

# MMETEOROS

ISSN 1435-0424

Jahrgang 23

Nr. 2 / 2020



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

<b>Aus dem Inhalt:</b>	<b>Seite</b>
Visuelle Meteorbeobachtungen im Dezember 2019 .....	22
Geminiden im Mondschein .....	24
Hinweise für den visuellen Meteorbeobachter im März 2020.....	26
Einsatzzeiten der Kameras im IMO Video Meteor Network – Oktober 2018 .....	26
Einsatzzeiten der Kameras im IMO Video Meteor Network – November 2018.....	33
Meteoritenortungsnetz: Ergebnisse 2019 .....	38
Die Halos im November 2019 .....	44
Intensives Purpurlicht durch Polare Stratosphärenwolken .....	48
Pollen- und Sporenkoronen durch künstliche Lichtquellen.....	52
Beobachtungsvorschlag: Regulus in der Morgendämmerung am 3. Oktober 2020 .....	62
40 Jahre Arbeitskreis Meteore - Meine ersten Meteorbeobachtungen .....	64
40 Jahre Arbeitskreis Meteore - Von Perseiden-Aktionen bis zu Beobachter-Treffen .....	67
Summary.....	71
Titelbild, Impressum.....	72

## Visuelle Meteorbeobachtungen im Dezember 2019

Jürgen Rendtel, Eschenweg 16, 14476 Potsdam  
Juergen.Rendtel@meteoros.de

Der Monat mit **dem Meteorstrom** des Jahres! Wenn um das Maximum der Geminiden das Wetter günstig ist und darüber hinaus der Mond nicht stört, kann man das sofort an der auffallenden Monatsbilanz ablesen. 2019 fiel das Vollmond-Datum jedoch fast mit dem Geminiden-Peak zusammen. Normalerweise ist damit der Elan zum Beobachten sehr gedämpft. Doch warum nicht aus dieser Kombination etwas herausholen? Schließlich hatte Janko Richter auf der IMC im Oktober in seiner Studie zum Populationsindex  $r$  gerade auf Leoniden-Daten zurückgegriffen, die unter verschiedenen Bedingungen gewonnen wurden. Und auch die Bestimmung von  $r$  aus Videodaten beruht auf Daten von Kameras mit verschiedener Reichweite. Daher der Aufruf an die visuellen Beobachter im AKM und weltweit, die Geminiden gerade unter diesen Bedingungen zu verfolgen. Das Wetter war an zahlreichen Orten gut geeignet – die Analyse wird noch etwas Zeit erfordern. Die später aktiven Ursiden waren zwar nicht durch Mondlicht beeinträchtigt, litten jedoch unter sehr ungünstigen Wetter-Bedingungen. Ganz am Ende des Monats konnten dann die ersten Quadrantiden vor dem Maximum am 4. Januar 2020 registriert werden.

Dt	T <sub>A</sub>	T <sub>E</sub>	$\lambda_{\odot}$	T <sub>eff</sub>	m <sub>gr</sub>	$\sum$ n	Ströme/sporadische Meteore							SPO	Beob.	Ort	Meth./ Int.
							GEM	NOO	NTA	HYD	MON	DLM	DPC				
Dezember 2019																	
01	0245	0445	248.37	2.00	6.67	54		7	6	5	–	4L	–	32	RENIN	HE	C, 2 <sup>(1)</sup>
02	2105	0005	250.18	3.00	6.70	80	7	11	11	3	–		5	43	RENIN	Tö	C, 3
03	0000	0300	250.30	3.00	6.35	60	6	5	11	5	4	2	1	26	RENJU	Mq	C, 3
05	0000	0300	252.33	3.00	6.35	71	13	1	12	11	6	5	1	22	RENJU	Mq	C, 3
05	0135	0435	252.40	3.00	6.65	95	14	9	10	8	6	7	5	36	RENIN	Tö	C, 3
06	0035	0335	253.37	3.00	6.25	70	12	2	11	9	2	5	1	28	RENJU	Mq	C, 3
							GEM	URS	ANT	HYD	MON	DLM	COM	SPO			
09	0305	0520	256.50	2.25	6.30	54	9		6	7	3	5		24	RENJU	Mq	C, 2
10	0345	0515	257.53	1.50	6.25	55	14		4	5	7	3		22	RENIN	Tö	C, 2 <sup>(2)</sup>
10	0350	0540	257.54	1.83	6.22	44	9		5	4	2	3		21	RENJU	Mq	C, 2 <sup>(3)</sup>
12	0515						V o l l m o n d										
13	0155	0525	260.55	3.50	5.77	112	53		8	9	3	6	–	33	RENJU	Mq	C, 14
13	0215	0415	260.53	2.00	5.58	56	27		3	4	2	3	–	17	RENIN	Tö	C, 4
14	2215	2315	262.37	1.00	5.28	33	33		–	–	–	–	–	0	MORSA	Ra	C, 4
14	2215	2315	262.37	1.00	5.36	37	32		–	–	–	–	–	5	WACFR	Ra	C, 4
14	2332	0117	262.44	1.73	5.22	51	47		–	–	–	–	–	4	SPEUL	Sa	C, 7
15	0005	0205	262.47	2.00	5.68	129	84		6	6	2	6	–	25	RENIN	Tö	C, 8
15	0155	0220	262.51	0.42	4.40	6	6		–	–	–	–	–	0	SCHKA	BT	C, 2 <sup>(4)</sup>
18	1700	2000	266.26	3.00	6.64	58	8	8	10		/	/	/	32	RENIN	Tö	C, 3
18	2112	2315	266.42	2.05	6.24	30	5	4	6		0	2	–	13	RENJU	Mq	C, 2
19	2130	2230	267.43	1.00	6.32	16	2	3	2		1	1	1	6	WINRO	NR	C
20	0235	0435	267.66	2.00	6.51	43	4	9	6		–	4	3	17	RENIN	Tö	C, 2
21	1925	0125	269.48	6.00	6.79	136		32	29			9	–	66	RENIN	Wa	C, 6
21	1925	0125	269.48	6.00	6.35	116		26	32			7	–	51	RENJU	Wa	C, 6
24	0300	0445	271.75	1.65	6.29	36		10	7			5		14	RENJU	Mq	C, 2 <sup>(5)</sup>
							QUA		ANT			DLM		SPO			
29	0015	0115	276.71	1.00	6.60	21	5		3			2		11	RENIN	Tö	C
29	0205	0435	276.82	2.50	6.24	41	7		8			6		20	RENJU	Mq	C, 2
30	2110	0010	278.66	3.00	6.34	46	8		11			4		23	RENJU	Tö	C, 3
30	2125	0010	278.67	2.75	6.67	53	10		11			5		27	RENIN	Tö	C, 3
30	2137	2248	278.65	1.18	6.06	15	3		3			3		6	MORSA	Ra	C
30	2200	0000	278.68	2.00	6.22	28	6		4			3		15	WINRO	Mb	C, 2

<sup>(1)</sup> in der Spalte DLM Eintrag L = Leoniden

<sup>(2)</sup> LM in den beiden 0,75h-Intervallen sehr verschieden: 5.85 (Mond) bzw. 6.65

<sup>(3)</sup> LM erste 50 min 6.10 (Mond), letzte Stunde 6.30

<sup>(4)</sup>  $c_F = 1.50$

<sup>(5)</sup>  $c_F = 1.07$

**Erklärungen** zu den Daten in der Übersichtstabelle sind in Meteoros Nr. 1/2020, Seite 3 zu finden.

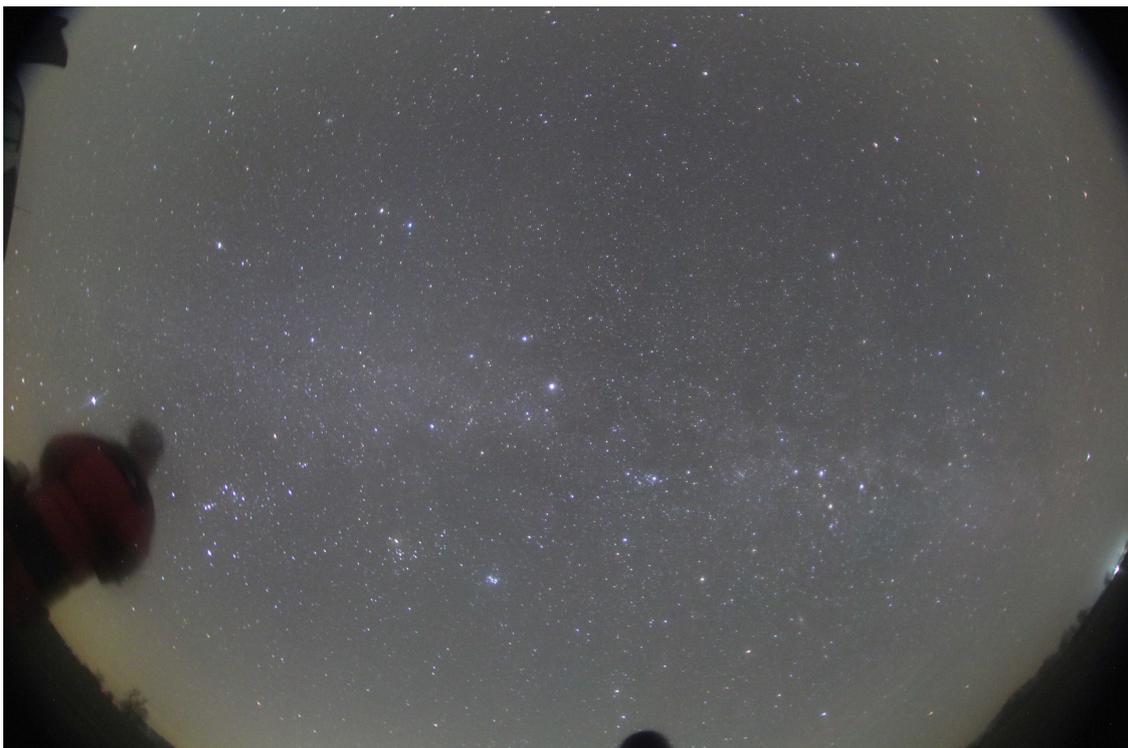
Sieben Beobachter des AKM übermittelten ihre Reports visueller Beobachtungen aus 14 Nächten im Dezember an die IMO. Im Verlauf der 29 Beobachtungs-Sitzungen mit insgesamt 68,26 Stunden wurden Daten von 1646 Meteoren notiert.

Beobachter im Dezember 2019		$T_{\text{eff}}$ [h]	Nächte	Meteore
MORSA	Sabine Wächter, Radebeul	2.18	2	48
RENIN	Ina Rendtel, Potsdam	28.25	11	780
RENJU	Jürgen Rendtel, Potsdam	31.78	11	680
SCHKA	Kai Schultze, Berlin	0.42	1	6
SPEUL	Ulrich Sperberg, Salzwedel	1.73	1	51
WACFR	Frank Wächter, Radebeul	1.00	1	37
WINRO	Roland Winkler, Werder (Havel)	3.00	2	44

Berücksichtigte Ströme:		
246 AMO	$\alpha$ -Monocerotiden	15.11.–25.11.
020 COM	Comae Bereniciden	12.12.–23.12.
032 DLM	Dez. Leo. Minoriden	5.12.– 4. 2.
252 DPC	Dez. $\varphi$ -Cassiopeiden	30.11.– 7.12.
	(ehem. Andromediden; vgl. 2018)	
004 GEM	Geminiden	7.12.–17.12.
019 MON	Monocerotiden	27.11.–17.12.
017 NTA	Nördliche Tauriden	20.10.–10.12.
250 NOO	Nov.-Orioniden	13.11.– 6.12.
010 QUA	Quadrantiden	28.12.–10. 1.
015 URS	Ursiden	17.12.–26.12.
SPO	Sporadisch	

Beobachtungsorte:	
BT	Berlin-Tempelhof (52°27'26"N; 13°22'30"E)
HE	Hohenstein-Ernstthal, Sa. (12°42'E; 50°48'N)
Mb	Markkleeberg, Sachsen (51°17'N; 12°22'E)
NR	Neuhaus am Rennweg, Thür. (50°30'N; 11°7'E)
Ra	Radebeul, Sachsen (13°36'33"E; 51°7'7"N)
Sa	Salzwedel, Sachsen-Anh. (52°50'N; 11°11'E)
Tö	Töplitz, Brandenbg. (52°26'51"N; 12°55'15"E)
Wa	Wachow, Brandenbg. (52°30'1"N; 12°45'56"E)

Zum Abschluss noch eine Impression von der langen Dezember-Beobachtung (siehe Tabelle, am 21.12.) von Wachow – gewissermaßen zwischen dem Uralt-Beobachtungsort Schmergow und der Multi-Kamerastation Ketzür. Die Nacht war sehr ruhig und klar, aber auch feucht, sodass es einen stetigem Kampf mit dem Beschlagen des Objektivs gab. Man beachte auch, wie schön hell Beteigeuze da noch war.



## Geminiden im Mondschein

Jürgen Rendtel, Eschenweg 16, 14476 Potsdam  
Juergen.Rendtel@meteoros.de

### Warum die Netzhaut quälen?

Helles Mondlicht und visuelle Meteorbeobachtungen vertragen sich nicht. Schließlich wird die Grenzgröße merklich reduziert und der Spaß ebenfalls. Bei hoher Rate und Aussicht auf einen nennenswerten Anteil heller Meteore ist vielleicht doch etwas zu machen – jedenfalls wenn der Himmel transparent ist und man das Mondlicht abschirmen kann. Ich erinnere mich an eine Geminiden-Beobachtung im Jahre 1981, bei der der Mond unweit des Radianten stand und trotz  $-12^{\circ}\text{C}$  die Aktion mit 111 GEM (und 5 SPO) als positives Erlebnis im Gedächtnis ist.

Ein anderer Anreiz für das Projekt, die Geminiden 2019 um ihr Maximum zu verfolgen, kommt aus zahlreichen früheren Analysen von Beobachtungsdaten. Wiederholt ist dabei aufgefallen, dass “Mond-ZHR” *geringer* sind als die ZHR bei dunklem Himmel. Es wird also durch den Faktor nicht “überkorrigiert”, sondern eher das Gegenteil ist der Fall. Es scheint gerade so, als würde die Korrektur mit  $r^{6.5-LM}$  bei “Verlust” schwacher Meteore durch größere Hintergrund-Helligkeit (Streulicht) nicht gleichwertig zu funktionieren wie beim Verlust durch unterschiedliche Durchsicht aber dunklem Himmel.

Drittens spielt auch die seit einigen Jahren beobachtete generelle Zunahme der Geminiden-ZHR als Motivation eine Rolle (und sollte eine gute Stichprobe für Analysen sichern).

### Das Projekt GEM 2019

Das Projekt “Geminiden im Mondlicht” hatte also drei zentrale Fragestellungen:

- Wie verändert sich die Reichweite, wenn nicht die Transparenz sondern die Hintergrundhelligkeit zum limitierenden Faktor wird?
- Lässt sich der Populationsindex  $r$  aus Helligkeits-Verteilungen ableiten, die bei sehr unterschiedlicher Grenzgröße erhalten wurden – vielleicht analog zur Methode, die bei Videodaten angewandt wird? Passen die Ergebnisse zu der Studie von Janko Richter über Helligkeitsverteilungen und den Populationsindex?
- Wie hoch ist das ZHR-Niveau 2019? Setzt sich der Anstieg fort oder bleibt es bei den Werten der letzten Jahre?

### Erste Ergebnisse

Die Daten die über die IMO-Webseite eingegeben wurden, ergeben trotz des Mondlicht-Einflusses ein erstaunlich glattes ZHR-Profil um den Peak. Das sind die beiden Nächte 13./14. und 14./15. Dezember. Für das Profil in Abbildung 1 wurden die Parameter so gesetzt:

Populationsindex $r$	2.20
Minimale Intervall-Länge	30 min
Mindest-Anzahl GEM für eine THR	100
Minimale Grenzgröße	4.00

In den gezeigten 13 ZHR-Punkten sind Daten von 1260 Geminiden enthalten. Die Wahl der Parameter ist angesichts der doch recht großen Datenmenge nicht sehr kritisch. Trotz Mondlicht bekommt man bei strengerer LM-Forderung, etwa  $4^m5$ , praktisch dasselbe Ergebnis. Rechnerisch ist auch eine höhere zeitliche Auflösung möglich, doch führt das sofort zu auffälliger Streuung. Unter Annahme von  $r = 2,20$  liegt die maximale ZHR bei knapp 140. Das ist etwas unter den Werten der letzten Jahre – und möglicherweise einer der zu untersuchenden Effekte. Die ZHR ist natürlich bei  $r = 2,0$  (was z.B. 2018 abschnittsweise gefunden wurde) tiefer.

