
MMETEOROS

ISSN 1435-0424

Jahrgang 11

Nr. 9/2008



Mitteilungsblatt des Arbeitskreises Meteore e. V.
über Meteore, Meteorite, leuchtende Nachtwolken, Halos, Polarlichter
und andere atmosphärische Erscheinungen

Aus dem Inhalt:	Seite
Visuelle Meteorbeobachtungen im Juli 2008.....	154
Einsatzzeiten der Kameras im IMO Video Meteor Network, Juli 2008	156
Hinweise für den visuellen Meteorbeobachter: September/Okttober 2008	160
Die Halos im Juni 2008	161
Gespaltener Regenbogen und ungewöhnliche Himmelsfarben am 13. August 2008 über Bochum.....	163
Beobachtung und Simulation des Glasperlenbogens in divergentem Licht	165
Lust auf Orioniden - oder ein bisschen mehr?	170
Summary.....	171
Titelbild, Impressum	172

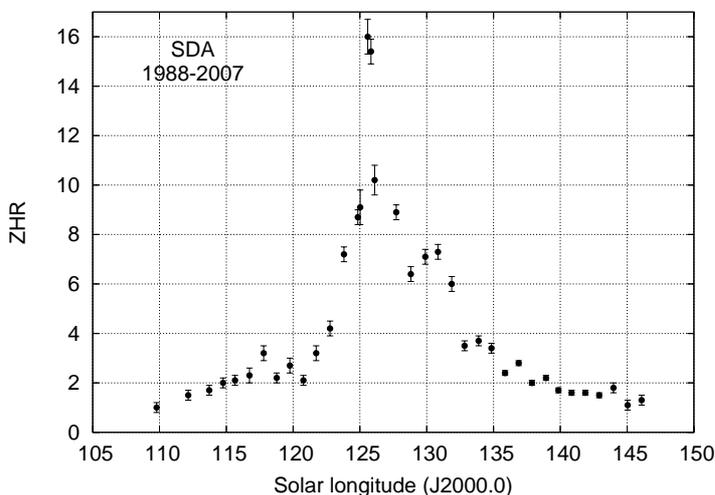
Visuelle Meteorbeobachtungen im Juli 2008

Jürgen Rendtel, Eschenweg 16, 14476 Marquardt

Der Juli bringt für den Beobachter Erfreuliches: Die Länge der Nächte nimmt zu und im Verlauf des Monats steigen endlich auch die Raten merklich an. Natürlich erfordert die Stromzuordnung nun mehr Aufwand, denn besonders zum Monatsende gibt es mit den ziemlich dicht stehenden Radianten der "Südströme" α -Capricorniden, δ -Aquariiden und Piscis Austriniden sowie dem ausgedehnten Radiantenbereich der Antihelion-Quelle immer wieder einige schwierige Fälle zu klären. Dazu kommen die Perseiden, deren Identifizierung bedeutend einfacher ist.

Dt	T _A	T _E	λ_{\odot}	T _{eff}	m _{gr}	Σ n	Ströme/sporadische Meteore						Meth./		
							PER	ANT	CAP	JBO	SDA	PAU	SPO	Beob.	Ort
Juli 2008															
01	2145	2358	100.32	2.10	6.20	17	4	0				13	BADPI	16151	P
01	2203	0006	100.33	2.00	6.12	15	4	0				11	RENJU	11151	P
01	2215	0030	100.34	2.12	6.18	19	4	1				14	WINRO	11711	P
01	2221	0024	100.34	2.00	6.07	10	0	0				10	NATSV	11149	P
02	2202	0011	101.29	2.10	6.13	16	2	0	0			14	RENJU	11152	P
02	2222	0025	101.30	2.00	6.08	12	1	-	0			11	NATSV	11149	P
04	2300	0028	103.22	1.00	6.25	14	2	1				11	BADPI	16151	P
07	2220	0027	106.06	2.06	6.18	13	1	0				12	NATSV	11149	P
07	2336	0114	106.10	1.50	6.20	14	1	1				12	BADPI	16151	P
10	2240	2325	108.90	0.70	6.23	6	1	0				5	BADPI	16151	P
13	2317	0047	111.82	1.45	6.20	13	2	2		1	0	8	RENJU	11152	P
18	0759		V o l l m o n d												
23	2100	2210	121.26	1.15	6.02	6	1	0	1	1	0	3	RENJU	11152	P
25	2050	2230	123.18	1.50	5.90	7	1	0	1	0	0	5	GERCH	16103	P
26	2045	2225	124.11	1.60	6.00	16	2	2	2	1	/	7	BADPI	16151	P
27	2110	2318	125.10	2.00	6.00	24	4	3	4	3	/	9	BADPI	16151	P, 2
27	2125	2255	125.10	1.43	6.13	17	2	2	1	0	0	12	NATSV	11149	P
27	2210	0130	125.17	3.33	6.38	64	5	7	10	8	1	33	RENJU	15556	C, 2
28	0040	0140	125.22	0.95	5.80	15	2	0	0	5	-	8	ORTIN	11780	P
28	2128	2342	126.07	2.12	6.12	27	3	2	0	0	0	22	NATSV	11149	P
28	2340	0040	126.13	0.96	6.20	12	2	0	0	6	-	4	ORTIN	11780	P
29	0020	0405	126.21	3.74	6.45	122	16	10	21	31	5	39	RENJU	15556	C, 3
29	2230	2331	127.05	1.00	5.75	4	1	0	1	0	-	2	GERCH	16103	P
29	2320	0520	127.17	4.63	6.48	112	18	11	20	20	8	35	RENJU	15556	C, 4
30	2046	0111	128.01	4.18	6.21	56	6	5	2	1	1	41	NATSV	11149	P, 2
31	0020	0120	128.08	0.96	5.60	12	0	1	0	5	-	6	ORTIN	11780	P
31	0110	0522	128.17	4.20	6.33	118	21	17	10	33	4	33	RENJU	15556	C, 3
31	2051	0122	128.96	4.26	6.21	59	8	4	2	1	0	44	NATSV	11149	P, 2
01	0135	0525	129.14	3.80	6.20	91	25	11	10	11	3	31	RENJU	15556	C, 3

Die dicht benachbarten Radianten verlangen geradezu das Eintragen der Bahnen in Sternkarten zur Stromzuordnung. Was aber tun, wenn mehr als 30 Meteore pro Stunde sichtbar werden? Das kann an südlicheren Orten schnell passieren. Bei meinem Aufenthalt auf Teneriffa kam ich zuweilen ins Schwitzen, denn es bleibt schließlich nur das Zählen übrig. Andernfalls werden die Unterbrechungen zu groß. Also hieß es, die Radianten und die dazugehörigen Geschwindigkeiten möglichst genau im Kopf zu haben. Zum Maximum (28. Juli $\approx 126^\circ$) ist nicht nur die ZHR der δ -Aquariiden höher als die der Perseiden, sondern auf rund 28° N auch die Anzahl der sichtbaren Strommeteore. (Rechts: ZHR-Verlauf aus Daten der VMDB der IMO aus den Jahren 1988–2007; Abbildung aus dem neuen IMO Meteor-Handbook.)



Im Juli 2008 konnten sechs Beobachter in 60.78 Stunden verteilt über 14 Nächte (!) insgesamt 911 Meteore registrieren. Zahlreiche Beobachtungsberichte wurden über das elektronische Formular auf der IMO-Webseite eingegeben. Diese Daten kommen dadurch auch in die live-Auswertung (in diesem Fall die der Perseiden) und erreichen sowohl die VMDB als auch die Meteoros-Tabelle (sofern ich hier nichts vergesse).

Beobachter im Juli 2008		T_{eff} [h]	Nächte	Meteore
BADPI	Pierre Bader, Viernau	8.90	6	91
GERCH	Christoph Gerber, Heidelberg	2.50	2	11
NATSV	Sven Näther, Wilhelmshorst	17.99	7	194
ORTIN	Ingo Ortmann, Lindenberg	2.87	3	39
RENJU	Jürgen Rendtel, Marquardt	26.40	9	557
WINRO	Roland Winkler, Markkleeberg	2.12	1	19

Nachtrag zu visuellen Meteorbeobachtungen im Mai 2008

Zur Bilanz des erfolgreichen Monats Mai 2008 sind noch drei Beobachtungen von Roland Winkler nachzutragen, sodass das Gesamtergebnis nunmehr 570 Meteore aus 83.81 Stunden in 14 Nächten umfasst. Im bisher erfolgreichsten Mai wurden 2003 von ebenfalls sechs Beobachtern 620 Meteore innerhalb von 49.4 Stunden registriert.

Nachtrag vom Mai 2008		T_{eff} [h]	Nächte	Meteore
WINRO	Roland Winkler, Markkleeberg	5.74	3	40

Dt	T_A	T_E	λ_{\odot}	T_{eff}	m_{gr}	$\sum n$	Ströme/sporadische Meteore				Beob.	Ort	Meth./ Interv.	
							ANT	ETA	ELY	SPO				
Nachtrag Mai 2008														
02	2045	2250	42.74	2.00	6.18	14	3	/			11	WINRO	11711	P
06	2055	2300	46.62	1.98	6.15	15	3	/	2		10	WINRO	11711	P
10	2040	2230	50.46	1.76	6.02	11	2	/	1		8	WINRO	11711	P

Berücksichtigte Ströme:

ANT	Antihelion-Quelle	1. 1.–24. 9.
CAP	α -Capricorniden	3. 7.–19. 8.
ELY	η -Lyriden	3. 5.–12. 5.
ETA	η -Aquariiden	19. 4.–28. 5.
JBO	Juni-Bootiden	23. 6.– 2. 7.
PAU	Pisces Austriniden	15. 7.–10. 8.
PER	Perseiden	17. 7.–24. 8.
SDA	Südliche δ -Aquariiden	12. 7.–19. 8.
SPO	Sporadisch (keinem Rad. zugeordnet)	

Beobachtungsorte:

11149	Wilhelmshorst, Brandenburg (13°4'E; 52°20'N)
11152	Marquardt, Brandenb. (12°58'E; 52°28'N)
11711	Markkleeberg, Sachsen (12°22'E; 51°17'N)
16151	Winterhausen, Bayern (9°57'E; 49°50'N)
15556	Izaña, Teneriffa (16°30'37"W; 28°18'9"N)

Erklärungen zur Übersichtstabelle visueller Meteorbeobachtungen:

