

Mitteilungen des  
Arbeitskreises METEORE  
im Kulturbund der DDR

Potsdam, den 27. Juli 1988



Arbeitskreis METEORE - Beobachtungen, Auswertungen, Hinweise

1. Beobachtungsergebnisse Juni 1988 (Stand 23.7.)

Dt	T <sub>A</sub>	T <sub>E</sub>	T <sub>M</sub>	T <sub>err</sub>	m <sub>gr</sub>	n	HR	+	-	Beob.	Meth.
12	2251+0003	2300		2.10	6.12	12	9.4	+3.0	-2.5	08	K
12	2125+0040	2303		3.25	6.26	26	11	2.1		46	R
12	2157+0009	2303		2.20	6.44	29	11	1.4		01, 54	K
12	2222+0017	2319		1.92	6.01	11	10	3.5	2.5	20	K
13	2225	2340	2303	1.25	6.21	9	10	4.0	3.0	46	R
13	2230+0018	2324		1.80	6.37	19	13	0.3		01	K
14	2205+0011	2308		2.10	6.19	17	12	0.3		01	K
14	2210+0015	2313		2.08	6.25	17	12	3.0	2.5	46	K
16	2144	2345	2245	2.02	7.34	42	12	0.5		89	K
16	2154+0010	2302		2.27	6.14	16	11	3.0	2.5	08	K
16	2155+0013	2304		2.30	6.32	22	12	1.4		01	K
16	2155+0020	2308		2.42	6.31	24	13	3.0	2.5	46	K
17	2145+0010	2258		2.42	6.30	15	10	3.0	2.5	46	K
17	2206+0012	2309		2.10	6.19	21	11	1.0		01, 54	K
20	2153	2302	2228	1.15	6.25	8	9.4	4.0	3.0	46	R
20	2213+0001	2307		1.80	6.13	11	10	0.1		01	K
21	2205	2400	2303	1.30	6.37	9	14	5.0	4.0	01	K
21	2232+0002	2317		1.50	6.24	9	8.5	3.0	2.5	46	K
12	2120	2140	2130	0.32	5.95	2	8.4	0.3	4.4	03	K
12	-2340	0040	0010	1.00	6.22	8	11	4.5	3.5	46	R

Beobachter (Juni):

46	André Knöfel, Potsdam	7	15.07 h
01	Jürgen Rendtel, Potsdam	7	14.10
08	Rainer Arlt, Potsdam	2	4.37
54	Ina Rendtel, Potsdam	2	4.30
89	Ralf Koschack, Weißwass.	1	2.02
20	Franko Kattler, Wittenb.	1	1.92
03	Ralf Kuschnik, Potsdam	1	0.32

Von den beteiligten  
7 Beobachtern wurden  
in 8 Nächten 21 Beob-  
achtungen mit einer  
Gesamteinsatzzeit von  
42.1 Stunden durch-  
geführt und 327 Meso-  
re registriert.

2. Zusammenstellung der bisher im AKM ermittelten r-Werte  
von Meteorströmen und sporadischen Meteoren. (I. Rendtel)

Auf der zentralen Tagung im Februar 1988 gab J. Rendtel eine Zusammenstellung aller bisher im AKM ermittelten r-Werte. Sie wurden in unregelmäßigen Abständen in MM veröffentlicht. Auf Wunsch einiger Beobachter erfolgt nun eine Zusammenstellung. Für die ZHR-Berechnung verwenden wir weiterhin die Werte laut Streutabellen. Zum Populationsindex und Meteorstromstruktur sind ausführliche Beiträge in Vorbereitung.

Mitteilungen des AKM, Nr. 92, Seite 2

Strom	r-Wert zum ZHR-Maximum	r-Wert vor und nach dem Maximum
Qua	2.3 (1984) 2.4 (1987)	2.8 (1984) 2.5 (1987 vor Max.)
Lyr		2.2 (1988) vor und nach dem Max.
η, Aqr	2.5 (1987)	
Per	2.5 (1983) 2.3 (1985)	2.7 (1983) 2.2 (1985) vor und 2.5 (1985) nach Max. 2.3 (1987) Juli; 3.0 (1987) nach Aug. 21
√ Aur	3.3 (1987)	2.9 (1987); Aug. 20-28: 2.2 (1987)
Ori	2.7 (1982-4)	2.7 (1982-4) 2.8 (1987)
♄ Gem		2.8 (1987)
NY Ori		2.4 (1986)
Gem	2.8 (1983) 2.3 (1984) 2.5 (1985)	2.4 (1983)
	2.3 (1987)	2.2 (1986) 2.3 (1987) vor dem Max.
UMI	2.4 (1987)	
Vir	-	3.0 (1987) 3.0 (Feb), 3.0 (März), 2.9 (Apr), 3.0 (Mai) (1988)
N Tau	-	2.8 (1985)
S Tau	-	2.6 (1985)
spor.		3.0 (1984-1986), das ganze Jahr 2.5 (1987, totale Mondfinsternis 17.10.)

In Klammern stehen die Jahreszahlen, in denen die r-Werte ermittelt wurden.

### 3. Monocerotiden und Komet Mellish (J. Rendtel)

In der letzten Meteorstrom-Arbeitsliste des AKM sind die (Dezember-) Monocerotiden enthalten. In der allgemeinen Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Meteorströmen und Kometen von DRUMMOND (1981) werden die Dezember-Monocerotiden und der Komet Mellish (1917 I) als Paar genannt. Jedoch ist der (mathematische) Zusammenhang der Bahnen nicht so gut wie bei anderen Fällen.

FOX und WILLIAMS (1985) gehen einer Analyse von FK-Beobachtungen nach, die zwischen dem 6. und 18. Dezember in den Jahren 1038 und 1099 (kein Tippfehler!) erschienen. Ihr Radiant liegt bei RA=103°, D=+26° und wird mit den Monocerotiden in Verbindung gebracht. (Vgl. Literaturauswertung in MH 75, Seite 2).

Einige Beobachter sahen daraufhin Beobachtungsmaterial durch, das in der Tabelle zusammengestellt ist. Wenn man dabei beachtet, daß insbesondere zum Geminidenmaximum einige Geminiden fälschlich den Monocerotiden zugeordnet sein werden, kommen keine bemerkenswerten ZHR vor.

