

Der Himmel auf Papier

Maria Pflug-Hofmayr

Nachts, wenn es dunkel wird, öffnet sich der Blick ins Weltall, und ferne Sterne und Sternensinseln werden sichtbar. Schon in den ältesten Kulturen der Menschheit finden wir Hinweise auf die Beobachtung des Himmels (Abb. 1).

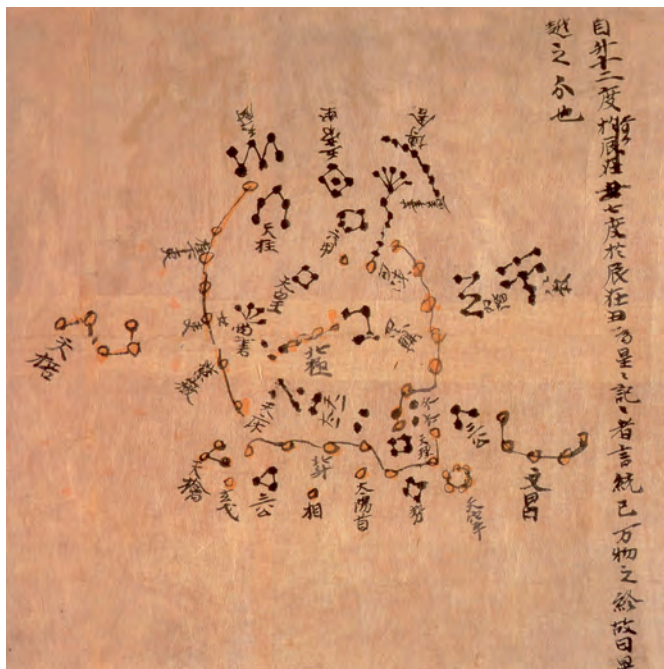


Abb. 1: Der Sternatlas von Dunhuang: Der älteste vollständige uns bekannte Sternatlas stammt aus der Zeit zwischen 649 und 684 und wurde 1907 in der Seidenstraßenstadt Dunhuang entdeckt.

Früher versuchte man, aus dem Lauf der Gestirne Rückschlüsse auf die Zukunft zu ziehen, doch spätestens seit Beginn der Neuzeit steht die Erforschung der Naturgesetze und der Aufbau des Universums im Vordergrund. Die Erfindung der Fotografie brachte die Menschheit diesem Ziel ein gewaltiges Stück näher.

In der Mitte des 19. Jahrhunderts baute William Parsons, der dritte Earl of Rosse, in der irischen Grafschaft Offaly, einer der verregnetsten Gegenden der Welt, auf seinem Landsitz Birr Castle das größte Teleskop der damaligen Zeit. Doch obwohl er und seine Frau Mary Rosse sich auch der Fotografie widmeten, hielt Lord Rosse seine nicht unbedeutenden Entdeckungen mit Zeichenstift auf Papier fest. Was hinderte ihn daran, ein Pionier der Astrofotografie zu werden?

Zwei große Herausforderungen sind bei der Fotografie des Himmels zu bewältigen: die Lichtschwäche der darzustel-

Maria Pflug-Hofmayr betreut bei der Werbeagentur meta-physik e.U. (Schottenfeldgasse 63/1/2, 1070 Wien) Orion, das Online-Medium für Astronomie und Raumfahrt. E-Mail: office@derorion.com. (<http://www.der-orion.com/>)

lenden Objekte (jede Straßenlampe leuchtet heller als der Mond) und die Rotation der Erde, die dazu führt, dass Himmelsobjekte sich scheinbar bewegen, und die man ausgleichen muss, wenn man die Sterne punktförmig abbilden möchte.

In der Pionierzeit der Fotografie waren schon bei Tageslicht lange Belichtungszeiten erforderlich, um überhaupt ein Bild zu erhalten. Die ersten Himmelsobjekte, die fotografisch festgehalten wurden, waren naturgemäß relativ hell: Mond, Venus oder Sonnenfinsternisse. Die erste bekannte Aufnahme des Mondes stammt von John W. Draper, er fotografierte sie am 26. März 1840 auf seiner Dachsternwarte in New York City.