Dt	Datum des Beobachtungsbeginns (UT); hier nach λ_{\odot} sortiert
T_A, T_E	Anfang und Ende der (gesamten) Beobachtung; UT
λ_{\odot}	Länge der Sonne auf der Ekliptik (2000.0) zur Mitte des Intervalls
T_{eff}	effektive Beobachtungsdauer (h)
m_{gr}	mittlere Grenzhelligkeit im Beobachtungsfeld
$\sum n$	Anzahl der insgesamt beobachteten Meteore
Ströme/spor. Met.	Anzahl der Meteore der angegebenen Ströme bzw. der sporadischen Meteore Strom nicht bearbeitet: - (z.B. Meteore nicht zugeordnet beim Zählen) Radiant unter dem Horizont: / Strom nicht aktiv: Spalte leer
Beob.	Code des Beobachters (IMO-Code)
Ort	Beobachtungsort (IMO-Code)
Meth.	Beobachtungsmethode. Die wichtigsten sind: P = Karteneintragungen (Plotting) und C = Zählungen (Counting) P/C = Zählung (großer Strom) kombiniert mit Bahneintragung (andere Ströme)

Einsatzzeiten der Kameras im IMO Video Meteor Network, Juli 2008

von Sirko Molau, Abenstalstr. 13b, 84072 Seysdorf

1. Beobachterübersicht

Code	Name	Ort	Kamera	Feld	Grenzgr.	Nächte	Zeit	Meteore
BENOR	Benitez-S.	Las Palmas	TIMES4 (1.4/50)	Ø 20°	3 mag	5	33.5	93
			TIMES5 (0.95/50)	Ø 10°	3 mag	5	18.4	34
BRIBE	Brinkmann	Herne	HERMINE (0.8/6)	Ø 55°	3 mag	23	75.6	252
CASFL	Castellani	Monte Baldo	BMH1 (0.8/6)	Ø 55°	3 mag	21	88.9	278
			BMH2 (0.8/6)	Ø 55°	3 mag	27	95.4	261
CRIST	Crivello	Valbrevenna	STG38 (0.8/3.8)	Ø 80°	3 mag	4	14.9	64
ELTMA	Eltri	Venezia	MET38 (0.8/3.8)	Ø 80°	3 mag	3	19.7	123
GONRU	Goncalves	Tomar	TEMPLAR1 (0.8/6)	Ø 55°	3 mag	27	161.1	451
HERCA	Hergenrother	Tucson	SALSA (1.2/4)	Ø 80°	3 mag	15	73.0	229
HINWO	Hinz	Brannenburg	AKM2 (0.85/25)	Ø 32°	6 mag	11	41.1	206
KACJA	Kac	Kostanjevec	METKA (0.8/8)	Ø 42°	4 mag	11	64.2	187
			Kammnik	Ø 55°	3 mag	8	38.5	165
			Ljubljana	Ø 42°	4 mag	23	103.9	297
			ORION1 (0.8/8)	Ø 42°	4 mag	23	103.9	297
LUNRO	Lunsford	Chula Vista	BOCAM (1.4/50)	Ø 60°	6 mag	22	89.5	1031
MOLSI	Molau	Seysdorf	AVIS2 (1.4/50)	Ø 60°	6 mag	13	55.9	955
			MINCAM1 (0.8/6)	Ø 60°	3 mag	19	84.9	273
			Ketzür	Ø 80°	3 mag	24	91.5	412
			REMO1 (0.8/3.8)	Ø 80°	3 mag	24	91.5	412
PRZDA	Przewozny	Berlin	REMO2 (0.8/3.8)	Ø 80°	3 mag	24	88.5	439
			ARMEFA (0.8/6)	Ø 55°	3 mag	14	69.5	428
SLAST	Slavec	Ljubljana	KAYAK1 (1.8/28)	Ø 50°	4 mag	20	78.4	154
STOEN	Stomeo	Scorze	MIN38 (0.8/3.8)	Ø 80°	3 mag	13	73.9	291
STORO	Stork	Kunzak	KUN1 (1.4/50)	Ø 55°	6 mag	2	11.5	253
		Ondřejov	OND1 (1.4/50)	Ø 55°	6 mag	4	21.3	693
STRJO	Strunk	Herford	MINCAM2 (0.8/6)	Ø 55°	3 mag	14	32.8	86
			MINCAM3 (0.8/8)	Ø 42°	4 mag	5	19.2	66
			MINCAM5 (0.8/6)	Ø 55°	3 mag	11	34.9	113
WEBMI	Weber	Chouzava	TOMIL (1.4/50)	Ø 50°	6 mag	6	10.9	237
YRJIL	Yrjölä	Kuusankoski	FINEXCAM (0.8/6)	Ø 55°	3 mag	1	1.8	7
Summe						31	1592.7	8078

2. Übersicht Einsatzzeiten (h)

Juli	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
BRIBE	5.9	-	0.3	6.0	-	2.8	0.3	0.8	-	-	-	1.0	5.0	6.3	0.8
HINWO	4.4	4.8	-	4.9	2.3	-	-	2.0	-	2.1	-	-	-	-	5.4
MOLSI	4.5	-	-	3.7	3.1	-	4.9	-	-	4.9	-	-	-	-	4.5
	5.7	1.8	-	5.7	3.7	-	5.8	5.9	-	4.9	-	-	-	1.2	6.1
PRZDA	4.4	4.5	-	-	4.5	-	4.7	0.7	3.2	-	0.3	3.9	5.0	1.0	-
	4.4	4.5	-	-	4.6	0.6	3.1	0.7	4.7	-	0.7	2.3	4.9	2.5	-
STRJO	-	-	-	-	-	-	-	-	4.8	-	-	3.4	5.0	-	-
	3.4	3.0	-	0.5	-	2.5	0.5	-	-	-	0.6	1.4	4.3	3.4	-
	3.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.1	-	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-
Summe	82.2	45.9	20.7	42.2	51.0	14.1	41.4	40.1	41.8	50.3	21.7	43.6	44.9	36.3	69.3

Juli	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
BRIBE	2.0	-	-	4.4	2.8	1.6	3.9	6.6	5.7	-	0.8	4.7	6.8	0.8	2.0	4.3
HINWO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	-	6.0	-	1.4	-	6.3
MOLSI	-	-	-	-	-	-	-	5.0	-	4.8	-	5.8	5.7	3.5	0.3	5.2
	-	-	0.7	-	0.8	-	-	6.5	0.5	6.6	-	6.7	6.8	6.7	3.1	5.7
	3.6	-	0.7	2.7	1.8	-	3.9	5.5	1.1	5.6	5.7	5.8	5.9	4.9	6.0	6.1
	3.6	-	1.6	0.3	1.8	-	4.5	5.5	-	4.7	5.7	5.8	5.9	4.0	6.0	6.1
PRZDA	-	-	-	3.1	-	-	5.5	5.6	0.7	5.7	5.8	5.8	5.9	6.0	6.1	6.1
STRJO	4.5	-	-	1.4	0.5	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	5.1	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	4.1	-	5.3	5.6
	-	-	-	-	-	-	-	5.0	3.0	3.5	-	3.4	5.0	0.5	5.3	5.6
Summe	53.4	17.4	10.2	40.9	14.7	19.9	47.7	73.6	45.1	63.7	43.5	98.7	127.5	82.2	98.2	110.5

3. Ergebnisübersicht (Meteore)

Juli	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
BRIBE	13	-	1	13	-	6	1	3	-	-	-	3	18	15	2
HINWO	15	11	-	30	8	-	-	8	-	10	-	-	-	-	25
MOLSI	72	-	-	53	40	-	78	-	-	79	-	-	-	-	70
	19	4	-	16	7	-	14	12	-	15	-	-	-	4	24
	12	15	-	-	10	-	12	3	15	-	1	8	24	2	-
	17	15	-	-	14	1	14	2	18	-	2	15	17	5	-
PRZDA	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-	9	17	-	-
STRJO	5	5	-	1	-	7	1	-	-	-	1	3	8	10	-
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Summe	288	139	43	177	187	35	229	113	136	213	60	119	125	87	277

Juli	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
BRIBE	6	-	-	15	8	5	18	27	24	-	2	23	24	3	8	14
HINWO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	38	-	10	-	40
MOLSI	-	-	-	-	-	-	-	81	-	64	-	126	107	68	3	114
	-	-	2	-	2	-	-	15	3	19	-	37	21	16	6	37
	8	-	1	8	5	-	12	15	2	18	38	40	40	17	60	46
	6	-	4	4	14	-	14	28	-	20	34	39	47	11	55	43
PRZDA	-	-	-	11	-	-	38	35	6	28	47	46	58	30	38	43
STRJO	8	-	-	7	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	26	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	17	-	14	23
	-	-	-	-	-	-	-	19	6	8	-	16	18	1	20	17
Summe	143	39	21	112	44	64	162	316	142	276	327	626	1214	628	806	930

Das Wetter war im Juli mit dem Vormonat vergleichbar. Es gab nicht das perfekte Traumwetter, aber bei neun Kameras mit zwanzig und mehr Beobachtungsnächten besteht kein Grund zur Klage. Vor allem in den letzten Julitagen war es fast überall klar, so dass zeitweise mehr als zwanzig Kameras parallel zum Einsatz kamen. Es ist damit schon fast überflüssig zu erwähnen, dass wir auch im letzten Monat wieder mehr Beobachtungsstunden und Meteore aufzeichnen konnten als jemals in einem Juli zuvor.

Angenehm war die steigende Meteoraktivität, vor allem dank der α -Capricorniden und südlichen δ -Aquariiden, die fast den ganzen Monat hindurch aktiv sind. Hinzu gesellten sich ab Monatsmitte die Perseiden, die natürlich zunächst nur ein kleiner Meteorstrom sind, jedoch zum Monatsende hin das Geschehen dominieren. Lediglich die südlichen δ -Aquariiden konnten es zu ihrem Maximum um den 28. Juli herum noch einmal zahlenmäßig mit den Perseiden aufnehmen. Ein schönes Beispiel für einen Radianntenplot der SDA lieferte die Kamera TOMIL von Tomas und Milos Weber (Abbildung 1, links), die dank eines ausgezeichneten Bildverstärkers innerhalb von nur zwei Stunden Beobachtungszeit am 27./28. Juli 63 Meteore (darunter 11 SDA) aufgenommen hat. Noch bessere Beobachtungsbedingungen hatte Rosta Stork in Ondřejov, der mit OND1 in der darauffolgenden Nacht sogar 273 Meteore (darunter 33 SDA) in knapp 6 Stunden aufzeichnen konnte (Abbildung 1, rechts).