### Geminids 2019 ZHR Graph – Peak

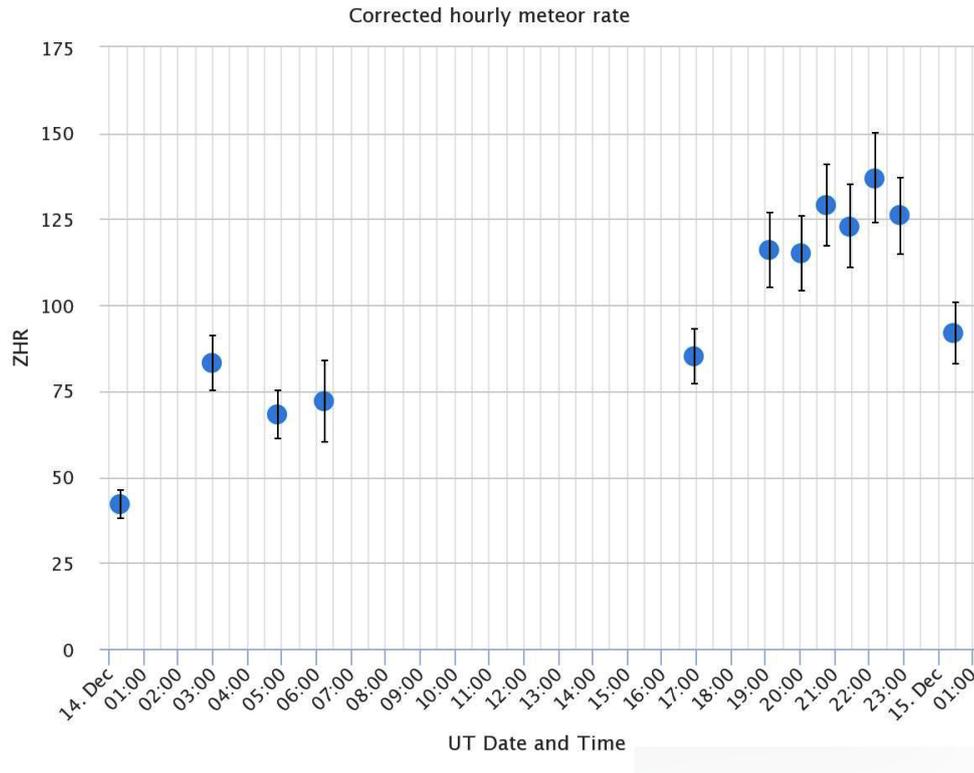


Abbildung 1: Geminiden-ZHR um das Maximum 2019 aus Daten in der IMO-Datenbank visueller Meteore. Parameter siehe Text.

Insgesamt lieferten 29 Beobachter Daten zu den Geminiden im Dezember 2019. Die geografische Verteilung ist – bis auf die “übliche” Pazifik-Lücke – recht gut.

Als Vergleich fügen wir die Video-Flussdichte (aus der temporären Datenbank) von <https://meteorflux.org> als Abbildung 2 sowie die Radio-ZHR (forward scatter) von Hirofumi Sugimoto (siehe <http://www5f.biglobe.ne.jp/~hro/Flash/2019/GEM/index.html>) als Abbildung 3 an.

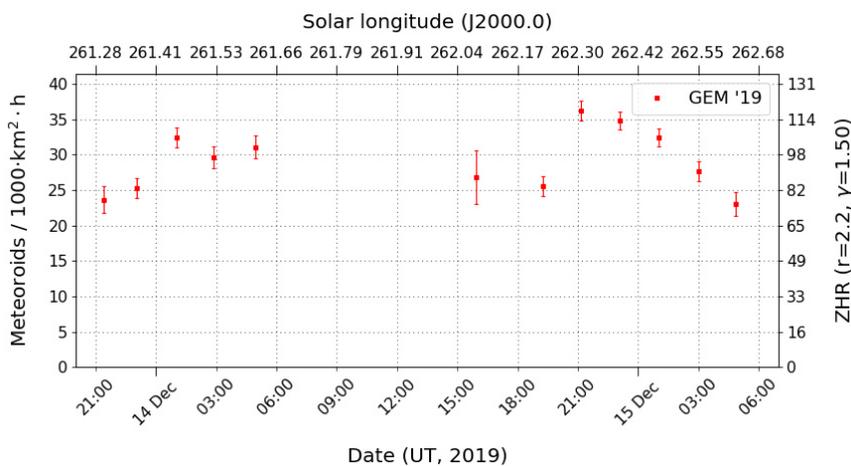


Abbildung 2: Flussdichte der Geminiden um das Maximum 2019 aus den vorläufigen Video-Daten in des IMO Video Meteor Networks.

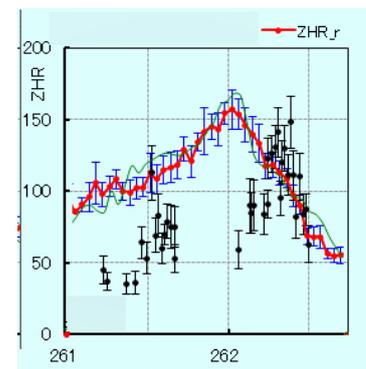


Abbildung 3: Radio-ZHR aus forward scatter Daten (bearbeitet von Hirofumi Sugimoto).

## Hinweise für den visuellen Meteorbeobachter im März 2020

von Roland Winkler, Brünhildestr. 74, 14542 Werder (Havel)

Auch im März bleibt die Antihelion Quelle (ANT) mit geringen Raten von ca. 2 bis 3 Meteoren je Stunde der einzige aktive Strom. Der Radiantschwerpunkt verlagert sich in das Sternbild Jungfrau. Videodaten deuten an, dass die ANT um den 17.3. (Sonnenlänge  $355^\circ$ ) eine leichte Zunahme der Aktivität zeigen. Für Beobachtungen sollte bevorzugt die zweite Monatshälfte gewählt werden obwohl wie im Februar ein kurzer Zeitraum zu Monatsbeginn auch genutzt werden kann.

## Einsatzzeiten der Kameras im IMO Video Meteor Network – Oktober 2018

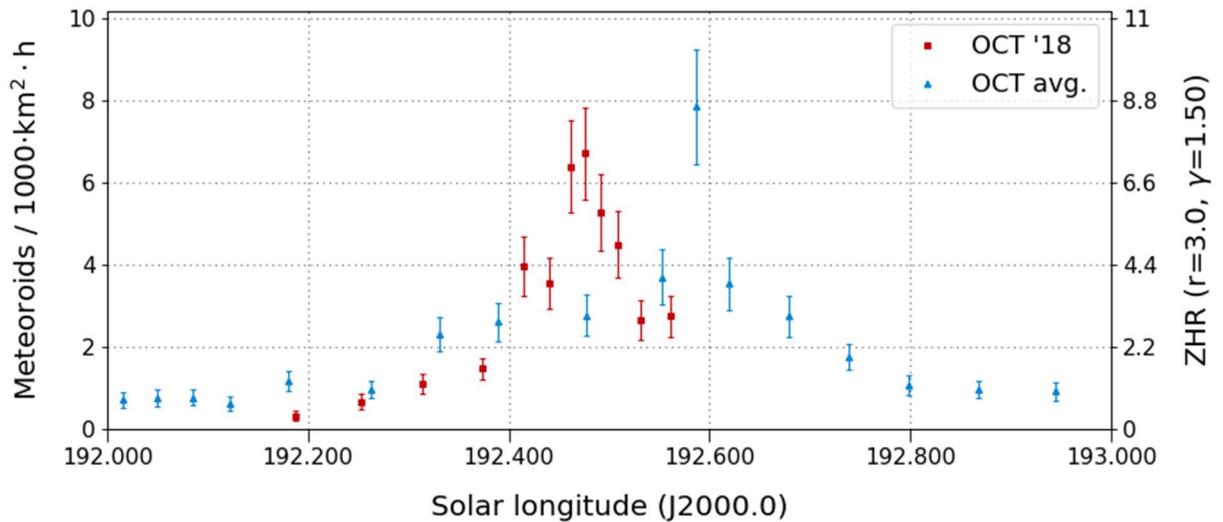
von Sirko Molau, Abenstalstr. 13b, 84072 Seysdorf

Das perfekte Beobachtungswetter der vergangenen Monate setzte sich bis Mitte Oktober fort. Am 4./5. Oktober waren nochmal 78 von 82 Videokameras im Einsatz und insgesamt kamen 65 Kameras auf zwanzig und mehr Beobachtungsnächte. Erst in der dritten Dekade verschlechterten sich die Bedingungen merklich und an einigen Beobachtungsorten gab es wetterbedingte Unterbrechungen von über einer Woche.

In Summe kamen über 13.700 Beobachtungsstunden zusammen – das ist das beste Oktoberergebnis und die vierbeste Monatsausbeute in der Geschichte des IMO-Netzwerks insgesamt. Auch die Zahl der aufgezeichneten Meteore erreichte mit knapp 75.000 ein Allzeithoch für diesen Monat, was wir unter anderem den Draconiden zu verdanken haben, auf die wir gleich noch genauer eingehen. Zunächst wollen wir jedoch Stefano Missiaggia begrüßen, der seit Oktober das Kameranetz verstärkt. Er betreibt im norditalienischen Nove eine Mintron-Kamera namens TOALDO mit einem 4,5 mm f/1,2 Objektiv.

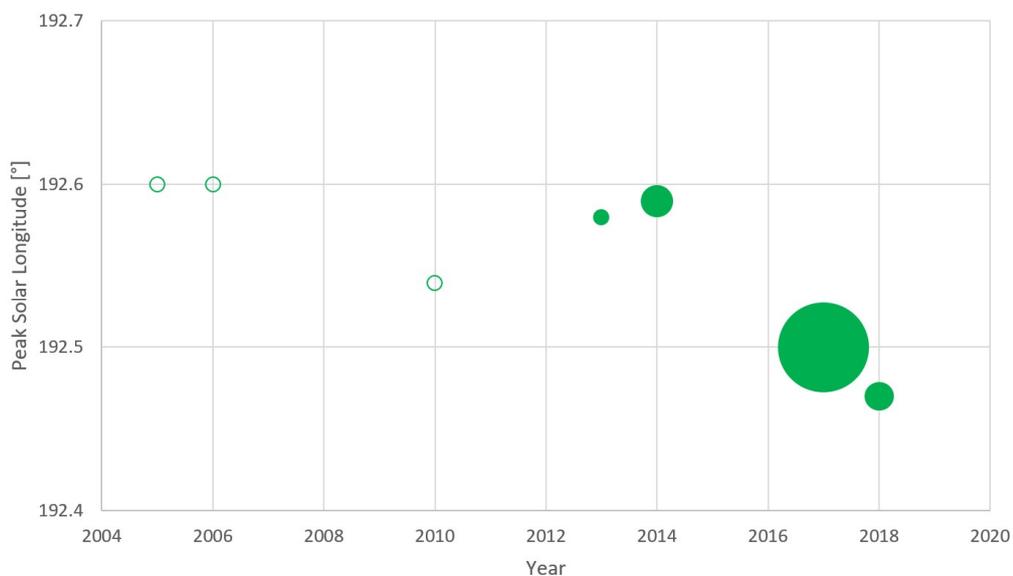
In der zeitlichen Abfolge standen zunächst die Oktober-Camelopardaliden auf dem Programm. Dieser Strom hat eine sehr geringe Halbwertsbreite und ist daher im IMO-Netzwerk nur in Jahren nachweisbar, in denen sein Maximum in die europäischen Nachtstunden fällt. Aus den Daten 2011-2016 hatten wir zuletzt das Maximum bei  $192,59^\circ$  Sonnenlänge mit einer Aktivität von etwa 7 Meteoroiden pro 1.000 km<sup>2</sup> und Stunde ermittelt. Im Jahr 2017 trat der Peak etwas früher auf ( $192,50^\circ$  Sonnenlänge) und war mit einer Flussdichte von über 25 deutlich kräftiger als zuvor. 2018 wurde das Maximum damit am 6. Oktober zwischen 2 und 4 Uhr UT erwartet. Die schmale abnehmende Mondsichel störte kaum und auch das Wetter war den Beobachtern in Mitteleuropa wohlgesonnen – perfekte Bedingungen, um den Strom umfassend zu erforschen.

Tatsächlich konnten die Kameras des IMO-Netzwerks in der Nacht vom 5. zum 6. Oktober nahezu 350 Oktober-Camelopardaliden aufzeichnen – weit mehr als in den Jahren zuvor. Abbildung 1 zeigt ein „lehrbuchreifes“ Aktivitätsprofil mit der höchsten Rate am 6. Oktober um 1 Uhr UT ( $192,47^\circ$  Sonnenlänge), also drei Stunden früher als im langjährigen Mittel. Die Flussdichte betrug bis zu 7 Meteoroiden pro 1.000 km<sup>2</sup> und Stunde und entsprach damit dem langjährigen Durchschnitt. Die Halbwertsbreite betrug nur  $0,07^\circ$  Sonnenlänge bzw. 2 Stunden. Damit war das Maximum kürzer als im langjährigen Mittel, aber länger als im Vorjahr. Der Populationsindex der Camelopardaliden war mit  $r=1.95$  deutlich geringer als der sporadische  $r$ -Wert ( $r=2.7$ ) – der Strom zeigte also viele helle Meteore.



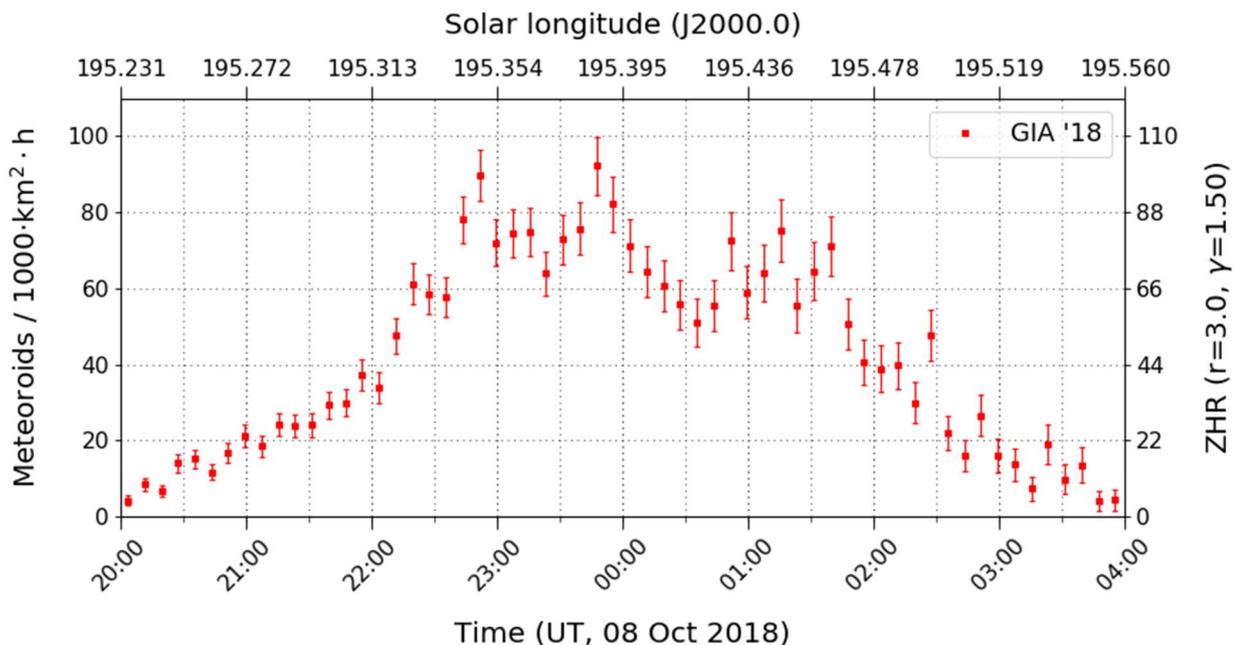
**Abbildung 1:** Vergleich der Flussdichte der Oktober Camelopardaliden 2018 (rot) mit der mittleren Flussdichte in den Jahren 2011-2016 (blau), abgeleitet aus Beobachtungen des IMO Netzwerks.

