

August 1990

2 - 3

STERNSCHNUPPE

Mitteilungsblatt der VdS-Fachgruppe METEORE



GLANERBRUG

Am Samstag, den 7. April 1990, um 20^h 30^m MESZ durchschlug ein Steinmeteorit das Dach eines Hauses in Glanerbrug/NL und zertrümmerte bei seinem Aufprall vier Ziegel (rechts) sowie die Isolierung der Dachwohnung (links). Fotos: Gemeindepolizei Enschede. ⇒ Seite 63 f

ISSN 0936-2622

METEORSTRÖME IM HERBST 1990

Bernhard Koch

Um es gleich vorwegzunehmen: Der Mond steht in diesem Quartal für die Beobachtung der aktiven und bedeutenden Ströme – mit Ausnahme der südlichen Tauriden – nahezu ideal. Dies gilt im übrigen auch für die Geminiden, welche im nächsten Mitteilungsblatt besprochen werden. Falls uns Ozonloch und Klimakollaps nicht im Stich lassen und der Himmel aufklart, sollte im Herbst eine Reihe wichtiger und interessanter Beobachtungen gelingen.

Tabelle 1		Übersicht der Meteorströme im Herbst 1990							
Strom	α_R	δ_R	Periode	Max.	λ_{\odot}	ZHR	Mond	$\Delta\alpha_R$	$\Delta\delta_R$
α -Aurigiden	84.6°	+42.0°	1.9.	1.9.	157.9°	15	+		
Sep.-Perseiden	53°	+41°	~ 16.9.	16.9.	172°	?	+		
κ -Aquariden	338°	-2°	11.9.-28.9.	20.9.	176°	2-3	++	+1.0°	+0.2°
Pisciden S	8°	0°	6.9.-10.10.	24.9.	180°	2-3	+	+0.9°	+0.2°
Pisciden N	26°	+14°	25.9.-19.10.	12.10.	198°	2-3	o		
Andromediden	14°	+21°	25.9.-25.10.	3.10.	189°	?	-		
Okt.-Capricor.	303°	-10°	20.9.-14.10.	3.10.	189°	1-7	-	+0.8°	+0.2°
σ -Orioniden	86°	-3°	10.9.-26.10.	4.10.	190°	5	-	+1.2°	$\pm 0.0^\circ$
δ -Aurigiden	84.8°	+51.9°	22.9.-23.10.	10.10.	-	3	-o	+1.2°	+0.1°
Okt.-Dracon.	262°	+54°	6.10.-10.10.	9.10.	196.3°	var.	-		
ϵ -Geminiden	104°	+27°	14.10.-27.10.	19.10.	205°	2	++	+0.7°	-0.1°
Orioniden	94.5°	+15.8°	2.10.-7.11.	22.10.	207.7°	30	++	+1.23°	+0.13°
Leo-Minoriden	162°	+37°	22.10.-24.10.	24.10.	210°	?	++		
Tauriden S	51°	+14°	15.9.-26.11.	3.11.	220°	12	-	+0.79°	+0.15°
Tauriden N	58°	+22°	19.9.-1.12.	12.11.	230°	8	o	+0.76°	+0.10°
Andromediden	25°	+44°	8.11.-30.11.	15.11.	232°	1-3	++		
Pegasiden	335°	+21°	29.10.-12.11.	12.11.	230°	?	o		
Leoniden	152.3°	+22.2°	14.11.-20.11.	17.11.	234.5°	15	++	+0.70°	-0.42°
α -Monocerot.	117°	-6°	15.11.-25.11.	20.11.	237°	5-30	++	+1.1°	-0.1°
δ -Eridaniden	58°	-9°	6.11.-29.11.	18.11.	235°	3-5	+		

Die Bedeutung der einzelnen Spalten in obiger Tabelle wurde in Heft 2-1 auf Seite 2 erläutert.

September-Perseiden:

Ob die September-Perseiden (als eigenständiger Strom oder Nachzügler der Perseiden) überhaupt existieren, ist zweifelhaft. Erwähnt wird dieser Meteorstrom z.B. in den alten Ausgaben des „Himmelsjahres“ und in „Meyers Handbuch über das Weltall“, jedoch taucht er nicht in der offiziellen Liste der IMO auf! Die erste Veröffentlichung unserer Ulmer Arbeitsgruppe in KPM 1-1 hatte genau die September-Perseiden zum Inhalt. Doch auch diese Beobachtungen aus dem Jahr 1985 konnten die Existenz des Stromes weder bestätigen noch widerlegen.

Pisciden:

Leider wird dieser ekliptikale Strom im September von den Beobachtern stark vernachlässigt. Die Mitglieder der Pisciden S und Pisciden N sind meist lichtschwach und langsam (30 km/s).

Oktober–Draconiden (Giacobiniden):

Hier gilt das bereits in STERNSCHNUPPE 1–3 erwähnte, nämlich daß es überaus wichtig wäre, die allmähliche Verteilung der Meteoroidpartikel über die Bahn des Ursprungskometen zu verfolgen. Hohe Aktivität ist 1990 nicht zu erwarten, zumal der Mond ungünstig steht.

Orioniden:

Dieser Strom dürfte mit einer ZHR von 15–30 die höchsten Fallraten aller Ströme des Quartals liefern. Wie die η -Aquariden lassen sich die Orioniden auf den Kometen Halley zurückführen. Im Gegensatz zum letzten Jahr steht der Mond diesmal außerordentlich günstig, und auch die Wetterlage ist im Oktober oft recht stabil. Besonders in den Alpen sind oberhalb der Inversionsschicht exzellente Beobachtungsbedingungen zu erwarten.

Interessant ist der Meteorstrom wegen seiner Radiantstruktur und seinem breiten Hauptmaximum (vom 20.10.–24.10.), das mehrere Submaxima enthält, auf jeden Fall.

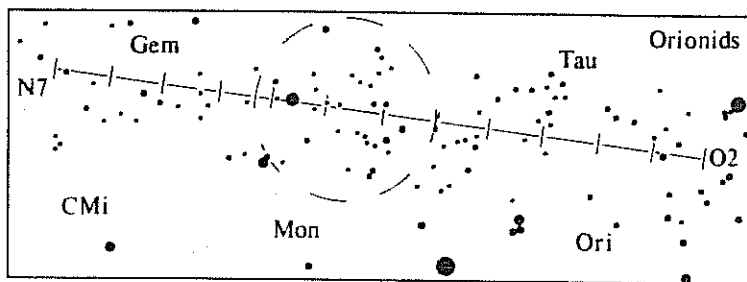


Abb.1: Radiantposition der Orioniden vom 2.10. bis zum 7.11. in Abständen von 3 Tagen. Der Kreis bezeichnet Ort und Durchmesser des Radianten zum Zeitpunkt des Maximums.

Tauriden:

Da die Tauriden schon im Heft 1–3 ausführlich besprochen wurden, und da die Sichtungsbedingungen wegen des Mondes heuer nicht günstig sind, kann ich mich hier kurzfassen. Insgesamt werden während der gesamten Aktivitätsperiode (ab Ende September) Meteore dieses Stroms zu sehen sein.

Das Hauptaugenmerk sollte vor allem auf die etwas schwächere Komponente der nördlichen Tauriden gerichtet werden, da diese vom Mond weniger beeinträchtigt wird.

Andromediden (Bieliden):

Im letzten Jahrhundert waren die Andromediden, die auf den Kometen P/Biela zurückzuführen sind, ähnlich wie die Leoniden, für wahre Meteorstürme gut.

Leider wurde die Umlaufbahn der Andromediden durch Einflüsse des Planeten Jupiter derart gestört, daß die Erde jetzt nur noch die äußeren Regionen des Meteoroidenschwarms streift und die resultierenden Fallraten somit gering bleiben. Ferner hatten die Perturbationen zur Folge, daß sich der Zeitpunkt des Maximums um 12 Tage nach vorne verlagert hat.

Die Bieliden, die nicht mit den Oktober–Andromediden verwechselt werden dürfen, sind durch ein breites Maximum um den 15. 11., eine geringe geozentrische Geschwindigkeit und häufig durch einen rötlichen Farbschimmer charakterisiert. Von diesem historisch so interessanten Strom werden dringend Daten benötigt, weshalb der günstige Mondstand heuer unbedingt ausgenützt werden sollte.

Leoniden:

Bei den Leoniden handelt es sich um den wichtigsten und interessantesten Strom des Quartals. Diesen Strom zu verfolgen, müßte vorrangiges Ziel des Meteorbeobachters sein. Auch wenn – wegen der zu erwartenden Kälte und der ungünstigen Beobachtungszeit (nach Mitternacht) – eine gewisse Begeisterung und Härte gegen sich selbst erforderlich sind. Die besten Raten sind nämlich erst vor Beginn der Dämmerung erwarten, wenn der Radiant hoch steht. Der glückliche Umstand, daß das Maximum heuer nicht nur auf Neumond, sondern sogar auf ein Wochenende fällt, könnte ggf. auch eine kleine Exkursion, z.B. in die Alpen, rechtfertigen.

„Sturmstärke“ ist diesmal noch nicht zu erwarten, da der Meteoroidenpulk bei seiner 33.2-jährigen Umlaufzeit erst wieder 1999 in Erdnähe gelangen wird, um dann zur Jahrtausendwende ein grandioses Himmelsfeuerwerk zu veranstalten – ganz ungefährlich und kostenlos! Aber auch in den Jahren vor dem Supermaximum 1998–2000 ist schon mit zunehmenden Fallraten zu rechnen. Diesen allmählichen Anstieg zu verfolgen, stellt eine interessante Aufgabe für engagierte Meteorwahrnehmer dar, weil daraus die differentiellen Teilchendichten auf der Kometenbahn und deren zeitliche Änderungen bestimmt werden können.

Der Strom, für den der Komet P/Temple–Tuttle verantwortlich ist, erzeugte bei seiner letzten gut beobachtbaren Wiederkehr 1988 eine ZHR von immerhin 15–20. Leoniden sind wegen ihrer geringen mittleren Helligkeit und großen Winkelgeschwindigkeit (70 km/s) verhältnismäßig schwierige Objekte, die oft den Eindruck einer optischen Täuschung oder eines Nachleuchtens machen. Der Radiant liegt übrigens im Kopf des Sternbilds Löwe.

Kleinere Meteorströme:

Die Wahrnehmung der kleinen Ströme, die Anfang Oktober aktiv sind (Okt.–Andromediden, Okt.–Capricorniden, σ -Orioniden und δ -Aurigiden), wird durch das Mondlicht erheblich beeinträchtigt. Bei den ϵ -Geminiden muß darauf geachtet werden, Mitglieder dieses Stromes nicht mit den Orioniden zu verwechseln.

Von den, lediglich kurz vor der Morgendämmerung sichtbaren, Leo-Minoriden dürften nur sehr geringe visuelle Fallraten zu erwarten sein. Anders bei den α -Monocerotiden: Dieser arg vernachlässigte Strom erreichte in manchen Jahren (wie zuletzt 1985) eine beachtliche ZHR von 30. Bei den Eridaniden wird der tief im Süden stehende Radiant die ohnedies nicht allzu großen Fallraten weiter reduzieren.

□

QUADRANTIDEN UND COMA BERENICIDEN IN SÜD-FRANKREICH – VISUELLE ERGEBNISSE, TEIL 1

Bernhard Koch

Nachdem bereits in STERNSCHNUPPE 2–1 ein Bericht über das Wintercamp 89/90 in der Provence mit einem kurzen Überblick über die Ergebnisse zu finden war, sollen an dieser Stelle die Resultate der visuellen Beobachtung ausführlich diskutiert werden. Diese Ergebnisse sind ferner ein ganz hervorragendes Beispiel um einige grundsätzliche Fragen der visuellen Meteor-astronomie unter die Lupe zu nehmen, wie die Abhängigkeiten des ZHR-Profiles von der Höhe und Position des Radianten sowie von der Länge der Beobachtungsintervalle.

Da sowohl die Meteorfotografie als auch die teleskopische Beobachtung ziemlich Flops waren, blieb die visuelle Wahrnehmung das einzige Gebiet mit umfangreichen Ergebnissen.

Andererseits verdankt die visuelle Wahrnehmung ihren Erfolg gerade dem Verzicht auf die teleskopische Beobachtung – und mit Einschränkungen auf die Fotografie nach Ausfall der automatischen Nachführung. Es ist einfach nicht möglich bei einer so geringen Zahl von 3 bis 5 Wahrnehmern alles gleichzeitig machen zu wollen. Hätten beispielsweise in der Zeit vor dem Quadrantiden-Maximum 2 der 3 Meteorwahrnehmer teleskopisch beobachtet, so hätte das wahrscheinlich die visuellen Ergebnisse drastisch verfälscht und diesen jegliche statistische Sicherheit genommen. Zumal dann, wenn diese erst in der zweiten Nachthälfte mit der teleskopischen Wahrnehmung begonnen hätten und davor visuell beobachtet hätten. Warum das so ist, werde ich am Schluß des Artikels darlegen.

Da die Meteorwahrnehmung unser Hobby ist, sollte schließlich jedem freigestellt sein, nach welcher Methode er beobachten will: fotografisch, teleskopisch oder visuell. So stellt bereits die ständige Bedienung einer Kamera alle 10 Minuten parallel zur visuellen Beobachtung eine erhebliche Mehrbelastung dar, die nur auf freiwilliger Basis durchgeführt werden kann.

Nachdem die Anzahl heller Sternschnuppen in dieser Jahreszeit ohnehin selten ist, wäre der Einsatz einer Kamerabatterie sinnvoll, die fast den gesamten Himmel abdeckt und von einem Teilnehmer des Camps bedient wird, der weder visuelle noch teleskopische Beobachtungen durchführt, sondern sich nur auf die Fotografie konzentriert.

Allgemeine Daten und Beobachtungsbedingungen:

Teilnehmer: KOCBE (Bernhard Koch), LUCMA (Mario Lučić), NOLMI (Michael Nolle), STASI (Siegfried Stapf) und STRST (Stefan Ströbele).

Ort: Céréste, Haute Provence (05° 33' 36" E, 43° 50' 51" N, 350 m). Am 4./5. 1. beobachteten KOCBE, NOLMI und STRST auf dem Lubéron-Massiv (05° 35' 10" E, 43° 49' 15" N, 720 m).

