

Zeitschrift: astro sapiens : die Zeitschrift von und für Amateur-Astronomen
Band: 4 (1994)
Heft: 2

Artikel: Destination Jupiter : letzter Check-in zur Kollision mit dem Gasriesen
Autor: Meister, Stefan / Donath, Xavier
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-896965>

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: 29.10.2024

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

Destination Jupiter

Letzter Check-in zur Kollision mit dem Gasriesen

Stefan Meister, Xavier Donath

Der Zeitpunkt, an dem Komet Shoemaker-Levy 9 mit Jupiter zusammenstossen wird, rückt immer näher. So wenigstens lässt das steigende Medieninteresse am Ereignis vermuten. Unglücklicherweise dürfte aber die Öffentlichkeit kaum etwas vom spektakulären Touch-down sehen. Also wiederum nur Medienfutter? Jein, denn Amateure können mit hoher Sicherheit unmittelbare oder späte Folgeerscheinungen des Einschlags auf Jupiter beobachten.

Bedeutung des Ereignisses

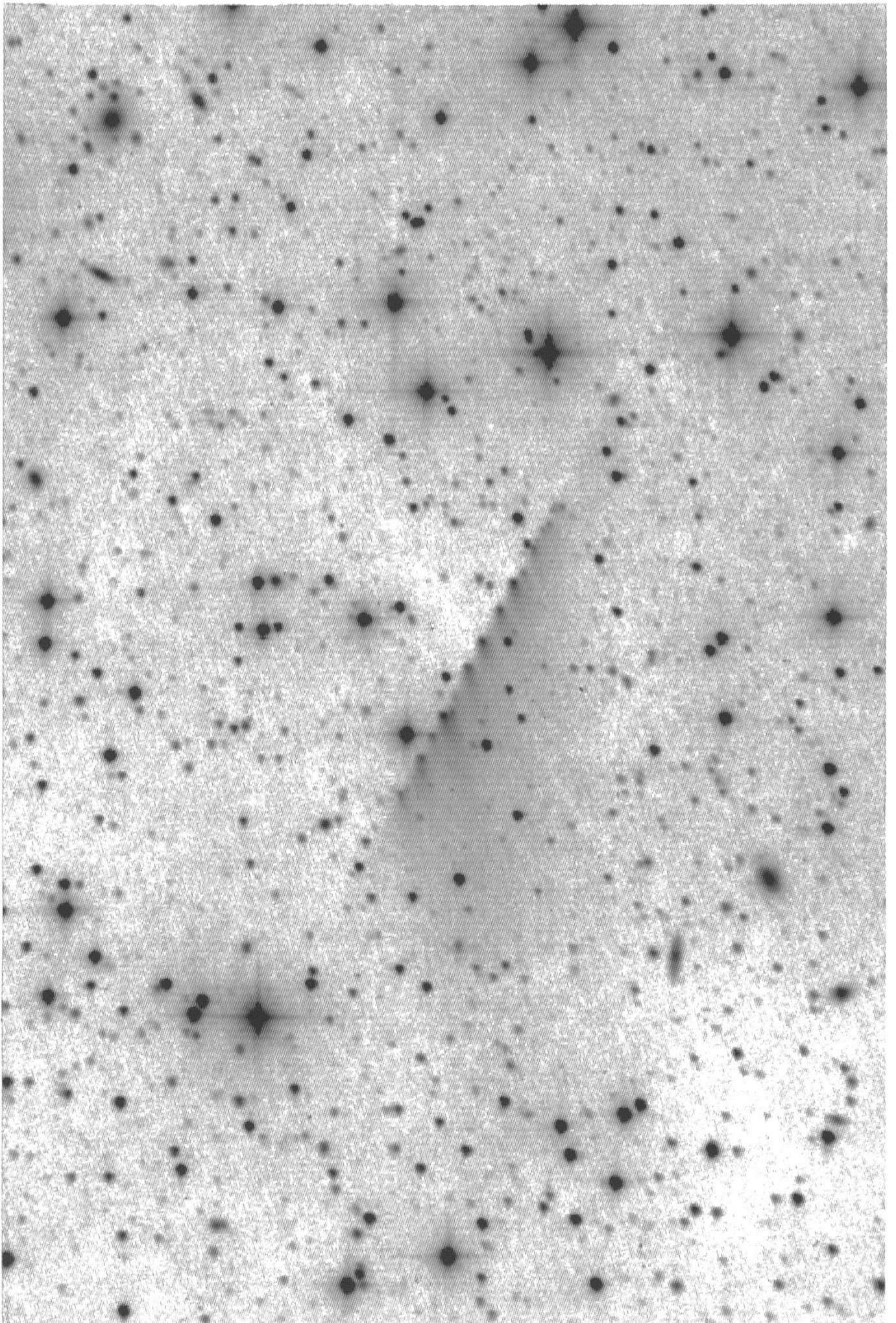
Erstmals in der Geschichte der Astronomie gelingt es mit Komet Shoemaker-Levy 9 (SL9), die Kollision zweier Himmelskörper mehr als nur ein paar Sekunden im voraus zu berechnen und direkt zu beobachten. Auch die Heftigkeit des Ereignisses setzt Maßstäbe: Beim Aufschlag der Kometenbruchstücke soll mehr Energie freigesetzt werden, als alle auf der Erde stationierten Kernwaffen erzeugen können. Astronomen haben die Gelegenheit, die Kollision eines Kometen mit einem Planeten zu beobachten und damit mehr über fundamentale physikalische Prozesse im Sonnensystem zu erfahren. Die Entdeckung hat auch zu Diskussionen über neue Modelle geführt. Sie sollen klären, unter welchen Um-

ständen Kometen auseinanderbersten können, wie häufig derartige Einschläge im Sonnensystem vorkommen und wie sie sich auf die Oberflächen und Atmosphären der Planeten auswirken.

