

# Astronomie

# CD TOP



## Fehlt die CD?

Dann wenden Sie sich bitte an  
Ihren Zeitschriften-Händler.

Aktuelle Informationen  
zu unseren Heft-CDs  
finden Sie im Internet:  
[www.trendverlag.de](http://www.trendverlag.de)



# Vollversion auf CD-ROM

# CD TOP ROM



Ausgabe 16

DM 12,99

SFr 12,90

öS 98,-

Lfr 268,-

HFL 15,-

Mehr Infos zum  
**Inhalt** auf der  
**Hefrückseite**

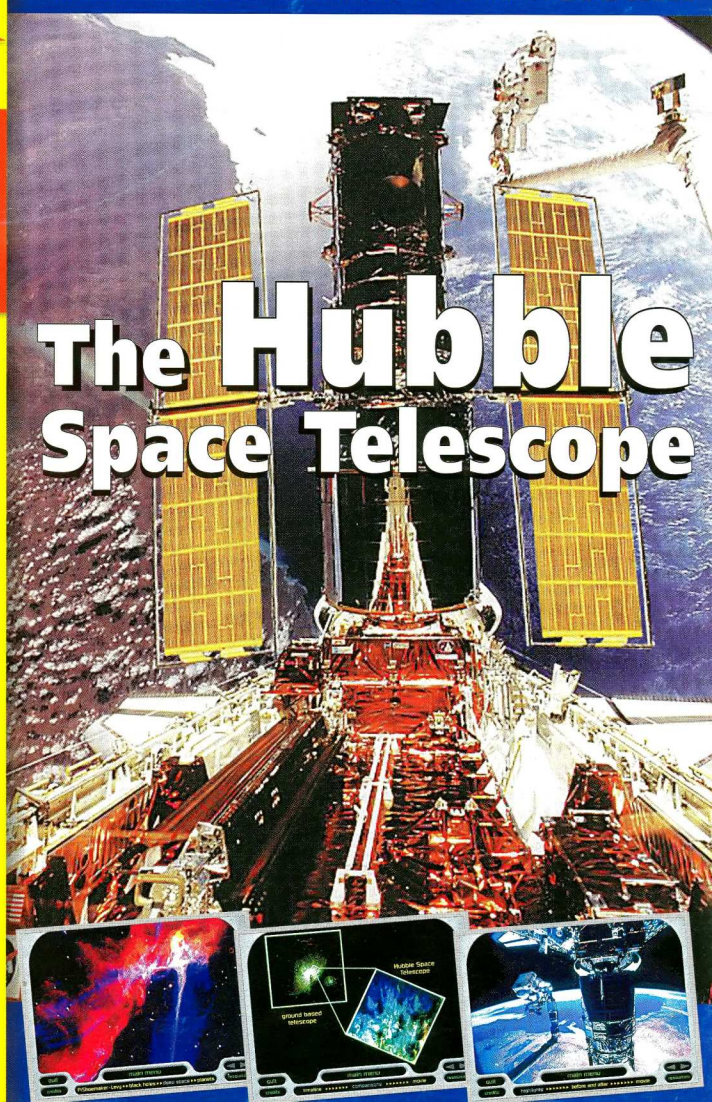
## THE HUBBLE SPACE TELESCOPE PC-Vollversion

### Spektakuläre Bilder aus dem Weltall

- **Geschichte  
und Idee**
- **Aufbau und  
Funktion**

**Bonus:**  
Die neuesten  
Aufnahmen  
des Hubble-  
Teleskops

## Entdecken Sie das Universum



# SHOPPING — im — INTERNET



www.pearl.de

Über 6.000 Artikel!

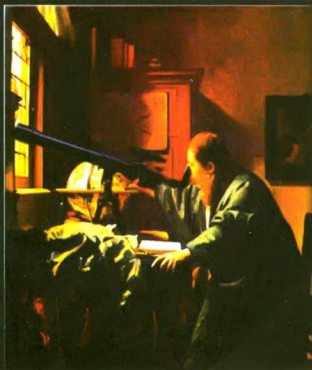
Länderspezifische Angebote für



Der Zugang für **Endkunden** ist uneingeschränkt möglich. **Großhandelskunden** lassen sich bitte kostenlos registrieren. Sie erhalten dann Ihr Zugangs-Passwort zugestellt.  
Gewerbenachweis / Behördensiegel per Fax an: +49-7631-360-444

# Spanner

Wer wird denn gleich auf dumme Gedanken kommen? Schließlich wissen wir ja nicht einmal, wer im Hause nebenan wohnt und ob es überhaupt ein Haus nebenan gibt. Außerdem deuten die Kleider und der Weltglobus eher auf eine seriöse Beschäftigung des Beobachters hin. Ausgerüstet mit modernstem technischen Gerät macht er sich während des helllichten Tages an die Erforschung des Weltalls. Planeten, Galaxien, Sternexplosionen – alle Beobachtungen wird er auf seinem Notizblock verzeichnen.



Gut, zugegeben: Wir haben ein wenig geschummelt. „Der Astronom“ auf dem gleichnamigen Gemälde des niederländischen Malers Johannes Vermeer (1632-1674) kennt im Original das Fernrohr noch nicht. Genauer gesagt: Er kennt es wohl, benutzt es jedoch nicht. Denn das Fernrohr wurde 1609 und damit bereits rund 60 Jahre vor der Entstehung dieses Gemäldes erfunden. Nur sehr kurze Zeit später folgten bereits die ersten aufregenden Beobachtungen am Firmament, die das neue Instrument ermöglichen sollte: Galileo Galilei entdeckte die Jupitermonde (1610), zeitgleich mit den Astronomen Johannes Fabricius und Christoph Scheiner die Sonnenflecken (1611), und wiederum nur ein Jahr später kartographierte der Physiker Simon Mayr den Andromedanebel, der immerhin rund 2,5 Millionen Lichtjahre von der Erde entfernt ist. Der erste Blick durchs Fernrohr kann also mit Fug und Recht auch als Geburtsstunde der modernen Astronomie angesehen werden. Welche epochalen Auswirkungen die Sternbeobachtung zeitigen kann, hat nicht zuletzt Nikolaus Kopernikus – wenn gleich ohne Fernrohr – bewiesen. Seine Annahme eines heliozentrischen Universums gilt als eine der Entdeckungen, die an der Schwelle vom Mittelalter zur Neuzeit auf die weitere Entwicklung der Menschheit Einfluß genommen haben.

Und heute? Stehen uns neue epochale Entdeckungen bevor? Wieder durch ein Fernrohr? Nicht wenige Wissenschaftler sind davon überzeugt. Die Aufnahmen des *Hubble-Teleskops* haben unser Wissen vom Weltall bereits jetzt von Grund auf verändert. Daß unsere Erde, ja unser Sonnensystem nur einen mikroskopisch kleinen Teil im riesigen Universum bildet, wußten wir schon länger. Doch die gewaltigen Dimensionen, die uns der Blick durch das Hubble-Teleskop eröffnet, lassen uns staunen, ja sogar schauern. Der Kosmos enthüllt sich in seiner unglaublichen Komplexität und atemberaubenden Schönheit – aber auch seiner unendlichen Weite, in

der sich der Mensch fast verloren vorkommen muß. Ist er möglicherweise nicht mehr Mittelpunkt der Schöpfung, sondern nur ein winziger Teil von ihr? Wie auch immer Sie darüber denken mögen – unumstritten ist, daß das *Hubble Teleskop* uns nahezu täglich mit neuen Erkenntnissen aus dem Universum versorgt. Wir blicken in die Vergangenheit und Zukunft zugleich, wir beobachten, wo sich lebensähnliche Bedingungen wie auf unserem Planeten entwickeln könnten, und lassen uns immer wieder von den faszinierenden Ansichten gefangennehmen. Also: Lassen Sie den Alltagsstreß auf unserem kleinen, unbedeutenden Planeten gelegentlich hinter sich und greifen Sie zum Fernrohr bzw. Teleskop. Nur so werden Sie entdecken, daß sich „Spanner“ von „spannend“ ableitet.

*Andreas Jöst*



# DIE HEFT-CD

**Systemvoraussetzungen:** Die Heft-CD enthält das Programm *Hubble Space Telescope* in uneingeschränkter Originalversion. *Hubble Space Telescope* läuft auf jedem PC-386DX oder höher, auf dem Windows 3.1x, Windows 95 oder Windows 98 installiert ist. Für den Programmbetrieb sollten mindestens 8 MB verfügbar sein. Außerdem benötigen Sie eine SoundBlaster-kompatible (oder Mwave-) Audiokarte.

Die Menüoberfläche der CD: Um das Programm auf der Festplatte zu installieren, legen Sie die CD-ROM in Ihr CD-ROM-Laufwerk ein und starten Windows. Wenn Sie unter Windows 95 arbeiten, klicken Sie auf den **Start-Button** und rufen den Befehl **Ausführen** auf. Unter Windows 3.1(1) wählen Sie den Befehl **Ausführen** im **DATEI**-Menü des Programm-Managers oder im **Datei-Manager**.

In der folgenden Befehlszeile geben Sie

**D:\STARTME.EXE**

ein (vorausgesetzt, Ihr CD-ROM-Laufwerk wird mit D: angesprochen). Darauf wird automatisch die CD-Menüoberfläche eingeblendet. Dort finden Sie folgende Auswahlfelder:

|                 |                                                                                 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Hubble Space    | Das Weltraumteleskop                                                            |
| Demos           | Demos kommerzieller Programme                                                   |
| Shopping & More | Der neueste PEARL/TREND-Katalog                                                 |
| Virenschutz     | Aktuellste Versionen der Thunderbyte Anti-Viren-Software                        |
| Online          | Vollversion des T-Online-Decoder                                                |
| Extras          | Der BONUSPACK mit Bildbetrachter, Wordviewer und Astronomie-Sharewareprogrammen |
| Abo-Service     | Ihr Vorteil: CD TOP im Abonnement                                               |

Per Mausklick auf das entsprechende Auswahlfeld können Sie die gewünschte Anwendung direkt aufrufen bzw. installieren. Bitte lesen Sie die begleitenden Installations- und lizenzrechtlichen Hinweise auf dem Bildschirm ebenfalls sorgfältig durch!

