

Mitteilungen des Arbeitskreises Meteore

Ueber den
Ursprung

der von Pallas gefundenen
und anderer ihr ähnlicher

Eisenmassen,

und über einige damit in Verbindung stehende
Naturerscheinungen.

von

Ernst Florens Friedrich Chladni,

in Wittenberg, der Phil. und Rechte Doctor, der Berliner Gesellschaft Naturf. Freunde Mitglied,
und der königl. Societät der Wissenschaften zu Göttingen Correspondent.

Leipzig,

bey Ernst Joachim Göschen.

1794.

MM Nr. 5/1994

19. Jahrgang

Informationen
aus dem Arbeitskreis Meteore e.V.
über Meteore, Leuchtende Nachtwolken,
Halos und Polarlichter

MM

FK

HALO

NLC

In dieser Ausgabe:

	Seite
Meteorbeobachtungen vom April 1994	2
Hinweise für Meteorbeobachter (visuell): Juni	3
Hinweise für fotografische Meteorbeobachtungen	3
Perseiden-Modellrechnungen und die 1994er Wiederkehr	4
FK-Netz im April 1994	6
Änderung eines Satellitenorbits gab Rätsel auf	7
Neue Meteor-Videoexperimente im Mai 1994	7
Vor 200 Jahren: Chladni und die kosmische Natur der Feuerkugeln und Meteorite (siehe Titelbild)	8
Halos im März 1994	11
Aus dem Halo-Archiv: Haloreichster Tag 1988	14
Über Leuchtende Nachtwolken	17

Mitteilungen des AKM – Nr.5/1994 – Seite 2

Ergebnisse visueller Meteorbeobachtungen im April 1994

Im April gab es wenigstens gebietsweise die erste Periode mit mehreren wolkenlosen Nächten in Folge. Wie es sich "gehört", fiel sie fast mit dem Vollmond zusammen, so daß effektiv nicht viel übrigblieb. Dennoch gelangen im April eine ganze Reihe von Beobachtungen. Während der von Mondlicht und Dämmerung arg eingeschränkten Lyriden-Beobachtungen lag die ZHR auf dem "üblichen" Niveau.

Dt	T _A	T _E	T _{eff}	m _{gr}	total n	Ströme und sporadische Meteore		Beob.	Meth.	Ort u. Bem.
						jeweils [n Strom (ZHR)]	n _{spor} (HR)			
April										
01	2032	2132	0.57	6.30	3	0V(0)	3 (8)	RENIN	P	11151 (1)
01	2032	2133	0.70	6.24	5	0V(0)	5 (10)	RENJU	P	11151 (1)
02	2102	2235	1.50	6.18	11	2V(3.9)	9 (8.5)	RENJU	P	11157
03	2035	0045	4.05	6.13	27	7V(5.1)	20 (7.5)	RENJU	P	11151, 2 Int.
03	2100	0045	3.60	6.06	18	5V(4.4)	13 (5.6)	ARLRA	P	11151, 2 Int.
05	1912	2042	1.50	6.05	9	2V(7)	7 (8)	WINRO	P	11711
05	1928	2247	3.19	6.05	15	5V(5.8)	10 (5.1)	ARLRA	P	11151, 2 Int.
05	1928	2248	3.28	6.15	21	6V(6.1)	15 (6.7)	RENJU	P	11151, 2 Int.
05	2220	0100	2.00	6.10	18	4V(5.8)	14 (11)	SCHTH	P	11812
19	0035	0238	2.00	6.29	16	1V(1.6); 1L(0.8); 3S(6)	10 (6.3)	RENJU	P	11157
21	0118	0232	1.20	6.02	7	0V(0); 2L(3.0); 1S(4)	4 (6)	RENJU	P	11157
22	0126	0232	1.05	6.00	8	0V(0); 4L(7.0); 2S(10)	2 (3)	RENJU	P	11157
29	2035	2330	2.71	6.31	17		12 (5.5)	KNOAN	P	16033
30	2210	2330	1.33	6.34	14	1V(1.9) 5S(16)	8 (7.4)	RENJU	P	11157

Strombezeichnungen in der Tabelle: S = Scorpius-Sagittariiden (Komplex), V = Virginiden, L = Lyriden
 Bem.: (1) Abbruch durch Wolken

Beobachter im April 1994		h Einsatzzeit	Beobachtungen
ARLRA	Rainer Arlt, Potsdam	7.06	2
KNOAN	André Knöfel, Düsseldorf	2.92	1
RENIN	Ina Rendtel, Potsdam	1.00	1
RENJU	Jürgen Rendtel, Potsdam	15.78	8
SCHTH	Thomas Schreyer, Radebeul	2.67	1
WINRO	Roland Winkler, Markkleeberg	1.50	1

Im April 1994 wurden von 6 Beobachtern in 13 Einsätzen (8 Nächte) innerhalb von 27.35 h effektiver Beobachtungszeit (29.60 h Einsatzzeit) 175 Meteore notiert.

Beobachtungsorte:

- 11151 Golm/Zernsee, Krs. Potsdam-Mittelmark, Brandenburg (52.45°N; 12.9°E)
- 11157 Potsdam, Mark Brandenburg (52.4°N; 13.0°E)
- 11711 Markkleeberg, Sachsen (51.17°N; 12.36°E)
- 11812 Sternwarte Radebeul, Sachsen (51°7'N, 13°37.3'E)
- 16033 Granat, Nordrhein-Westfalen (51°47'N; 7°05'E)

Erklärung der Tabelle auf Seite 2

Dt	Datum des Beobachtungsbeginns (UTC), wie in der VMDB der IMO nach T _A sortiert
T _A , T _E	Anfang und Ende der (gesamten) Beobachtung; UTC
T _{eff}	effektive Beobachtungsdauer (h)
m _{gr}	mittlere Grenzhelligkeit im Beobachtungsfeld
total n	Anzahl der insgesamt beobachteten Meteore
Ströme und sporadische Met.	Anzahl der Meteore der angegebenen Ströme und ihre auf Zenitposition des Radianten korr. Rate (ZHR) Anzahl und auf m _{gr} =6 ^m 5 korrigierte stündliche Rate (HR)
Beob.	Code des Beobachters (IMO Code wie auch in FK)
Meth.	Beobachtungsmethode, wichtigste: P = Karteneintragungen (Plotting) und C = Zählungen (Counting)
Ort u. Bem.	Beobachtungsort sowie zusätzliche Bemerkungen, evtl. Intervalle, Bewölkung,...

Beobachtungshinweise

Für den visuellen Meteorbeobachter – Juni 1994

zusammengestellt von Rainer Arlt, Potsdam

Im nächsten Monat erwarten wir die Sommersonnenwende am 21. Juni, die Nächte werden die kürzesten des Jahres sein. Der Zeitraum zwischen dem Beginn und dem Ende der nautischen Dämmerung (Sonne unter 12° unter dem Horizont) wird dann auf geographischen Breiten um 50°N nur vier Stunden dauern. Die Beobachtungsnacht wird noch deutlich kürzer sein.

Im Juni werden uns zwei kleine Meteorströme interessieren, von denen nur sehr wenige Daten existieren. Erst im Jahre 1966 wurden die *Juni-Lyriden* entdeckt, und auch in den folgenden drei Jahren wurden maximale Raten von 8 bis 9 beobachtet. Aus den Beobachtungen von 1993 konnte ich Werte von 6 ± 2 ermitteln. Ein Ursprungskomet ist zu diesem Strom nicht bekannt. Der Radiant liegt bei $\alpha = 278^\circ$, $\delta = 35^\circ$ einige Grad westlich des Parallelogramms der Leier. Er ist vom 11. bis zum 21. Juni aktiv, mit einem Maximum am 16. Juni. Die Meteore sind recht langsam, mit 30 km/s nicht zu verwechseln mit den Lyriden im April.

Für den zweiten Strom kennen wir zwar einen Mutterkometen, beobachten aber fast keine Meteore mehr. Die höchste Zenitrate der *Juni-Bootiden*, die ich aus Beobachtungen von 1993 finden konnte, betrug etwa 2. Der Radiant liegt bei $\alpha = 219^\circ$, $\delta = 49^\circ$ zwischen der Deichsel des Großen Wagens und der Bootesspitze, und zwar wenige Grad westlich des bekannten Quadrantiden-Radianten. Die Juni-Bootiden sind vom 26. bis 30. Juni aktiv und erreichen ihr Maximum am 28. Juni. Sie sind extrem langsam, die geozentrische Geschwindigkeit liegt bei 14 km/s. Sie erreichen damit keine Winkelgeschwindigkeiten über $8^\circ/\text{s}$. Der Ursprungskörper der Bootiden ist der Komet Pons-Winnecke, der zu den kurzperiodischen Kometen gehört, weswegen er auch ständigen Störungen durch die Planeten ausgeliefert ist. Dies erklärt, warum die hohe Aktivität aus dem Jahre 1916 nie wieder beobachtet worden ist. Der Strom berührt zur Zeit die Erdbahn wahrscheinlich überhaupt nicht. Die oben genannte Zenitrate liegt im Fehlerbereich irrtümlich zugeordneter Strommeteore. Dennoch können Störungen die Kometen- und Partikelbahnen wieder mit der Erdbahn kreuzen lassen. Wir sollten die Bootiden also nicht ignorieren, doch auch bei einem gefundenen Meteor nicht gleich ihre Wiederentdeckung proklamieren.

Bereits mehrfach habe ich die *Scorpius-Sagittariden* besprochen, die auch während des ganzen Juni aktiv sind und deren Radiant vom Skorpion in den Schützen wandert. Die Radiantenpositionen entnehme man bitte den Beobachtungshinweisen des Vormonats.

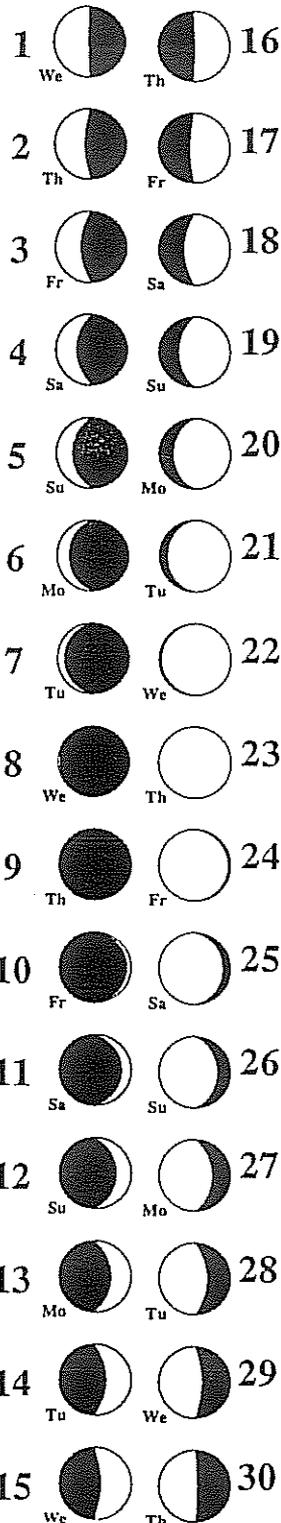
Hinweise für den Meteorfotografen – Juni / Juli 1994

von Jürgen Rendtel, Potsdam

Auch im jetzigen Vorschauzeitraum gibt es keine fotografisch auffallenden oder gar lohnende Ströme. Das einzige permanente Aktivitätszentrum liegt weiterhin im südlichsten Bereich der Ekliptik. Das günstigste Feld wäre – wie schon in der vorigen MM beschrieben – etwa $30^\circ \dots 40^\circ$ östlich oder westlich des Radianten. Bei $\delta_{\text{Rad}} \approx -25^\circ$ kann man in unseren Breiten nicht östlich oder westlich des Radianten fotografieren. Ein geeignetes Feld liegt wiederum etwa $20^\circ \dots 25^\circ$ nördlicher als das "Wunschzentrum". Wer beispielsweise im Urlaub in südlichere Breiten reist und Meteaufnahmen anfertigt, kann natürlich das Feld günstiger wählen. (Wahrscheinlich wird dann leider kein rotierender Shutter einsetzbar sein ...)

Fotos mindestens im Format 10 cm \times 15 cm mit den Angaben über Objektiv, Ort, Belichtungsbeginn und -ende (in UT) und Meteor-Aufleuchtzeit bitte an Jürgen Rendtel, Gontardstr. 11, 14471 Potsdam.