Im Vorfeld

Wie sein Name verrät, ist SL9 die neunte Kometenentdeckung vom Ehepaar Shoemaker und David Levy. Das Objekt wurde auf einer Fotografie des 40-cm-Schmidt-Teleskops auf Mount Palomar vom 25. März 1993 entdeckt. Auf der Originalaufnahme zeigte sich der Komet ziemlich gequetscht. Erst nachfolgende Bilder offenbarten, dass SL9 in viele kleine Bruchstücke aufgeteilt ist (Abb. 1). Dies alleine wäre schon eine kleine Sensation gewe-

Abb. 1 (nächste Seite): Komet Shoemaker-Levy 9 am 16. Februar 1994. Aufnahme mit dem 91-cm-Spacewatch-Teleskop auf Kitt Peak. Norden ist rechts, Osten oben. R. Jedicke, T. Metcalfe und J.V. Scotti, University of Arizona.



sen, doch es sollte noch besser kommen. Berechnungen über den Bahnverlauf SL9s machten deutlich, dass der Komet Mitte 1992 eine sehr enge Begegnung mit Jupiter innerhalb dessen Roche-Grenze gehabt haben muss. Damals wurde er durch die enormen Gezeitenkräfte in Stücke gerissen. Nachdem im April 1993

genügend Beobachtungen und Positionsbestimmungen vorlagen, wurden weiteren Bahnrechnungen durchgeführt. Brian Marsden von der IAU konnte so zeigen, dass sich SL9 in einer Jupiterumlaufbahn befindet. Bereits im Mai 1993 waren erste Prognosen über einen Crash mit Jupiter zu vernehmen und seit-

Kollisionszeiten und Orte									
Fragment	Datum		MESZ		Jovizentrische		Meridian	E-J-F	
	der Kollision	DD	HH	MM	1 σ	Breite	Länge	Winkel	
					MM	($^{\circ}$)	($^{\circ}$)	($^{\circ}$)	
A = 21	Juli	16	19:55	26		-43.23	176	63.56	99.35
B = 20	Juli	17	03:07	23		-43.45	77	63.67	99.22
C = 19	Juli	17	06:59	24		-43.33	217	64.53	98.64
D = 18	Juli	17	11:18	28		-43.34	14	63.49	99.36
E = 17	Juli	17	15:30	17		-43.70	164	66.13	97.41
F = 16	Juli	18	00:40	23		-43.79	139	64.17	98.77
G = 15	Juli	18	07:52	16		-43.80	37	66.99	96.77
H = 14	Juli	18	19:47	16		-43.86	109	67.32	96.52
J = 13	nicht mehr sichtbar								
K = 12	Juli	19	10:39	16		-43.96	287	68.15	95.90
L = 11	Juli	20	22:40	16		-44.07	2	68.95	95.31
M = 10	nicht mehr sichtbar								
N = 9	Juli	20	10:21	26		-44.59	67	67.13	96.49
P ₂ = 8b	Juli	20	15:27	25		-44.82	253	66.46	96.91
P ₁ = 8a	kaum sichtbar								
Q ₂ = 7b	Juli	20	19:49			-44.48	48	69.27	95.00
Q ₁ = 7a	Juli	20	20:16	15		-44.20	64	69.69	94.75
R = 6	Juli	21	05:59	19		-44.27	57	70.24	94.34
S = 5	Juli	21	15:46	17		-44.26	51	70.76	93.97
T = 4	Juli	21	18:16	44		-45.28	145	67.43	96.14
U = 3	Juli	22	00:25	85		-45.19	3	71.74	93.15
V = 2	Juli	22	04:06	31		-44.52	141	68.16	95.77
W = 1	Juli	22	08:34	19		-44.29	299	71.32	93.57

Tab. 1: Die letzte verfügbare Prognose vom 3. Juni 1994. Mit $\pm 2\sigma$ um die berechneten Zeiten wird eine Beobachtungswahrscheinlichkeit von 95% erreicht. Bei allen Zeitangaben wurde die Lichtlaufzeit zur Erde von ca. 43 Minuten bereits berücksichtigt. Zusammenstellung von P.W. Chodas, D.K. Yeomans und Z. Sekanina (JPL/Caltech) sowie P.D. Nicholson (Cornell University). Detaillierte Beschreibung im Text.

her wird SL9 sehr intensiv untersucht. Durch eine ebenfalls rege Suche in Fotoarchiven fand man Pre-Discovery-Aufnahmen des Kometen von anfangs März 1993. Ältere waren nicht mehr aufzutreiben.

In Einzelteile zerlegt

Auf Bildern des Mauna-Kea-Observatoriums in Hawaii waren im vergangenen Juli 21 Teilstücke des Kometen zu erkennen. Neuere Aufnahmen, wie die des Hubble Space Telescopes (HST) vom letzten Januar, zeigen deutliche Verschiebungen der relativen Positionen sowie Änderungen in Helligkeit und Morphologie der Teilkometen. Das im letzten Sommer beobachtete Staubgebiet nordöstlich und südwestlich der Kometenkette hat sich nahezu aufgelöst. Die zwei Fragmente mit der

Bezeichnung J und M, welche auf der Juli-Aufnahme zu sehen sind, fehlen auf der Januar-Aufnahme gänzlich. Die Teile P und Q konnten dagegen, dank der kürzlichen Reparatur des Weltraumteleskops, in weitere Teile aufgelöst werden. Sie heissen jetzt P_1 , P_2 , Q_1 und Q_2 (Abb. 2). Fragment S zeigt einen Staubschweif in Richtung Sonne. Dies könnte die Folge eines Staubausschwurfs, einer Verdampfung oder Teilung sein. Die variable Helligkeit der grösseren Fragmente ist ebenfalls noch nicht ganz verstanden. Wahrscheinlich stossen die Kometenkerne das Material ungleichmässig aus.