Wetterbedingungen: Bis auf den 1./2. 1. 90, als Nebel und Wolken sinnvolle Beobachtungen unmöglich machten, waren die Nächte perfekt – als Korrekturfaktor für die Abschätzung konnte stets 1.00 angesetzt werden. Nur in der Maximumnacht zogen abends einige Cirruswolken auf, die sich aber bald auflösten. Der Mond störte nur am 3./4. 1. bis 23^h 15^m UT. Die Nächte waren sehr kalt (–8° C bis –10° C), doch dank der trockenen Luft und des Fehlens des Minstralwindes blieb das Beobachten komfortabel – einen warmen Schlafsack vorausgesetzt. Immerhin hielt uns die Kälte davon ab, plot charts zu verwenden.

In der Sylvesternacht wurden keine Meteorbeobachtungen durchgeführt, um von vornherein jeglichen Zweifel am wissenschaftlichen Wert der Resultate auszuschließen. Dennoch wurde die Nacht z.T. auch astronomisch genutzt: durch deep-sky Beobachtung mit einem 14 × 100 Feldstecher und Astrofotografie (wodurch objektive Ergebnisse erzielt werden konnten).

T.1 Zusammenfassung der Ergebnisse (27. 12. 1989 – 6. 1. 1990)							
Beob.	T _{eff}	lm	Qdr	CB	Cnc	Spo	Tot
KOCBE	41.92 h	6.50 ^m	219	141	71	343	774
LUCMA	15.64 h	6.15 ^m	115	36	–	134	285
NOLMI	14.77 h	6.25 ^m	45	24	28	111	208
STASI	16.51 h	5.90 ^m	83	25	(1)	75	184
STRST	30.29 h	6.45 ^m	184	83	50	322	639
INSGES	119.13 h	6.25 ^m	646	309	150	985	2090

Verlauf der Zenithal Hourly Rate:

In den Abbildungen 1 bis 3 ist der ZHR-Verlauf für die verschiedenen beobachteten Meteorströme über den gesamten Zeitraum wiedergegeben, wobei für jeden Strom eine ZHR pro Nacht und Beobachter berechnet wurde. Die entsprechenden Fallraten und effektiven Beobachtungszeiten können auf den Seiten 19/20 der STERNSCHNUPPE 2-1 nachgelesen werden. Zu beachten ist, daß in der Nacht 3./4. 1. 90 die Coma Bereniciden und die Cancriden nicht in die Berechnung mit einbezogen wurden, da der Radiant zu tief ($< 20^\circ$) stand. Als effektive Zeiten (in h) ergeben sich hier: KOCBE 9.11 (Cnc) bzw. 5.82 (CB), LUCMA 5.50 (CB), NOLMI 1.57 (CB), STASI 4.91 (CB) und STRST 5.58 (CB).

Die Berechnung erfolgte nach der üblichen Formel

$$\text{ZHR} = \frac{F \cdot K \cdot c \cdot f}{\Delta T} \quad \text{Fehler: } \frac{\text{ZHR}}{\sqrt{n}}$$

Dabei sind die Korrekturfaktoren für Abschattung F bzw. für die Radiantenhöhe $K = \sec(z)$, wobei z die Zenitdistanz des Radianten ist. Für die Grenzgrößenkorrektur $c = r^{6.5 - 1m}$ sind der Populationsindex $r = N(m+1)/N(m)$ und die Sterngrößenklasse $1m$ relevant.

Desweiteren bedeutet f die Anzahl der Strommeteore, ΔT die effektive Beobachtungszeit und n die Anzahl aller im Zeitraum ΔT wahrgenommenen Meteore.

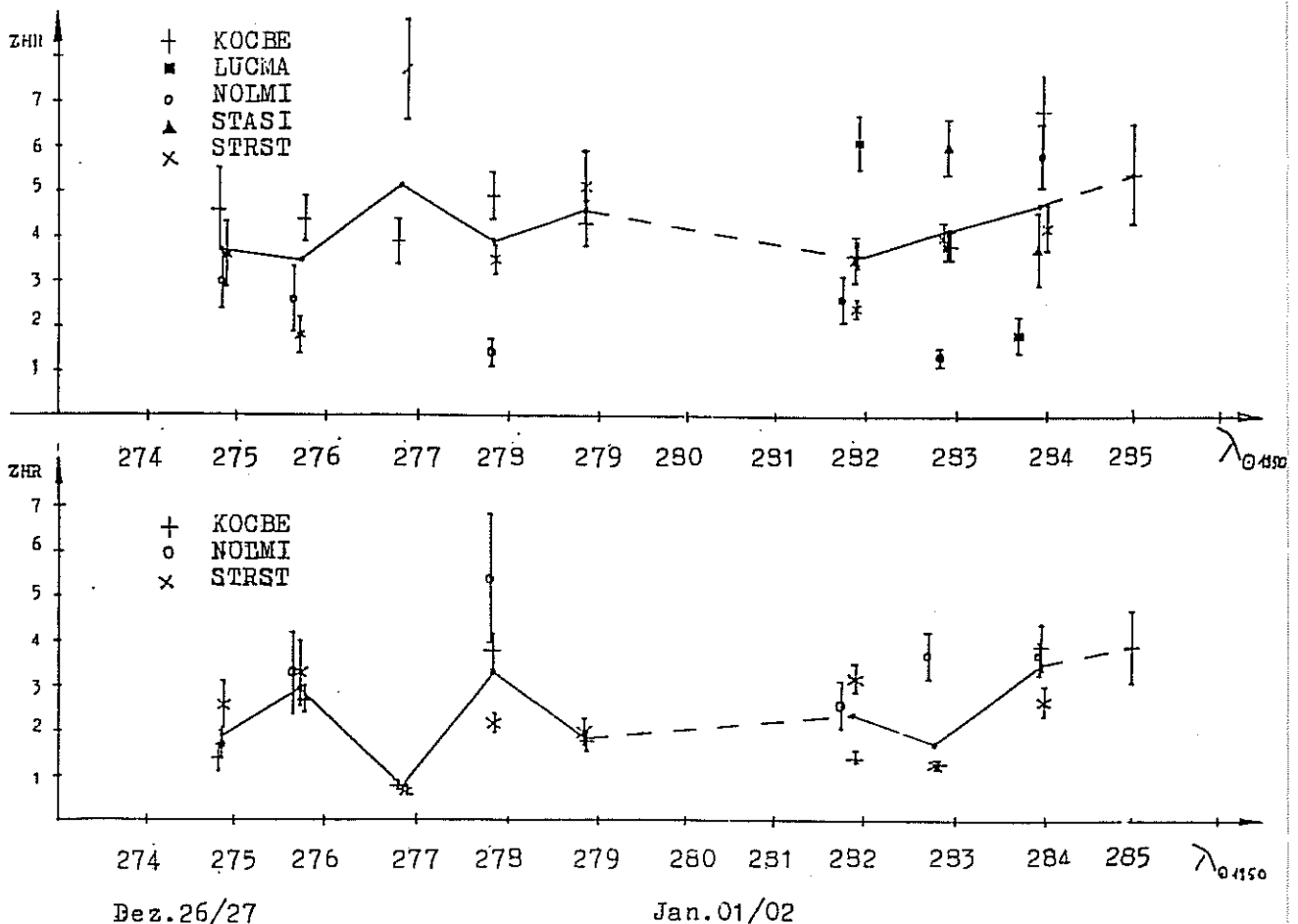


Abb.1 (oben) und Abb.2 (unten): ZHR-Werte pro Nacht und pro Beobachter für Coma Bereniciden (oben) bzw. Cancriden (unten)

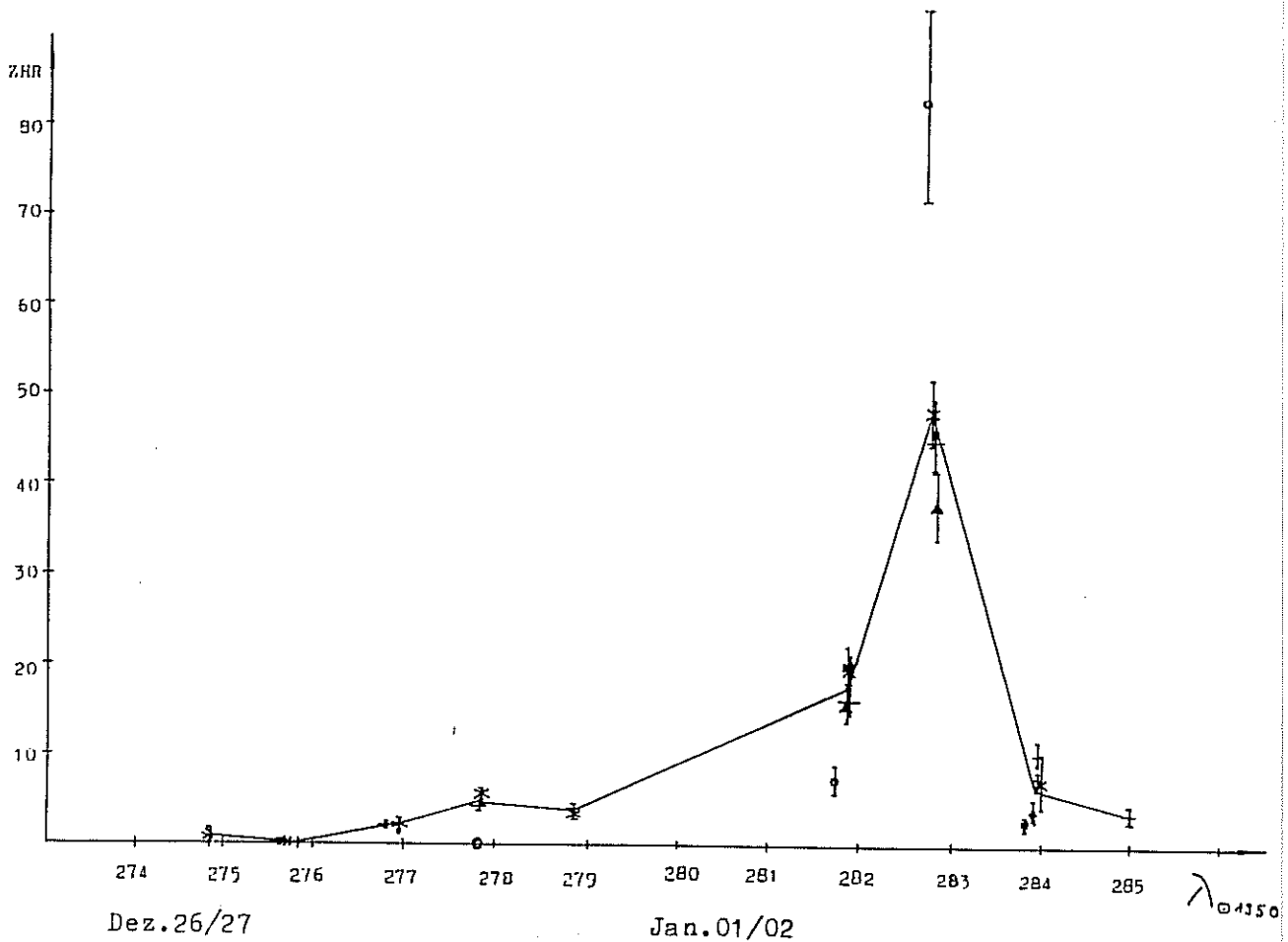


Abb.3: ZHR-Werte der Quadrantiden 1990 pro Nacht und pro Beobachter

Die diversen Populationsindizes wurden nach der in WGN 14, p. 48 ff [2/1986] beschriebenen Methode berechnet (siehe Tabelle 2).

T.2 Populationsindizes der beobachteten Meteorströme						
Strom	Qdr _{vor}	Qdr _{max}	Qdr _{nach}	CB	Cnc	Spo
Index r	3.1	2.5	3.1	3.3	4.3	3.6

Bei den Quadrantiden fällt eine gewisse Abweichung der r-Werte von Literaturangaben auf (3.1 bzw. 2.5 statt 2.8 bzw. 2.1), d.h. die Mitglieder des Stroms waren bei der letzten Wiederkehr ärmer an helleren Schnuppen. Für die ZHR-Bestimmung wurde der berechnete Wert verwendet, da die o.a. Methode erfahrungsgemäß bereits für relativ geringe Meteorzählraten erstaunlich genaue Resultate liefert.

Dies soll heißen, daß sonst die Übereinstimmung zwischen dem berechneten Wert und der Literaturangabe recht gut ist. Bei den sehr guten Grenzgrößen während der Kampagne ist der Einfluß des r-Wertes auf den Faktor c und somit auf die ZHR ohnedies gering.

Schließlich sei noch angemerkt, daß auf ein Herunterkorrigieren von „superperfektem“ Himmel ($lm > 6.5^m$) auf perfekten Himmel ($lm = 6.5^m$) verzichtet wurde. Für $lm > 6.5^m$ wurde also stets $c = 1$ gesetzt.