Jun



Die Entwicklung des Perseidenstroms in naher Zukunft

Z. Wu und I. P. Williams in "Monthly Notices of the Royal Astr. Society" 264 (1993) 980-990,
übersetzt und bearbeitet von Rainer Arlt

Die Perseiden waren der erste Meteorstrom, der mit einem Kometen in Zusammenhang gebracht wurde. Im Jahre 1867 zeigte Schiaparelli, daß die Bahn des Perseidenstroms sehr ähnlich der des einige Jahre zuvor entdeckten Kometen 1862 III – Swift-Tuttle ist. Seit 1988 wird ein zweites Maximum der Perseiden beobachtet, das zeitlich etwa einen halben Tag vor dem traditionellen Maximum auftritt. Man nahm an, daß das alte Maximum von den Teilchen, die während der vielen früheren Umläufe des Kometen ausgestoßen wurden, herrührt, während das neue Peak die Teilchen repräsentiert, die bei der Rückkehr des Kometen im Jahre 1862 emittiert wurden.

Die vorliegenden Berechnungen verfolgen 500 Teilchen, die vom Kometen während seiner Sonnennähe um 1862 ausgestoßen wurden. Etliche Parameter beeinflussen solche Berechnungen. Während Störungen durch große Planeten, in diesem Fall wurden Erde, Jupiter, Saturn und Uranus berücksichtigt, recht genau kalkulierbar sind, erfordern die Ausstoßbedingungen aus dem Kometenkern einige Abschätzungen. Der geringe Geschwindigkeitsunterschied der ausgestoßenen Partikel zum Kometen läßt sie langsam aus der Bahn herausdriften und dadurch für den Erdbeobachter überhaupt erst sichtbar werden.

Wir gehen hier von einem Kometenkern von $R = 5$ km aus, die Partikelgröße für ein sichtbares Meteor sei $\sigma = 1$ mm, die Massendichte für kometarisches Material $\rho = 0.8$ g/cm³. Für die Ausstoßgeschwindigkeit spielt die Entfernung zur Sonne eine Rolle. Die Näherungsformel $v_E = 50/r^{1.125}$ m/s ergibt, daß die Relativgeschwindigkeit der Teilchen zum Kometen in Sonnennähe am größten ist (r ist der Abstand von der Sonne in Astronomischen Einheiten, AE). Die Teilchen werden also entlang der Kometenbahn verschieden schnell emittiert. Weiterhin nehmen wir an, daß 99% der Partikel innerhalb eines Sonnenabstandes von 2 AE ausgestoßen werden, 70% innerhalb 1 AE. Nun müssen wir noch festlegen, in welchen Richtungen die Partikel vornehmlich ausgestoßen werden. Wegen der stärksten Erwärmung auf der Sonnenseite des Kometenkerns legen wir das Maximum der Ausstoßhäufigkeit in die Richtung zur Sonne, vom Kometen aus gesehen. Auf die anderen Winkel zur Sonne wird die Ausstoßrate gaußverteilt, mit einer Standardabweichung von 30°.

Wir haben jetzt Festlegungen über die Bewegung der Teilchen relativ zum Kometenkern und benötigen nun noch eine verlässliche Kometenbahn. Im ersten Modell verwenden wir die Bahn aus den Beobachtungen des Kometen 1862 III. Im zweiten Modell wurde die Bahn des Kometen bei seiner Rückkehr vor zwei Jahren (1992 t) ins Jahr 1862 zurückverfolgt, unter Berücksichtigung der Einflüsse von Erde, Jupiter, Saturn und Uranus. Das dritte Modell verwendet die mittlere Bahn aus den Modellen I und II.

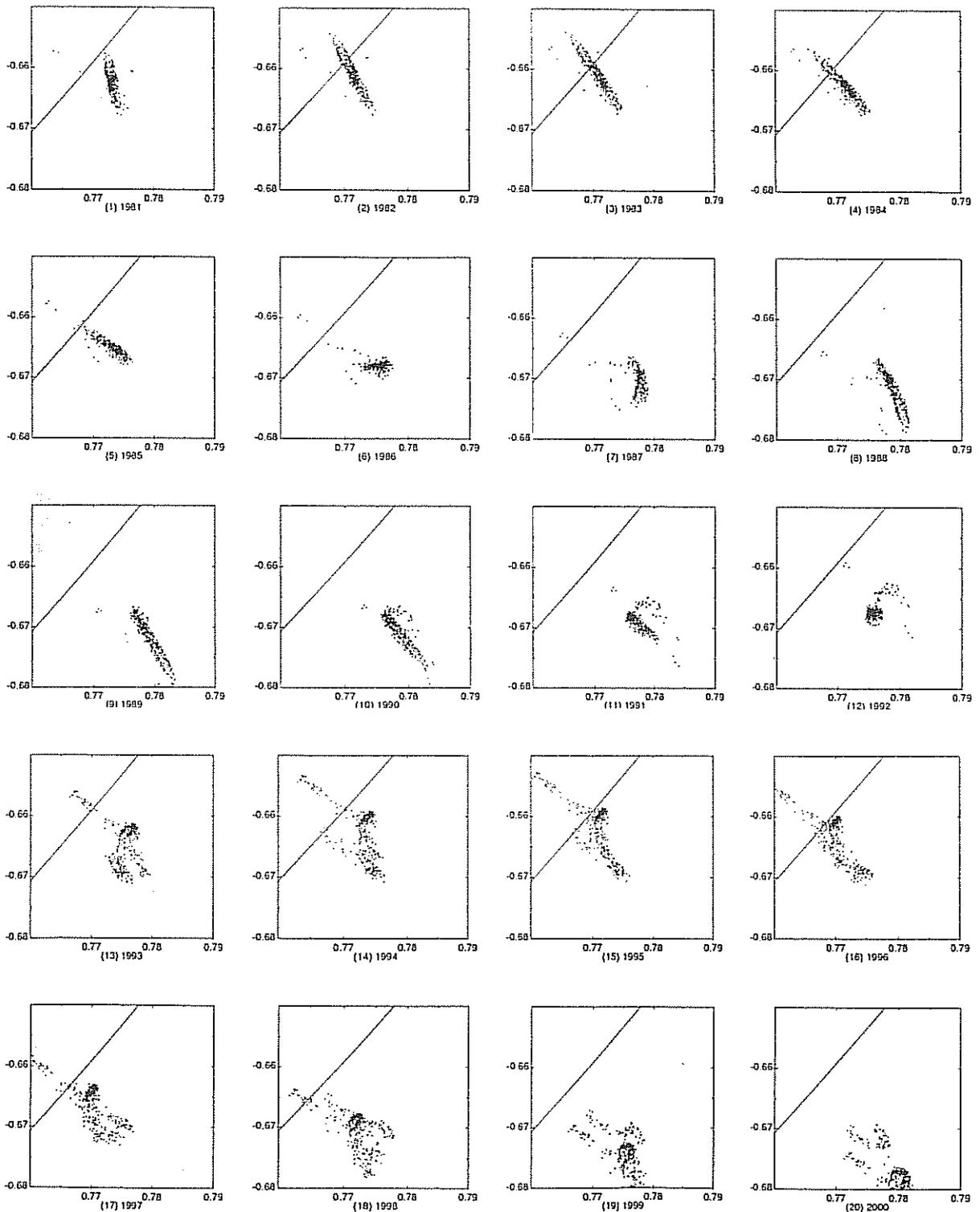
Entsprechend dieser Voraussetzungen wurden die 500 Teilchen nach ihrem modellierten Ausstoß im Jahre 1862 aus dem Kometenkern als unabhängige Partikel bis ins Jahr 2000 weiterverfolgt. Zur übersichtlichen Darstellung der Ergebnisse wurden die Knoten der Partikelbahnen, also ihre Durchstoßpunkte durch die Erdbahnebene in Diagramme eingetragen. Die Abbildung zeigt die Lage der Knoten in Jahresabständen. (Als Beispiel habe ich hier die Ergebnisse des Modells III wiedergegeben. Die Ergebnisse der anderen beiden Modelle unterscheiden sich geringfügig von denen des ersten. – RA) Die Bildchen stellen jeweils einen sehr kleinen Ausschnitt der Erdbahn (durchgezogene Linie) dar. Die Sonne befindet sich weit links oberhalb der Diagramme, die Koordinaten sind in Astronomischen Einheiten gemessen.

Die Teilchenbahnen bleiben über sehr lange Zeit recht geschlossen und verlassen die Bahn ihres Mutterkometen nur geringfügig. Erst nach 1960 beginnen die Partikel langsam auseinander zu laufen. Und erst dann können wir die Meteoroiden von der Erde aus beobachten. Bei der Interpretation der Diagramme muß aber neben der Tatsache, daß die Durchstoßpunkte der Bahnen dicht neben der Erdbahn liegen, auch noch die Position des Teilchens selbst auf seiner Bahn berücksichtigt werden. Nur wenn die Erde in dem Moment die Partikelbahn kreuzt, wenn sich auch das Teilchen am Knoten befindet, kann ein Meteor beobachtet werden. Daher betrachten wir nur die Teilchen, die sich zum Zeitpunkt des Perseidenmaximums um etwa $\lambda_{\odot} \approx 140^\circ$ in der Nähe der Erde befinden und deren Knoten dicht genug an der Erdbahn liegen, die also für uns beobachtbar wären.

Als Ergebnis zeigt Modell I die höchste Aktivität im Jahr 1986, die danach deutlich abfiel. Ergebnis des Modells II ist eine relativ geringe Aktivität, die während der 90er Jahre ansteigt und um 1997 ihren (wenig signifikanten) Höchstwert erreicht. Modell III (das vom Mittel der beiden betrachteten Kometenbahnen ausging) zeigt hohe Aktivität während der 90er Jahre mit einem deutlichen Maximum im Jahre 1994.

Wenn man sich die bisherigen Ergebnisse der Perseidenauswertungen der letzten Jahre ansieht, dann paßt Modell III am besten auf die Beobachtungen.

Erneute Bahnberechnungen für den Kometen haben nach Fertigstellung dieses Artikels gezeigt, daß die Bahn eher der des Modells II als der des Modells III entspricht. Es ist also wahrscheinlich, daß in keinem Jahr eine herausragende Aktivität zu beobachten sein wird, dagegen würden die zur Zeit relativ hohen Perseidenraten bis zur Jahrhundertwende anhalten.



FK

Feuerkugel – Überwachungsnetz
des Arbeitskreises Meteore e. V.

Einsatzzeiten April 1994

1. Beobachter – Übersicht

Code	Name	Ort	PLZ	Feldgröße(n)	Zeit(h)
FRIST	Fritsche	Schönebeck	39218	fish eye, 125°×125°	19.46
HAUAX	Haubeiß	Ringleben	99189	45°×64°	65.40
KNOAN	Knöfel	Düsseldorf	40476	fish eye, 125°×125°	70.76
RENJU	Rendtel	Potsdam	14471	fish eye, Ø180°	111.04
WINRO	Winkler	Markleeberg	04416	fish eye, 125°×125°	8.70

2. Übersicht Einsatzzeiten

April	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
FRIST	-	-	4	-	7	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-
HAUAX	-	-	8	-	8	7	7	8	-	-	-	-	-	6	7
KNOAN	-	-	4	-	3	4	-	-	3	-	7	-	-	-	-
RENJU	3	7	8	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
WINRO	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

April	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
FRIST	-	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HAUAX	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
KNOAN	4	-	8	8	-	3	8	4	-	2	-	-	6	7	-
RENJU	4	6	8	8	7	1	7	7	7	7	4	2	6	6	2
WINRO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Literatur-Tip

Meteorastronomische Artikel in der Zeitschrift Nature 6. Januar - 12. Mai 1994;
zusammengestellt von André Knöfel

Chapman, C.R.; Morrison, D.: Impacts on the Earth by asteroids and comets: assessing the hazard. *Nature* Vol. 367, 6 Jan 1994, 33-40.

Hughes, D.W.: Star of the small screen. *Nature* Vol. 367, 17 Feb 1994, 596.

Brown, P.; Ceplecha, Z.; Hawkes, R.L.; Wetherill, G.; Beech, M.; Mossman, K.: The orbit and atmospheric trajectory of the Peekskill meteorite from video records. *Nature* Vol. 367, 17 Feb 1994, 624-626.

Sagan, C.; Ostro, S.J.: Dangers of asteroid deflection. *Nature* Vol. 368, 7 Apr 1994, 501.

Rubin, A.E.: Meteoritics: Fragment of history preserved. *Nature* Vol. 368, 21 Apr 1994, 691.

Rätselhaftes Objekt am Abend des 3. Mai = Satelliten-Motor

von Jürgen Rendtel, Potsdam

Beobachtungen

Eine zunächst rätselhafte Erscheinung konnte in weiten Teilen Europas am Abend des 3. Mai beobachtet werden. Noch in der hellen Dämmerung war im Nordwesten in etwa 30° Höhe eine beinahe punktförmige Leuchterscheinung sichtbar, von einer diffusen, schweifartigen Hülle (ca. 30' groß) umgeben, deren Form sich im Verlaufe der Beobachtungen (bis gegen 22^hMEZ) veränderte. Zahlreiche Beobachter dachten an einen Kometen, insbesondere wegen der schweifartigen Struktur. Doch die Richtung wies eher *zur* Sonne als in die zu erwartende Schweifrichtung. Mit zunehmender Dunkelheit sank die Helligkeit des gesamten Phänomens von anfangs etwa +2^m und die zuerst markante Struktur "löste sich zunehmend auf".