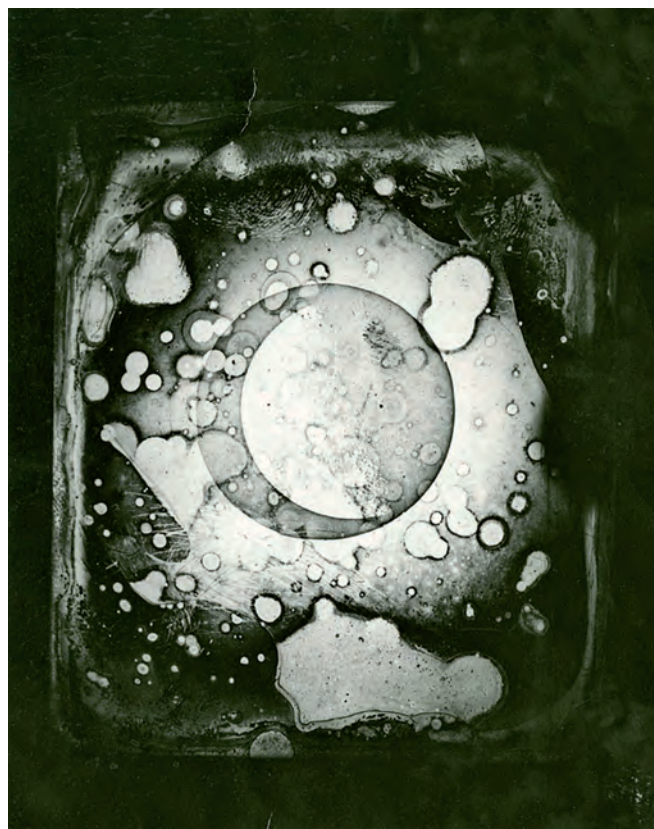


Abb. 2: Die älteste erhaltene Aufnahme des Mondes fotografierte John W. Draper am 26. März 1840 in seiner Dachsternwarte in New York City.

Der gewaltige „Leviathan von Parsonstown“ war nur in Nord-Süd-Richtung schwenkbar, wie auch die meisten anderen großen Spiegelfernrohre dieser Zeit, und konnte einem Gestirn nur wenige Minuten lang folgen – viel zu kurz, um es auf einer fotografischen Platte festzuhalten (Abb. 3). Daher blieb die Astrofotografie anderen vorbehalten.



Abb. 3: Zeitgenössisches Aquarell des Teleskops von Parsonstown, gemalt von Henrietta Crompton (http://en.wikipedia.org/wiki/Leviathan_of_Parsonstown#mediaviewer/File:Birr_Castle_by_Henrietta_Crompton.jpg [13.10.2014]);



Abb. 3a: Zeitgenössische Fotografie des Teleskops von Parsonstown

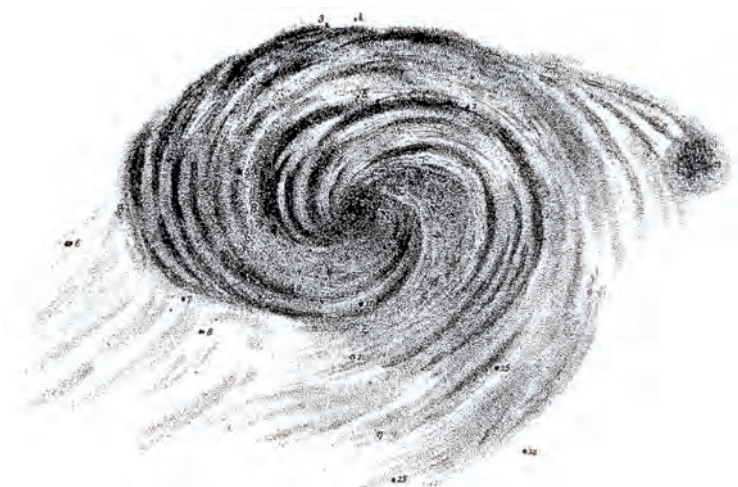


Abb. 4: Diese Zeichnung von William Parsons zeigt M 51 mit deutlicher Spiralstruktur.

Der Astronom William Parsons, 3. Earl of Rosse, hat es übrigens bis zum Mond geschafft. 1935 benannte die Internationale Astronomische Union nach ihm einen Mondkrater im Mare Nectaris unweit des nach dem Fotografie-Pionier benannten Kraters Daguerre.

