (17°) liegen darüber).
- Alle Planeten laufen in gleichem Drehsinn um die Sonne (rechtläufig).
- Die meisten Bahnellipsen sind sehr kreisähnlich ($e \leq 0,1$); nur Merkur ($e = 0,21$) und Pluto ($e = 0,25$) fallen aus der Reihe.
- Die großen Halbachsen a der Planeten lassen sich (außer Neptun) in erstaunlich guter Näherung durch ein einfaches Abstandsgesetz, die *Titus-Bodesche Reihe*, angeben ($a/(1 \text{ AE}) = 0,4 + 0,3 \cdot 2^n$; $n = -\infty, 0, 1, 2, \dots, 7$). Als $\rightarrow$ Astronomische Einheit bezeichnet man die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde ($1 \text{ AE} = 149\,597\,870 \text{ km}$).

Bild 9 und Tabelle 1 veranschaulichen die Größenverhältnisse der Planeten und nennen eine Reihe von markanten Kenngrößen.

Nicht nur die Erde hat einen Mond, sondern außer Merkur und Venus haben alle anderen Planeten natürliche Satelliten. Die Anzahl sowie wichtige kennzeichnende Daten gehen aus *Tabelle 2* hervor. Im folgenden wollen wir eine Reihe von bemerkenswerten Phänomenen nennen, wobei die Monde in diesem Sinne eine besondere Hervorhebung verdienen. Die folgenden in 18 Punkten geordneten Fakten sollen dem Leser ausgewählte Daten vermitteln, die die ungeahnte Vielgestaltigkeit unseres Sonnensystems zu dokumentieren versucht. Ohne dies immer wieder zu betonen, sei hier anfangs darauf verwiesen, daß die meisten Phänomene schwerlich in ein evolutives Konzept eingebaut werden können.

Die Raumsonden Voyager 1 und 2 haben das Wissen um unser Sonnensystem beträchtlich erweitert. Oft verrannten Theorien, an denen die Astronomen Monate und Jahre gearbeitet hatten, schon kurz nach dem Empfang der Bildsignale. Voyager 2 legte täglich im Mittel 1,7 Millionen Kilometer zurück. Mit dieser Reisegeschwindigkeit käme man in 42 Sekunden von München nach Hamburg. Auf einer Art Sightseeing-Tour von Planet zu Planet war der Sonde Vieles „zu Gesicht“ gekommen, wie z. B. Gewitterblitze über Jupiter, Schwefeleruptionen auf dessen Mond Io, Abertausende von Ringen um Saturn, ein Magnetfeld um Uranus, das einen

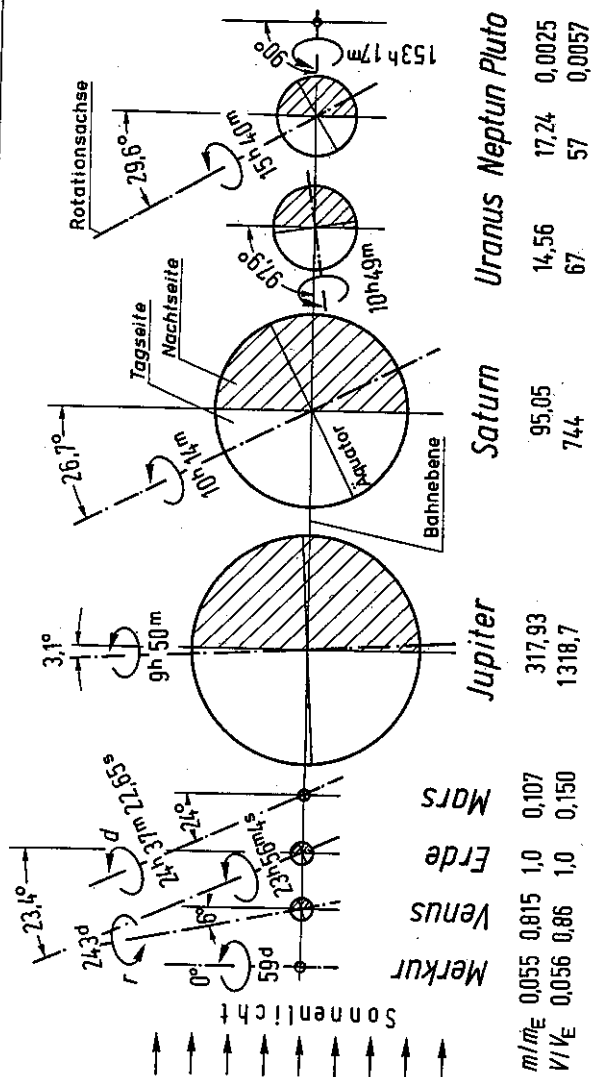
korkenzieherartigen Schweif hinter sich herzieht, bizarre Objekte, wie den eisspeienden Neptunmond Triton.

1. Merkur: Er rotiert in 59 Tagen einmal um seine eigene Achse (genauer Wert dieser siderischen Rotationszeit 58,646 Tage). Da das Jahr auf dem Merkur nur 88 Erdtage lang ist (genauer Wert dieser siderischen Umlaufzeit: 87,97 Tage), beträgt die Rotations-

Bild 9: Größenverhältnisse der Planeten und Kennzeichnung ihrer Eigenrotation.

a) Größenvergleich: Die maßstäbliche Zeichnung gibt einen anschaulichen Vergleich über die sich wesentlich unterscheidenden Größen der einzelnen Planetenkörper. So ist der Äquatordurchmesser des größten Planeten (Jupiter) elfmal so groß wie der der Erde und 47,4mal so groß wie der des kleinsten Planeten (Pluto). Noch weiter liegt die Zahlenspanne, wenn man die Volumenverhältnisse vergleicht. Der Jupiter hat das 1318,7fache Volumen der Erde (Zeile V/V_E) und übertrifft den kleinsten Planeten sogar um das 100 000fache. Bei der Masse beträgt dieser Wert (siehe Zeile m/m_E) das $317,93/0,055 = 5780$ fache, wobei hier Jupiter und Merkur zu vergleichen sind.

b) Rotationsvergleich: Die horizontale Linie soll die Bahnebenen der Planeten um die Sonne darstellen, wobei alle Bahnebenen vereinfachend als in einer Ebene liegend gezeichnet wurden. In Wirklichkeit liegen die Planetenbahnen innerhalb eines Winkelbereichs von 7° ; die Plutobahn weicht sogar um $17,1^\circ$ von der Erdbahn (Ekliptik) ab. Die strichpunktierte Linie stellt die Polachse dar; sie ist die Rotationsachse für die Eigendrehung des jeweiligen Planeten. Die Drehrichtung ist durch Pfeilmarkierung angegeben, und sie geschieht in derselben Richtung wie die Planeten um die Sonne rotieren (siehe Regel 4 der $\rightarrow$ Rotationsgesetzmäßigkeiten im Sonnensystem). Nur Venus macht die Ausnahme (Drehrichtung retrograd, d. h. rückläufig). Die Rotationsdauern der einzelnen Planeten sind unterhalb der Drehpfeile angegeben. Auffällig ist, daß gerade der massenreichste Planet (Jupiter) am schnellsten rotiert. Mit 9 h 50 m hat er die geringste Rotationsdauer von allen Planeten. Er dreht sich somit 593mal schneller als der langsamste Planet Venus. Aus der Graphik ist ferner die Achsneigung zu entnehmen, d. h. der Winkel zwischen Bahnachse des Planeten (= Senkrechte auf die Bahnebene) und seiner Rotationsachse. Da Rotationsachse und Äquatorebene senkrecht zueinander stehen, kann man als Achsneigung auch jenen Winkel bezeichnen, den die Äquatorebene mit der Bahnebene bildet. Bemerkenswert sind die starken Achsneigungen von Uranus und Pluto, die zu ganz ausgefallenen Phänomenen von Tag und Nacht führen.



Planeten und die Sonne	Bahnenelemente		Äquator-Durchmesser d		Masse m		Eigenrotation			Rotation um die Sonne		
	Mittl. Abst. von der Sonne in Mill. km	Exzentrizität e	in km	in Erddurch- messer	in kg	bez. auf Erde=1	Siderische Rotationsdauer in Tagen	d/r	Ädser- neigung in Grad	Siderische Umlaufzeit in Jahren	d/r	Bahneigung zur Ekliptik
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Merkur	57,9	0,2056	4 878	0,382	$3,30 \cdot 10^{23}$	0,055	59	d	0	0,241	d	7,005
Venus	108,2	0,0068	12 104	0,949	$4,87 \cdot 10^{24}$	0,815	243	r	6	0,615	d	3,395
Erde	149,5978	0,016722	12 756	1,000	$5,976 \cdot 10^{24}$	1,000	0,99727	d	23,433	1,000	d	0
Mars	227,94	0,0934	6 764	0,530	$6,42 \cdot 10^{23}$	0,107	1,02596	d	23,983	1,881	d	1,850
Jupiter	778,34	0,0485	142 200	11,148	$1,90 \cdot 10^{27}$	317,93	0,40972	d	3,067	11,862	d	1,305
Saturn	1 427	0,0556	119 300	9,352	$5,68 \cdot 10^{26}$	95,05	0,42639	d	26,733	29,458	d	2,490
Uranus	2 869,6	0,0473	52 000	4,077	$8,70 \cdot 10^{25}$	14,56	0,45069	d	97,867	84,015	d	0,773
Neptun	4 496,7	0,0086	50 900	3,990	$1,03 \cdot 10^{26}$	17,24	0,65277	d	29,567	164,788	d	1,773
Pluto	5 900	0,250	2 284	0,179	$1,49 \cdot 10^{22}$	0,0025	6,3868	d	90	247,7	d	17,133
Sonne	-	-	$1,392 \cdot 10^6$	109,1	$1,999 \cdot 10^{30}$	333 000	24,25 am Äquator 35 in Polhöhe		7,25 Äquatorneigung gegen Ekliptik		-	

Tabelle 1: Die Planeten mit ihren wichtigsten Daten.

Monde der Planeten	Bahnelemente		Durchmesser in km	Reziproke Masse (zugehöriger Planet ist gleich 1 gesetzt)	Neigungswinkel α zum Planeten-Equator	Rotation um den Planeten	
	Mittl. Abstand vom umlaufenden Planeten in km	Exzentrizität e				Siderische Umlaufzeit in Tagen (1 Tag=24h)	Drehrichtung
1	2	3	4	5	6	7	8
Erde: 1 Mond	384 404,4	0,0549	3475,6	1,0000 81,3	5,14528	27,32166	d
Mars: 2 Monde Phobos Deimos	9 270 23 400	0,0210 0,0028	20x23x28 10x12x16	1,0000	1,1 1,8	0,3186 1,2624	d d
Jupiter: >16 Amalthea (V) Io (I) Europa (II) Ganymed (III) Callisto (IV) Himalia (VI) Elara (VII) Lysithea (X) Ananke (XII) Carne (XI) Pasiphae (VIII) Sinope (IX)	128 000 421 600 670 900 1 070 000 1 883 000 11 470 000 11 743 000 11 710 000 20 700 000 22 350 000 23 300 000 23 700 000	0,003 0,0001 0,0001 0,0014 0,0074 0,1580 0,2072 0,1074 0,169 0,207 0,410 0,275	270x165x150 3 632 3 128 5 275 4 820 185 75 36 30 40 50 35	1,0000	0,4 0,0 0,5 0,2 0,8 28 28 29 147 163 148 157	0,498 1,769 3,551 7,155 16,669 250,6 259,7 259,2 631 692 744 758	d d d d d d d d d r r r r
Saturn: >23 Monde Mimas Enceladus Tethys Dione Rhea Titan Hyperion Japetus Phoebe	185 600 238 000 294 700 377 500 527 200 1 221 600 1 483 000 3 560 000 12 950 000	0,02 0,0202 0,000 0,0022 0,0010 0,0289 0,1042 0,0283 0,1693	392 500 1050 1120 1530 5140 400x250x240 1440 160	1,0000 15 000 000 7 000 000 910 000 490 000 250 000 4 150 5 000 000 300 000	1,5 0,0 1,1 0,0 0,3 0,3 0,6 14,7 150	0,94242 1,37022 1,85780 2,7369 4,5175 15,946 21,277 79,330 500,337	d d d d d d d d r
Uranus: 15 Monde Miranda Ariel Umbriel Titania Oberon	130 500 191 800 267 200 438 400 585 300	0,0 0,003 0,004 0,002 0,001	580 1500 1000 1800 1600	1,0000 1 000 000 67 000 170 000 20 000 34 000	0,0 0,0 0,0 0,0 0,0	1,4135 2,5204 4,1442 8,7089 13,4633	d d d d d
Neptun: 8 Monde Triton Nereid	353 000 5 560 000	0,000 0,749	2720 500	1,0000 750	159,9 27,2	5,877 369,661	r d
Pluto: 1 Mond Charon	19 000		1192	1,000		6,3868	

Tabelle 2: Die natürlichen Satelliten (Monde) der Planeten mit einigen Daten.

zeit um die Polachse ziemlich genau zwei Drittel der Zeit, die er zu einem Umlauf um die Sonne benötigt ($58,646/87,97 = 0,666659 \approx 2/3$). Diese Zahlenkombinationen führen zu einer Merkwürdigkeit ganz besonderer Art: Ein $\rightarrow$ Sonnentag auf dem Merkur ist genau $58,646/(87,97 - 58,646) = 2$ mal so lang wie ein Merkurjahr. Der Sonnentag ist identisch mit der $\rightarrow$ synodischen Rotationsdauer um die eigene Achse und dauert 176 (Erd-)Tage. Auf der Tagseite hat man 450 Grad Hitze und auf der Nachtseite 170 Grad Kälte gemessen. Die Sonnenscheibe erscheint am Merkurhimmel wegen der größeren Sonnennähe im Durchmesser dreimal und in der Fläche neunmal so groß wie am irdischen Firmament.

Merkur besitzt nicht einmal den Hauch einer Atmosphäre, denn alle Moleküle, die fliegen können und die Fluchtgeschwindigkeit³⁴ von 4 km/s erreichen, sind längst verschwunden. Der Himmel über Merkur ist deshalb auch tagsüber tiefschwarz, weil das Sonnenlicht sich an keiner Atmosphäre brechen kann. Das grelle Licht der Sonne und die Reflektion der Planetenoberfläche würden einen „Gast auf Merkur“ gewaltig blenden.

2. Venus: Sie ist der zweite Planet unseres Planetensystems und hat mit $e = 0,0068$ die geringste Bahnexzentrizität. Die inneren Planeten Merkur und Venus (d. h. ihre Bahnen liegen innerhalb der Erdbahn um die Sonne) pendeln von der Erde aus gesehen nur bis zu einem maximalen Winkelabstand, der Elongation (= Winkel zwischen Sonne-Erde-Planet), um die Sonne. Daher sieht man sie am Nachthimmel höchstens eine gewisse Zeit vor Sonnenaufgang bzw. nach -untergang als Morgen- bzw. Abendstern. Als einziger Planet dreht sich die Venus um die eigene Achse anders herum als alle anderen

³⁴ **Fluchtgeschwindigkeit:** Ein Körper auf der Oberfläche eines Planeten oder Mondes benötigt eine bestimmte Mindestgeschwindigkeit, um sich beliebig weit von ihm entfernen zu können. Diese Geschwindigkeit v ist nötig, um das Gravitationsfeld des Gestirns zu überwinden und ist abhängig von seiner Masse m und seinem Radius r . Sie ist damit für jeden Himmelskörper anders und errechnet sich nach der Formel $v = \text{WURZEL}(2G \cdot m/r)$, wobei G die Gravitationskonstante ist. Kleine Körper, wie der Erdmond, Merkur und die Monde der Planeten des Sonnensystems (außer Titan und evtl. Triton) haben keine merkliche Atmosphäre, weil die Fluchtgeschwindigkeit zu niedrig ist. Diese wird dann von der thermischen Geschwindigkeit der Gasmoleküle übertroffen. Die Geschwindigkeit eines Gasmoleküls nimmt mit der Temperatur zu und mit zunehmender Masse ab. Demzufolge entweichen die leichteren Moleküle (Wasserstoff, Helium, Methan) leichter als die schwereren (Stickstoff, Sauerstoff, Kohlendioxid).

