

**Zeitschrift:** astro sapiens : die Zeitschrift von und für Amateur-Astronomen  
**Band:** 4 (1994)  
**Heft:** 3

**Artikel:** "Es tut mir leid für ihn ..." : Jupiter im Kugelhagel eines kosmischen Vagabunden  
**Autor:** Donath, Xavier  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-896977>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 19.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## «Es tut mir leid für ihn...»<sup>1)</sup>

### Jupiter im Kugelhagel eines kosmischen Vagabunden

Xavier Donath

**«Vorbei sind die versteckten Sorgen zahlloser Astronomen! Wird das SL9-Ereignis beobachtbar sein oder nicht? Jetzt, wo diese Frage definitiv beantwortet werden kann, gehen wir noch weiter und fügen hinzu, dass wir tief in unseren Herzen befürchteten, überhaupt nichts würde geschehen!»<sup>2)</sup>**

Während Heidi Hammel vom HST Comet Team ihr Mitleid für den Gasriesen Jupiter ausdrückte<sup>1)</sup>, begann das «SL9 News Bulletin Nr. 8», welches die ESO nach dem Einschlag des ersten Fragments Shoemaker-Levy 9's auf Jupiter herausgegeben hatte, nicht minder rührend<sup>2)</sup>. Aufatmende Erleichterung – gleichzeitig aber Auftakt zu einer Woche hektischer Betriebsamkeit. Und die dramatischen Ereignisse haben selbst die Erwartungen der optimistisch gesinnten Astronomen übertroffen.

#### **Spekulationen der letzten Minute**

Im Vorfeld machten sich jedoch verschiedene Befürchtungen breit. So eröffneten Messungen mit dem Hubble Space Telescope (HST) die Möglichkeit, dass sich hinter den einzelnen Komae SL9s gar keine festen Kerne mehr befinden – die sichtbaren «Fragmente» also nur aus Staub bestünden. Auslöser dieser Vermutung war die Tatsache, dass

in den aufgenommenen Helligkeitsprofilen der Komae keine Anzeichen für Punktquellen gefunden wurden.

Ausserdem hatte man seit der Entdeckung SL9s mittels HST-Aufnahmen gleich mehrmals die Aufspaltung eines Kerns in kleinere Bruchstücke beobachtet. Erste Beispiele waren P und Q, später teilte sich P<sub>2</sub> noch einmal. Doch damit nicht genug. Einige Dynamiker publizierten kurz vor dem Crash noch Modelle, in welchen SL9 bereits während seiner letzten folgenschweren Passage an Jupiter in sehr kleine Bruchstücke und viel Staub aufgespalten wurde [1]. Dies entgegengrühreren Theorien, welche Fragmente von 700 Metern Grösse vorhersagten [4]. Letztjährige Beobachtungen mit dem HST ergaben gar Durchmesser von 2 bis 4 Kilometern [6].

Am dramatischen Ende der Modellrechnung standen die Untersuchungen über die Vorgänge beim Einschlag und die Folgen für Jupiter. Das Spektrum reichte von gigantischen Meteoritenschauern, des-

sen Leuchten die Jupitermonde erhellen sollte, über Schockwellen und Feuerbälle bis zur Veränderungen Jupiters Wolkenstruktur [2, 5, 8].

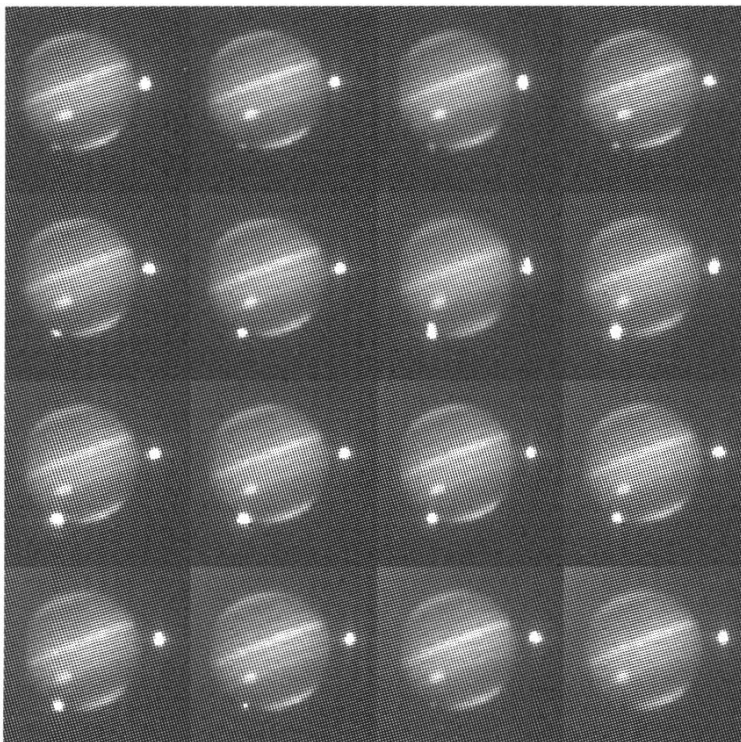
### Erinnerungsfotos...