Mit Messungen der Länge der Kette und einem Modell, welches das Auseinanderbrechen des Kometen erklärt, berechneten J.V. Scotti

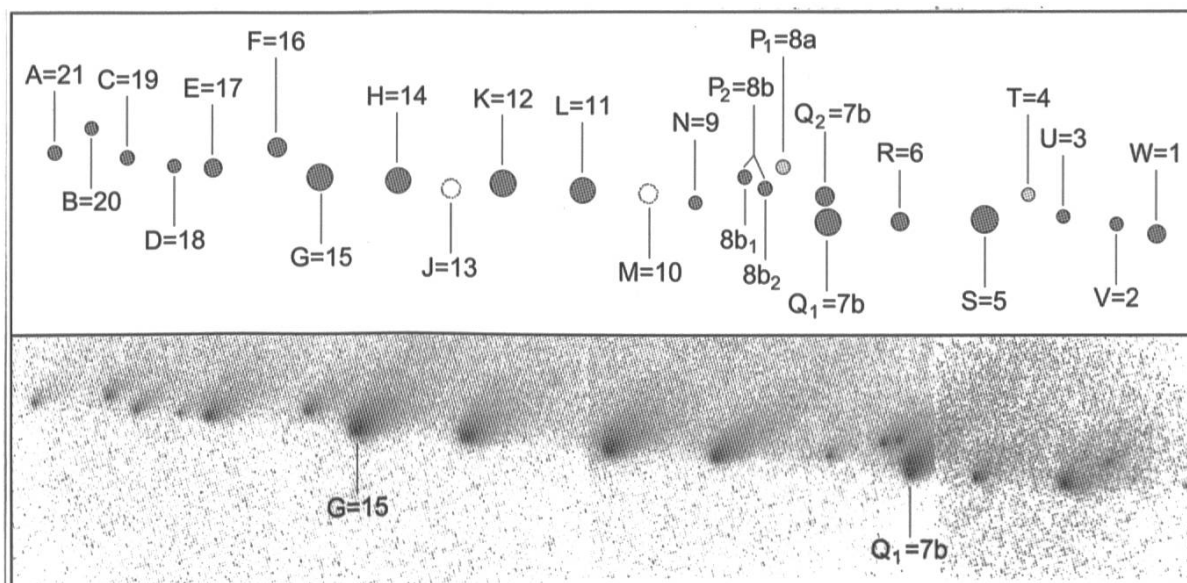


Abb. 2: Schema der Fragmente von SL9 nach neusten Beobachtungen (oben) im Vergleich zu einer Aufnahme der WFPC-2 des HST vom Januar 1994. Fragment J und M sind nicht mehr sichtbar, Fragment P_1 und T kaum wahrnehmbar. Norden ist oben, Osten links.

Fragment E=17 von Komet P/Shoemaker-Levy 9

Date (UT)	R.A.	J2000	Dec.	Delta	r	Theta	Beta	Mo	
1994 Jul 10	14 10	38.22	-12 19	38.2	5.019	5.406	107.0	10.4	94
1994 Jul 11	14 10	52.53	-12 19	11.8	5.035	5.407	106.1	10.4	81
1994 Jul 12	14 11	07.93	-12 18	44.8	5.051	5.408	105.2	10.5	68
1994 Jul 13	14 11	24.53	-12 18	16.0	5.066	5.409	104.4	10.5	54
1994 Jul 14	14 11	42.49	-12 17	43.5	5.082	5.410	103.5	10.5	40
1994 Jul 15	14 12	02.05	-12 17	04.1	5.098	5.411	102.6	10.6	27
1994 Jul 16	14 12	23.75	-12 16	11.4	5.115	5.413	101.7	10.6	13
1994 Jul 17	14 12	49.04	-12 14	45.0	5.131	5.415	100.8	10.6	3

Tab. 2: Ephemeride eines ausgewählten Fragments des von P/Shoemaker-Levy 9. Delta, r = geozentrische bzw. heliozentrische Distanz von SL9 in AU. Theta = Winkel Sonne-Erde-SL9. Beta = Winkel Sonne-SL9-Erde. Mo = Winkel SL9-Erde-Mond. Daten am 22. 4. 1994 berechnet von D.K. Yeomans und P.W. Chodas, JPL.

und H.J. Melosh, dass der Kern von SL9 vor der Zertrümmerung nur etwa 2 km gross gewesen sein kann. Dies hat eine maximale Grösse der Bruchstücke von 500 m zur Folge. Bilder des HST weisen auf eine wage obere Grenze von 3–4 km je Brocken hin. Diese wurde durch Annahmen über die räumliche Verteilung der Kometenstücke und deren Reflexionsvermögen errechnet. Die Werte sind daher auch entsprechend ungenau. Leider war es mit keiner bisherigen Aufnahme möglich, direkt die Kerngrösse der einzelnen Fragmenten zu messen. Die Kometenkomas haben dagegen Radien von 400 bis 2400 km.

Crash in Raten

Wie schon früher in dieser Zeitschrift erwähnt, werden die Kometenstückchen *nicht* auf der erd zugewandten Seite Jupiters aufschlagen. Die Absturzgegend befindet sich jedoch nahe dem Morgenterminator (Schat-

tengrenze), so dass die Stelle in weniger als einer halben Stunde durch die Rotation in den sichtbaren Bereich gerrückt sein wird (Abb. 3 und 4). Sämtliche 21 Fragmente werden den Riesenplaneten treffen. Einzig das Material vom Schweif des Kometen wird dem Schicksal entrinnen, hinter Jupiter durchfliegen und in eine Umlaufbahn um den Planeten eintreten.

Die vorhergesagten Szenarien der Kollision sind sehr verschieden. Dies kommt daher, dass die Grösse der Kometenbrocken nach wie vor unsicher ist und über die genaue Zusammensetzung und Schichtung Jupiters Atmosphäre recht wenig bekannt ist. Ein weiterer Unsicherheitsfaktor ist die Einmaligkeit dieses Ereignisses. Nie zuvor konnten Wissenschaftler eine Kollision diesen Ausmasses beobachten. Sie wissen daher auch nicht, welche physikalischen Prozesse bei der Absorption der Einschlagsenergie haupt-

sächlich mitspielen. Angenommen, die Kometenkerne haben Dichten wie Eis und die Grössen, die man aus den HST-Bildern errechnet hat, so erreichen die grössten Fragmente beim Aufprall eine äquivalente kinetische Energie von gut 10 Mio. Megatonnen TNT! Die Aufprallgeschwindigkeit beträgt für alle um die 60 km/s.

