

Beobachtungen der Geminiden und Quadrantiden

J. RENDTEL, I. RENDTEL und F. OTTO, Potsdam R. KOSCHACK, Weißwasser

Arbeitskreis Meteore im Kulturbund der DDR
(Mitteilungen des Arbeitskreises Meteore Nr. 55)

Mit 4 Abbildungen (Eingegangen 1984 Juli 26)

Geminiden und Quadrantiden werden wahrscheinlich erst seit etwa 100 Jahren beobachtet. Infolge von Bahnstörungen unterliegen sie schnellen Veränderungen. Eine Verformung des Geminiden-Ratenprofils läßt sich jedoch nicht finden. Beobachtungen der Geminiden und Quadrantiden durch den Arbeitskreis Meteore werden mit den Perseiden verglichen. Bei allen drei Strömen wird zum Maximum der Gesamtaktivität auch eine Zunahme der Zahl heller Meteore festgestellt. Zum gleichen Zeitpunkt sinkt der Populationsindex r für Perseiden und Quadrantiden, während der der Geminiden steigt. Daraus wird eine Abschätzung der Zunahme der Teilchenzahl zu schwächeren Helligkeitsklassen gewonnen.

Geminids and Quadrantids are probably observed for only about 100 years. Due to perturbations of their orbits rapid variations occur. A change in the Geminid rate profile can not be found from observations. Observations of Geminids and Quadrantids from Arbeitskreis Meteore are compared with Perseid results. Around their activity peaks we find an increasing number of bright meteors. At the same time the population index r decreases for Perseids and Quadrantids, while it increases for Geminids. From this behaviour we estimate the increase of the number density to fainter magnitude classes for the three showers.

1. Einleitung

Von den bekannten Meteorströmen der Nordhemisphäre sind die Perseiden, Geminiden und Quadrantiden die aktivsten. Davon sind die Perseiden am meisten bekannt und wohl auch am besten beobachtet. Dazu tragen sowohl die lange Aktivitätsdauer als auch das oftmals gute Wetter bei. Dagegen sind die beiden anderen Ströme bei uns nur selten gut beobachtbar.

2. Beobachtungsmaterial

2.1. Geminiden

Um Charakteristiken eines Stromes aus Beobachtungen abzuleiten, müssen über Jahre hinweg Ergebnisse vorliegen. Dazu steht die Forderung, daß die untereinander vergleichbar sind, d. h. die Auswertung nach einer Methode erfolgte.

Vom Arbeitskreis Meteore (AKM) gibt es erste Geminidenresultate aus dem Jahre 1975. In den drauffolgenden Jahren verhinderte das Wetter jeden Versuch. Seit 1979 waren in jedem Dezember wenigstens einige Geminidenbeobachtungen möglich. Alle seit 1979 gewonnenen Daten konnten für die ausführliche Auswertung herangezogen werden; die von 1975 nur bedingt.

Auch im Falle der nutzbaren Beobachtungen waren teilweise ungünstige Wetterverhältnisse anzutreffen. 1981 kam der fast volle Mond als Störfaktor hinzu. Zum Maximum 1983 herrschte wie mehrfach in den Vorjahren eine verringerte Grenzhelligkeit. — Allein diese kurze Schilderung zeigt, wie wichtig die Beteiligung mehrerer Beobachter an verschiedenen Orten ist.

2.2. Quadrantiden

Eine erfolgreiche Beobachtung der Quadrantiden ist in Mitteleuropa keine einfache Sache. In der entscheidenden ersten Januarwoche bestimmt ob wolkenreiche Meeresluft unser Wettergeschehen, so daß das Maximum des gegenwärtig wohl aktivsten Stromes über einer dichten Wolkendecke stattfindet. Aus diesem Grunde lagen bei uns nur Beobachtungen kürzerer Dauer in Wolkenlücken oder bei stark dunstigem Himmel vor, aus denen sich kaum ein charakteristisches Bild der Quadrantiden ableiten ließ. Lediglich 1982 wurden von einer Beobachtergruppe in Potsdam bei zeitweisem Durchzug von Wolkenfeldern und mäßigen Bedingungen über 30 Quadrantiden registriert.