Bei den gemittelten ZHR-Kurven wurden die einzelnen ZHR's für jede Nacht entsprechend den effektiven Zeiten der jeweiligen Beobachter gewichtet:

$$\overline{\text{ZHR}} = \frac{\sum_{\nu=1}^n T_{\text{eff},\nu} \cdot \text{ZHR}_{\nu}}{\sum_{\nu=1}^n T_{\text{eff},\nu}}$$

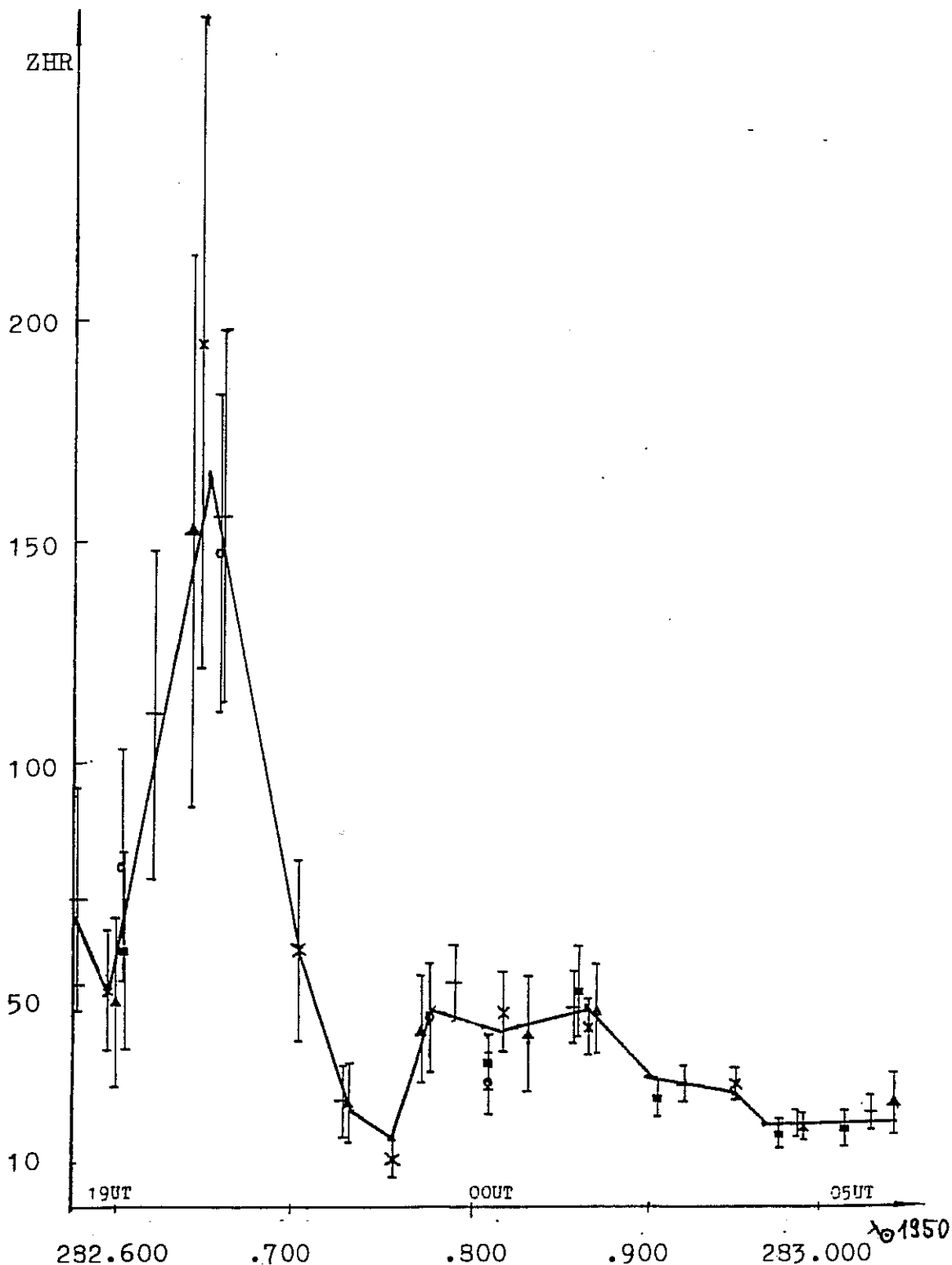


Abb.4: Detaillierte ZHR-Kurve der Quadrantiden für die Maximumsnacht (3./4. 1.90)

Coma Bereniciden

Die ZHR schwankte im Beobachtungszeitraum zwischen 3.5 und 5 ohne jedoch ein Maximum zu zeigen, welches für die Zeit zwischen dem 20. 12. und 29. 12. vorausgesagt war. Falls es wirklich ein halbwegs ausgeprägtes Maximum geben sollte, so müßte dieses deutlich vor dem 26./27. 12. liegen, also am Anfang der o.g. Periode. Beobachtungen zwischen dem Geminidenmaximum und Weihnachten sind jedenfalls unbedingt erforderlich. Der gleichmäßige Anstieg der Aktivität in den letzten vier Nächten (siehe Abb.1) kann wegen der geringen Anzahl der Beobachter nicht als signifikant angesehen werden.

Cancriiden

Auf die „Cancriiden“ wurden wir erstmals 1987/88 aufmerksam. Auch die Ergebnisse der Kampagne 1988/89 ergaben einige Hinweise auf eine Aktivität aus dem Gebiet von Praesepe (siehe Heft 1-2 der STERNSCHNUPPE).

Die Fallraten lagen meist bei 2 bis 3 und waren damit etwa halb so hoch wie die ZHR's der Coma Bereniciden. Möglicherweise besteht ein Zusammenhang mit den δ -Cancriiden, die Mitte Januar aktiv sind. Tatsächlich deuten die Beobachtungen aus den letzten Jahren eine Radiantdrift von β Gem (am 25. 12.) in Richtung Praesepe (am 10. 1.) an. Es könnte sein, daß das Maximum der δ -Cancriiden sehr flach ist und sich bis vor Weihnachten erstreckt – und nicht, wie in der Literatur angegeben, nur vom 13. 1. bis zum 21. 1.

Vielleicht hat sich der Zeitpunkt des Maximums auch vorverlagert? Ferner ist eigentlich das ganze Jahr über eine Aktivität aus der Ekliptik zu vermelden (siehe Quartalsübersicht in diesem Heft). Weiteres ausgiebiges Beobachtungsmaterial ist jedenfalls nötig, u.a. natürlich auch aus dem Zeitraum vor dem 26. 12. und nach dem 6. 1.

Quadrantiden

Aus Abb.3, in der eine ZHR pro Nacht und Beobachter berechnet wurde, wird erkennbar, daß für den Zeitraum zwischen 28./29. 12. und 5./6. 1. von einer merklichen Quadrantiden-Aktivität gesprochen werden kann. Auch wird bereits ersichtlich wie spitz das Maximum ist. Andererseits ist die Länge der Intervalle von einer Nacht insbesondere in der Maximumsnacht offensichtlich viel zu lang um irgendwelche Details in der Kurve zu erkennen und Rückschlüsse auf die Maximalaktivität zu ziehen.

So entspricht eine ZHR_{max} von ca. 45 sicher nicht der Wirklichkeit, da die Raten in den Stunden unmittelbar um das Maximum deutlich höher waren. Um dies zu zeigen, wurde die Maximumsnacht in Abb.4 „herausgezoomt“, indem die Länge der Intervalle auf den Extremwert von einer Stunde verkürzt wurden. Daß die ZHR sehr viel größer als 45 gewesen ist, wird schon in Abb.3 durch NOLMI's Ausreißer angedeutet. Da er nur in der ersten Nachthälfte visuell beobachtet hatte, erhielt er eine viel höhere Zählrate.

Bevor ich auf die Resultate eingehe, die sich aus Abb.4 ableiten lassen, möchte ich auf die grundsätzliche Problematik dieser Auswertung eingehen. Ganz große Probleme wirft nämlich die Tatsache auf, daß auf 44° nördlicher Breite der Radiant der Quadrantiden in der unteren Kulmination (gegen 20^h UT) lediglich 4° über dem Horizont steht!!

Ich höre da bereits die Wissenschaftsfanatiker sagen, daß es ja wohl überhaupt keinen Sinn hat, unter solchen Bedingungen zu beobachten, geschweige denn diese Daten auszuwerten, da die Ergebnisse bestenfalls dazu geeignet sind, den Müllschlucker zu füttern. Andererseits schätzen selbst „Beobachter aus Gaudi“ die Quadrantiden nicht gerade als attraktiv ein – was bei so geringen Fallraten von maximal 10 Meteoren pro Stunde nicht verwunderlich ist.

Dem ist aber entgegenzuhalten, daß die Quadrantiden zuweilen außerordentlich spektakuläre Erscheinungen liefern, wenn sie mit geringer Winkelgeschwindigkeit Bahnen von z.T. mehr als 100° Länge am Himmel ziehen. Dieses Erscheinungsbild zeigen diese Meteore aber natürlich nur dann, wenn der Radiant sehr tief steht.

Weiterhin meine ich, daß es durchaus lohnenswert ist, unsere Resultate zu veröffentlichen und deren wissenschaftliche Verwertbarkeit zu diskutieren. Drei Gründe haben mich bewogen, den Versuch der Auswertung zu wagen:

1. Die in WGN 18, p. 12 ff [1/1990] erschienene Auswertung der weltweiten Quadrantiden-Ergebnisse, bei der alle Beobachtungen bis zu einem Korrekturfaktor von 10 (!!) verwendet wurden, zeigt ganz offensichtlich ein schönes Aktivitätssprofil. Eine ZHR-Kurve, in welcher der Gesamtkorrekturfaktor den Wert 2 nicht überschreiten dürfte, würde infolge von Datenmangel dagegen eher ärmlich aussehen. Nicht verschwiegen sei allerdings die Tatsache, daß bei unserer Auswertung der Korrekturfaktor z.T. noch deutlich über dem Wert 10 lag.
2. Die Zuordnung potentieller Quadrantiden ist aufgrund ihres oben erwähnten Erscheinungsbildes sehr einfach, und es ist kaum möglich, einen so spektakulären Meteor zu übersehen.
3. Selbst im Maximum zeigt Abb.4 eine sehr gute Übereinstimmung der Einzelresultate.

Tatsächlich kann kaum eine Aussage über die wirkliche Höhe des Maximums gemacht werden, da hierfür die präzise Kenntnis zweier wesentlicher Parameter nötig wäre. Der eine ist die exakte Radiantposition, welche bei tiefstehendem Radianten einen sehr großen Einfluß auf die ZHR hat. Die Tabelle 3 zeigt anhand der Beobachtungen von KOCBE, was selbst kleine Abweichungen von der in Abb.4 benutzten Position ($\alpha_r = 230^\circ$, $\delta_r = 50^\circ$) hier ausmachen. Die Deklination δ_r wurde der in STERNSCHNUPPE 1-4 auf Seite 84 abgebildeten Karte entnommen und weicht etwas von dem im „Handbook“ angegebenen Wert von 49° ab.

T.3 Abhängigkeit der ZHR von der Radiantposition α_r und δ_r der Quadrantiden						
Intervall (UT)	T_{eff}	lm	ZHR _{230/52} ^Q	ZHR _{230/50} ^Q	ZHR _{230/49} ^Q	ZHR _{232/52} ^Q
18:05 – 19:05	1.01 h	6.1 ^m	52.5 ± 18.6	69.6 ± 24.6	83.1 ± 29.4	50.3 ± 17.8
19:05 – 20:00	0.92 h	6.1 ^m	74.7 ± 24.9	111.5 ± 37.2	148.0 ± 49.3	73.2 ± 24.4
20:00 – 21:10	1.17 h	6.1 ^m	105.1 ± 28.1	156.2 ± 41.8	206.6 ± 55.2	106.8 ± 28.5
21:28 – 23:00	1.20 h	6.2 ^m	19.3 ± 6.8	23.7 ± 8.4	26.8 ± 9.5	20.2 ± 7.2
23:00 – 00:15	1.25 h	6.5 ^m	45.5 ± 7.7	50.4 ± 8.5	53.2 ± 9.0	47.6 ± 8.1
00:38 – 01:44	1.10 h	6.7 ^m	43.0 ± 7.6	45.0 ± 8.0	46.1 ± 8.2	44.5 ± 7.9
01:58 – 03:26	1.47 h	6.6 ^m	27.5 ± 4.1	28.0 ± 4.2	28.3 ± 4.2	28.2 ± 4.2
03:47 – 04:47	1.00 h	6.7 ^m	19.0 ± 3.2	19.1 ± 3.2	19.2 ± 3.2	19.3 ± 3.3
04:47 – 05:47	1.00 h	6.7 ^m	21.6 ± 3.8	21.7 ± 3.8	21.7 ± 3.8	21.9 ± 3.8
INSGESAMT	10.12 h	6.4 ^m	41.2 ± 2.8	45.0 ± 3.0	47.1 ± 3.2	43.0 ± 2.9

Der andere Parameter ist der Korrekturfaktor für die Zenitdistanz des Radianten – oder genauer für den Zenitexponenten ϵ in der Formel $K = \sec^{-\epsilon}(z)$. Wir setzten bei unseren ZHR-Berechnungen stets $\epsilon = 1$ an, was einem minimalen Faktor von K entspricht.

Somit ergibt sich, daß die in Abb.4 ablesbare maximale ZHR von ca. 150 ± 40 in (kurzen) Intervallen um 20^h 30^m UT eher die untere Grenze des wahren Wertes angeben, da die o.a. Parameter bzw. Korrekturfaktoren eher unterkorrigieren. (Daß $\epsilon = 1$ wahrscheinlich ein zu kleiner Wert ist, soll im Teil 2 dieser Auswertung noch ausführlich diskutiert werden.)

Tatsächlich ist nun aber nicht so sehr die absolute Höhe des Maximums (die zudem stark von der Wahl der Intervall-Längen abhängt) von Interesse als vielmehr das ZHR-Profil. Dieses Profil weist einen Maximumszeitpunkt bei $\lambda_{\odot} = 282.65^{\circ}$ (am 3./4. 1. 1990 um 20^h 30^m UT) auf, welcher nur unwesentlich später liegt als im Jahre 1989 ($\lambda_{\odot} = 282.64^{\circ} \pm 0.03^{\circ}$).

Ab Mitternacht nimmt der Einfluß der o.a. Parameter und des Korrekturfaktors c für die Grenzgröße enorm ab, so daß die absoluten ZHR-Werte ab 0^h UT als recht sicher angesehen werden können. Man beachte auch die geringe Streuung der Einzel-ZHR's!

Ein Doppelmaximum?

Zum Schluß des ersten Teils möchte ich noch kurz auf den augenfälligen Einbruch des ZHR-Verlaufs bei $\lambda_{\odot} = 282.75^{\circ}$ eingehen. Wegen des ungünstigen Maßstabs auf Abb.4 sieht dieses lokale Minimum zwar wenig dramatisch aus, doch steigt danach die ZHR nochmals auf mehr als das Doppelte an. Da von einem Doppelmaximum sprechen zu wollen, wäre bei der geringen Anzahl von Messungen trotz guter Übereinstimmung absolut verwegen. Man beachte nur die Länge der Fehlerbalken! Andererseits gibt es Hinweise, daß viele jüngere Ströme, zu denen die Quadrantiden zweifellos gehören, Doppelmaxima zeigen. Ein interessantes Modell zur Erklärung dieses Phänomens wurde von Williams in WGN 17, p. 198 [6/1989] vorgeschlagen.