Während das grosse Ereignis näher rückte, gelang es der Europäischen Südsternwarte (ESO), ein Teil der Fragmente SL9s bis wenige Tage vor ihrem Einschlag auf Jupiter im optischen Bereich abzubilden. Was die Beobachter zu Gesicht bekamen war eine mittlerweile arg gestreckte Kometenkette. Wegen dem gerin-

gen Abstand zum Planeten sind die Bilder durch das starke Streulicht Jupiters und durch Artefakte der Bildverarbeitung schwer gezeichnet. Radioastronomen demgegenüber konnten die kosmischen Prügelknaben in ganz wenigen Fällen etwa 40 Minuten vor dem jeweiligen Einschlag wahrnehmen. Man führt dies auf die Wechselwirkung der Fragmente mit der ausgedehnten Magnetosphäre Jupiters zurück (siehe auch Seite 61 dieser Ausgabe). Radiobeobachtungen der Einschläge selbst erwiesen sich als äusserst schwierig. Die Ergebnisse der Datenanalysen werden erst jetzt langsam bekannt.

### Kosmisches Feuerwerk

Im Wettlauf um die ersten Beobachtungen eines jeden Einschlags waren die Infrarot-Astronomen klar im Vorteil. Dies deshalb weil die Explosionsenergie des in die Jupiteratmosphäre eindringenden und aufbrechenden Kerns vor allem als Wärmestrahlung im Infraroten abgegeben wurde. Jupiter selbst erscheint in diesem Spektralbereich sehr dunkel, was die Infrarotbeobachtung noch weiter begünstigte. In der Tat war schon etwa eine Minute



*Abb. 1: Bildsequenz des Feuerballs von Fragment A. Die Infrarot-Bilder wurden in einem Intervall von 1 min aufgenommen, das erste um 20:17 UT am 16. Juli. Ausserdem sichtbar sind Io und der GRF. 2.2- $\mu\text{m}$ -Aufnahmen mit dem 0.75-m-Teleskop des South African Astronomical Observatory. K. Sekiguchi, SAAO.*

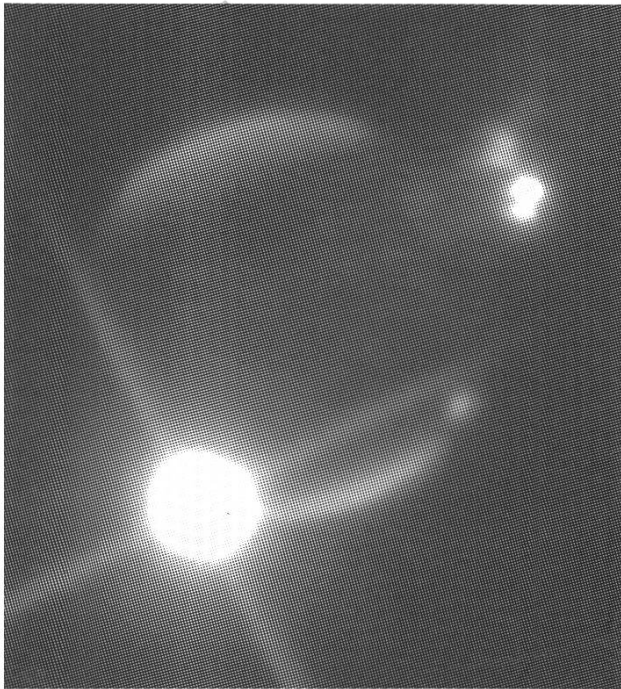


Abb. 2: Der Feuerball von Fragment G sättigte die Infrarotkamera des ANU 2.3-m-Teleskops auf Mount Stromlo reichlich. Aufgenommen am 18. Juli um 07:46 UT bei 2.34  $\mu\text{m}$ . P. McGregor et al., Australian National University.