Wenn Schmelzen und Verdampfen beim Einschlagen der Kerne überwiegen, dann könnte die Energie hoch in der Atmosphäre verteilt werden und sehr wenig Material würde die sichtbare Jupiterwolken-schicht durchdringen. Falls die Schockwellen der Fragmente aber die Seiten abgrenzen und sich die Kerne dadurch wie eine Flüssigkeit verhalten, so dürften die Bruchstücke weit unter die sichtbare Wolken-decke gelangen. Es wird erwartet, dass ein Fragment von 1 km Durchmesser und einer Dichte von Wasser etwa 70 km unter die 1-bar-Grenze Jupiters Atmosphäre fallen wird.

Wie dem auch sei, auf jeden Fall wird beim Durchflug eines Kerns durch die Stratosphäre ein Blitz von ein paar Sekunden Dauer aufleuchten. Die Helligkeit dieses Blitzes wird stark von der abgegebenen Energie und der Höhe abhängen. Wenn ein

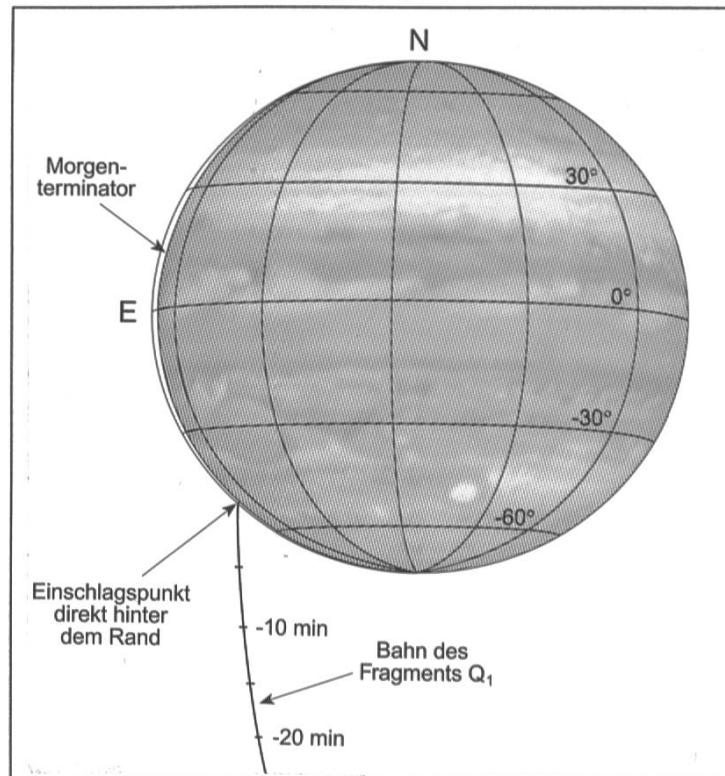


Abb. 3: Jupiter während dem Aufprall des grössten Brockens Q_1 . Die hinterlegte Aufnahme gibt nicht unbedingt das tatsächliche Aussehen der Oberfläche zu diesem Zeitpunkt wieder. Darstellung aufgrund einer Grafik von P.W. Chodas, JPL.

grosses Bruchstück beispielsweise unter die obere Wolken-schicht fällt und damit viel Energie in grossen Tiefen freisetzt, dann wird der erste Explosionsblitz schwach ausfallen. Anschliessend steigt ein heisser Feuerball auf und breitet sich in der Atmosphäre wie ein Federbusch nach einer nuklearen Explosion aus. Dadurch werden weitere längere Blitze von bis zu einer Minute Dauer folgen. Die ausgesandte Strahlung liegt hierbei grösstenteils im infraroten Bereich. Obwohl alle Einschläge auf der Schattenseite Jupiters erfolgen, zeigen Modelle, dass die

Explosionsblitze genügend hell sind, um durch Reflexion an seinen inneren Monden auf der Erde beobachtet werden zu können. Dabei wird natürlich vorausgesetzt, dass der jeweilige Mond gleichzeitigen «Blickkontakt» zum Einschlagsort und zur Erde hat.

Die Schockwelle der Kollision wird tief in die inneren Schichten Jupiters eindringen. Dies könnte zu einer Erhöhung der thermischen Abstrahlung über ein grosses Gebiet um die Einschlagsstelle führen. An unterschiedlich dichten Schichten im Innern Jupiters reflektierte Schockwellen müssten ebenfalls nach ca. 1–2 Stunden sichtbar werden. Damit könnten sich langfristige Veränderungen auf Jupiters

Oberfläche anbahnen. Es ist jedoch nicht sicher, ob solche Strukturen gross genug sind, um mit den heute verfügbaren Instrumenten erfasst werden zu können. Beobachtungen irgendwelcher Phänomene und Vorgänge nach dem Einschlag könnten die gängigen theoretischen Modelle Jupiters Atmosphäre modifizieren und unser Wissen über das Wesen des Riesenplaneten stark erweitern.

Ausserhalb der Erde haben die drei Raumsonden Galileo, Ulysses und Voyager 2 (Abb. 5) die Möglichkeit, das Schauspiel unmittelbar zu beobachten. Galileo ist von allen am besten gelegen und wird entgegen früheren Befürchtungen sämtliche Einschläge direkt sehen können. Seine Entfernung zu Jupiter beträgt