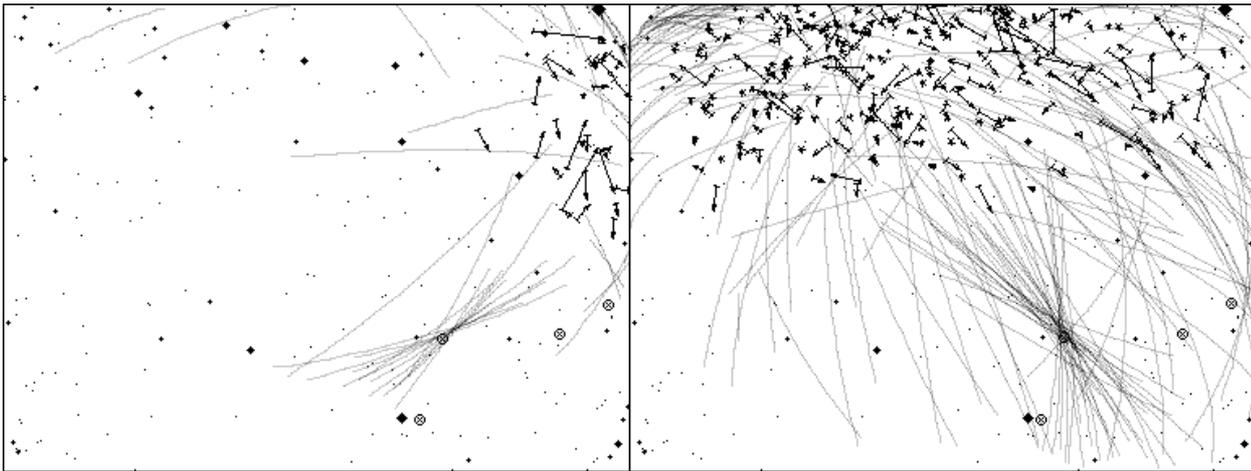


Abb.1: Die Radiantenplots der Kameras TOMIL (links) vom 27/28. und ONDI (rechts) vom 28./29.07.2008 zeigen schön den Radianten der südlichen δ -Aquadriden.

Das „schönste“ Meteor des Monats geht aber auf das Konto von Stefano Crivello, der am 27. Juli um 01:55 UT einen seltenen Doppel-Capricorniden aufzeichnen konnte (Abbildung 2).



Abbildung 2: Doppel-Capricornid, aufgenommen von Stefano Crivello mit STG38 am 27.07.2008, 01:55 UT.

Neben der Aufbereitung der Julidaten stand in den letzten Tagen vor allem die Vorbereitung der nächsten Komplettanalyse der IMO-Videometeordatenbank im Mittelpunkt. Konkret ging es um die Frage, wie groß die Streuung bzw. Fehler bzgl. Position und Winkelgeschwindigkeit bei den Meteoriten der Videodatenbank sind. Die Meteorstromanalyse basiert bekanntlich auf der Akkumulation von Wahrscheinlichkeiten, dass die Meteore von einem gegebenen Meteorstromradianten (definiert über seine Position und Geschwindigkeit) stammen. Diese Wahrscheinlichkeit berechnet sich für jedes Meteor aus dem Abstand, mit dem die rückwärtige Verlängerung den (punktförmigen) Radianten verfehlt, und der Differenz zwischen der beobachteten und der erwarteten Winkelgeschwindigkeit des Meteors. Letztere ergibt sich wiederum aus Abstand des Meteors vom Radianten und der Meteorstromgeschwindigkeit.

Wer schon einmal die Software Radiant vom Rainer Arlt benutzt hat, kennt das Phänomen: Über die Standardabweichung (Parameter „standard deviation“) kann man einstellen, ob die Wahrscheinlichkeitsverteilung eines Meteors im ‚probability mode‘ die Form eines kleinen Tropfen annimmt (geringe Streuung, das Radiationsgebiet kann sehr gut eingegrenzt werden) oder eher eine große Fläche (große Streuung, der Radiant kann nur ungefähr ermittelt werden). Die beste Einstellung erzielt man durch Probieren. Wählt man die Standardabweichung zu klein, bilden sich Subradianten durch zufällige Streuung, wohin-

gegen ein Meteorstromradiant völlig „verwaschen“ wird, wenn man die Standardabweichung zu groß wählt.

In der ersten Analyse 2006 hatte ich sowohl für Streuung bei der Winkelgeschwindigkeit als auch für den Radiantenabstand eine Normalverteilung (Gaußverteilung) angenommen und die Standardabweichung empirisch auf einen „sinnvollen“ Wert eingestellt. Dieses Mal sollte die Wahrscheinlichkeitsverteilung rechnerisch ermittelt werden. Dazu wurden jeweils kurze Sonnenlängenabschnitte zu den Maxima der Perseiden, Orioniden und Geminiden gewählt, in denen der jeweilige Radiant kompakt ist und sich kaum bewegt. Dann wurden alle Strommitglieder in diesen Sonnenlängenintervallen ermittelt (in Summe über 33000 Meteore) und es wurde die Verteilung berechnet, wie sehr die Meteore bzgl. der Winkelgeschwindigkeit vom erwarteten Wert abweichen und wie weit ihre Rückverlängerung den Radianten verfehlt. Zudem wurde die Abhängigkeit der Streuung von der Winkelgeschwindigkeit und vom Radiantenabstand des Meteors untersucht. Hier die Ergebnisse in Kurzform:

- Im Mittel ist die Streuung geringer als vermutet: Die Hälfte alle Meteore weichen bezüglich der Winkelgeschwindigkeit weniger als ein halbes Grad pro Sekunde (wobei die zugrundeliegende Pos-Dat-Datenbank ohnehin nur ganzzahlige Werte enthält) und bzgl. des Radiantenabstands weniger als ein dreiviertel Grad von den erwarteten Werten ab. Im Ein-Sigma-Intervall (68.3%) liegt die Abweichung bei 0.8 Grad/s bzw. 1.3 Grad.
- Die Streuung der Meteore ist nicht wie erwartet Gauß-verteilt, sondern lässt sich sehr gut durch eine Laplace-Verteilung beschreiben (also eine Funktion der Form e^{-x} anstatt e^{-x^2}). Diese beiden Funktionen unterscheiden sich im wesentlichen darin, dass die Laplace-Verteilung bei größeren Werten deutlich langsamer gegen Null geht als die Gaußverteilung.
- Die Streuung der Winkelgeschwindigkeit zeigt eine klare Abhängigkeit vom Wert der Winkelgeschwindigkeit selber (je schneller die Meteore, desto größer die Streuung – so ist sie bei Meteoriten, die schneller als 30 Grad/s sind ca. doppelt so groß wie bei Meteoriten, die langsamer als 10 Grad/s sind). Die Streuung beim Radiantenabstand der Rückverlängerung hingegen ist im wesentlichen unabhängig von der Entfernung des Meteors zum Radianten.
Schaut man im Meteorbeobachter-Handbuch der IMO nach, so wird bei der Auswertung von visuellen Beobachtungen übrigens sowohl bei der Winkelgeschwindigkeit als auch beim Radiantenabstand eine größere Streuung bei schnellen bzw. weit vom Radianten entfernten Meteoriten zugelassen.

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die ermittelten kumulativen Verteilungen für gut 33000 Perseiden, Orioniden und Geminiden.

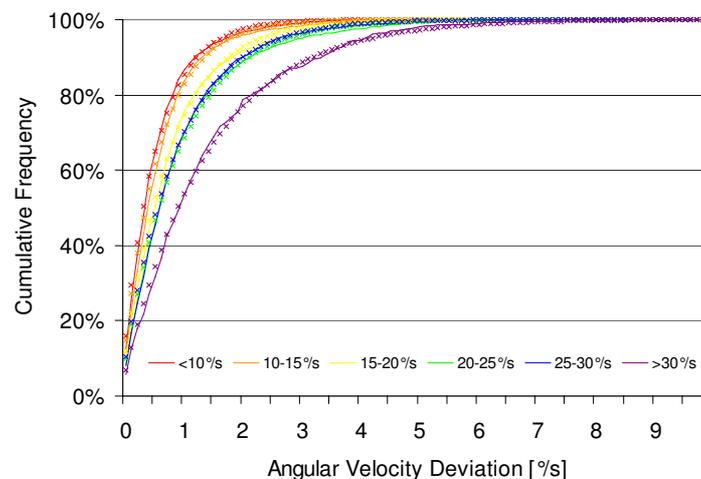


Abbildung 3: Kumulative Verteilung der Geschwindigkeitsfehler für verschiedene Winkelgeschwindigkeiten der Meteore. Die Kreuze markieren jeweils den zugehörigen Laplace-Fit.

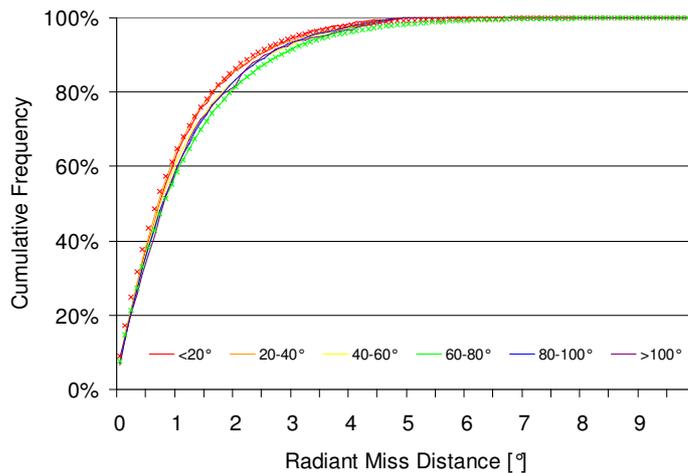


Abbildung 4: Kumulative Verteilung der Radiantenabstände der Meteorrückverlängerung für verschiedene Entfernungen des Meteors vom Radianten. Die Kreuze markieren jeweils einen oberen und einen unteren Laplace-Fit.

Ironie der Geschichte: Als ich vor dem AKM-Seminar 2006 die Meteorstromanalyse zum ersten Mal durchführte, legte ich versehentlich eine Laplace-Verteilung zu Grunde. Später bemerkte ich diesen „Fehler“ und legte für die später zur IMC 2006 vorgestellte endgültige Analyse eine Normalverteilung - wie meistens, wenn die wahre Verteilung unbekannt ist – zugrunde. Jetzt stellt sich heraus, dass die Laplace-Funktion doch richtig gewesen wäre. Zwar hat die Art der Verteilung nicht solch einen dramatischen Einfluss, dass jetzt mit völlig anderen Ergebnisse zu rechnen ist. Allerdings wird bei der nächsten Analyse zumindest vom Standpunkt der Stochastik alles richtig gemacht, wenn nicht mehr empirisch gewählte Verteilungsparameter genutzt werden, sondern die aus den Beobachtungen selber abgeleitete Verteilungen.

Genau genommen modellieren die Verteilungen übrigens nur die Streuung bei einem punktförmigen Radianten. Sollte das Radiationsgebiet selber flächenhaft sein, dann müsste man entsprechend breitere Verteilungen wählen – aber das ist ein anderes Thema.