nach dem prognostizierten Einschlag der meisten Fragmente ein Lichtblitz zu beobachten, obwohl die Crashes 4 bis 9 Grad hinter dem Jupitertrand stattfanden. Die Blitze konnten so rasch registriert werden, weil sie – reflektiert durch die atmosphärische Refraktion – zwischen verschiedenen Wolkenschichten Jupiters hindurchschienen (Abb. 1). Etwa 5 Minuten nach dem Impact waren die Explosionswolken so hoch gestiegen, dass sie über dem Jupitertrand hinweg sichtbar wurden. Die Intensität der Feuerbälle beinahe aller Brocken reichte aus, um die Infrarot-Detektoren der grossen Tele-

skope zu sättigen (Abb. 2). Mit Ausnahme von Fragment T und U konnte der Lichtblitz jedes Kerns beobachtet werden. 20 Minuten nach dem Crash erreichte eine Einschlagstelle im Infrarotlicht ihre maximale Helligkeit (Abb. 3). Ein interessanter Fall ist Fragment Q<sub>1</sub>. Bei ihm wollen die Astronomen am Calar Alto Observatorium fünf einzelne Einschläge registriert haben.

### Versager und Emporkömmlinge

Anfängliche Konfusion bestand in der Heftigkeit der einzelnen Einschläge. Während man vor dem Crash naiverweise annahm, umso heller ein Kern in der Kometenkette umso energiereicher sein Einschlag, wurde man später eines besseren belehrt: Viele helle Kerne stellten sich als «Versager» heraus. Eine Erklärung ist, dass im Falle von SL9 die Grösse und Helligkeit einer Koma nicht zu der Grösse des Kerns proportional sein muss. Stattdessen beherbergten die hellen Kometenteile kaum mehr massive Brocken, sondern bestanden wohl aus viel Staub und kleinen Trümmern. Die unauffälligen Fragmente hingegen dürften kompakte Kerne ohne grosse Staubproduktion gewesen sein.

### Reflexionen an Jupitermonden

Den Amateur-Astronomen einzige Hoffnung, die Einschläge «live» über

die Erhellung von Jupitermonden durch die Lichtblitze zu erleben, trug keine Früchte. Als einzige wollen Beobachter am Las-Campanas-Observatorium während dem Einschlag von Kern B eine sieben Minuten andauernde Rotverfärbung Io's beobachtet haben. Glaubt man ihrer Interpretation, so brach Fragment B beim Eintauchen in Jupiters Atmosphäre in zahllose Brocken auf und löste einen gewaltigen, von der Erde aus unbeobachtbaren Meteorschauer aus, dessen Leuchten die Verfärbung verursachte.

## Dunkle Flecken

Die grosse Überraschung für Amateure und Profis gleichermaßen war das, was da etwa 30 Minuten nach jedem Einschlag am südöstlichen Jupiterrand hervorlugte (Abb. 4). Die mächtigeren Fragmente SL9s hinterliessen Flecken, deren Grösse und Markanz niemand vorhergesagt hatte (siehe auch Seite 6 dieser Ausgabe). Jetzt wurde klar, dass die Brocken schon sehr hoch in Jupiters Atmosphäre explodiert sein müssen, noch über den Methangasschichten, die das charakteristische Aussehen des Gasriesen prägen. Denn die Flecken bestehen aus Kometenstaub und sind so beständig, weil sie wegen ihrer hohen Lage durch die Wettermaschine der Jupiteratmo-

sphäre nur wenig beeinflusst werden. In hochauflösenden Bildern des Weltraumteleskops kann man durch die Flecken hindurch auf die praktisch ungestörte Wolkenschicht Jupiters sehen. Spektroskopiker fanden denn auch keine Anzeichen von Wasser, das sie unter der Methangasschicht der Atmosphäre vermuten. Die Fragmente drangen offenbar nicht tief genug um unser alltägliches Getränk ans Sonnenlicht zu fördern.