Das Jahr 1984 brachte in der Maximumnacht vom 3. zum 4. Januar Kaltluft mit eingelagerten Schauerstaffeln bei einer sehr hohen Strömungsgeschwindigkeit. Dadurch gab es längere klare Abschnitte mit einer sehr guten Himmeldurchsicht. Obwohl die meisten Quadrantiden sowohl von der erwarteten Maximumszeit (4. 1., 11 h MEZ) als auch vom Radiantenstand (er erreicht in den Morgenstunden seine größte Höhe über dem Horizont) erst am Morgen des 4. Januar zu erwarten waren, führten viele Beobachter ihre Beobachtungen am Abend des 3. Januar durch. Zu dieser Zeit war aber die Aktivität noch gering. Manchen hielt dies vielleicht sogar von einer erneuten

Beobachtung in der zweiten Nachthälfte ab. Nur zwei Beobachter verlegten ihre Beobachtungen in diese aussichtsreiche Zeit. Sie erfaßten den Anstieg zum Maximum ab 1^h30 MEZ bis zur Dämmerung bei gutem bis sehr gutem Himmel; registriert wurden 75 bzw. 77 Quadrantiden. Die stündliche Zenitrate (ZHR; nach: zenithal hourly rate) der Quadrantiden nahm stetig zu. Weiterhin konnte aus den Helligkeiten eine Auswertung zu Stromcharakteristiken in Maximumsnähe durchgeführt werden.

Zwei spätere Beobachtungen am Morgen und Abend des 5. Januar zeigten den sehr steilen Abfall der Quadrantidenaktivität (vgl. Abschnitt 5).

2.3. Vergleichsmaterial

Die Resultate der Geminiden und Quadrantiden werden mit dem sehr umfangreichen Perseidenmaterial des AKM (RENDTEL 1985) verglichen. Alle Ergebnisse wurden mit derselben Auswertungsmethode gewonnen bzw. spätere Änderungen berücksichtigt.

Somit liegen für alle drei in unseren Breiten auffallendsten Meteorströme charakteristische Daten vor; gleichzeitig wird aber deutlich, daß Beobachtungen der beiden Winterströme in der Zukunft zur Beantwortung einiger offener Fragen nötig sind.

3. Der Populationsindex

Die Zahl der tatsächlich vorhandenen Meteoroiden wächst zu kleinen Objekten hin an. Bei der Beobachtung stellen wir diese Zunahme nur in einem geringen Maße fest, da wir von den schwächeren Meteoren, insbesondere nahe der Grenzhelligkeit, nur noch einen kleinen Anteil $p(m)$ wahrnehmen. Von STEYAERT (1983) wurde eine Methode erarbeitet, die es erlaubt, ausgehend von visuellen Beobachtungen die Zunahme der Partikelzahl zu geringen Helligkeiten zu berechnen.

Allgemein folgt die Zahl der Meteore $N(m)$ einer Helligkeitsklasse m (mit $(m) = [m - 0.5; m + 0.5]$) einer Funktion

$$N(m) = c \cdot r^m. \quad (1)$$

Der Populationsindex r (zuweilen auch κ) gibt den Anstieg der Helligkeitsfunktion an. Der von manchen Autoren benutzte differentielle Massenindex s hängt mit r auf einfache Weise zusammen:

$$\lg r = 0.4(s - 1) \quad \text{bzw.} \quad s = 1 + 2.5 \lg r. \quad (2)$$

Berechnungen von r aus Beobachtungen sind allerdings nur sinnvoll, wenn eine große Anzahl von Strommeteoren in einer Beobachtung bei guten Bedingungen (Grenzhelligkeit ab etwa 5^m5) erfaßt wurde, und der Beobachter eine sorgfältige Helligkeitsschätzung vornimmt (dies ist erst nach längerer Zeit regelmäßiger Beobachtung zu erwarten!). Daher liegen eigene Berechnungen von r nur in geringem Umfang vor. Im Gegensatz zur Ratenberechnung bringen Zusammenfassungen von Daten mehrerer Beobachter für r kaum Erfolg (Wahrnehmungsverhalten nicht gleich, persönliche systematische Fehler).

Beim Durchgang der Erde durch einen Meteorstrom werden zeitlich nacheinander unterschiedlich dichte Bereiche bzw. Abschnitte mit unterschiedlicher Größenverteilung erreicht. Besonders auffallend ist z. B. die Häufung größerer Partikel (hellerer Meteore) um das Maximum der Aktivität. Der Populationsindex r sollte dann kleiner werden (vgl. aber Abschnitt 5).