Hinweise für den visuellen Meteorbeobachter: September/Oktober 2008

von Roland Winkler, Merseburger Str. 6, 04435 Schkeuditz

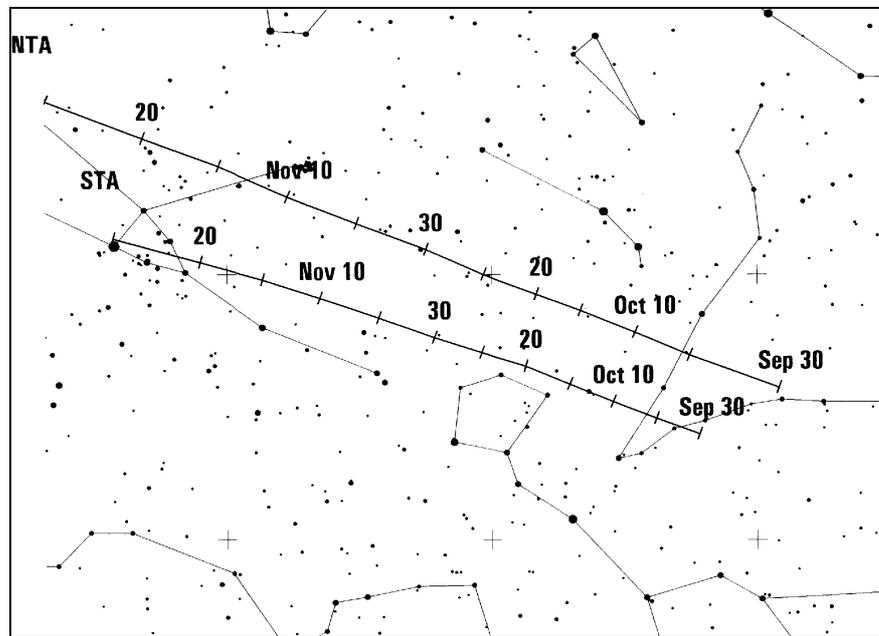
Die δ -Aurigiden (DAU) stellen die unmittelbare Fortsetzung der September-Perseiden dar. Die Raten erreichen etwa 3 Meteore pro Stunde. Ein kaum ausgeprägtes Maximum wird zwischen dem 28.9. und dem 3.10. erwartet. In diesem Zeitraum ist Neumond, sodass die Aktivität ohne Einschränkung verfolgt werden kann.

Die Antihelion-Quelle (ANT) "beendet" am 25.9. vorübergehend ihre Aktivität und geht nahtlos in die Nördlichen (NTA) und Südlichen Tauriden (STA) über, welche bis in den November hinein aktiv bleiben. Das erscheint sehr formal und ist dadurch begründet, dass die beiden mit 2P/Encke verbundenen Tauridenzweige intensiver und auch visuell getrennt nachweisbar sind, eine überlagerte Aktivität der Antihelion-Quelle davon jedoch nicht unterscheidbar ist. Die Tauriden erfordern die Eintragung der Bahnen in Karten. Normal sind ZHR um 5, es wurden aber auch schon Raten über 10 beobachtet.

Der zunehmende Mond beeinträchtigt die ab dem 6.10. auftretenden Darconiden (DRA). Ihr Maximum fällt möglicherweise in die Mittagsstunden des 8.10. (gegen 10h30m UT), kann aber davon auch einige

Stunden abweichen. ZHRs zwischen 10 und 20 können auftreten, Ausbrüche sind nicht ausgeschlossen. Die langsamen Meteore sind in jedem Fall sehr auffällig.

Am 2. 10. beginnt auch der Aktivitätszeitraum der Orioniden (ORI). Zum Maximum um den 22.10. übersteigen die ZHR üblicherweise 20. 2006 und 2007 wurden ZHR um oder über 60 beobachtet. Modellrechnungen von Sato deuten darauf hin, dass auch 2008 noch ZHR deutlich über 20 auftreten können. Trotz Mondstörung bleibt der Strom sehr interessant und lässt sich bis 7. 11. verfolgen.



Radiantendrift der Nördlichen und Südlichen Tauriden.

Die Halos im Juni 2008

von Claudia und Wolfgang Hinz, Bräuhausgasse 12, 83098 Brannenburg

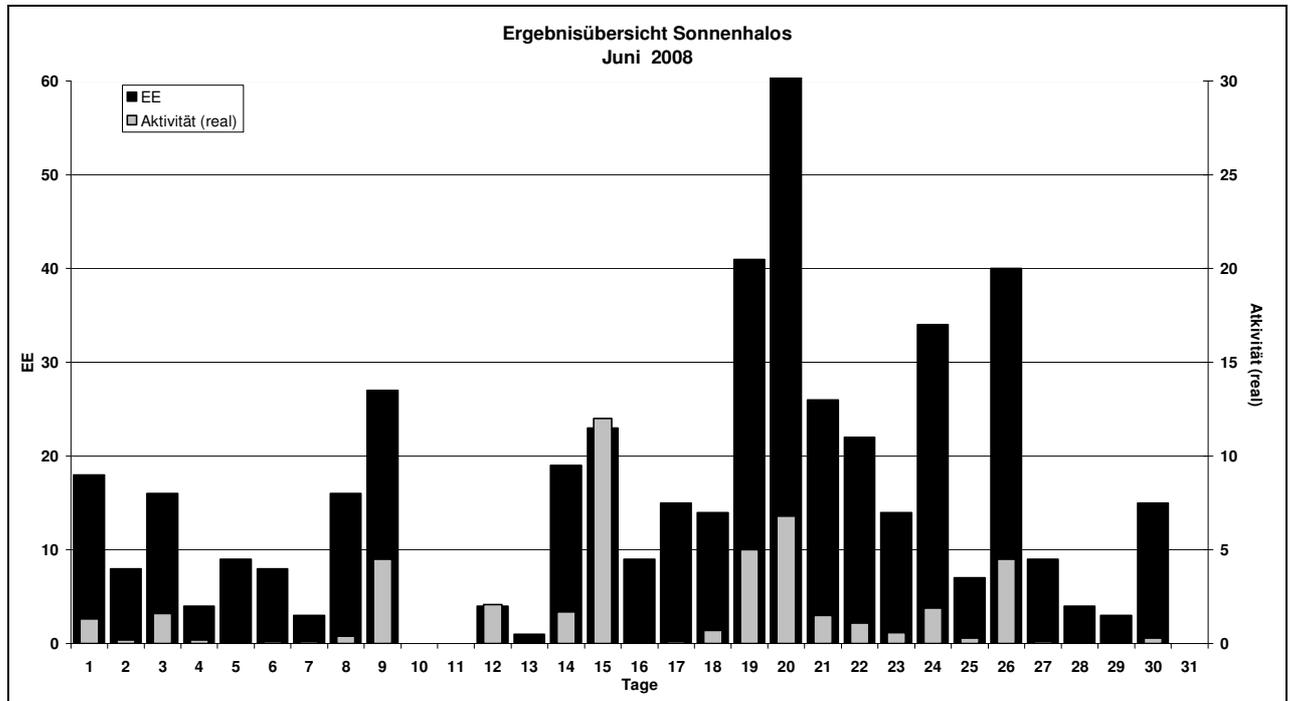
Im Juni wurden von 32 Beobachtern an 28 Tagen 469 Sonnenhalos und an sieben Tagen 15 Mondhalos beobachtet. Damit liegt die Haloaktivität nach sechs Monaten endlich wieder einmal über dem Durchschnitt. Es gab zwar keine atemberaubenden Halophänomene, aber doch mehrere langandauernde und z.T. sehr helle Erscheinungen sowie einige seltenere Halos.

Das Wetter war im Juni meist sonnig und warm und vor allem im Süden sehr gewittrig. Demzufolge war es dort sonnenscheinärmer und niederschlagsreicher als im meist zu trockenem Norden Deutschlands. In der ersten und dritten Dekade dominierten warme, in der zweiten Dekade eher kühle Luftmassen. Insgesamt wurde das langjährige Temperaturmittel um 1,7°C überboten.

Die deutschlandweite Verteilung der Halos war eher ausgeglichen. Sowohl im Norden als auch im Süden konnten einige Beobachter mehr als zehn Halotage verzeichnen. Das Maximum war im äußersten Südosten mit 13 (KK53) bzw. 15 (KK03) Halotagen.

Am Monatsanfang hielten die Hochs *Otto* und nachfolgend *Peer* die Tiefdruckgebiete in Schach. Aber Cirren gab es dennoch genügend und somit auch viele Halos. Neben Supralateralbogen (KK68 am 06., KK15/56 am 09.) gab es auch leuchtend helle Nebensonnen (mehrmals H=3) und Fragmente des Horizontalkreises. In Südtirol, beobachtete H. Bretschneider am 03. ein Standardphänomen und damit das einzige Halophänomen des Monats.

Erscheinungen über EE 12																	
TT	EE	KKGG	TT	EE	KKGG	TT	EE	KKGG	TT	EE	KKGG	TT	EE	KKGG	TT	EE	KKGG
03	23	0408	12	23	6210	17	51	9235	20	27	9335	26	13	0408	27	23	9335
03	23	6906										26	13	3108			
03	51	2205	15	13	0311	20	13	5508	21	23	5317	26	13	6906	30	13	6906
			15	13	5317	20	13	6906				26	18	3108			
08	13	5317	15	31	1511	20	13	9335	23	13	9235	26	23	7307			
08	27	9335				20	18	5508				26	28	0408			
			16	13	9335	20	19	5508	24	13	5802						
09	21	1511				20	23	1305									



03	Thomas Groß, Passau	31	Jürgen Götze, Adorf bei Chemnitz	56	Ludger Ihlendorf, Damme	72	Jürgen Krieg, Ettlingen
04	H. + B. Bretschneider, Schneeberg	32	Martin Hörenz, Dresden	57	Dieter Klatt, Oldenburg	73	Rene Winter, Eschenbergen
06	Andre Knöfel, Lindenberg	38	Wolfgang Hinz, Brannenburg	58	Heino Bardenhagen, Helvesiek	74	Reinhard Nitze, Barsinghausen
08	Ralf Kuschnik, Braunschweig	44	Sirko Molau, Seysdorf	59	Wetterwarte Laage-Kronskamp	90	Alastair McBeath, UK-Morpeth
09	Gerald Berthold, Chemnitz	46	Roland Winkler, Schkeuditz	61	Günter Busch, Fichtenuau	92	Judith Proctor, UK-Shephed
13	Peter Krämer, Bochum	51	Claudia Hinz, Brannenburg	62	Christoph Gerber, Heidelberg	93	Kevin Boyle, UK-Newchapel
15	Udo Hennig, Dresden	53	Karl Kaiser, A-Schlägl	64	Wetterwarte Neuhaus/Rennw.	95	Attila Kosa-Kiss, RO-Salonta
22	Günter Röttler, Hagen	55	Michael Dachsel, Chemnitz	69	Werner Krell, Wersau	96	Peter Kovacs, HU-Salgotarjan

Gespaltener Regenbogen und ungewöhnliche Himmelfarben am 13. August 2008 über Bochum

von Peter Krämer, Goerdelerhof 24, 44803 Bochum

Am Nachmittag des 13.08.2008 zog ein großtropfiger Regenschauer über Bochum hinweg. Dahinter zeigte sich gegen 17.20 Uhr MEZ ein zwar nur blasser, aber im oberen Teil deutlich gespaltener Regenbogen. Es ist dies meine zweite Beobachtung dieser Art. In diesem Fall war im oberen Teil des Regenbogens schwach, aber deutlich eine doppelte Farbfolge von Rot und Gelb zu sehen. Auf Originalfotos ist dieser Effekt leider kaum zu erkennen, aber nachdem ich ein Bild kräftig übersättigt hatte, war die Spaltung doch recht gut zu erkennen.