## Installation von *Hubble Space Telescope*:

Wählen Sie den Menüpunkt *Hubble Space* und anschließend *Installieren*. Die Setup-Routine installiert dann das Programm in einem von Ihnen vorgebenen Zielverzeichnis. Anschließend können Sie das Programm aus der neu angelegten Programmgruppe *Hubble Telescope* mit einem Klick auf das Icon *Hubble CD-ROM* starten. Das Programm läuft jedoch nur, wenn die CD-ROM im CD-ROM-Laufwerk eingelegt ist!

**HINWEIS** Während des Setups wird automatisch das Programm *QuickTime for Windows*, Version 2.0.1.41, in das Systemverzeichnis von Windows installiert. Aktuellere Versionen von *QuickTime* werden dabei ohne Rückfrage überschrieben!

## Extras:

Als zusätzlicher Bonus stehen Ihnen auf der Heft-CD die schönsten Aufnahmen des Hubble-Teleskops im hochauflösenden, platzsparenden JPG-Dateiformat sowie in anschaulichen Videos zur Verfügung. Sie finden sie – über den Windows-Explorer (bzw. Programmmanager) – im Verzeichnis **EXTRA/FOTOS** bzw. **EXTRA/MOVIES** der Heft-CD. Das Verzeichnis **EXTRA/TEXTE** enthält die entsprechenden deutschsprachigen Erläuterungen zu den Farbfotos.

Wenn Sie rasch auf die Bilder und Kommentare zugreifen wollen, ohne zuerst die großen standardmäßigen Bild- und Textverarbeitungsprogramme öffnen zu müssen, sollten Sie über den Button **EXTRAS** auf der Menüoberfläche der CD einen Blick auf die weiteren Programme werfen: Mit den Bildbearbeitungsprogrammen *ACDSee 32 Bit* und *Paint Shop Pro 5.0* lassen sich die Farbfotos, mit dem *Microsoft Word Viewer* die entsprechenden Erläuterungen im Handumdrehen anzeigen. Zur Installation der Programme genügt ein einfacher Klick auf die Schaltfläche.

**HINWEIS** Die Videos lassen sich nicht über das von *Hubble Space Telescope* installierte *QuickTime*, wohl aber über den standardmäßig mitgelieferten Medienplayer von Windows 95 bzw. Windows 98 abspielen. Klicken Sie dazu zuerst den **Start-Button** an und wählen Sie dann den Pfad **PROGRAMME / ZUBEHÖR / MULTIMEDIA** (Windows 98: **UNTERHALTUNGSMEDIEN**) / **MEDIENWIEDERGABE**. Notfalls müssen Sie den Medienplayer zuerst von der Windows CD nachinstallieren.

## CD-ROM kaputt?

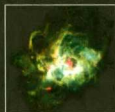
Sollte Ihre Heft CD zerkratzt sein oder einen Material- oder Transportschaden aufweisen, erhalten Sie vom Verlag Ersatz. Beachten Sie bitte die im Lizenzvertrag (Seite 50) unter Punkt 3 aufgeführten Umtauschbedingungen, und schicken Sie die ausgefüllte Registrierung mit ein.



# INHALT

## Einführung und Programmrundgang:

Die Geheimnisse des Himmels..... 6



## Das Hubble Teleskop:

Ungetrübter Ausblick ..... 8



## Die Panne:

„Houston, wir haben ein Problem...“ ..... 43



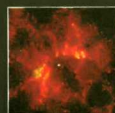
## Konstruktion und Arbeitsweise:

Rund um die Erde, rund um die Uhr..... 44



## Entdeckungen:

Größe aus 142.009.200.000.000.000.000.000.000 Kilometern ..... 46



## Glossar:

Die Sprache des Himmels..... 48

Editorial ..... 3

Die Heft-CD ..... 4

Überirdische Angebote..... 49

Lizenzurkunde..... 50



### Redaktion:

Dr. Marianne Steible (Chefredakteurin), Andreas Hett  
Redaktionsanschrift: 79426 Buggingen, PEARL-Str. 1  
Internet: <http://www.trendverlag.de>  
Abo-Betreuung: [abo@trendverlag.de](mailto:abo@trendverlag.de)  
Tel.: 07631-360-525  
Hotline: 07631-360-300  
Heft-CD: Pearl Agency, Buggingen  
Layout, Satz und Belichtung: Christian Lampe  
STYLE OF THE ARTS,  
Grafische Medien-Produktionsgesellschaft mbH,  
Tel.: 07631-360-950  
Bildbearbeitung: Michael Klases  
Titel: Michael H. Sichter  
Verlag: TREND Redaktions- und Verlagsgesell. mbH  
PEARL-Strasse 1, 79426 Buggingen  
Tel.: 07631-360-270, Fax: 07631-360-444

### Vertrieb:

TREND Redaktions- und Verlagsgesellschaft mbH  
PEARL-Strasse 1, 79426 Buggingen  
Vertriebsleitung: Reinhard Jansohn  
Heftproduktion:  
Stephan Striegel, Tel.: 07631-360-502;  
Vernon Warren, Tel.: 07631-360-512  
Druck: Inntentil und Umschlag: Heckel, Nürnberg  
CD-ROM Konfektion: Bencha, F-Ilzach-Modenheim  
Druckauflage: 60.000  
Erscheinungsweise: bis zu 8 Ausgaben im Jahr  
Verkaufspreis: (incl. 16% Mwst.) DM 12,99  
Abo-Preis: DM 68,90  
(6 Ausgaben incl. Versandkosten)  
Bankverbindung:  
Spar- und Kreditbank Bad Krozingen,  
BLZ 680 632 54, Kto-Nr.: 159492

### Bezugsmöglichkeiten:

Bestellungen nimmt der Verlag entgegen. Alle in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Kein Teil dieser Zeitschrift darf außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ohne schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert werden. Alle übrigen Rechte bleiben vorbehalten.  
Für unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos, Datenträger etc. wird keine Haftung übernommen. Die Rücksendung ist ausgeschlossen. Die von den Autoren einzelner Beiträge oder von Interviewpartnern aufgestellten Behauptungen und vertretenen Ansichten sowie der Inhalt der Anzeigen müssen nicht der Auffassung der Redaktion entsprechen. Der Verlag übernimmt außerhalb der gesetzlich vorgeschriebenen presserechtlichen Verantwortlichkeit keinerlei Haftung für die Richtigkeit der veröffentlichten Beiträge.

# DIE GEHEIMNISSE DES HIMMELS

Schon seit Jahrtausenden betrachtet und erforscht der Mensch das Firmament. Chinesen und Inder, Ägypter und Babylonier begannen bereits zwischen 4000- 3000 vor unserer Zeitrechnung mit systematischen Beobachtungen des Sternenhimmels. Griechische Gelehrte leiteten seit etwa 600 v. Chr. ihr (damals schon heliozentrisches) Weltbild aus dem Lauf und den Erscheinungen der Gestirne ab und berechneten unter anderem den Erdumfang, die Entfernung zwischen Sonne und Mond und die Erdrotation (Präzession). Astronomische Entdeckungen und Berechnungen prägten nicht nur die Wissenschaft, sondern auch den Alltag in der Antike und im Mittelalter; als Beispiel sei hier nur auf den Kalender und die Schiffsnavigation verwiesen.

Ursprünglich allein auf das begrenzte Sehvermögen ihrer Augen angewiesen, waren bereits die „Sterngucker“ im Altertum und im Mittelalter darauf bedacht, ihren Horizont zu erweitern. Seit Beginn der Neuzeit wurden immer vielfältigere und präzisere Instrumente entwickelt, mit denen der Himmel beobachtet, vermessen und kartographiert werden konnte (Fernrohr, Teleskop, etc.). Das Paradoxon dabei war: Je weiter der Mensch in das Weltall blicken konnte, umso größer schien es zu werden. Den Entdeckungen und Berechnungen der Planeten in den letzten drei Jahrhunderten folgte die Erkenntnis, daß noch weitere Galaxien außerhalb unseres Sonnensystems existieren. Weitere? Es wurden Milliarden, und niemand kennt bis heute ihre genaue Zahl.

Noch nie jedoch ist der Mensch so tief in das Universum vorgedrungen wie mit dem *Hubble Space Telescope* (abgekürzt *HST*).

Seit April 1990 sendet das erste „außerirdische“ Teleskop Aufnahmen von Galaxien, Quasaren und Pulsaren, zu denen vermutlich nie ein Mensch vordringen wird. Die faszinierende

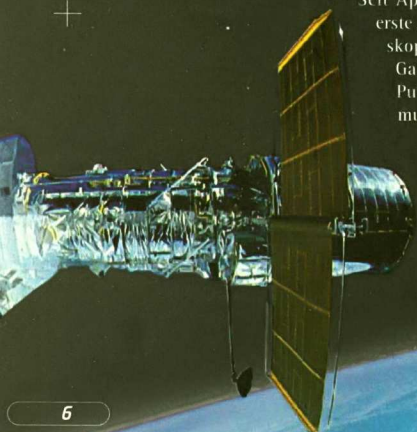
Schönheit der Fotos ist für viele Hobbyastronomen und Laien allein schon ein Grund, sich für das *HST* zu interessieren. Darüber hinaus hat *Hubble* auch einen hohen wissenschaftlichen Nutzen, haben die Aufnahmen aus dem All unsere Vorstellungen und unsere Kenntnisse doch beträchtlich erweitert.

Welche Einblicke und Erkenntnisse diese neue Technik der „Weltraumfotografie“ uns heute ermöglicht, können Sie mit dem vorliegenden Programm *Hubble Space Telescope* selbst nachvollziehen. Die Einführung in diesem Heft begleitet Sie auf Ihren Entdeckungsreisen am Bildschirm und zeigt Ihnen, wie Sie die Fülle an Bildern und Informationen erschließen. Allerdings bedarf die Bedienung des Programms, wie Sie feststellen werden, kaum einer ausführlichen Erklärung. So bleibt noch genügend Platz, um auf die wissenschaftliche Bedeutung, auf historische Hintergründe und technische Details des Teleskops näher einzugehen. Zu den aufregendsten und faszinierendsten Aspekten des *Hubble Space Telescope* aber gehören zweifelsohne die Aufnahmen aus den Tiefen des Weltraums.