4. Die beiden Winterströme

4.1. Geminiden

Von den Geminiden im Dezember wird oftmals angenommen, daß sie zu den altbekannten Meteorströmen gehören, da ihre hohe Aktivität von Jahr zu Jahr nur wenig schwankt. Andere Ströme, wie z. B. die Leoniden, zeigen starke Variationen. Die 33 jährige Periode der Leoniden stimmt mit der Umlaufzeit ihres Ursprungsobjektes überein. Diese Beobachtung führte zu der weithin akzeptierten Ansicht, daß Ströme mit gleichmäßiger Aktivität viel älter sind als diejenigen mit starken Schwankungen. Die Meteoroiden in jüngeren Strömen sollten noch nicht gleichförmig über die Bahn verteilt worden sein. Jedoch erlaubt die Verteilung der Partikel über die Bahn keine absolute Altersangabe, denn sie hängt stark von den Bahndaten sowie von der Form des Kometenkopfes ab (JONES 1982). Auch die Natur des Ursprungsobjektes spielt eine Rolle. Für die Geminiden wurde erst 1983 ein Objekt gefunden (1983 TB; MARSDEN 1983), das vielleicht ein Encke-artiger Kometenkern oder ein äußerlich noch mehr planetoidenartiger Körper ist. Als Meteorstrom sind die Geminiden allerdings erst seit 1862 sicher bekannt (KING 1926), obwohl ROGGMANS (1983) einige Hinweise auf frühere Beobachtungen findet.

ROGGMANS (1983) stellte die Daten des Maximums der Geminiden für einen längeren Zeitraum zusammen. Danach hat sich der Zeitpunkt der höchsten Aktivität seit 1930 nicht verlagert und liegt bei einer Sonnenlänge von $l_{\odot} = 261.3$. Eine Begründung für dieses Verhalten geben FOX et al. (1982).

Aus Modellrechnungen zur Bahn des Stromes und ihrer Veränderungen leiten FOX et al. (1983) ein zu erwartendes Ratenprofil ab. Danach hätte die Erde in den zwanziger Jahren dieses Jahrhundert begonnen, den zentralen Stromteil (mit höherer Partikeldichte) zu durchqueren. Zuvor wäre der Aktivitätsverlauf symmetrisch zum Maximum (entspricht Abb. 1a). Zwischen 1920 und 2000 wechselt die Asymmetrie von einem frühen Maximum zu einem späten Maximum (Abb. 1b-d). Störungen werden allerdings für eine Verbreiterung des Stromes sorgen.

Aus den uns vorliegenden Quellen geht aber eine solche Veränderung des Ratenprofils nicht hervor. Beobachtungen vor 1950 (nach LOVELL 1954) zeigen dasselbe Profil, das wir gegenwärtig feststellen. Dies entspricht dem Fall d in Abb. 1. Variationen der Teilchendichte entlang der Bahn kommen kaum in Frage. Sie sind jedoch auch nicht einfach feststellbar, da die Umlaufzeit etwa 1,5 Jahre beträgt (Tabelle 1).

Tabelle 1
Wichtigste Bahndaten der Geminiden (FOX et al. 1983) und Quadrantiden (HUGHES et al. 1979).

	Geminiden	Quadrantiden
Aufsteigender Knoten	260°3	282°46
Bahnneigung	23°6	71°4
Exzentrizität	0,896	0,681
Perihel	0,14 AE	0,979 AE
Aphel	1,37 AE	5,16 AE
Periode	1,57a	5,38a
Große Halbachse	1,35 AE	3,07 AE