Aus den Helligkeitsangaben findet man  $r = 2.65 \pm 0.35$  (Meteore  $0^m \dots 5^m$ )

Literatur

DRUMMOND, J. D.: A test of comet and meteor shower associations. *Learnings* 15 (1981), 545-555.

FOX, K., I. P. WILLIAMS: A possible origin for some ancient December fireballs. *Mon. Not. astr. Soc.* 217 (1985), 407-411.

Monocerotiden-ZHR aus Beobachtungen im AEM 1982-1987

Jahr	Dt	T <sub>off</sub>	Monocerotiden				Beob	Jahr	Dt	T <sub>off</sub>	Monocerotiden				Beob	
			n	ZHR	+	-					n	ZHR	+	-		
1982	N 24-25	1.47 <sup>a</sup>	0	0			45	01	D 25-26	0.58 <sup>a</sup>	1	5.7	8.1	4.5	29	01
	D 9-10	1.26	1	0.8	1.1	0.6	51	01	8-9	0.75	0	0			26	01
	12-13	2.19	2	2.2	2.6	1.2	44	01	15-17	0.62	1	3.6	5.1	2.7	29	01
	12-13	2.44	3	3.6	2.6	1.7	47	01	16-17	0.83 <sup>o</sup>	1	3.5	5.0	2.7	40	08
	14-15	1.63	2	2.1	2.0	1.2	51	01								
	16-17	1.16	0	0			36	01								
1983	D 2-3	3.33	3	1.9	1.4	0.9	44	01								
	3-4	2.56	1	0.9	1.3	0.7	39	01								
	4-5	1.25	0	0			9	01								
	5-6	1.05	0	0			33	01								
	6-7	1.86	4	3.8	2.3	1.5	41	01								
	7-8	2.82	4	2.3	1.4	1.0	56	01								
	10-11	2.83	2	1.1	1.1	0.6	49	01								
	11-12	1.63	1	2.1	2.9	1.6	35	01								
1984	N 24-25	0.89	1	1.8	2.6	1.4	44	01								
	27-28	1.60	0	0			37	01								
	29-30	1.67	5	3.6	1.9	1.4	34	01								
	D 1-2	2.45	7	1.7	0.7	0.5	51	01								
	11-12	1.72	5	4.3	2.3	1.6	38	01								
	12-13	2.73	1	1.8	2.6	1.4	10	01								
1985	13-14	1.87 <sup>a</sup>	8	8.8	3.6	3.0	22	01								
	15-16	1.10	1	1.3	1.8	1.0	50	01								

Bemerkungen:

- ⊙ : Bevölkerungsfaktor 1.3
- ⊙ : Bevölkerungsfaktor 1.2
- ⊙ : Anteil möglicher Geminiden-meteore vorhanden

Helligkeitsverteilungen (alle Beobachter 1982-1987)

Bereich der m <sub>vis</sub>	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	Summe
5.5 - 6.0 (5.8)	0	1	0	0	1.5	7.5	4	0	0	14
6.0 - 6.5 (6.3)	0	1	3	10	9	10	9.5	3.5	0	48
6.6 - 7.2 (6.8)	0	1	3	5	2	4	3	14.5	0	34
Summe	0	3	8	12	12.5	21.5	18.5	18	0	96

Teilchendichte in Meteorströmen (R. Koschack, J. Rendtel)

Einleitung

Wir kennen eine ganze Reihe von Meteorströmen, wobei oft von "großen" oder "kleinen" Strömen die Rede ist. Maßstab für eine solche Einteilung ist die beobachtbare stündliche Anzahl von Meteoren. Bereits hier zeigen sich Probleme: Ein Beobachter im unseren nördlichen Breiten wird sicher die Orioniden noch als "groß" einordnen, die aber von den Eta-Aquariden nicht behaupten. Die Angabe der ZHR schafft offenbar Abhilfe. Man kann damit Beobachtungen, die unter verschiedenen Bedingungen durchgeführt wurden, vergleichen. Das betrifft

I Daten eines Stromes von mehreren Zeitpunkten (ZHR-Profil) bzw.

II Daten unterschiedlicher Ströme.

Desweiteren führen wir, wie auch andere Beobachter, Analysen der Helligkeitsdaten durch. Wir erhalten daraus den Populationsindex  $r$ , der in gewisser Weise Angaben über die Teilchengrößenverteilung enthält. Auch hier lassen sich

I zeitliche Variationen des Index  $r$  in einem Strom bzw.

II charakteristische Indizes  $r$  für einzelne Ströme finden (vgl. diese MM, Seite 2).

Damit ist scheinbar ein gegebener Strom ausreichend gekennzeichnet. Bereits ein Blick in die Liste bekannter Meteorströme zeigt, daß insbesondere unter den ekliptikaln Strömen solche mit geringer ZHR häufig sind. (Die Geminiden wollen wir aus allen Betrachtungen einmal ausklammern; sie stellen wohl in vieler Hinsicht einen Sonderfall dar). Meteoroiden dieser Ströme treten aber auch mit geringen Geschwindigkeiten in die Erdatmosphäre ein (25 - 30 km/s). Obwohl die theoretisch geringste geozentrische Geschwindigkeit 11 km/s beträgt, gibt es für die Eintrittsgeschwindigkeit zwischen 11 und 20 km/s praktisch keinen Strom.

Die Ursache ist die Art der Energieumsetzung. Nach BABADSHANOV, VERNIANI und HUGHES ist die absolute Meteorhelligkeit  $m$  wenigstens von der geozentrischen Geschwindigkeit  $v$  und der Anfangsmasse  $M$  abhängig: (1)  $m = m(v, M, \dots)$ .

Je geringer die geozentrische Geschwindigkeit eines gegebenen Teilchens, desto schwächer erscheint das Meteor, bzw. um die gleiche Helligkeitsverteilung zu erzeugen, müßte ein Strom mit geringer geozentrischer Geschwindigkeit eine merklich größere Zahl großer Partikel enthalten. Die Folge ist, daß Ströme mit kleiner geozentrischer Geschwindigkeit in der ZHR unterrepräsentiert sind. Um ein vergleichbares Maß für die Ausmaße und Teilchenpopulation in einem Strom zu erhalten, ist die Berechnung der tatsächlichen räumlichen Teilchendichte unerlässlich. Wir leiten im folgenden die Grundlagen für die Errechnung der Partikeldichte her und zeigen die Bedeutung dieser Berechnungen am Beispiel der im August beobachtbaren Perseiden und  $\alpha$  Capricorniden.