Nachdem der Maximumszeitpunkt zu variieren scheint, haben wir die einzelnen Maxima seit der Entdeckung des Stroms 2005 noch einmal genauer unter die Lupe genommen. In Abbildung 2 ist der Zeitpunkt des Maximums gegen das Jahr aufgetragen. Die Größe der Blase spiegelt die Stärke des Peaks wider, wobei erst ab 2011 Flussdichtedaten vorliegen. Davor konnte lediglich der Zeitpunkt des Maximums geschätzt werden (basierend auf der Anzahl der Strommeteore ohne Korrekturen für die Grenzgröße und die effektive Beobachtungszeit). Fakt ist, dass der Maximumszeitpunkt zwischen 2005 und 2014 fast durchgängig bei 192,60° Sonnenlänge lag. Lediglich 2017 und 2018 erschien der Strom deutlich früher. Es bleibt abzuwarten, ob sich dieser Trend fortsetzt und die Evolution des Meteorstroms widerspiegelt.



**Abbildung 2:** Zeitpunkt (Y-Achse) und Stärke (Kreisdurchmesser) der Oktober Camelopardaliden in den Jahren 2005 bis 2018. Ist kein Datenpunkt dargestellt, lag das Maximum nicht in den europäischen Nachtstunden oder der Datensatz war zu klein. Bei Ringen liegt keine Flussdichtemessung sondern lediglich der Maximumszeitpunkt vor.

Nur drei Nächste später waren ebenfalls in Europa die Draconiden zu beobachten, über die bereits an anderer Stelle (z.B. im VdS-Journal Nr. 71) berichtet wurde. Prognosen verschiedener Autoren (Mikiya Sato, Jeremie Vaubaillon, Sergej Maslov) hatten am 8./9. Oktober etwa um Mitternacht eine erhöhte Aktivität mit Zenitraten von bis zu 50 Meteoroiden pro Stunde durch einen Dust Trail aus dem Jahr 1953 vorhergesagt. Tatsächlich konnte sowohl visuell als auch mit unseren Videokameras ein veritabler Outburst nachgewiesen werden. Wir zeichneten in dieser Nacht über 4.000 Strommeteore auf. Dank der hohen Meteorozahl konnte ein hochaufgelöstes Aktivitätsprofil erstellt werden, das eine komplexe Struktur zeigt (Abbildung 3).



**Abbildung 3:** Hochaufgelöstes Flussdichteprofil der Draconiden am 8./9. Oktober 2018, abgeleitet aus Beobachtungen des IMO Netzwerks.

Das erste Maximum wurde um 22:50 UT (195,35° Sonnenlänge) mit einer Flussdichte von 90 Meteoroiden pro 1.000 km<sup>2</sup> und Stunde beobachtet, gerechnet mit einem Populationsindex von  $r=3,0$ . Ein weiteres Maximum derselben Stärke trat eine Stunde später um 23:50 UT auf (195,39° Sonnenlänge). Danach schien die Rate abzufallen – der Trend kehrte sich jedoch gegen 00:35 UT um und gegen 01:15 UT (195,45° Sonnenlänge) wurde ein Nachmaximum beobachtet. Die Werte schwanken hier sehr stark, so dass man je nach gewählter Auflösung sogar zwei Nachmaxima erkennen kann.

Die maximale ZHR der Draconiden betrug in den Videodaten etwa 100, also ein Vielfaches der Prognosen. Der Populationsindex (Abbildung 4) schwankt um Werte von  $r=3,0$  und war damit größer als der sporadische Populationsindex ( $r=2,7$ ).

Visuelle Beobachtungen der IMO ergaben bei einem Populationsindex von  $r=3,0$  ein Maximum von ZHR=160 bei 22:45 UT sowie einen weiteren Ausreißer um Mitternacht, was gut zu unseren Videodaten passt. Das Nachmaximum ist in den visuellen Daten nicht zu sehen.

Abbildung 5 gibt einen Eindruck vom Ausbruch, indem die Daten der Kameras REMO1 bis REMO4 in Ketzür zu einem Panorama zusammengefasst wurden. Der Eindruck, dass in der Bildmitte weniger Draconiden erschienen, ist eine Täuschung. Dort überlagern sich Bereiche, die von einer Kamera in den Abendstunden und von der anderen in den Morgenstunden beobachtet wurde, als weniger Strommeteore auftraten als zu Mitternacht.

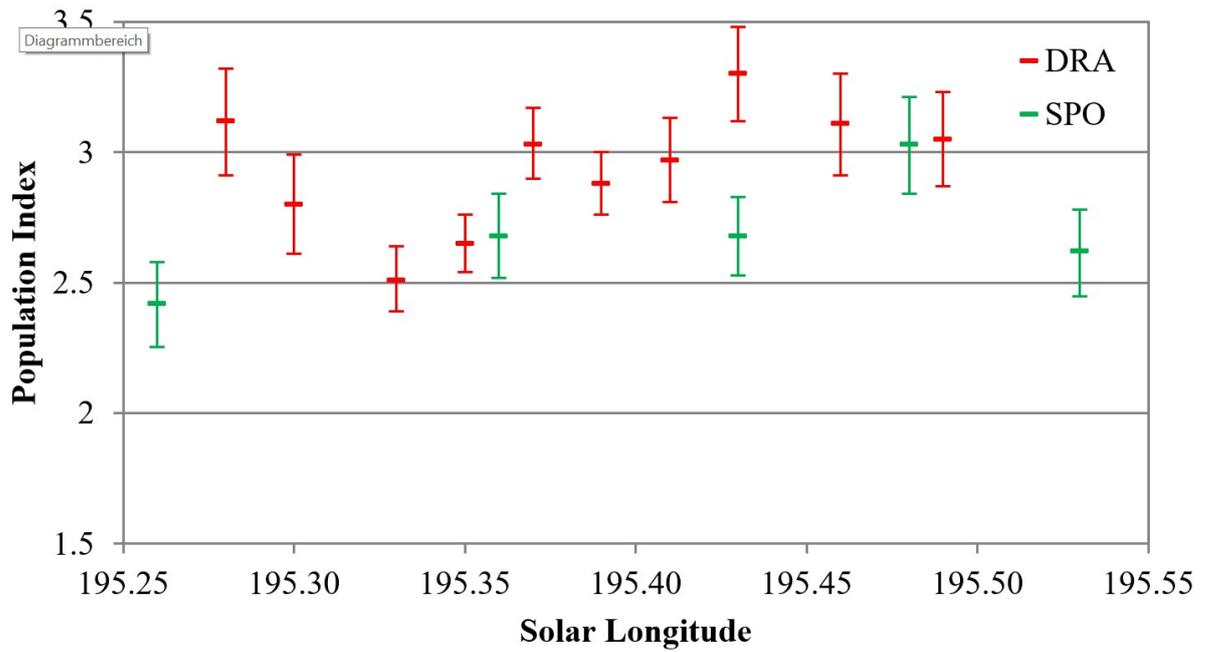


Abbildung 4: Populationsindex der Draconiden (rot) und der sporadischen Meteore (grün) am 8./9. Oktober 2018.

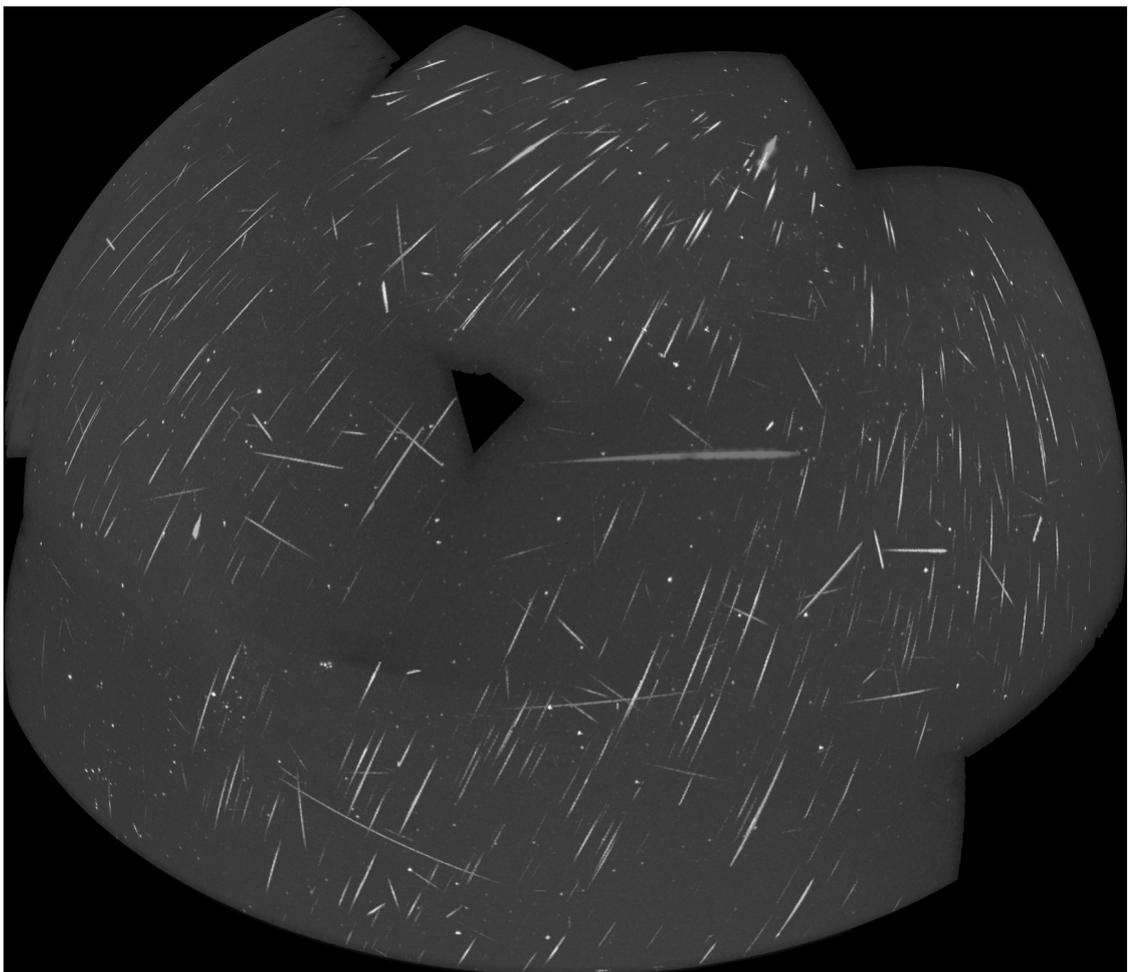
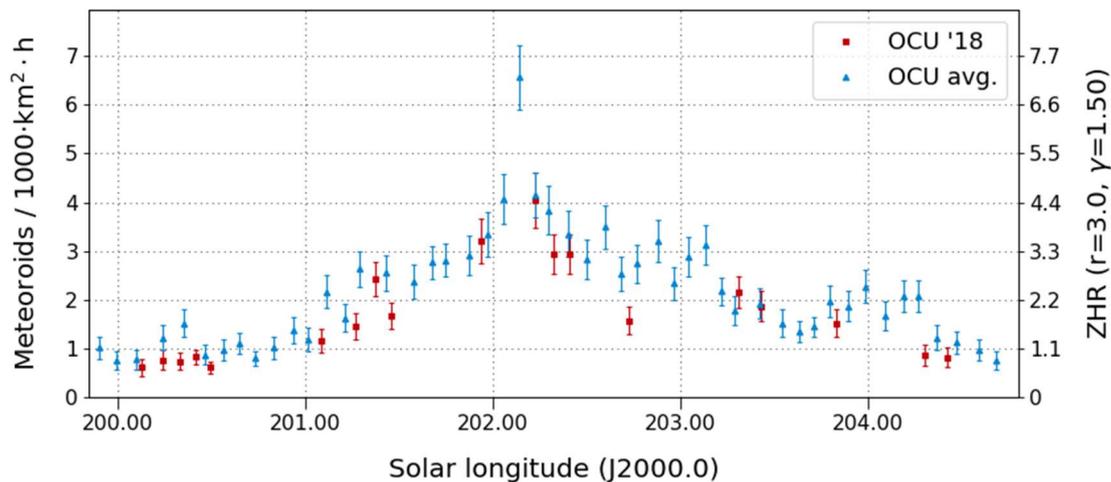


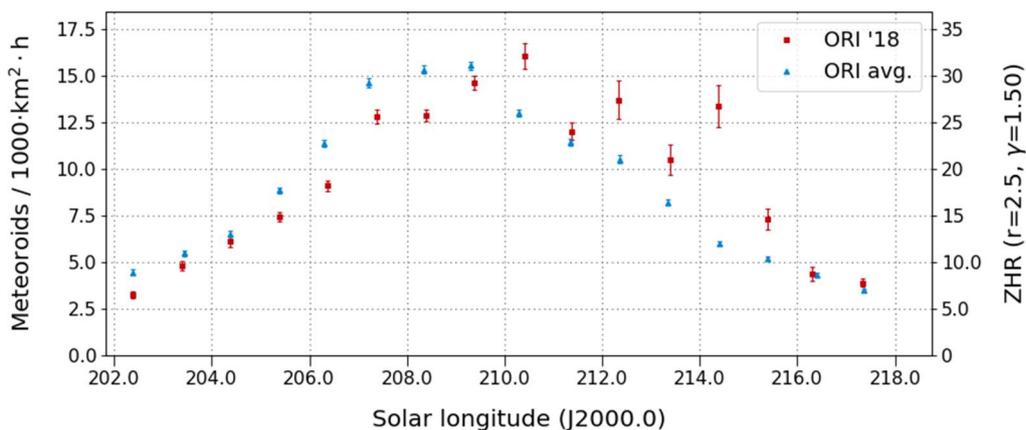
Abbildung 5: Panoramabild der Draconiden aus den Aufnahmen der Kameras REMO1 bis REMO4 in Ketzür am 8./9. Oktober 2018.

Die weiteren Meteorströme im Oktober sind schnell zusammengefasst. Das 2018er Aktivitätsprofil der Oktober Ursae Majoriden passt sehr gut zum Durchschnitt der Jahre 2011 bis 2017 (Abbildung 6), wobei das scharfe Maximum bei  $201,1^\circ$  Sonnenlänge in diesem Jahr nicht beobachtet wurde. Die maximale Flussdichte lag erneut bei etwa 4 Meteoroiden pro 1.000 km<sup>2</sup> und Stunde und der Populationsindex war mit  $r=2,6$  um 0,2 kleiner als der sporadischer  $r$ -Wert.



**Abbildung 6:** Vergleich der Flussdichte der Oktober Ursae Majoriden 2018 (rot) mit der mittleren Flussdichte in den Jahren 2011-2017 (blau), abgeleitet aus Beobachtungen des IMO Netzwerks.

Auch das Aktivitätsprofil der Orioniden entsprach in Form und Stärke dem langjährigen Durchschnitt, das Maximum scheint sich lediglich ein wenig verspätet zu haben. Die große Streuung im absteigenden Aktivitätsast ist auf das schlechte Wetter und die damit verbundene geringere Meteorzahl zurückzuführen. Der Populationsindex der Orioniden war 2018 nur geringfügig kleiner als der  $r$ -Wert der sporadischen Meteore.



**Abbildung 7:** Vergleich der Flussdichte der Orioniden 2018 (rot) mit der mittleren Flussdichte in den Jahren 2012-2017 (blau), abgeleitet aus Beobachtungen des IMO Netzwerks.