## Who is who?

Im Laufe der Ereignisse kam es zu einigen Unsicherheiten bezüglich

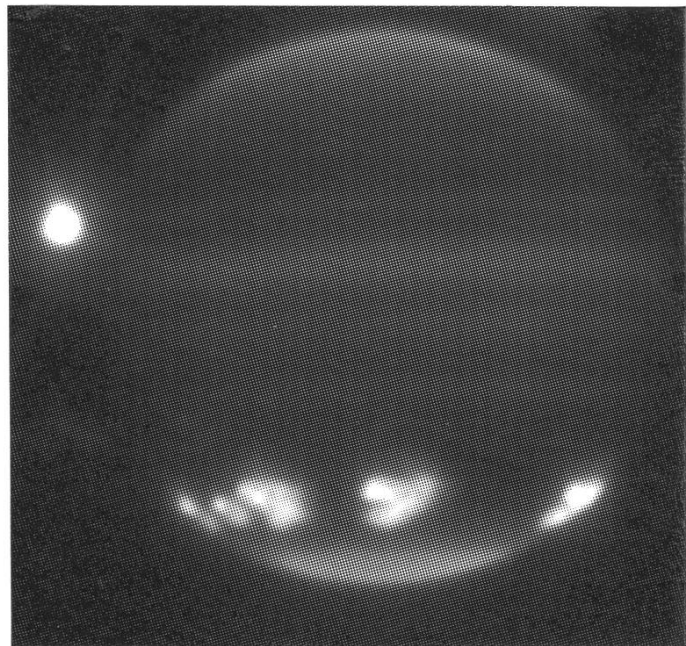


Abb. 3: 80 Minuten nach dem Einschlag des Fragments R sind von links nach rechts die Einschlagstellen der Kerne Q<sub>1</sub>, R, G, L und K sichtbar. Links oben der Mond Io. Aufnahme bei 2.3  $\mu$ m mit dem 2.2-m-Teleskop auf Mauna Kea am 21. Juli, 06:50 UT. ZM-II = 276°. K. Hodapp et al., University of Hawaii.

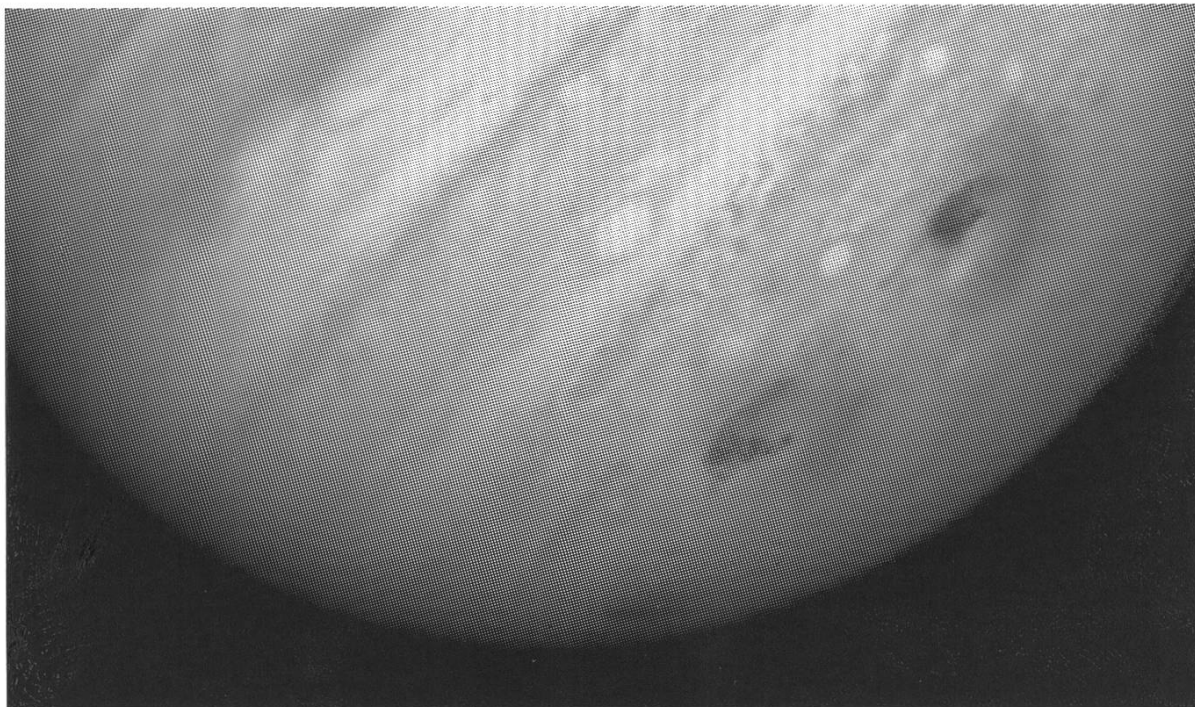


Abb. 4: Aufnahme des Hubble Space Telesopes der Einschlagsstellen von R, D/G und L. Aufgenommen vermutlich am 21. Juli um ca. 06:40 UT. ZM-II  $\approx 270^\circ$ . H. Hammel et al., HST Comet Team.

der Zuordnung von sichtbaren Flecken zu Fragmenten. Der Grund waren Kerne, welche dieselbe Stelle auf Jupiter trafen wie ein Kollege vor ihnen. So liessen sich die Brocken F und V nahe der Einschlagstelle von E nieder, P<sub>2</sub> und W gesellten sich zu K während D nahe bei Fleck G einschlug und schwer von diesem zu trennen war (Abb. 4).