Fragment Q ₁ =7a von Komet P/Shoemaker-Levy 9												
Date (UT)	R.A.	J2000	Dec.	Delta	r	Theta	Beta	Mo				
1994 Jul 1	14 08	51.28	-12 27	02.7	4.883	5.396	115.3	9.8	156			
1994 Jul 2	14 08	57.12	-12 26	25.2	4.897	5.396	114.3	9.9	168			
1994 Jul 3	14 09	03.76	-12 25	50.5	4.912	5.397	113.4	10.0	178			
1994 Jul 4	14 09	11.19	-12 25	18.6	4.926	5.397	112.5	10.0	168			
1994 Jul 5	14 09	19.42	-12 24	49.2	4.941	5.398	111.5	10.1	156			
1994 Jul 6	14 09	28.47	-12 24	22.4	4.956	5.399	110.6	10.2	144			
1994 Jul 7	14 09	38.35	-12 23	58.0	4.971	5.399	109.7	10.2	132			
1994 Jul 8	14 09	49.06	-12 23	35.8	4.986	5.400	108.8	10.3	119			
1994 Jul 9	14 10	00.62	-12 23	15.7	5.001	5.401	107.9	10.3	107			
1994 Jul 10	14 10	13.06	-12 22	57.3	5.017	5.402	107.0	10.4	94			
1994 Jul 11	14 10	26.39	-12 22	40.6	5.032	5.403	106.1	10.4	81			
1994 Jul 12	14 10	40.64	-12 22	25.1	5.048	5.403	105.2	10.5	67			
1994 Jul 13	14 10	55.84	-12 22	10.4	5.063	5.404	104.3	10.5	54			
1994 Jul 14	14 11	12.04	-12 21	55.9	5.079	5.405	103.4	10.5	40			
1994 Jul 15	14 11	29.31	-12 21	41.0	5.095	5.406	102.5	10.6	27			
1994 Jul 16	14 11	47.73	-12 21	24.4	5.111	5.408	101.6	10.6	13			
1994 Jul 17	14 12	07.44	-12 21	04.6	5.127	5.409	100.7	10.6	3			
1994 Jul 18	14 12	28.67	-12 20	38.8	5.143	5.410	99.8	10.7	16			
1994 Jul 19	14 12	51.86	-12 20	01.5	5.159	5.412	99.0	10.7	30			
1994 Jul 20	14 13	18.10	-12 18	57.7	5.176	5.414	98.1	10.7	44			

Tab. 3: Erläuterungen siehe Tabelle 2.

nur 1.5 AE, und dieser wird auf den Bildern Galileos eine Breite von 60 Pixel einnehmen. Das Handicap von Galileo ist aber seine äusserst langsame Datenübertragungsrate von 10 Bit pro Sekunde, da nur über seine kleine Antenne gesendet werden kann. Bis Ende Juni soll die Übermittlung der Ida-Bilder abgeschlossen sein und danach steht Galileos Taperecorder für SL9 zur Verfügung. Ulysses ist im Vergleich zu Galileo etwas schlechter positioniert, die Einschläge finden aus ihrem Gesichtsfeld ganz am Rande der Jupi-

terscheibe statt. Die kameralose Ulysses wird das Schauspiel im Radiobereich verfolgen. Sie soll vor allem die genauen Einschlagszeitpunkte messen. Diese Daten wird die NASA zur gezielten Übertragung der Galileobilder von dessen Tape-recorder benützen, um auf Anhieb die richtigen zu erwischen. Für Voyager 2 in einer Entfernung von 41 AE von Jupiter misst der Planetendurchmesser auf der Chipfläche der Kamera gerade noch 2.5 Pixel. Viel kann hiervon also nicht erwartet werden. In der Erdumlaufbahn nehmen die

Teleskope HST, IUE und EUVE am Beobachtungsprogramm teil.

Warten und Beobachten

Zuerst einmal ist es wichtig, Jupiter bereits einige Wochen vor dem grossen Ereignis zu beobachten, zu fotografieren oder zu zeichnen. Nur so kann später festgestellt werden, welche Erscheinungen vom Crash stammen und welche bereits vorher vorhanden waren. CCD-Kameras können sehr gut für Serienaufnahmen und zur Überwachung der Jupitermond-Helligkeiten eingesetzt werden. Für Blitzreflexionen an den Jupitermonden eignen sich Video- oder konventionelle Filmkameras besser. In der

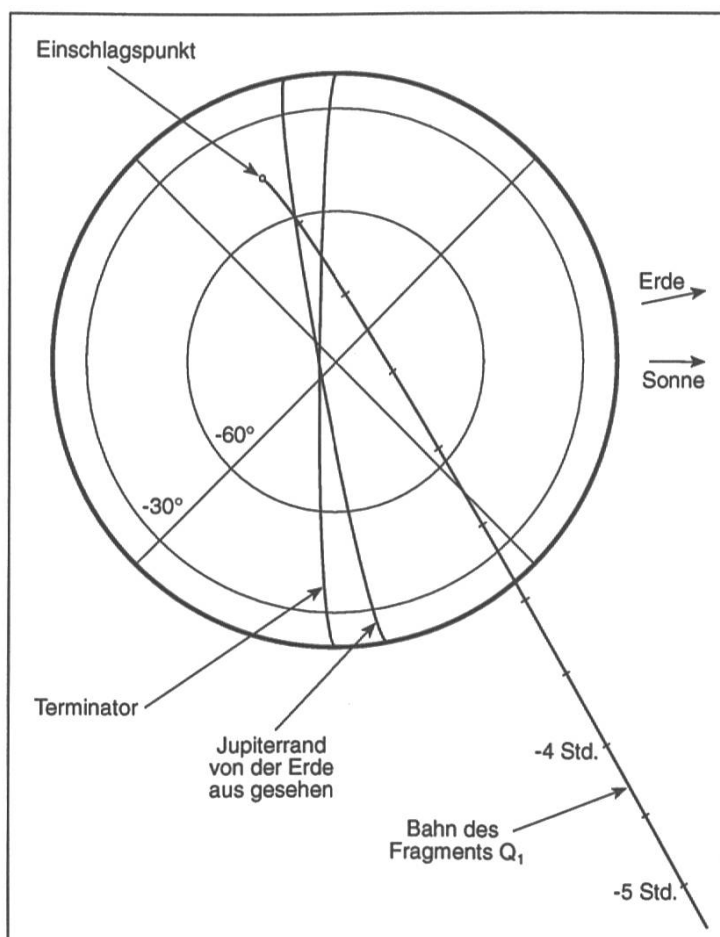


Abb. 4: Sicht auf Jupiters Südpol mit der Einschlagsstelle des Fragments Q_1 . Grafik aufgrund einer Vorlage von P.W. Chodas, JPL.