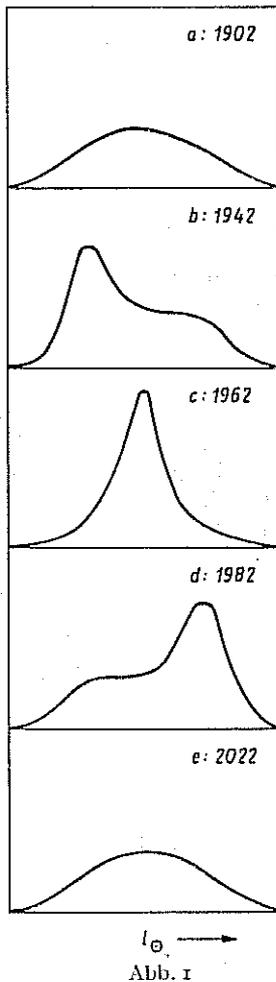


Abb. 1

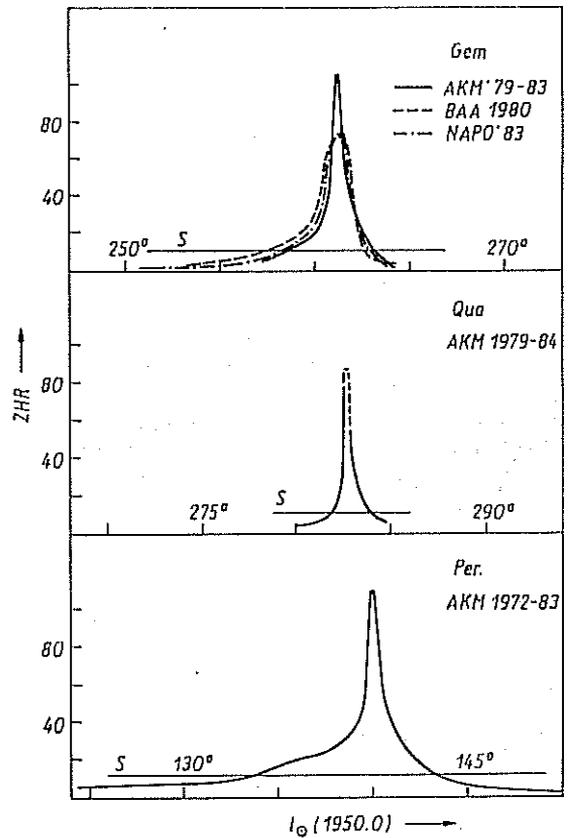


Abb. 2

Abb. 1. Nach Modellrechnungen von FOX et al. (1983) durchquert die Erde im Verlaufe längerer Zeiträume verschiedene Bereiche des Geminidenstromes. Zwischen 1902 und 2022 werden Varianten der Partikeldichte N entsprechend den Profilen a bis e erwartet.

Abb. 2. Aktivität der drei großen Ströme nach Beobachtungen des Arbeitskreises Meteore (AKM). Für die Geminiden wurden Daten der BAA von 1980 (gestrichelt; SPALDING 1982) und der National Association of Planetary Observers (Australien) 1983 (Strich-Punkt-Linie; WOOD 1983) einbezogen. Mit S ist das Aktivitätsniveau sporadischer Meteore bezeichnet.

4.2. Quadrantiden

Noch weniger bekannt als die Geminiden sind die jährlich um den 3./4. Januar erscheinenden Quadrantiden. Sie sind jedoch sehr interessant: zunächst wegen ihrer sehr hohen Aktivität und wegen ihrer sehr kurzen Aktivitätsdauer. Nur etwa 17 Stunden lang sind die Quadrantiden überhaupt merklich.

Die Bahn des Stromes kommt nicht nur der Erde sehr nahe, sondern auch dem Jupiter. Dadurch vollzieht sich bei den Quadrantiden eine auffallend schnelle Entwicklung. Ein Ursprungsobjekt ist nicht bekannt. Als mögliche Ursachen dafür nennt FOX (1983): Der Komet wurde bei einer nahen Jupiterpassage aus dem Sonnensystem katapultiert und ließ nur den Strom zurück oder der Komet zerfiel vollständig ohne ein merkliches Reststück. Eine Modellierung der zeitlichen Änderungen ist somit problematisch, wurde aber sowohl für lange als auch für kürzere Zeiträume durchgeführt (WILLIAMS et al. 1979 and HUGHES et al. 1979).

Ähnlich den Geminiden sind auch die Quadrantiden erst in jüngerer Zeit als Strom bekannt. Frühere Notierungen als von HUGHES et al. (1981) genannt, fanden wir trotz intensiver Suche nicht. Vor 1835 dürften die Quadrantiden also kaum in merklicher Aktivität vorhanden gewesen sein. Die Lage des aufsteigenden Knotens unterlag in den Jahren seit 1843 nach visuellen Beobachtungen einer Verschiebung um $-(0,0035 \pm 0,0004)^\circ/a$ (HUGHES et al. 1979). Da sich andere Bahnparameter ebenfalls veränderten, und der Strom nur die geringe Ausdehnung von etwa $1,72 \times 10^6$ km (= 0,0115 AE) hat, werden wir ihn nur für relativ kurze Zeit sehen, bis die Meteoroiden in entferntere Bereiche des Sonnensystems gelenkt werden (WILLIAMS et al., 1979).

