

Nigel Calder

---

JENSEITS VON HALLEY



Der Halleysche Komet in voller Pracht, ungefähr zu dem Zeitpunkt, als im März 1986 Giotto und andere Sonden bis tief in seinen Kern vorstießen. Eine Aufnahme mit der Schmidtkamera der Europäischen Südsternearte in Chile, wo der Komet damals wesentlich besser als in Giottos Heimat Europa zu sehen war. (Bild: ESO)

Nigel Calder

---

# JENSEITS VON HALLEY

Die Erforschung von Schweifsternen  
durch die Raumsonden  
GIOTTO und ROSETTA

Übersetzt von Daniel Fischer

Geleitwort

von Reimar Lüst

Mit 37 Abbildungen

davon 11 in Farbe



Springer

---

Nigel Calder  
26 Boundary Road, Northgate  
Crawley, Sussex RH10 2BT  
England

*Übersetzer*

Daniel Fischer  
Im Kottsiefen 10  
D-53639 Königswinter

*Titel der englischen Originalausgabe*

Giotto to the Comets

© Nigel Calder 1992

*Umschlagbild*

Computergraphik der Umlaufbahnen der Erde (blau), des Kometen Grigg-Skjellerup (braun), der Flugbahn der Giotto-Sonde (grün) sowie der Umlaufbahn des Kometen Halley im Inneren Sonnensystem (rot). Grigg-Skjellerup und Giotto befinden sich hier kurz vor ihrer größten Annäherung. Die Hochgewinnantenne zeigt in Richtung Erde, um die Kommunikation aufrecht zu erhalten und den wissenschaftlichen Datentransfer zu den Bodenstationen auf der Erde zu ermöglichen. (Bild: ESA)

ISBN-13:978-3-642-85067-7      e-ISBN-13:978-3-642-85066-0  
DOI: 10.1007/978-3-642-85066-0

CIP-Einheitsaufnahme beantragt

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1994  
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1994

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Einbandgestaltung: Erich Kirchner, Heidelberg  
Satz: Datenkonvertierung durch K. Mattes, Heidelberg

SPIN: 10125925      55/3140-5 4 3 2 1 0 – Gedruckt auf säurefreiem Papier

---

## *Geleitwort*

Mit der Kometensonde Giotto wurde eines der aufregendsten Kapitel der Geschichte der Raumfahrt geschrieben. Nigel Calder hat es verstanden, dieses Abenteuer anschaulich und spannend wiederzugeben.

Die Erscheinung eines Kometen galt früher als schlechtes Omen. Der Komet Halley, über dessen Beobachtung zum ersten Mal 240 v. Chr. berichtet wurde und der alle 76 Jahre in die Nähe der Erde zurückkehrt, bildete dabei keine Ausnahme.

Im Jahre 1986 hat er den Wissenschaftlern jedoch Glück gebracht. Mit der Raumsonde Giotto, die am 2. Juli 1985 von Kourou (Guayana) mit der europäischen Trägerrakete Ariane auf den Weg geschickt wurde und die in der Nacht vom 12. auf den 13. März 1986 in nur 600 Kilometern Abstand vom Kopf des Kometen vorbeiflog, wurde das Geheimnis eines Kometenkerns enthüllt. Mit der von Uwe Keller am Max-Planck-Institut für Aeronomie entwickelten Kamera konnte der Kern des Kometen sichtbar gemacht werden.

Die Giotto-Mission war in dreifacher Hinsicht herausragend:

- Die Ingenieure haben einen Raumflugkörper entwickelt, der mit Vorbeiflügen an zwei Kometen alle Erwartungen weit übertroffen hat.
- Die Wissenschaftler haben völlig neue Informationen über Mitglieder des Sonnensystems – die Kometen – gewonnen. Sie haben Europa damit an die Spitze der Kometenforschung gestellt.
- Giotto ist ein Symbol für den Erfolg internationaler Zusammenarbeit, nicht nur in Europa, sondern weltweit. Der erfolgreiche Vorbeiflug am Kometen Halley wurde in amerikanischer, russischer, japanischer und europäischer Zusammenarbeit geplant und durchgeführt.