Planeten (retrograd!). Daraus folgt: Anders als auf der Erde geht auf der Venus die Sonne im Westen auf und im Osten unter. Die Umdrehungszeit um die eigene Achse (= siderische Rotationsdauer) beträgt 243 Tage, und die Bahn um die Sonne dauert 224,7 Tage. Die Venus hat von allen Planeten die langsamste Rotationsdauer; sie ist 593mal langsamer als der schnellste Planet Jupiter.

Die Venus ist aufgrund der oben genannten Zahlenwerte der einzige Planet mit dem merkwürdigen Umstand, daß die *Rotation um die eigene Achse* länger dauert als der Umlauf um die Sonne. Daraus folgt für die Länge des Venustages eine Spanne von $(224,7 \cdot 243) / (224,7 + 243) = 116,8$ Tagen. Es ist die Zeitspanne von sonnenerhelltem Tag plus dunkler Nacht; diese Zeit heißt auch → Sonnentag oder → synodische Rotationsdauer. In der Äquatorgegend der Venus benötigt die Sonne also die lange Spanne von $116,8/2 = 58,4$ irdischen Tagen, um vom Aufgangspunkt am Westhorizont bis zum Untergangspunkt am Osthorizont zu gelangen.

Nach Sonne und Mond ist die Venus das hellste Gestirn, das wir von der Erde aus beobachten. Wenn Venus der Erde etwa 30 % ihrer beleuchteten Oberfläche zuwendet, erreicht sie ihre maximale Helligkeit mit $-4^m,4$, d. h., daß sie bei klarem Himmel sogar am Taghimmel mit bloßem Auge gesehen werden kann. Die Venus-Albedo (= Bruchteil des von der Oberfläche reflektierten Sonnenlichtes) beträgt mit 76 % fast doppelt so viel wie die der Erde (39 %) und ist damit (nächst dem Saturnmond Enceladus) die höchste im Sonnensystem bekannte. An der Oberfläche der orange-violetten Landschaft herrschen Temperaturen von rund 465 °C, das ist heiß genug, um Blei zum Schmelzen zu bringen. Die Venus ist zwar nicht der sonnennächste Planet, aber überraschenderweise der heißeste. Auf ihn drückt eine schwere, dicke Atmosphäre aus Kohlendioxid und Stickstoff, die auf der Venus mit dem fast 90fachen Erdenluftdruck lastet – vergleichbar einem Wasserdruck in 900 m Meerestiefe. Durch die „dicke Luft“ treiben Wolken aus Schwefelsäure, ein aggressiver Stoff, mit dem wir unsere Autobatterien füllen.

3. Mars: Der Mars verfügt über einen riesigen Canyon (engl.: Felschlucht), der eine Tiefe bis zu acht Kilometern erreicht, maximal 200 Kilometer breit ist und sich über eine Länge von 4500 Kilometern erstreckt. Hiermit verglichen ist der Grand Canyon in Arizona (1,5 km tief, max. 28 km breit) nur ein kleiner Kratzer an der Erdoberfläche. Die Oberfläche des Mars ist wie die unseres Mondes mit

Einschlagkratern übersät. Die größten Krater haben einen Durchmesser von mehreren hundert Kilometern. Ein Vulkan in der Landschaft Nix Olympica ist mit 20 Kilometern Höhe und einer Basis von 500 Kilometern der höchste Berg in unserem Sonnensystem (Zum Vergleich: Der Mt. Everest im Himalaja ist 8842 m hoch).

4. Marsmond Phobos: Bis zur Entdeckung der Marsmonde *Phobos* und *Deimos* durch A. Hall (1877) galt es als ungeschriebenes Gesetz, daß die Umlaufzeiten der Monde immer länger sein müßten als die Rotationszeiten ihrer Planeten. Eine Ausnahme bildet Phobos, der innere Trabant, denn er umkreist den Planeten schneller (in 11 h 6 min = 0,3186 Tage) als dieser selbst rotiert (24 h 37 min = 1,02596 Tage). Er bietet daher einem Beobachter auf dem Mars das im ganzen Planetensystem einmalige Schauspiel, daß ein Mond im Westen auf- und im Osten untergeht. Wegen der Zahlenverhältnisse geschieht das sogar $(1,02596 - 0,3186)/0,3186 = 2,2$ mal während eines Marstages.

Beide Marsmonde sind extrem dunkle Himmelsobjekte mit einer sonderbar unförmigen Gestalt. Insbesondere Phobos gleicht dem Aussehen nach mehr einer Kartoffel (20 x 23 x 28 km) als einer Kugel. Der sowjetische Astrophysiker J. Shklovsky publizierte darum 1959 die spekulative These, es könne sich um einen hohlen künstlichen Satelliten einer fremden Intelligenz handeln. So ist er eher geneigt, an eine ferne, unbekannte Intelligenz zu glauben als an den Schöpfer Himmels und der Erden, von dem die Bibel so ausführlich berichtet.

5. Jupiter und Jupitermonde: Jupiter ist der massen- und volumenreichste Planet, denn er vereint 60 Prozent der Gesamtmasse aller Planeten und ihrer Monde in unserem Planetensystem. Er hat dennoch die schnellste Eigenrotation (9 h 50 min 30 s am Äquator und 9 h 55 min in höheren Breiten). Somit gibt es auf dem Jupiter den kürzesten Tag im Sonnensystem (ausgenommen einige Asteroiden, die noch schneller drehen). Die starke Abplattung³⁵ von 1:16

³⁵ **Abplattung:** Die meisten Planeten sind von der geometrischen Form her keine Kugel, sondern ein Rotationsellipsoid, d. h. der Äquatordurchmesser a übertrifft den Polardurchmesser b . Die Abplattung A ist definiert als die Differenz zwischen Äquator- und Polardurchmesser dividiert durch den Äquatordurchmesser ($A = (a-b)/a$). Bei der Erde ist $a-b = 42,77$ km und $a = 12\,756,27$ km, somit beträgt die Abplattung der Erde 1 : 298,25.

(Vergleich Erde 1:298) ist durch die rasche Drehung verursacht. So ist der Poldurchmesser 8800 km kürzer als der Äquatordurchmesser. Wegen seiner Größe und der das Sonnenlicht stark reflektierenden Atmosphäre erscheint der Jupiter als hellstes Objekt am nächtlichen Himmel. Nur die Venus übertrifft ihn noch an Helligkeit, aber sie erscheint aus den geschilderten Gründen nicht am Nachthimmel. Der „Große Rote Fleck“ auf dem Jupiter wird seit 300 Jahren – also seit es Fernrohre gibt – beobachtet. In diesen Bereich würde die gesamte Erdkugel dreimal hineinpassen. Mit der Raumsonde *Voyager 1* gelang 1979 seine genauere Identifizierung: Es handelt sich um einen gigantischen Wirbelsturm, in dem gewaltige Ammoniakströme mit 200 km/h herumrasen. Der Rand dieses ungewöhnlichen Sturmkessels bewegt sich mit der überorkanartigen Geschwindigkeit von 500 km/h um das Zentrum.

Die vier größten Jupitermonde *Io*, *Europa*, *Ganymed* und *Kallisto* waren außer dem Erdmond die ersten im Sonnensystem entdeckten Planetenmonde. Da sie erstmals von *Galileo Galilei* (1610) beobachtet wurden, heißen sie auch Galileische Monde. Während die inneren Trabanten I bis V (siehe *Tabelle 2*) nahezu kreisförmige Bahnen in der Äquatorebene des Jupiter beschreiben, sind die Bahnen der äußeren Trabanten stark exzentrisch und gegen die Äquatorebene stark geneigt. Die Satelliten VI, VII und X (*Himalia*, *Elara*, *Lysithea*) bilden eine Gruppe mit nahezu gleichen mittleren Entfernungen (11,7 Mill. km) und gleichen Bahnneigungen (28° bis 29°) gegen die Äquatorebene des Jupiters. Die Monde VIII, IX, XI und XII (*Pasiphae*, *Sinope*, *Carme*, *Ananke*) stellen insofern eine weitere Gruppe dar, als ihr mittlerer Abstand vom Planeten über 20 Millionen Kilometer beträgt und ihre Umlaufrichtung entgegengesetzt (retrograd!) zur Rotationsrichtung des Jupiters verläuft. Für das Phänomen der Rückläufigkeit gibt es keine evolutionäre Deutung. Die Benennungen der retrograden Monde sind so gewählt, daß sie alle mit einem „e“ enden.

6. Jupitermond Io: Er ist etwa 5 Prozent größer als der Erdmond und weist eine Oberflächentemperatur von -146 °C auf. Wegen zahlreicher Besonderheiten ist *Io* – neben der Erde – *das außergewöhnlichste Objekt in unserem Sonnensystem*. Er ist außer der Erde und dem Neptunmond Triton einer der wenigen Trabanten im Sonnensystem, auf dem es heute noch einen aktiven Vulkanismus mit gewaltigen Lavaausbrüchen gibt. Die Vermessung der Bilder von der *Voyager*-Raumsonde ergab, daß die Vulkane ihre Rauchwolken

bis 100 km Höhe und mehr (in einem Fall sogar 300 km) ausschleudern. Auf den Fotos, die *Voyager 1 und 2* von Io übermittelten, konnte man neun gleichzeitig aktive Vulkane erkennen. Ein Teil der vulkanischen Asche verläßt den Io für immer. Eine der entscheidenden Triebkräfte beim Ausbruch irdischer Vulkane ist Wasserdampf. Auf Io wurde kein Wasser gefunden. Als treibende Kraft ist aufgrund der Daten gasförmiges Schwefeldioxid und Schwefel anzusehen. Die vulkanische Aktivität auf der Erde wird durch die Wärmeabgabe der radioaktiven Elemente ausgelöst, die sich im geschmolzenen Erdkern befinden. Da die Masse des Io nur etwa ein Sechstel der Masse der Erde ausmacht, ist das verfügbare Wärmereservoir erheblich geringer. Nach dem evolutionär angenommenen Alter des Planetensystems von über 4 Milliarden Jahren dürfte Io längst nicht mehr aktiv sein. Die biblische Folgerung einer jungen Schöpfung (ca. 10 000 Jahre) liefert hier das bessere Modell. Verursacht durch das schnelle Vorbeiströmen des Jupitermagnetfeldes an dem Mond fließt zwischen Io und Jupiter ständig ein Strom von – sage und schreibe – fünf Millionen Ampere. Io verfügt über eine relativ glatte und auffallend farbenprächtige Oberfläche mit roten, gelben, orangefarbenen, braunen, blauen, schwarzen und weißen Farbtönen.

7. Jupitermond Ganymed: Er ist mit 5276 km Durchmesser nicht nur der größte Jupitermond, sondern auch *der größte Mond im ganzen Planetensystem*. Er übertrifft damit sogar die Planeten Merkur und Pluto. Er hat jedoch nur ein Drittel der Dichte des Merkur. Die Oberfläche von Ganymed zeigt zwei Geländetypen: Eine kraterreiche Oberfläche und ein anderes helleres und kraterärmeres Gelände mit charakteristischen Furchen. Die parallelen Furchen haben einen Abstand von 3 bis 10 km und eine Tiefe von 300 bis 400 m und treten in Bändern mit einer typischen Breite von 100 bis 200 km auf.

8. Saturn und Saturnmonde: Der Saturn ist mit etwa 120 000 Kilometern Durchmesser der zweitgrößte Planet im Sonnensystem. Mit 10 h 14 min (am Äquator; 10 h 38 min in Polnähe) besitzt er eine bemerkenswert rasche Eigendrehung, die eine so starke Abplattung bewirkt, daß der Poldurchmesser nur 108 000 Kilometer beträgt. Mit 1:10 hat der Saturn die stärkste Abplattung unter allen Planeten. Er ist weiterhin der einzige Planet, dessen spezifisches Gewicht mit $0,7 \text{ g/cm}^3$ geringer ist als das von Wasser. Durch irdische Teleskope betrachtet hat das kleinste erkennbare Detail auf dem Planeten die Größe des afrikanischen Kontinentes. Erst durch

die Bilder der Raumsonde Voyager 1 wurde im November 1980 ein Auflösungsvermögen von etwa 5 bis 10 km erreicht. Die auffälligste Erscheinung von Saturn ist jedoch sein Ringsystem. Tausende von Einzelringen sind entdeckt worden, die aus Millionen und Milliarden einzelner kleiner Gesteins- und Eisbrocken bestehen. Die Größe dieser um den Saturn kreisenden Partikel reicht von Millimeterabmessungen bis zu Minimonden von einigen Metern Durchmesser. Die Ausdehnung des Ringsystems ist mit 300 000 km um den Saturn beachtlich, wobei die Materiescheibe mit einigen Kilometern „Dicke“ vergleichsweise außergewöhnlich dünn ist. Einer der aufsehenerregendsten Funde waren die dunklen Speichen, die sich strahlenförmig über den hellen B-Ring bis in eine Entfernung von 105 000 km vom Saturn ziehen. Auch Jupiter, Uranus und Neptun weisen Ringe auf, jedoch in viel kleinerer Spielart.

Die Saturnmonde unterscheiden sich erheblich von denen des Jupiter – nicht nur in ihrer Größe und geringeren Dichte, sondern auch durch das Phänomen, daß ihre Dichte mit steigender Entfernung vom Zentralkörper zunimmt. Die Zahl der ursprünglich neun bekannten klassischen Saturnmonde hat sich nun im Raumfahrtzeitalter auf über zwanzig erhöht. Die kleinsten entdeckten Monde haben einen Durchmesser von nur 30 Kilometern. Alle kleinen Saturnmonde haben eine *gebundene Rotation*, d. h. die Eigenrotation stimmt zeitlich genau mit der Umlaufzeit um Saturn überein. Eine Seite dieser Körper ist also immer zu dem Planeten hingerrichtet. Zu den durch Voyager 1 neu entdeckten Monden gehören auch die beiden Objekte S-10 und S-11, die sich durch eine Besonderheit auszeichnen: Sie sind mit 700 km Durchmesser fast gleich groß und umkreisen den Saturn in etwa 149 000 km Entfernung von seinem Mittelpunkt bei gewissem Winkelabstand auf fast identischen Bahnen.

9. Saturnmond Titan: Mit 5140 km Durchmesser ist er der größte Saturnmond und der zweitgrößte Mond unseres Planetensystems überhaupt. Er erreicht fast die Größe des Planeten Mars. Am 12. November 1980 raste Voyager 1 mit einer Fluggeschwindigkeit von 60 000 km/h in 4500 km Höhe an *Titan* vorbei. Der Bildauswerter *Masursky* stellte fest: „Titan steht einsam in der Klasse der Monde, er hat mehr Felsgestein als die anderen. Welche Ironie: Da suchten wir im ganzen inneren Sonnensystem nach einem Himmelskörper mit einer Stickstoff-Atmosphäre ähnlich unserer Erde und fanden ihn statt dessen weit draußen im kalten äußeren Sonnensystem.“

Die Sonde kam an den Mond so nah heran, wie an keinen anderen Himmelskörper während der ganzen Reise, und die Auflösung der Bilder war hervorragend. Doch auf den Fotos war kaum etwas zu erkennen von der gigantischen kosmischen Apfelsine. Der Mond blieb kontur- und strukturlos wie ein flaumiger Tennisball ohne Nähte. Der Grund: Eine dicke Aerosolschicht verwehrte den Kameras den Blick. Auf einem Quadratmeter Titanoberfläche lastet eine zehnmal größere Gasmasse als eine vergleichbare Gassäule der Erdatmosphäre ausmacht. Der Atmosphärendruck beträgt dennoch nur das 1,5fache des irdischen Luftdrucks, weil die Masse des Titan 45mal geringer ist als die der Erde.