Wenig später gab es einen weiteren Schauer mit kleineren Tropfen. Dahinter erschien wieder ein Regenbogen, der allerdings nicht gespalten war. Es handelte sich lediglich um ein sehr leuchtkräftiges „Normal Exemplar“ mit Nebenregenbogen und Interferenzbögen.

Das spricht doch für die Theorie, dass die hin und wieder beobachtete Spaltung von Regenbögen tatsächlich durch vom Luftwiderstand verformte große Regentropfen hervorgerufen wird.

Gegen 19.30 Uhr MEZ näherte sich aus Westen ein weiterer Schauer mit einer vorgelagerten Böenwalze. Hinter dem Schauer riss die Bewölkung rasch wieder auf, so dass die Abendsonne durch den Regen hindurch scheinen konnte. Aufgrund des tiefen Sonnenstandes wurden dabei Niederschlag und Wolken intensiv gelb angeleuchtet.

Zunächst zog aus Süden ein shelfcloudähnliches Wolkengebilde heran, das auch bereits seltsam orange und bräunlich beleuchtet war. Während diese Wolke südöstlich vorbeizog, intensivierte sich die gelbe Färbung der Böenwalze und des Regens im Westen und Nordwesten immer weiter. Kurz vor Einsetzen des Niederschlags gegen 19.45 Uhr MEZ war der Regen nur noch als gelbe Wand zu erkennen, davor gelb und orange angeleuchtete Wolken. Die gesamte Landschaft war in ein unnatürliches und extrem intensives gelbes Licht getaucht, wie ich es noch nie vorher gesehen hatte.

In dem einsetzenden Regen erschien der dritte Regenbogen des Tages, dem bereits der Blauanteil fehlte. Dahinter blassrot angeleuchtete Wolken und im Westen immer noch alles gelb. Allerdings ging dann die Sonne unter, und innerhalb weniger Minuten verblassten sämtliche Farben, so dass sich die Hoffnung auf einen richtig roten Regenbogen nicht erfüllte. Trotzdem war es ein sehr beeindruckender Abend gewesen, den ich so bald nicht wieder vergessen werde.



Beobachtung und Simulation des Glasperlenbogens in divergentem Licht

von Alexander Haussmann, Schipkauer Str. 26, 01968 Hörlitz

Im Mai 2008 konnte ich durch Zufall vom Fahrrad aus eine verdächtige Leuchterscheinung auf der Asphaltoberfläche ausmachen, wobei mir relativ schnell klar wurde, dass es sich um einen durch das Sonnenlicht verursachten „Glasperlenbogen“ handelt. Dieser stellt das auf Glaskugeln basierende Gegenstück zum gewöhnlichen Hauptregenbogen dar, hat allerdings wegen des höheren Brechungsindex von Glas nur etwa den halben Radius bezüglich des Sonnengegenpunktes [1]. Die Glasperlen erhöhen als Bestandteil der Fahrbahnmarkierung deren Nachtsichtbarkeit (aufgrund des Heiligenscheineffektes), der farbige Bogen jedoch ist nur an *frisch markierten Stellen neben* der Farbe sichtbar. Nur dort ist der Kontrast zum Untergrund groß genug, und die nach dem „Abstreuen“ neben der Farbe zu liegen gekommenen Glasperlen sind noch nicht durch den Straßenverkehr fortgetragen worden. Beim späteren Nachdenken über die Erscheinung drangen sich mir zwei Fragen auf: Gibt es auch einen Nebenglasperlenbogen, und wie sähe das Bogenensemble im Licht einer Punktquelle (z. B. Straßenlaterne) aus?

Leider kam ich erst dann wieder am Ort der ersten Beobachtung vorbei, als es schon keine sichtbaren Effekte mehr gab. Innerlich hatte ich das Projekt bereits abgeschrieben, als mir erneut der Zufall zur Hilfe kam: Ich erfuhr nebenbei in einer Kaffeepause, dass zur Oberflächenbehandlung von Metallen neben Sandstrahlen auch Glasperlenstrahlen benutzt werden. Daraufhin bat ich den erstaunten Feinmechaniker, mir doch eine „Handvoll“ Glasperlen „für optische Versuche“ zu organisieren – und bereits die ersten Tests mit einer Taschenlampe in einem abgedunkelten Raum lieferten ein beeindruckendes Ergebnis! Das bedeutet, dass auch solche industriellen Schleifperlen eine hinreichend glatte Oberfläche und Transparenz aufweisen. Eine Messung unter dem Mikroskop ergab für die mir vorliegende Sorte einen mittleren Radius von ca. 50 μm bei einer Standardabweichung von ca. 15 μm .

An dieser Stelle lohnt nun ein Blick auf die zugrundeliegende Theorie. Die *Descartes*-Winkel (Extremablenkungswinkel bzw. Regenbogenwinkel¹) für Haupt- und Nebengegenstrahlengang in Abhängigkeit vom Brechungsindex der Kugeln lassen sich mit dem Formelwerk aus [2] berechnen, das Ergebnis zeigt daraus zeigt Abb. 1. Für Wasser erhält man dabei die bekannten Werte von 42° und 51° ($n = 1,334$) sowie für Glas 21,5° und 89,5° ($n = 1,515$). Im Falle einer Punktquellenbeleuchtung (hier einfach „divergentes Licht“ genannt) legt jeder dieser Winkel den möglichen Aufenthaltsort für die Kugeln, deren Streulicht den Beobachter erreichen soll, auf der Hülle eines sogenannten *Minnaert*-Körpers² fest. Beobachter und Lichtquelle befinden sich je an einer der „Spitzen“ dieses Körpers, der darüber hinaus bezüglich ihrer Verbindungachse Rotationssymmetrie aufweist. Die sich aus den obigen Winkeln ergebenden Formen zeigt (für jeweils gleichen Abstand Lichtquelle-Beobachter) Abb. 2. Man erkennt die deutlich verschiedenen Größen sowie die annähernde Kugelform des *Minnaert*-Körpers für die Ablenkung nahe 90°. Der Hauptbogen in Glas besitzt den größten dieser Rotationskörper, was besagt, dass man auch aus relativ weit von Beobachter und Lichtquelle entfernten Glaskugeln Hauptbogenlicht empfangen kann.

¹ Hier ist der Innenwinkel des Dreiecks Lichtquelle-Kugel-Beobachter gemeint, was im Grenzfall einer parallelen Beleuchtung dem Bezug auf den Lichtquellengegenpunkt entspricht. Je nach Konvention kann auch der Außenwinkel des Dreiecks (also die Ergänzung zu 180°) angegeben werden, z. B. bei den Angaben 22° und 46° für Halos. Dies wäre die Ablenkung aus der ursprünglichen Lichtausbreitungsrichtung.

² Hierbei handelt es sich aus mathematischer Sicht um einen verallgemeinerten Torus, bei dem sich der den Rotationskörper erzeugende Kreis selbst durchdringt. Oftmals wird auch der Begriff *Minnaert*-Zigarre verwendet, der die Form allerdings für Regenbögen nicht treffend charakterisiert.

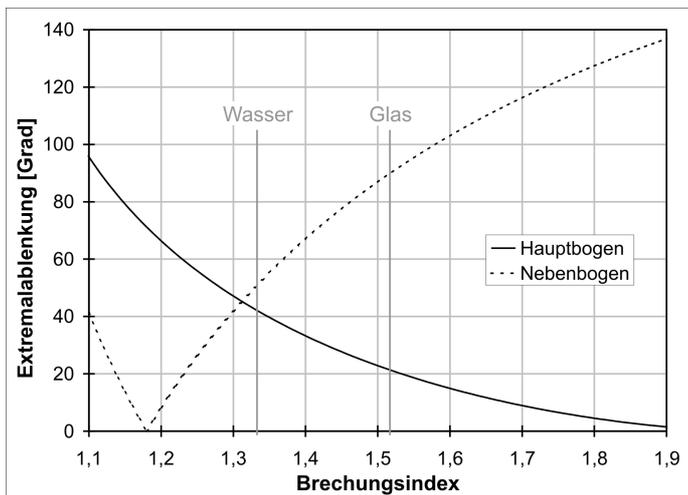


Abb. 1: Descartes-Winkel für Haupt- und Nebenbogenstrahlengang in Abhängigkeit vom Brechungsindex der Kugeln

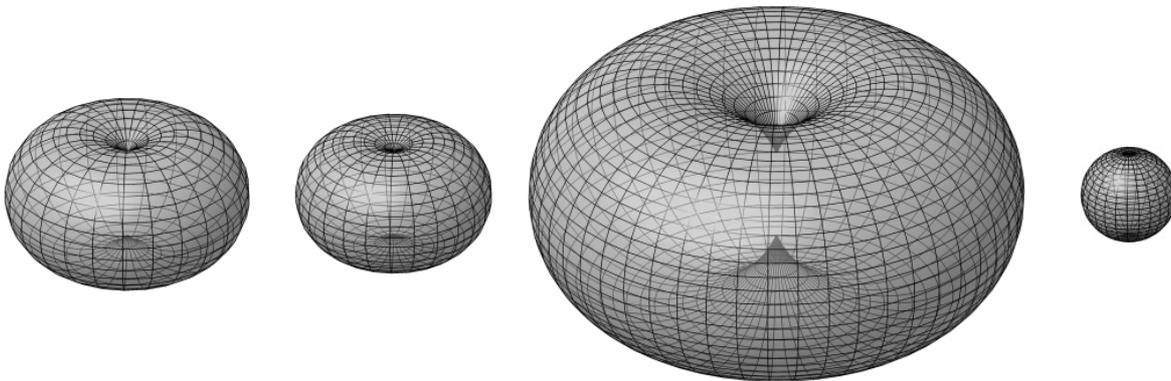


Abb. 2: Minnaert-Körper für die Descartes-Winkel 42° und 51° (Haupt- und Nebenbogen in Wasser) sowie $21,5^\circ$ und $89,5^\circ$ (Haupt- und Nebenbogen in Glas) bei jeweils gleichem Abstand Beobachter-Lichtquelle

Bei gleichmäßig im Raum verteilten Kugeln und einer (mehr oder weniger) idealen Punktlichtquelle führen perspektivische Häufungseffekte lediglich zu der vom parallelen Licht her bekannten Beobachtung – ein Ring um den Gegenpunkt, hier nur etwas diffuser. Die wirklich interessanten Phänomene ergeben sich, wenn entweder der Aufenthaltsort der Kugeln oder die Beleuchtung auf eine Ebene beschränkt werden, worauf auch schon früher hingewiesen wurde [3, 4]. Den ersten Fall möchte ich „Taubogen“, den zweiten „Leuchtturmgeometrie“ nennen, da sowohl von taubedeckten Wiesen als auch von Leuchttürmen im Nebel praktische Beobachtungen vorliegen, die auf den genannten Voraussetzungen basieren. In beiden Fällen wird nur die Schnittkurve der Ebene mit dem *Minnaert*-Körper sichtbar, bei der Leuchtturmgeometrie beinhaltet diese Ebene zwangsläufig auch die Lichtquelle. Dadurch wird die Vielfalt der möglichen Bogenformen etwas eingeschränkt.