Wenn auch Sie sich an der Schönheit entfernter Milchstraßen, an der Komplexität spiralförmiger Galaxien kaum sattsehen können, sollten Sie mehr als nur einen flüchtigen Blick in den Bonuspack auf der Heft-CD werfen: Dort sind die aktuellsten, von der NASA freigegebenen Bilder des *Hubble Space Telescope* zu bewundern.

## SO STEuern SIE DAS TELESKOP

Begeben wir uns zuvor jedoch einmal ins Innere des Teleskops, sprich des Programms: Nach dem Klick auf das Programmicon läuft ein animierter Vorspann mit dem Start des *Space Shuttle Discovery (STS-31)* im April 1990 ab (bei dieser Mission wurde das *Hubble Space Telescope* auf seiner Erdumlaufbahn ausgesetzt). Gedulden Sie sich ein wenig – der Vorspann läßt sich leider nicht überspringen.



**HINWEIS** Wenn Sie unter Windows 95 die Farbtiefe *High Color (16 Bit)* oder höher eingestellt haben, wird der Vorspann unter Umständen nur gekürzt und mit verkleinertem Bildausschnitt abgespielt. Um in den Genuß des vollständigen Intros zu kommen, müssen Sie die Farbpalette über die *Systemsteuerung/Einstellungen* auf 256 Farben umstellen.

Kurz darauf gelangen Sie ins Programmfenster, dessen Aufbau nicht von ungefähr dem Blick durch ein Teleskop ähnelt. Überhaupt ist die gesamte Programmsteuerung dem mechanischen Bewegungsablauf eines Teleskops nachempfunden. Sowie Sie mit der Maus eine Schaltfläche anklicken, werden neue Bilder, Videos oder Textfelder mit entsprechenden Begleitgeräuschen „eingeklinkt“, „aufgeklappt“ oder „ausgefahren“. Dies beginnt schon gleich beim Programmstart: *Hubble Space Telescope* gibt direkt nach dem Intro den Blick auf das Hauptmenü (*main menu*) frei. Folgende Themen werden in Fotos, Videos und Zeichnungen dokumentiert:



rekonstruiert die Entstehungsgeschichte des Teleskops

stellt Leben und Werk des bekannten Astronomen vor, nach dem das Teleskop benannt ist

erklärt Design, Konstruktion und Funktionsweise des *HST*

berichtet über die erfolgreiche Reparatur von *HST* durch eine siebenköpfige Astronautencrew im Dezember 1993

präsentiert spektakuläre Aufnahmen aus zum Teil weit entfernten Regionen des Weltalls

Diese fünf Themengebiete sind nochmals in verschiedene Kapitel unterteilt. Werfen Sie doch einmal einen Blick auf die – anfangs geschlossene – graue Leiste am unteren Fensterrand: Sobald Sie ein Thema aus dem Hauptmenü anklicken, gibt sie den Blick auf weitere Unterkapitel frei, die Sie jederzeit durch einfaches Anklicken aufrufen können. Wird ein Thema durch verschiedene Fotos dokumentiert, werden auch die beiden bis dahin grau unterlegten Pfeile am rechten Fensterrand aktiviert: Mit Hilfe dieser Pfeile können Sie in aller Ruhe durch die Bildsequenzen vor- und zurückblättern. Um eine Aufnahme im Großformat/Vollbildmodus anzusehen, genügt ein einfacher Mausklick auf das Bild.

## THEMA

From concept to reality

Edwin Hubble

Inside the Hubble

Launch & rescue

Great discoveries

## KAPITEL

Timeline (Zeittafel) – Comparisons (Vergleichende Aufnahmen zu Erdteleskopen) – Movie (Film zur Entstehungsgeschichte)

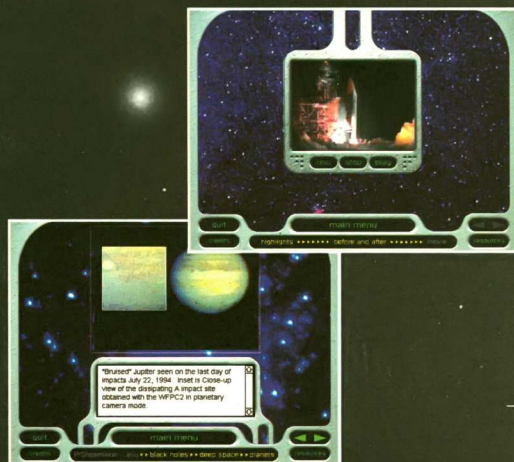
Biography (Lebenslauf) – Discoveries (Entdeckungen) – Mt. Wilson (Sternwarte und Wirkungsort)

Design – Construction – Function – Maintenance (Wartung) – Monitoring (Überwachung)

Highlights – Before and after (vor und nach der Reparatur) – Movie

P/Shoemaker-Levy (Einschlag eines Kometen auf Jupiter) – Black Holes (Schwarze Löcher) – Deep Space (Aus den Tiefen des Weltalls) – Planets (Planeten)

Weitere Erklärungen zum Programmablauf erübrigen sich. Daß Sie mit den Buttons *credits* und *resources* zu denen üblichen Quellenangaben und Bildnachweisen gelangen und das Programm mit *Quit* oder der [ESC]-Taste verlassen können, haben Sie sicherlich schon herausgefunden. Wie Sie sehen, ist die Programmsteuerung so einfach, daß Sie sich ganz auf die reichhaltige Dokumentation und die phantastischen Bilder konzentrieren können, die das *Hubble Space Telescope* offenbart.



# UNGETRÜBTER AUSBLICK

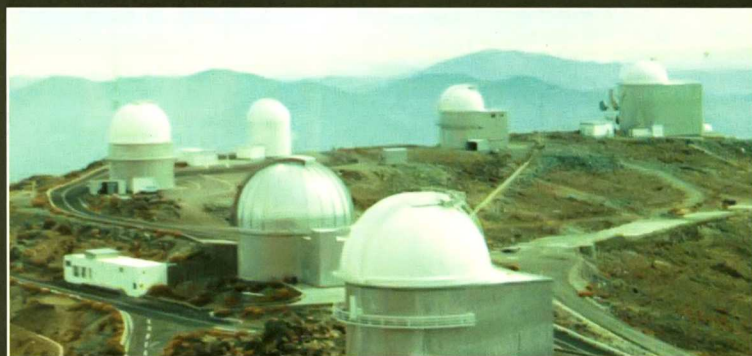
Das *Hubble Space Telescope* zählt zu den teuersten Projekten der Raumfahrt: Vier Milliarden Dollar haben Entwicklung und Betrieb bislang gekostet – von den zu erwartenden Kosten künftiger Wartungs- und Reparaturmissionen ganz zu schweigen. Angesichts dieser Zahlen mag sich der ein oder andere astronomische Laie die Frage nach dem Nutzen des Unternehmens stellen: Weshalb muß es ausgerechnet ein Weltraum-Teleskop sein? Gab und gibt es nicht schon genügend Teleskope und Sternwarten auf der Erde?

## DAS FENSTER INS WELTALL

Entscheidend für die Idee und Entwicklung des *HST* war ein Manko, das mit den herkömmlichen Teleskopen nicht zu umgehen war: Der Ausblick auf die Sterne mußte stets seinen Weg durch die Erdatmosphäre hindurch nehmen. So wenig dieser



„Selbst eine für das menschliche Auge sternklare Nacht bietet nach heutigen wissenschaftlichen Maßstäben kaum noch ausreichende Voraussetzungen für gestochen scharfe Bilder. Wenn es aber darum geht, weit entfernte Galaxien aufzuspüren oder die Position eines Sterns millimetergenau zu bestimmen, können die Aufnahmen kaum scharf genug sein.



Um die natürlichen Beeinträchtigungen der Teleskopie durch die Atmosphäre zu überwinden, wurde das *Hubble Space Telescope* (abgekürzt *HST*) entwickelt. Seit acht Jahren umkreist es die Erde außerhalb der Atmosphäre in rund 600 Kilometern Höhe. Die Vorteile des *Hubble Space Telescope* im luftleeren Raum im Vergleich zu den herkömmlichen Erdteleskopen lassen sich in vier Punkten zusammenfassen:

**Schärfere Bilder:** Das *HST* kann auch sehr kleine Objekte scharf

Nachteil den Astronomen in den vergangenen Jahrhunderten bewußt war, so deutlich trat er in unserem Jahrhundert zutage. Die Atmosphäre, so sollte sich herausstellen, trübt das Bild von den Sternen nachhaltig: Staubpartikel,

aufnehmen, deren Erscheinungsbild vom Erdboden aus betrachtet durch die Luftschichten „verschimmt“. Je schärfer ein Objekt dargestellt ist, umso exakter kann seine Position bestimmt werden. Zum Vergleich: Mit herkömmlichen Teleskopen können Sternpositionen mit einer Genauigkeit von bis zu einer Bogensekunde ermittelt werden; mit dem *HST* sind dagegen noch zehnmals genauere Positionsbestimmungen bis zu 0.1 Bogensekunden möglich.



## DEN BOGEN RAUS

Astronomische Objekte werden im wesentlichen durch zwei Kategorien bestimmt: Zum einen durch die *Helligkeit*, gemessen in *Größenklassen*, die häufig über die Entfernung von der Erde Aufschluß geben (nicht von ungefähr ist ein Lichtjahr eine Längeneinheit!); zum anderen durch die *Position*, die mit dem klassischen Winkelmaß des Grades berechnet wird. Ein Grad wiederum wird in 60 Bogenminuten unterteilt (Kurzzeichen: das Apostroph, also  $1^\circ = 60'$ ). Zerlegt man eine Bogenminute ihrerseits in 60 Teile, so erhält man die Bogensekunde ( $1' = 60''$ ). Derart genaue Maßangaben sind bei den Milliarden Sternen, die exakt kartografiert werden müssen, in der Astronomie alltäglich.