Die Erde und der Saturnmond Titan sind die einzigen anderen planetengroßen Körper im Sonnensystem, von denen man weiß, daß sie eine hauptsächlich aus Stickstoff (82 %) bestehende Atmosphäre haben. Titan ist somit ein einzigartiger Himmelskörper in unserem Sonnensystem, da er *der einzige Mond ist, der eine nennenswerte Atmosphäre besitzt*. Bei der Titantemperatur von 180 Grad Kälte spielt das Methan in der Atmosphäre (6 % Anteil) die Rolle des irdischen Wassers, da Methan bei dieser niedrigen Temperatur fest, flüssig und gasförmig vorkommen kann. So gibt es auf Titan den merkwürdigen Zustand, daß es sowohl Gletscher aus gefrorenem und Seen aus flüssigem als auch Regen und Schnee aus Methan gibt.

10. Saturnmond Dione: In der Umlaufbahn von Dione stieß man auf einen weiteren Satelliten (Dione B), der sich in einem Abstand von 60° vom Hauptmond bewegt. Mit dem Saturn bilden diese beiden Monde die Eckpunkte eines gleichseitigen Dreiecks („Trojaner-Situation“). Auch bei dem Saturnmond Tethys gibt es eine entsprechende Besonderheit: Er wird von zwei kleineren Monden begleitet, von denen der eine rund 60° vorausläuft, während der andere in entsprechendem Abstand folgt.

11. Saturnmond Iapetus: Eine weitere Besonderheit im Saturnmondsystem zeigt Iapetus. Er verfügt über eine helle und eine dunkle Hemisphäre. Ein Teil reflektiert nur drei bis fünf Prozent des auftreffenden Sonnenlichtes und gehört damit zu den schwärzesten Flächen im Sonnensystem überhaupt. Die übrigen Regionen geben hingegen die Hälfte des einfallenden Lichtes wieder ab.

12. Andere Saturnmonde: Auf der grauweißen Eisdecke von

Mond *Mimas* entdeckte man einen Krater von 130 km Durchmesser, also von der Größe von einem Drittel des Trabantendurchmessers. Merkwürdig ist, daß eine Hälfte von *Enceladus* dem kosmischen Bombardement, dem z. B. *Mimas*, *Dione* und *Thetys* ausgesetzt waren, entging. Die eine Hälfte wirkt unverletzt – keine Narben, keine Krater, was auf eine junge Oberflächenhälfte hinweist. Die andere Hälfte ist bekratert. Dies ist eines von vielen Beispielen, die uns das Universum als buntes Gemisch zwischen „jungen“ und „alten“ Phänomenen präsentiert. Es sind nicht nur „junge“ Formationen mögliche Indikatoren für Schöpfung, sondern die Mischung. *Enceladus* wirkt wie ein Spiegel, der fast 100 % des eingestrahnten Sonnenlichtes reflektiert. Wäre *Enceladus* der Sonne so nah wie unser Mond, dann würde uns in der Nacht ein fünfmal helleres Objekt vom Himmel scheinen.

13. Uranus und Uranusmonde: Die fünf schon vor dem Vorbeiflug von *Voyager* bekannten Monde (siehe *Tabelle 2*) des Uranus bewegen sich nahezu auf Kreisbahnen. Außer *Miranda* fallen die Bahnebenen innerhalb einiger Zehntel Grad mit der Äquatorebene des Planeten zusammen. Die Orientierung des Gesamtsystems ist jedoch äußerst ungewöhnlich: Es ist so extrem zur Seite geneigt ($97,9^\circ$), daß die Rotationsachsen von Planet und Monden fast in der Bahnebene des Planeten um die Sonne liegen. Durch diese sonderbare Achslage unterscheiden sich die jahreszeitlichen Veränderungen der Sonnenstrahlung völlig von denen auf anderen Planeten: Das Uranusjahr dauert etwa 84 Erdjahre: Gegenwärtig weist der Südpol in Richtung Sonne, während der Nordpol in dauernder Dunkelheit liegt. In 42 Erdjahren werden sich die Verhältnisse umkehren (siehe *Bild 10*). Seit der *Voyager*-Mission sind 10 weitere Monde bekannt mit Durchmessern von 50 bis 170 km. Mit Albedos von etwa 0,05 sind sie erstaunlich dunkel. Seit 1988 sind sie mit folgenden Namen versehen: *Puck*, *Portia*, *Juliet*, *Cressida*, *Rosalind*, *Belinda*, *Desdemona*, *Cordelia*, *Ophelia*, *Bianca*.

14. Neptun: Er ist gleich den drei anderen Großplaneten ein gigantischer Ballon aus verschiedenen Gasen, vorwiegend aus Wasserstoff und Helium. Nur die äußeren methanhaltigen Atmosphärenschichten sind sichtbar. Weil Methan die orangenen und roten Wellenbereiche des Sonnenlichtes „verschluckt“, wird nur die blaue Farbe reflektiert. Ähnlich dem Jupiter gibt es auf dem Neptun den „Dunklen Fleck“, in dem orkanartige Stürme auftreten. Dies ist insofern bemerkenswert, als in den äußeren Atmosphärenschichten

-220 °C Kälte herrschen. *James Pollack* von der NASA kommentiert dazu [K2, 132]: „Wir sind an einem Punkt angelangt, wo wir nicht einmal erklären können, warum die Winde auf Neptun überhaupt so heftig wehen. Überall, von der Venus bis zum Neptun, finden wir solch starke Winde mit Geschwindigkeiten von 100 bis 500 m/s, dabei ist sowohl die Sonnenstrahlung auf die einzelnen Planeten als auch die Wärme, die sie aus dem Innern abgeben, total verschieden: Die einzige Ausnahme ist die Erde. Hier messen wir durchschnittliche Windgeschwindigkeiten von 15 m/s.“

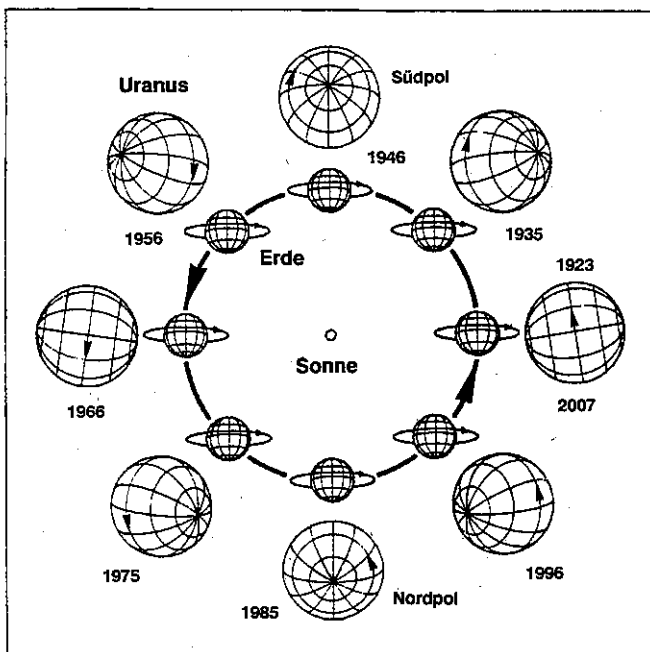


Bild 10: Blick auf den Uranus von der Erde aus.

Die Rotationsachse des Uranus ist um 98 ° gegen die Senkrechte zur Umlaufbahn geneigt und liegt somit fast in seiner Bahnebene. Diese im Sonnensystem einmalige Situation führt zu sonderbaren Verhältnissen bezüglich der Sonneneinstrahlung. Das Bild zeigt den wechselnden Anblick von der Erde während des 84 Jahre dauernden Umlaufs [L2]. Manchmal weist der Pol zur Erde, 21 Jahre später sehen wir die Äquatorgegend und nach weiteren 21 Jahren den anderen Pol.

15. Neptunmonde: Bis Mitte 1989 waren von Neptun gerade 2 Satelliten bekannt: Nereide und Triton. Voyager 2 fotografierte insgesamt sechs weitere Kleinstmonde (N1 bis N6 bzw. Proteus, Larissa, Galatea, Despina, Thalassa, Naiad); es sind unförmige Eisklumpen mit einem Durchmesser von 50 bis 420 Kilometern. Bis zu einem Abstand von rund 1000 Planetenradien gibt es außer Triton nicht einen einzigen Mond. Erst ganz außen „eiert“ Nereid auf seiner einsamen Bahn. Einen so mondarmen Raum wie zwischen N1 und Nereid hatte Voyager 2 auf der ganzen Reise noch nicht beobachtet. Diese Entdeckung war äußerst ungewöhnlich. *Nereide* führt eine so ungewöhnlich exzentrische Bahn ($e = 0,749$) aus, wie sie von keinem anderen Trabanten erreicht wird. Sie schwankt von gut einer Million und zehn Millionen Kilometern um den Neptun. *Triton* ist mit 2720 km Durchmesser der größte Mond des Neptun. Triton rotiert in 5,9 Tagen einmal um seine eigene Achse; das entspricht genau einem Umlauf um Neptun. Er zeigt damit ebenso wie unser Erdenmond immer mit derselben Hälfte auf seinen Planeten. Bei Triton tritt auch das Phänomen der Rückläufigkeit auf, d. h. er umläuft Neptun entgegengesetzt zur Rotationsrichtung des Planeten. Triton ist damit der einzige größere Mond im Sonnensystem, der „verkehrt herum“ läuft. Auf Triton herrschen extreme, jeweils 41 Erdenjahre lange Jahreszeiten. Jeder Pol liegt 82 Jahre in der Sonne und anschließend genauso lange im Dunkeln.

16. Pluto und Charon: Pluto ist als äußerster Planet des Sonnensystems mit seinen 2284 ± 18 km Durchmesser auch gleichzeitig der kleinste. Er ist sogar kleiner als der Erdmond. Pluto bewegt sich auf der exzentrischsten Bahn aller Planeten ($e = 0,25$): Sein kleinster Abstand zur Sonne beträgt 4425 Millionen Kilometer, sein größter jedoch 7375 Millionen Kilometer. Im sonnennächsten Punkt (Perihel) ist er der Sonne sogar näher als der Neptun, d. h. Plutos Bahn und die des Neptun kreuzen einander. Mit 17,1 Grad Bahnneigung gegen die Ekliptik ist sie weitaus größer als bei irgendeinem anderen Planeten des Sonnensystems. Ein Beobachter auf dem Pluto würde die Sonne nicht mehr als Scheibe, sondern als gleißenden Stern sehen, der allerdings immer noch bedeutend heller als unser Vollmond leuchten würde.

Plutos Mond *Charon* hat einen Durchmesser von 1192 ± 34 km und umkreist den Planeten *genau einmal* in derselben Zeit, wie der Planet um seine eigene Achse rotiert, nämlich in 6 Tagen, 9 Stunden und 17 Minuten. Pluto und Charon rotieren synchron mit der

Umlaufperiode – eine im Sonnensystem einmalige Situation. Vom Pluto aus betrachtet scheint der Mond darum fast über einem Ort zu stehen. Bemerkenswert sind die Bahnverhältnisse: Charons Bahn ist kreisförmig und steht fast senkrecht zur Bahnebene des Pluto um die Sonne. Die Äquatorebene des Pluto steht wohl senkrecht auf seiner Bahnebene, so daß sich entsprechend sonderbare Tages- und Jahreszeitrhythmen ergeben wie beim Uranus.

Es ist bemerkenswert, daß der sonnennächste (Merkur) und der sonnenfernste der Planeten (Pluto) am kleinsten sind. Außerdem haben gerade diese beiden die größte Bahnneigung (Merkur 7° , Pluto $17,1^\circ$) und die größte Exzentrizität der Bahnellipsen (0,206 bzw. 0,248). Auffällig ist weiterhin: Pluto vollführt exakt zwei Umläufe um die Sonne, während sein Nachbarplanet Neptun drei macht.

17. Magnetfelder bei Planeten: Nicht nur die Erde, sondern auch andere Planeten (Merkur, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun) besitzen ein Magnetfeld. Jupiter verfügt mit 6,2 Gauß³⁶ über das stärkste. Seine Magnetsphäre reicht auf der sonnenabgewandten Seite fast 750 Millionen Kilometer in den Weltraum hinaus und ist 14mal so stark wie das der Erde. Das schwächste Magnetfeld mit nur einem Hundertstel der Stärke des irdischen umgibt den Merkur. Das Magnetfeld des Uranus ist besonders ungewöhnlich, denn die magnetische Achse ist um etwa 60° zur Rotationsachse geneigt. Es ist damit das am stärksten geneigte Magnetfeld im Sonnensystem.

18. Größe des Planetensystems: Das Planetensystem bis zum Pluto erstreckt sich in einem Gebiet von 11,8 Milliarden Kilometern; dennoch ist das nur 1/7000 der Entfernung bis zu dem nächsten Stern Alpha Centauri. Der größte Planet, Jupiter, hat eine Masse von der Größenordnung 1/1000 der Sonnenmasse. Auch wenn man die Gesamtmasse aller Glieder der Sonnenfamilie betrachtet, erreicht man nur wenig mehr als ein Zehntel Prozent der Sonnenmasse.

Um sich die Reihenfolge der neun bekannten Planeten leichter zu merken, half die Eselsbrücke „Mein Vater Erklärt Mir Jeden

³⁶ **Gauß:** Das *Gauß* ist ebenso wie das *Tesla* (T) eine Einheit der magnetischen Flußdichte. Zur Umrechnung gilt: $1 \text{ Gs} = 10^{-4} \text{ T}$; $1 \text{ T} = 1 \text{ Vs/m}^2$.

Sonntag Unsere Neun Planeten“ mit den Anfangsbuchstaben von Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und Pluto. Seit August 1992 ist ein zehnter Planet bekannt, der den vorläufigen Namen QB1 erhielt. Er ist 41mal weiter von der Sonne entfernt als die Erde, und seine Umlaufzeit beträgt 262 Jahre. 1994 wurde ein weiterer Kleinplanet jenseits von Pluto entdeckt.

Das Sonnensystem (Heliosphäre) endet dort, wo der Sonnenwind in Form einer Schockwelle mit dem interstellaren Gas zusammenprallt. Voyager 1 hat diesen Grenzbereich in Form einer erhöhten Radiowellenintensität im 2 bis 3 kHz-Bereich detektiert. Die in einer Entfernung von 40 bis 100 AE von der Sonne liegende Grenze zwischen Heliosphäre und interstellarem Raum wird als Heliopause bezeichnet.

A1.4 Der scheinbare Durchmesser von Sonne und Mond

In diesem Kapitel soll auf ein erstaunliches Phänomen in unserem Sonnensystem aufmerksam gemacht werden, das der Verfasser einer Berechnung unterzogen hat.

Sonne, Erde und Mond haben sehr unterschiedliche tatsächliche Durchmesser:

Sonne:	1392 700 km	[L2, Bd. 2, 243]
Erde:	12 756 km am Äquator	[L2, Bd. 1, 200]
Mond:	3 476 km	[L2, Bd. 2, 5]

Die mittleren Entfernungen (von Mittelpunkt zu Mittelpunkt) betragen:

von der Sonne zur Erde:	1 AE = 149 597 870 km	[L2, Bd. 1, 199]
von der Erde zum Mond:	384 403 km	[L2, Bd. 2, 5]

Je nachdem, aus welcher Entfernung ein Himmelskörper gesehen wird, erscheint er dem Beobachter in unterschiedlicher Größe. Im folgenden soll es hauptsächlich um Sonne und Mond gehen. Um die berechneten Zahlenwerte leichter einordnen zu können, seien einige Vorbetrachtungen vorangestellt:

Vorbetrachtungen: Wenn sich ein Gegenstand der Höhe h stetig von uns entfernt, so erscheint er uns dabei ständig kleiner werdend.