### **Globale Effekte**

Gegen Ende der Crashwoche erschienen im Infrarotbereich Strukturen auf der nördlichen Jupiterhemisphäre, genau gegenüber der grossen Einschlagstellen im Süden. Man glaubt, dass Staubmaterial der Flecken über das starke Magnetfeld des Gasplaneten nach Norden ver-

frachtet und dort als Nordlicht-ähnliche Aktivität sichtbar wurde. Es könnte sich hier aber auch um durch das innere Jupiters gewanderte seismischen Wellen handeln [3].

### **Und was meint Galileo zu alledem?**

Zur genauen Analyse der zahllosen irdischen Beobachtungen sind die Messungen der Raumsonde Galileo von zentraler Bedeutung. Ihre Beobachtungen der Explosionsblitze werden quasi den T=0-Zeitpunkt der einzelnen Ereignisse setzen [7]. Bedingt durch die schwer lädierte Hauptantenne hält sich die Kommunikationsfreudigkeit von Galileo allerdings in Grenzen (um die Datenmenge für die vorliegende Ausgabe von astro sapiens zu übertragen

würde die Sonde 1.3 Jahre Sendezeit benötigen). Um nun die richtigen Sequenzen auf dem Magnetband-Speicher der Jupitersonde zu finden, muss man bereits jetzt die exakten Einschlagszeiten möglichst genau bestimmen. Nebst den erdgebundenen Beobachtungen dienen dazu vor allem Messungen des Photopolarimeter-Radiometers (PPR) Galileos, die leichter zurückgespielt werden können. Dieses Fotometerartige Instrument beobachtete die Einschläge der Fragmente B, H, L, Q und S und kann in Einzelfällen die Impaktzeiten bis auf eine Sekunde genau festlegen. Eine andere Variante, die Übertragung zu beschleunigen ist das Senden sogenannter «Jailbar»-Bilder. Dabei werden nur eine bestimmte Anzahl Zeilen der digitalisierten Aufnahmen übertragen. Dies reduziert die Datenmenge erheblich. Während bislang die Daten der Fragmente H und W zurückgespielt wurden, rechnet das Galileo-Team mit sechs Monaten bis alle Messungen über das Deep Space Network der NASA auf der Erde angekommen sind. ☆

## Quellenverzeichnis

- [1] Aspaug, E.; Benz, W: Density of comet Shoemaker-Levy 9 deduced by modelling breakup of the parent 'rubble pile', in: Nature 370, 120 (14 July 1994)
- [2] Boslough, Mark B. et al.: Determination of Mass and Penetration Depth of Shoemaker-Levy 9 Fragments from Time-Resolved Impact Flash Signatures. Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM. Eingereicht bei Geophysical Research Letters.
- [3] Hook, R.; Hainaut, O.; West, R.: ESO SL9 News Bulletin, Issue 1–14, July 10–26 1994. ESO Information Service, Garching bei München. *Erhältlich via World Wide Web unter <http://hq.eso.org/eso-homepage.html>*
- [4] Scotti, J.V.; Melosh, H.J.: Estimate of the size of comet Shoemaker-Levy 9 from a tidal breakup model, in: Nature 365, 733 (21 Oct. 1993)
- [5] Sekanina, Zdenek: Disintegration Phenomena Expected During Collision of Comet Shoemaker-Levy 9 with Jupiter, in: Science 262, 382 (15 Oct. 1994)
- [6] Weaver, H.A. et al.: Hubble Space Telescope Observations of Comet P/Shoemaker-Levy 9 (1993e), in: Science 263, 787 (11 Feb. 1994)
- [7] Yeomans, Don; Chodas, Paul: Post-Crash Impact Times for Fragments of Comet Shoemaker-Levy 9. SL9 Mailing List, Aug. 24, 1994
- [8] Zahnle, Kevin; Mac Low, Mordecai: The Collision of Jupiter and Comet Shoemaker-Levy 9. June 10, 1994. Ames Research Center and University of Chicago

## SL9 CD-ROM

250 MB Bilder, Grafiken, Animationen und Texte über den Crash sind auf der «SL9 CD-ROM» vereint. Format ISO 9660, Bildbetrachter für DOS, Windows, OS/2 und Mac werden auf der CD mitgeliefert. \$39.– plus \$8.– Luftpost. Network Cybernetics Corporation, 4201 Wingren Road, Suite 202, Irving, TX 75062-2763, USA. Fax 214 650 1929, E-Mail [sl9-orders@ncc.com](mailto:sl9-orders@ncc.com).