1. Beobachterübersicht

Code	Name	Ort	Kamera	Feld [°]	St.LM [mag]	Eff.CA [km <sup>2</sup> ]	Nächte	Zeit [h]	Meteore
ARLRA	Arlt	Ludwigsfelde/DE	LUDWIG2 (0.8/8)	1483	6.2	3812	29	194.7	1751
BERER	Berkó	Ludanyhalaszi/HU	HULUD1 (0.8/3.8)	5524	4.8	3829	19	167.8	1021
BIATO	Bianchi	Mt. San Lorenzo/IT	OMSL1 (1.2/4)	6422	4.0	1699	24	144.3	658
BOMMA	Bombardini	Faenza/IT	MARIO (1.2/4.0)	5779	3.3	644	28	202.2	1053
BREMA	Breukers	Hengelo/NL	MBB3 (0.75/6)	2399	4.2	641	23	169.6	461
BRIBE	Klemt	Herne/DE	HERMINE (0.8/6)	2369	4.2	674	26	201.4	1112
		Berg. Gladbach/DE	KLEMOI (0.8/6)	2374	4.6	1123	26	213.5	1137
CARMA	Carli	Monte Baldo/IT	BMH2 (1.5/4.5)*	4243	3.0	371	28	166.1	1743
CASFL	Castellani	Monte Baldo/IT	BMH1 (0.8/6)	2402	5.0	1633	28	194.4	839
CINFR	Cinegrosso	Faenza/IT	JENNI (1.2/4)	5995	3.9	1240	29	214.3	1033
CRIST	Crivello	Valbrenna/IT	ARCI (0.8/3.8)	5566	4.6	2571	22	156.1	1030
			BILBO (0.8/3.8)	5441	4.2	1764	22	177.2	1409
			C3P8 (0.8/3.8)	5489	4.2	1603	22	165.9	902
			STG38 (0.8/3.8)	5574	4.4	1905	22	101.7	1247
ELTMA	Eltri	Venezia/IT	MET38 (0.8/3.8)	5607	4.3	2381	26	181.4	986
FORKE	Förster	Carlsfeld/DE	AKM3 (0.75/6)	2387	5.1	2145	18	151.8	1041
GONRU	Goncalves	Foz do Arelho/PT	FARELHO1 (0.75/4.5)	2260	3.0	206	16	99.2	119
		Tomar/PT	TEMPLARI (0.8/6)	2212	5.3	1873	27	236.7	1418
			TEMPLAR2 (0.8/6)	2341	5.0	1718	27	235.3	1184
			TEMPLAR3 (0.8/8)	1438	4.3	542	25	192.2	493
			TEMPLAR4 (0.8/3.8)	5180	3.0	497	27	233.9	1076
			TEMPLAR5 (0.75/6)	2309	5.0	2248	25	185.0	968
GOVMI	Govedic	Sredisce ob Dr./SI	ORION2 (0.8/8)	1471	5.5	2170	28	128.1	476
			ORION3 (0.95/5)	3152	4.9	2130	25	153.6	247
			ORION4 (0.95/5)	3818	4.3	1634	25	150.4	223
HERCA	Hergenrother	Tucson/US	SALSA3 (0.8/3.8)	2336	4.1	538	20	175.6	627
HINWO	Hinz	Schwarzenberg/DE	HINWO1 (0.75/6)	2375	5.1	1889	20	179.1	1068
IGAAN	Igaz	Budapest/HU	HUPOL (1.2/4)	2414	3.6	409	26	160.7	160
JONKA	Jonas	Budapest/HU	HUSOR (0.95/4)	3988	3.6	729	25	188.7	382
			HUSOR2 (0.95/3.5)	2468	3.9	716	25	194.0	397
KACJA	Kac	Kamnik/SI	CVETKA (0.8/3.8)	5334	4.3	2028	10	71.3	399
		Kamnik/SI	REZIKA (0.8/6)	2269	4.4	863	14	95.8	761
		Ljubljana/SI	SRAKA (0.8/6)*	2348	4.8	1595	21	113.5	465
		Kamnik/SI	STEFKA (0.8/3.8)	5458	3.6	911	10	74.3	264
KOSDE	Koschny	La Palma / ES	ICC9 (0.85/25)*	660	6.7	2835	28	185.1	2436
			LIC2 (3.2/50)*	1933	6.5	6554	28	132.8	1625
LOJTO	Łojek	Grabniak/PL	PAV57 (1.0/5)	728	6.2	2087	5	45.4	347
MACMA	Maciejewski	Chelm/PL	PAV35 (0.8/3.8)	5329	4.0	1530	25	163.2	708
			PAV36 (0.8/3.8)*	5484	4.0	1501	25	200.1	1051
			PAV43 (0.75/4.5)*	2251	4.7	1484	20	147.3	781
			PAV60 (0.75/4.5)	2302	5.1	1803	19	153.9	1160
MARRU	Marques	Lisbon/PT	RANI (1.4/4.5)	4395	4.0	1330	28	214.4	1050
MASMI	Maslov	Novosibirsk/RU	NOWATEC (0.8/3.8)	5559	3.6	827	11	63.1	439
MISST	Missiaggia	Nove/IT	TOALDO (1.2/4.5)	4329	4.6	2049	24	172.5	1511
MOLSI	Molau	Seysdorf/DE	AVIS2 (1.4/50)*	1204	6.9	5982	26	194.5	2463
			DIMCAM1 (0.8/8)	1553	6.8	10447	24	170.5	2467
			ESCIMO2 (0.85/25)	154	8.1	3828	25	199.7	574
		Ketzür/DE	REMO1 (0.8/8)	1467	6.5	5459	19	156.4	1751
			REMO2 (0.8/8)	1479	6.4	5037	19	168.1	1833
			REMO3 (0.8/8)	1422	6.4	4207	19	179.6	1495
			REMO4 (0.8/8)	1478	6.5	5355	19	178.1	2106
MORJO	Morvai	Fülöpszallas/HU	HUFUL (1.4/5)	3666	3.8	805	27	197.4	359
MOSFA	Moschini	Rovereto/IT	ROVER (1.4/4.5)	3868	4.2	1240	25	162.7	583
NAGHE	Nagy	Budapest/HU	HUKON (0.8/3.8)	5475	4.0	1583	30	193.2	899
		Zamardi/HU	HUZAM (0.8/6)	2359	4.7	1340	8	65.1	154
OCHPA	Ochner	Albiano/IT	ALBIANO (1.2/4.5)	3013	4.3	886	20	157.9	490
OTTMI	Otte	Pearl City/US	ORIE1 (1.4/5.7)	2317	3.8	373	15	61.5	160
PERZS	Perkó	Becsehely/HU	HUBEC (0.8/3.8)*	5557	2.9	470	23	149.7	562
ROTEC	Rothenberg	Berlin/DE	ARMEFA (0.8/6)	2359	4.5	907	24	198.6	688
SARAN	Saraiva	Carnaxide/PT	RO1 (0.75/6)	2354	4.0	536	24	176.3	435
			RO2 (0.75/6)	2365	4.1	635	28	220.3	738
			RO3 (0.8/12)	720	5.7	1126	28	215.9	931
			RO4 (1.0/8)	1568	4.2	546	28	216.4	296
			SOFIA (0.8/12)	726	4.8	516	30	222.6	578
SCALE	Scarpa	Alberoni/IT	LEO (1.2/4.5)*	4170	4.5	2044	29	180.3	349
SCHHA	Schremmer	Niederkrüchten/DE	DORAEMON (0.8/3.8)	5522	4.7	3184	26	158.2	625
SLAST	Slavec	Ljubljana/SI	KAYAK1 (1.8/28)	1074	5.7	2642	18	87.2	162
			KAYAK2 (0.8/12)	742	5.7	1052	18	116.3	154
STOEN	Stomeo	Scorze/IT	MIN38 (0.8/3.8)	5587	4.5	2362	28	196.7	1834
			NOA38 (0.8/3.8)	5612	4.2	1889	26	203.3	1607
			SCO38 (0.8/3.8)	5583	4.8	3304	26	194.3	1822
STRJO	Strunk	Herford/DE	MINCAM2 (0.8/6)	2355	5.6	3423	26	209.2	1934
			MINCAM3 (0.8/6)	2302	4.5	1150	26	202.2	917
			MINCAM4 (0.8/6)	2274	4.7	1001	26	202.7	587
			MINCAM5 (0.8/6)	1481	6.0	3200	26	208.3	1169
			MINCAM6 (0.8/6)	2396	5.3	2748	26	202.7	1018
TEPIS	Tepliezky	Agostyan/HU	HUAGO (0.75/4.5)	2428	4.6	1247	25	175.9	638
			HUMOB (0.8/6)	2388	4.6	1225	21	157.4	552
WEGWA	Wegrzyk	Nieznaszyn/PL	PAV78 (0.8/6)	2376	4.4	1264	21	138.6	483
YRJIL	Yrjölä	Kuusankoski/FI	FINEXCAM (0.8/6)	2315	5.5	2769	20	151.8	670
ZAKJU	Zakrajšek	Petkovec/SI	PETKA (0.8/8)	1431	5.6	1956	25	155.8	1060
			TACKA (0.8/12)	715	5.3	784	24	152.6	386
Summe							31	13725.6	74787

\* aktives Gesichtsfeld kleiner als Videoframe

## 2. Übersicht Einsatzzeiten (h)

Oktober	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
ARLRA	7.5	2.6	8.1	2.8	9.0	4.9	8.9	9.2	8.9	9.1	9.2	9.5	9.3	9.6	9.7
BRIBE	4.1	2.2	5.2	10.8	10.9	4.6	10.9	10.1	10.9	11.0	10.5	10.2	11.4	9.8	4.8
	3.2	0.6	8.3	10.7	10.9	5.6	10.8	10.9	10.7	11.1	10.4	10.5	11.0	9.7	8.6
FORKE	-	-	5.4	9.1	7.3	7.2	-	7.2	9.4	9.7	8.2	10.4	10.6	10.2	9.4
HINWO	-	1.0	5.9	10.5	10.7	7.9	-	11.1	11.0	11.2	11.2	11.3	11.4	11.5	8.1
KOSDE	6.5	7.5	5.2	4.9	10.2	-	2.6	4.2	1.3	10.3	10.5	10.5	10.6	10.6	10.6
	5.4	6.3	2.2	2.5	7.5	-	1.8	3.9	0.7	6.2	7.4	8.8	7.2	6.7	8.9
MOLSI	4.3	-	9.0	10.2	10.2	1.1	5.7	8.6	6.3	10.6	5.4	10.7	10.8	10.8	10.8
	2.5	-	7.4	10.6	9.7	-	5.6	6.7	5.9	10.9	5.9	11.1	11.1	-	11.2
	3.6	-	8.8	10.7	10.0	-	5.8	8.3	7.0	11.0	6.0	11.1	11.2	11.2	11.3
	9.5	3.3	7.3	2.7	9.7	7.6	9.8	9.8	9.9	9.9	10.0	10.1	3.3	10.2	9.4
	10.0	4.3	8.6	3.8	10.1	8.6	10.3	10.4	10.5	10.4	10.4	10.6	3.4	10.8	10.2
	10.3	5.0	9.6	4.2	10.9	9.3	11.0	11.1	11.1	11.2	11.1	11.3	3.8	11.4	10.7
	10.5	5.3	9.3	4.0	10.9	9.0	11.0	11.0	11.0	11.2	11.2	11.3	3.8	11.4	10.2
ROTEC	7.2	1.6	10.7	1.3	10.9	5.0	10.9	10.8	10.8	11.0	9.9	11.2	11.3	-	11.0
SCHHA	1.9	4.4	5.1	10.8	6.1	3.1	6.9	5.1	4.7	7.3	7.2	9.7	11.3	8.8	7.4
STRJO	6.4	3.9	5.3	9.0	10.9	7.0	11.0	10.9	11.2	11.2	8.9	11.3	11.3	11.4	8.9
	4.2	3.1	5.0	9.0	10.7	6.8	10.6	10.8	10.5	11.1	8.7	11.1	11.3	11.4	8.3
	6.1	4.4	4.4	9.3	10.9	7.1	10.9	11.1	10.8	11.2	9.1	11.3	11.4	11.5	8.7
	6.5	4.4	5.1	9.2	10.8	7.4	10.8	10.9	11.1	11.1	8.5	11.1	11.2	11.3	8.3
	5.8	3.9	4.9	9.1	10.6	5.6	11.0	10.9	10.6	11.1	8.4	11.2	11.3	11.4	7.7
Summe	278.0	484.2	575.9	706.2	561.1	387.3	460.5	649.6	699.2	598.7	577.4	757.2	667.4	548.7	468.9

Oktober	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ARLRA	9.5	-	9.8	4.7	9.4	9.7	0.2	2.4	0.8	1.0	3.6	-	0.7	6.7	9.5	9.5
BRIBE	8.2	1.3	10.3	11.5	6.4	9.1	-	-	-	6.1	6.3	-	-	4.1	3.1	8.2
	8.9	11.4	6.4	11.5	9.0	8.8	-	-	-	1.2	4.9	-	-	5.7	4.1	8.9
FORKE	10.5	-	-	-	11.3	2.1	-	-	-	-	-	-	-	6.9	9.4	10.5
HINWO	11.6	-	-	-	11.9	2.3	-	-	-	-	-	-	3.1	9.8	10.7	11.6
KOSDE	10.7	5.7	4.8	6.3	1.8	3.1	5.3	-	5.4	5.2	3.0	-	4.8	4.9	8.0	10.7
	7.5	3.0	3.8	5.4	0.9	2.8	4.2	-	5.5	4.0	0.8	0.3	-	4.4	7.7	7.5
MOLSI	11.0	11.0	7.4	2.3	11.2	1.0	-	-	2.2	3.3	-	-	8.3	8.6	2.8	11.0
	11.3	11.2	6.1	1.3	10.3	0.6	-	-	1.2	1.5	-	-	7.0	9.8	1.2	11.3
	11.4	11.5	7.5	2.6	11.6	1.3	-	-	2.8	2.6	-	-	8.7	9.9	2.6	11.4
	10.3	6.1	7.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.3
	10.8	6.7	8.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.8
	11.7	6.2	8.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.7
	11.7	5.9	9.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.7
ROTEC	11.4	2.0	9.4	5.9	8.8	10.1	0.3	-	-	-	-	-	-	5.5	10.5	11.4
SCHHA	6.6	0.2	4.8	11.8	4.9	6.5	-	-	-	5.6	4.5	-	-	5.7	2.0	6.6
STRJO	7.9	10.1	9.7	7.1	7.1	10.1	-	-	-	0.5	6.6	-	-	1.0	3.4	7.9
	8.2	10.4	9.4	7.1	7.1	9.9	-	-	-	0.5	5.0	-	-	1.1	3.2	8.2
	8.3	1.6	10.0	7.6	7.3	10.5	-	-	-	1.3	7.2	-	-	1.0	3.3	8.3
	8.3	10.4	10.0	7.3	7.1	10.0	-	-	-	1.7	3.6	-	-	1.0	3.5	8.3
	7.2	10.1	10.2	7.1	6.8	8.8	-	-	-	2.4	6.3	-	-	1.0	3.5	7.2
Summe	371.1	519.3	509.7	390.2	457.3	499.1	228.5	373.8	140.4	181.1	165.5	185.8	158.5	358.1	389.2	371.1

## 3. Ergebnisübersicht (Meteore)

Oktober	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
ARLRA	57	9	55	16	92	26	79	156	58	82	78	79	64	99	103
BRIBE	11	7	15	46	54	11	57	151	62	52	62	55	72	48	28
	11	2	25	51	54	17	47	130	58	52	41	46	56	27	36
FORKE	-	-	36	53	55	26	-	132	54	58	68	73	66	75	40
HINWO	-	5	24	52	44	16	-	157	37	60	52	77	66	90	38
KOSDE	66	78	36	43	119	-	22	74	18	134	142	132	148	138	151
	47	58	23	21	82	-	29	90	7	80	82	96	86	94	117
MOLSI	34	-	83	193	112	4	54	93	26	161	46	165	182	172	179
	15	-	77	178	111	-	48	68	20	182	61	195	222	-	213
	7	-	22	28	13	-	9	12	6	40	14	41	35	33	47
	93	23	50	14	138	65	97	242	59	104	121	133	24	145	83
	109	21	47	19	127	61	94	268	90	132	124	129	12	152	97
	85	30	54	13	105	47	74	221	73	107	98	128	25	108	73
	127	28	49	23	128	78	105	357	102	151	122	175	26	155	93
ROTEC	25	1	34	3	40	11	28	95	26	29	28	51	30	-	48
SCHHA	3	5	14	42	20	6	34	54	10	32	18	41	68	22	22
STRJO	33	17	16	95	99	24	101	253	86	90	94	100	109	120	69
	22	4	5	49	45	8	40	121	45	50	34	48	65	50	27
	11	9	8	23	32	9	33	104	15	36	28	30	29	40	15
	24	14	13	52	57	15	63	181	44	46	53	58	48	70	28
	18	9	13	51	47	4	47	74	42	59	55	57	59	73	35
Summe	1254	1888	2365	3442	2897	1362	2042	7301	2729	3187	2655	3826	3467	2867	2631