Selbst der Papst hat dabei mitgespielt. Er verlieh den beteiligten Wissenschaftlern und Ingenieuren den Ehrentitel „Friedensstifter“.

*Reimar Lüst*

---

## Vorwort

„*Wo warest Du, da ich die Erde gründete?*“ (Hiob 38,4)

Der Sinn von Giottos Reisen zum Halleyschen Kometen 1986 und Komet Grigg-Skjellerup 1992 reicht tief in die Grundlagenforschung. Mithin berührt die irdische Geschichte der Männer und Frauen und ihres High-Tech-Abenteuers auch kosmische Geheimnisse, wie in der Frage Gottes an Hiob. Die Europäische Weltraumbehörde (ESA) bot mir die Möglichkeit, die Geschichte der Giotto-Sonde so zu erzählen, wie ich wollte. Sie gewährte mir freien Zugang zu Personen und Dokumenten. Ich bin den Managern, Wissenschaftlern, Ingenieuren, Operateuren und Flugdynamikern dankbar, daß sie sich die Zeit nahmen, die Mission Revue passieren zu lassen und mich über ihren Fortschritt und die technischen Aspekte auf dem laufenden zu halten. Die Meinungen und Deutungen sind meine eigenen.

Dank gilt den vielen Mitgliedern der Giotto-Wissenschaftsteams in Frankreich, Deutschland, Irland, der Schweiz und Großbritannien, die mich in ihre Laboratorien einließen und mir ihre Theorien erklärten, die Experimente und ihre Ergebnisse. Mitarbeiter von British Aerospace und Dornier unterrichteten mich geduldig in Weltraumtechnik. Alan Johnstone vom Mullard Space Science Laboratory und Rod Jenkins von British Aerospace unterstützten mich mit ihren persönlichen Sammlungen von Unterlagen über Giotto und Komet Halley, ebenso David Dale mit seinem persönlichen Fotoalbum. Johannes Geiss (Bern), David Hughes (Sheffield), Jean-Loup Bertaux (Paris) und Tobias Owen (Honolulu) waren ebenfalls eine große Hilfe. Und bei beiden Kometenbegegnungen Giottos konnte ich im European Space Operations Centre in Darmstadt dabei sein.

Teamwork war entscheidend für diese Mission, und die folgende Bemerkung aus dem 3. Kapitel sollte schon einmal vorweggenommen werden als Entschuldigung an die Hauptdarsteller und als Hinweis für den Leser:

„Würde der Autor all die Hunderte von Personen und Dutzende von Organisationen auflisten, die in Wissenschaft, Technik und Betrieb von Giotto eine Rolle spielten, dieses Buch würde sich wie ein Telefonverzeichnis

nis lesen. Der Leser möge bitte immer bedenken, daß jeder Genannte Teil eines viel größeren Teams war.“

*Nigel Calder*

---

## *Vorwort des Übersetzers*

Zwei Jahre, wie sie zwischen dem Erscheinen der Originalausgabe und der vorliegenden deutschen Fassung liegen, können in der Wissenschaft eine lange Zeit sein, und manches aktuelle Buch hätte in dieser Zeitspanne veraltet sein können. Nicht so Nigel Calders zeitlose Chronik von Europas erstem Aufbruch in die Tiefen des Sonnensystems: Nur an wenigen Stellen empfahlen sich Ergänzungen, vor allem was die Auswertung der Giotto-Beobachtungen am Kometen Grigg-Skjellerup im Laufe von 1993 betrifft, welche von mir anhand von Fachliteratur und Interviews mit den Wissenschaftlern vorgenommen wurden. Das Kapitel über die zwischenzeitlich von der ESA erheblich revidierte Rosetta-Mission hat Calder für diese Ausgabe selbst völlig neu verfaßt und stark erweitert, so daß dieses Buch nun nicht nur auf eine bemerkenswerte Epoche der europäischen Weltraumforschung zurückblickt, sondern beschreiben kann, wie es im 21. Jahrhundert weitergehen soll.