Die Abnahme des meßbaren Winkels α , unter dem wir den Gegenstand beobachten, beschreibt das Kleinerwerden mit zunehmendem Abstand L nach der Formel $\tan \alpha = h/L$. Dieser Winkel α wird in Grad gemessen. Bei kleinen Werten rechnet man in Winkelminuten und Winkelsekunden, wobei gilt: 1 Grad = 60 Winkelminuten = 3600 Winkelsekunden bzw. $1^\circ = 60' = 3600''$. Die folgende *Tabelle 3* zeigt, unter welchem Winkel ein Meterstab erscheint, wenn man ihn aus verschiedenen Abständen betrachtet. Die Abstände reichen von einem Meter bis 1000 Kilometer und sind in Schritten des Zehnfachen vom vorhergehenden Wert berechnet:

Abstand L	α in Grad	α in "	α in $^\circ, ', ''$
1 m	45°	162000,00"	45° 0' 0'
10 m	5,71059313°	20558,13"	5° 42' 38,13"
100 m	0,57293869°	2062,57"	34' 22,57"
1 000 m	0,05729576°	206,26"	3' 26,26"
10 000 m	0,00572957°	20,62"	20,62"
100 000 m	0,00057295°	2,06"	2,06"
1000 000 m	0,00005729°	0,21"	0,21"

Tabelle 3: Winkel, unter denen ein Meterstab aus verschiedenen Entfernungen erscheint.

Wir wollen nun umgekehrt fragen, wie weit ein Meterstab entfernt sein muß, damit er unter 1° , $1'$ oder $1''$ erscheint. Mit Hilfe der Formel $L = 1/\tan \alpha$ finden wir die Werte der folgenden *Tabelle 4*:

α	Entfernung eines Meterstabes L	Entfernung eines Ein-Cent-Stückes
1°	57,3 m	92 cm
$1'$	3437,7 m	55 m
$1''$	206 264,8 m	3300 m

Tabelle 4: Entfernungen, unter denen ein Meterstab bzw. ein Geldstück von 1,6 cm Durchmesser (Ein-Cent-Stück) gerade unter 1° , $1'$ und $1''$ erscheint.

Gemäß *Tabelle 4* ist eine Winkelsekunde also gerade jener äußerst

schmale Winkel, unter dem ein Meterstab erscheint, wenn er etwa 200 km entfernt ist. Das ist etwa die Entfernung von Braunschweig bis Lübeck; natürlich ist der Stab nun schon längst nicht mehr mit bloßem Auge erkennbar. Bei einer Winkelminute beträgt die Entfernung fast 3,5 km. Oder anders ausgedrückt: Betrachtet man ein Ein-Cent-Stück (1,6 cm Durchmesser) aus einer Entfernung von 92 cm, dann sieht man es unter 1° und bei einer Entfernung von 55 km unter $1'$.

Sonne, Erde, Mond: Nun wollen wir auf die Frage eingehen, unter welchem Winkel ein Gestirn vom anderen aus gesehen wird. Bei der Berechnung verwenden wir zunächst die *mittleren* Entfernungen³⁷:

Sonne von der Erde aus gesehen: $\alpha = 32,0056'$

Erde von der Sonne aus gesehen: $\alpha = 0,2945'$

Mond von der Sonne aus gesehen: $\alpha = 0,0807'$

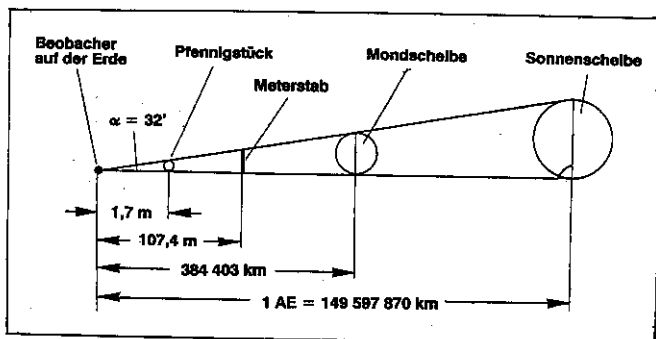


Bild 11: Verschiedene Gegenstände unter dem gleichen Winkel von $32'$ betrachtet (Entfernungen nicht maßstäblich).

³⁷ **Mittlere Entfernung eines Satelliten:** Die mittlere Entfernung eines Satelliten von seinem Zentralgestirn, der sich auf einer elliptischen Bahn bewegt, ist wie folgt definiert: Man stelle sich die Massen von Zentralgestirn M und Satellit m als Massenpunkte vor, wobei der Satellit m eine Kreisbahn mit dem Radius r um M ausführt. Bewegt sich ein solches gedachtes System mit gleicher siderischer Umlaufzeit wie das reale System, so entspricht der Radius r dem gesuchten mittleren Abstand.

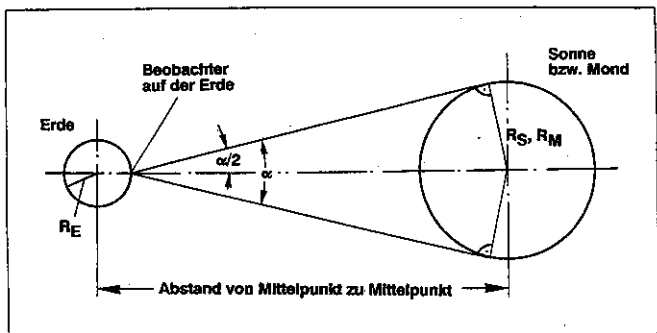


Bild 12: Skizze zur Berechnung des scheinbaren Durchmessers.

Die angegebenen Winkel α nennt man auch die scheinbaren Durchmesser. Die Sonne erscheint von der Erde aus gesehen etwa so groß wie ein Ein-Cent-Stück aus 1,7 m Entfernung. Umgekehrt ist die Erde von der Sonne aus gesehen ein kaum wahrnehmbarer Lichtpunkt, nämlich nur so groß wie ein Ein-Cent-Stück aus 190 m Entfernung betrachtet. Der Mond ist von dort aus mit bloßem Auge schon gar nicht mehr wahrnehmbar, denn er ist auf die Größe eines Ein-Cent-Stückes, betrachtet aus 680 m Entfernung, zusammengeschrunpft. Fragt man noch, wie weit ein Meterstab entfernt sein muß, damit er unter einem Winkel von 32 Winkelminuten ($32'$) erscheint, so findet man $L = 107,4$ m.

Wir wissen, daß die Erde um die Sonne wie auch der Mond um die Erde sich nicht auf Kreisbahnen mit gleichem Abstand vom Zentrum, sondern auf Ellipsen bewegen. Das hat zur Folge, daß aufgrund des sich ständig ändernden Abstandes auch die scheinbaren Durchmesser von Tag zu Tag ändern. Diese zeitlich abhängigen Änderungen wurden mit Hilfe eines Computers unter Beachtung des zweiten Keplerschen Gesetzes, daß in gleichen Zeiten gleiche Flächen der Ellipse überstrichen werden (siehe Bild 15), berechnet und für ein vollständiges Jahr graphisch dargestellt³⁸. Bild 13 zeigt

³⁸ **Verwendete Daten:** Bei der Berechnung wurden folgende Daten verwendet:

Entfernung Erde-Mond im Apogäum: $a+c = 406\,740$ km

Entfernung Erde-Mond im Perigäum: $a-c' = 356\,410$ km

Entfernung Erde-Sonne im Aphel: $a+c = 152\,100\,000$ km

Entfernung Erde-Sonne im Perihel: $a-c = 147\,100\,000$ km

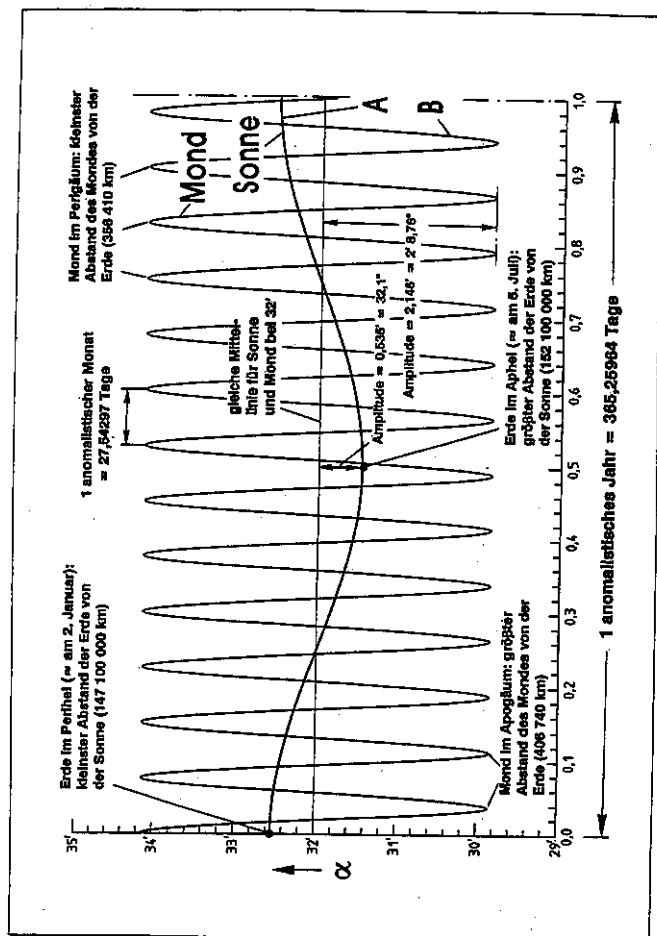


Bild 13: Die scheinbaren Durchmesser von Sonne und Mond von der Erde aus gesehen. Die beiden Kurven A und B zeigen den zeitlich sich ändernden Verlauf während eines Jahres.

ein ganz außergewöhnliches und überraschendes Ergebnis, das wir nun im einzelnen diskutieren wollen:

1. Die Sonne von der Erde aus gesehen: Die dick ausgezogene Kurve A zeigt für ein vollständiges Jahr die Größenänderung des scheinbaren Durchmessers der Sonne, wie sie von der Erde aus erscheint. In der größten Annäherung der Erde an die Sonne, im **Perihel** (griech. *peri* = um, herum, nahe bei, *helios* = Sonne), sieht man die Sonnenscheibe unter dem Winkel von $32,549'$. Dies ist am 2. Januar der Fall. Die größte Weite wird im **Aphel** (griech. *apo* = entfernt von; *helios* = Sonne) erreicht; dann erscheint die Sonnenscheibe unter einem Winkel von $31,479'$, und das ist am 5. Juli. Die Kurve A ist in guter Näherung eine Cosinuskurve mit der Amplitude $(32,549' - 31,479')/2 = 0,535' = 32,1''$. Die Mittellinie dieser Kurve A finden wir gemäß der Rechnung $(32,549' + 31,479')/2 = 32,014' \approx 32'$.

Für einen vollständigen Umlauf um die Sonne benötigt die Erde auf ihrer Ellipsenbahn ein Jahr. Die Zeit, die vergeht, bis die Erde von einer Perihel-Position in die nächste kommt, nennt man das *anomalistische Jahr* J_a . Diese Zeit beträgt $J_a = 365 \text{ d } 6 \text{ h } 13 \text{ m } 53 \text{ s} = 365,2596412 \text{ Tage}$. Das anomalistische Jahr ist gegenüber dem siderischen Jahr ($\rightarrow$ siderische Umlaufzeit) nur geringfügig, nämlich um 4 Minuten und 44 Sekunden länger ($J_s = 365 \text{ d } 6 \text{ h } 9 \text{ m } 9 \text{ s} = 365,256354 \text{ Tage}$), da die anderen Planeten auf die Erdbewegung eine Störung ausüben. Kurve A gilt somit – genau genommen – für das anomalistische Jahr.

2. Der Mond von der Erde aus gesehen: In gleicher Weise wie für die Sonne wurde auch der Kurvenverlauf B (dünn ausgezogene Kurve in *Bild 13*) für die Größe des scheinbaren Durchmessers des Mondes berechnet. Im **Perigäum** (griech. *peri* = um, herum, nahe bei, *gaia* = Erde), also der erdnächsten Stellung des Mondes, erscheint der Mond unter einem Winkel von $34,139'$. Das **Apogäum** ist der gegenüberliegende Punkt der Mondbahn; dann ist der Mond am weitesten von der Erde entfernt, und er erscheint dann unter einem Winkel von $29,847'$. Auch diese Kurve B ist angenähert eine Cosinuskurve mit der Amplitude $(34,139' - 29,847')/2 = 2,146' = 2' 8,76''$. Die Änderung des scheinbaren Durchmessers des Mondes ist also erheblich größer als diejenige der Sonne (Faktor 4). Von Interesse ist nun noch die Mittellinie, die wir wie folgt finden: $(34,139' + 29,847')/2 = 31,993' \approx 32'$.

Hier fällt etwas sehr Bemerkenswertes auf: Beide Mittellinien liegen sehr präzise bei 32 Winkelminuten. Das ist ein ganz außergewöhnlicher und nicht erwarteter Tatbestand. Sollte das nur eine astronomische Zufälligkeit sein, oder war es der Plan des Schöpfers, diese beiden Himmelskörper gerade so zu positionieren, daß Sonne und Mond von der Erde aus im Mittel unter gleichem Winkel erscheinen?

In Analogie zum Erdumlauf um die Sonne unterscheidet man beim Mondumlauf um die Erde auch zwischen dem siderischen M_s und dem anomalistischen Monat M_a :

$$M_s = 27 \text{ d } 7 \text{ h } 43 \text{ m } 11,5 \text{ s} = 27,32166087 \text{ Tage}$$

$$M_a = 27 \text{ d } 13 \text{ h } 18 \text{ m } 33,2 \text{ s} = 27,54297685 \text{ Tage}$$

Ein anomalistischer Monat ist die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Durchgängen des Mondes durch das Perigäum. Dividiert man die Länge des anomalistischen Jahres J_a durch die Länge des anomalistischen Monats M_a , so erhält man den Zahlenwert 13,2614, d. h. während der Zeit, wenn die Erde bezüglich der Sonne von einem Periheldurchgang zum anderen gekommen ist, ist der Mond aufgrund seiner schnelleren Umlaufzeit bereits 13,2614mal durch das Perigäum gegangen. Da dieser Faktor keine ganze Zahl ist, verschiebt sich auf der Zeitachse von Jahr zu Jahr die relative Lage der Kurven A und B zueinander.

3. Weitere Einzelheiten: Aus *Bild 13* können wir einige weitere Details entnehmen: Die Kurven A und B schneiden sich innerhalb eines Jahres 26 oder 27mal. Zu diesen Zeitpunkten könnte der Beobachter auf der Erde³⁹ – wenn es dann gerade eine Vollmondphase gäbe – Sonne und Mond unter exakt dem gleichen Winkel sehen.

Immer dann, wenn die Werte der Kurve B oberhalb der Kurve A liegen, hat die Mondscheibe einen größeren scheinbaren Durchmesser als die Sonne. Nur in solchen Fällen ist neben anderen Bedingungen (siehe Kap. A1.5) eine totale Sonnenfinsternis möglich.

³⁹ **Beobachtungspunkt:** Die ausgeführten Berechnungen gelten in der mathematischen Strenge nur, wenn der Beobachter sich auf der Achse Erdmittelpunkt-Sonnenmittelpunkt bzw. Mondmittelpunkt befindet.

A1.5 Sonnenfinsternis

Sonnenfinsternisse treten ein, wenn der Neumond die Sonnenscheibe ganz (total) oder nur teilweise (partial) verdeckt, sein Kern- oder Halbschatten also über die Erde wandert.

Eine Sonnenfinsternis wird nur durch die folgenden drei Bedingungen möglich:

1. Die scheinbaren Größen von Sonne und Mond (von der Erde aus gesehen) sind, wie wir im vorangegangenen Kapitel A1.4 ausführlich gezeigt haben, im Mittel genau gleich. Der tatsächliche Durchmesser des Mondes ist 400mal kleiner als der der Sonne. Da der Mond der Erde aber gerade 400mal näher ist als der Sonne, erscheinen beide Scheiben etwa gleich groß. Diese so erstaunlich genau zusammenpassenden Zahlenwerte fallen dem aufmerksamen Beobachter sofort ins Auge, und der Gedanke an eine zielorientierte Planung trifft auf diesen Sachverhalt besser zu als der einer zufällig zustandekommenen Kombination. Da die Erde sich auf einer elliptischen Bahn um die Sonne bewegt und auch der Mond sich auf einer Ellipse um die Erde bewegt, ändern sich ständig die scheinbaren Größen dieser Gestirnscheiben von Sonne und Mond (ausführlich in Kap. A1.4 behandelt). Je nach der jeweiligen Kombination der scheinbaren Gestirnsdurchmesser ergeben sich unterschiedliche Sonnenfinsternisse.