Oktober	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ARLRA	89	80	-	104	107	87	65	1	5	6	2	8	-	2	67	75
BRIBE	44	10	8	63	85	19	45	-	-	-	28	30	-	-	39	10
	48	22	67	49	83	68	54	-	-	-	7	18	-	-	47	21
FORKE	48	71	-	-	-	84	28	-	-	-	-	-	-	-	49	25
HINWO	50	67	-	-	-	96	29	-	-	-	-	-	-	16	63	29
KOSDE	166	156	74	107	153	17	42	86	-	78	75	10	-	38	46	87
	94	104	34	58	99	9	32	52	-	55	43	6	2	-	47	78
MOLSI	167	179	154	26	13	189	4	-	-	6	5	-	-	90	119	7
	171	190	130	18	12	257	4	-	-	5	9	-	-	138	141	2
	28	51	24	10	2	61	3	-	-	2	3	-	-	39	41	3
	95	108	96	61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	81	108	99	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	94	58	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	98	143	81	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ROTEC	44	35	10	25	46	22	6	1	-	-	-	-	-	-	22	28
SCHHA	12	8	1	10	83	19	19	-	-	-	18	23	-	-	33	8
STRJO	85	40	102	121	112	45	60	-	-	-	3	18	-	-	11	31
	46	11	47	58	50	25	35	-	-	-	1	13	-	-	10	8
	13	14	2	26	31	15	41	-	-	-	2	11	-	-	5	5
	57	10	71	80	82	25	54	-	-	-	4	2	-	-	5	13
	46	9	63	81	64	27	34	-	-	-	10	17	-	-	4	20
Summe	2272	2409	3230	3095	2934	3537	3533	1432	1585	609	585	641	746	840	2009	1417

## Einsatzzeiten der Kameras im IMO Video Meteor Network – November 2018

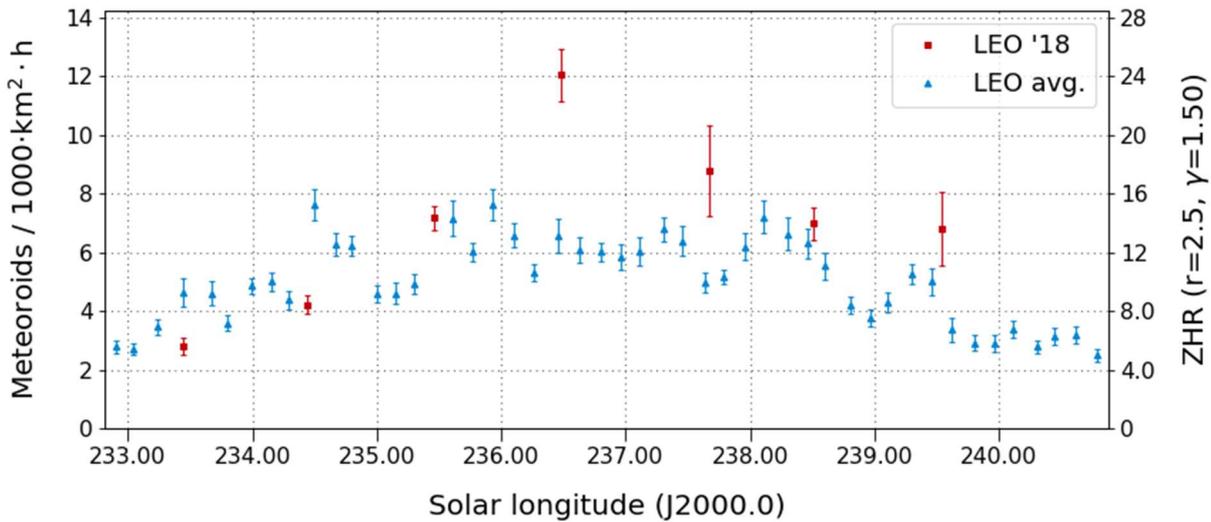
von Sirko Molau, Abenstalstr. 13b, 84072 Seysdorf

Im November war die Schönwetterperiode, die in Mitteleuropa einige Monate anhielt, nun endgültig vorbei. Die Beobachtungsstatistik zeigt große Lücken und vor allem in der zweiten Monathälfte mussten viele Beobachter längere Unterbrechungen in Kauf nehmen. Nur 37 der 83 im Einsatz befindlichen Kameras kamen auf zwanzig und mehr Beobachtungsnächte. Die effektive Beobachtungszeit sank auf knapp 9.300 Stunden – weniger als in den letzten drei Jahren. In dieser Zeit konnten wir über 41.000 Meteore aufzeichnen, was zumindest in derselben Größenordnung der beiden Vorjahre liegt. Das ergibt einen Schnitt von 4,4 Meteoren pro Stunde – mehr als im Vorjahr aber unter dem langjährigen Durchschnitt von 5,0.

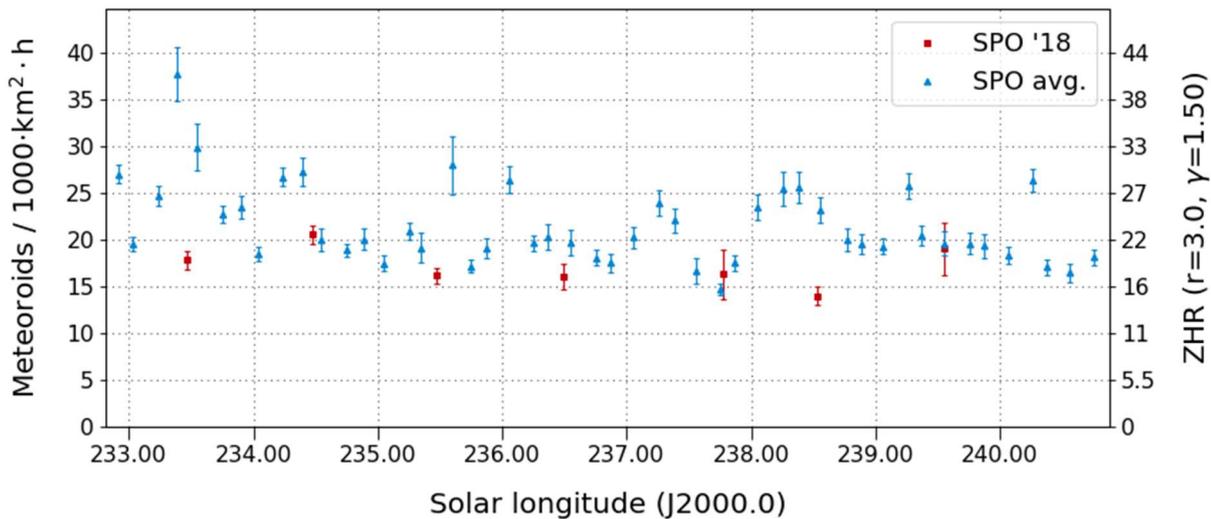
Fast zwanzig Jahre sind inzwischen seit den Outbursts der Leoniden zu Beginn des Jahrtausends vergangen. Das ist mehr als die Hälfte der Zeit bis zum nächsten Periheldurchgang des Kometen 55P/Tempel-Tuttle. Die Aktivität der Strom ist jedoch weithin nicht völlig versiegt – im Gegenteil: Wie Abbildung 1 zeigt, waren die Leoniden 2018 sogar aktiver als im Durchschnitt der Jahre seit 2011.

In der Nacht vom 18. zum 19. November erreichte die mittlere Flussdichte mit 12 Meteoroiden pro 1.000 km<sup>2</sup> und Stunde einen doppelten so hohen Wert wie im Mittel. Man muss mit den Daten zwar etwas vorsichtig sein, da in der besagten Nacht nur 150h effektiver Beobachtungszeit gesammelt werden konnten. Schaut man jedoch auf die sporadischen Meteore (Abbildung 2), dann ist hier keine Auffälligkeit zu erkennen – die Rate liegt 2018 sogar geringfügig unter dem langjährigen Mittel. Die erhöhte Leonidenaktivität ist also real.

Im IMO Meteorstromkalender 2018 wird von verschiedenen Vorhersagen erhöhter Leonidenaktivität berichtet. Da wird u.a. die Begegnung mit einem Dust Trail am 18. November um 23:27 UT sowie am 19. November um 23:59 (Vaubailon) bzw. 22:20 (Sato) genannt. Weitere Vorbeigänge an Dust Trails fallen außerhalb der europäischen Nachtstunden.



**Abbildung 1:** Vergleich der Flussdichte der Leoniden 2018 (rot) mit der mittleren Flussdichte in den Jahren 2011-2017 (blau), abgeleitet aus Beobachtungen des IMO Netzwerks.

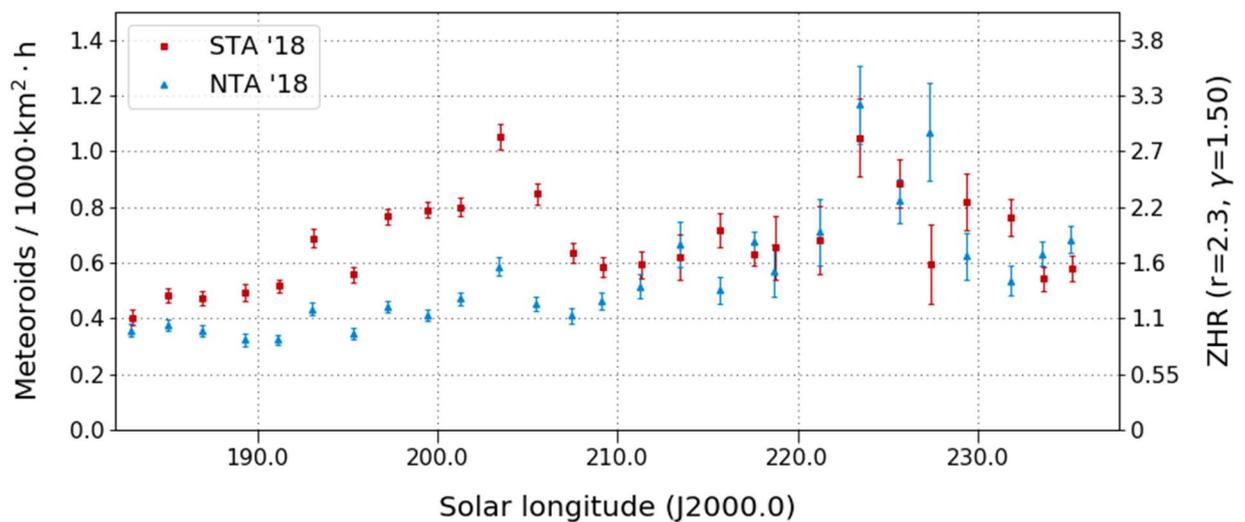


**Abbildung 2:** Vergleich der Flussdichte der sporadischen Meteore zum Leonidenmaximum 2018 (rot) mit der mittleren Flussdichte in den Jahren 2011-2017 (blau), abgeleitet aus Beobachtungen des IMO Netzwerks.

Leider lässt die geringe Datenmenge keine Analyse zu, wann genau die Rate am höchsten war, zumal der Radiant erst nach Mitternacht Ortszeit ausreichende Höhen erreicht, um Leoniden beobachten zu können. Vom Trend her war die Flussdichte jedoch gleich nach Aufgang des Radianten gegen 0 Uhr UT am 19. November höher als in den darauffolgenden Stunden. Wir können also davon ausgehen, dass der zuerst genannte Dust Trail für die erhöhte Aktivität gesorgt hat.

Der Populationsindex der Leoniden betrug im Aktivitätszeitraum übrigens etwa  $r=1,8$  und war damit wie häufig merklich kleiner als der sporadische Populationsindex ( $r=2,6$ ).

Sowohl zu den alpha Monocerotiden als auch den November Orioniden können wir keine belastbare Aussage treffen, weil die Lücken in den Daten der letzten Novemberdekade einfach zu groß sind. Aber wir können noch einen Blick auf die Tauriden werfen (Abbildung 3), die von September bis November aktiv sind. Es zeigt sich das übliche Bild, dass der südliche Ast bis Ende Oktober das Geschehen dominieren. Danach werden die nördlichen Tauriden stärker, wobei die Streuung in den Daten wetterbedingt zunimmt. Kleine Aktivitätsspitzen im Oktober (z.B. bei  $193^\circ$  und  $203^\circ$  Sonnenlänge) zeigen sich identisch in beiden Kurven – es ist also davon auszugehen, dass sie nicht real sind, sondern durch äußere Einflüsse verursacht werden.



**Abbildung 3:** Vergleich der Flussdichte der nördlichen (blau) und südlichen (rot) Tauriden im Jahr 2018, abgeleitet aus Beobachtungen des IMO Netzwerks.