### Kontinuierliche Beobachtung:

Das *Hubble Space Telescope* kann verschwindend kleine Regionen des Kosmos auch über einen langen Zeitraum beobachten, ohne durch störende Witterungseinflüsse beeinträchtigt zu werden. Ein Beispiel: 1996 konnte das *Hubble Space Telescope* fast zwei Wochen lang ununterbrochen ein winziges Himmelsareal im Sternbild des Großen Bären anpeilen. In dieser Region des Kosmos, der selbst für große Erdteleskope nahezu leer erschien, konnten Tausende bis dato unbekannter Galaxien entdeckt werden.

### Wesentlich höhere Lichtempfindlichkeit

und damit Reichweite: Das *Hubble Space Telescope* spürt Galaxien auf, die Milliarden von Lichtjahren entfernt sind. Eine unvorstellbare Entfernung! Das auf der Erde eintreffende Licht dieser Sterne ist natürlich überaus schwach: Die feinsten Objekte sind gerade einmal 30 Größenklassen hell – also ungefähr ein Zehnmilliardstel so hell wie ein mit bloßem Auge gerade noch sichtbarer Stern. Die Kamerasensoren des *HST* konnten derart verfeinert werden, daß selbst das Glimmen einer Zigarette auf dem Mond als eigene Lichtquelle zu erkennen wäre!

**Höheres Farbenspektrum:** Die Beobachtungsmöglichkeiten der „irdischen“ Teleskope sind auf das sichtbare Licht beschränkt – jenen recht engen Spektralbereich, den unsere Atmosphäre bis zum Erdboden vordringen läßt. An Bord des *HST* hingegen befinden sich gegenwärtig zwei Spektrographen und eine Infrarotkamera, die die elektromagnetische

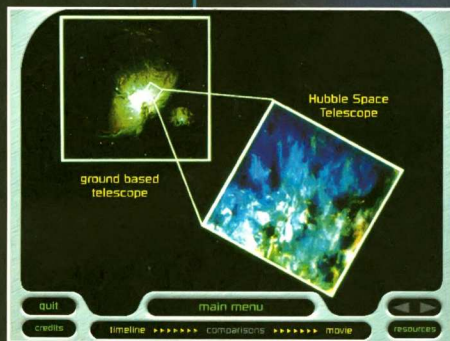
Strahlung auch außerhalb des sichtbaren Bereichs aufzeichnen können. Die Auswertung solcher Aufnahmen läßt beispielsweise gezielt auf die chemische Zusammensetzung, die Temperatur, die Rotationsgeschwindigkeit wie auch auf Magnetfelder von Sternen schließen.

## RÜCKKEHR IN DIE ATMOSPHÄRE?

Seit einigen Jahren sorgt eine neue Strategie der Weltraumbeobachtung für Furore: Fernlenkbare, von Ballons getragene Teleskope in der Stratosphäre (12–50 km Höhe) unseres Planeten. Die Stratosphäre bietet aus mehreren Gründen weltraumähnliche Beobachtungsbedingungen: Einerseits ist fast der gesamte Wasserdampf der Atmosphäre (über 99%), der für eine Zerstreuung der einfallenden Lichtstrahlen verantwortlich ist, in der unteren Troposphäre konzentriert; auch stören-

de Witterungsbedingungen entfallen. Außerdem läßt sich in dieser Höhe auch noch Infrarotstrahlung registrieren, so daß das Farbenspektrum der Aufnahmen wesentlich erweitert wird. Von der Qualität und Reichweite der Stratosphärenteleskopie erwarten manche Wissenschaftler ähnliche, wenn nicht sogar noch bessere Ergebnisse als vom *Hubble Space Telescope*. Der ausschlaggebende Vorteil von Strato-

sphärenteleskopen besteht freilich in der kostengünstigen Handhabung und Wartung. Um Reparaturen vorzunehmen oder Instrumente auszutauschen, müssen die Ballons lediglich an ihren Schnüren wieder eingeholt werden, was sehr viel weniger Kosten verursacht als die teuren Weltraummissionen beim *HST*. In Zeiten knapper Forschungsetats, in denen zunehmend auch der Geldbeutel die künftigen Projekte der Astronomie bestimmt, ist dies allemal eine sinnvolle Alternative.



## ERKENNTNISSE

Von welchem Nutzen sind die Hubble-Aufnahmen für die Astronomie? Zunächst hat das *Hubble Space Telescope* unser Wissen über einzelne Prozesse im Weltraum nicht nur wesentlich erweitert, sondern gelegentlich sogar korrigiert. Beispiele dafür aus unserem Sonnensystem sind etwa

- ▶ die erste Kartierung der Oberfläche des Planeten Pluto
- ▶ die Entdeckung von Sauerstoff auf den Jupitermonden Europa und Ganymed
- ▶ die Beobachtung turbulenter Atmosphären und erdgroßer Sandstürme auf Jupiter und Saturn

Noch bedeutsamer sind allerdings die Erkenntnisse, die wir aus anderen Galaxien gewinnen konnten, wie z.B.

- ▶ daß massive Schwarze Löcher im Zentrum von Galaxien eher die Regel als die Ausnahme sind
- ▶ daß Gashüllen um sterbende Sterne einen unerwartet komplexen Aufbau zeigen
- ▶ daß täglich neue Planeten in der Milchstraße entstehen
- ▶ daß auch außerhalb unserer Galaxie sogenannte schwere Elemente existieren, was die Wahrscheinlichkeit für Planeten und Leben im All erhöht.

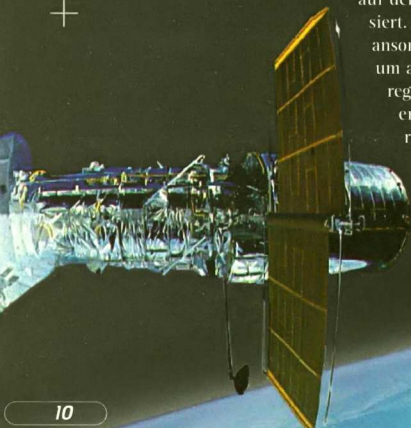
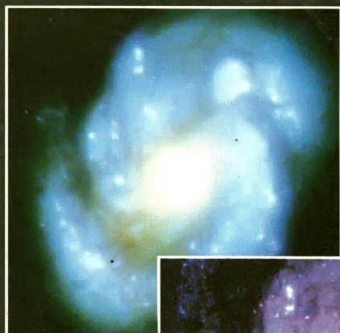
Ordnet man diese Erkenntnisse in einen allgemeinen Hintergrund ein, läßt sich mit Fug und Recht behaupten, daß das Teleskop mit seiner bislang unerreichten Schwere von mehr als 15 Milliarden Lichtjahren neue Stationen in der Entwicklungsgeschichte des Alls sichtbar gemacht hat. Mit Hilfe des *HST* können die Wissenschaftler weit in die Vergangenheit des Universums zurückkreisen. So bestätigt die Spektrenanalyse des Lichtes weit entfernter Galaxien die von dem amerikanischen Astronomen *Edwin Hubble* (s. S. 45) aufgestellte Theorie der Rotverschiebung. Die Bilder von *HST* sind also ein Beleg dafür, daß das Weltall expandiert. Unterstützt wird die These vom Urknall unter anderem auch durch die Aufnahmen von *Quasaren* – strahlendhelle Kerne von Galaxien mit einer ungeheuren Energieausschüttung. Das Licht der Quasare übermittelt nicht nur Informationen über diese selbst, sondern auch über extrem weit entfernte Galaxien, die das Licht

auf dem Weg zur Erde passiert. Diese Galaxien wären ansonsten zu lichtschwach, um auf unserem Planeten registriert zu werden. Bei entsprechender Filterung der *HST*-Aufnahmen lassen sich chemische Moleküle, Temperaturen u.a. aus verschiedenen



Zeitaltern des Universums ermitteln. Mit anderen Worten: Der Wissenschaftler hält nun auch den Beweis in Händen, daß das Universum in verschiedenen Regionen unterschiedlich alt ist. Zwangsläufig ist daraus zu schließen, daß es sich stetig verändert (Expansion).

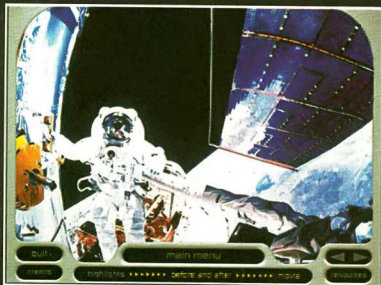
Andererseits erlaubt uns das Teleskop aber auch einen Blick in die *Zukunft*. Beobachtungen von Galaxien, die unserer Milchstraße sehr ähnlich, aber ungleich älter sind, lassen Rückschlüsse auf die künftige Entwicklung unseres Sonnensystems zu. So hat *HST* in solchen sterbenden Galaxien Fotos von alternden Sternen geschossen, die sich in ihrem Endstadium ausdehnen und in bizarre Skulpturen verwandeln. Diese Prozesse laufen wesentlich komplexer und vielfältiger ab, als es die bisherigen Theorien über Rote Riesen und Weiße Zwerge vermuten ließen. Etliche Wissenschaftler übertragen diese Beobachtungen auf unsere Sonne: Auch sie dehne sich ständig weiter aus. Eines Tages werde sie etwa 200mal größer als heute sein und damit knapp ein Drittel des von der Erde sichtbaren Himmels abdecken. Die ausgestrahlte Hitze werde die Erde verbrennen und die Atmosphäre verdunsten lassen. Ein kleiner Trost: Mit diesem Vorgang ist frühestens in fünf Milliarden Jahren zu rechnen!