Beobachtungen kamen aus verschiedensten Orten Europas, darunter auch von mehreren AKM-Mitgliedern. Berichte und Zeichnungen bekamen wir von mehreren Beobachtern (s.u.). Nach dem Kopieren wäre jedoch auf den Zeichnungen nicht mehr viel erkennbar gewesen, so daß wir auf die Wiedergabe verzichten.

Natürlich waren auch gleich wieder die Ufologen von der Partie. Aber mit den grünen Männlein war's wieder nichts, wie aus dem weiteren hervorgeht.

Die Ursache

Als Komet wäre die Eigenbewegung beachtlich: Seine Eigenbewegung wäre dann gerade so gewesen, daß sie die scheinbare Rotation des Himmels fast exakt ausglich. In äquatorealen Koordinaten bedeutete dies eine rasche Bewegung nach Nordosten, während im das Objekt im Horizontsystem praktisch stationär blieb.

Eine Erscheinung in der Atmosphäre, selbst in ionosphärischen Höhen, konnte es jedoch auch nicht sein, da es für Beobachter zwischen Italien und Norddeutschland nur eine kleine Parallaxe gab. Es wurde kurzzeitig die Möglichkeit eines Satellitenexperiments (Ausstoß einer Barium-Wolke o. ä.) vermutet.

Genaue Positionsmessungen vom italienischen Observatorium Farra d'Isonzo und vom tschechischen Ondřejov Observatorium erlaubten es Brian Marsden (Cambridge, Mass.), den Abstand von der Erde zu berechnen. Es stellte sich dann folgendes heraus:

Was für einen Kometen gehalten wurde, hing mit dem Transfer einer Titan IV-Centaur Rakete (von Kap Canaveral am 3. Mai 1994 um 15^h 55^m UT gestartet) aus dem 12 h- in den 24 h-Orbit zusammen. Der dabei gestartete Satellit soll ein geheimer US Spionagesatellit in hoher Bahnneigung (anfangs $i = 57^\circ$) sein, der nun aus großer Höhe (39736×618 km) täglich fast die gesamte Erde überstreicht. Nach dem Manöver beträgt die Bahnneigung $i = 62^\circ$.

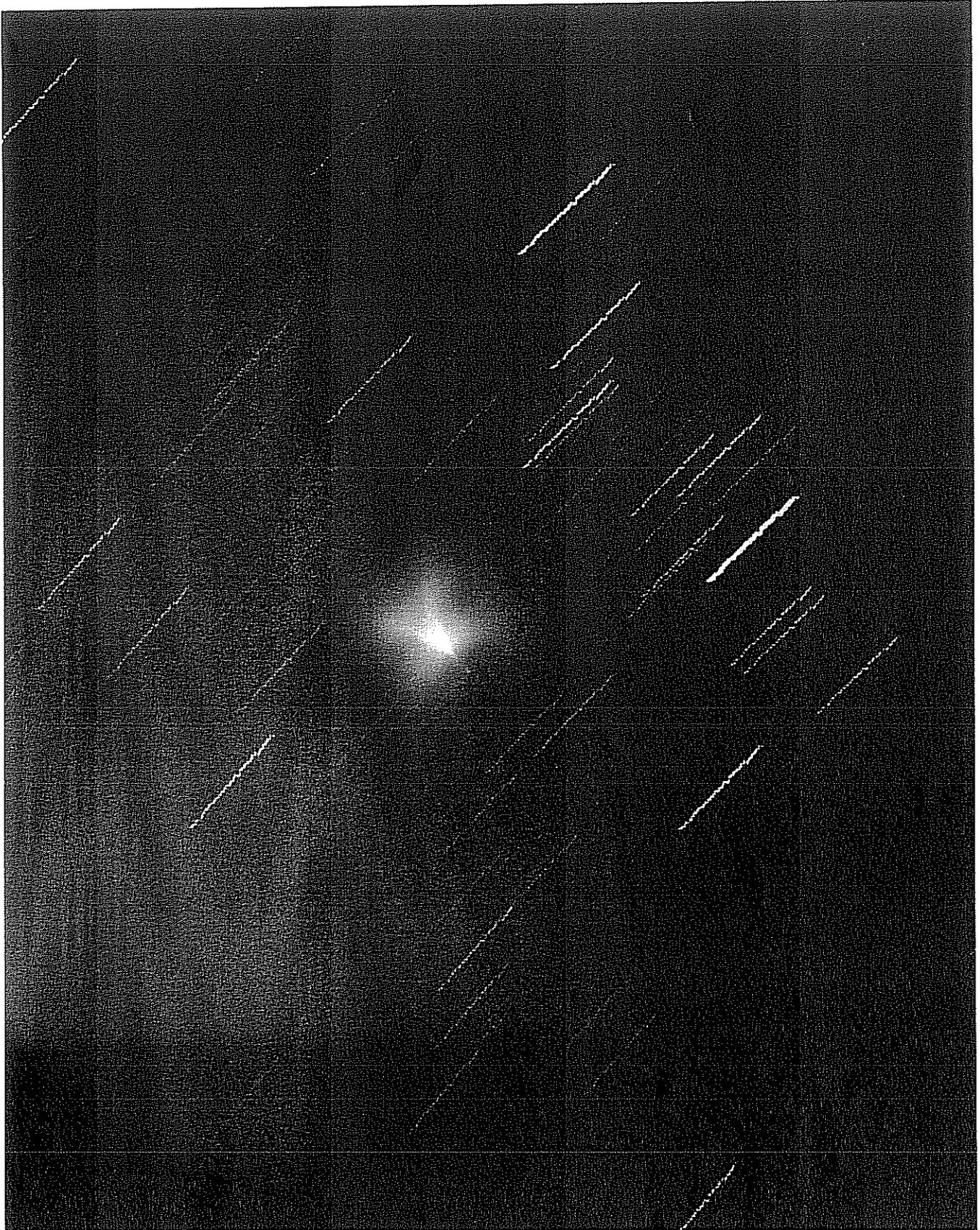
(Quellen: Beobachtungsberichte von Benesch (Falkenberg), Hinz (Chemnitz), Röttler (Hagen), Witt (Berlin), sowie verschiedene Nachrichten im NewsNet, u.a. von J. Jahn (Bodenteich), J. Kucera (Brno), B. Marsden (Cambridge, Mass.), D. Steel (AAO, Australien).

Video-Kamera im Testeinsatz

von Jürgen Rendtel, Potsdam

In der MM 2/1994 haben wir recht ausführlich die wünschenswerten Eigenschaften einer Video-Kamera erläutert, die für die Beobachtung von Meteoriten optimal wäre. Eine solche Kamera mit Restlichtverstärker von der Firma PROXITRONIC (Bensheim) stand uns vom 7. bis 19. Mai zur Verfügung (vgl. in der Abb. 6 auf Seite 10 der MM 2/1994 die Kamera HL-A). Die maximale Empfindlichkeit, in Beleuchtungsstärke ausgedrückt, beträgt 10^{-5} lux, ist also rund 10 000 mal empfindlicher als "handelsübliche" high-end Videokameras. Die Kamera ist monochromatisch und darf wegen der MCP nur im Dunkeln geöffnet und betrieben werden (keine Abblendautomatik o. ä.). Fotokatode und Fenster wurden so gewählt, daß kürzere Wellenlängen (bis hinab zu etwa 380 nm; z. B. mit der Ca K-Linie) aufgenommen werden.

Nun ist der Beginn des Mai aus meteorastronomischer Sicht nicht gerade attraktiv. Dennoch stand uns das Wetterglück zur Seite. Bis auf zwei Nächte konnten wir alle für Testzwecke nutzen. Die (Stern-)reichweite unter dem Potsdamer Himmel reichte in einem 28×22° großen Feld etwa +7^m. Wieviele Meteore aufgezeichnet wurden, wird die doch recht mühsame Auswertung der 32 Stunden Videobänder noch zeigen. Auf dem Bildschirm konnten schon während der Justierung und bei gelegentlicher Betrachtung einige Meteore bis zur Helligkeit +5^m gesehen werden. Einzelheiten der Auswertung werden wir in den MM weiterhin vorstellen.



Eine eindrucksvolle Aufnahme der durch das Satelliten-Triebwerk verursachten Erscheinung wurde uns von Jens Kandler (Schönbrunn) zugeschickt. Das Foto zeigt die von den meisten Beobachtern beschriebene außergewöhnliche Gestalt und wurde am 3. 5. von 2109 bis 2114 MEZ mit einem $f/3.5, f = 135$ mm-Objektiv auf Ektachrome 400 an der Volkssternwarte Drebach gewonnen. Während der Belichtung wurde aus das Objekt nachgeführt.

BEITRÄGE ZUR GESCHICHTE DER METEORASTRONOMIE

Chladni und die kosmische Natur der Feuerkugeln und Meteorite

von André Knöfel, Düsseldorf

Einleitung

Das Jahr 1794 kann als das Geburtsjahr der modernen Meteorastronomie und Meteoritenkunde angesehen werden. Vor 200 Jahren, im April 1794, veröffentlichte Ernst Florens Friedrich Chladni eine Schrift unter dem Titel *Über den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen und über einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen* [1]. Hier beschreibt er erstmalig den kosmischen Ursprung von Meteoriten und bringt sie in Zusammenhang mit den Feuerkugeln und Sternschnuppen.

Daß Steine vom Himmel fallen, war schon im Altertum seit dem Steinregen in den Albaner Bergen bei Rom um 625 v. Chr. und dem Meteoritenfall von Aigospotamoi in Thrazien am Flusse Ägos um 465 v. Chr. bekannt und als Tatsache anerkannt. Im Mittelalter ging dieses Wissen allerdings verloren und die moderne Wissenschaft zur Zeit Chladnis lehnte solche Vorstellungen als unwissenschaftlich ab. Alexander von Humboldt sagte dazu, daß dafür 'eine vornehm tuende Zweifelsucht, welche Tatsachen verwirft, ohne sie ergründen zu wollen', verantwortlich war.

Chladni's Leben

Ernst Florens Friedrich Chladni wurde am 30. November 1756 als Sohn einer Gelehrtenfamilie in Wittenberg geboren. Chladni hatte starkes Interesse an geographischen und astronomischen Themen. Allerdings wollte ihm sein Vater eine Lebensstellung als Jurist verschaffen und bestimmte ihn zum Studium der Rechtswissenschaften. Chladni studierte in Wittenberg und Leipzig und schloß sein Studium mit Promotionen in Philosophie und Jura ab. Er beschloß seinem Interesse an den Naturwissenschaften zu folgen als kurz nach Beendigung des Studiums sein Vater verstarb.

An der Universität in Wittenberg hielt er naturwissenschaftliche und mathematische Vorlesungen. Allerdings erhielt Chladni nur ein sehr geringes Honorar. Er entschloß sich daraufhin, seinen Lebensunterhalt durch Entdeckungen und Erfindungen zu verdienen. Sein Hauptforschungsgebiet war die Akustik, wo er die *Chladnischen Klangfiguren* entdeckte. Die Idee dazu – die Sichtbarmachung von Schwingungen auf Platten durch Aufstreuen von feinem Sand – fand er bei Georg Christoph Lichtenberg (1742-1799), der 1777 elektrische Entladungen durch aufgestreuten Harzstaub auf den Ladungsträger seines Apparates zur Erzeugung elektrischer Entladungen, des Elektrophors, sichtbar machte [2]. Chladni nutzte seine Kenntnisse auf dem Gebiet der Akustik und erfand neue Musikinstrumente. Diese stellte er auf Vortragsreisen vor, die ihn durch ganz Europa führten.

Während dieser Reisen forschte Chladni hauptsächlich auf dem Gebiet der Akustik weiter. Seine rege Vortragstätigkeit an verschiedenen europäischen Universitäten ermöglichte ihm zum einen den Zugriff auf die Bibliotheken und zum anderen traf er sich zu Gesprächen mit den berühmtesten Wissenschaftlern seiner Zeit. Im Januar 1793 sprach er bei Vorträgen in Göttingen mehrfach mit dem Physiker Georg Christoph Lichtenberg, dem er bereits die Idee zu den Klangfiguren verdankte. Bei den Gesprächen ging es unter anderem um das Problem der Feuerkugeln, deren Natur man bis dahin nicht erklären konnte. Chladni begann kurz darauf mit Literaturstudien und kam bereits ein Jahr später zur Lösung des Problems, die er zusammen mit seiner Meteoritentheorie im April 1794 gleichzeitig in Leipzig und Riga veröffentlichte.