Fazit

Abgesehen vom Einbruch bei $\lambda_{\odot} = 282.75^{\circ}$ zeigt die ZHR-Kurve in Abb.4 ein vernünftiges Profil mit sehr steilem Maximum und langsamem Abfallen auf einen Wert von ca. 20 in den frühen Morgenstunden. Auch weisen die Einzelmessungen nur geringe Abweichungen untereinander auf. Jedenfalls sehe ich keinen Grund, von einer detaillierten Auswertung dieser Beobachtungen von vornherein abzusehen, nur weil die Anzahl der Wahrnehmer zu gering war oder der Einfluß der Korrekturfaktoren zu groß sei.

Die Fortsetzung (Teil 2) des Beitrags erscheint in Heft 2-4 auf Seite 84 \Rightarrow

KLEINANZEIGEN AUS DEM LESERKREIS

Das Buch "FIREBALLS, METEORS & METEORITES" von Harold Povenmire ist wieder lieferbar! Es enthält auf 224 Seiten (mit 40 s/w Photos und Zeichnungen) viele wissenswerte und nützliche Informationen über Sternschnuppen, Meteorite und Tektite. Der Preis beträgt 16.95 \$ plus Versandkosten. Zu beziehen sind Exemplare dieses Buches direkt beim Autor:

- Harold Povenmire, 215 Osage Drive, Indian Harbour Beach, Florida, USA 32937

Angeregt durch den Artikel in STERNSCHNUPPE 2-2, Seite 22 ff plane ich, eine fish-eye Kamera zur Meteorphotographie zu bauen (mit innenliegendem shutter, automatischem Filmtransport und Verschlusmechanismus). Suche hierzu Kontakt zu gleichgesinnten Bastlern und Tüftlern zum Austausch von Erfahrungen, Tips bzgl. Bezugsquellen von Bauteilen, etc.

- Peter Wright (DJ0BI), Steinbühlstraße 8, D 7769 Mühlingen

Der Traum aller Meteor-Freaks: ein Stück Gestein aus dem Weltraum! Biete METEORITE und TEKTITE zu vernünftigen Preisen. Eine kostenlose Angebotsliste ist erhältlich bei:

- Dieter Heinlein, Puschendorfer Straße 1, D 8501 Veitsbronn

□

METEORITENFALL IN DEN NIEDERLANDEN

Hans Betlem, Dieter Heinlein, Zdeněk Ceplecha

Über den Meteorit, der im niederländischen Ort GLANERBRUG am Samstag, den 7. 4. 1990 um 18^h 32^m UT ein Hausdach durchschlagen hat, ist in der STERNSCHNUPPE bereits ein erster Bericht erschienen (siehe Heft 2-2, p. 50-52). Der folgende Artikel, der in Zusammenarbeit von Meteorforschern aus den Niederlanden, Deutschland und der Tschechoslowakei entstanden ist, enthält weitere Details und Fotos zu diesem spektakulären Meteoritenfall.

Den beiden Aufnahmen auf der Titelseite dieses Mitteilungsblattes ist zu entnehmen, welchen Sachschaden der Stein aus dem Weltraum bei seinem Aufprall angerichtet hat.

Dabei ist der Meteorit in hunderte Fragmente zersplittert, von denen mittlerweile insgesamt 800 g aufgesammelt werden konnten (siehe Abb.1). Die Analyse des Materials ergab, daß es sich bei dem kosmischen Geschoß um einen Steinmeteorit handelt – genauer gesagt um einen gewöhnlichen Chondrit vom Typ L6 (Olivin-Hypersthen Chondrit).

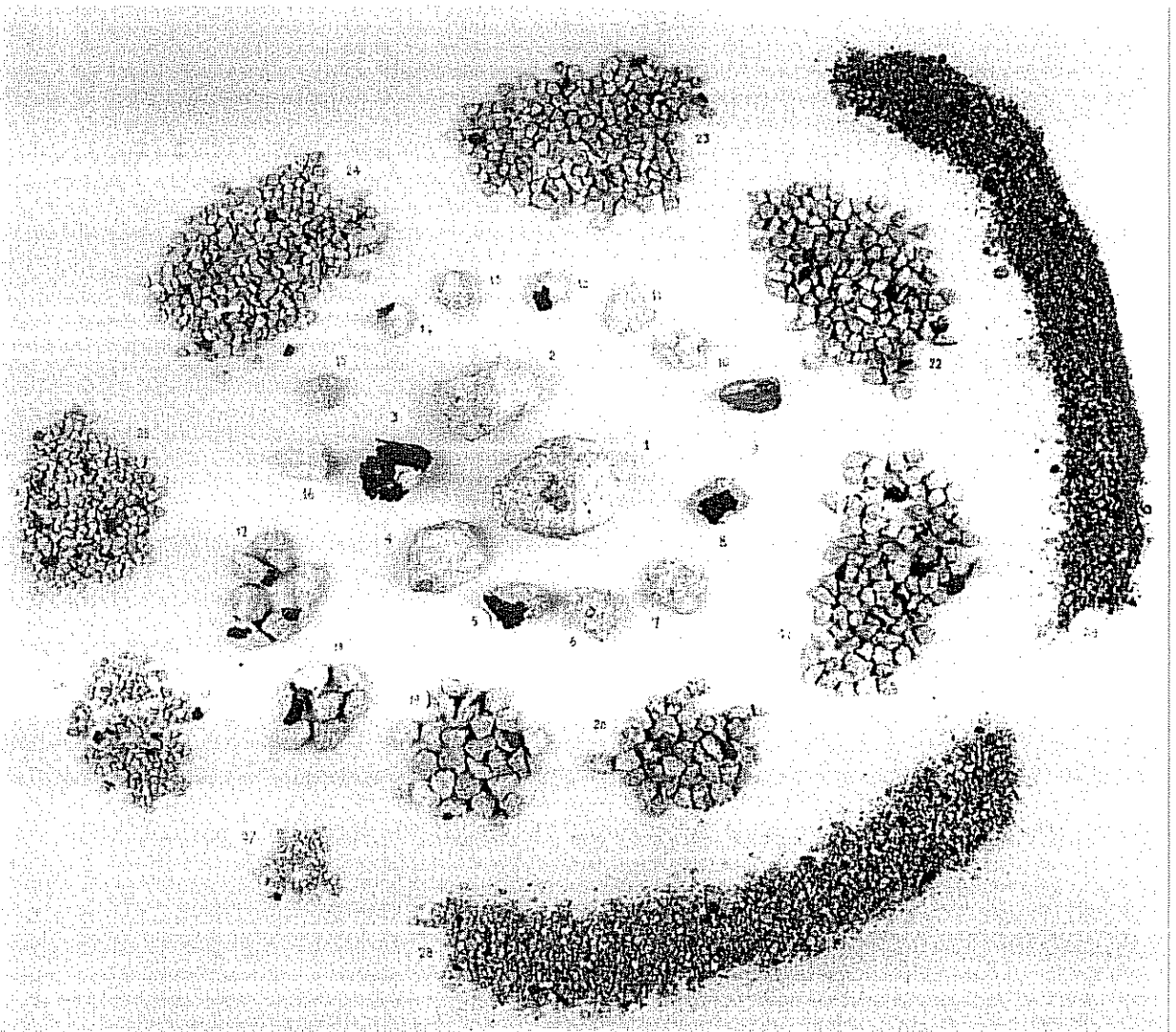


Abb.1: Die aufgesammelten Fragmente des Steinmeteoriten von GLANERBRUG, deren größtes 135 g wiegt. Foto: Dr.C.E.S.Arps, Naturhistorisches Museum, Leiden

Sämtliches geborgene Material stammt aus der Wichmann'schen Dachwohnung, in welche der Meteorit eingeschlagen hat. Die dort aufgefundenen Fragmente stellen jedoch offensichtlich nur einen Teil der insgesamt gefallenen Masse dar. Der sichergestellte Anteil an Schmelzkruste deutet nämlich darauf hin, daß in dem Glanerbruger Haus nur eines von mehreren Bruchstücken des am Hemmungspunkt zerborstenen Meteoritenkörpers eingeschlagen hat.

Eine Suchaktion, welche die Dutch Meteor Society (DMS) am Ostersonntag, den 15. 4. 1990 rund um Glanerbrug durchführte (siehe Abb.2 und 3) war allerdings nicht von Erfolg gekrönt. Leider konnte kein weiteres Meteoriten-Material mehr aufgefunden werden.



Abb.2: Mitglieder der DMS treffen sich zur österlichen Suchaktion im Ort Glanerbrug



Abb.3: Systematische Suche nach weiteren Fragmenten des GLANERBRUG Meteoriten

Bei der Dutch Meteor Society, der Sternwarte Leiden und der deutschen VdS-Fachgruppe METEORE, sowie bei anderen astronomischen Vereinigungen gingen zahlreiche Sichtungsberichte über die vollmondhelle Feuerkugel ein, die dem Meteoritenfall vorausgegangen war. Die, meist telefonisch übermittelten, Meldungen waren jedoch in den meisten Fällen sehr ungenau und kaum dazu geeignet, die atmosphärische Bahn des Meteors zu rekonstruieren. Daher besuchten Mitglieder der DMS etwa 20 Augenzeugen des Feuerkugelereignisses vom 7. April und befragten die Leute persönlich nach ihren Eindrücken. Weiterhin ermittelten sie vor Ort mit Winkelmesser und Kompaß präzise Daten für die Anfangs- bzw. Endhöhen des Boliden sowie für die azimuthalen Beobachtungsrichtungen (siehe Abb.5).

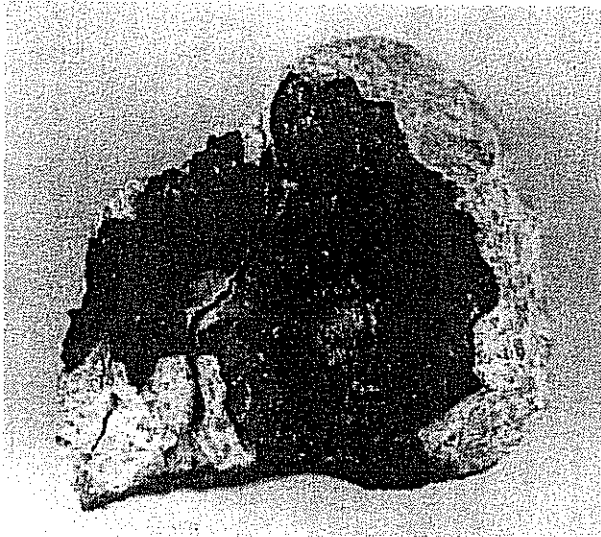


Abb.4: Zwei größere Stücke des Chondriten Glanerbrug/NL mit Schmelzkruste



Abb.5: Anne Zoete & Casper ter Kuile beim Vermessen von Höhe und Azimut

Aus diesem weitgehend zuverlässigen Datenmaterial wurden nun 48 Richtungsangaben (für Anfangs- bzw. Endpunkte der Feuerkugel) von insgesamt 28 Augenzeugen zur Bestimmung der atmosphärischen Trajektorie ausgewählt. Die rechnerische Auswertung wurde von Dr. Jiří Borovicka am Astronomischen Institut Ondřejov durchgeführt, der dazu eine speziell für diesen Fall entwickelte Reduktionsmethode verwendete. Obwohl die Präzision zufälliger, visueller Beobachtungen natürlich weit unterhalb der Genauigkeit von photographischen Aufnahmen liegt, gelang es dennoch, die Bahn des Meteoroiden einigermaßen gut zu rekonstruieren.

Demnach leuchtete die Feuerkugel in etwa 39 km Höhe auf, legte eine ziemlich flache Bahnspur von 40 km Länge (die Zenitdistanz des Radianten z_R betrug 59°) in südwestlicher Richtung zurück und verlöschte 22 ± 4 km hoch in der Atmosphäre (siehe Abb.6). Aus diesen Daten ergibt sich die Position des scheinbaren Radianten zu $\alpha_R = 216^\circ \pm 5^\circ$ und $\delta_R = 45^\circ \pm 9^\circ$.

Die größte Unsicherheit bestand in der Bestimmung der Geschwindigkeit des Meteoroiden. Die Zeugenaussagen waren nämlich bzgl. der Aufleuchtdauer des Boliden höchst unterschiedlich und unzureichend. Nur dem Umstand, daß es zu einem Meteoritenfall kam, ist es zu verdanken, daß die Eintrittsgeschwindigkeit des Körpers realistisch abgeschätzt werden konnte. Ein Wert von $v_\infty = 22 \pm 3$ km/s erscheint unter diesen Voraussetzungen als plausibelste Annahme. Welche heliozentrische Bahn hieraus resultiert, ist der nachfolgenden Tabelle 1 zu entnehmen. Man sollte sich jedoch der Tatsache bewußt sein, daß es sich bei den Bahnelementen um vorläufige Daten einer Abschätzung und nicht um „final values“ handelt!