Zu einer *totalen Sonnenfinsternis* (d. h. einer völligen Verdeckung der Sonnenscheibe) kann es nur kommen, wenn durch die jeweiligen Bahnkonstellationen der scheinbare Monddurchmesser größer oder gleich ist als der scheinbare Sonnendurchmesser. Sonst kommt es selbst bei zentralem Vorübergang nur zu einer *ringförmigen Sonnenfinsternis*. Wird wegen nicht zentralem Vorübergang (kein Treffpunkt der Scheibenmittelpunkte) nur ein Teil der Sonnenscheibe verdeckt, so spricht man von einer *partiellen Sonnenfinsternis*.

2. Läge die Mondbahn genau in der Ekliptik (Bahn der Erde um die Sonne), so gäbe es bei *jeder* Neumondphase eine Sonnenfinsternis. Die Mondbahn ist jedoch mit einem Winkel von 5° (genauer: $5^\circ 9'$) gegen die Ekliptik geneigt, so daß der Mond im allgemeinen außerhalb der Erdbahnebene anzutreffen ist. Der Schattenkegel des Neumondes trifft dann nicht mehr die Erde. Die

zweite Bedingung ist also, daß sich der Mond gleichzeitig in der Erdbahnebene, also in der Nähe der sogenannten Knotenlinie⁴⁰ seiner Bahn befindet. Wenn der Winkel zwischen Knotenlinie und Sonne oder Mond größer ist als $18^\circ 31'$, kann keine Sonnenfinsternis entstehen. (Wenn er größer ist als $12^\circ 15'$, gibt es keine totale Mondfinsternis).

3. Wegen der nahezu gleichen scheinbaren Größe von Sonne und Mond kann es weiterhin nur dann zu einer Sonnenfinsternis kommen, wenn Sonne, Mond und Erde sich gerade ziemlich genau auf einer Linie befinden.

Die größte mögliche Anzahl n von Finsternissen (n = Summe aus Sonnen- und Mondfinsternissen) pro Jahr beträgt 7. In den Jahren 1935 und 1982 war dies gerade der Fall. In 1935 gab es 5 Sonnen- und 2 Mondfinsternisse und 1982 waren es 4 Sonnen- und 3 Mondfinsternisse. Die kleinste Anzahl pro Jahr ist $n = 2$, dann aber müssen beides Sonnenfinsternisse sein, wie z. B. in 1984. Die Finsternisse treten immer zu zweit oder zu dritt auf: Einer Mondfinsternis folgt immer eine Sonnenfinsternis, oder es geht ihr eine voran. Je nachdem wie ideal die obigen drei Bedingungen zusammenpassen, gibt es unterschiedlich lange Dauern der jeweiligen Sonnenfinsternis. Die längste prinzipiell mögliche Dauer einer totalen Sonnenfinsternis beträgt 7 min 31 s; sie ist aber noch nie beobachtet worden. Die totale Sonnenfinsternis vom 20. Juni 1955 über den Philippinen war mit 7 min 8 s schon eine sehr lang dauernde und damit seltene bezüglich der zeitlichen Länge. Die meisten Finsternisse dauern nur ein paar Minuten. Die kürzeste totale Sonnenfinsternis braucht nur Bruchteile von Sekunden zu dauern. Bei derjenigen vom 3.10.1986 über dem Nordatlantik war die Sonne nur eine Zehntel Sekunde total verdeckt.

Im günstigsten Fall, wenn sich der Mond in Erdnähe befindet (Perigäum), hat der Kernschattenkegel auf der Erdoberfläche seinen maximalen Durchmesser von 264 km. Der Bereich der totalen Ver-

⁴⁰ **Knotenlinie:** Die Schnittgerade der Mondbahnebene mit der Ebene der Ekliptik wird als Knotenlinie bezeichnet. Diese Gerade ändert ständig ihre Lage im Raum, denn sie dreht sich mit einer Umlaufzeit von 18,6 Jahren in der Ekliptik. Da die Äquatorebene der Erde mit der Ekliptik einen gleichbleibenden Winkel von $23,5^\circ$ bildet, die Knotenlinie sich aber auf der Ekliptik dreht, führt die Mondbahnebene bezüglich des Erdäquators eine Pendelbewegung von $23,5^\circ \pm 5^\circ = 18,5$ bis $28,5$ Grad aus.

finsternung wandert wegen der Erdrotation und der Mondbewegung mit einer mittleren Geschwindigkeit von 0,58 km/s. Beiderseits der Zentrallinie kann der Mond die Sonne noch in einem 3000 km breiten Gebiet auf der Erde teilweise bedecken. Die Finsternis erscheint dort nur partiell. Die Zentrallinie beschreibt eine von der scheinbaren Bewegung von Sonne und Mond und von der Achsneigung und Rotation der Erde bedingte Kurve (siehe *Bild 14*).

Eine totale Sonnenfinsternis kann somit nur von einem sehr begrenzten Gebiet der Erdoberfläche aus beobachtet werden. Größer ist die Zone des Halbschattens, so daß partielle Finsternisse von einem größeren Teil der Erdoberfläche aus gesehen werden können. Im Gegensatz dazu sind Mondfinsternisse von allen Punkten der Erdoberfläche aus zu beobachten, die den Mond gerade über dem Horizont haben. Unter Berücksichtigung der zeitlichen Dauer einer Mondfinsternis (Totalität maximal 1 h 40 min) kann diese also von mehr als der Hälfte der Erdkugel aus gesehen werden. Mondfinsternisse sind darum für einen bestimmten Erdort häufiger zu sehen als Sonnenfinsternisse, obwohl es im Mittel 2 bis 3 Sonnen- und nur 1 bis 2 Mondfinsternisse pro Jahr gibt. So konnte man von London aus während der langen Epoche von 875 bis 1715 keine totale Sonnenfinsternis beobachten. Das genaue Verhältnis von Sonnenfinsternissen zu Mondfinsternissen beträgt 61:39, also etwa 3:2.

Für die Frühgeschichte der Menschheit nach der Sintflut gibt es keine genauen (absoluten) Zeitangaben. Zwar wurden auch damals Zeitpunkte für Ereignisse angegeben. Diese bezogen sich aber zumeist wieder auf andere Ereignisse, die zeitlich ebenso unbestimmbar sind. Fragt man nach dem ältesten historischen Datum, also einem bestimmten Ereignis, dessen Tag genau festgelegt werden kann, so ist dies nach heutigen Erkenntnissen wohl die Schlacht des Jahres 585 v. Chr. in Kleinasien, die zwischen Medern und Lydern stattfand. Diese Schlacht wurde abgebrochen, weil eine Sonnenfinsternis beide Heere erschreckte. Die präzise nachrechenbaren astronomischen Konstellationen haben ergeben, daß dies nur am 28. Mai des Jahres 585 v. Chr. gewesen sein kann.

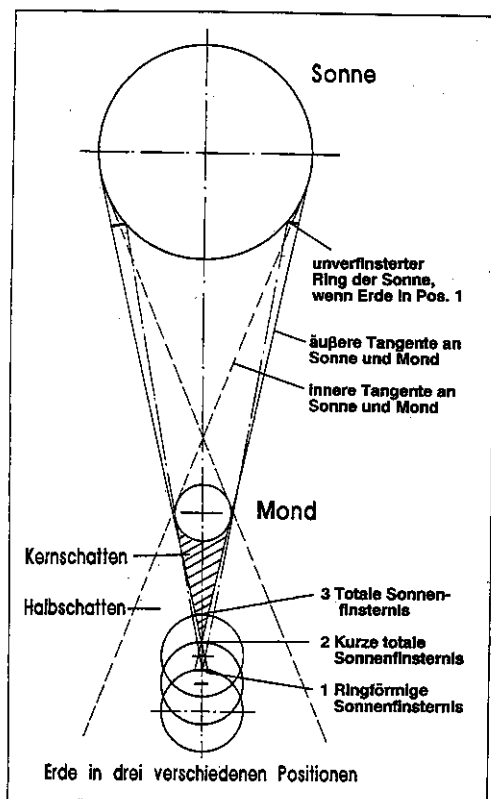


Bild 14: Prinzip des Zustandekommens von Sonnenfinsternissen (Zeichnung nicht maßstäblich). Je nach Konstellation der Abstände ergeben sich drei unterschiedliche Arten:

1 Ringförmige Sonnenfinsternis: Der scheinbare Durchmesser des Mondes ist kleiner als der der Sonne. Die Spitze des Kernschattens erreicht nicht mehr die Erde. Die Finsternisbedingungen (2) und (3) sind erfüllt, aber der Mond befindet sich in der Nähe des Apogäums (Erdferne) seiner Bahn. Ein unverfinsterter Ring der Sonne bleibt übrig.

2 Äußerst kurze totale Sonnenfinsternis: Die scheinbaren Durchmesser von Sonne und Mond stimmen exakt überein.

3 Totale Sonnenfinsternis: Der scheinbare Durchmesser des Mondes ist größer als der der Sonne.

A2. Gab es am Anfang einen Urknall?

Der bekannte britische Physiker *S. W. Hawking* ist in seinem Buch „Eine kurze Geschichte der Zeit“ auf der Suche nach der Urkraft des Universums, nach einer vollständigen mathematischen Beschreibung des Universums, in dem wir leben. Die eigentliche bohrende Frage, die hinter allem steckt, hat er deutlich markiert [H1, 28]: „Nach wie vor haben wir ein unstillbares Bedürfnis zu wissen, warum wir hier sind und woher wir kommen.“ Nach seinen physikalisch-astronomischen Darlegungen schreibt er im Schlußkapitel [H1, 213]:

„Wir sehen uns in einer befremdlichen Welt leben. Wir möchten verstehen, was wir um uns her wahrnehmen, und fragen: Wie ist das Universum beschaffen? Welchen Platz nehmen wir in ihm ein, woher kommt es, und woher kommen wir? Warum ist es so und nicht anders?“

Er stellt damit eine wichtige Frage, nämlich warum es das Universum überhaupt gibt. Gleichungen und Theorien können nicht die Ursache sein, wie er zunächst eingesteht [H1, 217]:

„Auch wenn nur *eine* einheitliche Theorie möglich ist, so wäre sie doch nur ein System von Regeln und Gleichungen. Wer bläst den Gleichungen den Odem ein und erschafft ihnen ein Universum, das sie beschreiben können?“

Er sucht aber – und so endet sein Buch – letztlich doch bei den Gleichungen und nicht bei dem, der sie gab [H1, 218]:

„Wenn wir jedoch eine vollständige Theorie entdecken, ... dann werden wir uns alle – Philosophen, Naturwissenschaftler und Laien – mit der Frage auseinandersetzen können, warum es uns und das Universum gibt. Wenn wir die Antwort auf diese Frage fänden, wäre das der endgültige Triumph der menschlichen Vernunft – denn dann würden wir Gottes Plan kennen.“

Wie so viele Astronomen und Physiker versucht auch *Hawking*, dieses Universum ohne einen Schöpfer zu erklären. Für *Isaak Newton* (1643-1727) jedoch, einen der größten Physiker und Vorgänger *Hawkings* auf demselben Lehrstuhl an der Universität Cambridge, stand fest, daß das Sonnensystem eine Schöpfung

Gottes ist. Mit *Kant* (1724-1804) begann erstmals der abwegige Versuch, das Sonnensystem aus einer chaotischen, rotierenden, diffusen und undifferenzierten Materieverteilung entstanden zu denken. Unter dem Einfluß der Evolutionslehre wird heute die Genese des Kosmos von vielen Kosmologen als eine evolutive Geschichte gezeichnet. Das derzeit gängige Modell ist die sogenannte Urknalltheorie. Nach dieser Vorstellung begann der Kosmos – die Gesamtheit aller Materie und allen Raumes – vor ungefähr 10 bis 20 Milliarden Jahren auf unvorstellbar kleinem Raum und hat sich seither beständig ausgedehnt. Das wichtigste Indiz zugunsten dieser Auffassung bildet die beobachtete Rotverschiebung des Sternenlichts, die als Expansion des Weltalls gedeutet wird. Die Expansion wird also nicht direkt beobachtet, sondern es wird darauf geschlossen. Licht, das uns von fernen Galaxien erreicht, erscheint um so mehr zu größeren Wellenlängen verschoben, je weiter sie von uns entfernt sind. Dieses Phänomen der Rotverschiebung wird auf den Doppler-Effekt zurückgeführt. Die Lichtwellenlänge wird gedehnt, wenn die Galaxien sich voneinander wegbewegen; und dies ist der Fall, wenn das All als Ganzes expandiert. Nach der Urknall-Auffassung wird nun die Expansionsbewegung in der Zeit so weit zurückverfolgt, bis man sich die Welt in einem unvorstellbar heißen und dichten Zustand komprimiert denkt. Die heute als kosmische Hintergrundstrahlung interpretierte Meßgröße von Ballon- und einer Satellitenmessung werden als starker Beleg dieser Theorie angesehen.

Es ist hier nicht der Platz, um auf alle wissenschaftlichen Gegenargumente einzugehen. Es soll hier nur darauf hingewiesen werden, daß es mit verbesserten Instrumenten und neuen Beobachtungsmethoden in den letzten Jahren zu immer mehr Entdeckungen gekommen ist, die die Urknalltheorie nachhaltig erschütterten [F1]. Wer das Faktenmaterial weiterhin im Rahmen der bisherigen kosmologischen Vorstellungen deuten will, verstrickt sich sehr bald in unüberwindliche Widersprüche. So gibt es eine zunehmende Zahl von Astronomen, die gewichtige Argumente gegen die Urknalltheorie hervorbringen.

Anstatt einer gleichförmigen Materieverteilung finden wir ein äußerst inhomogenes Weltall vor. Materieballungen konzentrieren sich augenscheinlich in Bändern und Flächen, die relativ leere Raumbereiche umgeben. Die Astronomen *Geller* und *Huchra* hatten ihre mühsame Meßarbeit in der Absicht begonnen, dem

Urknallmodell einen weiteren Stützfeiler einzubauen. Anhand von großen zusammenhängenden Sternkarten wollten sie zeigen, daß die Materie im Weltall – entsprechend dem Urknallmodell – weitgehend gleichförmig verteilt ist. Das Ergebnis aber überraschte: Je weiter die kartographische Zusammenschau der in dem betreffenden Himmelssegment registrierten Milchstraßen voranschritt, desto offenkundiger wurde, daß sich die erdfernen Galaxien jenseits fast leerer Himmelsräume zu kosmischen Kontinenten zusammenballen. Das Urknallmodell ist durch diese Entdeckung stark erschüttert worden.

Hinzu kommt, daß die Verteilung der sichtbaren Galaxien nicht die gesamte Materie widerspiegelt, die zur Erklärung der Strukturen erforderlich wäre. So gibt man keinesfalls das Modell auf, sondern postuliert die erforderliche zehnfache Masse, ohne einen konkreten Hinweis dafür zu haben, daß es sie wirklich gibt. Da diese benötigte Materie nie gesehen und beobachtet wurde, nennt man sie „Dunkelmaterie“ (engl. *dark matter*).