Während der Durchquerung des Meteorstromes werden ebenfalls Bereiche unterschiedlicher Teilchendichte und -größe erreicht. Im Radiobereich (entspricht Meteoren von $+7^m$) tritt das Aktivitätsmaximum 14 h vor dem im visuellen ($+2^m$) ein. HUGHES et al. (1981) skizzieren mehrere Szenarien zur Erklärung der Massenseparation unter besonderer Beachtung der Jupiterstörungen und des Poynting-Robertson-Effektes. Eine Entscheidung ist gegenwärtig nicht möglich.

5. Vergleiche der drei großen Ströme

Alle drei Ströme zeichnen sich für die Beobachter auf der Nordhalbkugel durch eine alljährlich wenig veränderliche hohe Maximalaktivität aus. Die ZHR erreicht Werte von 70 bis über 100 (Abb. 2a bis c). Das Maximum jedes Stromes ist spitz; sehr verschieden ist aber die Gesamtdauer der Aktivität.

Jedem Beobachter fällt eine Zunahme der Anzahl heller Meteore um das Aktivitätsmaximum auf. Die Erde durchquert offensichtlich Bereiche mit unterschiedlichen Teilchenpopulationen (Abb. 3a bis c). Um quantitative Aussagen zu treffen, berechneten wir die Populationsindizes r entsprechend Abschnitt 3.

Zunächst sind aber folgende Tatsachen festzuhalten: Für die Perseiden, die uns als bekannter Vergleichsstrom dienen sollen (RENDTEL 1985), ist ein Ursprungsobjekt bekannt (Komet Swift-Tuttle 1862 III). Damit haben wir einen Strom mit kometaryischem, lockerem Material vor uns. Perseidenfeuerkugeln gehören dem Typ IIIB nach CEPLECHA (1976) an.

Die Quadrantiden bestehen offensichtlich aus festerem Material (MILLMAN 1976), während sich bei den Geminiden möglicherweise die große Annäherung an die Sonne auch auf ihre Festigkeit (oder Auswahl?) auswirkt.

Aus unseren Beobachtungen ergibt sich für die drei Ströme ein unterschiedliches Bild für die Zeiten außerhalb des Maximums und das Maximum selbst (Abb. 4a bis c). Deutlich ist bei den Perseiden eine Abnahme des Index r zum Maximum feststellbar. Diese wird hauptsächlich auf die Erhöhung der Anzahl heller Erscheinungen zurückzuführen sein: Im Maximum nimmt deren Zahl in weit stärkerem Maße zu als die Zahl schwächerer Meteore. Vor und nach dem Maximum der ZHR geht der Anteil heller Meteore sehr schnell und deutlich zurück (Abb. 4c).

Vergleichbar ist die Situation bei den Quadrantiden. Auch hier sinkt r zum Maximum ab. Die Zahl der schwachen Meteore um $+7^m$ erreicht 14 h vor den visuellen Meteoren ($+2^m$) ihren Höchstwert (HUGHES et al. 1981). Ob zu diesem Zeitpunkt auch der Wert von r eine Erhöhung zeigt (mehr schwache Meteore), läßt sich aus den vorliegenden Beobachtungen nicht erkennen.

Nach Modellrechnungen für die Geminiden von FOX et al. (1983) variiert r mit der Sonnenlänge l_\odot nach

$$\lg r = 0,267 - 0,000867 (l_\odot - 260^\circ), \quad (248^\circ < l_\odot < 264^\circ), \quad (3)$$

d. h. r sinkt von $r(249^\circ) = 2,31$ auf $r(263^\circ) = 1,74$ ab, ohne daß das Maximum der visuellen (oder Radio-) Rate in r hervorgehoben wird. Dies würde bedeuten, daß die Zunahme der Meteorzahl in einem bestimmten Helligkeitsbereich in gleichem Maße auch in den übrigen Bereichen erfolgt. Nur so kann sich im Wert r keine Veränderung ergeben. Die Beobachtungen des AKM und die von SPALDING (1982) ausgewerteten zeigen aber, daß $r(\text{Maximum}) > r(\text{Nicht-Maximum})$ ist. Da der Index r die Zunahme der Anzahl in den schwächeren Helligkeitsklassen angibt, und wir aber zum ZHR-Maximum und unmittelbar danach mehr helle Erscheinungen feststellen (Abb. 3a), muß die Zahl der schwächeren Meteore in noch viel stärkerem Maße zunehmen. Auch SPALDING (1984) findet verschiedene Zeitpunkte der größten Teilchenzahlen in unterschiedlichen Helligkeitsklassen. Aus den Beobachtungen leitet er zwischen der Meteorhelligkeit m und der Sonnenlänge l_\odot (1950.0) ihrer höchsten Aktivität

$$l_\odot = (261^\circ.55 \pm 0^\circ.05) - (0^\circ.078 \pm 0^\circ.025) m \quad (4)$$

ab.