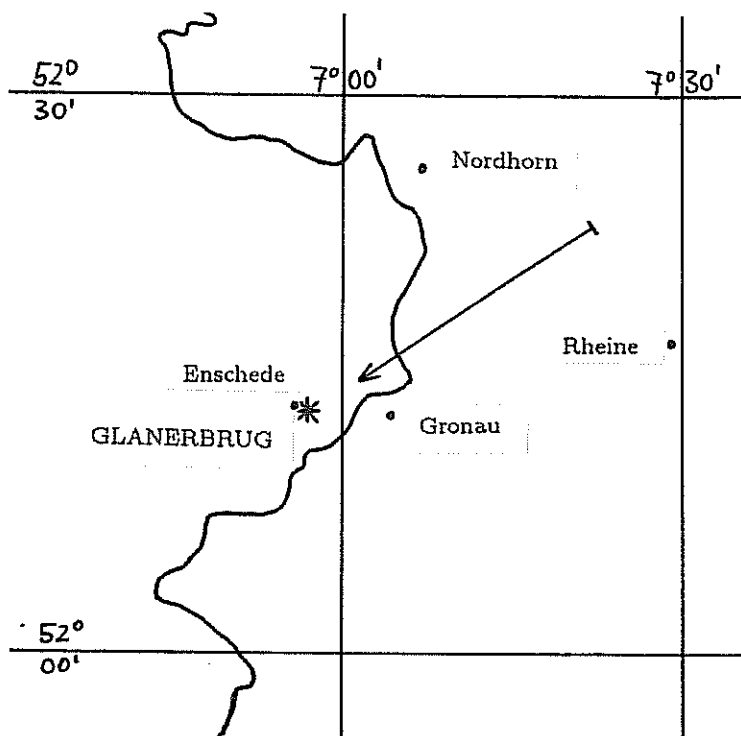


Abb.6: Leuchtspur und Aufschlagspunkt des Meteoroiden vom 7. 4. 1990 um 18^h 32^m UT

T.1 Bahnelemente (B 1950) der Feuerkugel von GLANERBRUG	
Große Halbachse der Ellipse	$a = 1.6 \pm 0.6$ AE
Numerische Exzentrizität der Bahn	$e = 0.47 \pm 0.17$
Perihelabstand der Ellipse	$q = 0.85 \pm 0.09$ AE
Aphelabstand der Ellipse	$Q = 2.4 \pm 1.1$ AE
Perihelabstand vom aufst. Knoten	$\omega = 237^\circ \pm 22^\circ$
Länge des aufsteigenden Knotens	$\Omega = 17.122^\circ$
Bahnneigung gegen die Ekliptik	$i = 27^\circ \pm 5^\circ$

Die anfänglich geäußerte und in der Presse (siehe Abb.7) publizierte Vermutung, der Meteorit könne vom Apollo-Asteroiden 1981 Midas stammen, bestätigte sich nicht.

Unter Berücksichtigung der am Abend des 7. 4. 90 herrschenden Windverhältnisse kalkulierte Dr. Zdeněk Ceplecha aus der oben beschriebenen Leuchtspur mit Hilfe seines Computerprogramms DARKFLY schließlich auch den Dunkelflug des GLANERBRUG Meteoroiden.

Äußerst hilfreich war hierbei natürlich die Tatsache, daß bereits der Aufschlagspunkt einer Masse (im Hausdach der Wichmanns) bekannt war. Aus der Tabelle 2 ist ersichtlich, welche Impaktgebiete für größere bzw. kleinere Körper aus den Berechnungen resultieren, die sich in der letzten Flugphase möglicherweise von der Hauptmasse abgespalten haben könnten.

Eine Suche nach weiteren Meteoriten wäre in diesem Gebiet sicherlich lohnenswert.

Lage der Einschlagsgebiete von evtl. weiteren Meteoriten des GLANERBRUG Falls					
T.2	$m \sim 1100$ g	$m \sim 670$ g	$m \sim 410$ g	$m \sim 250$ g	$m \sim 160$ g
φ	52.206°	52.215°	52.224°	52.233°	52.243°
λ	6.930°	6.954°	6.978°	7.003°	7.027°

Literatur:

- H.Betlem, J.Borovicka, P.Spurný (1990) Glanerbrug Meteorite: Atmospheric Trajectory and Orbit of the Fireball (preprint)
- H.Betlem, P.Jenniskens, C.ter Kuile (1990) Nieuwe Nederlandse Meteoriet. Radiant 12/3
- L.McClelland et al. (1990) Bulletin of the Global Volcanism Network 15/4, p. 18-19
- H.Betlem (1990) Meteorite Impact in the Netherlands. WGN 18/3, p. 89-90
- Zd.Cepelcha, H.Betlem, P.Jenniskens (1990) Private Mitteilungen und e-mail Nachrichten

De 'Glanerbrug' pept meteorietonderzoek op

Door een onzer redacteurs

ROTTERDAM, 11 april — Écht kapot van een meteoriet was de radiochemicus L. Lindner van de rijkswijkuniversiteit Leiden drie jaar geleden. Toen maakte hij deel uit van een Amerikaanse expeditie naar Antarctica en stuitte hij hoogstpersoonlijk op een meteoriet. „Dat was een enorme ervaring." Hij voegt er meteen aan toe: „De zes leden van de expeditie hebben er toen elk ongeveer honderd gevonden."

Naar nu blijkt is de steen die zaterdagavond om half negen op een dak van een woning in Enschede terecht kwam een zogenaamde steenmeteoriet. Daarnaast bestaan er steenijzer- en ijzermeteorieten. Ook is gebleken dat in de meteoriet chondulites zijn aanwezig, ronde insluitels die bestaan uit het mineraal pyroxeen met ontmengingsverschijnselen. Op dit moment wordt de minerale samenstelling van de meteoriet bestudeerd. Dit onderzoek zal enige maanden duren en wordt door onderzoekers in buitenland in ver-

richt. Door een onzer redacteurs
LEIDEN, 6 juni — De meteoriet vondst die begin april op een dak van een woning in Enschede terecht kwam is hoogstwaarschijnlijk een stuk van de planetoïde Midas. Dat ont van het voorlopig resultaat van het onderzoek van de Leidse sterrewacht. Midas is een rotsbol met een doorsnee van 1,6 kilometer.
Bij de Leidse sterrenwacht en de Dutch Meteor Society zijn bijna 200 reacties van oorgetuigen

gen. Wetenschappelijk gezien is de stemming nu gunstig.
Volgens de Leidse geoloog C.S.E. Arps is de vondst betekenis omdat informatie verkregen kan worden samenstellin-
Het nu vindt
Van onze verslaggeefster
Een steen van 25 centimeter doorsnede heeft in de nacht van zaterdag op zondag een gat in het dak van een woning in Enschede geslagen. Daarna spatte de steen uiteen in de slaapkamer. De bewoners waren op dat moment niet thuis. De politie van Enschede weet nog niet zeker of het om een meteoriet gaat.
Vanwege het geblakerde uiterlijk hield een radiokeernfysicus van de Rijksuniversiteit Utrecht het bij een verspreid zijn van meteorieten in de regio.
S. Wichman uit zien of het inderdaad een meteoriet is.
Directeur M. Drury van de Leidse sterrewacht is gelukkig als een zeer opwaarschijnlijk moeten zijn.

„Meteoriet" treft Enschedeers dak
ENSCHEDE — Een steen van 25 centimeter doorsnede heeft in de nacht van zaterdag op zondag een gat in het dak van een woning in Enschede geslagen. Daarna spatte de steen uiteen in de slaapkamer. De bewoners waren op dat moment niet thuis. De politie van Enschede weet nog niet zeker of het om een meteoriet gaat.
Vanwege het geblakerde uiterlijk hield een radiokeernfysicus van de Rijksuniversiteit Utrecht het bij een verspreid zijn van meteorieten in de regio.
S. Wichman uit zien of het inderdaad een meteoriet is.
Directeur M. Drury van de Leidse sterrewacht is gelukkig als een zeer opwaarschijnlijk moeten zijn.

Meteoriet van planetoïde Midas
Over Westduits grondgebied na derde de meteoriet Glanerbrug, waar hij met een snelheid van een paar honderd kilometer per uur de lucht ontstond volgens de onderzoekers op ongeveer 60 kilometer hoogte een heldere natuurlijk lamp, die over een lengte van 100.000 kilometer per

Wetenschap bejubelt Glanerbrug-meteorie

(Van een onzer verslaggevers)
GLANERBRUG — Nederland heeft z...

micus een brokie van de...

Meteoriet slaat door dak woning

(Van een onzer verslaggevers)

GLANERBRUG — Een meteoriet ter grootte van twee vuisten en een gewicht van 500 gram heeft zaterdagavond een groot gat geslagen in het dak van een woonhuis in Glanerbrug. De Opposiet heeft de saltkleurige steen met een klap door het dak. De b'wer lij met 'n woning. Toen hu ging nemen een p...

Kans op nog meer stukjes Glanerbrugse zeer klein' meteoriet zijn

(Van een onzer verslaggevers)

ENSCHEDE — Een handje derlanders heeft zich bij de Sterrewacht Leiden gemeld met mog meteorieten. Die meldingen men binnen nadat deze week kend werd dat, het gesteente dat Glanerbrug neerkwam, een echt meteoriet is.
Wetenschappers nemen aan dat het gevonden gesteente slechts een deel is van de totale meteoriet. In Leiden verwacht P. Jenniskens echter dat „de kans dat nog extra delen meteoriet De Glanerbrug ge-..."

Steen is inderdaad een meteoriet

(Van een onzer verslaggevers)

ENSCHEDE — De geheimzinnige steen die zich zaterdagavond door het dak van een woonhuis in Glanerbrug boorde, is vrijwel zeker een meteoriet. De Leidse museumgeoloog Arps, autoriteit op het gebied van meteorieten, stelde vannmiddag van een aantal onderzoeken vast dat alles in de richting van een ruimtesteen wijst. P... van de steen, die bij elkaar werden 'Utre'

Abb.7: Ausschnitte aus dem Echo der niederländischen Presse auf den Meteoritenfall

ERMITTLUNG DER HELLIGKEIT EINES METEORS AUF EINER GESHUTTERTEN AUFNAHME

Jost Jahn

Einleitung

Viele Amateure, die Astrophotographie betreiben, haben sicher schon einmal den einen oder anderen Meteor aufgenommen. Die Helligkeit dieses Objektes anzugeben, ist aber praktisch unmöglich, wenn man keine weiteren Informationen dazu besitzt. Meistens fehlt eine parallele visuelle Beobachtung, da Meteore oft nicht so hell sind, daß sie alleine dadurch die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, während man sich anderen Dingen am nächtlichen Himmel widmet.

Um die Helligkeit eines solchen Meteors abschätzen zu können, muß man auf der nicht nachgeführten Aufnahme folgende Größen einigermaßen genau kennen:

- v Geschwindigkeit des Meteors in °/s
- E Empfindlichkeit des Films in ASA
- f Brennweite der verwendeten Optik in mm
- N Öffnungsverhältnis der verwendeten Optik
- a Auflösung des Films in mm

Von diesen Größen können f und N sehr einfach (durch Ablesen auf dem Objektiv bzw. an der Blendeneinstellung) bestimmt werden. Die Filmempfindlichkeit E kann man relativ genau ermitteln, sofern man keine Spezialentwicklung des Films vornimmt. Am schwierigsten ist die Filmauflösung a zu berechnen, oder besser gesagt zu definieren, da diese nicht einfach abmeßbar ist. Die Geschwindigkeit v des Meteors schließlich kann man aus einer sogenannten geshutterten Aufnahme bestimmen.

Dazu befestigt man einen kleinen Motor am oder in der Nähe des Objektivs, auf dem eine rotierende Scheibe angebracht ist, die in der Form zweier oder dreier Flügel ausgeführt ist. Kennt man nun die genaue Drehfrequenz, so kann man aus der jeweiligen Anzahl der Flügel und der Unterbrechungen der Meteorspur auf der Aufnahme die Geschwindigkeit des Meteors in °/s bestimmen. Die Geschwindigkeit des Shutter kann man z.B. mit einem Blitzlicht bekannter Frequenz (Stroboskop) oder durch Verwendung eines Gleichstrommotors ermitteln. Für die nachfolgenden Überlegungen sind leider etliche Formeln und Umrechnungen nötig. Der Leser sollte sich etwas Zeit nehmen, um dem Weg zu folgen.

Die Formel

Nach Jahn (1987) kann man mit den oben angegebenen Größen die Helligkeit m des schwächsten Meteors auf einer photographischen Aufnahme mit Hilfe der Formel

$$m = 2.5 \cdot (\log E + \log f - 2 \log N - \log a - \log v) - 11 \quad (1)$$

abschätzen. Die Betonung liegt auf abschätzen, denn obige Formel kann man aufgrund der Unsicherheiten der Einzelfaktoren nicht zu einer exakten Berechnung verwenden. Formel (1) gilt nicht für sehr lange Belichtungszeiten, sondern nur für kürzere, wo der Schwarzschildkoeffizient p noch nicht so drastisch wirkt.

Ein Beispiel

Wie so oft, ist ein Beispiel zur Darstellung der Berechnung am besten geeignet. Dabei werde ich versuchen auch eine kurze Fehlerbetrachtung anzustellen.

In Abb.1 ist ein Ausschnitt einer geschutterten Meteoraufnahme des Autors abgebildet, die am 2. August 1986 von 22^h 38^m 46^s – 23^h 23^m 58^s UT angefertigt wurde. Die verwendete Optik bestand aus einer alten 6×6-Rollfilmkamera mit einem festen Objektiv von 75 mm Brennweite und einer Blendeneinstellung von 3.5. Der Standort war Mölln/Lbg. Die nicht nachgeführte Aufnahme wurde in Richtung Südsüdost gemacht. Der verwendete Film ist ein auf ca. 2000 ASA gepuschter HP5-Rollfilm. Der Shutter hatte eine Frequenz von 13.6 ± 0.1 Unterbrechungen pro Sekunde. (Eine Unterbrechung ist die Zeit von Beginn eines hellen Strichs bis zum Beginn des nächsten hellen Strichs.) Am Rande dieser Aufnahme sind die Sterne 53 Cygni, 41 Cygni, 52 Cygni, 64 Cygni, 39 Cygni und 31 Vulpeculae markiert.