Räumliche Dichte der Teilchen, die Meteore  $\leq 6.5^m$  verursachen

Wir gehen von aus Beobachtungen bekannten Tatsachen aus. Aus umfangreichen double-count-Beobachtungen haben wir Wahrnehmungswahrscheinlichkeiten  $p(m)$  für Meteore innerhalb eines Feldes mit einem Radius  $R = 52.5$  abgeleitet (KOSCHACK 1988).

Eine beobachtete ZHR<sub>p</sub> kann man daraufhin in eine wahre ZHR<sub>w</sub> umrechnen

(2)  $ZHR_W = ZHR_B \cdot c(r)$ , d.h. die Anzahl der tatsächlich im Feld mit  $R = 52.5$  auftretenden Meteore. Dabei ist  $c(r)$  ein vom Populationsindex  $r$  abhängiger Korrekturfaktor. Aufgrund der double-count-Methode ist das Verhältnis der kumulativen wahren Anzahl  $\varphi$  von Meteoren mit  $m \leq 6.5$  und der kumulativen beobachteten Anzahl  $n$  von Meteoren mit  $m \leq 6.5$

(3)  $c(r) = \frac{\varphi}{n}$  für den gesamten Helligkeitsbereich

$m = m_{gr} - m_M$  zu berechnen und zu summieren

(4)  $c(r) = \frac{\sum (r^m - r^{m-dm})}{\sum (r^m - r^{m-dm}) \cdot p(m)}$  ..

Wir berechneten  $c(r)$  für  $1.5 \leq r \leq 4.0$  für den Bereich  $-0.4 \leq m \leq +6.4$  und  $dm = 0.2$  (Tabelle 1).

Tabelle 1 : Korrekturfaktoren  $c(r)$

r	c(r)	r	c(r)	r	c(r)	r	c(r)	r	c(r)
1.5	9.18	2.0	19.8	2.5	34.1	3.0	49.8	3.5	65.5
1.6	10.9	2.1	22.4	2.6	37.2	3.1	53.0	3.6	68.5
1.7	12.9	2.2	25.2	2.7	40.3	3.2	56.2	3.7	71.5
1.8	15.0	2.3	28.1	2.8	43.5	3.3	59.3	3.8	74.5
1.9	17.3	2.4	31.0	2.9	46.7	3.4	62.4	3.9	77.4
								4.0	80.2

Wenn  $H$  die Aufleuchthöhe in km ist, ist bei einer Beobachtung im Zenit (Abb.1) die Teilchendichte der Meteore mit  $m \leq 6.5$  (als §6.5 bezeichnet) gerade

(5)  $\varphi_{6.5} = ZHR_B \cdot c(r) \cdot \frac{56 \left( \frac{4}{100 \text{ km}} \right)}{2 \cdot 60^2 \cdot 52.5 \cdot H^2 \cdot v \cdot 3600 \text{ s}}$

Weicht die Beobachtungsrichtung vom Zenit ab, wird das durchblickte Volumen (Grundfläche) größer, jedoch sinkt aufgrund des sinkenden Abstandes die beobachtbare Meteorhelligkeit und die Extinktion wächst.

Abbildung 1 :



- H Aufleuchtniveau (100 km)
- h Höhe des Feldmittelpunktes
- R Feldradius

Die genaue Berechnung der Faktoren ist recht schwierig und in jeder konkreten Situation etwas verändert (vgl. RENDTEL). Bei Gruppenbeobachtungen, bei denen die Beobachter in verschiedene Richtungen blicken, konnten wir keine systematischen Unterschiede der ZHR/HR zwischen Zenitbeobachter und anderen Richtungen finden. Die Faktoren heben sich offenbar zu einem großen Teil gegenseitig auf. Wir legen daher weiterhin die Beobachtungsrichtung Zenit zugrunde. Wir empfehlen jedoch, daß die Mitte des Blickfeldes nicht tiefer als  $50^\circ$  liegen sollte.

Weicht die Leuchthöhe  $H$  von 100 km ab, wird  $\rho_{6.5}$  nach Gleichung (5) verändert.

Diesen Einfluß fassen wir in der Größe  $d$  zusammen und schreiben

$$\rho_{6.5} = ZHR_B \cdot \rho(r) \cdot d \cdot \frac{1}{\pi \cdot \tan^2 52.5^\circ \cdot 10^4 \text{ km}^2 \cdot v \cdot 3600 \text{ s}}$$

wobei dann (6)  $d = \frac{r^{2.5} \cdot \lg\left(\frac{H}{100 \text{ km}}\right) \cdot 10^4 \text{ km}^2}{H^2}$  ist.

Die Werte von  $d$  für  $H = 90$  km und  $H = 110$  km sind in Tabelle 2 für  $2.0 \leq r \leq 3.5$  zusammengestellt. Die Abweichung gegenüber  $H = 100$  km erreicht maximal 7% bzw. im häufigsten Bereich  $2.5 \leq r \leq 3.0$  gerade 4%.

Tabelle 2:  $d$  nach Gleichung (6)

$r \backslash H$	90 km	110 km
2.0	1.05	0.95
2.5	1.00	1.00
3.0	0.96	1.04
3.5	0.93	1.07

Da die Unsicherheiten in  $ZHR_B$ ,  $\rho(m)$  und auch  $H$  größer sind, setzen wir in Gleichung (5)  $R_H = 100$  km als Konstante ein. Es ergibt sich demzufolge die Partikeldichte

$$(7) \rho_{6.5} = ZHR_B \cdot \rho(r) \cdot \frac{0.524 \cdot 10^{-8}}{\text{km}^2 \cdot \text{s} \cdot v} ; [v] = \text{km/s.}$$

d.h. die Anzahl der Meteoroiden, die Meteore von  $m \leq 6.5$  verursachen pro  $\text{km}^2$ .