# "HOUSTON, WIR HABEN EIN PROBLEM"

So enthusiastisch die Bilder des *Hubble Space Teleskops* mittlerweile auch aufgenommen werden – der Start der Mission verlief zunächst keineswegs so erfolgreich. Kurz nachdem das Space Shuttle *Discovery* das Teleskop im April 1990 in der vorgesehenen Umlaufbahn ausgesetzt hatte, bemerkte das Kontrollteam am Boden mehrere Funktionsfehler. Der gravierendste war sicherlich ein Schleiffehler im Primärspiegel. Die Folge war eine deutliche Unschärfe in den Aufnahmen (*sphärische Aberration*). Außerdem war eine der beiden großen Solarzellen beschädigt, so daß die Energiezufuhr eingeschränkt war. Nun war guter Rat bzw. gute Reparatur teuer. Die NASA hatte jedoch bereits im Vorfeld des Starts die Wartungspläne grundlegend geändert. Noch zu Beginn der 80er Jahre war vorgesehen, das Teleskop alle fünf Jahre zur Erde zurückzuholen. Das schwere Unglück des Space Shuttles *Challenger* im Januar 1986, bei dem sieben Astronauten den Tod fanden, legte jedoch alle NASA-Raumfahrtpläne zwei Jahre lang auf Eis und führte auch zu einem grundlegenden Überdenken der weiteren Projekte. Die NASA entschied dann, alle zwei bis drei Jahre ein Serviceteam ins All zu entsenden.

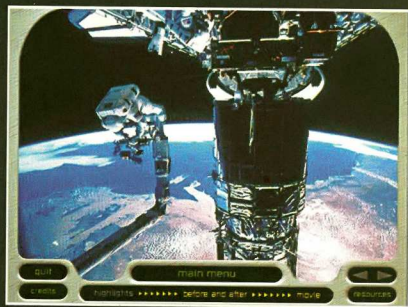
So startete am 2. Dezember 1993 eine siebenköpfige Crew an Bord des Space Shuttle *Endeavour* zu Wartungsarbeiten ins All (zu verfolgen im Menü *Launch & rescue*). Zunächst wurde das *HST* von einem Teleskoparm ergriffen und auf einem Drehsockel in der Nutzlastbucht montiert. Während der elftägigen Mission waren fünf ausgedehnte Weltraumausstiege notwendig, um alle Reparaturen durchzuführen. Neben den genannten Wartungsaufgaben wurde auch die ältere „Weitfeld-Planeten-Kamera“ (*WideField/Planetary Camera*) gegen ein neueres Modell, die WFPC 2, ausgetauscht. Die Reparatur verlief problemlos und überaus erfolgreich; rund vier Wochen später, am Silvesterabend 1993, lieferte *HST* die ersten Bilder nach der Reparatur, die alle Erwartungen übertrafen. Seitdem arbeitet *Hubble* fehlerfrei.



Im Februar 1997 stand dann die zweite Mission an. Zu den wichtigsten Neuerungen zählte die Erweiterung des Wellenlängenbereichs, die durch eine moderne Infrarotkamera mit Spektrometer (NICMOS) gewährleistet ist. Auch ein bilderzeugender Spektrograph (STIS) wurde installiert. Abschließend wurde die Flugbahn des Teleskops um rund zehn Kilometer angehoben, denn das *Hubble Space Teleskop* sollte in einem anderen Orbit völlig neu ausgerichtet werden, um bislang noch unerforschte

Regionen des Weltalls anvisieren zu können. Ermöglicht wurde dieses nicht ganz ungefährliche Unternehmen durch mehrere leichte Schubmanöver während der Reparatur. Nachdem das Teleskop wieder auf die Sonne ausgerichtet war, konnte auch diese zweite Mission erfolgreich beendet werden.

Während seines achthjährigen Aufenthaltes im All ist das *Hubble Space Teleskop* also bereits zweimal gründlich gewartet worden. Weitere Missionen sind für Mitte 1999 bzw. 2002 vorgesehen. Da die Lebens- und Funktionsdauer des Teleskops auf 15 Jahre festgesetzt wurde, soll Hubble dann im Jahr 2005 in den wohlverdienten Ruhestand gehen.



# RUND UM DIE ERDE, RUND UM DIE UHR

Das *Hubble Space Telescope*, ein Gemeinschaftsprojekt der European Space Agency (ESA) und der NASA, ist ein reflektierendes, 2,4 Meter langes und rund 13 Tonnen schweres Teleskop. Damit die Observationsaufgaben, die ein hohes Maß an Präzision erfordern, reibungslos ablaufen, muß im wahrsten Sinne des Wortes ein Rädchen ins andere greifen. Die einzelnen Komponenten des Instrumentariums lassen sich in drei Systemgruppen einteilen:

- ▶ **Optische Instrumente** wie Primär- und Sekundärspiegel oder Lichtreflektor und -dämpfer, die das einfallende Licht fangen und gezielt an die Kamera weiterleiten.
- ▶ **Wissenschaftliche Instrumente**, die das einfallende Licht abtrotzieren und auswerten. Hierzu zählen derzeit drei Kameras, zwei Spektrographen sowie hochempfindliche Sensoren. Die *Weitfeld-Planeten-Kamera* (*Wide Field/Planetary Camera*) WFPC 2, die bei der ersten Reparaturmission im Dezember 1993 eingesetzt wurde, ist sicherlich das wichtigste Aufnahmegerät. Näher betrachtet setzt sie sich aus mehreren Relais-Spiegeln und vier kleineren Kameras zusammen. Zu den neueren, 1997 eingebauten Instrumenten gehören der *Space Telescope Imaging Spectrograph* (STIS) sowie die Nahinfrarotkamera und der Multi-Objekt-Spektrometer (NICMOS). Der Spektrograph spaltet das vom Teleskop eingefangene Licht für die spätere Analyse in die verschiedenen Spektralbereiche auf. Ein großer Vorteil des STIS ist die zweidimensionale und simultane Spektroskopie, die es ermöglicht, daß ein breiteres Wellenlängenspektrum eines Sternes oder das Farbspektrum vieler Galaxien gleichzeitig aufgenommen werden kann. Die Kombination aus Infrarotkamera und Spektrometer, abgekürzt NICMOS, spürt Lichtstrahlen im Bereich zwischen 0,8 und 2,5 Mikrometern auf. Jedes der beiden Geräte ist immerhin so groß wie eine Telefonzelle.



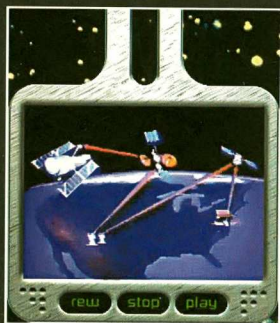
Technische Hilfsinstrumente, die alle Geräte einschließen, die zur Aufrechterhaltung des Gesamtbetriebs benötigt werden. Dies sind vor allem die Solarzellen, das Wärmekontrollsystem und nicht zuletzt natürlich die Bordcomputer, die alle Prozesse überwachen und steuern. Das folienartige Material, das das Teleskop umkleidet, ist ein mehrschichtiges Isolationsmaterial und Teil des Wärmekontrollsystems. Die metallisch-silbrige Oberfläche reflektiert einen Groß-

teil der Sonnenstrahlen, so daß das Gerät sich nicht überhitzen kann. Sobald sich das Teleskop im Erdschatten befindet und die Außentemperatur dramatisch abfällt, sorgen kleine Heizmechanismen dafür, daß die erforderliche Betriebstemperatur aufrecht erhalten wird.

Seine Energie bezieht das *HST* aus den beiden großen Solarzellen. Da beide Zellen nicht ständig auf die Sonne ausgerichtet sein können, wird überschüssige Energie in sechs Batterien an Bord gespeichert. Der Datenaustausch mit der Bodenstation erfolgt über eine hochsensible Antenne. Viele technische Hilfsinstrumente sind modular eingebaut, so daß sie jederzeit problemlos ausgetauscht werden können.

Unter den vielen Aufgaben, die das Teleskop zu bewältigen hat, ist die Ausrichtung auf die verschiedenen Himmelskörper sicherlich eine der interessantesten – nicht zuletzt deshalb, weil sie mit mikrometeregenauer Präzision erfolgen muß. Wie also richtet sich das Teleskop aus? Zunächst muß das Kontrollteam in der Bodenstation die exakten Koordinaten, an denen sich das zu beobachtende Objekt befindet, in Grad, Bogenminuten und Bogen-





Für die korrekte Drehung, Peilung und schließlich Positionsfixierung sorgt ein komplexer Aufbau an Kreiselvorrichtungen und Rädern. Hochempfindliche Lenksensoren sorgen für eine feinjustierte Ausrichtung der Kameralinse. Diese Sensoren können am Himmel eine Positionsänderung von Bruchteilen von Bogensekunden ausführen. Obwohl

sich das Teleskop mit einer Geschwindigkeit von rund 27.000 Kilometern pro Stunde bewegt, kann eine Peilung über 24 Stunden hinweg genauestens eingehalten werden.

Das *Hubble Space Telescope* arbeitet zwar rund um die Erde und rund um die Uhr, beobachtet aber dennoch nicht ausschließlich den Weltraum. Jeder Umlauf um die Erde dauert ungefähr 95 Minuten; während dieser Zeit nimmt das Teleskop noch andere Aufgaben wahr, die die Wissenschaftler auch „Haushaltsführung“ (*housekeeping*) nennen. Die „Haushaltsführung“ umfaßt beispielsweise die Ausrichtung auf ein neues Ziel, das Ein- und Ausschalten der Kommunikationsantennen, den Empfang und die Auswertung neu eintreffender Befehle oder auch das Kalibrieren einzelner Sensoren.

## EDWIN HUBBLE

Das Hubble-Teleskop hat seinen Namen von einem der bekanntesten, wenn nicht sogar dem bekanntesten Astronomen unseres Jahrhunderts: Edwin Powell Hubble (1889–1953). Der Forscher aus dem US-Bundesstaat Missouri hat bereits früh, im Alter von acht Jahren, seine Leidenschaft für die Astronomie entdeckt. An der Universität von Chicago begann 1906 seine akademische Laufbahn als Astronom, die ihn später auch nach Oxford führen sollte. Hubble, der schon zu Lebzeiten als Experte und anerkannte Größe auf seinem Fachgebiet galt, war eng befreundet mit berühmten Zeitgenossen wie Albert Einstein und Aldous Huxley. Seine wichtigsten Entdeckungen machte er mit dem damals größten Teleskop der Welt auf dem *Mount Wilson* in Pasadena (Kalifornien).