In mehreren Zitaten wollen wir nun einige Kritiker der Urknalltheorie zu Wort kommen lassen:

Der Konstanzer Physiker und Biologe *Ernst Peter Fischer* leitet den aufsehen erregenden Artikel des amerikanischen Astronomen *Halton C. Arp* wie folgt ein [F3, 112]:

„Wenn die Popularität einer Vorstellung als Gradmesser ihrer Richtigkeit taugen würde, bräuchte sich die Idee, daß unser Weltall seine Existenz mit einer primären Explosion – dem berühmten Urknall oder ‚big bang‘ – begonnen hat, keine Sorgen zu machen. Nicht nur unter Physikern, sondern vor allem unter Laien ist dieses Modell so weit verbreitet, daß Zweifel an ihm auf Verwunderung stoßen. Zwar wissen die Urknall-Kosmologen noch nicht, was in den allerersten Bruchteilen der ersten Sekunde nach dem postulierten Urereignis vor sich gegangen ist, aber diese Lücke scheint immer kürzer zu werden und gegen Null zu streben. Der Big bang macht Spaß und verkauft sich gut, wie selbst Magazine bemerken, die sonst wenig mit Wissenschaft zu tun haben. Dabei übersieht man zum einen gerne die Warnung, die *Carl Friedrich von Weizsäcker* einmal ausgesprochen hat, als er meinte, daß eine Gesellschaft, die meint, den Anfang der Welt mit einem Knall erklären zu können, mehr über sich und weniger über die Welt aussagt. Man

übersieht aber vor allem die vielen Beobachtungen, die seit mindestens einem Vierteljahrhundert gemacht werden und mit diesem Standardmodell unvereinbar sind. Wenn sich Tatsachen und Theorien widersprechen, muß eines weichen.“

Arp (* 1927) wirkte an den weltbekannten Sternwarten *Mount Wilson Observatory* bei Pasadena (USA) und *Las Campanas Observatories* in Kalifornien. Nun arbeitet er als „Visiting Scientist“ am *Max-Planck-Institut für Astrophysik* in München-Garching. In dem bemerkenswerten Artikel „Der kontinuierliche Kosmos“ [F3, 112-173] begründet er die Ablehnung des Urknallmodells.

„Seit der Antike sind die Vorstellungen über unser Universum drastischen Schwankungen unterworfen, die von Annahmen darüber abhängen, was wir tatsächlich am Himmel beobachten. Die derzeit dominierende Vorstellung eines Urknalls (big bang) liefert seit etwa 60 Jahren das Standardmodell des Weltalls. Doch inzwischen wächst die Zahl der Hinweise darauf, daß die grundlegende Annahme nicht zutrifft, die besagt, daß die Rotverschiebung der Galaxien durch ihre Auseinanderbewegung zu erklären sei“ [F3, 113] ⁴¹.

„.... ich muß offen sagen, daß die Beobachtungen meiner Ansicht nach inzwischen eine derart deutliche Sprache sprechen, daß sie nach einem völlig verschiedenen Bild vom Universum rufen. Ich

⁴¹ **Arps Argumente:** Nur einige der Argumente von Arp seien hier genannt:

1. Es gibt viele „junge“ Galaxien in unserer Umgebung. Nach der Theorie des Urknalls aber sind alle Galaxien alt.
2. Es gibt einen einheitlichen Hintergrund aus schwacher Strahlung, die als Hintergrundstrahlung bekannt ist und zu der eine bestimmte Temperatur gehört. Sie wird als Überbleibsel einer anfänglichen Explosion des Weltalls gedeutet, als heutiges Echo des Urknalls. Da angenommen wird, daß Galaxien sämtlich in der Anfangsphase entstanden sind, müßte man feststellen können, wie sie wenigstens geringfügig die Temperatur dieser Hintergrundstrahlung beeinflussen. Die gemessene Strahlung ist jedoch äußerst gleichmäßig. Je genauer die Messungen werden, desto gleichmäßiger das Ergebnis. Es ist keine Störung bekannt, die mehr als ein Zehn- oder Hunderttausendstel ausmacht. Was als stärkster Beweis des Urknalls gefeiert wurde, wird inzwischen von einer zunehmenden Zahl von Astronomen eher als Gegenbeweis betrachtet.
3. Es gibt eine Inkonsistenz zwischen der Dauer des Universums nach der Urknallvorstellung und der Lebenszeit seiner ältesten Sterne. Anhänger der Urknalltheorie können dieses Problem reparieren, wenn sie entweder die Geometrie des Universums verkomplizieren oder neben der anziehenden Kraft der Gravitation noch eine abstoßende einführen.

glaube, daß der Urknall keine haltbare Theorie mehr darstellt und ersetzt werden muß“ [F3, 118].

Der Professor am Institut für Astrophysik der Universität Bonn *Hans Jörg Fahr* schreibt in seinem richtungsweisenden Buch „Der Urknall kommt zu Fall“ [F1, 9-10]:

„Das Weltall ist vor 20 Milliarden Jahren aus einem Urknall entstanden, expandiert seither und wird dieses voraussichtlich bis zum Ende aller Tage tun ... Das klingt alles einsträngig und eingängig und wird von allen Mitgängern im Denken unserer Zeit als zugesichert hingenommen. Nun sollte aber auch gesehen werden, daß nicht unbedingt diejenige Wahrheit am besten und tiefsten ist, für die am lautesten geworben wird. Was nun die Kosmologie anbelangt, so läßt sich feststellen, daß die vielgebetete Urknalltheorie zumindest nicht so gut ist, als daß es zu ihr nicht auch Alternativen gäbe. Es gibt derer erstaunlich viele!“

In seinem umfangreichen Buch geht *Fahr* auf zahlreiche wissenschaftliche Details ein, nach denen die Urknalltheorie nicht mehr haltbar ist.

Der Physik-Professor Dr. *James Trefil* (Mason Universität, Virginia) hält zwar noch am Urknallmodell fest, aber er sieht einen Erklärungsnotstand für grundlegende Dinge unseres Universums [T1, 9+68]:

„Eigentlich dürfte es in den Weiten des Weltraumes gar keine Galaxien geben, und wenn es sie nun schon einmal gibt, dürften sie sich zumindest nicht zu solchen Formationen verbunden haben, wie sie sich dem Blick durchs Teleskop darbieten ... Die Existenz der Galaxien (im Urknallmodell) zu erklären, hat sich als eines der haarigsten Probleme der Kosmologie erwiesen. Von Rechts wegen dürfte es sie gar nicht geben, dennoch sind sie da. Es ist kaum zu beschreiben, welche Frustration diese simple Tatsache unter Wissenschaftlern auslöst.“

Meine eigene Auffassung möchte ich wie folgt zusammenfassen: Solange wir versuchen, dieses Universum ohne den Schöpfer und ohne Beachtung der in der Bibel von ihm gegebenen Information zu deuten, werden wir mehr und mehr durch ein Panoptikum gescheiterter Ideen geführt, aber nicht zur Wahrheit.

A3. Ausführliche Erklärung einiger astronomischer Begriffe

Nur eine kleine Auswahl astronomischer Begriffe soll hier erklärt werden. Diese sind aber zum Verständnis des Buches hilfreich, und darum sollen sie ausführlich erläutert werden. Es handelt sich dabei um folgende Begriffe:

- Astronomische Einheit
- Ellipsenbahn
- Größenklasse der Sterne
- Himmelskugel, Himmelsgewölbe
- Lokale Gruppe
- Neigung der Mondbahnebenen
- Pulsar
- Rotationsgesetzmäßigkeiten im Sonnensystem
- Siderische Umlaufzeit
- Synodische Umlaufzeit
- Solarkonstante
- Sonnentag
- Sternbilder

Astronomische Einheit: Die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne wird als Astronomische Einheit (AE) bezeichnet und dient häufig als Einheit bei den großen astronomischen Entfernungen. Die Definition lautet wie folgt [G2, 17]: „Die astronomische Einheit der Entfernung ist gleich der Länge des Halbmessers der nichtgestörten Kreisbahn, auf der sich ein Körper von vernachlässigbarer Masse um die Sonne mit einer siderischen Winkelgeschwindigkeit von 0,017 202 098 950 Radiant durch Tag bewegt. In dem System von astronomischen Konstanten (1976) der Internationalen Astronomischen Union (IAU) gilt die Beziehung: 1 AE = 149 597 870 km.“ Rechnet man die Zeit für einen Umlauf auf dieser gedachten Kreisbahn aus, so erhält man mit $2\pi/0,017\dots$ gerade die Länge des siderischen Jahres der Erde: 365 d 6 h 9 min 56,015 s.

Ellipsenbahn: Die Planeten bewegen sich nach dem 1. Keplerschen Gesetz in elliptischen Bahnen um die Sonne (ebenso die Monde um ihre Planeten), wobei sich die Sonne in einem der beiden Brennpunkte befindet (*Bild 15*). Zur Kennzeichnung der Form der Ellipse wird die numerische Exzentrizität e , eine dimensionslose Größe, verwendet. Rechnerisch ergibt sich e durch Division des

Abstandes c des Brennpunktes vom Mittelpunkt M der Ellipse durch die große Halbachse a ($e = c/a$). Für den Kreis ist $e = 0$, und für die Ellipse gilt: $0 < e < 1$. Für $e = 1$ ergibt sich eine Parabel und für $e > 1$ eine Hyperbel. Eine Ellipse, die doppelt so lang wie dick ist (d. h. kleine Achse $b = a/2$), hat wegen $c = \text{WURZEL}(a^2 - b^2)$ eine numerische Exzentrizität von

$$e = c/a = \text{WURZEL}(1 - (b/a)^2)$$

hier: $e = \text{WURZEL}(3)/2 = 0,866$.

Aphel (griech. *aph'elion* = von der Sonne weg) ist der Punkt der Bahn, der am weitesten und *Perihel* (griech. *peri* = um, herum, nahe bei; *helios* = Sonne), der am kürzesten von der Sonne entfernt ist. Bei der Mondbahn heißen die entsprechenden Punkte Apogäum und Perigäum (griech. *gaia* = Erde; der Erde am nächsten liegender Punkt auf der Bahn eines Körpers um die Erde).

Beispiel: Für den Neptunmond Nereid beträgt die numerische Exzentrizität $e = 0,749$. Für das Verhältnis der beiden Halbachsen b/a gilt dann $b/a = \text{WURZEL}(1 - e^2) = 0,6626$.

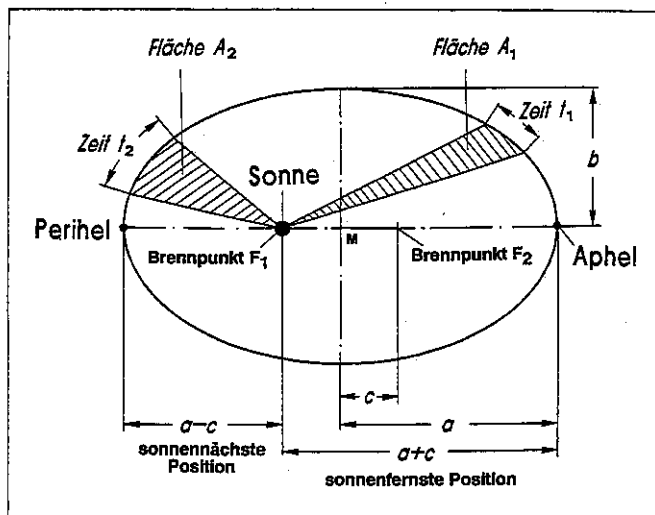


Bild 15: Die Ellipsenbahn und ihre Kenngrößen.

Nach dem 2. Keplerschen Gesetz überstreicht die Verbindungslinie Planet-Sonne (auch Fahrstrahl genannt) in gleichen Zeiten ($t_1 = t_2$) gleiche Flächenteile ($A_1 = A_2$; siehe *Bild 15*). Das bedeutet, daß die Geschwindigkeit eines Planeten in seinem Aphel am kleinsten, im Perihel am größten ist.

Größenklasse der Sterne: Die Helligkeit, mit der die Sterne uns erscheinen, nennt man ihre scheinbare Helligkeit; sie wird in Größenklassen angegeben und mit dem Kleinbuchstaben m (lat. *magnitudo* = Größe) bezeichnet. Diese gebräuchliche Skala zur Angabe der Gestirnhelligkeiten hat nichts mit der tatsächlichen Größe der Sterne zu tun. Sie geht in ihren Grundzügen bereits auf *Hipparch* (190-125 v. Chr.) zurück, der die Sterne in sechs Größenklassen $1^m, 2^m, \dots, 6^m$ einteilte, wobei mit 1. Größe die hellsten und mit 6. Größe die gerade noch mit bloßem Auge sichtbaren Sterne klassifiziert wurden. Mit der Erfindung der Teleskopie wurde auch eine Verlängerung der Skala über 6^m hinaus erforderlich. Sterne mit 23^m können gerade noch mit den lichtstärksten Instrumenten bei langer Belichtungszeit photographiert werden. Welch geringe Helligkeit damit erfaßbar ist, wird erst deutlich, wenn man bedenkt, daß diese scheinbare Helligkeit gerade jener entspricht, die eine Kerze in 28 000 km Abstand aufweist. Diese Distanz entspricht mehr als zehnmal der Entfernung Paris-Moskau. Für manche Sterne und Planeten sowie für Sonne und Mond mußte die Skala zur anderen Seite über 1^m hinaus erweitert werden: $0^m, -1^m, -2^m$ usw. Zur rechnerischen Behandlung der Helligkeit bzw. Größenklasse ist das Psychophysische Grundgesetz von grundlegender Bedeutung. Nach diesem von *Fechner* und *Weber* (1859) erkannten Gesetz sind Empfindungen proportional dem Logarithmus der Reize. Ist I die Intensität (Reiz) und m die Größenklasse (Empfindung), so ist die Größenklassendifferenz $m_1 - m_2$ zweier Sterne, deren Intensitäten I_1 und I_2 sind, durch die Beziehung $I_1/I_2 = 10^{-0,4(m_1 - m_2)}$ definiert.

Wegen $I_1/I_2 = 10^{-0,4(m_1 - m_2)} = 10^{0,4(m_2 - m_1)} = 2,512^{m_2 - m_1}$

verhalten sich die Intensitäten (Helligkeiten) I_1 und I_2 zweier aufeinanderfolgender Größenklassen (d. h. $m_2 - m_1$) wie 1 : 2,512. Eine Größenklassendifferenz von 5 entspricht demnach einem Helligkeitsverhältnis von $1 : (10^{0,4})^5 = 1 : 10^2 = 1 : 100$, eine von zehn dem Verhältnis 1 : 10 000 und von 20 sogar 1 : 100 000 000. Insgesamt überbrücken astronomische Objekte einen Bereich von 50

Größenklassen (von der Sonne mit $-26^m,86$ bis zum schwächsten optisch wahrnehmbaren Stern mit 23^m). Dazwischen liegen also so unvorstellbare Helligkeitsunterschiede von $1 : 10^{0,4 \cdot 50} = 1 : 10^{20}$. Für genauere Angaben werden die Größenklassen nicht – wie im Altertum – ganzzahlig, sondern dezimal unterteilt angegeben. Das menschliche Auge vermag gerade noch eine Helligkeitsdifferenz von 0,1 zu unterscheiden. Mit dem Großbuchstaben *M* wird die absolute Helligkeit bezeichnet.

Himmelskugel; Himmelsgewölbe: Betrachtet man nicht die Entfernung der Sterne, sondern nur die Richtung, aus der das Licht eines Sternes kommt, so kann man sich alle Himmelskörper an eine sehr große Einheitskugel (Radius = 1) projiziert denken. Über jedem Beobachter auf der Erde befindet sich somit eine Halbkugelsphäre.

Während ein voller Kreisbogen 360° umfaßt, das *Grad* also die Einheit des eindimensionalen Gebildes ist, gilt für die Oberfläche der Einheitskugel das *Quadratgrad* als Flächeneinheit:

$$1 \text{ Quadratgrad} = (1^\circ)^2 = (2\pi/360^\circ)^2 = 3,046174 \cdot 10^{-4}$$

Für die Kugeloberfläche gilt $O = 4\pi \cdot r^2$; für die Einheitskugel mit $r = 1$ entsprechend $O = 4\pi$. Die Oberfläche der Einheitskugel enthält demnach $4\pi/(2\pi/360^\circ)^2 = (360^\circ)^2/\pi = 41\,253$ Quadratgrad.

Beispiel Vollmondscheibe: Der scheinbare Durchmesser des Mondes beträgt im Mittel $d = 32' = 0,5333^\circ$ (siehe Kapitel A1.4). Am Himmelsgewölbe nimmt der Vollmond damit eine Fläche von $F = d^2\pi/4 = (0,5333^\circ)^2 \cdot \pi/4 = 0,2234$ Quadratgrad ein. Auf der gesamten Himmelskugel hätte die Vollmondfläche somit $41253/0,2234 = 184\,660$ mal Platz.

Sterndeckung am Himmelsgewölbe: Nach moderner Auswertung von Sternsystemen bis zur 27. Größe hat das Himmelsgewölbe eine 70-80prozentige Flächenbedeckung mit Sternen (*Science* 234,1202(1986)).