Vergleich der Dichte von verschiedenen Strömen

Wie bereits erwähnt, hat die Eintrittsgeschwindigkeit in die Erdatmosphäre einen Einfluß auf die Meteorhelligkeit. Bei gleicher Teilchengrößenverteilung erhält man eine andere Helligkeitsverteilung. Ströme geringer Eintrittsgeschwindigkeit sind daher schwerer zu beobachten, werden unterdrückt. Ziel ist es, auch  $\rho_{6.5}$  noch weiter auf eine "Standardgeschwindigkeit  $v_0$  zu reduzieren.

Allgemein ist die Intensität des Meteors  $I$  proportional zur Anfangsmasse  $M$  und Eintrittsgeschwindigkeit  $v$ :

$$(8) I \sim M^b \text{ und } I \sim v^a.$$

Für eine gegebene Intensität  $I$  (z.B. der eines Meteors von  $m = 6.5$  entsprechend) findet man durch Gleichsetzen

(9)  $M^b \sim v^{-a}$ . Insbesondere für das Verhältnis zweier Meteorpartikel ist

$$\left(\frac{M_1}{M_2}\right)^b = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{-a}, \text{ d.h. in logarithmischer Form}$$

$$b \cdot \lg \frac{M_1}{M_2} = -a \cdot \lg \frac{v_1}{v_2}, \text{ was für konstante}$$

$I$  und  $m$  auf die Beziehung

$$(10) r^{-2.5 \cdot b \cdot \lg \frac{M_1}{M_2}} = r^{2.5 \cdot a \cdot \lg \frac{v_1}{v_2}} \text{ führt.}$$

Gemäß (8) ist für einen Meteorstrom mit dem Bekannten Zusammenhang

$$\left(\frac{M_1}{M_2}\right)^b = \frac{I_1}{I_2}$$

$$(11) -2.5 \cdot \lg \frac{I_1}{I_2} = m_1 - m_2 \quad \text{Kommt man zu}$$

$$-2.5 \cdot \lg \frac{M_1}{M_2} = m_1 - m_2 \quad \text{bzw. weiter zu } r^{-2.5 \cdot b \cdot \lg \frac{M_1}{M_2}} = r^{m_1 - m_2}$$

Ebenfalls gilt nach der Definition der Index r für die wahren Meteorzahlen

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = r^{m_1 - m_2}, \quad \text{woraus wir ableiten}$$

$$(12) \quad r^{-2.5 \cdot b \cdot \lg \frac{M_1}{M_2}} = \frac{\varphi_1}{\varphi_2}$$

Die Gleichung (12) beschreibt die Massenverteilung der Partikel in einem Strom mit geozentrischer Geschwindigkeit v. Eine andere Geschwindigkeit bedeutet aber, daß der gegebenen Intensität I (z.B. der eines Meteors m = 6.5 entsprechend) eine andere Masse entspricht. Dennoch werden sich die Meteorzahlen  $\varphi_1$  und  $\varphi_2$  gemäß Gleichung (12) verhalten (r unverändert). Man darf daher Gleichung (10) und (12) gleichsetzen, ohne die genannte Beziehung I = const. zu verletzen. Das führt zur Gleichung

$$(13) \quad \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{P_{6.5}^1}{P_{6.5}^2} = r^{-2.5 \cdot b \cdot \lg \frac{M_1}{M_2}}$$

Eine auf die Standardgeschwindigkeit  $v_0$  reduzierte räumliche Teilchendichte  $P_{6.5}^0$  ist demnach

$$(14) \quad P_{6.5}^0 = P_{6.5}^1 \cdot r^{2.5 \cdot a \cdot \lg \frac{v_0}{v}} \quad \text{zu berechnen.}$$

Räumliche Dichte der Teilchen ab Masse M

Nach VERNIANI und NUGHES ist die absolute Meteorhelligkeit m von der Meteoroidenmasse M und der Eintrittsgeschwindigkeit v in folgender Weise abhängig:

$$(15) \quad m = 40 - 2.5 \cdot \lg (7.7 \cdot 10^{-10} \cdot M^{0.92} \cdot v^{3.91}); \quad [v] = \text{cm/s}, [M] = \text{g}$$

bzw.  $m = 40 - 2.5 \cdot \lg (7.7 \cdot 10^{-15} \cdot M^{0.92} \cdot v^{3.91}); \quad [v] = \text{km/s}, [M] = \text{g}$

Die in den Gleichungen (8) eingeführten Exponenten a und b sind demzufolge mit den Werten a = 3.91, b = 0.92 belegt. Umgekehrt findet man aus (15) für die Meteoroidenmasse

$$(16) \quad M = 10^{(27.30 - 0.435) \cdot v^{-4.25}}$$

Ein Meteor von m = +6.5 wird bei verschiedenen Eintrittsgeschwindigkeiten v von Meteoroiden unterschiedlicher Masse M verursacht (Tabelle 3). Wir setzen willkürlich eine Masse von

$$M_0 = 2.5 \cdot 10^{-4} \text{ g als Bezugswert an.}$$



Tabelle 3 Massen bei verschiedenen Eintrittsgeschwindigkeiten

v in km/s	20	25	30	35	40
M in g	$4.93 \cdot 10^{-3}$	$1.91 \cdot 10^{-3}$	$8.81 \cdot 10^{-4}$	$4.57 \cdot 10^{-4}$	$2.59 \cdot 10^{-4}$
v in km/s	50	60	70		
M in g	$1.00 \cdot 10^{-4}$	$4.63 \cdot 10^{-5}$	$2.40 \cdot 10^{-5}$		

Aus Gleichung (13) finden wir die dazugehörige Geschwindigkeit (Standardgeschwindigkeit)  $v_0$  gemäß

$$(17) v_0 = 10^{6.423 - 0.1023 \cdot m} \cdot M^{-0.2353}$$

für  $m = +6.5$  und  $M_0 = 2.5 \cdot 10^{-4} \text{ g}$  um  $v_0 = 40.28 \text{ km/s} \approx 40 \text{ km/s}$ .

Aus der Kombination von (14) und (15) folgt die Relation

$$(18) \rho_{6.5}^{40} = \rho(M > M_0) = \rho_{6.5} \cdot r^{-9.775} \cdot \lg\left(\frac{40 \text{ km/s}}{v}\right)$$

für  $\rho_{6.5}^{40} \ominus$  die räumliche Teilchendichte für Meteoroiden, die Meteore  $m \leq 6.5$  bei  $v_0 = 40 \text{ km/s}$  verursachen,  $\rho(M \geq M_0) \ominus$  die räumliche Teilchendichte von Meteoroiden mit  $M \geq M_0$  und

$\ominus$  die räumliche Teilchendichte von Meteoroiden, die Meteore von  $m \leq 6.5$  bei der Eintrittsgeschwindigkeit  $v$  verursachen.