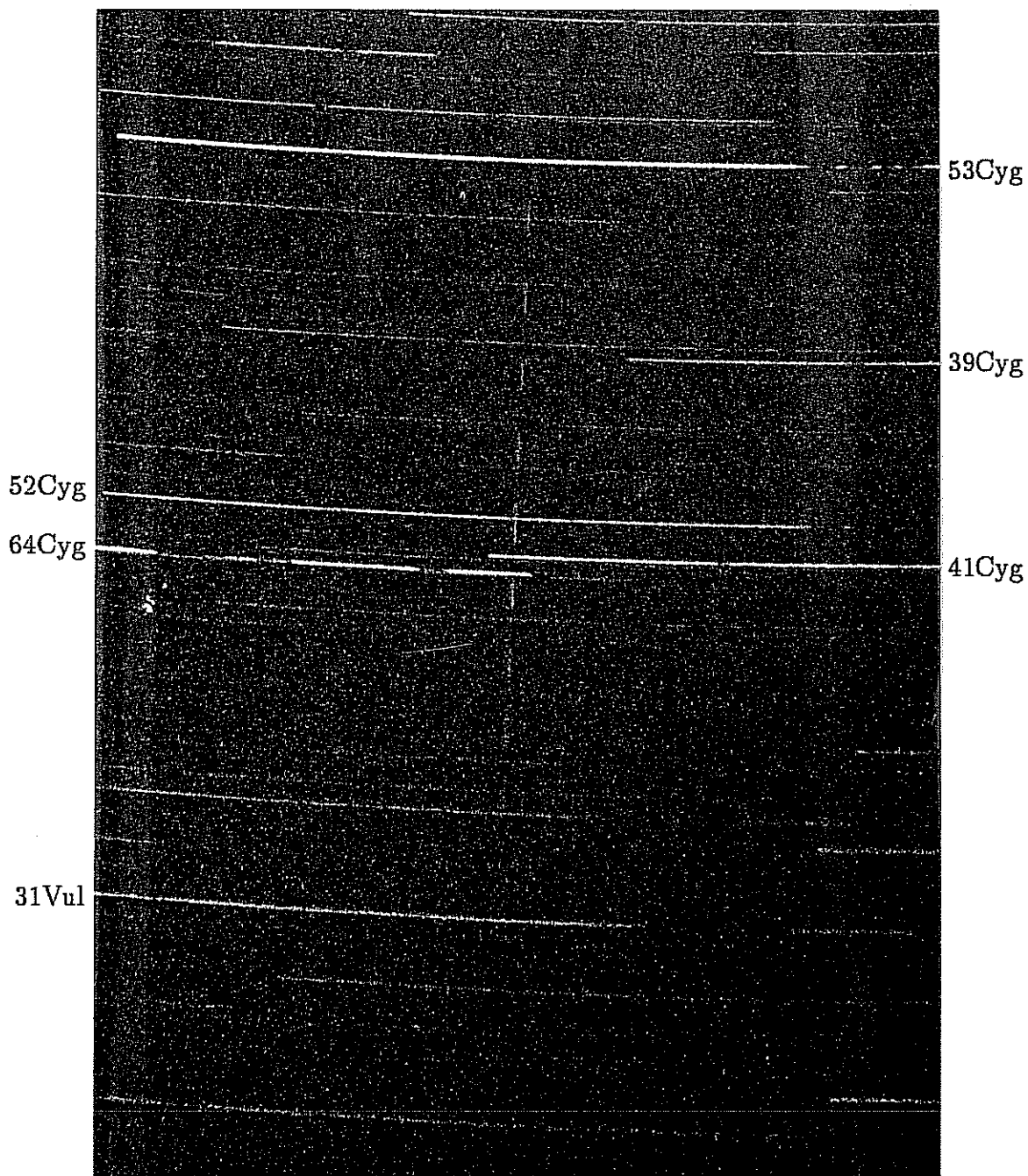


Abb.1: Ausschnitt aus einer geschutterten, nicht nachgeführten Aufnahme vom 2. 8. 1986

Die Korngröße a

Zunächst interessiert die Korngröße a des Films. Diese kann man entweder direkt unter dem Mikroskop bzw. einem Meßtisch ermitteln oder – einfacher – über einen vergrößerten Abzug. Nachdem man auf dem Abzug die Korngröße bestimmt hat, muß man über den Bildmaßstab des Abzuges und des Negativs die Vergrößerung berechnen und daraus dann die Originalkorngröße des Films ableiten.

Mit Hilfe der in Abb.1 markierten Sterne wurde der Bildmaßstab auf dem Originalabzug zu 3.58 ± 0.03 '/mm ermittelt. Mittels einer Meßlupe wurde eine Korngröße auf diesem Abzug von 0.15 ± 0.03 mm festgestellt. Dieses ist natürlich nicht die Auflösung a des Negativs, sondern die vergrößerte Auflösung des Originalabzugs. Über den wahren Maßstab

$$b = 2 \cdot \arctan \frac{1 \text{ mm}}{2 \cdot f [\text{mm}]} \quad (2)$$

des Negativs erhält man mit der Brennweite $f = 75$ mm einen Bildmaßstab des Negativs von 45.8 ± 2.3 '/mm (5% Fehler bei der Brennweitenangabe angenommen). Mittels des oben berechneten Maßstabs des Abzugs erhält man einen Vergrößerungsfaktor von 12.8 ± 0.7 . Daraus kann man dann die wahre Korngröße zu $a = 0.012 \pm 0.003$ bestimmen.

Die Geschwindigkeit v

Die weiteren nötigen Größen sind $E = 2000$ ASA, $f = 75 \pm 4$ mm und $N = 3.5 \pm 0.2$. Es fehlt nur noch die Bewegungsgeschwindigkeit v des Meteors. Der Meteor bewegt sich aufgrund der Abbremsung in der Atmosphäre und der perspektivischen Verzerrung entlang der Spur mit verschiedener Geschwindigkeit. Zum Anfang der Spur beträgt diese Bewegung auf dem Originalabzug 11.5 ± 0.2 mm, in der Mitte 11.1 ± 0.2 mm und zum Ende der Spur 10.6 ± 0.2 mm je Unterbrechung. Über den Bildmaßstab 3.58 ± 0.02 '/mm und die Shutterfrequenz von 13.6 ± 0.1 Unterbrechungen/s ergeben sich somit jeweils 9.33 ± 0.28 °/s, 9.01 ± 0.28 °/s und 8.60 ± 0.27 °/s. Im Rahmen der Fehler scheint sich also eine Abnahme der von Mölln aus sichtbaren Geschwindigkeit zu bestätigen.

Die Mitte des Meteors fällt in etwa mit 30° Deklination zusammen. Dort bewegen sich die Sterne mit $13.0''/s$. Das Filmkorn beträgt 0.012 ± 0.003 mm. Mit dem Bildmaßstab des Negativs von 45.8 ± 2.3 '/mm erhält man eine Größe des Filmkorns von $32 \pm 10''$. Dafür benötigen die Sterne bei $13.0''/s$ also 2.5 ± 0.8 s Zeit.

Während dieser Zeit kann man annähernd annehmen, daß der Schwarzschildkoeffizient p noch keine drastische Auswirkungen hat, so daß die Formel (1) verwendet werden kann. Man kann nun den Stern als einen sich mit $13''/s$ bewegenden sehr langsamen Meteor ansehen.

Die Helligkeit m

Das Prinzip liegt darin ,zunächst die Differenz zwischen der theoretisch möglichen Meteor-grenzhelligkeit (für die als Meteore aufgefaßten Sterne) nach (1) und der am Abzug (oder Negativ) gemessenen Grenzhelligkeit der Sterne zu bestimmen. Mit der Formel (1) erhält man in diesem Fall daraus theoretisch eine Grenzgröße von 10.4 ± 0.30^m für den schwächsten (Stern-)Meteor. Auf dem Originalabzug dagegen ist eine maximale Grenzgröße der Sterne (die hier als langsame Meteore aufgefaßt werden) von 6.7 ± 0.2^m (mit Hilfe des Katalogs von Becvar, 1967) ermittelbar. Diese Differenz von 3.7 ± 0.5^m zur Theorie wird durch Vorgänge im Photolabor und der Beobachtung verursacht. Nun rechnet man mit (1) die Grenzhelligkeit des richtigen Meteors mit den gemessenen Geschwindigkeiten aus, und erhält in diesem Falle die Meteorgrenzgrößen von 1.8 ± 0.2^m (Anfang), 1.9 ± 0.3^m (Mitte und Ende der Spur).

Mit dem oben ermittelten Korrekturglied von 3.7 ± 0.5^m wären also die auf die Praxis dieses Abzugs korrigierten Grenzhelligkeiten eines Meteors -1.9 ± 0.8^m (Anfang), -1.8 ± 0.7^m (Mitte und Ende der Spur). Dies ist aber nur ein Mittelwert; besser ist es, die Grenzgröße der Sterne direkt in der Umgebung der Meteorspur zu benutzen!

Mittels des Katalogs von Becvar (1967) bestimmte ich durch direkten Vergleich mit Nachbarsternen für den Anfang der Meteorspur 5.7 ± 0.2^m , für die Mitte 4.7 ± 0.2^m und für das Ende 6.1 ± 0.2^m als Sternrenzgröße. Mit der oben berechneten maximalen (Stern-) Meteorrenzgröße von 10.4 ± 0.3^m erhielt ich dadurch individuelle Korrekturglieder von 4.7 ± 0.5^m (Anfang), 5.7 ± 0.5^m (Mitte) und 4.3 ± 0.5^m (Ende der Spur).

Damit ergaben sich für die wahre Meteorhelligkeit die speziell auf diesen Abzug korrigierten Werte -2.9 ± 0.7^m (Anfang), -3.8 ± 0.7^m (Mitte) und -2.4 ± 0.7^m (Ende der Spur).

Fazit

Der Fehler erscheint recht groß. Allerdings muß berücksichtigt werden, daß die Sterne und der Meteor mit der gleichen Optik und dem gleichen Film simultan aufgenommen worden sind. Damit können alle Fehlermargen der Optik und des Filmes entfallen bzw. werden zumindest reduziert. Im Schnitt dürfte aufgrund einiger Unsicherheiten die Helligkeit aber dennoch um ca. 0.5^m schwanken. Doch ist es immerhin schon gut zu wissen, ob der Meteor -3^m oder eben -1^m bzw. -5^m gewesen ist, denn eine Größenklasse ist ein Faktor von 2.512! D.h. ein Fehler von 1^m ist nur ein Intensitätsunterschied von 2.5, aber die Spanne von -1^m bis -5^m entspricht einem Faktor von etwa 40!

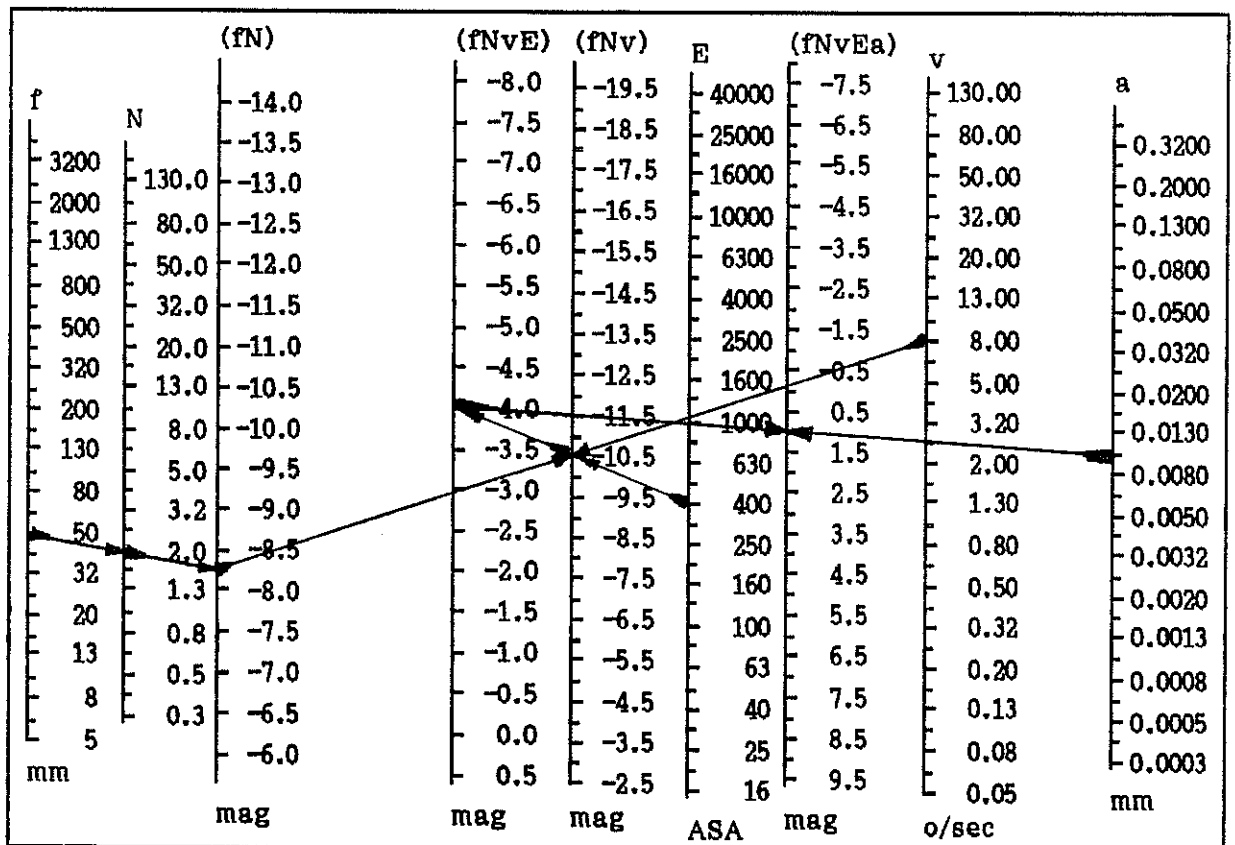


Abb.2 Nomogramm zur graphischen Ermittlung der Meteorrenzgröße

In diesem Beispiel kann man mit obigen Überlegungen also schon eine Menge über den Meteor aussagen. Er wurde innerhalb der photographierten Spur in 0.6 s von etwa 9.3 auf 8.6°/s abgebremst, wobei die Helligkeit von -3^m auf -4^m stieg um auf -2.5^m abzufallen.

Die Richtung der Spur deutet auf einen Cygniden hin. Aus der Stellung des Radianten und dem daraus resultierenden Blickwinkel von 30–40° kann in 100 km Höhe auf eine reale Geschwindigkeit von 10 bis 20 km/s geschlossen werden.

Das Nomogramm

In früheren Jahren – als der Computer kaum verbreitet war – erfreuten sich Nomogramme allgemeiner Beliebtheit. Diese dienen der schnellen Abschätzung von Ergebnissen bei komplizierten Gleichungen, die im Kopfe schwer kalkulierbar sind, wie z.B. die Logarithmen in der Gleichung (1).

An diese alte Tradition möchte ich hier anknüpfen und für die Berechnung der Meteorgrenzhelligkeit ein Nomogramm (Abb.2) veröffentlichen. In der Praxis bewährt sich dieses Nomogramm sehr gut zur Abschätzung, welche Kombination aus Kamera und Film die besten Ergebnisse bringt.