Hubbles Forschungsergebnisse haben unsere Kenntnis vom Universum grundlegend verändert. So entdeckte er u.a.,

- ▶ daß noch andere Galaxien außerhalb unserer Milchstraße existieren (bis zu dieser Entdeckung ging ein Großteil der Astronomen davon aus, daß unsere Sonne den Mittelpunkt des Universums bildet),
- ▶ und daß sich das Weltall ausdehnt.

Letztere Erkenntnis verdankte der Astronom seiner Theorie der *Rotverschiebung*: Diese geht aus von der Prämisse, daß die Helligkeit weit entfernter Galaxien in der Regel als Maß für

deren Entfernung gelten kann. Bei derart großen Sternenansammlungen bildet sich nämlich ein Mittelwert über alle Lichtstärken der zuge-



hörigen Einzelsterne. Davon ausgehend, übertrug Hubble das akustische Phänomen des *Doppler-Effekts* – demzufolge die Frequenz und damit auch die Wellenlänge eines Tons sich verändern, sobald sich Geräuschquelle und Zuhörer aufeinander zu (kurzwellig) bzw. voneinander weg bewegen (längerwellig) – auf das Licht. Mit anderen Worten: Je weiter sich ein Stern von der Erde entfernt, desto rötlicher erscheint sein Licht (Rot gehört zu den längerwelligeren, energieärmeren Bereichen des elektromagnetischen Spektrums). Und in der Tat waren bei den Galaxien, deren Licht mit der geringsten Intensität registriert wurde, die Linien ihres Spektrums am stärksten ins Rot verschoben. Eine Spektralanalyse des Firmaments in alle Himmelsrichtungen ergab, daß sich fast alle lichtschwachen Himmelskörper von der Erde fortbewegen – ein sicheres Indiz dafür, daß das Weltall expandiert. Hubble entdeckte darüber hinaus die Formel, mit der auch heute noch die Geschwindigkeit der auseinanderstrebenden Sterne berechnet wird. Seine Erkenntnis, daß das Weltall expandiert, bildete die Grundlage der späteren Theorie vom *Urknall*.

## GRÜBE AUS 142.009.200.000.000.0

Hellerleuchtete Nebel, Sternen-Cluster, Supernovae – die Aufnahmen des *Hubble Space Teleskops* faszinieren nicht nur die Wissenschaftler, sondern auch die Laien. Eine Auswahl der schönsten Fotos aus den Jahren 1990-1994 können Sie über das Menü *Great Discoveries* bewundern. Nehmen Sie sich ein wenig Zeit, um die Aufnahmen in Ruhe zu studieren. Schenswert sind alle

Bilder – ob aus „nächster Nähe“ (Mars, 51 Millionen Meilen) oder entlegeneren Regionen des Kosmos (Nebel Hen 1357, 1,7 Quadrillionen Kilometer). Übrigens: Die am weitesten entfernte Galaxie lokalisierte das *Hubble Space Teleskop* in rund 15 Milliarden Lichtjahren Entfernung – was dies umgerechnet in Kilometern bedeutet, können Sie an der Überschrift zu diesem Kapitel ablesen.

## NICHTS IST SCHNELLER ALS LICHT

Nach der Einsteinschen Relativitätstheorie ist die Lichtgeschwindigkeit nicht nur eine universelle Konstante mit gleichem Wert in allen Systemen, sondern die schnellste Art der Fortbewegung schlechthin. Das Licht legt in einer Sekunde knapp 300.000 Kilometer zurück und umrundet in dieser Zeit siebeneinhalbmal die Erde. Damit Sie die unvorstellbaren Entfernungen der Sterne, die vom *Hubble Space Teleskop* noch wahrgenommen werden, in Relation setzen können, haben wir einige Vergleiche angestellt. Das Licht braucht

von und zum Mond: etwas über 1 Sekunde

von und zur Sonne: 8 Minuten

von und zum Jupiter: 45 Minuten

von und zum Rand unseres Sonnensystems: 5,5 Stunden

von und zum Orionnebel: 1500 Jahre

zum Durchqueren unserer Galaxis ca. 100.000 Jahre

von und zu den Magellanwolken (mit bloßem Auge am südlichen Horizont erkennbar): 175.000 Jahre

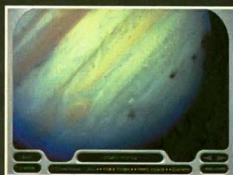
von und zu der am weitesten entfernten Galaxie, die *HST* noch erkennen kann: 15.000.000.000 Jahre

Das bedeutet u.a. auch, daß unsere Erde – selbst wenn sie noch so hell strahlen würde – in gut zwei Dritteln des uns bekannten Universums gar nicht gesehen werden kann: Sie ist nämlich „erst“ 5-6 Milliarden Jahre alt.



Doch wir brauchen nicht unbedingt so weit ins All zu schauen, um ebenso spektakuläre wie aufschlußreiche Aufnahmen zu bewundern. Bereits in unserer Galaxie hat *HST* einige quasi einmalige Ereignisse festgehalten wie z.B.:

...den vermutlich heißesten Stern unserer Milchstraße im planetarischen Nebel NGC 2440. Seine Oberflächentemperatur wird auf rund 360.000° Fahrenheit geschätzt, umgerechnet knapp 150.000° Celsius. Damit ist er fast dreißigmal heißer als die Sonne.



...die Einschläge einer Kette von Kometenfragmenten auf einem Planeten, wie sie nur alle Jahrtausende vorkommt: Die Kollision von *Shoemaker-Lewy* mit Jupiter im Sommer 1994 ließ sich in Tausenden von Bildern

lückenlos rekonstruieren. Auf der nebenstehenden Abbildung sind vier der insgesamt acht Trümmereinschläge am südlichen Pol sehr deutlich zu erkennen. Der größte Krater, der sogenannte „G-Impact“ (die sichtbaren Einschläge wurden von A bis H durchnummeriert), dürfte sogar größer als die Erde sein.

Die Geburt und der Tod von Sternen, so hat das *Hubble Space Teleskop* nachgewiesen, sind im Universum ein alltäglicher Vorgang. Die Kollision zweier Galaxien – in der Regel am Verschmelzen ihrer Kerne erkennbar – beschleunigt beides: Die veränderten Gravitationsverhältnisse führen einerseits dazu, daß Sterne explodieren bzw. aufgesogen werden. Andererseits werden Gas- und Staubwolken stark verdichtet, so daß ideale Bedingungen für die Entstehung neuer Sterne geschaffen werden.

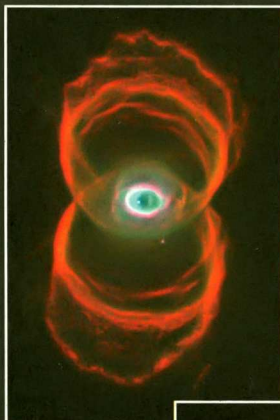
Eine solche Galaxienkollision hat Hubble im Zentrum einer weiteren Galaxie (NGC 5728) ausfindig gemacht. Die stark ionisierenden Emissionen, die dabei zu Tage traten,



# 000.000.000.000.000 KILOMETERN

lassen den Schluß zu, daß sich auch ein unsichtbares Schwarzes Loch im Zentrum der Galaxis befindet.

Wenn Ihnen diese Bilder Appetit auf mehr gemacht haben, dann begeben Sie sich doch auf einen Trip zu den Sternen. Mit dem *Hubble Space Telescope* sind Sie sogar schneller als das Licht am anderen Ende des Universums! Die NASA stellt der Öffentlichkeit seit Beginn der Mission die schönsten Aufnahmen des Teleskops im Internet zur Verfügung. Eine repräsentative Auswahl hochauflösender Farbfotos, die wir mit erklärenden Bildtexten versehen haben, finden Sie im Bonuspack auf der Heft-CD. Ein passendes Bildbetrachtungsprogramm (ACDSee) sowie einen *Word-Viewer*, der die dazugehörigen Erläuterungen einblendet, haben wir gleich mit dazugepackt. Wie Sie in den Genuß der Bilder kommen, lesen Sie bitte auf Seite 4. Die im wahrsten Sinne des Wortes überirdischen Bilder zeigen u.a.



den Stundenglas-Nebel mit seinem augenähnlichen Zentrum und den riesigen Stickstoffringen



Aufsteigende Gaswolken eines Sterns, in denen neue Sterne geboren werden



eine Infrarotaufnahme des Saturns, die detailliert Aufschluß über die Atmosphäre des Planeten gewährt

## STERNENSURFEN

Apropos Internet: Im Netz der Netz gibt es so viele interessante Seiten und Links zur Astronomie wie Galaxien im Universum. Einige Seiten, die uns besonders interessant erscheinen, wollen wir Ihnen nicht vorenthalten (Stand Oktober 1998):

- ▶ <http://oposite.stsci.edu/pubinfo/pictures.html> – Die offizielle Hubble-Bilder-Seite vom Space Telescope Science Institute selbst. Hier erübrigt sich jeder Kommentar.
- ▶ <http://oposite.stsci.edu/pubinfo/LookLike/>: Wenn Sie nicht wissen, wie Hubble-Bilder genau entstehen, analysiert und zusammengesetzt werden – hier erfahren Sie es – mit anschaulichen Beispielen!
- ▶ [http://antwrp.gsfc.nasa.gov/htmltest/rjn\\_bht.html](http://antwrp.gsfc.nasa.gov/htmltest/rjn_bht.html) bietet „Virtual trips to Holes and Neutron Stars“. Anschnallen und losfliegen!
- ▶ <http://www.minet.uni-jena.de/~heidi/astro/such5.html> verschafft auch und gerade Einsteigern einen gründlichen Überblick über die Astronomie. Links und Infos zu Grundlagen, Planeten, astronomischen Instrumenten u.v.a. eingeschlossen!
- ▶ [http://ourworld.compuserve.com/homepages/Joerg\\_Reichert/](http://ourworld.compuserve.com/homepages/Joerg_Reichert/) ist das Sahnebonbon zum Abschluß. Hintergrundreportagen, Einsteigerinfos, aktuelle Missionsberichte in galaktischer Vielfalt und Ausführlichkeit, mit Witz und schön aufbereitet: Hinbeamen!