Seine Vortragsreisen nutzte Chladni nun verstärkt dazu, Nachweise von Feuerkugeln und Meteoritenfällen aus der alten und neuen Literatur zu sammeln. Er legte seine Reiseroute so, daß er noch unbekannte Meteoriten studieren konnte. 1819 veröffentlichte er in Wien ein Buch unter dem Titel *Über Feuer-Meteore und über die mit denselben herabgefallenen Massen* [6], das eine ausführliche Darstellung der Meteoritentheorie und Dokumentation von Feuerkugeln und Meteoritenfällen beinhaltete.

Im Laufe der Jahre sammelte Chladni eine ansehnliche Menge von Meteoritenproben, die er durch Kauf, Tausch oder Schenkung erhielt. Er verfügte, daß diese Sammlung nach seinem Tode dem Mineralogischen Museum der Universität Berlin übergeben werden sollte. Im Mineralogischen Kabinett des Naturkundemuseums der Humboldt-Universität Berlin ist diese Sammlung heute noch vorhanden – Teile davon können in einer Ausstellung über Meteorite besichtigt werden.

Chladni's Schrift

Die von Chladni Ende April 1794 veröffentlichte Schrift war, wie bereits erwähnt, auf Anregung Lichtenbergs entstanden. Zu dieser Zeit war über den Ursprung von Sternschnuppen und Feuerkugeln kaum etwas bekannt. So schreibt J. C. P. Erxleben im Lehrbuch *Änfangsgründe der Naturlehre*, daß Sternschnuppen *fette Dünste aus dem Luftkreise* seien, die sich *entzünden oder auch nur bloß leuchten*.

Chladni erkannte, daß man bei der Suche des Ursprungs der Feuerkugeln die, zur damaligen Zeit von der Wissenschaft abgelehnten, vom Himmel fallenden Steine in die Überlegungen mit einbeziehen mußte. Diese These stellte Chladni an den Anfang seiner Schrift.

In den ersten Kapiteln beschreibt Chladni verschiedene ältere Beobachtungen von feuerkugelähnlichen Erscheinungen, die er bei den Literaturstudien gesammelt hatte. Dabei sonderte er die aus, die mit hoher Wahrscheinlichkeit andere Ursachen hatten (Blitze etc.). In seiner Schrift definierte Chladni eine Feuerkugel wie folgt: *Eine Feuerkugel (bolis) nennt man die ziemlich seltene Naturerscheinung, da eine feurige Masse meist anfangs in der Gestalt eines hellen Sternes oder vielmehr einer Sternschnuppe in einer beträchtlichen Höhe sichtbar wird, sich schnell in einer schief niederwärts gehenden Richtung fortbewegt, dabei an Größe bis zu einem den Mond bisweilen übertreffenden scheinbaren Durchmesser zunimmt, öfters Flammen, Rauch und Funken auswirft und endlich mit einem heftigen Getöse zerspringt.* [1].

Natürlich gibt es in Chladni's Schrift auch zeitbedingte Ungenauigkeiten bzw. Fehlinterpretationen. So sind seine Angaben zum wahren Ausmaß einer Feuerkugel erheblich zu groß, wobei er auch anmerkt, daß man bei diesen Angaben keine große Genauigkeit erwarten darf, da die Erscheinungen von zu kurzer Dauer seien. Auch führt Chladni die auftretenden Geräusche auf das Auseinanderbrechen des Meteoroiden in der Atmosphäre zurück – Überschalleffekte wurden erst viel später entdeckt.

Im 4. Kapitel seiner Arbeit vergleicht Chladni die verschiedenen bisherigen Interpretationsversuche und favorisiert vor allem die Theorien von Maskelyne (dichte Körper, die sich um die Sonne bewegen), Hevel, Wallis, Hartsoecker (kometenartige Körper) und Halley (Materie, die im 'gemeinen Weltenraume' zerstreut ist). Im 5. Kapitel schlußfolgert er, daß Feuerkugeln aus dem Weltraum kommen und dabei schon hohe Geschwindigkeiten besitzen sowie aus schweren und dichten Stoffen bestehen. Ihr Leuchten führt er auf die bei der Abbremsung in der Atmosphäre entstehende Hitze und Elektrizität zurück.

Über den Ursprung normaler Sternschnuppen ist sich Chladni nicht sicher. Er vermutet, daß die Sternschnuppen genauso wie die Feuerkugeln beschaffen seien, aber 'die eigentümliche schnelle Bewegung dieser Massen sie in einer größern Entfernung bei der Erde vorbeiführt'. Grund wird die damals noch fehlende Höhenbestimmung von Sternschnuppen sein, die die beiden Göttinger Studenten Brandes und Benzenberg erst vier Jahre später, bei Beobachtungsaktionen zwischen dem 11. September und 4. November 1798 bestimmten. In sechs Nächten konnten sie von zwei Beobachtungsorten nahe Göttingen mit einer Basis von 15 km 402 Sternschnuppen beobachten, wobei allerdings nur 22 identisch waren. Trotzdem kamen sie auf realistische Werte von 70 ... 200 km Aufleuchthöhe und Geschwindigkeiten von 30 ... 45 km/s [5].

In den Kapiteln 7 und 8 stellt Chladni Berichte vor, in denen von Steinfällen aus Feuerkugeln berichtet wird. Er zeigt 16 Fälle auf, bei denen mit hinreichender Sicherheit die Steine gefunden wurden und weitere 7, bei denen die Meteorite bis heute erhalten geblieben sind (Ensisheim, Ploschkowitz, Hraschina, Tabor, Albareto, Lucé und Eichstädt). Beim Vergleich der Beschreibungen dieser Meteorite stellte Chladni fest, daß alle aus gediegenen Eisen bestanden und eine Schmelzkruste ('Eisenrinde') besaßen. Er suchte nach weiteren Steinen von ähnlicher Beschaffenheit, wo allerdings keine oder nur unsichere Beobachtungen existierten. Dabei fand er weitere Meteoriten, darunter den 300 Zentner schweren Campo del Cielo Meteoriten aus Argentinien und das zur damaligen Zeit wegen der ungewöhnlichen Zusammensetzung der Wissenschaft wohlbekannte 1600 Pfund schwere 'Pallas-Eisen' aus Krasnojarsk in Sibirien. Anzumerken bleibt, daß Chladni beim Abfassen der seiner Schrift nur Stücke des 'Pallas-Eisen' aus eigener Anschauung kannte und ansonsten auf die Beschreibungen dieser Steine in der Literatur angewiesen war.

In den folgenden Kapiteln untersucht Chladni, ob diese Eisenmassen in seine Theorie mit einbezogen werden müssen und widerlegt die irdische Herkunft dieser Eisen, da an den Fundorten kein Vulkanismus feststellbar war und keine Verhüttung stattfand. Auch die Größe dieser Eisenmassen und deren Beschaffenheit ließen ihn vermuten, daß diese Steine nichtirdischen Ursprungs waren.

Im vorletzten Kapitel seiner Schrift faßt Chladni seine Theorie zusammen und schlußfolgert, daß die gefundenen Eisenmassen, die Feuerkugeln, die Sternschnuppen und die aus Feuerkugeln herabgefallenen Steine eng zusammengehören. Er stellt auch fest, 'daß in dem allgemeinen Weltraume außer den Himmelskörpern auch viele kleine Anhäufungen von groben materiellen Teilen vorhanden sind' – eine für die damalige Zeit unglaubliche Theorie, da man annahm, daß nur Sterne, Planeten und Monde im Weltraum existieren. Weitere Schlußfolgerungen waren die Existenz von Kräften, die Himmelskörper bilden, zerstören und neue Himmelskörper hervorbringen, wobei er die Bildung durch die Anhäufung kleiner Teilchen durch Anziehungskräfte oder durch einer 'zerstückten weit größern Masse' erklärt. Außerdem zeigt er auf, das die bei der Bildung von größeren Himmelskörpern übrig gebliebenen Teile auch später auf diese fallen können, wenn sie von Anziehungskräften eingefangen werden. Da bei den aufgefundenen Massen der Hauptbestandteil Eisen ist, folgert Chladni, das Eisen ein Hauptbestandteil der Planeten sei und auch im Innern der Erde eine große Menge Eisen vorhanden sein muß.

Im letzten Kapitel seiner Schrift stellt Chladni ein Programm für zukünftige Untersuchungen auf, an deren Realisierung er Zeit seines Lebens mitwirkte.

Die Akzeptanz Chladni's Theorie

Nach der Veröffentlichung seiner Schrift sah sich Chladni einer breiten Ablehnung seiner Theorie seitens der Wissenschaft gegenüber. Selbst Lichtenberg sagte *Es sey ihm bey dem Lesen der Schrift anfangs so zumute gewesen als wenn ihn selbst ein solcher Stein am Kopf getroffen hätte* [4]. Besonders von den Mitgliedern der französischen Akademie wurde Chladni scharf angegriffen. Das gipfelte in der Äußerung J. A. Delucs, der meinte, wenn ihm ein solcher Stein vor die Füße fiel, er zugeben müsse, daß er es gesehen habe, aber doch nicht daran glauben würde [3]. Sein Bruder G. A. Deluc meinte sogar, daß Chladni zu denjenigen gerechnet werden müsse, die alle Weltordnung leugnen und nicht bedenken, wie sehr sie an allem Bösen in der moralischen Welt schuld sind! [1]

Die ersten Wissenschaftler, die sich Chladnis Theorie anschlossen, waren die Astronomen Franz Xaver Zach und Wilhelm Olbers sowie der Geologe A. G. Werner. Chladni kam am 26. April 1803 ein Zufall zu Hilfe: an diesem Tag fielen in L'Aigle bei Paris 2000 – 3000 Steine aus einer Feuerkugel auf ein Gebiet von $4.5 \times 11 \text{ km}^2$. Dieser aufsehenerregende Meteoritenfall wurde von J. B. Biot im Auftrag der französischen Akademie untersucht und bestätigt. Daraufhin nahm die Zahl der Anhänger Chladnis Theorie zu. Auch die zwischen 1801 und 1807 von G. Piazzi, W. Olbers und K. L. Harding entdeckten Planetoiden Ceres, Pallas, Juno und Vesta unterstützten seine Theorie, da sich nun doch kleinere Körper als Sterne, Planeten und Monde im Weltraum zu befinden schienen. 15 Jahre nach Chladnis Veröffentlichung war seine Theorie von den meisten zeitgenössischen Wissenschaftlern anerkannt und so konnte Chladni in seinem zweiten Werk zu Feuerkugeln und Meteoritenfällen sagen: *Wen diese Gründe nicht überzeugen ... mit dem muß man ... nicht streiten, sondern ihn seine fixe Idee lassen.* [6].

Literatur:

[1] Chladni, E.F.F.: Über den kosmischen Ursprung der Meteorite und Feuerkugeln (1794) (Erläuterungen von G. Hoppe). Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Band 258, Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig 1979.

[2] Herrmann, D.B.: Unbekannte Briefe von Johann Hieronymus Schroeter an Georg Christoph Lichtenberg. Vorträge und Schriften der Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow Nr. 21, Berlin-Treptow 1965.

[3] Meyer, M.W.: Kometen und Meteore. 23. Auflage, Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart 1919.

[4] Heide, F.: Kleine Meteoritenkunde. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1988.

[5] Reichstein, M.: Kometen - Kosmische Vagabunden. Urania-Verlag Leipzig-Jena-Berlin 1985.

[6] Chladni, E.F.F.: Über Feuer-Meteore, und über die mit denselben herabgefallenen Massen. J.G. Heubner Verlag, Wien 1819.



Portrait Chladnis (aus [1])

Die Halos im März 1994

Im März wurden an 27 Tagen (87.1%) 432 Sonnenhalos und an 12 Tagen (38.7%) 43 Mondhalos beobachtet.

Auch im März setzte sich der Trend einer Aktivierung des Halogeschehens fort. Es wurden Werte wie in den Jahren 1988 und 1989 erreicht (31 bzw. 28 Halotage und 469 bzw. 516 Erscheinungen). Ebenso konnten wieder mehr als 20 Erscheinungen über EE 12 registriert werden. Der Vergleich der Werte der Haloaktivität (real 61.0, relativ 62.3) zeigt das gleiche hohe Niveau der Jahre 1988 und 1989. In den folgenden drei Jahren gab es nur Werte von rund 18, 30 und 20. Herr Stemmler erreichte mit 10 Halotagen den 42jährigen Mittelwert von 9.5 Tagen. Mehr als die Hälfte aller Beobachter konnten an 10 oder mehr Tagen Halos sehen.

Witterungsmäßig war der März bei unterdurchschnittlicher Sonnenscheindauer zu warm und nach den Flächenmitteln des Niederschlags zu naß. Mit Ausnahme des 01. bestimmten nur zwei Großwetterlagen das Wettergeschehen: zyklonale West- und zyklonale Nordwestlage.