Um die Erdrotation auszugleichen und Gestirne längere Zeit am Himmel zu verfolgen, werden parallaktische Montierungen gebaut. Die erste entwickelte 1610 der Jesuit Christoph Grienberger am Vatikanischen Observatorium für seinen Mitbruder Christoph Scheiner zur Sonnenbeobachtung.

Eine parallaktische Fernrohrmontierung besteht aus zwei Achsen, die im rechten Winkel zueinander stehen. Eine der Achsen ist parallel zur Erdachse gerichtet, sodass das Fernrohr einem Gestirn folgen kann. Die zweite Achse dient der Einstellung verschiedener Himmelsbreiten. Wenn man nun eine Kamera an einem Teleskop montiert, kann man schwache Objekte über einen langen Zeitraum verfolgen und fotografisch festhalten, ohne dass Sterne und Objekte durch die Erddrehung verzerrt werden.

Die Astrofotografie, die durch diese Verbesserung möglich wurde, führte zu einer Fülle neuer Entdeckungen, zum Beispiel, dass in ausgedehnten Staubschwaden neue Sterne entstehen, dass das Universum expandiert, oder dass am Rande des für uns beobachtbaren Universums Quasare unvorstellbar hell leuchten, die kurz nach der Geburt des Weltalls entstanden sind.

Der Blick in die Ferne ist immer auch ein Blick in die Vergangenheit: Da die Lichtgeschwindigkeit endlich ist, sehen wir Objekte niemals in der Gegenwart, sondern so, wie sie aussahen, als das von uns beobachtete Licht sie verlassen hat. Edwin Hubble fand unter anderem einen veränderlichen Stern in der Andromeda-Galaxie, den er zuerst für eine Nova hielt. Anhand der Perioden-Leuchtkraft-Beziehung des Sterns konnte er nachweisen, dass die Andromeda-Galaxie 2,5 Millionen Lichtjahre von der Erde entfernt und somit kein Teil der Milchstraße ist (Abb. 5).

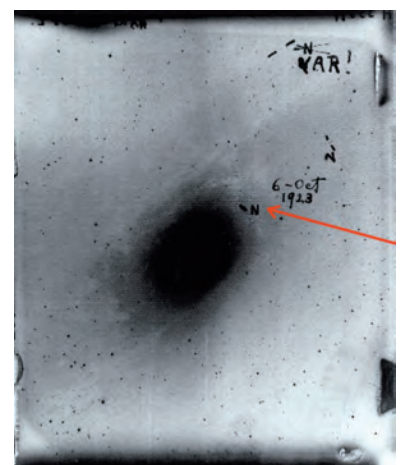


Abb. 5: Edwin Hubble, Plate of the Andromeda Galaxy mit dem variablen Stern N (roter Pfeil), 1923 (Image courtesy of the Hale Observatory).

Diese Entdeckung führte zu der Erkenntnis, dass Spiralnebel nicht innerhalb unserer Galaxis liegen, sondern weit entfernte, von der Milchstraße unabhängige Sternensinseln sind.

Die Himmelsforschung von der Erde aus ist jedoch zwei grundlegenden Einschränkungen unterworfen, da man nur durch die Erdatmosphäre hindurch beobachten kann. Die Lufthülle ist niemals ruhig, sondern ständig in Bewegung, wodurch fotografische Bilder – besonders wenn man große Teleskope einsetzt – unscharf werden. Daher legte schon 1946 Lyman Spitzer, damals Professor an der Yale-Universität, ein Konzept für ein Teleskop in der Erdumlaufbahn vor, das Jahrzehnte später mit zahlreichen im All stationierten Observatorien erfolgreich umgesetzt wurde, zum Beispiel dem Weltraumteleskop Hubble (Abb. 6).



Abb. 6: Das Weltraumteleskop Hubble-Weltraumteleskop, aufgenommen während der zweiten Servicemission 1997. Das Teleskop beobachtet das Weltall in einer Höhe von 569 Kilometern und ist somit völlig unbeeinträchtigt von der Erdatmosphäre. (Bild: NASA)

Die neueste Generation bodengebundener Teleskope kompensiert diese Luftunruhe erfolgreich mit beweglichen Spiegeln (Abb. 7a und Abb. 7b). Zu den leistungsstärksten Vertretern dieser Generation gehört das VLT der Europäischen Südsternwarte in Chile.