Aus technischen Gründen scheinen Nomogramme am Anfang immer etwas unübersichtlich. In diesem Falle sind die Eingangsskalen mit f (Brennweite in mm), N (Öffnungsverhältnis, dimensionslos), E (Empfindlichkeit in ASA), v (Geschwindigkeit in °/s) und a (Filmauflösung in mm) bezeichnet. Die ermittelten Werte werden mit (...) bezeichnet, wobei in den Klammern die berücksichtigten Eingangswerte stehen. Da eine Helligkeit errechnet werden soll, ist die Einheit magnitudines (Größenklassen).

Das Beispiel in Abb.2 verdeutliche dem Unkundigen die Benutzung dieses Nomogramms. Wir benutzen eine Kamera mit 50 mm Brennweite ($f=50$) und einem Öffnungsverhältnis von 1:2 ($N=2$). Durch beide Skalen und Punkte wird eine Linie gelegt und auf die Skala (fN) verlängert. Dort erhält man etwa -8.3^m . Der Wert ist aber noch ohne Bedeutung (da er für $a=1$, $E=1$ und $v=1$ gelten würde). Der Meteor habe eine Geschwindigkeit von 8 °/s ($v=8$). Von der Ergebnisskala (fN) legen wir eine Linie nach der Skala $v=8$ und verlängern diese weiter zu (fNv) und erhalten -10.4^m . Ebenso gehen wir für die beiden nächsten angenommenen Werte ($E=400$ und $a=0.01$) vor und erhalten schließlich auf der letzten Skala ($fNvEA$) das Resultat von etwa 1.0^m Meteorgrenzgröße, die wir somit mit einer üblichen 50/2.0-Kamera, einem 27 DIN (≈ 400 ASA) Film mit 1/100 mm Auflösung bei einer Geschwindigkeit von 1°/s nachweisen können.

Die Skalen der Eingangswerte sind logarithmisch aufgebaut, d.h. sie laufen von 1 über 1.3, 1.6, 2.0, 2.5, 3.2, 4.0, 5.0, 6.3 und 8.0 nach 10.0. Die Helligkeit selbst ist eine logarithmische Größe und ist daher linear skaliert.

Das Nomogramm ist natürlich auch für Satelliten geeignet, da die Geschwindigkeit v bis auf 3°/s herunter aufgeführt ist. Gleichfalls kann man es rückwärts benutzen, wenn man z.B. abschätzen möchte, welche Konfiguration für eine Grenzgröße von 5.0^m nötig ist. Die Abb.2 wurde unter OMIKRON-Basic auf einem Atari ST erstellt und mit einem NEC-P6 gedruckt.

Literatur

- J.Jahn (1987) Vergleich der Meteoranzahl bei verschiedenen Astrokameras. KPM 2/4, 36–44
A.Becvar (1964) Atlas of the Heavens – II. Catalogue 1950.0

□

DIE FEUERKUGEL VOM 29. NOVEMBER 1989

Dieter Heinlein

Ein Bolide von -12^m absoluter Helligkeit erstrahlte am 29. November 1989 um $22^h 57^m$ UT über dem Nordosten Frankreichs, südlich von Verdun. Der Meteor begann in 85 km Höhe aufzuleuchten und verlöschte nach 1.12 Sekunden 56 km hoch in der Lufthülle der Erde. Das kosmische Geschöß drang sehr steil in die Atmosphäre ein – die Zenitdistanz des scheinbaren Radianten z_r betrug nur 34° – und legte dabei eine Bahnspur von 36 km Länge zurück.

Über die visuelle Sichtungsmeldung des Ehepaars Krugmann aus Herscheid wurde bereits in STERNSCHNUPPE 2-1 auf Seite 17 berichtet. Wie aus Abb.1 ersichtlich ist, wurde die Feuerkugel von insgesamt 17 Ortungskameras des European Network erfaßt. Die Aufnahmen der 5 nächstgelegenen Stationen #60 Berus, #57 Deuselbach, #73 Daun, #63 Wildbad und #42 Klippeneck wurden zur Auswertung des Boliden verwendet, deren Resultate im folgenden vorgestellt werden sollen. Aber auch die Betreiber der Kameras #51 Heidelberg, #58 Schaafheim, #43 Öhringen, #54 Gießen, #72 Hagen, #69 Magdlos, #45 Violau, #68 Losaurach, #75 Benterode, #56 Hohenpeißenberg, #70 Neumarkt und der niederländischen Station #92 Elsloo waren auf dem Posten und lieferten in dieser Nacht ein ereignistragendes Photo!

Während eines vierzehntägigen Studienaufenthalts am Astronomischen Institut Ondřejov in der ČSFR hatte ich im Juni 1990 die Gelegenheit bei der Reduktion dieser Feuerkugel mitzuarbeiten. Mein Dank gilt an dieser Stelle Frau Jaroslava Keclíková für die Vermessung der Negative am Zeiss Ascorecord Koordinatenmeßtisch, sowie Herrn Dr. Pavel Spurný für die rechnerische Auswertung der Daten mit Hilfe des Computerprogramms FIRBAL.

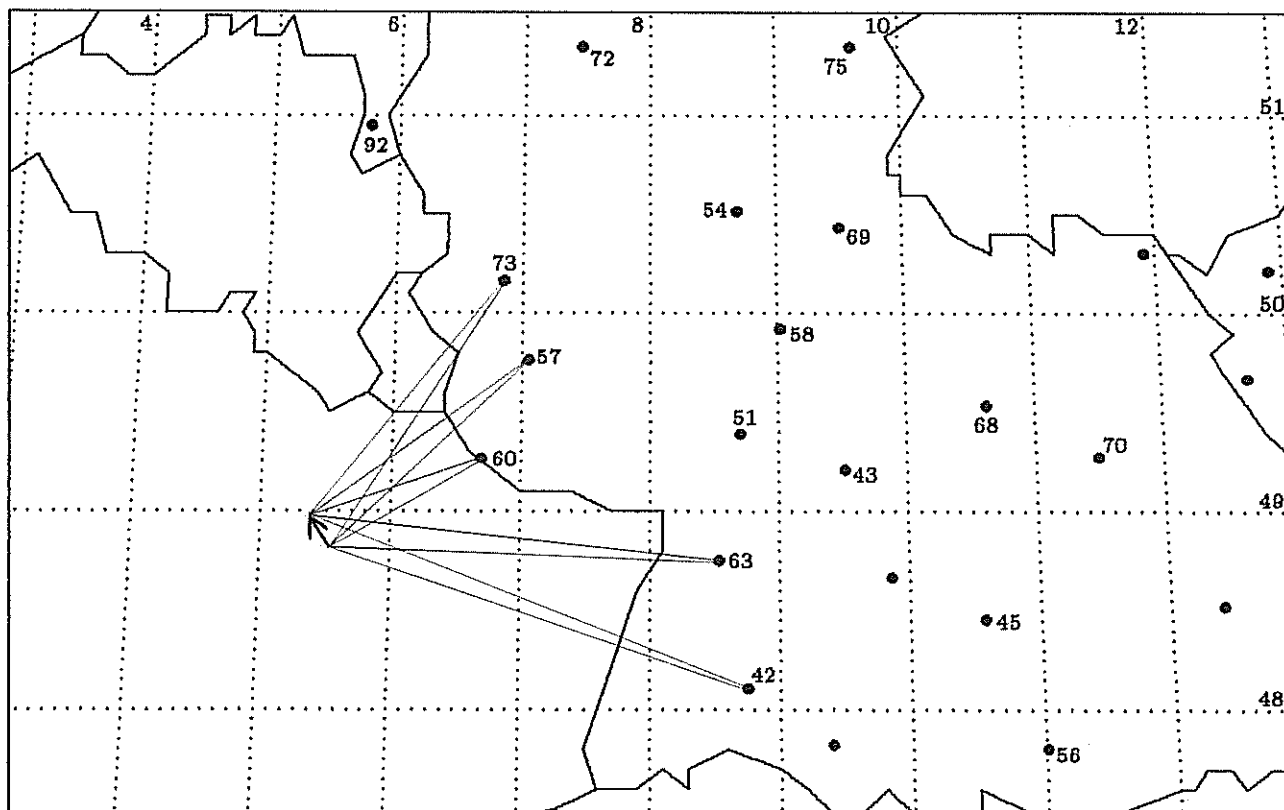


Abb.1: Trajektorie der Feuerkugel EN 29 11 89, projiziert auf die Erdoberfläche.

Ergebnisse der Bahnrechnungen:

In der nachstehenden Tabelle 1 sind die relevanten Meßdaten der atmosphärischen Leuchtspur des Boliden aufgeführt, nämlich Rektaszension α und Deklination δ , sowie die Distanz r des Aufleucht- und Verlöschpunktes von den einzelnen Ortungskameras.

T.1	Scheinbare Trajektorien des Boliden EN 29 11 89, 22 ^h 57 ^m UT					
EN	$\alpha_{\text{Beginn}} \dots \alpha_{\text{Ende}}$		$\delta_{\text{Beginn}} \dots \delta_{\text{Ende}}$		$r_{\text{Beginn}} \dots r_{\text{Ende}}$	
#60	019.40°	359.26°	+14.86°	+09.78°	134.16 km	113.59 km
#42	328.64°	321.89°	+25.76°	+22.76°	267.32 km	273.58 km
#57	019.92°	009.63°	-01.22°	-05.37°	175.14 km	159.87 km
#73	028.84°	021.32°	-10.01°	-14.25°	194.76 km	178.43 km
#63	339.89°	334.38°	+16.07°	+14.11°	238.20 km	239.95 km

Wie die am Himmel erstrahlende Bahn dieser Feuerkugel von den verschiedenen Stationen erfaßt worden ist und welche scheinbare Radiantposition sich hieraus ermitteln läßt, ist aus der gnomonischen Sternkarte in Abb.2 ersichtlich, welche unter Verwendung des Computerprogramms GNOMPLOT (© 1990 D. Heinlein) erstellt wurde.

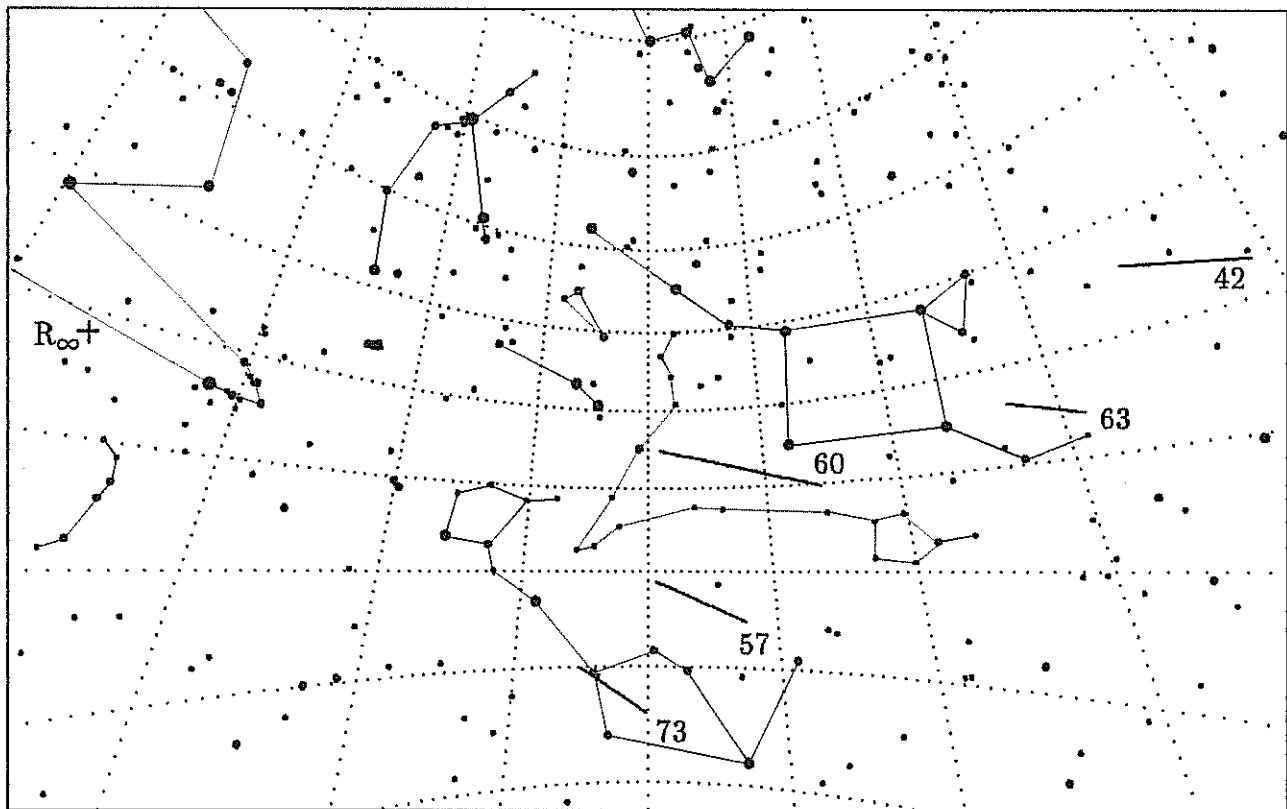


Abb.2: Trajektorien und scheinbarer Radiant des Meteors EN 29 11 89. Parameter der gnomonischen Karte: Zentrum: $\alpha = 1.4^{\text{h}}$, $\delta = 20^{\circ}$, Gitterabstand: $\Delta\alpha = 1^{\text{h}}$, $\Delta\delta = 10^{\circ}$.

Die Anfangsmasse (7 kg) des Meteoroiden, der mit einer mittleren kosmischen Geschwindigkeit von knapp 30 km/s in die irdische Lufthülle eindrang und nur unwesentlich abgebremst wurde, war bereits nach 1.12 Sekunden völlig aufgerieben und verglüht (siehe Tabelle 2).

Atmosphärische Leuchtspur (Photometrie: Station #57)				
T.2	Beginn	1. Max.	2. Max.	Ende
v	29.44 km/s	28.45 km/s	26.43 km/s	24.61 km/s
h	85.39 km	69.0 km	60.9 km	55.78 km
φ	48.8246°	–	–	48.9747°
λ	5.5351°	–	–	5.3909°
M	–6.1 ^m	–12.2 ^m	–11.6 ^m	–6.3 ^m
m	7.0 kg	3.0 kg	0.6 kg	–

Aus dem zeitlichen Verlauf der absoluten Helligkeit (Abb.3) und der Ablation des Körpers konnte der Wert des Endhöhenkriteriums zu $PE = -5.6$ bestimmt werden. Demnach war der Bolide EN 29 11 89 ein Vertreter des Feuerkugeltyps IIIa und bestand somit aus Material von geringer stofflicher Dichte (siehe STERNSCHNUPPE 1–4, 88–92).