Neben gelegentlichen textlichen Erweiterungen sollte bei der Erstellung der deutschen Fassung besonderer Wert auf die Illustrierung gelegt werden, wobei uns neben der ESA, der ESO und der Firma Dornier insbesondere die Pressestelle der Max-Planck-Gesellschaft, Dr. H. U. Keller, der „Kameramann“ von Giotto, Dr. J. Kissel, Prof. S. McKenna-Lawlor, Prof. F. M. Neubauer sowie ESTEC unterstützt haben. Exemplarische wissenschaftliche Ergebnisse sind der umfangreichen Fachliteratur entnommen worden; neu sind schließlich auch das Geleitwort und der Anhang. Doch angesichts des Reichtums der Erkenntnisse aus dieser Weltraummission und der vielen Facetten dieses großen wissenschaftlichen Abenteuers mußte vieles ungesagt und ungezeigt bleiben: Dieses Buch kann nur dazu anzuregen versuchen, sich eingehender mit der Materie zu beschäftigen. Möge sich nun auch im deutschen Sprachraum die Gelegenheit dazu bieten.

Königswinter  
Im August 1994

*Daniel Fischer*



---

## Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1. *Der Halleysche Komet lockt!* . . . . . 1

Vorgeschichte und Geburtsstunde der Kometenforschung. Wie die moderne Astronomie die Kometen verkannte – und wiederentdeckte. Der Halleysche Komet kehrt zurück: Ist die Raumfahrt bereit?

Kapitel 2. *Eine Mission für Europa* . . . . . 21

Die ESA vereint Europas Weltraumträume. Kann sie ohne amerikanische Hilfe den Flug zu Halley schaffen? Das Projekt „Giotto“ wird geboren.

### *Bildteil I*

Kapitel 3. *Giotto nimmt Form an* . . . . . 39

Die Experimente für die Kometensonde: Chancen auch für Außenseiter. Die Sonde an sich: Hat sich Europa übernommen? Ein Neuanfang bringt die Lösung.

Kapitel 4. *Die Jagd auf den Kometen* . . . . . 55

Wie der Halleysche Komet 1982 wiederentdeckt wurde. Giotto wird zum Programm Nr. 1 der ESA. Wie seine Kamera fast gescheitert wäre. Das Pathfinder-Projekt: Die ganze Welt zieht an einem Strang.

Kapitel 5. *Die Reise beginnt* . . . . . 73

Die anderen Sonden der „Halley-Flotte“. Im Dschungel Südamerikas – Giottos Start gelingt. Darmstadt übernimmt die Bodenkontrolle. Die Generalprobe: ICE erreicht Komet Giacobini-Zinner.

Kapitel 6. *Die ersten Bilder* . . . . . 87

Giottos Optik wird erprobt. Wie die Sonde fast verloren ging. Die Vega-Sonden erreichen Halleys Kern: Was bedeuten ihre diffusen Bilder? Giottos letzte Manöver. Der Flug durch den Kometen beginnt.

- 
- Kapitel 7. *Zusammenstoß mit Halley* . . . . . 103  
 Messungen im Kometenkopf. Wie Giotto den Kontakt mit der Erde verlor. Giotto sendet wieder: Die „Kamikaze-Sonde“ hat überlebt. Erste Erkenntnisse sichern durch. Hat Giotto den festen Kometenkern gesehen? Wie es der Sonde nach dem Kometenabenteuer ging. Umstellung auf ein zweites Ziel.
- Bildteil II*
- Kapitel 8. *Die ungeschminkte Wahrheit* . . . . . 121  
 Die ersten Auswertungen und die erste Konferenz. Das Bild vom Kometenkern verändert sich. Die Chemie eines Schweifsterns: Das mühsame Los der Massenspektrometriker. Bildauswertung bis zur Grenze: Was Halleys Kern zusammenhält.
- Kapitel 9. *Schwung von der Erde* . . . . . 143  
 Giottos Jahre ohne Kontakt. Wie die Sonde wiedererweckt wurde. Swingby an der Erde: Kursnehmen auf Grigg-Skjellerup. Giottos Messungen in Erdnähe.
- Kapitel 10. *Giottos zweite Mission* . . . . . 159  
 Welche Experimente für Komet Grigg-Skjellerup noch geeignet waren. Was den zweiten Kometen von Halley unterscheidet. Die Kamera muß endgültig aufgegeben werden.
- Kapitel 11. *Die Symphonie des Grigg-Skjellerup* . . . . . 173  
 Die seltsame Welt der Plasmaphysik. Zielflug ohne fremde Hilfe. Giotto spürt auch den schwachen Kometen. Jubel über einsame Staubteilchen. Die zweite Mission hat sich gelohnt. Noch ein Bahnmanöver – für ein drittes Ziel?
- Kapitel 12. *Kinder der Kometen* . . . . . 191  
 Was die Erfahrungen der Kometensonden über den Ursprung des Sonnensystems, der chemischen Elemente, der Meere und der Erdatmosphäre, der Kohlenstoffverbindungen und des Lebens verraten. Und ob die Kometen das Leben auch wieder in Frage stellen könnten.