Eine Einschränkung, die vom Boden aus nicht kompensiert werden kann, ist die Filterwirkung der Luft. Wir sehen mit unseren Augen nur einen winzigen Ausschnitt des elektromagnetischen Spektrums, den wir als sichtbares Licht bezeichnen. Fast alle anderen Spektralbereiche werden von der Lufthülle der Erde ganz oder teilweise blockiert. Viele Prozesse im Kosmos sind jedoch im sichtbaren Licht praktisch unbeobachtbar, weil sie elektromagnetische Strahlung in ganz anderen Frequenzen aussenden: Radio- oder Mikrowellen, Infrarotlicht, Röntgen- oder Gammastrahlung. All diese Vorgänge kann man von der Erde aus nicht oder nur sehr eingeschränkt sehen.

Die Raumfahrt ermöglichte den Einsatz einer neuartigen Teleskopgeneration, die in diesen für uns unsichtbaren Spektralbereichen beobachtet und unser Blickfeld gewaltig erweitert. Zu diesen Weltraumteleskopen gehören das Röntgenteleskop Chandra, die Infrarot-Teleskope Spitzer und Herschel, das Gammastrahlenteleskop Fermi und viele andere. Zwar sind die Forschungsergebnisse, die mit die-

sen Teleskopen gewonnen werden, in der Öffentlichkeit kaum bekannt, weil sie weniger plakative Bilder liefern als das Weltraumteleskop Hubble, aus wissenschaftlicher Sicht sind diese Daten aber höchst wertvoll.

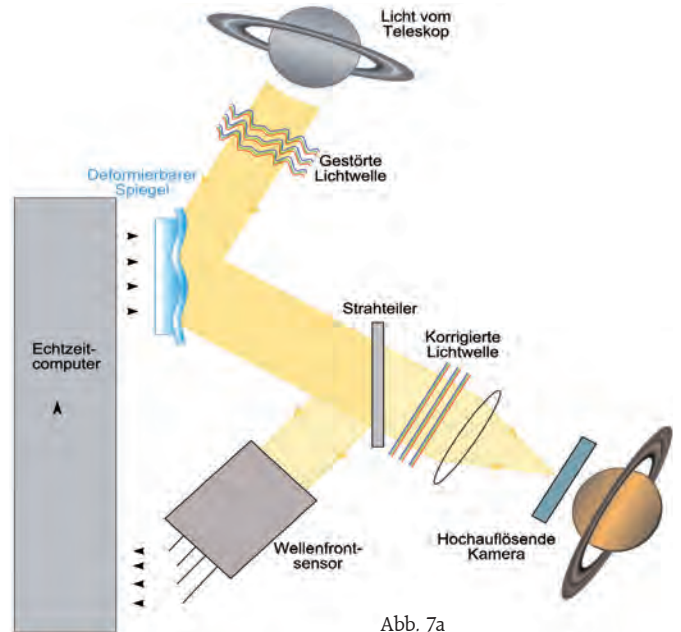


Abb. 7a

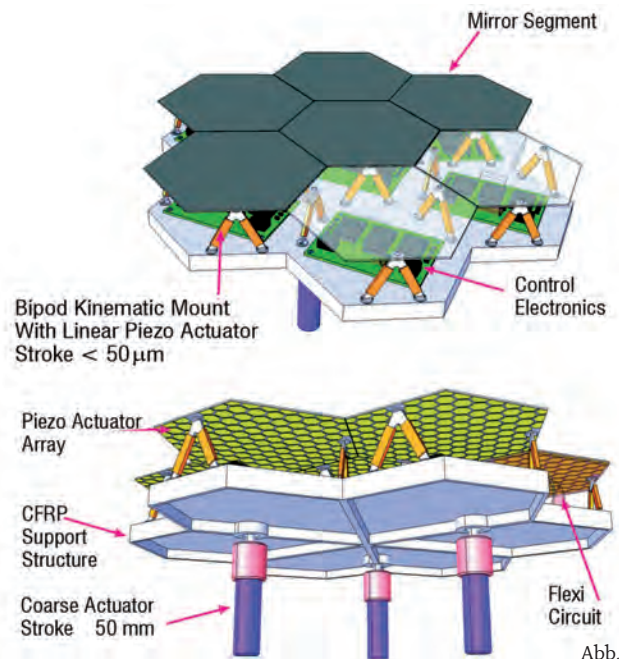


Abb. 7b

Abb. 7a und Abb. 7b: Adaptive Optik

Um von der Erde aus bessere Bilder zu erzielen, simulieren Astronomen mit Laserstrahlen einen künstlichen Stern, vermessen mit diesem die Luftunruhe und korrigieren so die adaptive Optik von Teleskopen wie dem VLT.