Wir haben versucht, den Faktor der Zunahme aus dem Beobachtungsmaterial des AKM zu bestimmen. Um die Stichproben nicht zu klein zu machen, bildeten wir anstelle der oben definierten Helligkeitsklassen der Breite 1 m für diese Rechnungen doppelt so breite Helligkeitsklassen. Benutzt wurden die Helligkeitsklassen (4.5) = [3 m 5; 5 m 5] und (1.5) = [0 m 5; 2 m 5]. Dazu wurden auch die entsprechenden Werte für $\beta(m)$ bestimmt (unter Zugrundelegung von STEYART 1983).

Wir berechnen zunächst ein theoretisch zu erwartendes Verhältnis der tatsächlichen Meteorzahlen $\varphi(m)$ in den beiden Helligkeitsklassen. Dazu verwenden wir den aus unseren Beobachtungen bestimmten Populationsindex r .

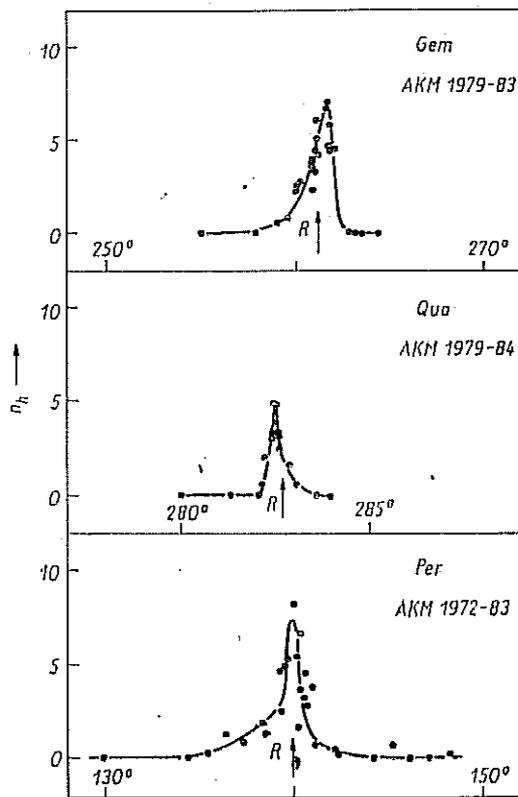


Abb. 3

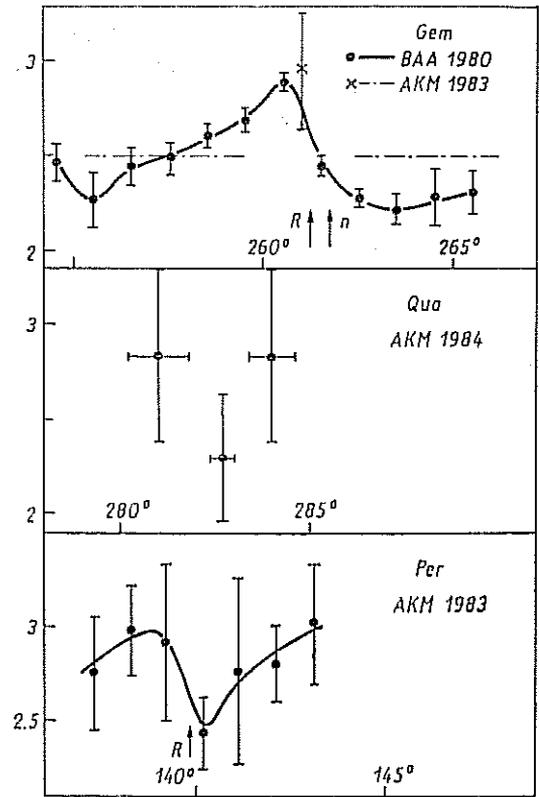


Abb. 4

Abb. 3. Neben der Zunahme der Gesamtaktivität fällt besonders die höhere Rate heller Erscheinungen auf. Die Profile von n_h (Meteore ab 0^m pro Stunde) für die drei Ströme weisen auf unterschiedliche Bereiche der Konzentration der großen Partikel hin. Die Pfeile auf der Abszisse bezeichnen die Zeitpunkte der ZHR-Maxima. (Der Abszissenmaßstab ist für die Quadrantiden gestreckt!)