# DIE SPRACHE DES HIMMELS

**Asteroid** (auch *Planetoid*) Kleiner, meist in großen Gruppen oder *Asteroidengürteln* auftretender Himmelskörper, vermutlich Trümmer von zerstörten *Planeten* oder *Kometen*. Im Unterschied zu *Meteoriten* befinden sich A. meist in der Umlaufbahn von *Sternen* oder *Planeten*.

**Cluster** Dichte Anhäufung von Gestirnen

**Doppelstern(system)** Zwei eng benachbarte *Sterne* mitsamt ihren Trabanten, aus großer Entfernung oft nur als einziger Stern wahrzunehmen. Bekanntestes Beispiel ist der *Polarstern*.

**Galaxie**, *Galaxis* Um einen Kern angeordnetes (meist spiralförmiges oder elliptisches) System aus *Milchstraßen*, *(Einzel) Sternen* und *Nebeln*.

**Grad Celsius(C)/Fahrenheit(F)/Kelvin(K)** Temperaturmaßeinheiten. Im Unterschied zu der in Mitteleuropa geläufigen Gradeinteilung nach *Celsius* liegt der Gefrierpunkt des Wassers auf der in Großbritannien und den USA gebräuchlichen *Fahrenheit-Skala* bei 32°, während der Siedepunkt bei 212° erreicht ist (Umrechnungsformel:  $1(F) = 1,80(C) - 32$ ). Die *Kelvin-Skala* entspricht der Einteilung nach *Celsius*, nur ist der Nullpunkt zugleich der absolute Nullpunkt der Temperatur (-273°C).

**Komet** Himmelskörper, der sich im *Sonnensystem* auf exzentrischer Bahn um die Sonne bewegt.

**Meteorit** Kometen- oder Planetentrümmer in einem *Sonnensystem*, der ziellos umherschwirrt, bis er – angezogen durch die Gravitation – auf einem *Planeten* einschlägt.

**Milchstraße** Formlose, aus unzähligen *Sonnensystemen* und *Sternen* zusammengesetzte Sternengruppe, am Firmament als schwach leuchtendes, „milchiges“ Band zu erkennen. Eine Ansammlung von Milchstraßen, die sich wiederum um einen zentralen Stern gruppieren, nennt man auch *Milchstraßensystem* oder *Galaxis* – Begriffe, die fälschlicherweise oft als Synonym für *Milchstraße* verwendet werden.

**Nebel**, *(planetarische)* Gebilde aus Gas- und Staubwolken, die oft von einem hellen, sterbenden *Stern* abgegeben und beleuchtet werden und Aufschluß über die chemische Zusammensetzung von *Sternen* geben.



**Neutronenstern** Kleiner, extrem dichter *Stern*, der aufgrund seines hohen Anteils von (bei Kernspaltungen freiwerdenden) Neutronen als Endprodukt einer *Supernova* angesehen wird.

**Quasar** Extrem heller, erst durch das Hubble-Teleskop nachweisbarer *Galaxien* (kern) mit starker Radiofrequenzstrahlung. Q. sind die hellsten uns bekannten Himmelskörper und sind daher auch über Milliarden von Lichtjahren noch aufzufspüren.

**Planet** Himmelskörper, der in einem *Sonnensystem* die Sonne auf regelmäßigen, meist elliptischen Bahnen umkreist.

**Pulsar** Schnell rotierender *Neutronenstern*, der in regelmäßigen Abständen für kurze Dauer Radiostrahlen emittiert und deshalb wie eine „Boje“ im Meer des Universums erscheint.

**Roter Riese** *Rötlicher Stern* mit geringer Temperatur (daher die Farbe) im Endstadium, in seinem Inneren aufgrund thermonuklearer Prozesse (Wasserstoffverbrennung) zu gigantischer Größe aufgebläht; kollabiert später nicht selten zu einem *Weißem Zwerg*.

**Schwarzes Loch** In sich zusammengestürzter *Stern*, der unsichtbar bleibt, weil er aufgrund seiner extrem verdichteten Masse ein so starkes Gravitationsfeld bildet, daß er alle umgebende Materie – einschließlich des Lichts – anzieht. Zu lokalisieren ist dieser Himmelskörper nur dank seiner Gravitationswirkung auf die umkreisende Materie.

**Sonnensystem** Durch die Gravitation einer Sonne zusammengehaltenes System. Bestandteile eines S. sind neben der Sonne *Planeten*, *Trabanten*, *Kometen*, *Meteoriten* und *interstellare Materie* (staub- und gasförmige Materie im Raum zwischen den Sternen). Siehe auch *Milchstraße* und *Galaxis*.

**Stern** Massive, heiße, selbständig leuchtende Gaskugel (im Unterschied zum kleineren *Planeten*, der nicht selbst strahlt, sondern nur angeleuchtet wird). *Sterne* können als mehr oder weniger isolierte *Einzelsterne* existieren, bei hoher Gravitation aber auch ein System aus umkreisenden Himmelskörpern, d.h. eine *Sonne* bzw. ein *Sonnensystem*, bilden.

**Supernova** (Pl.: *Supernovae*) Sterneneruption (größeren Ausmaßes, in kleinerem Ausmaß: *Nova*), bei der ein Teil oder der ganze *Stern* explodiert. Meist ist die S. das Resultat eines sterbenden Sterns, der sein Gravitationsgleichgewicht nicht mehr halten kann; seltener tritt sie in der frühen Genese auf, wenn das Gleichgewichtsstadium noch nicht erreicht ist.

**Trabant** Himmelskörper, der einen Planeten umkreist

**Weißer Zwerg** *Stern* mit kleinem (planetengroßem) Durchmesser, aber hoher Helligkeit und Dichte; nicht selten hervorgegangen aus einem *Roten Riesen*, der seinen Wasserstoffgehalt durch Kernreaktionen aufgebraucht hat und darauf kollabiert ist.





24 Stunden / 365 Tage

Bestellannahme

0180/555 82

Fax: 07631/360-444

http://www.pearl.de

# Überirdische Angebote:

ANZEIGE

## Mission Galaxy

Erleben Sie die allerneuesten, bisher unveröffentlichten Original-NASA-Bilder des Hubble-Teleskops und der Voyager-Sonden in sensiblen, hochauflösender Farb-Qualität. Ausgezeichnete Bildbearbeitungsfunktionen erlauben zusätzlich Veränderung u. Druck aller Bilder nach Belieben.

- Über 200 topaktuelle, großform. Farbbilder
  - Planeten, Galaxien und Kometen einschl. HaleBopp
  - Superrealistische Darstellung durch modernste elektronische Nachbearbeitung
  - Datenbank zu Planeten, Sternen u. Galaxien
  - Animierte Erläuterung der Hubble-Technik
- Komplett dt. Vollversion für Win  
3.1x/95 auf CD-ROM,

Bestell-Nr. PK-286, nur

**1880**  
DM  
üs 151 / sFr 18,80

## Space Missions

Vom Sputnik bis zu den modernen Space Shuttles: Diese Multimedia-CD zeigt Ihnen die großen Missionen der Amerikaner und Russen beim Wettlauf ins All.

- Über 500 MB Informationen in Wort, Bild und Video.
- Zahlreiche Videos mit Raketenstarts und herausragenden Ereignissen wie die Mondlandung, der erste Weltraumspaziergang und das Challenger-Unglück.
- Navigieren Sie durch die zahlreichen Informationen mit einer Zeitleiste oder komfortablen Suchfunktionen.
- Hören Sie Funkverkehr der Astronauten mit den Bodenstationen.

Vollversion auf CD-ROM (E) für Windows ab 3.x

Bestell-Nr. SA-690

**1480**  
DM  
üs 119 / sFr 14,80

## WieSO ist das klar?

Stillen Sie Ihren Wissensdurst mit topaktuellen CD-ROMs aus allen Bereichen der modernen Wissenschaften. Die Multimediaführer helfen Ihnen, die Welt, in der wir leben, besser zu verstehen. Dabei wurde besonders viel Wert auf Verständlichkeit und Anschaulichkeit gelegt, auf Fremdwörter und Fachlatein wurde bewusst verzichtet.

Viele Videoclips, Bilder und unkomplizierte Texte führen Sie in das Thema ein und erläutern Ihnen Einzelheiten. Alle Titel sind deutsche Vollversionen auf CD-ROM für Windows ab 3.x  
Jede CD-ROM nur

Das Weltall Bestell-Nr. PK-534

Alles Wissenswerte zu den Themen Kosmos, Urknall, Sonnensysteme, Galaxien, Himmelskörper uvm.

Unsere Erde

Bestell-Nr. PK-533

Alles Wissenswerte zu den Themen Erdinneres, Erdoberfläche, Atmosphäre, Naturgewalten und Himmelserscheinungen uvm.

## Apollo XIII

Houston, wir haben ein Problem! Mit dieser Meldung von Jim Lovell begann die Odyssee der NASA-Mission Apollo XIII, die die Welt eine Woche lang in Atem hielt. Diese Multimedia-CD zeigt Ihnen nochmal die schicksalhaften Stunden an Bord der Raumkapsel und die dramatische Rettungsaktion.