## 1. Beobachterübersicht

Code	Name	Ort	Kamera	Feld [°]	St.LM [mag]	Eff.CA [km <sup>2</sup> ]	Nächte	Zeit [h]	Meteore
ARLRA	Arlt	Ludwigsfelde/DE	LUDWIG2 (0.8/8)	1483	6.2	3812	21	142.3	859
BERER	Berkó	Ludanyhalaszi/HU	HULUD1 (0.8/3.8)	5524	4.8	3829	14	130.4	736
BIATO	Bianchi	Mt. San Lorenzo/IT	OMSL1 (1.2/4)	6422	4.0	1699	20	51.9	195
BOMMA	Bombardini	Faenza/IT	MARIO (1.2/4.0)	5779	3.3	644	22	96.1	454
BREMA	Breukers	Hengelo/NL	MBB3 (0.75/6)	2399	4.2	641	14	118.0	318
BRIBE	Klemt	Herne/DE	HERMINE (0.8/6)	2369	4.2	674	24	154.7	684
		Berg. Gladbach/DE	KLEMOI (0.8/6)	2374	4.6	1123	22	142.9	579
CARMA	Carli	Monte Baldo/IT	BMH2 (1.5/4.5)*	4243	3.0	371	20	187.5	1376
CASFL	Castellani	Monte Baldo/IT	BMH1 (0.8/6)	2402	5.0	1633	19	165.9	545
CINFR	Cineglosso	Faenza/IT	JENNI (1.2/4)	5995	3.9	1240	23	105.3	333
CRIST	Crivello	Valbrenna/IT	ARCI (0.8/3.8)	5566	4.6	2571	22	113.8	623
			BILBO (0.8/3.8)	5441	4.2	1764	23	129.1	829
			C3P8 (0.8/3.8)	5489	4.2	1603	20	135.0	617
			STG38 (0.8/3.8)	5574	4.4	1905	21	72.4	559
ELTMA	Eltri	Venezia/IT	MET38 (0.8/3.8)	5607	4.3	2381	18	98.0	462
FORKE	Förster	Carlsfeld/DE	AKM3 (0.75/6)	2387	5.1	2145	21	138.4	825
GONRU	Goncalves	Foz do Arelho/PT	FARELHO1 (0.75/4.5)	2260	3.0	206	8	9.9	37
		Tomar/PT	TEMPLAR1 (0.8/6)	2212	5.3	1873	22	146.1	555
			TEMPLAR2 (0.8/6)	2341	5.0	1718	22	147.7	424
			TEMPLAR3 (0.8/8)	1438	4.3	542	19	113.7	188
			TEMPLAR4 (0.8/3.8)	5180	3.0	497	20	139.4	407
			TEMPLAR5 (0.75/6)	2309	5.0	2248	23	113.3	357
GOVMI	Govedic	Sredisce ob Dr./SI	ORION2 (0.8/8)	1471	5.5	2170	17	121.1	333
			ORION3 (0.95/5)	3152	4.9	2130	17	97.3	152
			ORION4 (0.95/5)	3818	4.3	1634	13	94.2	131
HERCA	Hergenrother	Tucson/US	SALSA3 (0.8/3.8)	2336	4.1	538	29	266.2	835
HINWO	Hinz	Schwarzenberg/DE	HINWO1 (0.75/6)	2375	5.1	1889	25	195.1	863
IGAAN	Igaz	Hodmezovasar./HU	HUHOD (0.8/3.8)	5502	3.4	764	11	68.5	192
		Budapest/HU	HUPOL (1.2/4)	2414	3.6	409	17	113.3	98
JONKA	Jonas	Budapest/HU	HUSOR2 (0.95/3.5)	2468	3.9	716	20	166.3	306
KACJA	Kac	Kamnik/SI	CVETKA (0.8/3.8)	5334	4.3	2028	5	30.7	210
		Kamnik/SI	REZIKA (0.8/6)	2269	4.4	863	5	30.5	200
		Ljubljana/SI	SRAKA (0.8/6)*	2348	4.8	1595	8	35.0	124
		Kamnik/SI	STEFKA (0.8/3.8)	5458	3.6	911	4	29.2	140
KOSDE	Koschny	La Palma / ES	ICC9 (0.85/25)*	660	6.7	2835	13	121.3	1329
			LIC2 (3.2/50)*	1933	6.5	6554	16	101.4	1161
MACMA	Maciejewski	Chelm/PL	PAV35 (0.8/3.8)	5329	4.0	1530	14	114.3	487
			PAV36 (0.8/3.8)*	5484	4.0	1501	14	111.6	438
			PAV43 (0.75/4.5)*	2251	4.7	1484	19	125.2	622
			PAV60 (0.75/4.5)	2302	5.1	1803	11	71.2	189
MARRU	Marques	Lisbon/PT	RAN1 (1.4/4.5)	4395	4.0	1330	27	142.5	558
MASMI	Maslov	Novosibirsk/RU	NOWATEC (0.8/3.8)	5559	3.6	827	2	14.0	64
MISST	Missiaggia	Novo/IT	TOALDO (1.2/4.5)	4329	4.6	2049	22	125.8	468
MOLSI	Molau	Seysdorf/DE	AVIS2 (1.4/50)*	1204	6.9	5982	16	91.6	806
			DIMCAM1 (0.8/8)	1553	6.8	10447	13	83.5	1041
			ESCIMO2 (0.85/25)	154	8.1	3828	13	100.2	209
		Ketzür/DE	REMO1 (0.8/8)	1467	6.5	5459	23	151.7	1199
			REMO2 (0.8/8)	1479	6.4	5037	22	155.5	1180
			REMO3 (0.8/8)	1422	6.4	4207	23	176.8	1016
			REMO4 (0.8/8)	1478	6.5	5355	25	174.3	1318
MORJO	Morvai	Fülöpszallas/HU	HUFUL (1.4/5)	3666	3.8	805	18	117.9	312
MOSFA	Moschini	Rovereto/IT	ROVER (1.4/4.5)	3868	4.2	1240	17	99.7	280
NAGHE	Nagy	Budapest/HU	HUKON (0.8/3.8)	5475	4.0	1583	22	167.2	732
		Piszkestető/HU	HUPIS (0.8/3.8)	5622	4.0	1539	14	136.9	630
		Zamardi/HU	HUZAM (0.8/6)	2359	4.7	1340	17	137.9	313
OCHPA	Ochner	Albiano/IT	ALBIANO (1.2/4.5)	3013	4.3	886	3	1.5	8
OTTMI	Otte	Pearl City/US	ORIE1 (1.4/5.7)	2317	3.8	373	6	9.7	35
PERZS	Perkó	Beesehely/HU	HUBEC (0.8/3.8)*	5557	2.9	470	14	138.8	588
ROTEC	Rothenberg	Berlin/DE	ARMEFA (0.8/6)	2359	4.5	907	18	132.3	276
SARAN	Saraiva	Carnaxide/PT	RO1 (0.75/6)	2354	4.0	536	21	93.6	245
			RO2 (0.75/6)	2365	4.1	635	15	51.6	169
			RO3 (0.8/12)	720	5.7	1126	14	63.5	207
			RO4 (1.0/8)	1568	4.2	546	14	55.9	65
			SOFIA (0.8/12)	726	4.8	516	22	124.5	317
SCALE	Scarpa	Alberoni/IT	LEO (1.2/4.5)*	4170	4.5	2044	18	83.8	184
SCHHA	Schremmer	Niederkrüchten/DE	DORAEMON (0.8/3.8)	5522	4.7	3184	24	156.3	528
SLAST	Slavec	Ljubljana/SI	KAYAK1 (1.8/28)	1074	5.7	2642	9	38.9	85
			KAYAK2 (0.8/12)	742	5.7	1052	9	42.9	56
STOEN	Stomeo	Scorze/IT	MIN38 (0.8/3.8)	5587	4.5	2362	22	126.0	1003
			NOA38 (0.8/3.8)	5612	4.2	1889	22	139.2	930
			SCO38 (0.8/3.8)	5583	4.8	3304	21	104.7	757
STRJO	Strunk	Herford/DE	MINCAM2 (0.8/6)	2355	5.6	3423	22	160.8	1224
			MINCAM3 (0.8/6)	2302	4.5	1150	20	154.6	583
			MINCAM4 (0.8/6)	2274	4.7	1001	21	148.8	322
			MINCAM5 (0.8/6)	1481	6.0	3200	20	157.3	615
			MINCAM6 (0.8/6)	2396	5.3	2748	21	154.6	648
TEPIS	Teplizky	Agostyan/HU	HUAGO (0.75/4.5)	2428	4.6	1247	16	118.0	530
			HUMOB (0.8/6)	2388	4.6	1225	18	168.5	522
WEGWA	Wegrzyk	Nieznaszyn/PL	PAV78 (0.8/6)	2376	4.4	1264	19	137.7	427
YRJIL	Yrjölä	Kuusankoski/FI	FINEXCAM (0.8/6)	2315	5.5	2769	14	90.3	315
ZAKJU	Zakrajšek	Petkovec/SI	PETKA (0.8/8)	1431	5.6	1956	15	65.1	337
			TACKA (0.8/12)	715	5.3	784	13	54.2	88
Summe							30	9282.2	41305

\* aktives Gesichtsfeld kleiner als Videoframe

2. Übersicht Einsatzzeiten (h)

November	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
ARLRA	8.2	2.4	5.9	-	9.1	10.4	10.5	1.5	8.1	7.0	6.1	5.0	9.8	8.4	11.1
BRIBE	0.4	-	11.4	7.5	5.5	9.3	2.9	6.1	6.5	0.2	-	-	12.8	13.0	12.9
FORKE	2.5	11.0	8.9	3.7	7.4	7.1	1.7	6.3	4.3	0.9	-	-	10.0	6.3	1.3
HINWO	9.3	-	-	6.8	10.9	10.3	6.8	-	9.5	7.3	7.4	6.1	4.4	7.5	9.9
KOSDE	9.3	-	1.2	11.4	10.7	12.5	9.7	0.3	12.8	9.6	12.1	5.6	7.4	11.9	13.1
MOLSI	8.6	9.5	10.5	11.1	-	11.1	11.2	11.2	11.2	11.2	3.5	3.4	8.4	10.4	-
	8.8	8.2	7.4	8.3	-	8.7	7.9	7.6	7.3	7.8	1.7	2.0	5.8	6.5	7.7
	8.3	1.1	-	0.2	9.3	9.8	6.4	3.2	-	-	8.8	4.7	5.9	-	6.5
	7.8	-	-	-	9.5	9.5	4.6	2.2	-	-	7.8	2.8	4.6	-	5.6
	8.9	-	-	-	9.6	10.0	6.8	3.0	-	-	8.9	3.6	5.9	-	8.3
	5.4	2.3	7.5	-	10.5	11.4	10.6	5.2	9.8	1.8	2.2	3.7	10.8	9.1	11.9
	5.7	2.7	7.7	-	11.6	12.1	11.5	5.4	10.2	2.2	3.1	4.8	11.2	9.0	12.5
	6.0	3.6	8.6	-	12.8	12.8	12.0	6.1	11.3	2.4	3.3	4.4	12.0	10.8	13.3
	6.0	3.7	8.4	-	11.9	12.7	11.7	6.4	11.4	2.7	3.7	4.4	12.0	10.6	13.3
ROTEC	8.6	1.9	7.5	-	11.0	12.6	10.4	2.7	4.6	6.4	-	-	9.8	-	13.0
SCHHA	1.2	12.3	12.7	12.1	7.6	6.3	5.2	6.6	8.3	2.1	0.2	1.0	13.1	9.4	7.1
STRJO	3.1	10.1	12.2	-	11.2	11.7	4.6	5.8	6.0	3.3	0.2	-	11.6	11.8	13.2
	1.7	10.2	11.6	-	11.9	8.5	2.4	5.9	6.7	2.7	-	-	11.4	12.3	13.2
	2.0	10.4	12.0	-	11.1	9.3	2.4	5.3	5.2	3.2	-	-	12.2	11.7	10.3
	2.5	10.1	11.7	-	11.3	10.4	4.2	5.9	5.8	3.3	-	-	11.7	12.0	13.1
	2.0	10.5	12.3	-	10.8	9.1	4.8	5.9	5.6	3.2	-	-	10.8	12.0	13.1
Summe	215.1	159.3	319.0	158.6	459.2	402.5	399.4	413.7	273.9	270.0	362.0	333.0	497.3	516.9	616.8

November	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ARLRA	7.3	10.9	0.7	1.4	-	-	-	-	-	-	2.6	-	10.2	5.7	-
BRIBE	13.1	13.2	5.4	3.5	1.6	0.8	4.8	4.4	-	-	0.2	10.0	-	0.3	8.9
FORKE	13.0	13.1	11.7	1.8	6.7	-	8.7	2.2	-	-	-	9.9	-	-	4.4
HINWO	5.8	9.7	2.1	0.3	-	-	-	1.0	-	5.2	-	4.0	10.6	3.5	-
KOSDE	12.3	13.2	2.0	0.3	0.5	-	-	3.8	4.7	5.4	-	6.9	13.5	4.9	-
MOLSI	4.6	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12.4	6.9	-	3.3	4.6	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-
	12.7	12.5	-	1.0	2.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12.8	12.6	-	5.1	4.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10.5	11.9	3.4	2.2	-	-	-	1.4	-	1.6	5.5	-	9.7	3.3	-
	10.1	11.9	2.7	-	-	-	-	1.2	-	1.2	5.2	-	10.4	3.1	-
	12.0	13.4	5.5	2.8	-	-	-	1.9	-	2.3	7.6	-	11.6	-	0.3
	11.5	13.2	3.2	2.9	-	-	-	1.9	-	1.5	6.2	0.2	11.1	3.4	0.3
ROTEC	7.8	12.8	1.5	-	-	-	-	-	-	-	4.9	2.8	10.5	3.5	-
SCHHA	9.9	7.3	11.1	5.9	0.8	-	6.4	3.7	-	-	-	-	-	0.7	5.3
STRJO	13.3	13.3	0.4	-	-	-	3.0	5.9	-	-	-	12.6	0.9	0.5	6.1
	13.2	13.2	-	-	-	-	3.2	6.0	-	-	-	13.6	0.5	0.3	6.1
	13.3	13.0	1.0	0.9	-	-	3.6	2.5	-	-	-	11.9	0.5	-	7.0
	13.1	13.1	0.7	-	-	-	3.2	3.9	-	-	-	13.4	-	1.7	6.2
	13.1	13.3	0.9	0.4	-	-	0.6	6.0	-	-	-	12.6	-	1.5	6.1
Summe	702.3	556.5	169.3	111.3	173.9	88.6	134.2	81.4	61.4	87.2	105.0	334.8	570.0	350.6	359.0

3. Ergebnisübersicht (Meteore)

November	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
ARLRA	63	6	30	-	38	74	62	3	32	26	39	18	80	32	111
BRIBE	2	-	69	27	31	27	13	10	21	2	-	-	50	81	71
FORKE	15	45	41	6	37	24	6	12	11	2	-	-	35	8	5
HINWO	49	-	-	49	70	57	35	-	79	28	57	16	29	40	80
KOSDE	47	-	3	55	78	48	31	1	67	46	64	16	37	50	70
MOLSI	89	110	135	143	-	125	121	119	135	125	17	18	95	97	-
	96	89	95	107	-	99	89	106	83	97	15	16	63	62	91
	59	4	-	1	136	76	33	12	-	-	34	18	26	-	97
	69	-	-	-	213	96	23	9	-	-	51	13	30	-	63
	17	-	-	-	41	19	4	3	-	-	9	4	6	-	14
	104	9	60	-	57	130	83	12	67	6	9	7	111	37	123
	96	10	43	-	79	111	80	15	63	6	14	7	128	28	148
	70	6	47	-	56	94	69	27	53	3	18	8	96	35	106
	67	12	64	-	80	118	83	12	79	5	13	9	132	68	146
ROTEC	16	3	11	-	20	33	8	2	5	11	-	-	19	-	39
SCHHA	10	48	57	45	35	20	27	15	19	11	1	7	54	24	10
STRJO	22	107	131	-	90	33	10	23	44	25	1	-	68	136	116
	6	52	53	-	60	12	5	9	24	21	-	-	29	46	53
	4	23	26	-	28	16	5	8	7	10	-	-	26	18	26
	8	71	63	-	62	26	6	10	18	15	-	-	45	50	57
	14	55	59	-	54	25	12	13	20	20	-	-	39	46	67
Summe	1170	850	1553	710	2199	1874	1743	1449	1223	1035	1423	1090	2319	2210	3220

November	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ARLRA	73	103	2	1	-	-	-	-	-	-	2	-	52	12	-
BRIBE	76	73	23	14	8	1	10	16	-	-	1	31	-	1	26
	77	67	64	5	32	-	31	5	-	-	-	30	-	-	21
FORKE	69	97	4	1	-	-	-	3	-	12	-	14	34	2	-
HINWO	59	90	2	1	4	-	-	8	12	14	-	23	36	1	-
KOSDE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	46	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MOLSI	149	143	-	9	8	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
	237	220	-	6	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	43	43	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	113	139	28	5	-	-	-	3	-	25	22	-	41	8	-
	124	139	25	-	-	-	-	1	-	9	11	-	41	2	-
	94	109	32	4	-	-	-	4	-	9	21	-	54	-	1
	134	175	24	8	-	-	-	4	-	8	14	1	58	2	2
ROTEC	37	44	5	-	-	-	-	-	-	-	1	3	16	3	-
SCHHA	20	23	41	32	2	-	10	6	-	-	-	-	-	1	10
STRJO	121	120	2	-	-	-	22	30	-	-	-	79	1	1	42
	54	76	-	-	-	-	13	10	-	-	-	44	1	2	13
	30	38	3	2	-	-	8	2	-	-	-	31	1	-	10
	64	57	2	-	-	-	17	2	-	-	-	26	-	1	15
	70	63	3	1	-	-	2	12	-	-	-	43	-	2	28
Summe	3922	3499	939	461	898	387	412	183	270	280	301	1332	2100	1127	1126

## Meteoritenortungsnetz: Ergebnisse 2019

von Dieter Heinlein, Lilienstr. 3, 86156 Augsburg

Als Fortsetzung der Auflistung in *METEOROS* 22 (Nr. 2/2019), Seite 37–44 sind nachfolgend alle Feuerkugelaufnahmen zusammengestellt die von unseren dreizehn aktiven Ortungsstationen im Jahr 2019 aufgezeichnet worden sind. Die Aufstellung enthält die Belichtungsnacht (und ggf. die Aufleuchtzeit), sowie sämtliche EN-Kameras, die den Meteor fotografisch erfasst haben. Dabei ist stets diejenige Station als erste genannt, die der Feuerkugel am nächsten lag; in welcher Richtung der Bolide von dieser Kamera aus erschien, ist dahinter in Klammern angegeben.

Verglichen mit den Ergebnissen der vergangenen Jahre (siehe Tabelle 1) lag die Ausbeute an sehr hellen Meteoren im Jahr 2019 klar unter dem Durchschnitt. Im fünfundzwanzigsten Jahr des Feuerkugelnetzes unter der wissenschaftlichen Leitung des DLR-Instituts für Planetenforschung und mit finanzieller Unterstützung durch die European Space Agency ESA sowie durch die Technische Universität Berlin, konnten insgesamt 30 Feuerkugeln auf 64 Aufnahmen registriert werden. Besonders erfolgreich waren im vergangenen Jahr unsere EN-Kamerastationen: #68 Liebenhof, #40 Grevels, #72 Hagen, #90 Kallendorf, #42 Neukirch, #43 Öhringen und #87 Gernsbach.