#### Vergleich der Capricorniden und Perseiden

Wir wählten diese beiden Ströme aus, um die praktische Bedeutung der abgeleiteten Zusammenhänge zu demonstrieren. Jedem Beobachter sind beide Ströme als sehr unterschiedlich aktiv bekannt. Da die ZHR aus demselben Beobachtungsmaterial abzuleiten sind und daher mögliche andere Einflußgrößen zu vernachlässigen sind, boten sich die Capricorniden und Perseiden geradezu an. An dieser Stelle erfolgt allerdings keine umfassende Analyse dieser Ströme. Wir greifen auf die Beobachtungen erfahrener Beobachter des AKM vom Juli und August 1986 zurück. Als ZHR verwenden wir das Mittel der ZHR der einzelnen Beobachter und ermitteln die Standardabweichung  $\sigma$ . Je nach Zahl der beobachtbaren Meteore wurden unterschiedliche Techniken angewendet (Eintragung auf Karte, Rolle). Die Zenitkorrektur erfolgte unter Berücksichtigung der Zenitattraktion des Radianten. Den Populationsindex berechneten wir nach STEYABRT. Jeweils die bei gleicher Grenzhelligkeit registrierten Meteore wurden zusammengefaßt und zur Berechnung aufsummiert. Wegen der Unsicherheiten der Wahrnehmungswahrscheinlichkeiten wurde nur auf die Meteore mit  $m \leq 5.0$  zurückgegriffen. Für die Capricorniden war es ferner notwendig, jeweils einige Nächte zusammenzufassen, um die Stichprobe umfangreich genug zu haben. In Tabelle 4 sind alle Beobachtungsdaten und abgeleitete Größen enthalten.

Die Abbildung 2a zeigt die Variation des Populationsindex  $r$  nach unseren Beobachtungen. Die ermittelten ZHR<sub>p</sub> in Abb. 2b entsprechen dem gewohnten Bild.

Die Berechnung der räumlichen Teilchendichte für Meteore mit  $m \leq 6.5$  erfolgt nach Gleichung (7) unter Verwendung der Faktoren  $c(r)$  nach Tabelle 1 und der berechneten Indizes (Tabelle 4).



Tabelle 4: Vergleich der Capricorniden und Perseiden

Dt.	PERSEIDEN				CAPRICORNIDEN											
	H	n	$\bar{r}$	$\pm$	ZHR	$\pm$	$\int_{6.5}$	$\int_M$	n	$\bar{r}$	$\pm$	ZHR	$\pm$	$\int_{6.5}$	$\int_M$	
J27					2.9	2.6	11	1.9								
29			2.8		2.8		11	1.8								
30					5.6		21	3.6								
31	-1	64	2.80	0.37	3.8	1.3	14	2.4				4.0	1.6	22	100	
A01	-1				9.4	0.2	35	6.0				4.5	3.3	25	120	
02	-1	75	2.33	0.34	6.8	1.5	17	4.0	129	2.30	0.30	3.3	1.1	19	85	
03	0	250	2.60	0.25	10.7	3.7	34	6.7				3.6	2.5	20	93	
04	-1	317	2.13	0.25	11.7	2.7	24	6.5				3.7	2.2	21	95	
06	-2	208	2.17	0.27	15.3	2.9	32	8.5				4.5	2.6	39	260	
07	-2	364	2.36	0.24	14.5	2.5	38	8.6	112	2.80	0.31	4.3	1.8	38	250	
08	-2	245	2.50	0.25	15.9	2.1	47	9.7				3.9	1.6	34	220	
09	0	399	2.27	0.24	21.6	4.3	51	12				3.1	2.3	21	110	
10	0	54	2.33	0.39	24.5	8.1	62	14								
11	0	242	2.28	0.26	22.9	3.7	54	13				2.8	1.1	19	100	
12	-2	426	2.27	0.24	34.9	4.4	82	20	90	2.49	0.33	2.4	1.0	16	88	
13	-2		2.3		46		112	27								
14	-1	355	2.48	0.25	40.1	5.9	115	23				3.1	0.9	21	110	
15	-1	136	2.79	0.30	21.3	0.9	60	14				2.4	0.8	16	88	

Anmerkungen:

- Dt Datum, J27 bedeutet: die Nacht vom 26. zum 27. Juli
- H Helligkeitsintervall von der angegebenen Helligkeit bis  $r_{lim}$  bei den Capricorniden ist das Intervall immer  $-1^m \dots +5^m$ .
- n Anzahl der Strommeteore im angegebenen Intervall
- $\int_{6.5}$  Zahl der Teilchen pro  $10^6 \text{ km}^3$ , die Meteore von mindestens  $6.5^m$  verursachen
- $\int_M$  Zahl der Teilchen im gleichen Volumen mit mindestens  $2.5 \cdot 10^{-4} \text{ g}$