Auf der Rückseite eines von Skandinavien nach Südosteuropa abziehenden Hochs entwickelte sich vom 01. bis 13. über Island und dem Nordmeer ein umfangreiches Tiefdrucksystem. Die Ausläufer seiner Randtiefs überquerten mit einer stürmischen westlichen Strömung Deutschland.

Die erste erhöhte Aktivität konnte am 03. verzeichnet werden. Zwei Drittel der Beobachter sahen vorwiegend den 22°-Ring und die Nebensonnen. Nach den beiden halofreien Tagen am 07. und 08. wurde am 09., außer der nördlichen Hälfte Deutschlands, der erste Höhepunkt des Monats erreicht. Mit Ausnahme eines Horizontalkreises konnten aber nur Erscheinungen bis EE 12 beobachtet werden. Unter den 58 EE's war der Zirkumzenitalbogen 8mal vertreten.

Zwei Tage später, am 11., folgte noch eine Steigerung des Halogeschehens. 18 Beobachter sahen 69 EE's, darunter 11 Erscheinungen >EE 12. Auf der Vorderseite eines langsam von Westen heranschwenkenden Troges bildeten sich tagsüber Cirrusfelder. Besonders verwöhnt wurden wieder die Mainzer Beobachter H. D. Scholz und B. Wiche. In den Nachmittagsstunden kam es sogar zur Ausbildung eines Halophänomens. Insgesamt wurden von ihnen folgende Erscheinungen beobachtet: 22°-Ring mit beiden Nebensonnen, umschriebener Halo, linker und rechter Lowitzbogen, linke und rechte 120°-Nebensonne, die Gegen Sonne und der Parrybogen.

Zum Höhepunkt des Monats gestaltete sich der 28. Ein Höhenkeil, der um 00 UTC noch direkt über Deutschland lag, verlagerte sich im Verlaufe des Tages nach Osten und machte den Weg frei für atlantische Tiefausläufer. Ein bereits stark okkludiertes Frontensystem zog im Laufe des 28. von England bis zur Mitte Deutschlands und löste sich dort in der Nacht zum 29. auf. An der Westgrenze Deutschlands lag bereits die Warmfront eines weiteren Frontensystems, die am 29. rasch nach Osten abzog.

Die ersten Halos zeigten sich bereits gegen Abend des vorhergehenden Tages im Westen. Da am 27. Vollmond war, wurde auch die Nacht vom 27. zum 28. zu einem besonderen Erlebnis. 6 Beobachter konnten 17 Mondhalos wahrnehmen. Außer dem 22°-Ring wurden die beiden Nebenmonde, der umschriebene Halo, obere und untere Lichtsäule, sowie ein Zirkumzenitalbogen und ein 46°-Ring in den Sektoren c-d-e gesichtet. Das größte Glück hatte Helmut Glänzer in Heidelberg mit den Erscheinungen EE 02/03/07/08/09/12.

Die ersten Sonnenhalos zeigten sich bereits kurz nach Sonnenaufgang in Potsdam und im sächsischen Raum. Das Halogeschehen erreichte mit der Ausbildung eines Phänomens um 07.55 MEZ über Chemnitz seinen Höhepunkt. Das Titelbild von MM 4/94 zeigt die maximale Ausbildung des Phänomens von 08.15 bis 08.25 MEZ, gesehen von den Beobachtern W. Hinz, G. Berthold und G. Hering. Die Halo-Simulation mit dem Programm von Dr. E. Tränkle und F. Pattloch wurde auf die tatsächlich wahrgenommenen Haloformen reduziert. Leider blieb wegen der Kürze des intensivsten Teils des Phänomens (5 min), keine Zeit den Fotoapparat in Aktion zu bringen. Am farbenprächtigsten war der Zirkumzenitalbogen (H-3), aber auch die Nebensonnen, der 22°-Ring und der leicht geschwungene obere Berührungsbogen waren kaum weniger hell. Der 46°-Ring erreichte die maximale Sichtbarkeit mit den Sektoren b-c-d-e. Bei der Bearbeitung der Simulation schlich sich leider ein kleiner Fehler ein. Der Horizontalkreis zeigte sich nur von ca. 10 - 60° rechts von der Sonne, war aber von der rechten Nebensonne an sehr intensiv. Der Parrybogen konnte für 4 min nur von W. Hinz und die beiden Lowitzbögen kurz danach für 3 - 5 min von den beiden anderen Beobachtern gesehen werden. Insgesamt zeigten sich zwischen 07.55 und 08.30 MEZ folgende EE's: 01/02/03/05/08/11/12/13/14/15/27.

Auch aus Oelsnitz/Erzg. und Schneeberg wurden von diesem Morgen von G. Stemmler und H. Bretschneider besonders helle Erscheinungen gemeldet. Letzterer beschreibt den linken Lowitzbogen wie folgt: „Die gleißend helle linke Nebensonne hatte einen Abstand von etwa 0.5° vom Außenrand des 22°-Halos. Da sie zum Zeitpunkt der maximalen Helligkeit leicht schräg gestellt erschien, widmete ich dem Geschehen dort einige Aufmerksamkeit. Um 08.11 MEZ war dann für 3 min ein weißer, von ihr nach unten ausgehender Bogen zu sehen, der sich stetig dem Außenring der EE 01 annäherte und mit diesem verschmolz.“

Mitteilungen des AKM – Nr.5/1994 – Seite 12

In Potsdam und Dresden konnten zwar J. Rendtel und F. Wächter auch mehrere EE's verfolgen, die sich aber nicht zu einem Phänomen formierten. Mit Unterbrechungen zeigten sich bei vielen Beobachtern die Haloerscheinungen den ganzen Tag über. Die letzten Halos wurden von C. Hetze in der Nacht vom 28. zum 29. kurz nach Mitternacht in Chemnitz am Mond beobachtet.

Insgesamt wurden von 20 Beobachtern an diesem Tag 78 Sonnen- und 19 Mondhalos gemeldet.

Die reale Sonnenhaloaktivität erreichte den Wert von 23,0, das ist 37,7% der Monatsaktivität. Es lassen sich mit dieser Angabe wesentlich bessere Aussagen zum Halogeschehen treffen, als nur mit der Angabe der gesehenen Erscheinungen, da ja auch die Dauer, die Helligkeit, und die Seltenheit der Erscheinung berücksichtigt werden. Am 11. wurden 69 und am 28. 78 EE's beobachtet, die Aktivität war am 28. aber doppelt so hoch. Hier macht sich vor allem die längere Dauer und die größere Helligkeit der Erscheinungen am 28. bemerkbar.

Der 29. war dann halofrei und man hatte Zeit seine Aufzeichnungen zu ordnen und zu vervollständigen.

Der letzte Tag des Monats brachte die erste Beobachtung eines 9°-Ringes (Halo von Hall) innerhalb der SHB in Deutschland. Claudia Hetze konnte diese seltene Erscheinung, zusammen mit dem 22°-Ring, in den Sektoren a-b-c in Chemnitz beobachten. Soviel zum Halogeschehen im Monat März in Deutschland.

Wer vor hat, seinen Urlaub in Südamerika zu verbringen, der kann sich getrost auf die Reise begeben, denn auch dort gibt es Halos. Lutz Baumann (KK28) weilte im März drei Wochen in Brasilien und konnte an 7 Tagen 14 Haloerscheinungen beobachten. Die Mondhalos am Abend des 27. dürften wohl besonders interessant gewesen sein. Auf dem Rückflug nach Deutschland konnte er vor der NO-Küste Brasiliens folgende EE am Mond sehen: den 22°-Ring mit beiden Nebenmonden (alles vollständig), den umschriebenen Halo (Sektoren c-d-e) und den Horizontalkreis sehen, letzteres mit der Helligkeit „sehr gut sichtbar“.

Einer unserer eifrigsten Halobeobachter, Holger Lau aus Pirna (KK29), verpaßte den sehr aktiven 28.03. Als Entschädigung zeigten sich ihm über Kreta an diesem Tag der 22°-Ring mit beiden Nebensonnen, der Zirkumzenitalbogen und der 46°-Ring. Mit 4 Halotagen während seines Aufenthaltes auf Kreta, konnte er an mehr Tagen Halos beobachten, als im gleichen Zeitraum in Pirna.

Diese Beobachtungen erscheinen nicht in der monatlichen Übersicht, da nur Halosichtungen aus Deutschland und den Nachbarländern Berücksichtigung finden, um das Halogeschehen im mitteleuropäischen Raum wiedergeben. Für die Jahresauswertung und andere Untersuchungen stehen sie aber zur Verfügung.

-wh-

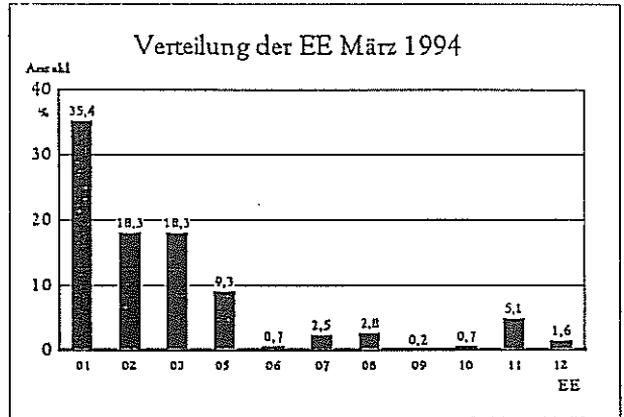
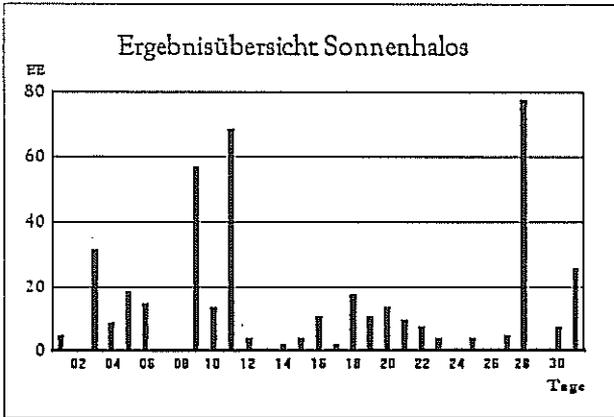
Beobachterübersicht März 1994																							
KKGG	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	1)	2)	3)	4)			
	2	4		6	8	10	12	14		16	18	20	22	24		26	28	30					
0802	1	1					1	1							2				5	4	0	4	
4703							1								1				2	2	1	2	
1004		4	1	3	2			3	3	2	1	X	1	1	X	6	2	1	33	14	6	16	
4804		2						1				X	1		X	4	3		13	6	2	8	
2205		3				3	1	4	1			3	1			X	1	2	20	10	4	11	
3306		1			1	1		2			1			3	2	1	2	15	10	1	10		
2507		3	1			2		1	1	X	1			1	10		1	23	11	2	12		
0208	1	1	1			2	1	2			1				4	1	1	15	10	1	10		
0408		1				3		6		1				2	8		1	23	8	0	8		
0908		2	1		1	5	1	3			2	1		X	7		1	24	10	1	11		
2408		1				1		1	1								2	2	2	0	2		
2608					1	2		1			1				4			12	7	0	7		
2908		3			1	4		4	1	1	3	1	1	X				20	10	1	11		
3808	2	2	1		1	5	1	7		1	2	1	1		8		1	34	14	0	14		
4108		2	2	1		2		1	1			X	X		2			11	7	2	9		
4308	2		4		1	8	2	4	1			6	1	2	2		5	2	40	13	1	13	
4608								3							1			4	2	0	2		
5108	X	1	4		2	4	1	5			X				4	X	6	27	8	4	12		
2009		4	3	3		4	4	10			4		1		2	3	4	42	11	0	11		
5009		1	2		2	5	3	9			1	4	2	1	1	1	X			33	13	1	14
2310		1			3	5		3			4				1	X	2	19	7	2	8		
4435					1						1			1	X	1	5			12	7	2	8
28//											1			3			3	1		3	1	0	1

1) = EE (Sonne) 2) = Tage (Sonne) 3) = Tage (Mond) 4) = Tage (gesamt)

Erscheinungen über EE 12

Dt	EE	KKGG												
09	13	2310	11	14	3808	11	19	5009	28	13	0908	28	15	0908
			11	15	5108	11	27	2009	28	13	2508	28	15	2508
11	13	2009	11	17	2009	11	27	5009	28	13	3808	28	27	3808
11	13	5009	11	18	2009				28	14	0408			
11	14	2009	11	19	2009	20	14	2009	28	14	2508	31	31	5108