Zur Erzeugung eines Glasperlenbogens „unter Laborbedingungen“ in der Taubogengeometrie werden die Kugeln z. B. mit einem Salzstreuer möglichst gleichmäßig auf einem dunklen Untergrund verstreut, ich habe dafür ein schwarz eloxiertes Aluminiumblech verwendet. Eine Fahrradbirne ohne Reflektor habe ich als brauchbare Näherung für eine ideale Punktquelle verwendet, wobei die Halterung gleichzeitig als Blendschutz für den Beobachter dient. Am einfachsten lassen sich die Bereiche des Bogens hinter der Lichtquelle beobachten (von Christian Fenn als „Reverser Bogen“ bezeichnet), da dort der *Minnaert*-Körper des Hauptbogens zusammenläuft und man so auch auf einer relativ kleinen bestreuten Fläche große Segmente des Bogens sehen kann. Außerdem lassen sich Blech und Lampe fest auf einem Tisch positionieren. In der „Standardgeometrie“ (Kugeln hinter dem Kopf des Beobachters) stört der Schatten des Kopfes ziemlich stark, so dass nur kleine Ausschnitte des Bogens sichtbar gemacht werden können.

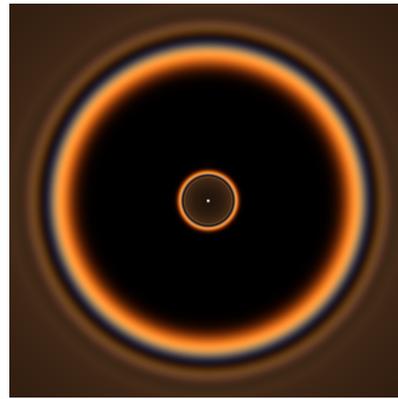
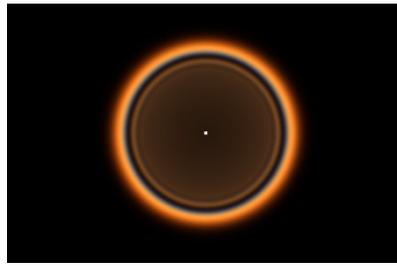
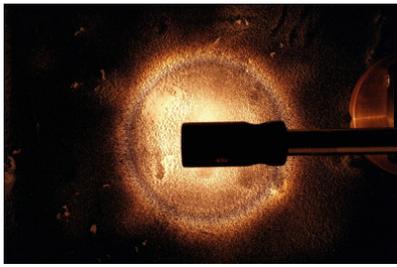
Praktisch hat sich gezeigt, dass die Beobachtung des Nebenglasperlenbogens deutlich schwieriger ist. Dafür ist die Vorwärtsstreuung verantwortlich, also das Licht, welches ohne interne Reflexion (und damit ohne Häufungseffekt) die Kugel wieder verlässt. In ähnlicher Weise wird auch die Sichtbarkeit des

tertiären Regenbogens um die Sonne unterdrückt, nur ist dort die Hintergrundaufhellung derartig stark, daß unter normalen Verhältnissen keine Beobachtungsmöglichkeit der an sich schon schwachen Erscheinung mehr besteht. Der Nebenglasperlenbogen ist immerhin nachweisbar, obwohl Vorwissen über den Ort der Erscheinung nötig ist. Im divergenten Licht sieht man ihn in der „Schneedeckenhalogeometrie“, also zwischen Beobachter und Lichtquelle. Die Schnittkurve ist dabei interessanterweise immer beinahe kreisförmig, da der betreffende *Minnaert*-Körper einer Kugel sehr nahe kommt. Aus der Beobachterperspektive erscheint die Kreisform natürlich verzerrt. Im Sonnenlicht erscheint der Nebenbogen wie ein gerades Band, da der „Regenbogenkegel“ hier annähernd zu einer Ebene entartet. Aufgrund der Undeutlichkeit des Phänomens habe ich den Nebenbogen allerdings nicht weiter untersucht.

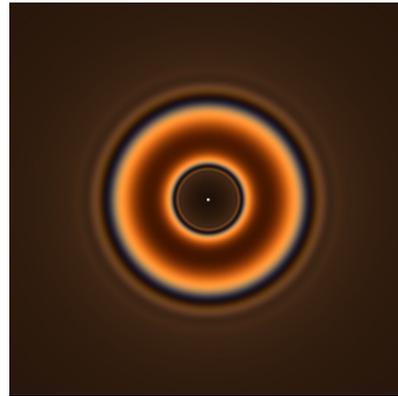
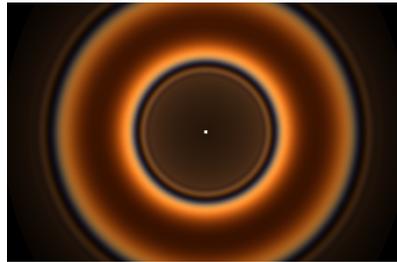
Nachdem ich eine Fotoserie des Hauptglasperlenbogens mit meinem Laboraufbau aufgenommen hatte, wollte ich auch eine Simulation dazu durchführen. Da ich von vorherigen Rechnungen [5] noch den Quelltext für Echtfarbandarstellungen im Rahmen der *Airy*-Theorie vorliegen hatte³, brauchte dieser lediglich mit dem mathematischen Apparat der Schneedeckenhalosimulationen von 1997/98 [6] kombiniert werden. Ein wesentlicher Unterschied zur damaligen Herangehensweise besteht darin, daß nicht mehr einzelne Punkte der Schnittkurve direkt berechnet werden. Anstelle dessen werden an den Punkten eines quadratischen Gitters auf der Glasperlenebene (um eine gleichmäßige Flächendichte der Kugeln nachzubilden) die Ablenkwinkel berechnet und diesen der entsprechende Teil des *Airy*-Spektrums zugeordnet. Die geometrischen Parameter (h_B = Augenhöhe über der Glasperlenebene, h_L = Lampenhöhe über der Glasperlenebene, e = Entfernung von Beobachter- und Lampenfußpunkt auf der Glasperlenebene) wurden nachträglich geschätzt, da ich diese bei der Durchführung der Aufnahmen nicht vermessen hatte. Es ist ohnehin schwierig, bei einem Objektiv die genaue Position des „Augenpunktes“ (auf Zentimeter oder gar Millimeter genau) zu ermitteln. Analog zum gewöhnlichen Regenbogen kommt es auch hier durch die relativ kleinen Glasperlen zu einem breiten Farbband mit wenig reinem Rot und großem Abstand zum ersten Interferenzbogen.

Die Gegenüberstellung der Fotoserie mit den Simulationen zeigt Abb. 3. In der rechten Spalte ist die (fiktive) Draufsicht auf die Schnittkurve in der Glasperlenebene dargestellt. Hier fällt besonders die stark variierende Breite des Farbbandes auf. In bisherigen Konstruktionen und Berechnungen wurde dieser Effekt oft nicht berücksichtigt, da von einem festen Ablenkwinkel und damit scharf definiertem *Minnaert*-Körper ausgegangen wurde. Im Rahmen der Wellenoptik und unter Berücksichtigung der Dispersion ist der *Minnaert*-Körper des Hauptbogens jedoch bezüglich seines Volumens nach innen leidlich scharf, nach außen unscharf abgegrenzt und daran anschließend im Rhythmus der Interferenzbögen periodisch wiederkehrend gefärbt. Dabei bleiben die Spitzen allerdings fest, so dass sich die Breite der Unschärfe und der Interferenzstruktur zu Beobachter und Lichtquelle hin auf Null zusammenzieht. Außerdem wird das Farbband an denjenigen Stellen stark aufgeweitet, an denen der *Minnaert*-Körper annähernd tangential geschnitten wird. Besonders auffällig wird dies, wenn man beginnend bei der Beobachtungsposition direkt über der Lichtquelle ($e = 0$, siehe erstes und zweites Bild) mit zwei getrennten, konzentrischen Bögen zu immer „schrägeren“ Positionen übergeht. Dabei wird der Punkt der „Verschmelzung“ des inneren mit dem äußeren Bogen durchlaufen (man könnte auch von einem „Aufbrechen des Rings“ sprechen), bei welchem im Verschmelzungsbereich weite Farbflächen zu beobachten sind, die in einem eigenartigen Kontrast zum scharf abgegrenzten, dünnen Farbband der unteren Schleife stehen (siehe drittes Bild).

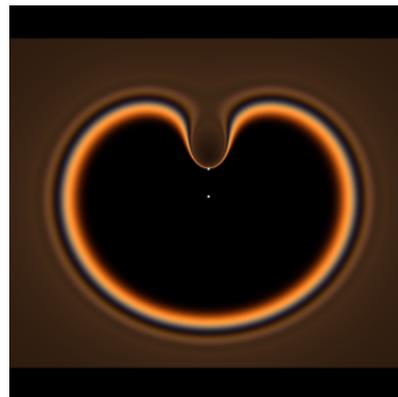
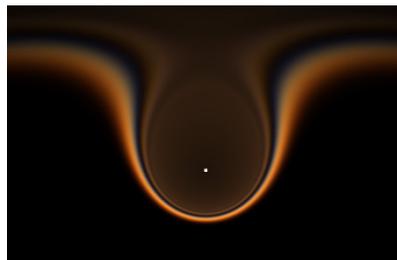
³ Diese lässt sich problemlos auch auf andere Medien als Wasser anwenden. Die Glasperlengrößenverteilung wurde entsprechend der mikroskopischen Messungen angesetzt. Für die Dispersion des Glases (Wellenlängenabhängigkeit des Brechungsindex) wurden die Werte für die Glassorte BK7 benutzt (dies ist lediglich ein Behelf, da die genaue chemische Zusammensetzung der Glasperlen nicht bekannt ist, die BK7-Werte jedoch schnell zugänglich waren). Das Spektrum des Glühlampenlichtes wurde nicht gesondert berücksichtigt, da bei der Fotografie (auch beim Digitalisieren analogen Materials) ein Weißabgleich vorgenommen wird. Perspektivische Darstellungen sind in gnomonischer und flächentreuer (Lambert-) Projektion verfügbar, bei ersterer wird der abbildungsbedingte Helligkeitsabfall zum Rand hin mit berücksichtigt. Außerdem wird die Intensitätsabnahme mit zunehmendem Lichtweg sowie die perspektivische Stauchung der Glasperlenebene zum Horizont hin (zunehmende Dichte der Glasperlen je Raumwinkelelement) in die Rechnung einbezogen.