Abb. 2a: r-Werte der Perseiden und Capricorniden aus Beobachtungen des AKM 1986

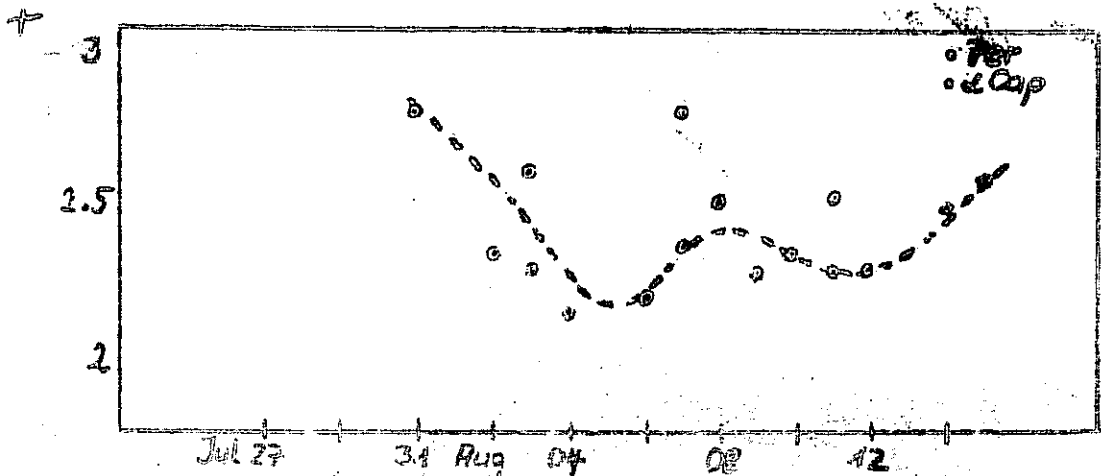
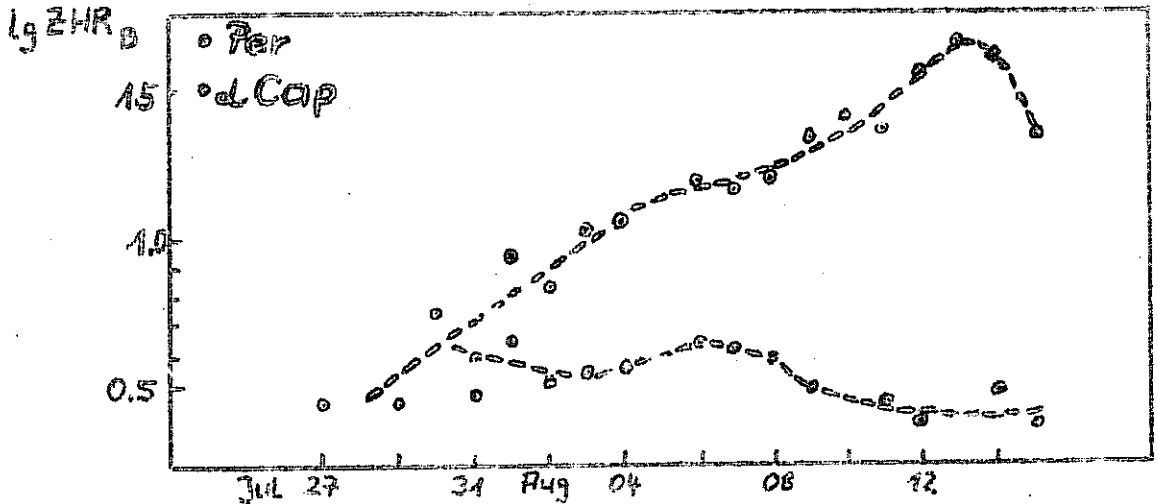
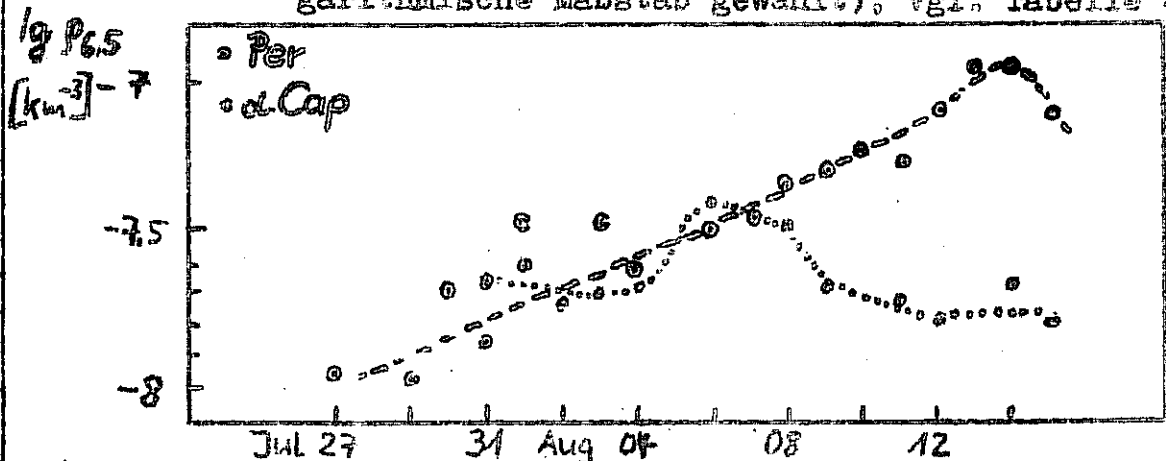


Abbildung 2b:  $ZHR_B$  der Perseiden und Capricorniden aus Beobachtungen des AKM 1986, zur besseren Veranschaulichung wurde die logarithmische Darstellung gewählt



Das Resultat in Abbildung 2c dagegen ist "ungewohnt". Dazu muß man sich neben dem  $ZHR_B$ -Verlauf unbedingt auch die Variation des Index  $r$  veranschaulichen. Er ist Ausdruck des tatsächlichen sichtbaren Anteils der Meteore. Ist  $r$  groß, sind viele schwache Meteore vorhanden und der beobachtbare Anteil sinkt. Das nur schwach ausgeprägte Maximum des  $ZHR_B$ -Verlaufes geht einher mit einem höheren Index  $r$ , also mit einem erhöhten Anteil schwacher (nicht erfassbarer) Meteore. In dem Verlauf der räumlichen Teilchendichte  $\rho_{6.5}$  tritt daher das Maximum deutlicher auf.