Ein und dasselbe Objekt kann in unterschiedlichen Wellenlängen ganz unterschiedlich aussehen. Ein gutes Beispiel dafür ist der Nordamerika-Nebel. Im sichtbaren Licht ist deutlich eine Staubwolke erkennbar, die an den Kontinent Nordamerika erinnert. Beobachtet man aber dieselbe Region im Infrarotlicht, ist die vertraute Form nicht mehr zu erkennen, stattdessen treten zahlreiche Staubschwaden in den Vordergrund, die nur im Infrarotlicht sichtbar sind (Abb. 8).

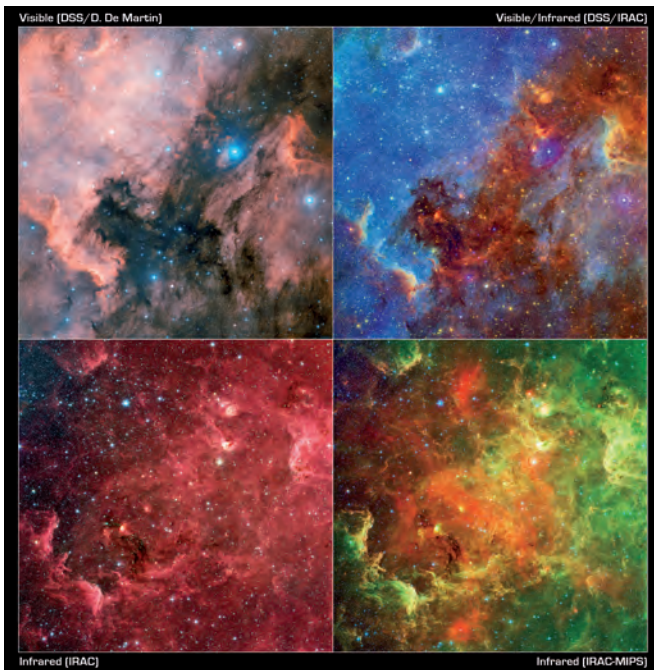


Abb. 8: Im sichtbaren Licht erinnert der Nordamerikanebel an den Kontinent auf der Erde. Diese Struktur ist im Infrarotlicht nicht erkennbar, stattdessen treten je nach Wellenlänge ganz andere Strukturen zutage.

Langwellige Strahlung stammt von kalten Objekten wie interstellarem Staub, aber auch vom kosmischen Mikrowellenhintergrund, der das Nachleuchten des Urknalls darstellt. Kurzwellige Strahlung wie Röntgen- oder Gammastrahlung stammt hingegen von sehr energiereichen, heißen Objekten oder Prozessen, wie zum Beispiel Schwarzen Löchern, Neutronensternen oder Supernova-Explosionen.

Mit Beginn des Raumfahrtzeitalters wurde es auch möglich, Raumsonden zu Planeten und Asteroiden zu schicken und diese aus der Nähe zu betrachten. Der erste von der Menschheit besuchte Himmelskörper war natürlich der Erdmond. Die russische Raumsonde Luna 3 schickte das erste Bild der Rückseite des Mondes zur Erde, die bis dahin völlig unbekannt war. Die nächsten Ziele waren Mars und Venus, letztere wurde zur damaligen Zeit noch für einen bewohnbaren Planeten gehalten. Erst die russischen Venera-Sonden zeigten, wie unwirtlich und heiß der Schwesterplanet der Erde ist.