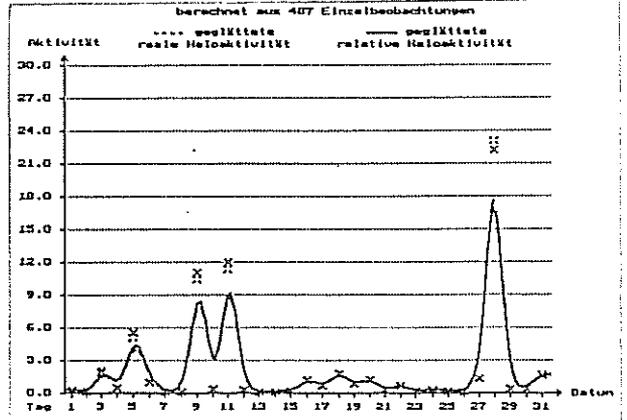
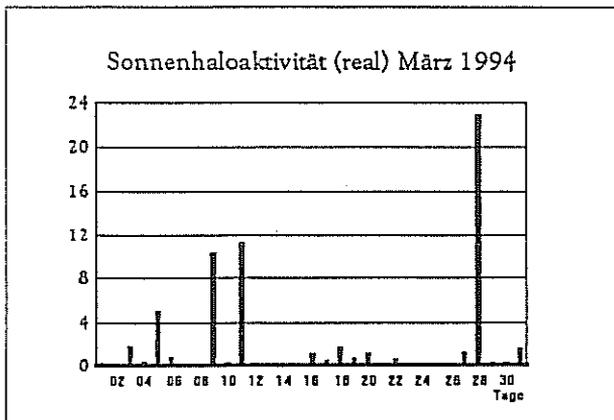
Ergebnisübersicht Sonnenhalos März 1994																								
EE	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	ges							
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30									
01	2	115	3	7	8	15	7	15	4	1	1	5	10	4	4	7	7	3	1	2	18	310	153	
02	1	7	1	4	2	11	2	12		1	1	3	1	2	2	4	2	1	1		213	1	5	79
03		5	2	5	5	10	2	12		2	3	1	2	3	1		1			1	213	3	6	79
05	2	3	1	2		9	2	10			1	1	2				1	6						40
06								1			1						1				1			3
07								2		1		1					6				6		1	11
08		1	1	1		1	1	1		2						2	1	1						12
09						1																		1
10			1													1		1						3
11		1				8		5			2					5		1						22
12						1				1						5								7
	5	32	19		0	56		58	0	4		2	11	10	4	4		5	0	25			410	
	1	9		15	0	14		4	2	4	11	18	13	8	4	1	4	1	70	8				



Haloaktivität

Tag	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
real	0.2	0.0	1.8	0.4	5.0	0.8	0.0	0.0	10.3	0.3	11.3	0.2	0.0	0.0	0.1	1.1
rel.	0.2	0.0	2.0	0.4	5.5	0.9	0.0	0.0	11.0	0.3	11.9	0.2	0.0	0.0	0.1	1.1

Tag	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	ges
real	0.5	1.7	0.7	1.1	0.2	0.6	0.1	0.2	0.1	0.0	1.2	23.0	0.3	0.3	1.6	61.0
rel.	0.5	1.7	0.7	1.1	0.2	0.6	0.1	0.2	0.1	0.0	1.2	22.1	0.3	0.3	1.5	62.3



Aus dem Archiv: 15. April 1988 - der haloreichste Tag der SHB ?

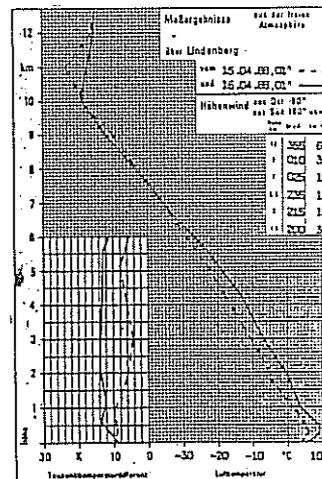
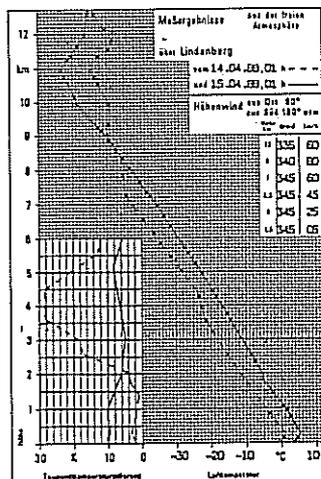
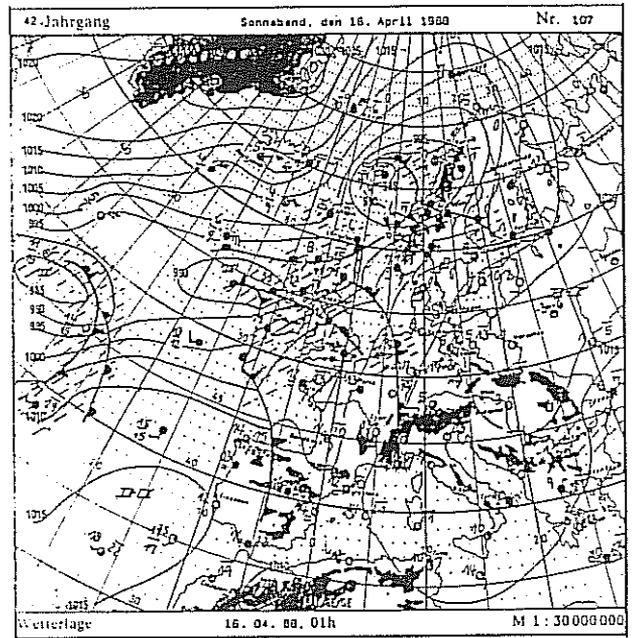
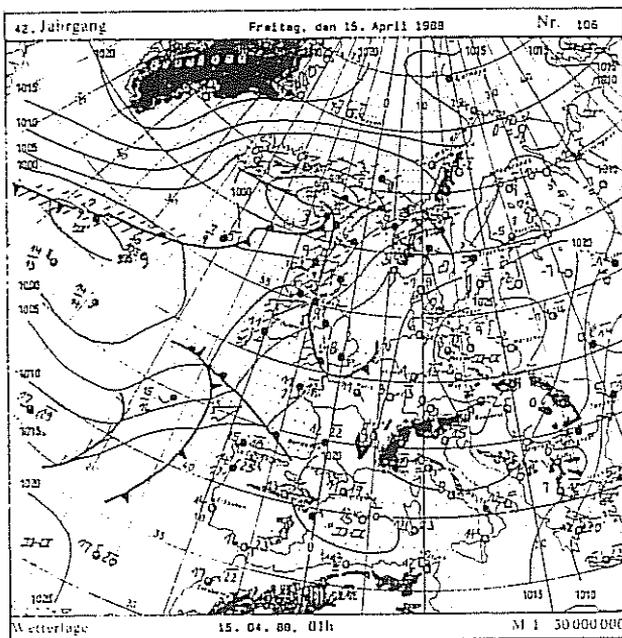
von Wolfgang Hinz, Chemnitz

Beim Erfassen der Daten von Halobeobachtungen der Jahre 1987 und 1988, mit dem Haloprogramm von Sirko Molau, fand ich einige sehr haloreiche Tage und bisher in HALO noch nicht vorgestellte Halophänomene. In dieser Ausgabe von MM beginnend, möchte ich die interessantesten Beobachtungen vorstellen.

Das Jahr 1988 wird mit 5018 Haloerscheinungen das haloreichste Jahr der SHB werden. Daran werden auch die noch nicht erfaßten Daten der vorhergehenden Jahre nichts ändern. Im März, April, Juli und Oktober konnten jeweils über 500 Halos registriert werden. Haloreichster Monat war der April mit 686 EE's, davon 57 >EE12.

Am 15. wurden von 25 Beobachtern 180 Erscheinungen beobachtet, das sind 25.4% aller EE's des Monats. Von den 57 Erscheinungen >EE12 traten allein an diesem Tag 39 auf: 13mal der Horizontalkreis, 4mal der linke Lowitzbogen, 3mal der rechte Lowitzbogen, 3mal die Gegen Sonne, 3mal die linke 120°-Nebensonne, 6mal die rechte 120°-Nebensonne, einmal die linke 134°-Nebensonne, einmal die linke 90°-Nebensonne und zweimal die rechte 90°-Nebensonne. Die Halos wurden vorwiegend in den Vormittagsstunden beobachtet. Von bemerkenswerter Beständigkeit blieben die 120°-Nebensonnen, die sich teilweise eine Stunde und länger hielten.

Zur Wetterlage: Ursache war eine zumeist geschlossene hohe Wolkendecke aus Ci/Cs, tiefe und mittelhohe Wolken waren selten. Ein Hochdruckgebiet lag mit seinem Kern über Osteuropa. Die vorherrschende kalte Polarluft hatte sich allerdings binnen 24h bis in eine Höhe von 8km um durchschnittlich 6°C erwärmt. Großräumiger Luftdruckfall über Westeuropa kündigte Tiefausläufer an, die es aber schwer hatten, sich gegen das Hochdruckgebiet durchzusetzen.

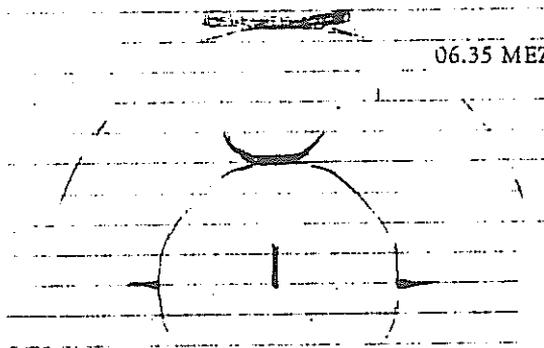


06.35 MEZ trat über Chemnitz das erste Halophänomen auf. Im Potsdamer Raum begann es 7.00 MEZ spannend zu werden. Weitere Phänomene wurden aus Aue und Oelsnitz im Erzgebirge und aus dem Raum Riesa gemeldet. Bis 10.30 MEZ konnten insgesamt 19 Phänomene registriert werden. Wegen Platzmangels können nur die interessantesten Skizzen vorgestellt werden.