Abb. 4. Bei den Quadrantiden und Perseiden ist der Index r zur Zeit des ZHR-Maximums niedriger als zuvor und danach. Für die Geminiden wird dagegen eine Zunahme des r -Wertes beobachtet. (Daten vom AKM für die Maximumsbeobachtung 1983 und die Geminiden vorher/nachher zusammengefaßt; sowie Daten der BAA von 1980 (SPALDING 1982). Der höchste r -Wert wird vor dem Stromabschnitt mit den meisten hellen Meteoren (Pfeil mit n , vgl. Abb. 3) und auch vor dem ZHR-Peak (Pfeil mit R) erreicht.

Dieses Verhältnis q_t wird wegen $\frac{\varphi(m+1)}{\varphi(m)} = r$ den Wert

$$q_t = \frac{\varphi(4.5)}{\varphi(1.5)} = r^3 \tag{5}$$

annehmen. Dieser Wert wird nun verglichen mit der beobachteten Anzahl $n(m)$ in den entsprechenden Helligkeitsklassen, die unter Verwendung der Wahrnehmungskoeffizienten (STEYAERT 1983) auf die tatsächliche Meteorzahl umgerechnet werden mußten. Es ergibt sich ein beobachteter Quotient q_b :

$$q_b = \frac{n(4.5)/p(4.5)}{n(1.5)/p(1.5)} \tag{6}$$

Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Die Anzahl $n(1.5)$ bzw. $\varphi(1.5)$ wächst zum Maximum aller drei Ströme an. Die Geminiden weisen aber einen wesentlichen Unterschied auf: Bei ihnen steigt der Quotient q_t des Maximums gegenüber der übrigen Aktivitätsdauer an. Bei Quadrantiden und Perseiden ist q_t des Maximums kleiner als davor und danach. Dieses Verhalten ist in den beobachteten Werten q_b ebenfalls feststellbar. Daß die Werte q_t und q_b nicht genau übereinstimmen, liegt an verschiedenen Faktoren. Zum einen war die Grenzhelligkeit bei den Geminidenbeobachtungen nur mäßig, so daß die Helligkeitsklassen ab etwa 3 schon merklich davon betroffen sein dürften. Weiterhin wurden zur Umrechnung auf die tatsächlichen Meteorzahlen Standardwahrscheinlichkeiten der Wahrnehmung verwendet, die sicher nicht für jeden Beobachter gleichermaßen zutreffen. Auch die Beobachtungsmethode mag sich auswirken (Eintragen in Sternkarten mit jeweils kurzer Unterbrechung und notwendiger Neoadaption), besonders bei sehr hoher Aktivität oder sehr guter Grenzhelligkeit.

In der Tabelle 3 sind die aus unseren Beobachtungen ermittelten Werte des Populationsindex r für die drei Ströme zusammengefaßt und mit anderen Beobachtungsergebnissen verglichen.

Die geschilderten Problem bei der Realisierung von Beobachtungen der Geminiden und Quadrantiden verhindern bisher längere geschlossene Reihen. So steht die Gewinnung von weiterem umfangreichem Material zur genaueren Auswertung auch in den kommenden Jahren im Vordergrund. Folgende Fragen sollten bei der Bearbeitung dann im Vordergrund stehen:

Tabelle 2

Erwartete (q_t) und beobachtete (q_b) Verhältnisse der Meteorzahlen in den Helligkeitsklassen (4,5) und (1,5).

	Maximum			außerhalb Maximum		
	r	q_t	q_b	r	q_t	q_b
Geminiden	2.88	23.9	16.5	2.40	13.8	6.9
Quadrantiden	2.30	12.2	8.5	2.84	22.9	27.7
Perseiden	2.44	14.5	10.4	2.93	25.1	13.6

Tabelle 3

Vergleiche des Populationsindex r nach verschiedenen Beobachtungen

	Maximum		außerhalb Maximum	
	r	q_t	r	q_b
Geminiden	2,6			
	ROGGEMANS 1982			
	2,76			
Quadrantiden	WOOD 1983			
	2,44 \pm 0,03			
	SPALDING 1982			
Perseiden	2,9 \pm 0,3 AKM 1983	2,5 \pm 0,4 AKM 1983		
	2,1			
	ROGGEMANS 1982			
Quadrantiden	2,3 \pm 0,4 AKM 1984	2,8 \pm 0,5 AKM 1984		
	2,4			
	ROGGEMANS 1982			
Perseiden	2,44 AKM 1972-83	2,9 AKM 1973-83		

Geminiden: Gibt es eventuelle Anzeichen für eine Veränderung des Ratenprofils? Wie verändert sich der Populationsindex im Verlaufe der gesamten Aktivitätsdauer; hat r einen Gang gemäß (3)?