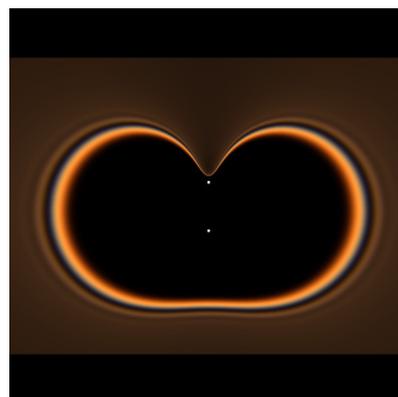
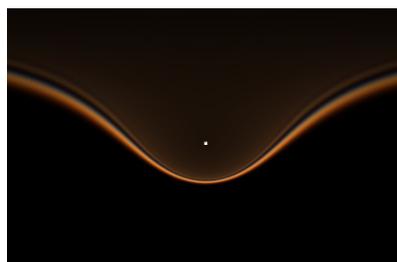
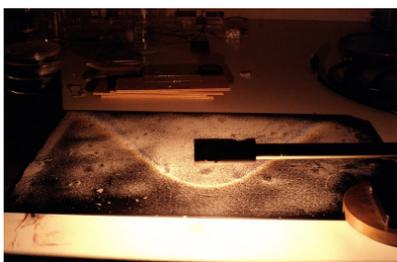
$h_B = 13,2 \text{ cm}$; $h_L = 5,0 \text{ cm}$; $e = 0,0 \text{ cm}$; $f = 29 \text{ mm}$
(gnomonische Projektion); Draufsichtbreite 50 cm



$h_B = 8,7 \text{ cm}$; $h_L = 4,0 \text{ cm}$; $e = 0,0 \text{ cm}$; $f = 16 \text{ mm}$
(Lambert-Projektion); Draufsichtbreite 40 cm



$h_B = 10,5 \text{ cm}$; $h_L = 3,5 \text{ cm}$; $e = 4,2 \text{ cm}$; $f = 29 \text{ mm}$
(gnomonische Projektion); Draufsichtbreite 60 cm



$h_B = 13,5 \text{ cm}$; $h_L = 3,5 \text{ cm}$; $e = 19,5 \text{ cm}$; $f = 50 \text{ mm}$
(gnomonische Projektion); Draufsichtbreite 160 cm

Abb. 3: Fotos (Scans von Kleinbildnegativen), perspektivische Simulationen und simulierte Draufsichten des Hauptglasperlenbogens für verschiedene Positionen von Beobachter und Lichtquelle (weiß gekennzeichnet) bezüglich der Glasperlenebene

Im Einklang mit den Berechnungen ist der Glasperlenbogen stark azimuthal polarisiert, fast ebenso stark wie der Hauptbogen in Wasser. Mit einem Polfilter ist es möglich, gewisse Segmente des Bogens auszublenken. Dies ist besonders im symmetrischen Fall ($e = 0$) recht eindrucksvoll, da zwei gegenüberliegende Bereiche des kreisförmigen Bogens verschwinden und diese Ausblendungszonen durch Drehen des Polfilters um den Kreis herum wandern. Dies ist im Vergleich zum normalen Regenbogen eigentlich nichts Neues, wirkt hier aber dennoch ungewohnt, da der Winkelradius des Bogens viel geringer ist und die gesamte Erscheinung ohne Blickrichtungsänderung überschaut werden kann. Durch Konstruktion oder im Experiment kann man sich davon überzeugen, dass beim inneren Bogen in der Reversgeometrie beliebig kleine Winkelradien möglich sind ($h_L \rightarrow 0$), man ist also im Gegensatz zum Fall $h_B \rightarrow 0$ nicht auf den Extremalablenkungswinkel von $21,5^\circ$ limitiert.

Abschließend möchte ich noch eine Besonderheit diskutieren, die bisher jeden Beobachter des Experiments fasziniert hat, allerdings lediglich eine optische Täuschung darstellt: Befindet sich der Beobachter mehr oder weniger senkrecht über der Lichtquelle, scheint der Ring des inneren Reversen Bogens frei im Raum zu schweben. Diesen Effekt können die Fotos naturgemäß nicht wiedergeben. Eine Erklärung für den symmetrischen Spezialfall liefert die in Abb. 4 wiedergegebene Konstruktion: Die zwei Augen des Beobachters mögen sich bei B_1 und B_2 befinden, die Lichtquelle bei L , die Zeichenebene wird durch diese drei Punkte definiert. Die Schnitte der Zeichenebene durch die individuellen *Minnaert*-Körper für jedes Auge sind schwarz gestrichelt (B_1) sowie durchgezogen (B_2) dargestellt. Die Schnittpunkte mit der Glasperlenebene (horizontale Linie) sind die Schnittpunkte der (fast) kreisförmigen Bögen für jedes Auge mit der Zeichenebene. Die grauen Linien stellen die Lichtwege von diesen Punkten zum jeweiligen Auge dar. Wie ersichtlich, schneiden sich die zu verschiedenen Augen gehörenden Lichtwege auf einem Niveau zwischen Augen- und Lampenhöhe (durch Pfeile gekennzeichnet) und dort wird entsprechend der Gewöhnung des Gehirns an „greifbare“ Objekte der farbige Ring vermutet. Bei flacheren Beobachtungsgeometrien und damit komplizierteren Bogenformen gelingt es für gewöhnlich aber nicht mehr, beide Sinneseindrücke „unter einen Hut“ zu bekommen, und man sieht Doppelbilder.

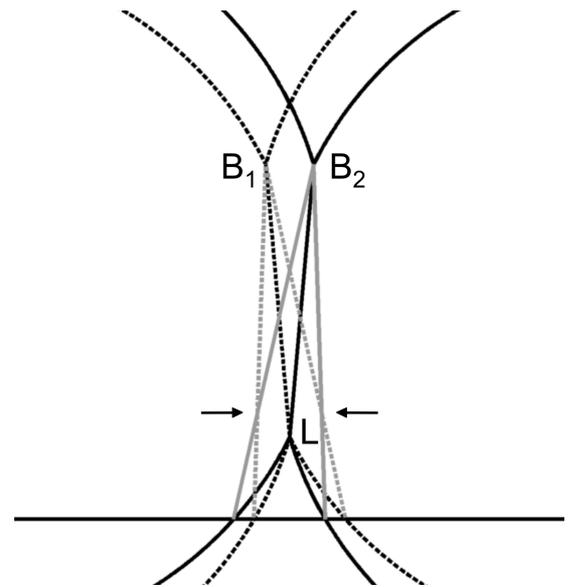


Abb. 4: Konstruktion zur Erklärung des stereoskopischen Eindrucks eines schwebenden Rings

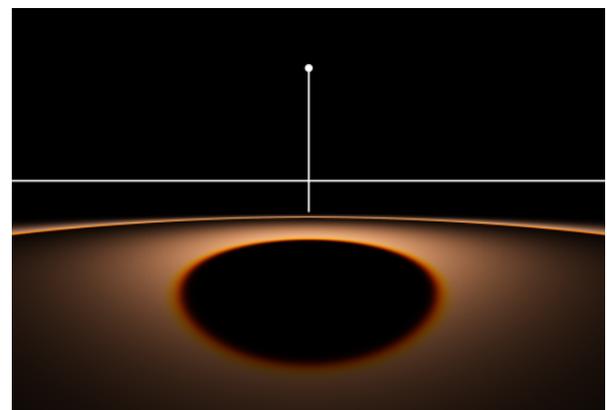


Abb. 5: Foto (© Richard Löwenherz, aus [6]) und perspektivische Simulation einer Schneedeckenhalo-Erscheinung ($h_B = 0,6 \text{ m}$; $h_L = 2,7 \text{ m}$; $e = 17,6 \text{ m}$; $f \approx 55 \text{ mm}$), dargestellt sind der 22° -Ring und ein Teil des 46° -Rings (im Foto nicht sichtbar)

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass es sich beim Glasperlenbogen um eine einfach zu realisierende und dennoch eindrucksvolle Variante der Lichtbrechungsphänomene in divergentem Licht handelt, die sich damit auch für Demonstrationsexperimente anbietet. Ein Nachteil ist, dass wegen der verschiedenen Brechungsindizes von Wasser und Glas keine völlige Übereinstimmung mit natürlichen Phänomenen in Wassertropfen gegeben ist. Verglichen mit dem Laserstrahl/Drehspiegelexperiment von Christian Fenn hat man hier allerdings die Möglichkeit, durch die Benutzung „weißer“ Lichtquellen farbige Bögen zu erzeugen und verfügt über mehr geometrische Freiheiten, da die Lichtquelle nicht in der Ebene der lichtbrechenden Kugeln liegen muss. Eine Simulation der Erscheinung ist im Rahmen der unter gewöhnlichen Beobachtungsbedingungen hinreichenden *Airy*-Theorie sowohl für Wasser- als auch für Glaskugeln möglich, wobei sich im Einklang mit den Beobachtungen unterschiedliche Breiten des Farbbandes ergeben. Ersetzt man im Quelltext den *Airy*-Regenbogen durch einen sinnvollen Ansatz für den Intensitätsverlauf des 22°- und 46°-Halos in Abhängigkeit vom Ablenkwinkel, können sogar Echtfarbsimulationen von Schneedeckenhalos erstellt werden (siehe Abb. 5). Diese weisen im Gegensatz zur üblichen Strahlverfolgungssimulation einen kontinuierlichen Intensitätsverlauf auf (was jedoch dem „körnigen“ Beobachtungseindruck nicht unbedingt entspricht) und können Beugungseffekte (zunehmende Unschärfe der Innenränder mit abnehmender Kristallgröße) berücksichtigen.

Literatur

- [1] <http://www.atoptics.co.uk/rainbows/beadbowl.htm>
- [2] J. A. Adams, Phys. Rep. **356** (2002), 229
- [3] J. O. Mattson et al., Lund Studies in Geography No. 11 (1971)
- [4] C. Fenn, Meteoros **9** (2006), 58
- [5] A. Haußmann, Meteoros **11** (2008), 113
- [6] <http://www.meteoros.de/halschn/schnee1.htm> und <http://www.meteoros.de/halschn/schnee2.htm>

Lust auf Orioniden - oder ein bisschen mehr?

von Pierre Bader, Christeser Str 15, 98547 Viernau

Auch in diesem Jahr erquicken uns die Orioniden vom 2.10. bis 7.11. Das Maximum fällt dabei in die Mondphase des letzten Viertels und bietet somit bedingt gute Bedingungen zum „Hingucken“. Voraussetzung dafür ist natürlich, dass die Wetterbedingungen mitspielen.