Fragment W=1 von Komet P/Shoemaker-Levy 9												
Date (UT)	R.A.	J2000	Dec.	Delta	r	Theta	Beta	Mo				
1994 Jul 10	14 10	02.12	-12 24	22.5	5.016	5.400	106.9	10.4	94			
1994 Jul 11	14 10	15.12	-12 24	08.9	5.031	5.401	106.0	10.4	81			
1994 Jul 12	14 10	29.00	-12 23	57.0	5.046	5.402	105.1	10.5	67			
1994 Jul 13	14 10	43.77	-12 23	46.5	5.062	5.403	104.2	10.5	54			
1994 Jul 14	14 10	59.47	-12 23	37.0	5.078	5.403	103.3	10.5	40			
1994 Jul 15	14 11	16.14	-12 23	28.0	5.093	5.404	102.4	10.6	27			
1994 Jul 16	14 11	33.83	-12 23	18.9	5.109	5.406	101.6	10.6	13			
1994 Jul 17	14 11	52.61	-12 23	08.8	5.125	5.407	100.7	10.6	3			
1994 Jul 18	14 12	12.60	-12 22	56.4	5.141	5.408	99.8	10.7	16			
1994 Jul 19	14 12	33.96	-12 22	39.6	5.158	5.409	98.9	10.7	30			
1994 Jul 20	14 12	56.99	-12 22	14.6	5.174	5.411	98.1	10.7	44			
1994 Jul 21	14 13	22.35	-12 21	33.2	5.191	5.413	97.2	10.7	59			
1994 Jul 22	14 13	52.21	-12 20	03.1	5.208	5.415	96.3	10.7	73			

Tab. 4: Erläuterungen siehe Tabelle 2.

«Crash-Woche» sollte etwa eine halbe Stunde vor den in der Tabelle 1 angegebenen Zeiten (MESZ) beobachtet werden. Jupiter wird während dieser Periode etwa um acht Uhr abends in einer Höhe von 30° kulminieren und eine halbe Stunde nach Mitternacht am Westhorizont untergehen. Der Riesenplanet steht 12° östlich von Spica im unteren Teil der Virgo. Die Zeit des langen Wartens hinter dem Okular kann man gut mit Zeichnen von Details überbrücken. Sobald irgendetwas ungewöhnliches sichtbar wird, sollte unverzüglich die genaue Zeit und die Art der Erscheinung notiert werden.

Nach einem Modell von Harrington et al. ist es möglich, dass die Einschläge neue Stürme auf dem Einschlagsbreitengrad Jupiters produzieren. Die 21 Fragmente von Komet SL9 treffen Jupiter südlich der Südlichen Gemässigten

Zone (STZ). Reta Beebe (New Mexico State University) zeigte, dass wenn die Kerne tief genug in Jupiter eindringen, Wasserdampf hoch in die Atmosphäre hinausschiessen kann, der sich dort in einen bläulichen Schleier über Teilen der STZ ausbreiten würde. Die grössten Fragmente erzeugen neue Gebilde wie weisse und schwarze Knötchen mit maximalen Durchmesser von 2000–2500 km. Auf der Erde betrachtet sind das in einem Teleskop gerade noch 1–1.5 Bogensekunden. Solche Strukturen werden sehr kurzlebig sein und bereits nach wenigen Rotationen wieder verschwinden. Zum besseren Abschätzen der Grössenverhältnisse auf der Jupiterscheibe hier ein paar Vergleiche:

Grosser Roter Fleck (GRF):	29 000 × 12 000 km
Weisse Flecken FA, BC, DE:	7 500 × 3 000 km
Schatten von Io, Europa und Ganymed:	4 300, 4 200, 7 100 km

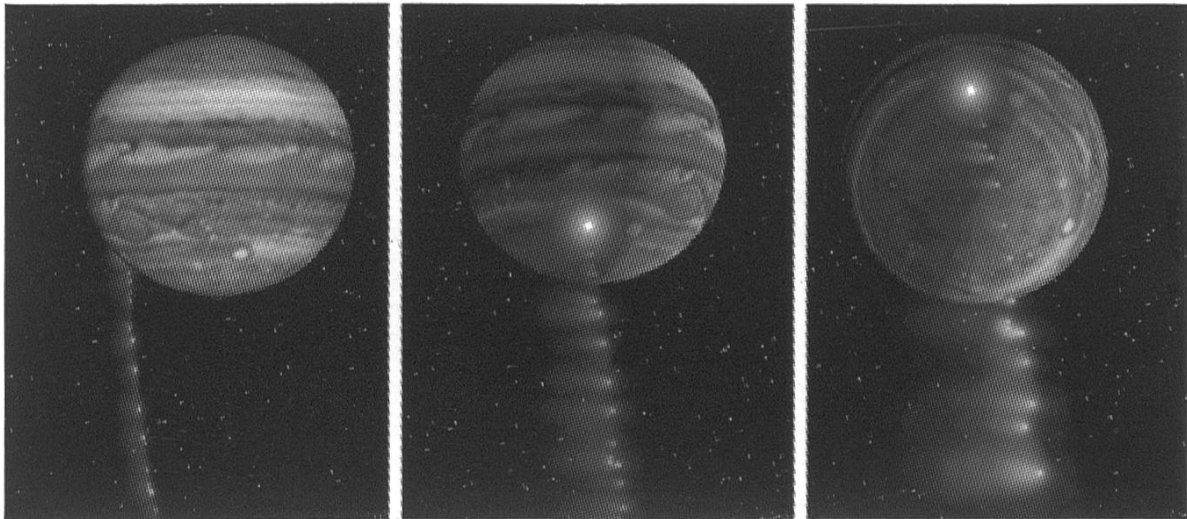


Abb. 5: Moment des Auftreffens der ersten Fragmente. Ansicht von der Erde (links) und von Voyager 2 (Mitte) sowie Blick auf Jupiters Südpol. Datenserver LPL.