Quadrantiden: Detaillierte Daten über das Maximum selbst fehlen uns noch (1986 Jan 03, 23 h MEZ; 1987 Jan 04, 05 h MEZ sind die nächsten erwarteten Maxima). Gibt es für r zum Zeitpunkt des Maximums der schwachen Meteore (14 h vor dem visuellen Peak) einen entsprechenden höheren Wert? Wie steil sind der Anstieg und der Abfall zum/vom Maximum?

Perseiden: Wie verhalten sich die maximalen ZHR in den kommenden Jahren? War 1980 ein tatsächliches Maximum, wobei der Ursprungskomet mit etwa 120 Jahren Umlaufzeit in Sonnennähe war, aber nicht beobachtet wurde, oder steigt die ZHR wieder an?

Diese Liste von Fragen kann aber nur im Zusammenwirken mehrerer Beobachter bearbeitet werden. Aber selbst die Ergebnisse des AKM alleine reichen oftmals nicht aus, so daß erst durch Beobachtungsmaterial von Beobachtern anderer Länder ein geschlossenes Bild entsteht.

Die Autoren danken P. BALDAUF, T. MOHR, R. KUSCHNIK (alle Potsdam) sowie O. ZUTHER (Groß Wokern) für ihre Mitarbeit bei der Bearbeitung des umfangreichen Beobachtungsmaterials.

Literatur

- CEPLECHA, Z., McCrosky, R. E.: 1976, J. geophys. Res., **81**, 6257.
 FOX, K.: 1983, The orbital evolution of the Perseid and Quadrantid meteor streams, in: Dynamical Trapping and Evolution in the Solar System, Ed. V. V. MARKELLOS, Y. KOZAI, D. Reidel, Dordrecht, pp. 89-95.
 FOX, K., WILLIAMS, I. P., HUGHES, D. W.: 1982, Mon. Not. R. astr. Soc., **199**, 313.
 FOX, K., WILLIAMS, I. P., HUGHES, D. W.: 1983, Mon. Not. R. astr. Soc., **205**, 1155.
 HUGHES, D. W., WILLIAMS, I. P., FOX, K.: 1981, Mon. Not. R. astr. Soc., **195**, 625.
 HUGHES, D. W., WILLIAMS, I. P., MURRAY, C. D.: 1979, Mon. Not. R. astr. Soc., **189**, 493.
 JONES, J.: 1982, Mon. Not. R. astr. Soc. **198**, 23.
 KING, A.: 1926, Mon. Not. R. astr. Soc., **86**, 638.
 LOVELL, A. C. B.: 1954, Meteor Astronomy, Clarendon Press, Oxford, pp. 308-319.
 MARSDEN, B. G.: 1983, IAU Circular, No. 3878, 3879, 3881, 3883, 3884.
 MILLMAN, P.: 1976, Sky Telesc., **51**, 225.
 RENDTEL, J.: 1985, Sterne, **61**, 50.
 ROGGEMANS, P.: 1982, Handboek Visuele Meteorwaarnemingen, VVS (Belgien) Werkgroep Meteoren.
 ROGGEMANS, P.: 1983, The Geminid Meteor Stream and 1983 TB, VVS (Belgien) Werkgroep Meteoren.
 SPALDING, G.: 1982, J. Br. astr. Ass., **92**, 227.
 SPALDING, G.: 1984, J. Br. astr. Ass., **94**, 109.
 STEYAERT, C.: 1983, Populatieindexbepaling, VVS (Belgien) Werkgroep Meteoren, Technische Nota 5.
 WILLIAMS, I. P., MURRAY, C. D., HUGHES, D. W.: 1979, Mon. Not. R. astr. Soc., **189**, 483.
 WOOD, J.: 1983, National Association of Planetary Observers (Australia), Meteor Section Bull. No. 56.

Anschriften der Autoren:

J. RENDTEL und I. RENDTEL
 DDR-1500 Potsdam
 Gontardstr. 11

F. OTTO
 DDR-1502 Potsdam-Babelsberg
 Karl-Gruhl-Str. 35a

R. KOSCHACK
 DDR-7580 Weißwasser
 W.-Pieck-Str. 33