- Dokumentation der Rettung mit vielen Bildern, Texten aus Zeitungen und Erzählungen der Beteiligten
- Interviews mit den Astronauten und Controllern in Houston
- Über 70 Minuten Videos aus den Originalaufzeichnungen
- Über 20 Minuten Audio-Dateien

Vollversion auf CD-ROM (E) für Windows ab 3.x

Bestell-Nr. SA-658



**1480**  
DM  
üs 119 / sFr 14,80

## Win-Funktion: Astronomie

Planeten - Sterne - Simulationen

Ihr kompetenter Begleiter in die faszinierende Welt der Himmelskörper mit vielen Grafiken, Animationen und umfassenden Hintergrundinformationen. Der ideale Einstieg für alle Astronomie-Interessenten, dazu ein unentbehrliches Nachschlagewerk für den ambitionierten Hobby-Astronom:

- Ephemeriden-Tafeln, animierte Planetenschleifen
- Variable Sternkarte mit Darstellung aller 88 Sternzeichen
- Bibliothek mit 1.600 Sternen, Entfernungsbestimmung
- Inkl. Lexikon, Tutor, Formelsammlung, Kalender, Screensaver

Dt. Originalpaket (3,5")  
Bestell-Nr. SA-655

**1480**  
DM  
üs 119 / sFr 14,80

# Bestellschein

**Ja,** ich möchte Ihr Angebot nutzen und bestelle hiermit:

LIEFERN SIE MIR GEGEN

- ☐ Bankinzug (+ DM 6,90)  
☐ Scheck liegt bei (+ DM 7,90)  
☐ Nachnahme (+ DM 9,90)  
☐ Rechnung (+ DM 11,90)

Bitte geben Sie hier Ihre Bankverbindung an!

BLZ

Kto.

Name der Bank

▲ (Nur Großfirmen / öffentl. Institutionen mit öffiz. Bestellung)

**PEARL Schweiz GmbH**  
Freilagerstrasse 1  
CH-4023 Basel  
Tel: 061-333 11 40  
Fax: 061-333 12 22

**PEARL Österreich**  
Hauptstrasse 4  
A-3441 Baumgarten  
Tel: +43-60-5214  
Fax: +43-2274-73715

PEARL

Agency Allgemeine Vermittlungsgesellschaft mbH

PEARL-Straße 1

D-79426 Buggingen

Bestellannahme: 0180-55582

Telefax: (076 31) 360-444 www.pearl.de

Persönliche Bestellannahme:  
Rand um die Uhr \* An allen Tagen

CompuServe: GO PEARL

Auf Bestellungen unter einem Auftragswert von DM 10,- erheben wir einen Mindermengenzuschlag von DM 4,- für Druckfehler übernehmen wir keine Haftung. Geringfügige Änderungen des Lieferumfangs oder des Produkt Designs behalten wir uns vor!

Kunden-Nr. (falls vorhanden)

| Anzahl | Produkt                           | Best.-Nr. | je DM |
|--------|-----------------------------------|-----------|-------|
|        | Mission Galaxy                    | PK-286    | 18,80 |
|        | WieSO ist das klar? (Unsere Erde) | PK-533    | 14,80 |
|        | WieSO ist das klar? (Das Weltall) | PK-534    | 14,80 |
|        | Space Missions                    | SA-690    | 14,80 |
|        | Apollo XIII                       | SA-658    | 14,80 |
|        | Win-Funktion: Astronomie          | SA-655    | 14,80 |
|        |                                   |           |       |
|        |                                   |           |       |
|        |                                   |           |       |
|        |                                   |           |       |
|        |                                   |           |       |
|        |                                   |           |       |
|        |                                   |           |       |

Absender

Vorname

Nachname

Straße / Hausnummer

Land / neue PLZ

Ort

Datum

Unterschrift

# LIZENZURKUNDE

Hiermit wird bestätigt, daß Sie mit dem Kauf der Zeitschrift „CD-TOP“ und der darin enthaltenen CDs berechtigt sind, das Programm

## HUBBLE SPACE TELESCOPE

als Lizenzinhaber und damit rechtmäßiger Anwender in vollem Umfang und zeitlich unbegrenzt zu nutzen.

Als kommerzielles Lizenzprodukt der Firma *tewi/Softkey* unterliegt das Programm **Hubble Space Telescope** – im Unterschied zur Shareware – rechtlichen Bedingungen für die Programmnutzung, wie sie bei jedem kommerziellen Programm üblich sind.

Als lizenzierte Anwender verpflichten Sie sich, die folgenden Bestimmungen einzuhalten:

- 1 Geltung der Lizenz:** Der Lizenznehmer ist berechtigt, das registrierte Programm uneingeschränkt auf einem **Arbeitsplatz-Rechner** zu nutzen. Für den Einsatz auf verschiedenen Rechnern sind weitere Lizenzen erforderlich.
- 2 Schutz der Software:** Der Anwender ist berechtigt, eine Archivkopie zum Zwecke der Datensicherung zu erstellen. Weitere Kopien und insbesondere die Weitergabe von Kopien an Dritte verletzen das Urheberrecht und sind untersagt. Der Verleih sowie jegliche Abänderung oder Modifizierung des Programms sind nicht gestattet. Alle Urheber- und Warenzeichenrechte verbleiben bei der Firma *tewi/Softkey*.
- 3 Haftung:** Für den Fall, daß die Programm-CDs einen Materialfehler aufweisen, erhalten Sie kostenlosen Ersatz. Senden Sie den/die defekten Datenträger zusammen mit dem Reklamationschein von S.4 sowie einem frankiertem (DM 3,-) und adressierten Rückumschlag an die umseitige Adresse. Weitergehende Garantien und Haftungsansprüche sind ausgeschlossen.
- 4 Registrierung:** Der Eingang des ausgefüllten Registrierungsscheins ist die Voraussetzung dafür, daß Sie berechtigter Lizenzinhaber des Programms **Hubble Space Telescope** werden.

Bitte tragen Sie hier als Lizenznachweis das Datum der Absendung Ihres Registrierungsscheins ein.

Abgesandt am:

.

Unterschrift

## REGISTRIERUNGSSCHEIN

CD-TOP 16

Ich habe eine Lizenzversion des Programmes **Hubble Space Telescope** mit dem Kauf der Zeitschrift „CD-TOP“ erworben und die geltenden Lizenzbestimmungen für die rechtmäßige Nutzung zur Kenntnis genommen. Mit der Absendung dieses Registrierungsscheins werde ich lizenzierte Anwender.

Ich wünsche künftig unverbindlich über Updates und Produktneuheiten informiert zu werden: ☐ ja ☐ nein

Ich bin **bereits registrierter Anwender** einer anderen Vollversion aus dem TREND-Verlag: ☐ ja ☐ nein

Vor- und Zuname

Straße

PLZ/Ort

Datum und Unterschrift

Bitte senden Sie diesen Registrierungsschein an die umseitige Adresse:

**PEARL**

(Passend für Fensterbriefumschlag)

# Neues Titelkonzept beim TREND-Verlag

**Achten Sie auf folgende Titel im Zeitschriften-Handel:**

**Unsere Vollversions-Serien jetzt in neuem Look!**

**Hier am Beispiel der BG GOLD 16:**



Schnell und leicht  
erfaßbarer Preis

Neues, eingängiges  
Magazin-Logo  
in Leuchtgelb  
statt Goldprägung

Wiederholung des  
Magazin-Titels

Optimale Befestigung der  
CD-ROM mit zusätzlichem  
Folienschutz

Vollversions-Titel

Wesentliche Leistungs-  
merkmale der Software  
oder besondere Nutzwerte  
des Magazins

Ausführliche  
Beschreibung der  
Heft-Vollversion

**Titelseite**

Abbildung der  
Originalverpackung  
+ Original-Screens

**Rückseite**

Wiederholung  
des Heft-Logos

Wiederholung des  
Namens der Vollversion  
auf der Heft-CD-ROM

Nutzwert und  
ergänzende Features  
der Vollversion

Pressezitate zur  
Magazin-Vollversion

Systemvoraus-  
setzungen



**Im Zeitschriftenhandel können Sie ab sofort auch ältere, ausverkaufte Ausgaben portofrei nachbestellen.**

(Hinweis für den Zeitschriftenhandel: Ein Service in Zusammenarbeit mit LOGIPRESS).

# HUBBLE SPACE TELESCOPE

## Das Fenster ins Weltall

1990 wurde in der Geschichte der Raumfahrt ein neues, spektakuläres Kapitel aufgeschlagen: Mit dem *Hubble Space Telescope* (HST) wurde erstmals ein Teleskop in der Erdumlaufbahn ausgesetzt. Seit acht Jahren sendet es aufregende Bilder zur Erde, die unser Wissen vom Weltall beträchtlich erweitert haben. Gehen Sie mit auf eine abenteuerliche Reise in die entlegensten Regionen des Kosmos, und lernen Sie darüber hinaus dieses einzigartige Teleskop bis ins kleinste Detail kennen!



Spannend: Verfolgen Sie die Entwicklungsgeschichte des Teleskops von der ersten Idee bis in die Gegenwart.

Werden Sie Augen- und Ohrenzeuge der waghalsigen und erfolgreichen Mission im Dezember 1993, in deren Verlauf eine Astronautencrew das Teleskop vollständig reparierte.

Informativ: Werfen Sie einen Blick ins Innere des Teleskops und lernen Sie seine technische Konstruktion und Funktionsweise kennen.

Atemberaubend: Staunen Sie über wunderschöne Aufnahmen aus entfernten Galaxien. Schwarze Löcher, Quasare, interstellare Nebel rücken in greifbare Nähe. Auch die Geburt oder den Tod eines Sterns können Sie in den zahlreichen Fotos, Videos und Animationen hautnah miterleben!



### Systemvoraussetzungen:

PC386 mit 8 MB RAM, Windows 3.1x, Windows 95 oder Windows 98, VGA, CD-ROM-Laufwerk, Soundkarte optional

# CDTOP

## ROM

Englische  
Originalversion  
auf CD-ROM

## The HUBBLE SPACE TELESCOPE

Multimedia CD-ROM-Edition

- Sensationelle Aufnahmen aus dem All: Wie das Hubble Teleskop unsere Ansicht vom Weltall revolutioniert
- Geschichte und Idee
- Konzept, Konstruktionspläne und technische Daten
- Edwin Hubble: Leben und Werk
- BONUS-PACK: Die neuesten Aufnahmen des Hubble Teleskops in hochauflösenden Farbfotos, Videos und Animationen
- Heftinnenteil: Die Pläne der NASA und die schönsten Internetseiten zum Hubble Teleskop