Fahrplan zur Kollision

Die 21 Fragmente von SL9 wurden von A bis W in der Kollisionsreihenfolge durchnummeriert. Die Buchstaben I und O blieben unbenutzt. Das grösste Teilstück ist Q_1 . Da die Fragmente J, M, P_1 und T auf einer HST-Aufnahme vom März 1994 nicht mehr identifiziert werden konnten, wurden sie weggelassen. Die Angaben in der Tabelle 1 beziehen sich auf das jovizentrische Koordinatensystem (Basis Jupiterzentrum), dessen Werte im Vergleich zu den jovigraphischen Koordinaten um etwa 3.8° negativer sind. Der Meridianwinkel ist die jovizentrische Länge des Einschlagortes. Er wird vom Mitternachtsmeridian (auf der sonnenabgewandten Seite) in Richtung zum Morgenterminator gemessen. E-J-F bezeichnet den Winkel «Erde-Jupiter-Fragment» zum Kollisionszeitpunkt. Werte grösser als 90° stellen einen Kollisionsort auf der von der

Erde abgewandten Seite Jupiters dar. Der Einfallswinkel auf die Planetenoberfläche liegt bei allen Fragmenten bei $41\text{--}42^\circ$.

Beim Absturz von Fragment K wird nach aktuellen Berechnungen gleichzeitig der Mond Europa durch Jupiter verfinstert. Er könnte daher plötzlich durch einen Reflexionsblitz aufleuchten. Ähnliche Ereignisse dürfen bei den Fragmenten H, W (Io) und B, E und J (Amalthea) erwartet werden, diese sind aber viel unsicherer (Abb. 6).

Die Zeitabstände zwischen den Einschlägen sind mit höherer Genauigkeit bekannt als die effektiven Einschlagszeitpunkte. Daher können nachfolgende Ereignisse besser vorhergesagt werden, sobald eine erste Kollision beobachtet wurde.

Kurzfristige Informationen

Berechnungen einige Monate im voraus sind recht ungenau. Es wird

sich deshalb lohnen, möglichst kurzfristig die genauen Einschlagszeiten in Erfahrung zu bringen. Bereits am 15. Juli 1994 wird die Unsicherheit der Einschlagszeiten auf 6 min geschrumpft sein. Elektronische Informationssysteme wie *astro!nfo* (siehe Artikel ab Seite 32 dieser Ausgabe) bieten aktuelle Daten an. Auch über folgende Server des anonymous File Transfer Protocols (FTP) sind neuste Angaben erhältlich:

- oak.oakland.edu
/pub/msdos/astronomy
- oddjob.uchicago.edu
/pub/jupiter
- seds.lpl.arizona.edu
/pub/astro/SL9
- tamsun.tamu.edu
/pub/comet

Die «Association of Lunar and Planetary Observers» ALPO hat eigens ein Handbuch (The Great Crash of 1994) für interessierte Beobachter

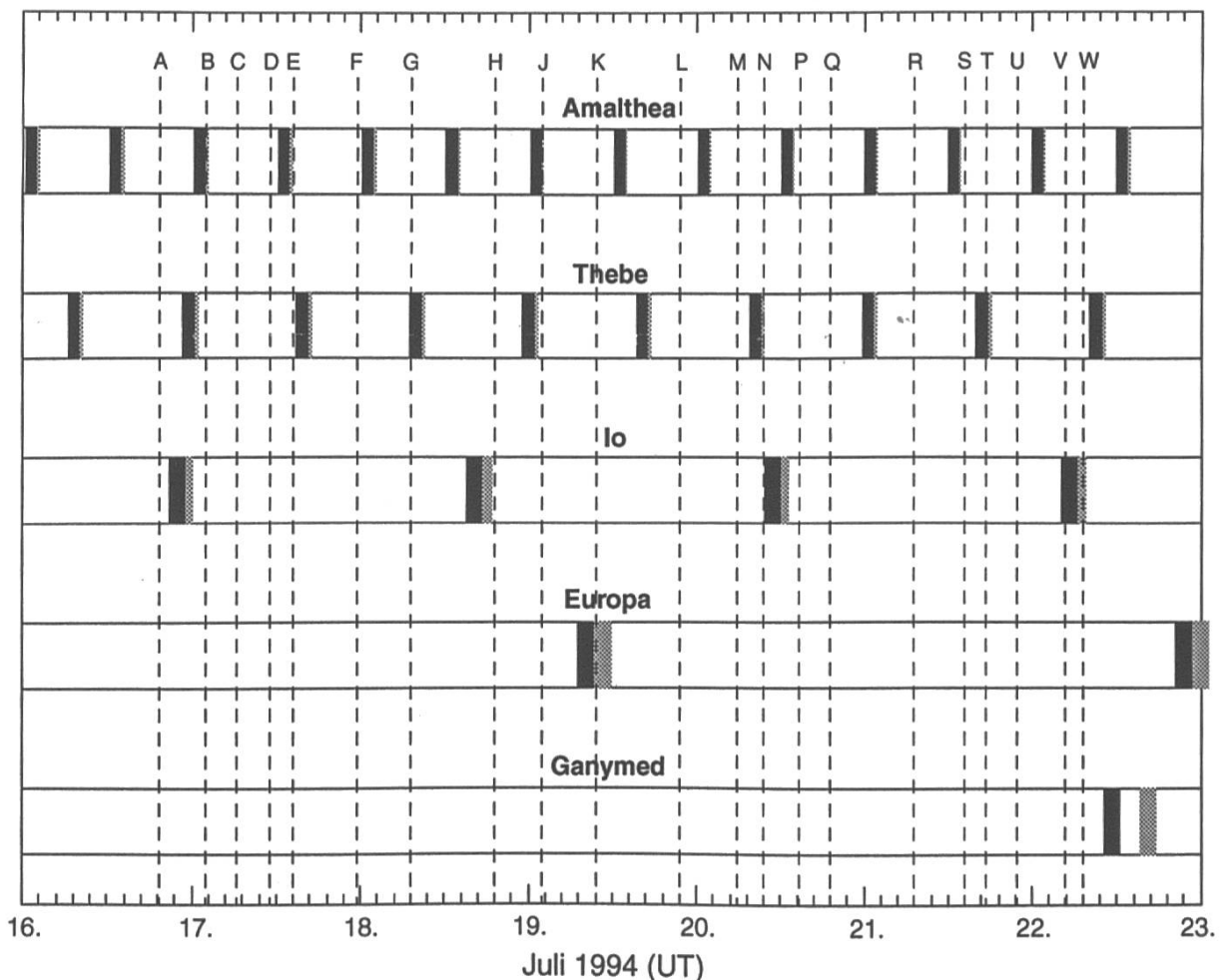


Abb. 6: Jupitermond-Verfinsterungen während des Einschlags der Fragmente von SL9. Schwarze Flächen bedeuten Mond bedeckt, graue Flächen Mond verfinstert. Die Einschlagszeiten basieren auf Berechnungen vom 22.4.1994. Sie sind somit etwas älteren Datums als jene der Tabelle 1. MESZ = UT + 2 Stunden. Diagramm aufgrund einer Grafik von P.D. Nicholson, Cornell University.

herausgegeben. Es kann für US\$ 10.– inkl. Porto und Verpackung bei folgender Adresse bestellt werden: ALPO Jupiter Recorder, Phillip W. Budine, R.D. 3, Box 145C, Walton, NY 13856 U.S.A.