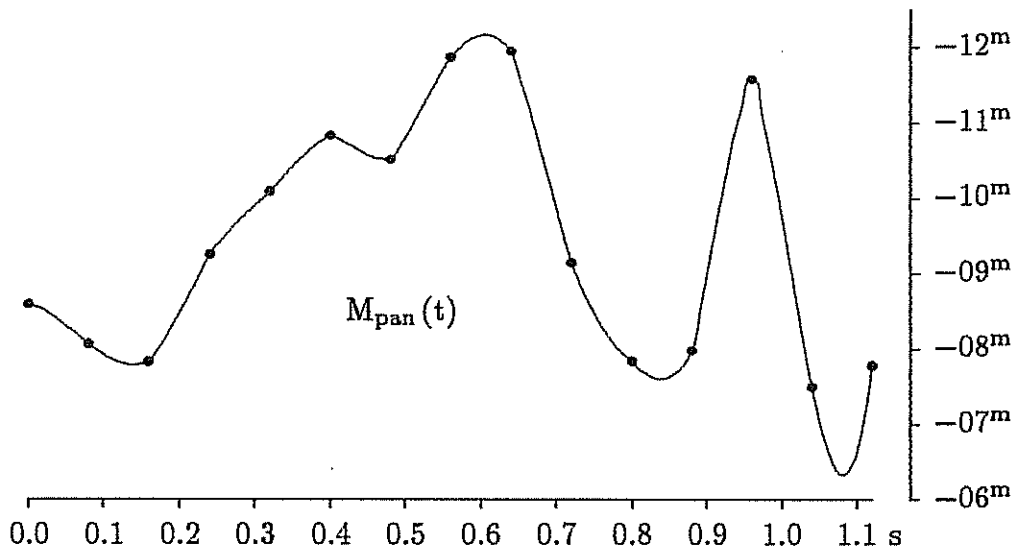


Abb.3: Leuchtkurve der Feuerkugel EN 29 11 89, Photometrie: Station #57

Diskussion der Resultate:

Die Lage des scheinbaren und des wahren Radianten sowie die dazu gehörigen Geschwindigkeiten des Meteoroiden relativ zur Erde bzw. zur Sonne sind in der nachfolgenden Tabelle 3 aufgeführt. Der Ort von R_{∞} ist außerdem auf der Sternkarte in Abb.2 eingetragen.

Radiantposition (B 1950) und Geschwindigkeit von EN 29 11 89			
T.3	scheinbar	geozentrisch	heliozentrisch
α	76.29° ± 0.37°	76.18° ± 0.40°	–
δ	18.25° ± 0.09°	17.08° ± 0.33°	–
λ	–	–	23.78° ± 4.67°
β	–	–	–4.19° ± 0.11°
v	29.66 ± 3.57 km/s	27.40 ± 3.86 km/s	37.48 ± 2.37 km/s

T.4 Bahnelemente (B 1950) des heliozentrischen Orbits von EN 29 11 89			
Halbachse a	2.25 ± 1.02 AE	Perihelargument ω	$108.31^\circ \pm 0.79^\circ$
Exzentrizität e	0.822 ± 0.098	Knotenlänge Ω	$67.204^\circ \pm 0.005^\circ$
Perihelabstand q	0.401 ± 0.040 AE	Bahnneigung i	$6.08^\circ \pm 0.65^\circ$

Ein Vergleich der hieraus resultierenden heliozentrischen Umlaufbahn des Meteoroiden (T.4) mit den Daten in Tabelle 5 aus Cook's Meteorstromliste [1] zeigt klar, daß die Feuerkugel EN 29 11 89 ein spätes Mitglied der südlichen Tauriden war. Die Elemente der beiden orbits stimmen (im Rahmen der Meßgenauigkeit unserer all-sky Aufnahmen) recht gut überein. Der große Unterschied in der Länge des aufsteigenden Knotens Ω erklärt sich aus dem Umstand, daß der Bolide erst 26 Tage nach dem Maximum (3. 11.) der Tauriden S erschienen ist.

T.5 Bahnelemente (B 1950) des Meteorstroms der Tauriden S			
Halbachse a	1.93 AE	Perihelargument ω	113.2°
Exzentrizität e	0.806	Knotenlänge Ω	40.0°
Perihelabstand q	0.375 AE	Bahnneigung i	5.2°

[1] A.F.Cook (1973) A Working List of Meteor Streams. In: Evolutionary and Physical Properties of Meteoroids, eds: C.L.Hemenway, P.M.Millman, A.F.Cook; NASA SP-319, Washington, 183-191

□

AKTUELLE MELDUNGEN: METEORE & FEUERKUGELN

Dieter Heinlein

• 07. 04. 1990, 18^h 30^m UT

Cai-Uso Wohler sah von 2058 Lauenburg/Elbe (53.4° N, 10.5° E), aus um 20^h 30^m MESZ eine Feuerkugel von -5^m Helligkeit mit weißgelber Farbe in Richtung WSW, welche von 30° Höhe senkrecht auf 10° fiel. (Nachtrag zum Meteoritenfall von GLANERBRUG!)

• 13. 05. 1990, 20^h 40^m UT

Ein pfeifendes Geräusch und anschließend einen extrem hellen Meteor registrierte Kurt Funk von 1000 Berlin 47 (Britz) aus in Richtung Süden. (Meldung: Dr. W. Celnik)

• 24. 05. 1990, 01^h 28^m UT

Rudi Geppert beobachtete eine helle Sternschnuppe von ca. 1 s Dauer um 02^h 28^m MEZ von 3513 Benterode aus; diese bewegte sich zwischen ζ UMa (Mizar) und η UMa (Benetnasch).

• 30. 05. 1990, 23^h 02^m UT

Dr. Karl Kaiser und Karl Bernauer sahen von Schärding/Oberösterreich aus am 31. Mai um 01^h 02^m MESZ eine schnelle Feuerkugel der Helligkeit -8^m, welche grün leuchtete und durch das Sternbild Adler in Richtung Südosten zog. Diese Himmelserscheinung konnte auch Anton Kellner aus Ried wahrnehmen. (Meldung: E. Filimon)

□

TELEXBERICHT AN GVN: FEUERKUGEL EN 27 01 90

Zdeněk Ceplecha, Pavel Spurný

Feuerkugel: Tschechoslowakei, 27. Januar 1990, 20^h 22^m UT

Ein sehr langsamer Meteor von -7^m maximaler absoluter Helligkeit wurde von 3 tschechischen Stationen des Europäischen Meteoritenortungsnetzes photographiert. Der Bolide legte eine 47 km lange Leuchtspur in 3.3 Sekunden zurück und verlöschte in 34 km Höhe, gerade 0.5 Sekunden nach Erreichen des Punktes maximaler Abbremsung. Die folgenden Ergebnisse gründen sich auf alle verfügbaren Aufnahmen und können als endgültig betrachtet werden.

Atmosphärische Leuchtspur des Meteors EN 27 01 90			
	Beginn	Max. Hell.	Ende
Geschwindigkeit v	16.185 km/s	15.19 km/s	7.10 km/s
Höhe h über Geoid	74.665 km	51.12 km	33.666 km
Geogr. Breite φ (N)	49.6465°	49.760°	49.8455°
Geogr. Länge λ (E)	17.0366°	17.034°	17.0315°
Abs. Helligkeit M	-2.5^m	-7.1^m	-1.9^m
Meteoroidmasse m	1.9 kg	1.4 kg	-
Zenitdist. Radiant z_R	28.472°	-	28.671°

Feuerkugel-Typ: I

Ablations-Koeffizient: $0.012 \text{ s}^2/\text{km}^2$

Radiantposition (B 1950) und Eintrittsgeschwindigkeit von EN 27 01 90			
	scheinbar	geozentrisch	heliozentrisch
Rektaszension	$\alpha = 89.28^\circ$	$\alpha = 88.06^\circ$	-
Deklination	$\delta = 21.174^\circ$	$\delta = 16.584^\circ$	-
Eklipt. Länge	-	-	$\lambda = 50.37^\circ$
Eklipt. Breite	-	-	$\beta = -2.083^\circ$
Geschwindigkeit	$v = 16.196 \text{ km/s}$	$v = 11.762 \text{ km/s}$	$v = 38.654 \text{ km/s}$

Bahnelemente (B 1950) von EN 27 01 90	
Große Halbachse der Ellipse	$a = 2.886 \text{ AE}$
Numerische Exzentrizität der Bahn	$e = 0.6810$
Perihelabstand der Ellipse	$q = 0.9206 \text{ AE}$
Aphelabstand der Ellipse	$Q = 4.85 \text{ AE}$
Perihelabstand vom aufst. Knoten	$\omega = 32.87^\circ$
Länge des aufsteigenden Knotens	$\Omega = 127.1911^\circ$
Bahnneigung gegen die Ekliptik	$i = 2.139^\circ$

□

TELEXBERICHT AN GVN: FEUERKUGEL EN 29 01 90

Zdeněk Ceplecha, Pavel Spurný

Feuerkugel: Polen, 29. Januar 1990, 19^h 39^m UT

Ein sehr langsamer Meteor von -7^m maximaler absoluter Helligkeit wurde von 4 tschechischen Stationen des Europäischen Meteoritenortungsnetzes photographiert. Der Bolide legte eine 46 km lange Leuchtspur in 3.3 Sekunden zurück und verlöschte in einer Höhe von 29 km. Die folgenden Ergebnisse gründen sich auf alle verfügbaren Aufnahmen und können als endgültig betrachtet werden.

Atmosphärische Leuchtspur des Meteors EN 29 01 90			
	Beginn	Max. Hell.	Ende
Geschwindigkeit v	16.48 km/s	15.8 km/s	5.7 km/s
Höhe h über Geoid	72.69 km	46.8 km	28.9 km
Geogr. Breite φ (N)	50.256°	50.25°	50.253°
Geogr. Länge λ (E)	18.921°	18.79°	18.699°
Abs. Helligkeit M	-2.6^m	-6.6^m	-2.3^m
Meteoroidmasse m	1.1 kg	0.6 kg	—
Zenitdist. Radiant z_R	20.0°	—	20.1°

Feuerkugel-Typ: I

Ablations-Koeffizient: $0.036 \text{ s}^2/\text{km}^2$

Radiantposition (B 1950) und Eintrittsgeschwindigkeit von EN 29 01 90			
	scheinbar	geozentrisch	heliozentrisch
Rektaszension	$\alpha = 111.6^\circ$	$\alpha = 114.3^\circ$	—
Deklination	$\delta = 46.75^\circ$	$\delta = 46.07^\circ$	—
Eklipt. Länge	—	—	$\lambda = 55.5^\circ$
Eklipt. Breite	—	—	$\beta = 7.87^\circ$
Geschwindigkeit	$v = 16.51 \text{ km/s}$	$v = 12.04 \text{ km/s}$	$v = 35.94 \text{ km/s}$

Bahnelemente (B 1950) von EN 29 01 90	
Große Halbachse der Ellipse	$a = 1.73 \text{ AE}$
Numerische Exzentrizität der Bahn	$e = 0.497$
Perihelabstand der Ellipse	$q = 0.8679 \text{ AE}$
Aphelabstand der Ellipse	$Q = 2.58 \text{ AE}$
Perihelabstand vom aufst. Knoten	$\omega = 230.1^\circ$
Länge des aufsteigenden Knotens	$\Omega = 309.0629^\circ$
Bahnneigung gegen die Ekliptik	$i = 8.14^\circ$

□

INHALTSVERZEICHNIS:

Meteorströme im Herbst 1990 (B. Koch)	53
Quadrantiden und Coma Bereniciden in Süd- frankreich – Visuelle Ergebnisse, Teil 1 (B. Koch)	55
Kleinanzeigen aus dem Leserkreis (H. Povenmire, P. Wright, D. Heinlein)	62
Meteoritenfall in den Niederlanden (H. Betlem, D. Heinlein, Z. Ceplecha)	63
Ermittlung der Helligkeit eines Meteors auf einer geschutterten Aufnahme (J. Jahn)	68
Die Feuerkugel vom 29. November 1989 (D. Heinlein)	73
Aktuelle Meldungen: Meteore & Feuerkugeln (D. Heinlein)	76
Telexbericht an GVN: Feuerkugel EN 27 01 90 (Z. Ceplecha, P. Spurný)	77
Telexbericht an GVN: Feuerkugel EN 29 01 90 (Z. Ceplecha, P. Spurný)	78

AUTOREN DIESER AUSGABE:

- Hans Betlem, Lederkarper 4, NL 2318 NB Leiden
- Dr. Zdeněk Ceplecha, Astronom. Institut, ČSFR 25165 Ondřejov
- Dieter Heinlein, Puschendorfer Straße 1, D 8501 Veitsbronn
- Jost Jahn, Neustädter Straße 11, D 3123 Bodenteich
- Bernhard Koch, Memelstraße 23, D 7910 Neu-Ulm
- Dr. Pavel Spurný, Astronom. Institut, ČSFR 25165 Ondřejov

IMPRESSUM:

ISSN 0936-2622

Herausgeber, Redaktion und ©:

VdS-Fachgruppe METEORE, c/o Dieter Heinlein
Puschendorfer Straße 1, D 8501 VEITSBRONN

Die STERNSCHNUPPE erscheint vierteljährlich (Feb/Mai/Aug/Nov) im Eigenverlag. Das Mitteilungsblatt wird zum Selbstkostenpreis an Mitglieder der VdS-Fachgruppe METEORE abgegeben. Die Abonnentenbeiträge dienen lediglich zur Deckung der Druck/Kopier- und Versandkosten. Private Kleinanzeigen aus dem Leserkreis werden unentgeltlich veröffentlicht. Für gewerbliche Anzeigen wird eine Gebühr nach Tarif Nr. 2 erhoben. Der Nachdruck ist nur mit Genehmigung der Redaktion und gegen Übersendung eines Belegexemplars gestattet.

Redaktionsschluß für das Heft 2-4 ist der 31. Oktober 1990