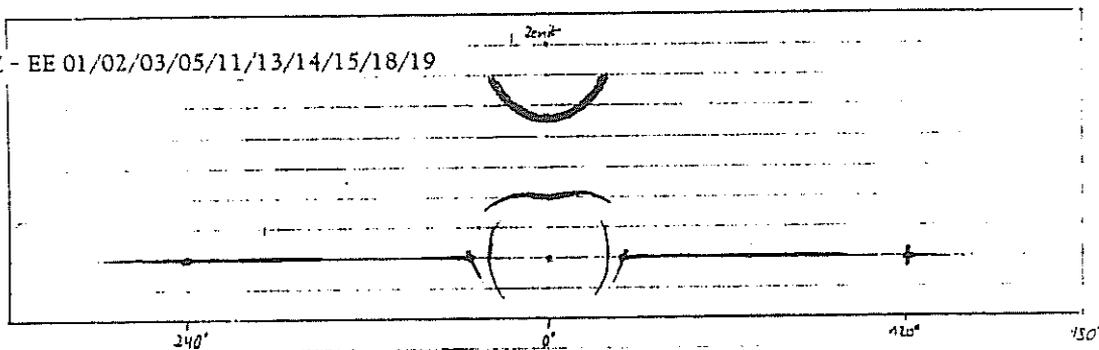
KK 25

Gunar Hering - Chemnitz

06.35 MEZ - EE 01/02/03/05/08/11/12



07.50 MEZ - EE 01/02/03/05/11/13/14/15/18/19

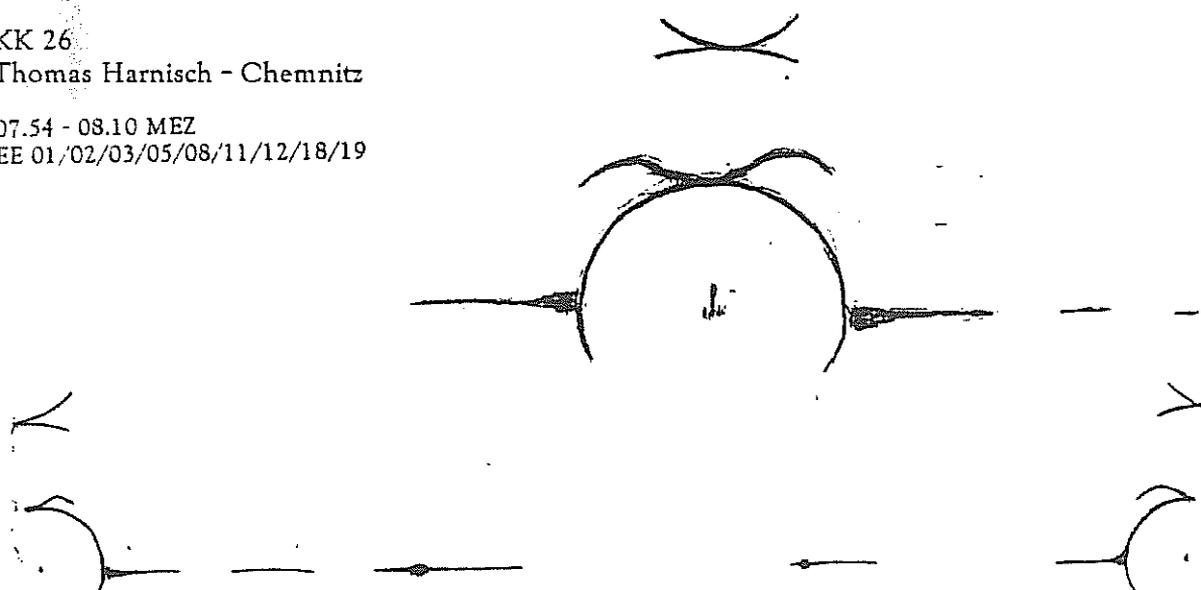


KK 26

Thomas Harnisch - Chemnitz

07.54 - 08.10 MEZ

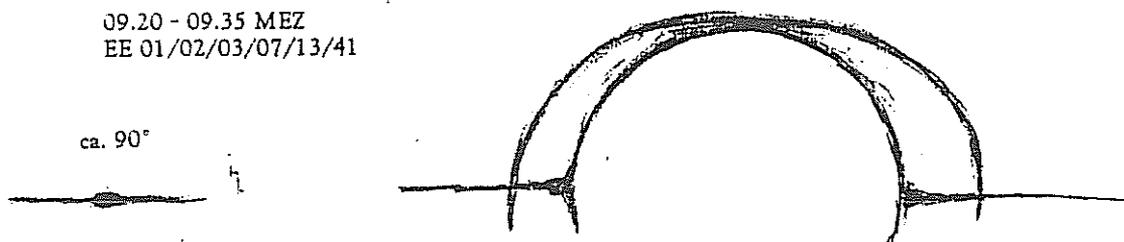
EE 01/02/03/05/08/11/12/18/19



09.20 - 09.35 MEZ

EE 01/02/03/07/13/41

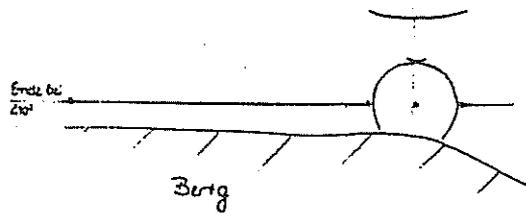
ca. 90°



KK 04
Hartmut Bretschneider - Schneeberg

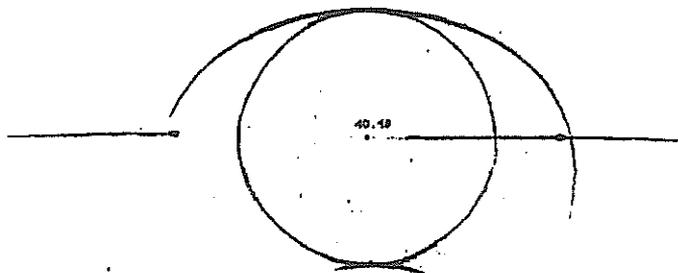
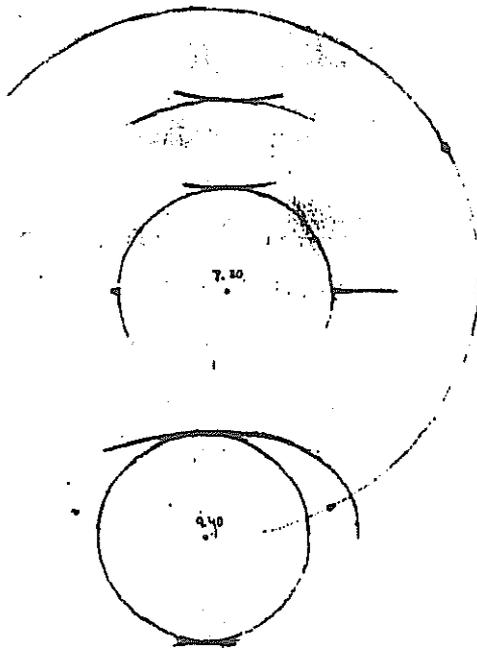
07.10 MEZ - EE 01/02/03/05/11/13/17

später noch EE 06



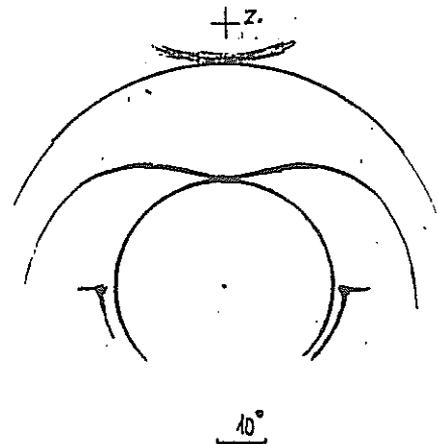
KK 29
Holger Lau - Groß-Glienicke

EE insgesamt: 01/02/03/07/11/12/13/17/19



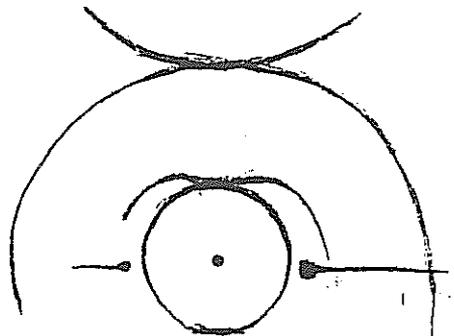
KK 10
Jürgen Rendtel - Potsdam

08.00 MEZ EE 01/02/03/05/11/12/14/15



KK 43
Frank Wächter - Potsdam

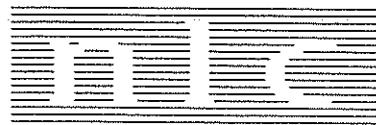
07.00 MEZ EE 01/02/02/05/06/11/12



Auch am 30. wurden im Chemnitzer Raum 4 Halophänomene beobachtet. Mit 75 Erscheinungen, davon immerhin 17 >EE12, wurde ein zweiter Höhepunkt des April erreicht.
Die reale Haloaktivität erreichte im April den Wert von 209.2. Am 15.04., dem haloreichsten Tag, 113.0 und am 30. noch den Wert von 50.4.

Über Leuchtende Nachtwolken

von Jürgen Rendtel, Potsdam



Gelegentlich sind in der Abenddämmerung normale Cirren sichtbar. Mit fortschreitender Dunkelheit erscheinen sie meist dunkel vor dem noch in Dämmerungsfarben scheinenden Nordwesthimmel. Manchmal bleiben diese Wolken aber auch hell, insbesondere wenn sie von unten her (z.B. durch Städte) beleuchtet werden. Wenn nicht gerade ein intensives bläulich-weißes Leuchten verbunden mit den Wellen- oder Bandstrukturen der NLC zu beobachten ist, kann man versuchen, mit einem Polarisationsfilter vielleicht eine Entscheidung zu treffen. Voraussetzung ist, daß die Wolken ausreichend hell sind und in relativ großer Höhe stehen. Während normale Wolken bei jeder Position des Polfilters gleich hell erscheinen, verändern NLC ihre Intensität in der gleichen Weise wie der Himmel. Da es nur auf die Feststellung von *Änderungen* ankommt, kann unser Auge noch bei erstaunlich geringen Intensitäten eine Aussage treffen.

In der Zeitschrift *Die Sterne* Nr. 4/1994 ist gerade eine Übersicht über Beobachtungen von Leuchtenden Nachtwolken in den Jahren 1988 bis 1993 erschienen. Kopien werden auf Anfrage mit der nächsten MM-Ausgabe zugesandt. Hier die tabellarische Zusammenstellung der Beobachtungen. Da auch für die davorliegenden Jahre eine Zusammenstellung in Arbeit ist, bitten wir alle Beobachter, ihre Aufzeichnungen nach eventuellen Notizen noch einmal durchzusehen.

Auszug aus: Beobachtungen Leuchtende Nachtwolken in den Jahren 1988–1993; von Jürgen Rendtel, Potsdam, und Wilfried Schröder, Rönnebeck.
(*Die Sterne* 70, 1994, 132–139)

Eine zuverlässige Entscheidung, ob NLC vorhanden sind, oder nicht, kann nur bei freiem Blick bis zum Horizont über den Bereich von NW über N bis NE und bei klarem Himmel getroffen werden. Bei Dunst oder Cirrostratus kann die Beobachtung stark beeinträchtigt sein. Einzelne Cirren hingegen lassen oftmals eine sichere Unterscheidung von NLC zu, da sie bei Sonnenständen unter -6° nicht mehr von der Sonne beleuchtet werden, während die in 86 km Höhe befindlichen NLC hell sind.

Die vorliegenden Beobachtungen von NLC stammen nur aus den Monaten Mai bis Juli. Bekanntermaßen verschwinden NLC im August, wenn allmählich die Veränderungen in der oberen Mesosphärenregion einsetzen (siehe [10], [12]).

Ein weiterer Hinweis auf grundlegende Verschiebungen im August ist, daß auch in England in früheren Jahren kaum Daten erhalten wurden. Die wenigen Beobachtungen von NLC nach Mitte August stammen aus Skandinavien, zumeist aus Finnland [2], [3], [6], [7], [8]. In den Reports der Aurora Section der British Astronomical Association (BAA) sind die beiden einzigen NLC-Beobachtungen im September im Zeitraum 1977 – 1991 vom 7./8. September 1977 aus Schweden [6] und vom 10./11. September 1981 aus Finnland [7]. Man hat dies als *Breitenverschiebung* in der Häufigkeit der NLC zu verstehen gesucht. Indes dürften Zustandsänderungen im höheren Atmosphärenbereich die alleinige Ursache sein.

Ein interessantes Phänomen stellt die *Zeit* des Auftretens von NLC dar. Seit man um die Existenz der Polaren Mesosphärischen Wolken weiß, steht die Frage nach der Dauer und Beständigkeit der NLC als wichtiges Problem im Raum, auch um die Beziehungen beider Erscheinungen zueinander zu erforschen. Bereits aus früheren Jahren ist bekannt, daß NLC besonders vor Mitternacht auftreten. Das ist ein Tatbestand, der sich auch in den Daten der Tabelle 2 bestätigt. Von 1991 bis 1993 sind vier NLC in 67 Morgenbeobachtungen registriert worden, aber 14 NLC in 86 Abendbeobachtungen. Dies ist ein Verhältnis von fast 3:1 zugunsten der NLC am Abend.

Geometrisch gesehen hängt die Häufigkeit und Dauer der Sichtbarkeit von der Jahreszeit ab. Die Höhe der NLC wird beleuchtet bis zu einer Sonnentiefe von 16° , und ab 6° Sonnentiefe sind die normalen Cirren nicht mehr beleuchtet und der Himmel dunkel genug für das Sichtbarwerden der NLC. Vielleicht spielen die Sichtbarkeitszeiten aber auch eine Rolle für die Physik der NLC dergestalt, daß vor Mitternacht bessere Konditionen zu ihrer Ausbildung in der Mesopause vorherrschen. Indes ist das rein spekulativ.

Mitteilungen des AKM – Nr.5/1994 – Seite 18

Tabelle 1: Tage, die 1988 bis 1993 durch Beobachtungen hauptsächlich in Potsdam abgedeckt sind. In den Jahren 1988 bis 1990 wurden fast ausschließlich Notizen angefertigt, wenn tatsächlich NLC gesichtet wurden. In der Tabelle steht A für Beobachtung am Abend (bei etwa 10...12° Sonnentiefe), M entsprechend für morgens. Es bedeuten:
 -: keine NLC sichtbar (mindestens ein Beobachter / wolkenfreier Himmel),
 +: NLC beobachtet. Diese ist dann in Tab. 3 genauer ausgeführt. Ein leerer Eintrag in der Tabelle erfolgte, wenn keine Beobachtung vorliegt.

Ferner ist zu beachten, daß unter dem Datum jeweils die Nacht zum nächsten Tag erfaßt ist, also Jun 12 für Juni 12/13 steht, und demzufolge unter Jun 12, M die Beobachtung am Morgen des 13. Juni gelistet ist.