In der Vergangenheit habe ich die Erfahrung sammeln können, dass die guten Wetterbedingungen in einem „goldenen Oktober“ fast immer mit der Maximumsaktivität der Orioniden übereinstimmen. Aber warum schreibe ich diesen Beitrag, wenn Roland Winkler den Strom sowieso schon in seinen „Hinweisen für den visuellen Meteorbeobachter: Oktober 2006“ angekündigt hat? Ich möchte neben Aktivitätszeitraum, Radiantenposition und erwarteter ZHR auch einige Fakten aufzeigen, die vielleicht die meisten vergessen haben oder noch nie gewusst haben. Es besteht immerhin die Möglichkeit, dass dadurch das Interesse an diesem Strom geweckt wird und somit die Lust am Beobachten der Orioniden aufkeimt.

Die Orioniden sind einer der bekanntesten, ältesten und meistuntersuchten Meteorströme. Wir wissen heute, dass die Sternschnuppen aus dem Radianten im Sternbild Orion kommend die Erdatmosphäre mit ca. 66 km/s durchqueren und Restprodukte des Kometen 1P/Halley sind, der alle 76 Jahre sein Perihel durchläuft. Aus der Geschichte heraus sind erste auffällige Anmerkungen zu den Orioniden 1839 zu finden. Edward C. Herrick konnte bei seinen Beobachtungen im Zeitraum vom 8. bis 15. Oktober eine erhöhte Meteoraktivität wahrnehmen, die er auch 1840 im Zeitraum vom 8. bis 25. Oktober bestätigte. Der Radiant wurde erstmals 1864 von Alexander Stewart Herschel aus 14 Strommeteoren bestimmt. 1865 konnte er diesen Radianten bei ungefährender Position von RA= 90° und DE= +15° aus der Beobachtung

von 19 Strommeteoren bestätigen. Die Orioniden wurden zu einem der meistbeobachteten Ströme. Es war aber auffällig, dass eine genaue Radiantenposition nicht dargestellt werden konnte. Der erfahrene und bekannte Meteorbeobachter William F. Denning erklärte diesen diffusen Radianten aus der Tatsache heraus, dass dieser aus vielen Subradianten besteht. Er vertrat somit die Hypothese, dass der Radiant stationär ist und somit während des Aktivitätszeitraums keine Ortsveränderung erfährt. Charles P. Olivier war dagegen der Ansicht, dass der Radiant eine Positionsveränderung in Richtung Osten vollzieht, die man täglich aus den Beobachtungen extrahieren könnte. Nach seiner Ansicht war dies die wahre Erklärung eines nicht genau definierten Radianten. Mit genaueren und umfangreicheren Beobachtungen würde ein eng begrenzter Radiant herauskommen, der sich täglich nach Osten bewegt. Charles P. Olivier war schon auf der richtigen Spur, da er die Vermutung äußerte, dass die Meteore der Orioniden Restprodukte des Kometen Halley sind. Eine Untersuchung von H. Swoboda in Prag unterstützte diese Vermutung von Olivier. Die kontroverse Diskussion zwischen Denning und Olivier wurde übrigens im „The Observer“ der Royal Astronomical Society ausgefochten. Aufgrund der sehr gezielten Analyse der Meteorbahnen aus diversen photographischen Aufnahmen von Orioniden während verschiedener Exkursionen durch Olivier konnte er definitiv nachweisen, dass eine tägliche Bewegung des Radianten vorliegt. Nach und nach hielt dann diese Ansicht Einzug in die Meteorastronomie und ist heute eine anerkannte Gegebenheit. In der einschlägigen Literatur der Meteorastronomie ist in unserer Zeit die tägliche Bewegung des Orionidenradianten mit $RA = 1^{\circ}2$ gen Osten beschrieben. Somit ist auch klar, warum die Orioniden einer der meistuntersuchten Meteorströme ist: Die vorgenannte Untersuchung wurde am Beispiel der Orioniden exerziert.

Ein Charakteristikum der Orioniden - wie auch des ebenfalls vom Kometen 1P/Halley stammenden Schwesterstromes, den η -Aquariiden im Mai - ist das Auftreten eines Nachleuchtens. Nahezu 40% der Meteore aller Größenklassen weisen ein Nachleuchten auf. Dieses Nachleuchten kann mitunter die Bahneintragung des Meteors stark vereinfachen und genauer werden lassen. Das Maximum der Orioniden ist als recht deutlich hervortretend zu bezeichnen. Da uns bei der Auswertung umfangreicher Beobachtungsdaten auffiel, dass die Orioniden vor dem Maximum offensichtlich Aktivitätsfluktuationen zeigen, sind wir sehr an weiteren Beobachtungen interessiert. Möglicherweise können wir so weitere Geheimnisse der Struktur dieses Stromes entdecken. Sogar Aktivitätsspitzen mit ZHR über 30 für einige Stunden konnten abseits des Maximums beobachtet werden und bemerkenswert hoch scheint auch die Rate in der ersten Novemberwoche zu sein. Man muss also nicht nur auf die Zeit des Maximums zielen.

Ach so, was hat es sich mit dem „mehr“ auf sich? Bei meinen Beobachtungen der Orioniden ist mir aufgefallen, dass jedes Jahr - und man konnte fast die Uhr danach stellen - die Wildgänse von Nord nach Süd über meinen Beobachtungsort in Viernau gezogen sind. Zwar konnte ich sie nicht direkt mit den Augen beobachten, aber ihre Flug- und Orientierungsschreie waren nicht zu überhören. Eine Bauernregel in unserer Gegend besagt: „Der Zug der Wildgänse bringt Schnee mit“, was nur auf 10% meiner Beobachtungen zutrifft und somit dieser Bauernregel widerspricht. Es ist immer ein erhebendes Erlebnis für mich, die Orioniden zu beobachten - in der Geselligkeit der ziehenden Wildgänse und einem wabernden Talnebel, über dem ich stehe. Lust bekommen? Vielleicht habe ich den einen oder anderen animiert, sich in den kommenden Wochen doch eine Beobachtung vorzunehmen. Über die Ergebnisse der Beobachtungen freuen wir uns schon heute.

English summary

Visual meteor observations in July 2008:

Activity increases in the course of this month with higher rates of the "southern showers" at the end of July when the ZHR of the SDA exceeds that of the Perseids. Six observers noted data of 911 meteors within 61 hours (14 nights). Additional data from May are reported, completing this month's total to 570 meteors recorded within 84 hours.

Video meteor observations in July 2008:

Data of more than 8000 meteors were collected in almost 1600 observing hours - the best July total of the Video Network. In some periods, more than 20 cameras were in operation. The analysis of the entire video data base yielded new insights into the error distribution of the meteor velocity data.

Hints for the visual meteor observer in September/October 2008:

The Delta-Aurigids are a continuation of the September-Perseids and produce low rates only. Activity from the Antihelion Source (ANT) is superposed by the Northern and Southern Taurid branches which are stronger and can also be separated by visual observations. Hence, the observers should distinguish between NTA and STA, keeping in mind that some general ANT meteors are included in the sample. No enhanced rates are expected from the Draconids on October 8.

Halo observations in June 2008:

32 observers noted 469 solar haloes on 28 days. The halo activity was above the average values of the SHB. Exciting phenomena were not reported, but some long-enduring haloes and a few rare haloes.

Split rainbow and unusual sky colours on 2008 August 13:

Peter Krämer describes an observation of a split rainbow after a shower with large raindrops. Later another shower occurred producing smaller raindrops and a regular rainbow.

Optical phenomena in divergent light:

Glass pearls are included in the markings of lanes on the road surface. They can produce bows of rather small radii due to the larger refraction index of the glass as compared to water. Such bows as they appear in divergent light are simulated. The result is compared with some observations.

Orionid advertisement:

Although the Orionids are badly affected by moonlight in 2008, they may be interesting again - perhaps the series of enhanced rates continues? In the past, the Orionids were topic of a debate about stationary radiants. Numerous observations yielded a good knowledge of the Orionid radiant drift.

Unser Titelbild...

...ist eine Aufnahme von Frank Wächter und zeigt die Spur der ISS zusammen mit einem Meteor am 3. August 2008 um 22:12 MESZ. Diese Aufnahme entstand am Obereggerhof, südöstlich des Ultentales zwischen St. Pankraz und Proveis in Südtirol mit einer Nikon D80. Eigentlich war nur geplant, auf dieser 52s-Aufnahme die ISS abzubilden – während des Überfluges zeigte sich aber dann noch dieses helle Meteor.

Impressum:

Die Zeitschrift *METEOROS* des Arbeitskreises Meteore e. V. (AKM) über Meteore, Leuchtende Nachtwolken, Halos, Polarlichter und andere atmosphärische Erscheinungen erscheint in der Regel monatlich. *METEOROS* entstand durch die Vereinigung der *Mitteilungen des Arbeitskreises Meteore* und der *Sternschnuppe* im Januar 1998.

Nachdruck nur mit Zustimmung der Redaktion und gegen Übersendung eines Belegexemplares.

Herausgeber: Arbeitskreis Meteore e. V. (AKM) Postfach 60 01 18, 14401 Potsdam

Redaktion: André Knöfel, Am Observatorium 2, 15848 Lindenberg

Meteorbeobachtung visuell: Jürgen Rendtel, Eschenweg 16, 14476 Marquardt

Video-Meteorbeobachtung: Sirko Molau, Abenstalstraße 13 b, 84072 Seysdorf

Beobachtungshinweise: Roland Winkler, Merseburger Straße 6, 04435 Schkeuditz

Feuerkugeln: Thomas Grau, Puschkinstr. 20, 16321 Bernau

Halo-Teil: Wolfgang Hinz, Bräuhausgasse 12, 83098 Brannenburg

Meteor-Fotonetz: Jörg Strunk, Kneippstr. 14, 32049 Herford

EN-Kameranetz und Meteorite: Dieter Heinlein, Lilienstraße 3, 86156 Augsburg

Polarlichter: Ulrich Rieth, Rumpffsweg 37, 20537 Hamburg

Bezugspreis: Für Mitglieder des AKM ist 2008 der Bezug von *METEOROS* im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Für den Jahrgang 2008 inkl. Versand für Nichtmitglieder des AKM 25,00 €. Überweisungen bitte mit der Angabe von Name und „Meteoros-Abo“ an das Konto 2913417200 von Ina Rendtel bei der SEB Potsdam, BLZ 160 101 11.

Anfragen zum Bezug an AKM, Postfach 60 01 18, 14401 Potsdam oder per E-Mail an: Ina.Rendtel@meteoros.de