Wohin mit den Beobachtungen?

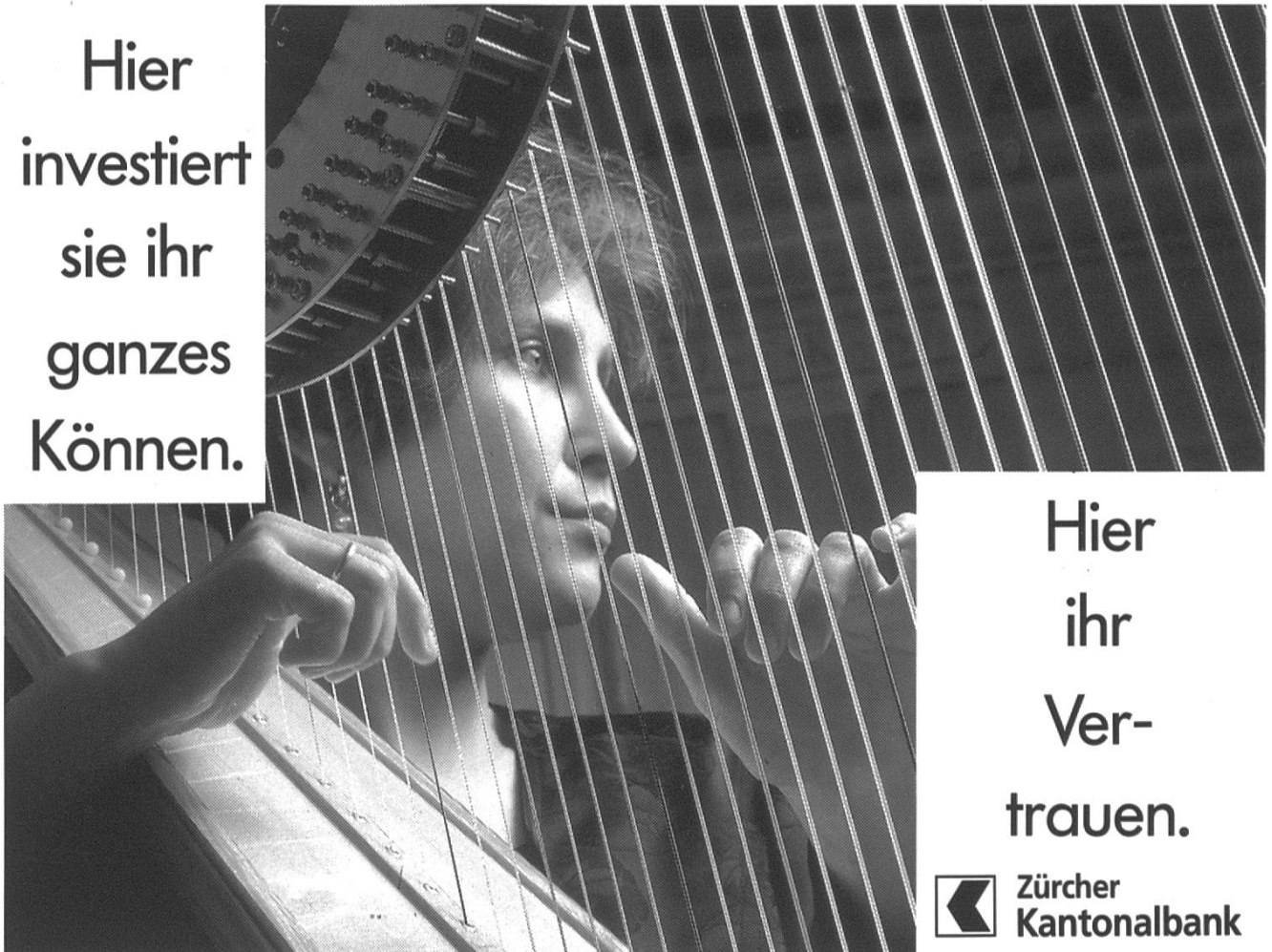
John Rogers, Jupiter Section Director der BAA, sammelt als Koordinationsstelle für Amateure weltweit die Daten der Jupiterbeobachter. Natürlich können Sie Ihre Aufzeichnungen jederzeit auch an unsere astro sapiens Redaktionsadresse weiterleiten. Hoffen wir also auf angenehmes Wetter in der Woche 29. Wenigstens sind die Kollisions-Ereignisse über mehrere Tage verteilt,

womit sich die Chancen auf wenigstens eine erfolgreiche Beobachtung wesentlich erhöhen. In diesem Sinne: Gut Crash! ☆

Literatur

- [1] Beatty, Kelly; Levy, David H.: Awaiting the Crash, in: Sky & Telescope, January 1994, p. 40
- [2] Bruton, Dan: Frequently Asked Questions about the Collision of Comet Shoemaker-Levy 9 with Jupiter. 11. 5. 1994
- [3] McFadden, Lucy-Ann; A'Hearn, Michael F.: Fact Sheet: Comet Shoemaker-Levy 9 and Jupiter, hrsg. vom Department of Astronomy, University of Maryland, April 1994

Hier
investiert
sie ihr
ganzes
Können.



Hier
ihr
Ver-
trauen.

 Zürcher
Kantonalbank