Datum	A	M	Datum	A	M	Datum	A	M	Datum	A	M
1988			1991			1992			1993		
Jun 12	+	+	Mai 29	+	-	Mai 11	-	-	Mai 16	-	-
Jun 21	+		30	+	-	13	-	-	17	-	-
Jul 02	+		31	+	-	14	-	-	18	-	-
Jul 03	+	+	Jun 01	-	-	15	-	-	24	-	-
Jul 04	-	-	02	+		16	-	-	25	-	-
Jul 05	-	-	03	-	-	17	-	-	29	-	-
Jul 06	+		04	-	-	18	-	-	31	-	-
Jul 12		+	05	-	-	19	-	-	Jun 01	-	-
			15	+		20	-	-	04	+	-
1989			16	+	+	21	-	-	05	+	-
keine NLC beob.			Jul 03	-	-	22	-	-	07	-	-
1990			04	-	-	23	-	-	08	+	
Mai 22	+		05	-	-	24	-	-	09	-	-
Mai 26		+	06	-	-	25	-	-	10	-	-
			07	+		26	-	-	11	-	-
			10	+	+	28	-	-	17	-	+
			11	-	-	29	-	-	19	-	-
			14	-	-	30	-	-	20	-	-
			21	-	-	Jun 01	-	-	28	+	
			22	-	-	02	-	-	30	-	+
			23	-	-	04	-	-	Jul 02	+	
			27	-	-	09	-	-	20	-	-
			28	-	-	12	-	-	21	-	-
						13	-	-	24	+	-
						15	-	-	25	-	-
						16	-	-	26	-	-
						17	-	-	28	-	-
						19	-	-	Aug 01	-	-
						21	-	-	02	-	-
						22	-	-	03	-	-
						24	-	-	04	-	-
						26	-	-			
						27	-	-			
						28	-	-			
						29	-	-			
						30	-	-			
						Jul 08	-	-			
						12	-	-			

Tabelle 2: Häufigkeiten der NLC (Tage mit positiven Beobachtungen) im Jahresverlauf nach den Beobachtungen des AKM aus den Jahren 1988 bis 1993, die in Tabelle 1 zusammengestellt sind. Als *Rate* ist der Anteil von Nächten mit NLCs an den durch Beobachtung belegten Nächten bezeichnet.

Monat	NLC	Beobachtungen	"Rate"
Mai	4	31	0.13
Juni	15	42	0.36
Juli	10	29	0.34
August	0	4	0.

Noch eine Bemerkung: In der früheren UdSSR wurden wiederholt Meldungen von NLC aus den Monaten März, April und September mitgeteilt. Indes wurden sie niemals durch Daten aus Westeuropa und Nordamerika bestätigt. In den BAA Reports 1977 – 1991 sind neben den beiden genannten September-NLC genau zwei April Beobachtungen verzeichnet: Eine fragliche Erscheinung am 8./9. April 1979 in Schweden [7], die auch ein mondbeleuchteter Cirrus sein könnte, und NLC am 28./29. April 1986 in Finnland [4]. Die NLC sind daher auf der Nordhalbkugel als ein rein hochsommerliches Phänomen anzusehen.

Tabelle 3: Beobachtungen von NLC aus den Jahren 1988 bis 1993.

Datum	MEZ	h_{\odot}	Ort	Beschreibung
1988				
12/13 Jun	2330; 0100	-14; -13°	Br	Banden, 8-12°, weiß, wellenförmig
21/22 Jun	2235-2305	-12... -13°	Po	NW-N, wenig Struktur (Foto)
02/03 Jul	2220-2250	-12... -13°	Po	Streifen u. Wellen, weiß-bläul./weiß markant (Fotos)
03/04 Jul	2215-2245	-11... -13°	Po	NW-N
03/04 Jul	0045-0125	-14... -12°	Po	keine Beschr.
06/07 Jul				Foto SuW 10/93, S.710
12/13 Jul	0140-0150	-12°	Po	NE-N, schwach
1990				
22/23 Mai	2130-2200	-10... -13°	Po	schwach, über NW-N
26/27 Mai	ca. 0200	-12°	Po	über NE
26/27 Jun	0200	-10°	Po	NE
1991				
29/30 Mai	2145	-10°	Po	NW, schwach
30/31 Mai	2140	-10°	Po	N-NW bis 60° hoch
00/01 Jun	2140-2210	-10... -12°	Po	NW bis 40° hoch
02/03 Jun	2200	-11°	Po	NW, schwach
15/16 Jun	2200	-10°	Po	schwache Streifen
16/17 Jun	2200	-10°	Po	30-60° hoch, NW-N
16/17 Jun	0150	-9°	Po	NE, schwach
07/08 Jul	2200	-11°	Po	schwach
10/11 Jul	2200	-11°	Po	1 Streifen im NW
10/11 Jul	0200	-11°	Po	Feld mit Wellen (NE)
11/12 Jul	(abends)			Foto SuW 10/93, S.710
1993				
04/05 Jun	2200	-11°	Po	NW-N bis 25° hoch
05/06 Jun	2200	-11°	Po	NW-N, Streifen
08/09 Jun	2200	-10°	Po	NW, schwach (Foto)
15/16 Jun	0200	-10°	Po	N bis 10°, schwach (Foto)
17/18 Jun	0200	-9°	Po	N-NE, sehr schwach (fraglich)
28/29 Jun	2155-2230	-9... -12°	Ku	weiß bis bläul.-weiß, sehr hell (Fotos)
28/29 Jun	2200-2220	-11... -12°	Sb	helle Wellen (Foto)
28/29 Jun				Fotos veröff. von GB in JBAA 5/1993
00/01 Jul	0150-0205	-12... -11°	Sb	Wellen (Foto)
02/03 Jul	2120-2150	-8... -11°	Ra	Streifen, auffallend
02/03 Jul	2130-2150	-9... -11°	Ma	weiße Wellenmuster (Foto)
24/25 Jul	2110-2200	-10... -12°	Ma	Wellenmuster
24/25 Jul	2140-2200	-12°	Po	Wellen u. Banden, Hell. 3

Orte:

Br = Bremen (53.2°N, 8.3°E)

Ku = Kuhfelde (52°N, 11.8°E)

Ma = Markkleeberg (51.2°N, 12.4°E)

Po = Potsdam (52.4°N, 13.0°E)

Ra = Radebeul (51°N, 13.2°E)

Sb = Schönebeck (51.5°N, 12.4°E)

NLC zeichnen sich vielfach durch längeres Bestehen und eine bemerkenswerte Intensität aus. Rasche zeitliche Veränderungen gehen mit entsprechenden Änderungen von Helligkeit und Formen einher. Diese Veränderungen kann man nur aus Strukturänderungen in der Mesopause verstehen, denn nur die Änderung der örtlichen Bedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit, Turbulenz, Partikelstärke) vermag derartige Schwankungen zu erklären ([1], [5], [9]).

Neben der Feststellung des Vorhandenseins und der Intensität sind Angaben über Strukturen und deren Änderungen in den NLC erwünscht. Grob unterscheidet man *Flächen, Banden, Wellen* und *Wirbel*.

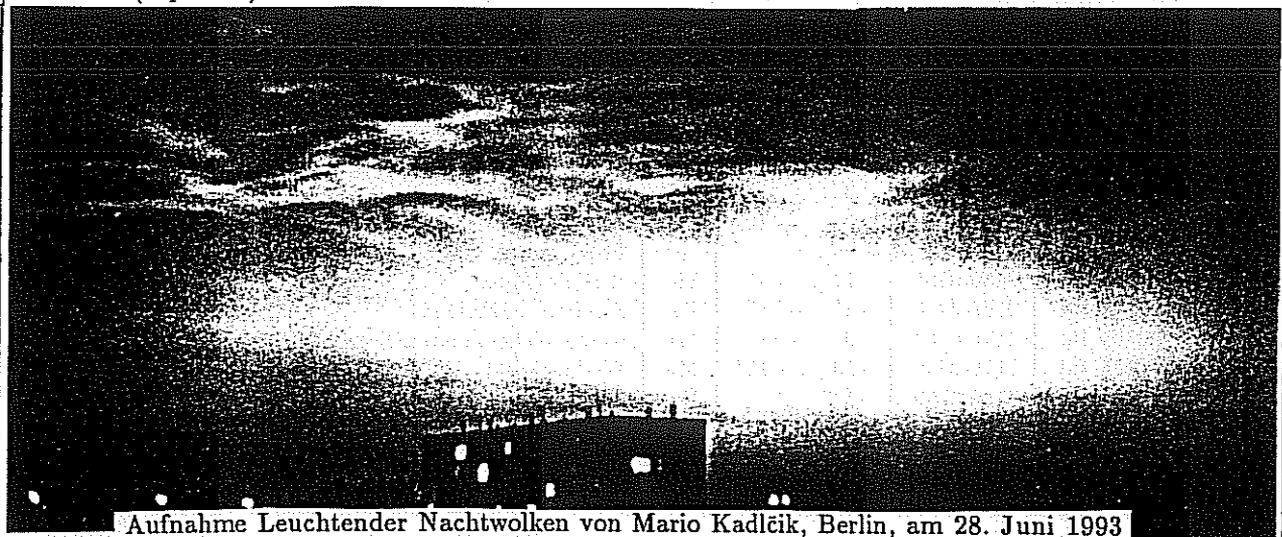
Aus den vorgestellten Daten folgt für die NLC

- (a) ein gehäuftes Auftreten im Hochsommer,
- (b) ihr vorzugsweises Auftreten vor Mitternacht,
- (c) eine Beobachtung hauptsächlich bei Sonnentiefen von 9° bis 14° , sowie
- (d) relativ rasche Veränderungen in Form und Helligkeit.

Beachtenswert ist ferner, daß 1993 in Österreich ($\varphi = 47^\circ\text{N}$) trotz ganzjähriger Überwachung durch L. Merz keine NLC gesehen wurden. Dies spricht erneut für eine südliche Grenze des Auftretens von NLC bei etwa $\varphi = 50^\circ$.

Literatur:

- [1] GADSDEN M., W. SCHRÖDER: Noctilucent Clouds. Berlin: Springer-Verlag, 1989.
- [2] GAVINE D.M.: Noctilucent clouds over western Europe during 1984. Meteorological Magazine 114 (1985) 349–356.
- [3] GAVINE D.M.: Noctilucent clouds over western Europe during 1985. Meteorological Magazine 115 (1986) 361–370.
- [4] GAVINE D.M.: Noctilucent clouds over western Europe during 1986. Meteorological Magazine 116 (1987) 386–388.
- [5] KOSIBOWA S.: Historia badan oblokow mezosfercznych. Prz. Geofiz. 16 1972 341–345.
- [6] MCINTOSH D.H., M. HALLISSEY: Noctilucent clouds over western Europe and the Atlantic during 1977. Meteorological Magazine 107 (1978) 182–187.
- [7] MCINTOSH D.H., M. HALLISSEY: Noctilucent clouds over western Europe and the Atlantic during 1979. Meteorological Magazine 109 (1980) 182–184.
- [8] MCINTOSH D.H., M. HALLISSEY: Noctilucent clouds over western Europe and the Atlantic during 1981. Meteorological Magazine 111 (1982) 122–125.
- [9] SCHRÖDER W.: Mesosphärische Zirkulation und Leuchtende Nachtwolken. Meteorol. Rundschau 21 (1968) 54–56.
- [10] SCHRÖDER W.: Untersuchungen zu den Umstellungsperioden im Frühjahr und Herbst im Bereich der Mesopause. Gerlands Beitr. Geophys. 80 (1971) 65–74.
- [11] SCHRÖDER W.: Entwicklungsphasen der Erforschung der Leuchtenden Nachtwolken. Berlin: Akademie-Verlag, 1975.
- [12] THEON J., W.S. SMITH: Seasonal transitions in the thermal structure of the mesosphere at high latitudes. GSFC-621-69-393 (Sep. 1969).



Aufnahme Leuchtender Nachtwolken von Mario Kadlčík, Berlin, am 28. Juni 1993

Impressum: Die "Mitteilungen des Arbeitskreises Meteore e.V. – Informationen über Meteore, Leuchtende Nachtwolken, Halos und Polarlichter" erscheinen in der Regel monatlich und werden vom Arbeitskreis Meteore e.V. (AKM) Postfach 60 01 18, 14401 Potsdam herausgegeben.

Redaktion: Jürgen Rendtel, Gontardstr. 11, 14471 Potsdam

André Knöfel, Saarbrücker Str. 8, 40476 Düsseldorf (für den FK-Teil)

und Wolfgang Hinz, Otto-Planer-Str. 13, 09131 Chemnitz (für den HALO-Teil)

Für Mitglieder des AKM ist 1994 der Bezug der "Mitteilungen des Arbeitskreises Meteore e.V." im Mitgliedsbeitrag enthalten. Der Abgabepreis des Jahrgangs 1994 inkl. Versand für Nicht-Mitglieder des AKM beträgt 35,00 DM. Anfragen zum Bezug an: AKM, Postfach 60 01 18, 14401 Potsdam