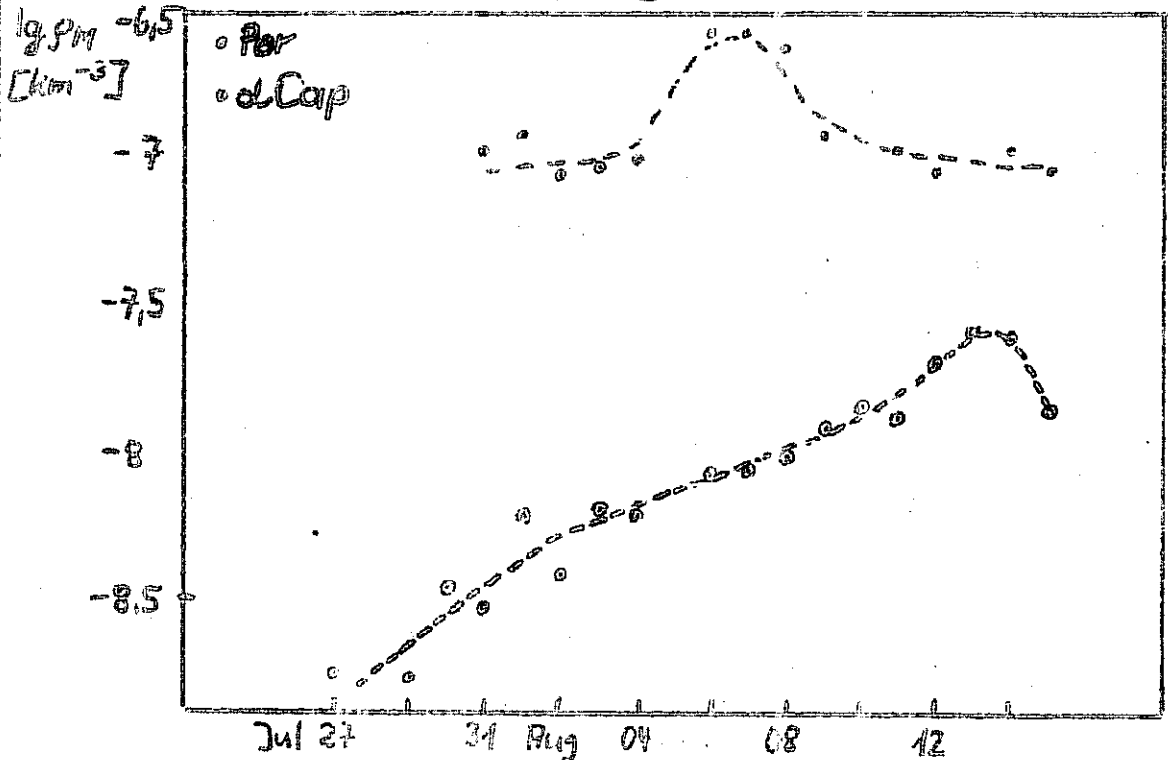
Abbildung 2c: Zahl der Teilchen pro  $\text{km}^3$ , die Meteore von mindestens  $6.5^m$  verursachen (auch hier wurde der logarithmische Maßstab gewählt), vgl. Tabelle 4.



**SCHLUSSFOLGERUNG** : Reale Variationen in der Teilchendichte werden bei gleichzeitiger Veränderung des Populationsindex  $r$  durch die Angabe der  $ZHR$  nicht entsprechend wiedergegeben. Noch deutlicher: Die stündliche Zenitrate  $ZHR$  ist kein Maß für die tatsächliche Teilchendichte in einem Strom. Die Größe  $\rho_{6.5}$  gibt die reale Teilchendichte richtig wieder. Sie enthält auch nur ein Minimum an Korrekturfaktoren. Wir halten sie daher für ein günstiges Maß für die Teilchendichte-Variation in einem Strom.

Die Vergleichbarkeit verschiedener Ströme ist jedoch erst bei Berücksichtigung der gleichen Masseintervalle gegeben, also wenn die Geschwindigkeit einbezogen ist. Die Berechnung von  $\rho_{\frac{M}{2.5}}^0$  ( $M^2M$ ) nach Gleichung (18) führt zur Abbildung 2d. Die Zahl der Teilchen mit  $M \geq 2.5 \cdot 10^{-4}$  g pro  $\text{km}^3$  ermöglicht den direkten Vergleich von Strömen untereinander. Die Teilchendichte ist danach in den Capricorniden um eine Zehnerpotenz größer als im Perseidenstrom!

Abbildung 2 d: Zahl der Teilchen im gleichen Volumen mit mindestens  $2.5 \cdot 10^{-4}$  g

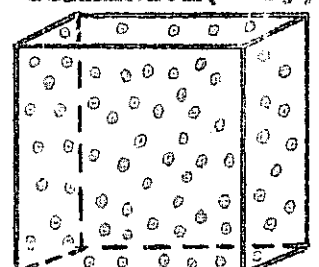
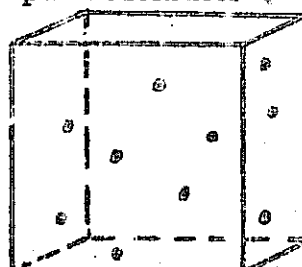
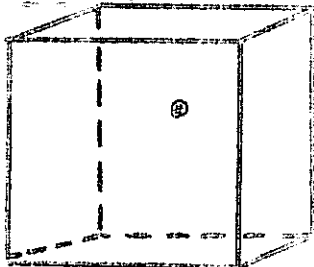


**SCHLUSSFOLGERUNG:** Ein Vergleich von Strömen untereinander kann durch die räumliche Teilchendichte  $\rho$  ( $M^2M$ ) vorgenommen werden. Da jedoch die Masse-Helligkeitsrelation relativ unsicher ist und wahrscheinlich auch merklich von der Materialdichte der Meteoroiden abhängt, sollte es nur um größenordnungsmäßige Vergleiche der räumlichen Teilchendichten gehen. Auf jeden Fall verdienen die sogenannten "kleinen" Ströme (meist ekliptikal und mit geringen Eintrittsgeschwindigkeiten  $v$ ) ebensoviel Aufmerksamkeit wie die "großen" Ströme (oft kometary und mit hoher Geschwindigkeit  $v$ ).

Eine Sonderstellung nehmen ganz offensichtlich die Geminiden ein: Für eine beobachtete  $ZHR_0 = 100$  und einer Eintrittsgeschwindigkeit  $v = 33$  km/s sowie  $r = 2.9$  findet man  $\rho$  ( $M^2M$ ) =  $1760 \cdot 10^{-9}$  pro  $\text{km}^3$ !