**Tab. 1: Von den EN-Spiegelkameras registrierte Meteore**

Jahr	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Feuerkugeln	59	58	47	32	44	25	35	45	30
Aufnahmen	81	122	81	47	114	49	71	117	64

Die EN-Spiegelkameras weisen nach bereits über 50 Betriebsjahren zum Teil erhebliche Mängel auf, die kaum noch oder nur sehr aufwändig repariert werden können. Daher kam es zeitweise zu Ausfällen von Meteor-Stationen. Zudem sind auch einige Betreuer in einem Alter, dass ihnen die tägliche Bedienung der Meteorokamera nicht mehr zugemutet werden kann. Ende August 2019 wurde die Ortungsstation 86 Lilienthal eingelegt; sie soll im Frühjahr 2020 auf dem Gelände der Sternwarte Sonneberg neu installiert werden. Dem ausscheidenden sowie allen aktiven Stationsbetreuern möchte ich für ihre verantwortungsvolle, tägliche Betreuung und für gelegentliche Wartungen der Ortungsgeräte, im Namen der Leitung des DLR-Feuerkugelnetzes, herzlich danken!

Sehr positiv zu erwähnen ist, dass sich die Sternenfreunde Furth (bei Landshut) intensiv um den Umbau der Meteorkamera 56 Hohenpeißenberg (ehem. Muster-Station für Ausstellungen) auf Digitalbetrieb bemüht haben. Die Spiegelkamera soll im Frühjahr 2020 den regulären Betrieb aufnehmen. Unser Dank geht insbesondere Werner Klinger, der sich dieses Digitalisierungsprojekts angenommen hat: Hier wird der klassische Parabolspiegel mit einer ASI 120 MC Kamera und 12 mm Objektiv nahezu Format füllend aufgenommen, gesteuert von einem Raspberry 3 und der Allsky-Software von Thomas Jacquin/Kanada. Die Belichtungsintervalle betragen jeweils 50 Sekunden (mit Dunkelbildabzug, je nach Temperatur). Die Software beginnt und stoppt die Aufnahmen, wenn die Sonne 6 Grad unter dem Horizont ist. Am Morgen generiert das Programm ein Zeitraffer Video und eine Strichspuraufnahme, die per WLAN und Router über FTP-Transfer auf den Server der Sternenfreunde Furth übertragen werden.

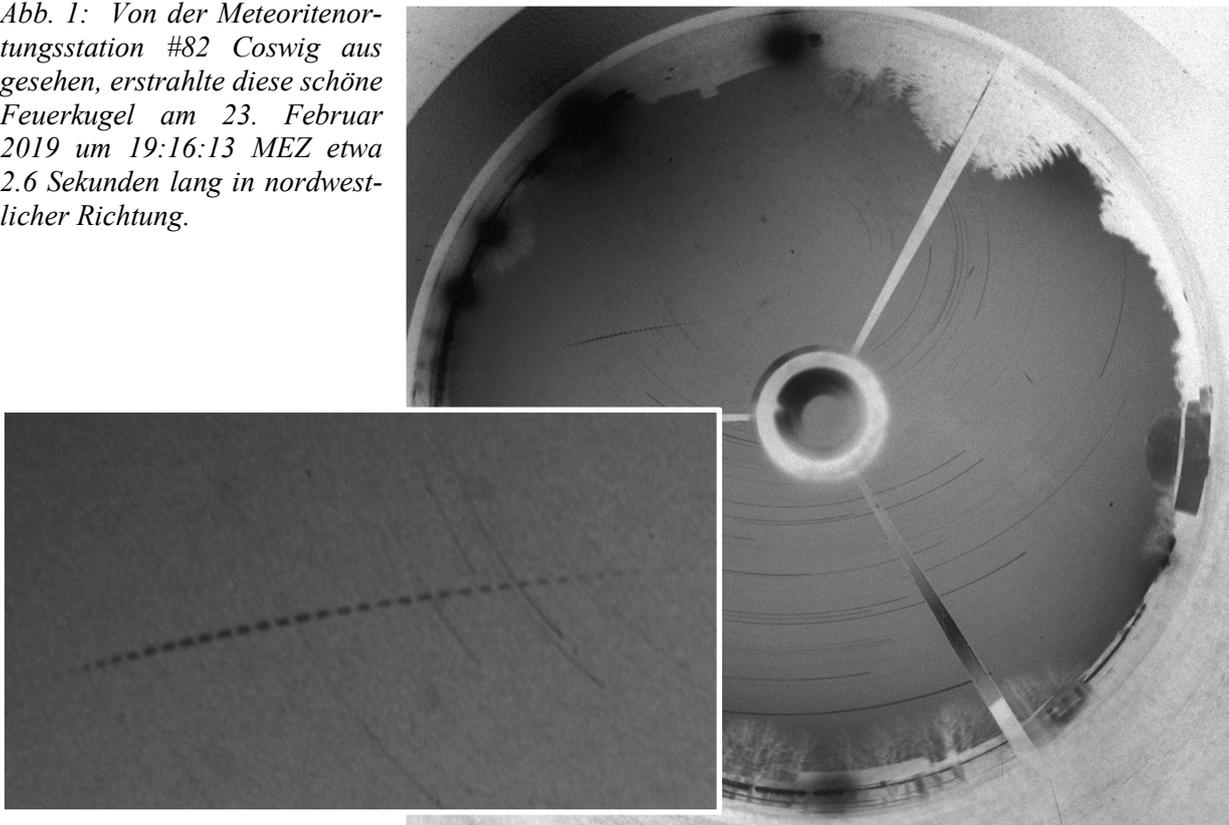
- 15./16.02.2019A 20:09:00 UT: 40 Grevels (NW).
- 15./16.02.2019B ~23:45 UT: 78 Osenbach (NE).
- 23./24.02.2019 18:16:13 UT: 82 Coswig (NW), 68 Liebenhof und 90 Kalldorf. > Abb. 1
- 24./25.02.2019 22:06:28 UT: 68 Liebenhof (N).
- 26./27.02.2019 18:37:28 UT: 71 Suhl (E) und 82 Coswig.
- 27./28.02.2019 23:19:05 UT: 40 Grevels (NNE), 72 Hagen, 87 Gernsbach, 43 Öhringen, 90 Kalldorf und 45 Streitheim. > Abb. 2
- 22./23.03.2019 ~19:45 UT: 78 Osenbach (E).
- 24./25.03.2019 18:51:09 UT: 68 Liebenhof (N).
- 12./13.04.2019 21:14:39 UT: 72 Hagen (NW).
- 16./17.04.2019 21:51:03 UT: 68 Liebenhof (W) und 90 Kalldorf.
- 22./23.04.2019 21:24:19 UT: 68 Liebenhof (N).
- 24./25.05.2019 00:06:58 UT: 42 Neukirch (W). > Abb. 3
- 24./25.06.2019A 23:37:40 UT: 72 Hagen (SSE), 43 Öhringen, 71 Suhl, 40 Grevels, 87 Gernsbach und 45 Streitheim.
- 24./25.06.2019B 22:10:09 UT: 72 Hagen (ESE), 90 Kalldorf und 71 Suhl.
- 29./30.06.2019 23:04:11 UT: 72 Hagen (W), 90 Kalldorf und 40 Grevels.
- 23./24.07.2019 20:38:20 UT: 78 Osenbach (ENE).
- 24./25.07.2019A 20:53:47 UT: 43 Öhringen (SSW), 45 Streitheim und 42 Neukirch.
- 24./25.07.2019B 23:54:15 UT: 68 Liebenhof (ENE).
- 29./30.07.2019 01:19:14 UT: 78 Osenbach (WNW), 40 Grevels und 72 Hagen. > Abb. 4
- 01./02.08.2019 22:33:27 UT: 82 Coswig (NNW) und 68 Liebenhof.
- 07./08.08.2019 22:17:06 UT: 68 Liebenhof (N).
- 25./26.08.2019 21:44:52 UT: 72 Hagen (SW), 73 Neroth, 90 Kalldorf und 87 Gernsbach. > Abb. 5
- 02./03.09.2019 22:38:44 UT: 71 Suhl (WNW).
- 05./06.09.2019A ~20:41 UT: 73 Neroth (NW) und 40 Grevels. > Abb. 6
- 05./06.09.2019B 02:33:36 UT: 43 Öhringen (SSW), 73 Neroth und 40 Grevels. > Abb. 6
- 13./14.09.2019 20:41:48 UT: 90 Kalldorf (E).
- 20./21.09.2019 ~19:47 UT: 68 Liebenhof (W) und 82 Coswig. > Abb. 7
- 16./17.10.2019A 18:57:31 UT: 87 Gernsbach (S), 43 Öhringen, 45 Streitheim und 42 Neukirch. > Abb. 8
- 16./17.10.2019B 20:13:08 UT: 87 Gernsbach (SE) und 42 Neukirch. > Abb. 8
- 05./06.11.2019: 42 Neukirch (ESE).

Im vergangenen Jahr konnten wieder zahlreiche simultane Registrierungen mit anderen Meteorkameras verzeichnet werden. Erwähnenswert sind besonders die Parallelaufnahmen mit den von Dr. Pavel Spurný koordinierten, professionellen digitalen und analogen fish-eye Stationen in Tschechien (14 Feuerkugeln). Weitere Simultanaufnahmen meldeten André Knöfel (Lindenberg, 13), René Zinke (Schwarzenberg, 11),

Jörg Strunk (Herford, 10), die Sternwarte Sonneberg (Peter Kroll, Thomas Müller, 7), Martin Fiedler (Sternwarte Radebeul, 6), Fernand Emering (Abweiler/L, 5), die Schweizer Fachgruppe Meteorastronomie (FMA, Beat Booz, Jonas Schenker, 4), das DLR-Institut für Planetenforschung (Berlin-Adlershof, Anastasios Margonis, 4), Hans Schremmer (Niederkrüchten, 4), Martin Rebbe (Oberwolfach, 4), Herwig Diessner (Friolzheim, 4), Jean-Marie Biets (Wilderer/B, 3), das Wendelstein Observatorium (Michael Schmidt, 2), Hermann Koberger (Fornach/A, 2), Wolfgang Stelzig (Ludwigsburg, 2), Frank Sackenheim (Sternwarte Neroth, 2), die Sternwarte Welzheim (Steffen Brückner, 1), sowie das Fripon-Netzwerk (Francois Colas, 1).

Angemerkt sei auch, dass sich am 14. Februar 2019 um 21:34:29 UT offenbar ein kleiner Meteoritenfall (Gesamtmasse ca. 2 kg) südlich von Trebbin ereignet hat. Unsere DLR Kameras arbeiteten in der Nacht im Vollmondregime (d.h. es konnte nur in den ersten drei Nachtstunden belichtet werden) und haben die Feuerkugel daher leider verpasst. Der Bolide wurde jedoch von etlichen fish-eye Stationen in Tschechien registriert und von Dr. Pavel Spurný ausgewertet. In dem berechneten Streufeld bei Schöneweide (Nuth-Urstromtal) wurde, trotz ungünstiger Bedingungen (ehemalige Militärbasis), intensiv gesucht, aber bisher konnte leider noch kein Meteoritenfund verzeichnet werden.

*Abb. 1: Von der Meteoritenortungsstation #82 Coswig aus gesehen, erstrahlte diese schöne Feuerkugel am 23. Februar 2019 um 19:16:13 MEZ etwa 2.6 Sekunden lang in nordwestlicher Richtung.*



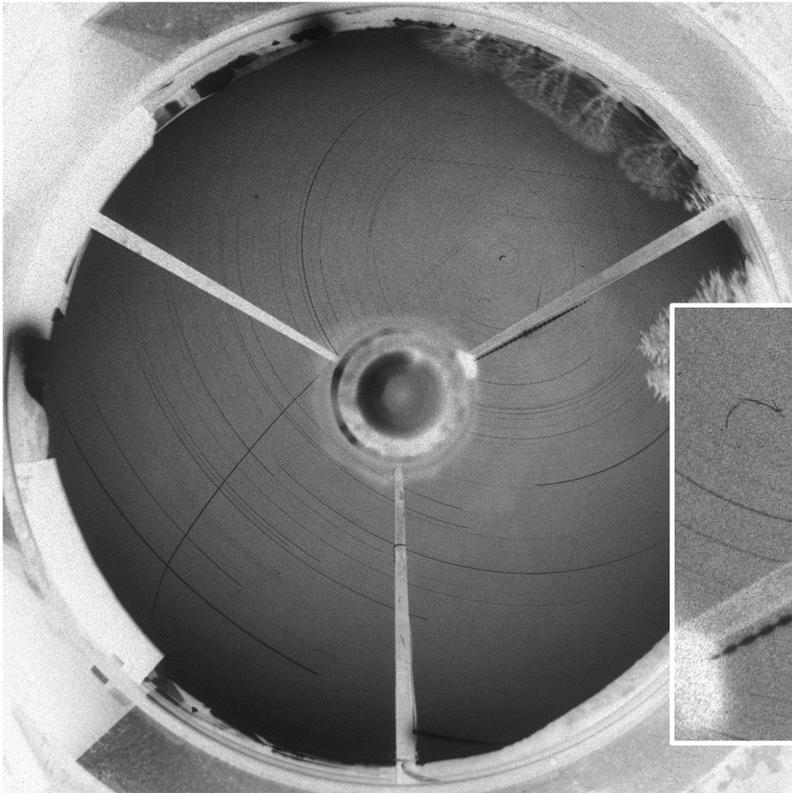


Abb. 2: Der leuchtkräftige Bolide vom 28. Februar 2019 um 00:19:05 MEZ zog in 2.2 Sekunden im Nord-nordosten an der Ortungskamera #40 Grevels vorbei und wäre beinahe von der Strebe verdeckt worden.

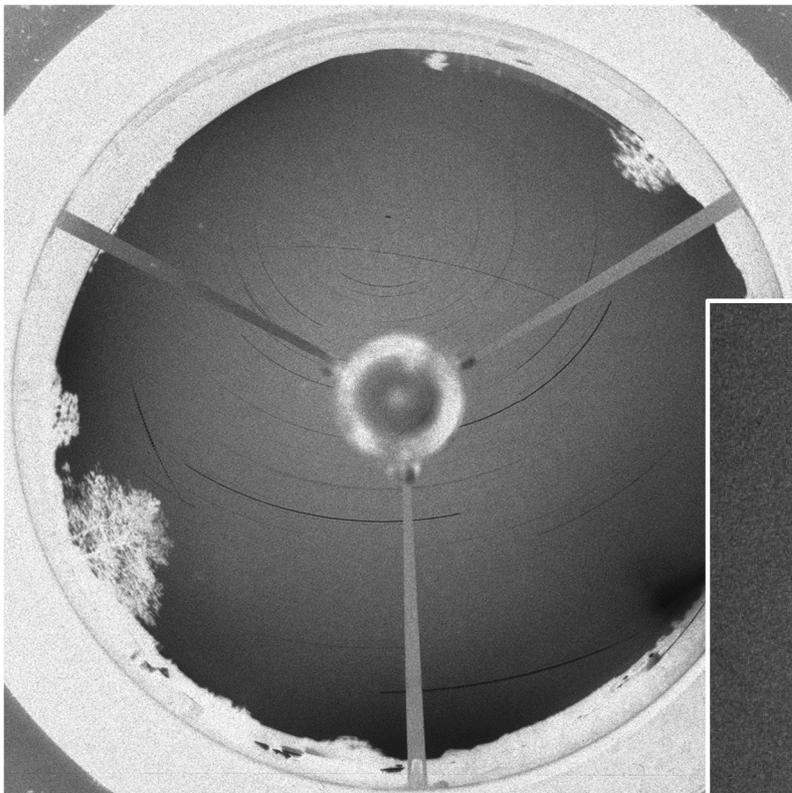
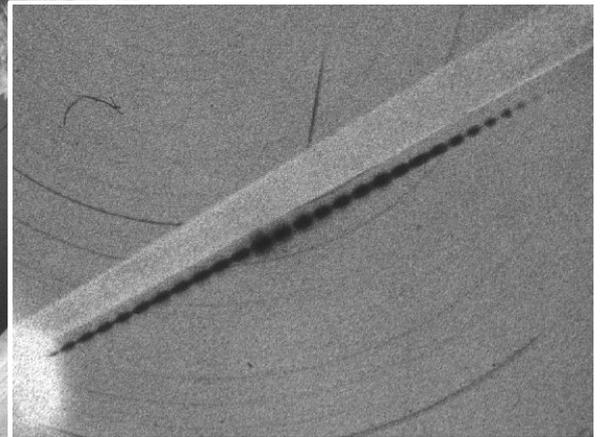


Abb. 3: Simultan mit etlichen Schweizer Stationen gelang der EN-Kamera #42 Neukirch am 25. Mai 2019 um 01:06:58 MEZ die Registrierung eines Meteors von 3.4 Sekunden Leuchtdauer im Westen der Station.