---

*Bildteil III*

<i>Ausblick. Rosetta – das wahre Rendezvous</i> . . . . .	211
Die Pläne zu Europas nächstem großem Schritt in der Kometenforschung – und wie die Rosetta-Mission die Fragen beantworten könnte, die Giotto und die „Halley-Flotte“ offenlassen mußten.	
<i>Letzte Nachricht – Rosetta 1994</i> . . . . .	225
<i>Glossar</i> . . . . .	229

---

## *Abkürzungen und Kostenberechnungen*

Typische Raumfahrtliteratur ist mit Abkürzungen und Akronymen übersät – hier wurden sie auf ein erträgliches Minimum reduziert. NASA, eine Bezeichnung, die bekannter sein mag als mancher kleine Staat, steht natürlich für die amerikanische Raumfahrtbehörde (National Aeronautics and Space Administration), und Firmen, die unter ihrer Abkürzung allgemein bekannt sind (RCA, BBC usw.), wurden in dieser Form belassen.

Andere Abkürzungen, die umständliche Wiederholungen zu vermeiden helfen oder im Kontext eine besondere Bedeutung haben, wurden ebenfalls übernommen. Die folgenden kommen ziemlich oft vor, und bei den ersten drei steht der Ortsname oft für die Organisation selbst:

ESTEC ist das European Space Research and Technology Centre, Noordwijk, Niederlande,

ESOC das European Space Operations Centre, Darmstadt, Deutschland.

JPL bezeichnet das Jet Propulsion Laboratory der NASA, Pasadena, Kalifornien, USA,

DSN das Deep Space Network der NASA, ein Netz großer Antennen zur Kommunikation mit interplanetaren Sonden.

Zahlenangaben für die Kosten von Projekten werden nur dann genannt, wenn sie in direktem Zusammenhang mit der Geschichte stehen. Inflation und schwankende Wechselkurse machen Vergleiche und Umrechnungen in bestimmte Währungen schwierig und können in die Irre führen. Die ESA benutzt sogenannte Accounting Units (AU), zu Deutsch Rechnungseinheiten; in zwei für Giotto bedeutsamen Jahren entsprach:

1986: 1 ESA AU = 2,22 DM

1992: 1 ESA AU = 2,04 DM

Giotto 1986 zum Halleyschen Kometen zu schicken, hat die ESA 144,4 MAU oder 321 Mio. DM gekostet, die Giotto Extended Mission zum Kometen Grigg-Skjellerup 1992, inklusive der ersten Reaktivierung der schlafenden Sonde und dem Erd-Vorbeiflug 1990, etwa 12 MAU oder 24,5 Mio. DM.

In diesen Zahlen sind die Kosten der wissenschaftlichen Experimente nicht enthalten. Bei NASA-Projekten werden sie meistens von der Behörde selbst bezahlt, bei europäischen Projekten dagegen durch die Institute der Wissenschaftler und nationale Forschungsorganisationen. Für die Gesamtkosten der Experimente Giottos ist nie eine genaue Bilanz aufgestellt worden, aber bei der ESA schätzt man, daß die Kosten für die Experimente beinahe so hoch waren wie die der Sonde selbst: Mithin hat Giotto insgesamt sehr grob 700 Mio. DM gekostet – angesichts der bahnbrechenden Ergebnisse eine erstaunlich geringe Summe, auf die die ESA zu Recht stolz ist.