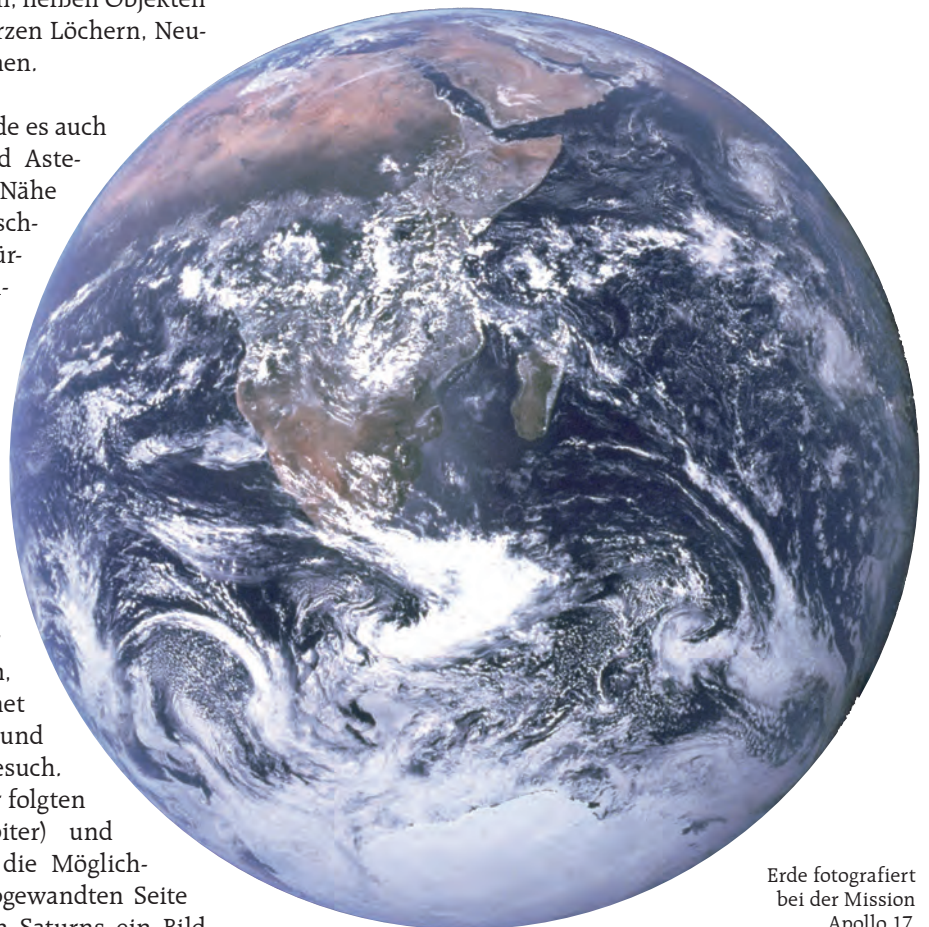
Schwierig zu erforschen sind nicht nur die äußeren Planeten Uranus und Neptun, sondern auch der sonnennächste Planet Merkur. Die Gasriesenplaneten Jupiter und Saturn erhielten vergleichsweise viel Besuch. Den Kurzmissionen Pioneer und Voyager folgten zwei Langzeitmissionen, Galileo (Jupiter) und Cassini (Saturn). Beide Sonden boten die Möglichkeit, diese Planeten auch von der erdabgewandten Seite zu betrachten. So entstand im Schatten Saturns ein Bild

der Raumsonde Cassini, das die von den Ringen beleuchtete Rückseite des Planeten zeigt; die Ringe selbst sind im Gegenlicht zu sehen (Abb. 9).



Abb. 9: Die Raumsonde Cassini fotografierte dieses leicht farberverstärkte Echtfarbenbild von Saturn im Schatten des Planeten mit Blick zur Sonne. Die Saturnringe sind im Durchlicht zu sehen, das zarte Licht, das die Nachtseite Saturns erhellt, wird von den Ringen reflektiert. (Foto: NASA Bild-Index: PIA08329)

Schließlich ermöglicht uns die Raumfahrt auch einen Blick von außen auf unsere Heimatwelt. Die Apollo-Missionen zeigten uns nicht nur die faszinierende Oberfläche des Mondes, sondern auch die Zerbrechlichkeit der Erde, fotografiert unter anderem von dem Geologen Harrison Schmitt bei der Mission Apollo 17. Heute liefern uns zahlreiche Erdbeobachtungssatelliten Informationen, zum Beispiel über das Wetter, Naturkatastrophen, Landnutzung oder den Klimawandel. Doch Bilder der ganzen Erde, wie sie während der Apollo-Missionen entstanden, können derzeit nur mit Sonden fotografiert werden, welche die Erde verlassen.



Erde fotografiert bei der Mission Apollo 17.