Lokale Gruppe: Als L. G. bezeichnet man jenen Galaxienhaufen (= Ansammlung von Galaxien), zu dem auch unsere Milchstraße gehört. Sie umfaßt 17 sicher nachgewiesene und noch etwa zehn mögliche Mitglieder. Zur L. G. gehören u. a. die Große und die

Kleine Magellansche Wolke, der Andromedanebel (M31) mit seinen Begleitern (M32, NGC 205), der Dreiecksnebel (M33) sowie Maffei 1.

Neigung der Mondbahnebenen: Unter der Bahnneigung des Mondes ist der Winkel zu verstehen, den die Bahnebene des Mondes um seinen Planeten mit der Äquatorebene des Planeten bildet. Die Eigenrotation des Planeten um seine Polachse geschieht von West nach Ost. Die Monde bewegen sich im allgemeinen in gleichem Drehsinn um ihren Planeten (siehe Regel 4 der → Rotationsgesetzmäßigkeiten im Sonnensystem). Wenn diese Regel immer zuträfe, wären mit der Winkelangabe im Bereich $-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ die Verhältnisse eindeutig beschrieben. Nun gibt es aber bemerkenswerte Fälle, in denen die Drehrichtung entgegengesetzt zu dieser Regel geschieht (retrograd). Dies ist mathematisch ausdrückbar durch die Angabe von Winkeln über 90° . Die Ebenen des Neptunmondes Triton um den Planeten und die Äquatorebene des Neptun bilden einen Winkel von $21,1^\circ$ miteinander, jedoch bewegt sich Triton rückläufig (retrograd) bezüglich der allgemeinen Rotationsregel. Gibt man α nun mit $180^\circ - 21,1^\circ = 158,9^\circ$ an, so bleibt dabei die Regel in mathematischem Sinne allgemeingültig. Alle Winkelangaben in *Tabelle 2* mit $\alpha \geq 90^\circ$ bedeuten also astronomische Bahnen, bei denen sich der Mond rückläufig zum Drehsinn des jeweiligen Planeten bewegt. Für die Jupitermonde *Ananke*, *Carme*, *Pasiphae*, *Sinope*, Saturnmond *Phoebe* und Neptunmond *Triton* trifft dies zu, und darum sind ihre Rotationen um die Planeten mit einem „r“ gekennzeichnet.

Pulsar: Die Pulsare wurden als Radioobjekte erstmals im Sommer 1967 in Cambridge/England von *J. Bell* und *A. Hewish* entdeckt. Die Gesamtzahl von Pulsaren in unserem Milchstraßensystem wird derzeit auf eine halbe Million geschätzt. Es handelt sich um Radioquellen mit periodisch schwankender Intensität. Bei der Entdeckung glaubte man zunächst, Signale von anderen Lebewesen im All aufgefangen zu haben. Diese unbekannten Intelligenzen nannte man damals die „Little Green Men“ (die „Kleinen Grünen Männer“).

Rotationsgesetzmäßigkeiten im Sonnensystem: Es gibt neun Planeten und 66 natürliche Satelliten (Monde) in unserem Sonnensystem. Das Studium ihrer Bewegungen ergibt folgende Gesetzmäßigkeiten:

1. *Form der Planetenbahnen:* Die Planetenbahnen um die Sonne sind nahezu kreisförmige Ellipsen (Ausnahme: Nur Pluto weist mit $e = 0,250$ eine deutliche Exzentrizität auf).

2. *Ebenen der Planetenbahnen:* Die Planetenbahnen liegen nahezu in einer Ebene, d. h. ihre Neigungen gegen die Ekliptik sind klein (nur Pluto weicht mit $17,13^\circ$ stark ab).

3. *Bewegung der Planeten um die Sonne:* Alle Planeten bewegen sich in gleichem Umlaufsinn um die Sonne (keine Ausnahme).

4. *Eigendrehung der Planeten und der Sonne:* Die Planeten und die Sonne rotieren in derselben Richtung um die eigene Polachse wie die Planeten die Sonne umlaufen (einzige Ausnahme: Venus).

5. *Achsneigung:* Bei den Planeten und der Sonne ist die Neigung des Äquators gegen die eigene Bahnebene und die Sonne klein, d. h. unter 30° (Ausnahmen: Uranus, Pluto).

6. *Mondbahnen um den Planeten:* Auch die Bahnen der meisten Monde sind nahezu kreisförmig (Ausnahmen siehe Tabelle 2; z. B. Neptunmond Nereid und Jupitermonde VI bis IX).

7. *Ebenen der Mondbahnen:* Die Bahnebenen der meisten Monde fallen angenähert mit den Äquatorebenen ihrer Planeten zusammen und sind daher nahezu coplanar mit den Planetenbahnen (Ausnahmen siehe Tabelle 2; z. B. Jupitermonde VI bis IX, Saturnmonde Japetus und Phoebe sowie Neptunmonde).

8. *Bewegung der Monde um ihre Planeten:* Die meisten Monde und der Saturnring bewegen sich in derselben Richtung um ihre Planeten, in der die Planeten die Sonne umkreisen (Ausnahmen sind in Tabelle 2 mit Drehrichtung r bezeichnet).

Die Bewegung wird *direkt* (Buchstabe d in den Tabellen 1 und 2) oder *rechtläufig* genannt, wenn sie mit den genannten Regeln übereinstimmt (d. h. von Westen nach Osten verläuft). Ist sie entgegengesetzt gerichtet, wie im Fall der Venus und einiger Monde, wird sie *retrograd* (lat. *retro* = rückwärts, lat. *gradus* = Schritt) oder *rückläufig* (Buchstabe r in den Tabellen 1 und 2) genannt.

Siderische Umlaufzeit (lat. *sidus*, *sideris* = Gestirn): Die siderische

Umlaufzeit ist die Zeit, die für eine vollständige Umdrehung (um die eigene Achse) oder einen vollständigen Umlauf (um das Zentralgestirn) erforderlich ist. Das Wort *siderisch* soll darauf hindeuten, daß diese Zeitspanne nicht subjektiv von einem individuellen Beobachtungsort abhängig ist, sondern wie sie von einem weit entfernten Gestirn aus gesehen würde. Bei einem gedachten Blick aus riesiger Sternentfernung verlaufen die Lichtstrahlen von dem zu beobachtenden Bewegungsablauf eines Planeten oder Mondes parallel, so daß die tatsächliche Bewegung eines vollen Umschwungs gesehen werden kann. Drei Fälle sind zu unterscheiden:

1. *Planetenumlauf*: Die siderische Umlaufzeit eines Planeten heißt auch siderisches Jahr. Es ist das Zeitintervall, das für einen vollständigen Umlauf des Planeten um die Sonne erforderlich ist, d. h. die Zeit zwischen dem zweimaligen Vorbeigehen an demselben Fixstern (z. B. Erde: Ein kompletter Umlauf auf der Ekliptik dauert 1 siderisches Jahr = 365,26536042 Tage).

2. *Monde*: Entsprechend ist bei Monden die siderische Umlaufzeit die Zeit für das einmalige Durchlaufen der Ellipsenbahn um den jeweiligen Planeten.

3. *Eigenrotation*: Im Falle der Eigenbewegung eines Gestirns ist die siderische Umdrehungszeit eines Planeten (oder der Sonne oder eines Mondes) seine Rotationszeit um die eigene Polachse, d. h. eine vollständige Drehung um 360° . Anders ausgedrückt: Die siderische Umlaufzeit ist die Zeit, die das Sternenzelt (scheinbar) zu einem vollen Umschwung um den Planeten (oder ein anderes Gestirn im Sonnensystem) benötigt. Sie heißt darum auch Sterntag (z. B. 1 Sterntag der Erde = 23 h, 56 min, 4 s = 86 164 s = 23,93444 h).

Synodische Umlaufzeit: Es ist die Zeit, nach deren Ablauf der Himmelskörper wieder dieselbe Stellung bezüglich der Sonne einnimmt.

1. *Bei Planeten*: Nach einer synodischen Umlaufzeit T_{syn} wiederholt sich von der Erde (Umlaufzeit T_E) aus gesehen, die gleiche Stellung eines Planeten (Umlaufzeit T_P) relativ zur Sonne. Die drei Körper Sonne-Planet-Erde stehen dann z. B. wieder in einer Richtung. Statt auf der Erde kann sich der Beobachter auch auf einem anderen Planeten befinden, von dem aus er die synodische Umlaufzeit eines anderen Planeten sieht.

- $\omega_E = 360^\circ/T_E$ Erde (siderische Umlaufzeit $T_E = 365,25$ Tage)
 $\omega_P = 360^\circ/T_P$ beobachteter Planet (T_P = seine siderische Umlaufzeit)
 $\omega_{syn} = 360^\circ/T_{syn}$ Relativbewegung beider Körper (T_{syn} = synodische Umlaufzeit)
 ω = Winkelgeschwindigkeit

Daraus ergibt sich die folgende allgemeine Gleichung zur Berechnung der synodischen Umlaufzeit T_{syn} , die auch für Monde gilt:

$$1/T_{syn} = 1/T_E - 1/T_P \quad (1)$$

$$\text{bzw. } T_{syn} = T_E \cdot T_P / (T_P - T_E)$$

T_E ist die siderische Umlaufzeit des Planeten, auf dem sich der Beobachter befindet. Dies ist im allgemeinen die Erde; es kann aber auch ein anderer Planet sein. T_P ist die siderische Umlaufzeit des Planeten (oder Mondes), den der Beobachter betrachtet. In bezug auf diesen wird T_{syn} berechnet.

Von der Erde aus ist nur die synodische Umlaufzeit der anderen Planeten meßbar. Die siderische T_P kann dann nach Gleichung (1) berechnet werden.

Beispiele:

1. *Beobachtung eines Planeten von einem anderen Planeten aus:* Die synodische Umlaufzeit des Mars beträgt aus der Sicht eines Beobachters von der Erde aus $T_{syn, Erde} = (365,25 \cdot 687) / (687 - 365,25) = 779,9$ Tage. Beobachtet man hingegen vom Jupiter aus den Mars, dann beträgt seine synodische Umlaufzeit $T_{syn, Jupiter} = (11,862 \cdot 1,8809) / (11,862 - 1,8809) = 2,235$ Jahre.

2. *Umlauf eines Mondes um seinen Planeten:* Es ist die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden gleichen Mondphasen, wie sie sich dem Beobachter auf dem zugehörigen Planeten darstellt. Beim Erdmond beträgt die synodische Umlaufzeit 29 d 12 h 44 min 2,9 s; das ist die Zeit zwischen zwei gleichen Mondphasen (z. B. von Neumond zu Neumond).

3. *Eigenrotation von Planeten:* Diese synodische Rotationsdauer

ist die Zeit, nach der ein Meridian (Längengrad) wieder dieselbe Position zur Sonne einnimmt. Diese Zeit ist identisch mit dem wahren $\rightarrow$ Sonnentag.

Solarkonstante: Es ist diejenige mittlere Energiemenge, die pro Flächen- und Zeiteinheit von der Sonne auf die Erde tritt. Üblicherweise gibt man den Wert der Sonnenstrahlung außerhalb der Erdatmosphäre (AM0 = „Air Mass 0“) an, da er dann noch nicht durch die Atmosphäre beeinflusst ist. Die Solarkonstante ist weiterhin auf die Projektionsfläche $\pi \cdot r^2$ der Erdkugel bezogen und beträgt $E_0 = 1,35 \text{ kW/m}^2 \pm 3,4 \%$ – die Schwankung ist durch die jahreszeitlich bedingte unterschiedliche Entfernung der Sonne von der Erde verursacht. Die tatsächlich auf der Erde ankommende Strahlung unterliegt starken Schwankungen, die bedingt sind durch:

- die Unterschiede von Tag und Nacht
- die Unterschiede zwischen den Jahreszeiten (d. h. es gibt periodische Änderungen des Einfallswinkels des Lichtweges durch die Lufthülle)
- die Änderungen der atmosphärischen Bedingungen (z. B. Bewölkung, Nebel, Niederschläge, Staub), die zudem örtlich verschieden sind
- die unterschiedlichen Einfallswinkel auf einer bestrahlten Halbkugel (d. h. von der geographischen Länge und Breite eines Ortes ergibt sich eine weitere Abhängigkeit).

Die Solarkonstante E_0 ist auch für andere Planeten definiert. Die Werte für die Venus (0,723 AE) und den Mars (1,52 AE) betragen $2,621 \pm 0,004$ bzw. $0,593 \pm 0,001 \text{ kW/m}^2$.

Mittelt man über alle diese Einflüsse (z. B. Tag und Nacht, Witterungsverhältnisse, geographische Lage), so erhält man die jährliche Globalstrahlung von $E_m = 0,2345 \text{ kW/m}^2$. Dieser Wert wird üblicherweise auf die gesamte Erdoberfläche $4\pi \cdot r^2$ bezogen. *Bild 16* zeigt für verschiedene Breitengrade der nördlichen Halbkugel in Schritten von 10° die Tagessumme der Sonnenstrahlung im Verlaufe eines Jahres.

Sonnentag: Der Sonnentag ist die Zeitspanne, die vergeht, bis die Sonne erneut senkrecht auf einem betrachteten Längengrad steht (astronomisch ausgedrückt: die Zeitspanne zwischen zwei Meridiandurchgängen). Der Sonnentag dauert etwas länger als eine voll-

ständige Umdrehung der Erde um die eigene Achse (= 1 Sterntag = siderische Rotationsdauer = 23 h 56 min 4 s = 86 164 s), weil die Erde inzwischen auf der Ekliptik ein Bogenstück zurückgelegt hat (im Mittel ungefähr 1°).

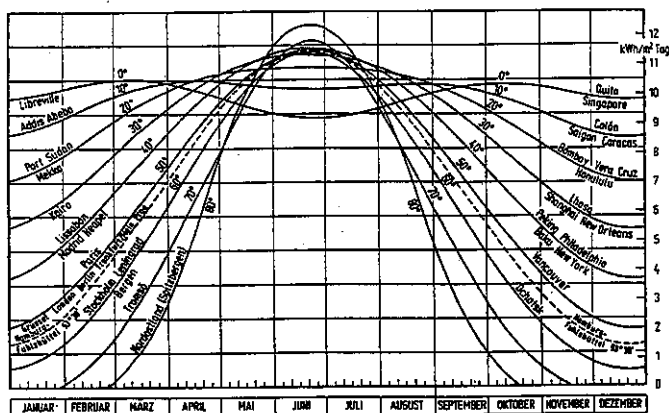


Bild 16: Jahresgang der Sonnenstrahlung außerhalb der Erdatmosphäre.

Die Kurven zeigen den jahreszeitlichen Verlauf der Strahlung für Orte mit verschiedener geographischer Breite (vom Äquator 0° bis Spitzbergen 80° in Schritten von 10°). Die tatsächliche Strahlung für einen bestimmten Ort auf der Erde liegt deutlich unter der Solarkonstanten von $1,35 \text{ kW/m}^2 = 1,35 \text{ kW/m}^2 \cdot 24 \text{ h/Tag} = 32,4 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{Tag}$. Je mehr man in Äquatornähe kommt, um so gleichmäßiger ist die Strahlung über das Jahr verteilt.

Der scheinbare Lauf der Sonne am Himmel verläuft nicht gleichförmig, weil sich zwei Schwankungen überlagern:

1. Die Erde bewegt sich auf einer elliptischen Bahn um die Sonne; nach dem 2. Keplerschen Gesetz ist die Umlaufgeschwindigkeit nicht konstant (ganzjährige Periode).
2. Gleichlange Bahnstücke auf der Ekliptik ergeben unterschiedlich lange Projektionen am Äquator. Die tägliche gleichförmige Erdrotation geschieht um die Polachse, die senkrecht zur Äquatorebene steht. Gleichlange Bogenstücke auf dem Äquator (oder Brei-

tenkreise) werden in gleichen Zeiten durchlaufen, nicht aber gleiche Bogenstücke auf der Ekliptik (halbjährige Periode).