Abbildung 3: Veranschaulichung der Teilchendichte durch einen relativen Vergleich

Perseiden ( $\approx 1$  Teil) & Capricorniden ( $\approx 10$ ) Geminiden ( $\approx 65$ )



### Zusammenfassung und Folgerungen:

Die traditionelle Unterteilung in "große" und "kleine" Ströme bezieht sich auf den scheinbaren Eindruck des Beobachters. Die tatsächliche räumliche Teilchendichte zeigt, daß die sogenannten "kleinen" Ströme eine größere Aufmerksamkeit verdienen. Natürlich bestehen praktische Grenzen der Beobachtbarkeit. Der Radiant muß festlegbar sein und eine gewisse sichtbare Anzahl von Meteoren "produzieren", um die statistische Unsicherheit möglichst gering zu halten (vgl.  $ZHR_p/\sigma$  in Tab. 4 für die  $\alpha$  Capricorniden). Grundlage ist die sorgfältige Stromsordnung unter Heranziehung aller erfassbaren Angaben (Richtung, Spurlänge, Winkelgeschwindigkeit). Zählungen sind oft nicht gewissenhaft genug bezüglich der "kleinen" Ströme!

Von großer Bedeutung ist die Berechnung des Populationsindex  $r$ . Sind die festgestellten Variationen real oder verfahrensbedingt? Wie stark tragen Fehler in Helligkeitsschätzungen bei geringem Umfang der Stichprobe zu unsicheren Werten für  $r$  bei? In unserem Beispiel haben wir streng mit den jeweils aus Beobachtungen berechneten Werten gerechnet, um die Auswirkungen zu verdeutlichen. Für eine umfassende Auswertung wäre sicher die Ausgleichung von Beobachtungsdaten mehrerer Jahre sinnvoll.

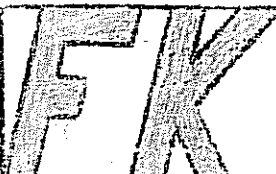
Ziel muß es sein, größere zuverlässige Datenmengen zu "kleinen" Strömen zusammenzustellen. In einer zentralen Auswertung sollten daraus sichere Populationsindizes  $r$  und stündliche Zenitraten  $ZHR_p$  bestimmt werden. Das theoretisch am besten geeignete Vergleichsmaß,  $\rho(MZM_p)$ , ist wegen der Masse-Helligkeits-Beziehung nicht ideal. Wir empfehlen daher, für die Teilchendichte-Variationen in einem Strom die räumliche Teilchendichte  $\rho_{6.5}$  heranzuziehen.

Stündliche Zenitraten sollten als Ausgangsdaten und für den Anschluß frühere Beobachtungen angegeben werden. Danach sollte die Auswertung eines Stromes folgende Daten enthalten:

- (1) Populationsindex  $r$ ,
- (2)  $ZHR_p$ ,
- (3) die wichtigste Bezugsgröße  $\rho_{6.5}$  und
- (4) zum Vergleich verschiedener Ströme  $\rho(MZM_p)$ .

### Literatur:

- BABADSHANOV, P.B.: Meteoroid i ik nabljudenie. Nauka, 1987.
- VERNIANI, P.: ... Journ. of Geophys. Res. 78 (1978), 8429.
- HUGHES, D.W.: P/Halley dust characteristics. Astron. Astrophys. 181 (1987), 879-888.
- RENDTEL, J.: Möglichkeiten der Meteorfotografie. AuR 20 (1982), 84.
- STEYAERT, G.: Populatieindexbepaling. VVS (Belgien), Werkgroep Meteoren, Technische Nota 5.



**FEUERKUGEL - ÜBERWACHUNGSNETZ**  
 des AK Meteore im Kulturbund der DDR  
 visuelle und fotografische  
 Beobachtungen und Auswertungen  
 NATIONAL FIREBALL NETWORK

24. Juli 1988

**1. Einsatzzeiten JUNI**

Abk.	Name	Ort	PLZ	Feldgrößen	Zeit
FRI	Fritsche	Schönebeck	3300	44° x 62°	9.75
HAU	Haubeiß	Ringleben	5101	38 x 54	7.20
KAT	Kattler	Wittenburg	2823	27 x 40	7.25
KNO	Knöfel	Potsdam	1580	38 x 54	11.14
KOS	Koschack	Zittau	8800	128 x 128	9.18
REN	Remdtel	Potsdam	1570	180	20.30
RIN	Ringk	Dresden	8021	27 x 40 35° x 35°	29.08
SAF	Scharff	Kuhfelde	3561	45 x 64 30 x 44	8.24

	01	02	03	05	11	12	13	14	15	16	17	18	20	21	30
FRI	-	4	-	-	-	3	-	-	-	-	3	-	-	-	-
HAU	-	-	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	2	-	-
KAT	-	-	-	-	2	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-
KNO	-	-	-	1	-	-	2	3	-	3	-	-	-	2	-
KOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	-	4	-
REN	-	-	-	2	-	3	2	3	2	2	-	-	2	2	-
RIN	4	-	4	-	-	4	4	3	-	-	-	3	4	-	4
SAF	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	3	1	-	-	-

**2. Feuerkugeln**

1988 Jun 12 233620<sup>±</sup>10<sup>6</sup> UTC, 0<sup>m</sup> zunehmend auf -2<sup>m</sup>, evtl. weitere Helligkeitszunahme (Peg), Bahn etwa A: a=270° h=35°  
 E: hinter einem Haus, in Richtung And liegend.  
 F: gelb G: mittel D: mehr als 1<sup>s</sup>  
 Beobachter: Franko Kattler (Wittenburg 2823)

**3. Die Feuerkugel vom 13.5.1988 (J.Remdtel)**

Wie bereits mitgeteilt, konnte die am 13. Mai 1988 um 22<sup>h</sup> 52<sup>m</sup> 40<sup>s</sup> visuell beobachtete Feuerkugel von den Kameras in Potsdam (REN) und Kuhfelde (SAF) fotografisch erfaßt werden. Auf der Weitwinkel Aufnahme (f=29mm) von P.Scharff ist die FK nahe am Feldrand (Foto 1); in Potsdam erschien die FK höher und ist daher auf der fish-eye-Aufnahme näher an der Bildmitte (Foto 2).  
 Aus der Auswertung beider Fotos findet man folgende Daten:

- Aufleuchthöhe 100 km über 52°01'25N; 12°50'27E (westl. Jüterbog)
- Endhöhe 83.2km über 51°53'63N; 12°56'21E (östl. Wittenberg)
- Länge der fotografisch erfaßten Bahn: 21.9 km
- Dauer (fotografisch): 1.6 s
- mittlere Geschwindigkeit: 13.7 km/s
- Näheres zum Orbit folgt noch!