Aufgrund dieser Fakten haben die wahren Sonnentage für jedes Datum eine unterschiedliche Länge. Nach jedem wahren Sonnentag hat die Erde wieder bezüglich des Längengrades dieselbe Position zur Sonne; diese Zeit heißt darum auch $\rightarrow$ synodische Rotationsdauer.

Ein Sonnentag ist in gleicher Weise auch für jeden anderen Planeten definiert. Den längsten Sonnentag in unserem Planetensystem gibt es mit 175,9 Tagen auf dem Merkur. Der Jupiter hat aufgrund seiner starken Eigendrehung den kürzesten Sonnentag; er dauert nämlich nur 9,8 Stunden.

Die Länge des mittleren Sonnentages läßt sich bei Kenntnis der siderischen Eigenrotation des Planeten sowie seiner siderischen Umlaufzeit um die Sonne leicht berechnen (siehe Formel 1 $\rightarrow$ synodische Umlaufzeit). Einige Beispiele seien hier kurz ausgeführt (die Zahlenwerte sind der *Tabelle 1* entnommen):

$$\begin{aligned}\text{Merkur: } T &= (58,646-87,97)/(87,97-58,646) \\ &= (58,646-87,97)/29,324 \\ &= 2\text{-siderische Jahreslänge des Merkur} = 175,9 \text{ Tage}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Venus: } T &= (224,7-243)/(224,7+243) = 116,8 \text{ Tage} \\ &(\text{Im Nenner ist hier das positive Vorzeichen zu setzen, da die Venus sich retrograd bewegt})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mars: } T &= (1,02596-1,881-365)/(1,881-365-1,02596) = 1,0275 \\ &\text{Tage} = 24,66 \text{ h}\end{aligned}$$

Der Sonnentag auf dem Mars ist also mit dem irdischen vergleichbar; er ist nur 40 Minuten länger.

Sternbilder: Schon in frühester Zeit versuchte der Mensch die Vielfalt des gestirnten Himmels zu ordnen, indem er auffallende Sterngruppen zu Sternbildern zusammenfaßte und ihnen Namen gab. Bemerkenswert ist, daß in einem der ältesten Bücher der Bibel, dem Buch Hiob, bereits Namen von Sternbildern genannt werden (Hi 9,8-9; 38,31-32). In Jesaja 40,26 und Psalm 147,4 lesen wir, daß Gott alle Sterne mit Namen benennt. Kann es sein, daß

Gott einige dieser Namen den Menschen genannt hat? Die Form der Sternbilder kommt durch den Projektionseffekt der unterschiedlich weit von der Erde entfernten Sterne an das Himmelsgewölbe zustande. Aus einer anderen Position im Weltraum ergäben sich ganz andere Formen der Sternbilder.

Bei einigen Sternbildern des *nördlichen Himmels* (Großer Bär, Drache, Adler, Schwan) und des Tierkreises (Zwillinge, Skorpion, Waage) ist ein Zusammenhang zwischen Form und Name unschwer zu erkennen; bei den meisten aber hat eine lebhaft Phantasie bei der Namensgebung mitgespielt. Manche der heute üblichen Sternbildnamen sind der Mythologie entnommen: Gestalten der griechischen Sage (z. B. Pegasus, Perseus, Andromeda, Kassiopeia, Haar der Berenike) wurden an den Himmel versetzt, mitunter sogar ganze Sternbildgruppen als Bilder mythologischer Vorgänge gedeutet (z. B. der Jäger Orion, begleitet von seiner Meute – Großer und Kleiner Hund, verfolgt den Stier, der ihm mit gesenkten Hörnern gegenübersteht).

Als zu Beginn der neueren Zeit auch der *südliche Himmel* in das Blickfeld der europäischen Astronomie gelangte, war man bestrebt, auch dort Sternbilder abzugrenzen und zu benennen. Die Seefahrer, die bei ihrem Vorstoß in die südlichen Gewässer diese Sternbilder zu ihrer Orientierung brauchten, gaben ihnen meist willkürlich Namen aus ihrer seemännischen Begriffswelt (z. B. Sextant, Oktant, Fernrohr, Schiffskompaß, Segel, Hinterdeck, Schiffskiel) oder aus ihrer Reiseerfahrung (z. B. Tafelberg, Schwertfisch, Paradiesvogel, Fliegender Fisch, Indianer). Nur wenige Sternbilder, wie das Kreuz des Südens, tragen ihren Namen mit eigenem Recht.

Die scheinbare jährliche Sonnenbahn (Ekliptik) läuft durch 13 Sternbilder. Da viele dieser Sternbilder Tiernamen tragen (z. B. Widder, Stier, Krebs), heißen sie auch *Tierkreiszeichen*. Der sogenannte Zodiakus (griech. *zodiakós kyklos* = Tierkreis) ist das am Himmelsgewölbe verlaufende Band von Sternbildern, dessen Mittellinie von der Ekliptik gebildet wird. Diese Sternbilder haben noch ein anderes Merkmal: In ihnen laufen sämtliche Planeten, deren Bahnen von der Ekliptik nur minimal abweichen. Da sich unsere Erde um die Sonne bewegt, erscheint die Sonne von uns aus gesehen täglich in einer etwas anderen Richtung. Wir haben den Eindruck, als würde sie jährlich einmal um die Erde wandern, und zwar auf der Bahn, die wir Ekliptik nennen. Entlang dieser Bahn

befindet sich auch der Gürtel der Tierkreissternbilder. Am 1. Januar steht beispielsweise die Sonne in Richtung des Sternbildes Schütze. Dieses kann man dann nachts nicht beobachten, da es mit der Sonne zusammen am Taghimmel steht und von dieser überstrahlt wird. Die Zwillinge und ihr Umfeld sind dagegen im Januar gut zu sehen, da sie der Sonne gegenüber auf der Nachtseite der Erde stehen. Am 1. Juli ist es gerade umgekehrt: die Sonne befindet sich dann in den Zwillingen, die wir nun vergeblich am Nachthimmel suchen. In den einzelnen Jahreszeiten sieht man also des Nachts in Richtung Ekliptik verschiedene Sternbilder. Jedes Tierkreiszeichen ist somit nur für etwa sechs Monate des Jahres sichtbar. Die Astrologie mußbraucht diese Sternbilder zur Erstellung von Horoskopen (siehe Kap. 8.3.1).

Die einzelnen Sterne eines Sternbildes werden nach einem Vorschlag von *Johannes Bayer* (1564-1617) durch griechische Buchstaben (α , β , ...) mit dem beigefügten Genitiv des lateinischen Sternbildnamens benannt (so heißt z. B. die Wega, der hellste Stern im Sternbild Leier (lat. *Lyra*), Alpha Lyrae). Einige sehr helle Sterne haben daneben noch Eigennamen (Beispiele: Acrux = Alpha Crucis, Agena = Beta Centauri, Aldebaran = Alpha Tauri, Arktur = Alpha Bootis, Beteigeuze = Alpha Orionis, Rigel = Beta Orionis, Sirius = Alpha Canis Maioris). Insgesamt sind 88 Sternbilder auf der gesamten Himmelskugel definiert. Sämtliche Einzelsterne der Sternbilder sind Mitglieder unserer eigenen Milchstraße.

Erklärung der verwendeten Abkürzungen für die biblischen Bücher

Bücher des Alten Testaments (AT)

1 Mo	1. Mose (Genesis)	Pred	Prediger
2 Mo	2. Mose (Exodus)	Hoh	Hohelied
3 Mo	3. Mose (Leviticus)	Jes	Jesaja
4 Mo	4. Mose (Numeri)	Jer	Jeremia
5 Mo	5. Mose (Deuteronomium)	Klgl	Klagelieder
Jos	Josua	Hes	Hesekiel
Ri	Richter	Dan	Daniel
Rt	Ruth	Hos	Hosea
1 Sam	1. Samuel	Jl	Joel
2 Sam	2. Samuel	Am	Amos
1 Kön	1. Könige	Ob	Obadja
2 Kön	2. Könige	Jn	Jona
1 Chr	1. Chronik	Mi	Micha
2 Chr	2. Chronik	Nah	Nahum
Es	Esra	Hab	Habakuk
Neh	Nehemia	Zep	Zephania
Esth	Esther	Hag	Haggai
Hi	Hiob	Sach	Sacharja
Ps	Psalmen	Mal	Maleachi
Spr	Sprüche		

Bücher des Neuen Testaments (NT)

Mt	Matthäus	1 Tim	1. Timotheus
Mk	Markus	2 Tim	2. Timotheus
Lk	Lukas	Tit	Titus
Joh	Johannes	Phlm	Philemon
Apg	Apostelgeschichte	1 Petr	1. Petrus
Röm	Römer	2 Petr	2. Petrus
1 Kor	1. Korinther	1 Joh	1. Johannes
2 Kor	2. Korinther	2 Joh	2. Johannes
Gal	Galater	3 Joh	3. Johannes
Eph	Epheser	Hebr	Hebräer
Phil	Philipper	Jak	Jakobus
Kol	Kolosser	Jud	Judas
1 Thess	1. Thessalonicher	Offb	Offenbarung
2 Thess	2. Thessalonicher		

Literaturverzeichnis

- [A1] Ahnert, P.: Astronomisch-chronologische Tafeln für Sonne, Mond und Planeten
VEB Johann Ambrosius Barth Leipzig 6. Auflage 1988, 76 S.
- [A2] Asimov, I.: Die Erforschung der Erde und des Himmels
Deutscher Taschenbuch Verlag dtv, München 1987, 394 S.
- [B1] Block, J. L.: Our Universe: Accident or Design?
Starwatch, Wits 2050, South Africa 1992, 40 p.
- [C1] Conradie, F.: Stargazing
Kransberg Communications, Westonaria 2nd Edition, 1991, 67 p.
- [F1] Fahr, H.-J.: Der Urknall kommt zu Fall
– Kosmologie im Umbruch –
Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart 1992, 327 S.
- [F2] Ferrari
d'Occhieppo, K.: Der Stern von Bethlehem
Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart, 1991, 148 S.
- [F3] Fischer,
E. P. (Hrsg.): Neue Horizonte 92/93
– Ein Forum der Naturwissenschaften –
Piper-Verlag München, 1993, 238 S.
- [G1] GEO Special
Weltraum
Nr. 8, 3. Quartal 1983
- [G2] German, S.
Draht, P.: Handbuch der SI-Einheiten
Vieweg-Verlag, Braunschweig/Wiesbaden 1979, 460 S.
- [G3] Gitt, W.: Das biblische Zeugnis der Schöpfung
Hänssler-Verlag, 7. Auflage 2000, 188 S.
- [G4] Gitt, W.: In 6 Tagen vom Chaos zum Menschen
– Logos oder Chaos –
Hänssler-Verlag, Neuhausen-Stuttgart, 6. Auflage 2002, 238 S.
- [G5] Gitt, W.: Fragen, die immer wieder gestellt werden
CLV-Verlag, Bielefeld, 18. Auflage 2002, 191 S.
- [G6] Gitt, W.: Schuf Gott durch Evolution?

- Hänssler und CLV-Verlag, Neuhausen u. Bielefeld, 6. Auflage 2002, 159 S.
- [G7] Gitt, W.: Und die anderen Religionen?
CLV-Verlag, Bielefeld, 7. Auflage 2001, 159 S.
- [H1] Hawkins, S. W.: Eine kurze Geschichte der Zeit
– Die Suche nach der Urkraft des Universums –
Rowohlt Verlag, Reinbek bei Hamburg, 1988, 238 S.
- [H2] Heckmann, O.: Sterne, Kosmos, Weltmodelle
Deutscher Taschenbuch Verlag dtv, München, 1980, 356 S.
- [H3] Herrmann, J.: Großes Lexikon der Astronomie
Mosaik Verlag München, 2. Aufl. 1982, 407 S.
- [H4] Herrmann, J.: dtv-Atlas zur Astronomie
Deutscher Taschenbuch Verlag dtv, München, 10. Auflage 1990, 287 S.
- [H5] Herrmann, J.: Das Weltall in Zahlen
– Tabellenbuch für Sternfreunde –
Kosmos, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1986, 127 S.
- [H6] Hoffmann, K.-F.: ... Siehe da kamen die Weisen vom Morgenland
– Geschichte oder Legende?
Manuskript zum Vortrag vom 18.12.74 im Zeiss-Planetarium Berlin, Wilhelm-Foerster Sternwarte, 21 S.
- [H7] Holbe, R.: Zeitgeist
Knaur, 1991, 285 S.
- [H8] Holzmüller, W.: Unsere Umwelt – ihre Entwicklung und Erhaltung
B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig, 4. Auflage 1987, 135 S.
- [K1] Keller, W.: Und die Bibel hat doch recht
Econ-Verlag, Düsseldorf, 1959, 444 S.
- [K2] Klingholz, R.: Marathon im All
Ullstein-Verlag, 1992, 168 S.
- [K3] Kroll, G.: Auf den Spuren Jesu
Verl. Kath. Bibelwerk Stuttgart, 10. Auflage 1988, 470 S.

- [L1] Lattimer, D.: „All we did was to fly to the Moon“
Vol. I in the History-Alive Series:
A Mini-History of America's Manned
Moon Program
The Whispering Eagle Press, Florida,
1985, 144 p.
- [L2] Lexikon
Lexikon der Astronomie
Herder-Verlag, Freiburg, Basel, Wien
Band 1: A bis Mizram, 1989, 432 S.
Band 2: Missing mass-Problem bis ZZ
Ceti-Sterne, 1990, 460 S.
- [L3] Lovell, B.: Das unendliche Weltall
– Geschichte der Kosmologie von der
Antike bis zur Gegenwart –
Deutscher Taschenbuch Verlag dtv, Mün-
chen, 1983, 231 S.
- [M1] Monod, J.: Zufall und Notwendigkeit
Deutscher Taschenbuch Verlag dtv, Mün-
chen, 3. Auflage 1977, 172 S.
- [M2] Moore, P.: The Guinness Book of Astronomy
– Facts & Feats –
Guinness Superlatives Limited, 2 Cecil
Court, London Road, Enfield, Middlesex,
Second edition 1983, 289 p.
- [M3] Moore, P.,
Hunt, G.: Atlas des Sonnensystems
Herder-Verlag, Freiburg, Basel, Wien,
1985, 462 S.
- [P1] Pailer, N.: Neues aus der Planetenforschung
– Unerwartete Ergebnisse durch Welt-
raumsonden –
Hänssler-Verlag, 1993, 29 S.
- [P2] Pagels, H. R.: Cosmic Code. Quantenphysik als Spra-
che der Natur
Ullstein, Berlin 1983
- [R1] Ross, H.: Genesis One: A Scientific Perspective
Wisemen Productions, Sierra Madre, Ca-
lifornia
Revised Edition 1983, 23 p.
- [S1] Steidl, P. M.: The Earth, The Stars, And The Bible
Presbyterian and Reformed Publishing
Company
Phillipsburg, New Jersey, 1979, 250 S.

- [S2] Strobil, A.: Der Stern von Bethlehem
– Ein Licht in unserer Zeit? –
Flacius-Verlag, Fürth/Bayern, 1985, 79 S.
- [T1] Trefil, J.: Fünf Gründe, warum es die Welt nicht
geben kann
– Die Astrophysik der Dunklen Materie –
Rowohlt Taschenbuch-Verlag, Reinbek,
1992, 249 S.
- [W1] Weigert A., Astronomie und Astrophysik
Wendler, H. J.: VCH Verlagsgesellschaft mbH, Wein-
heim, 2. Auflage 1989, 329 S.
- [W2] Weinberg, S.: Die ersten drei Minuten
– Der Ursprung des Universums –
München, 1980
- [W3] Weinberg, S.: Der Traum von der Einheit des Univer-
sums
C. Bertelsmann Verlag, München, 1993,
320 S.
- [W4] Weisbrod, Müller, Dampflokomotiven deutscher Eisenbah-
Petznick: nen
Band 1, Alba-Verlag, Düsseldorf, 1976
- [W5] Wright, R.: Science, God And Man
Time, January 4, 1993, pp. 46-50
- [W6] Wuketits, F. M.: Evolutionäre Erkenntnistheorie als neue
Synthese
in: Herrenalber Texte Nr. HT 52, 1983, S.
29-41