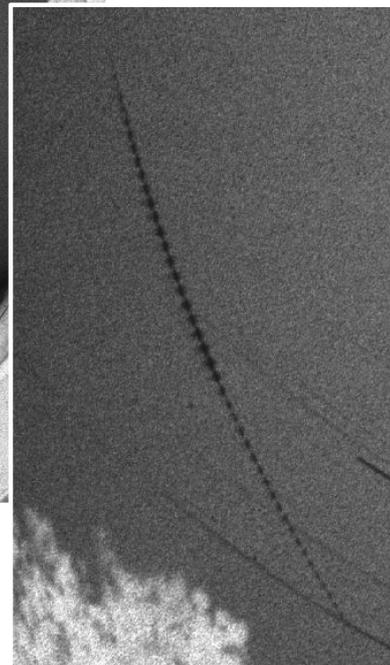


Abb. 4: Mit einer 10 Minuten langen Belichtungszeit registrierte die Digitalkamera #78 Osenbach diesen schnellen Meteor, der am 30. Juli 2019 um 02:19:14 MEZ im Westnordwesten der Station aufleuchtete.

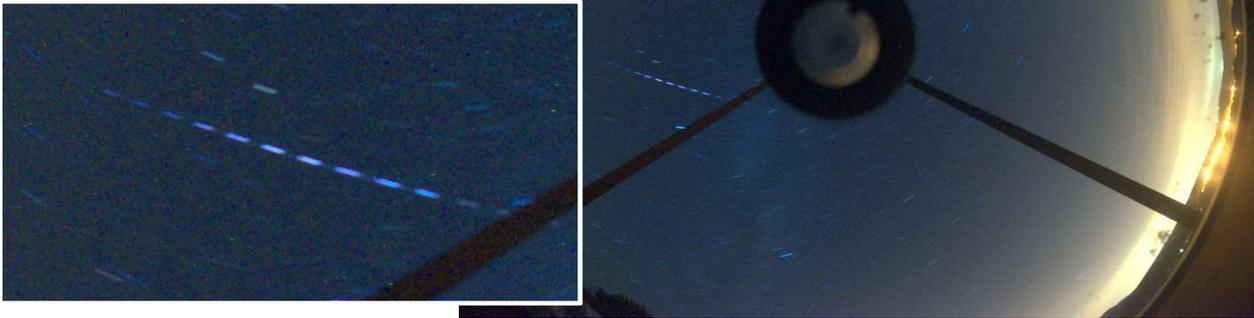
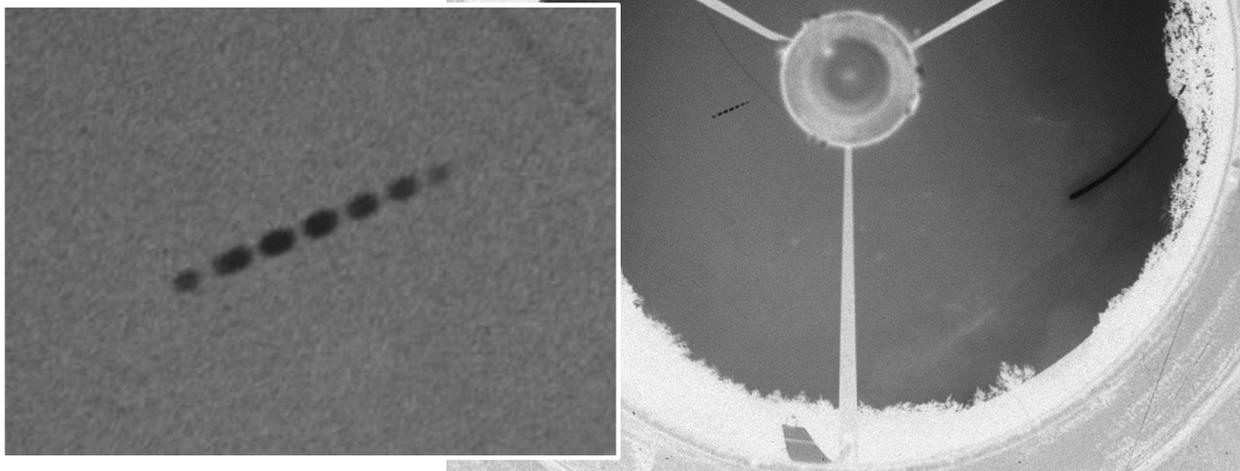


Abb. 5: Die Ortungsstation #72 Hagen ist stark vom Streulicht der großen Stadt beeinträchtigt. Dennoch konnte die Kamera am 25. August 2019 um 22:44:52 MEZ diese kurze und helle Feuerkugel fotografieren.



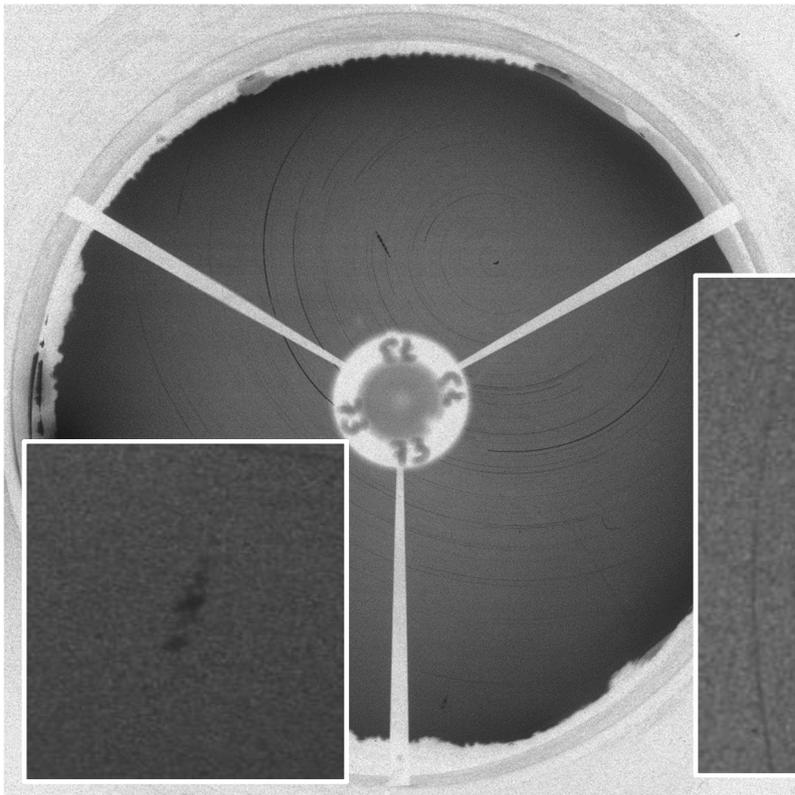


Abb. 6: Die EN-Kamera #73 Neroth registrierte in der Nacht vom 5./6. September 2019 zwei Meteore: um 21:41 MEZ im Nordwesten, sowie um 03:33:36 MEZ im Südwesten der Ortungsstation.

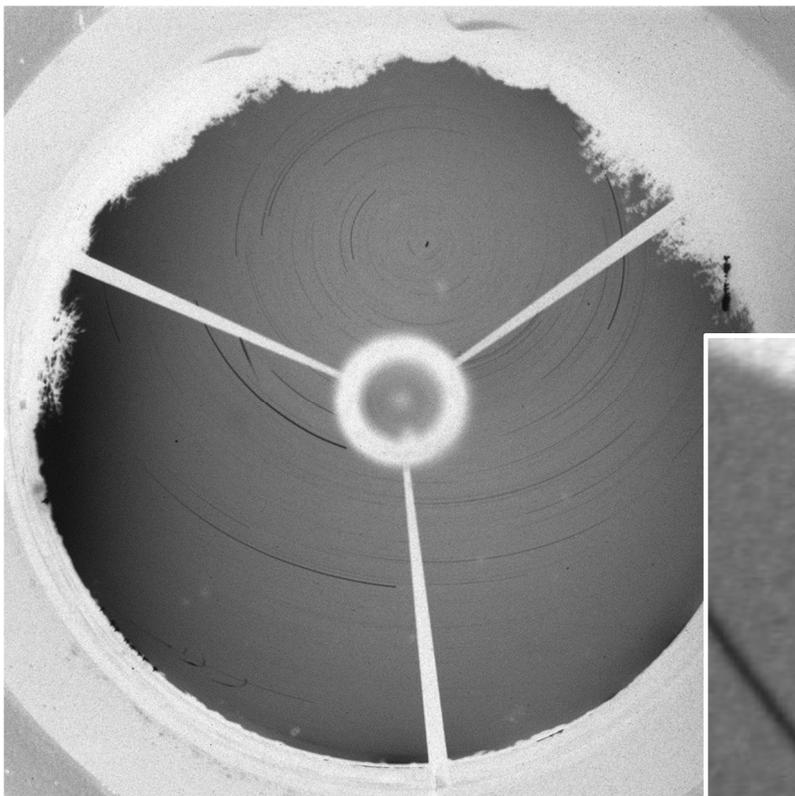


Abb. 7: Von der Meteorkamera #68 Liebenhof aus, war diese Feuerkugel am 20. September 2019 um ca. 20:47 MEZ etwa 1.5 Sekunden lang im Westen zu sehen. Das Ende der Spur ist von der Strebe verdeckt.

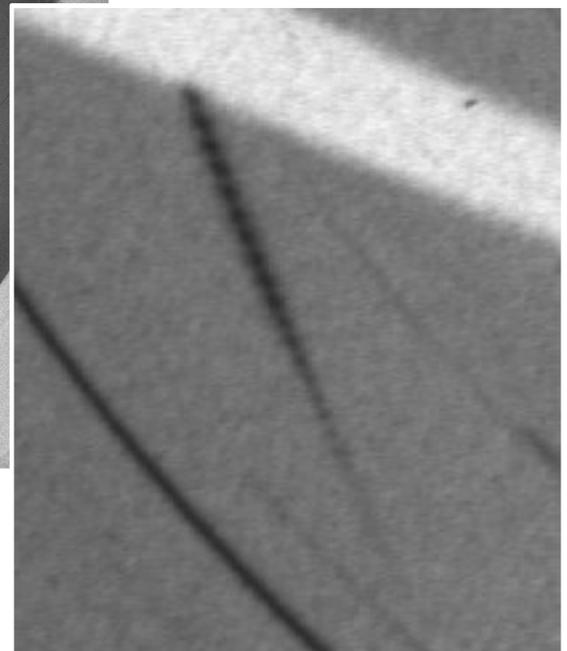
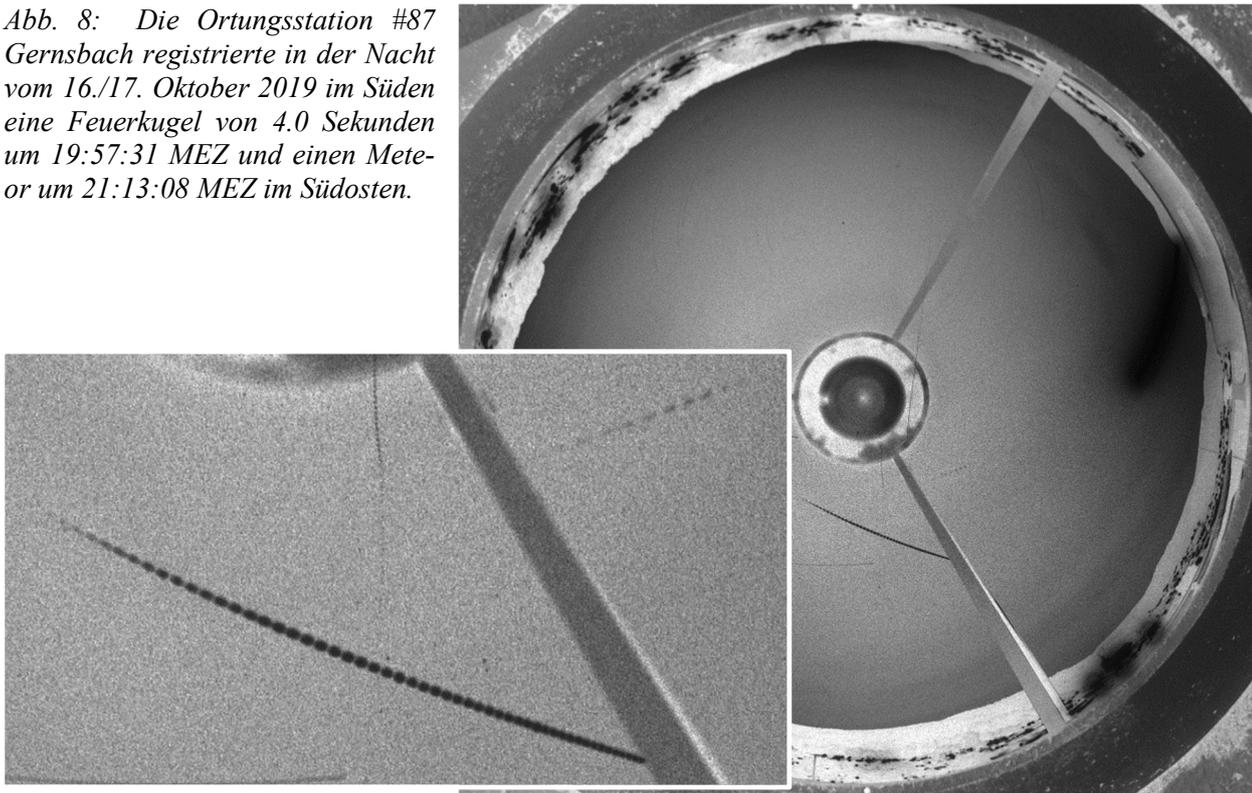


Abb. 8: Die Ortungsstation #87 Gernsbach registrierte in der Nacht vom 16./17. Oktober 2019 im Süden eine Feuerkugel von 4.0 Sekunden um 19:57:31 MEZ und einen Meteor um 21:13:08 MEZ im Südosten.



## Die Halos im November 2019

von Claudia und Wolfgang Hinz, Oswaldtalstr. 9, 08340 Schwarzenberg  
 Claudia.Hinz@meteoros.de    Wolfgang.Hinz@meteoros.de

Im November wurden von 23 Beobachtern an 25 Tagen 146 Sonnenhalos und an 11 Tagen 28 Mondhalos beobachtet. Mit einer Haloaktivität von nur 6,8 reihte sich dieser Monat auf den zweiten Platz der schlechtesten Novemberaktivitäten nach 1991 (6,5) ein. Es gab keine Erscheinungen über EE11, keine Halophänomene und keine nennenswerten Höhepunkte. Lichtblicke waren einige Eisnebelhalos in den Alpen, die aber alle außerhalb des AKM beobachtet wurden.

Im November zogen immer wieder Tiefdruckgebiete über uns hinweg. Das Wetter präsentierte sich dabei oft grau und trüb und es gab vor allem in der ersten Monatsdekade immer wieder Niederschläge, die aber in der Summe nicht ausreichten, um das Monatssoll zu erfüllen. Auch die Sonne machte sich oft rar. Am längsten zeigte sie sich im Bayerischen Wald sowie in der Oberlausitz mit nahezu 90 Stunden. Im Fichtelgebirge und im südlichen Thüringen erreichte sie dagegen örtlich nur um 20 Stunden. Statistisch betrachtet war es also ein etwas zu milder, zu trockener und sonnenscheinarmer November.

Innerhalb des AKM waren die einzigen nennenswerten Beobachtungen eine gleißende Nebensonne (H=3), die Jürgen Götze (KK31) am 13.11. in Aue beobachtete und ein 46°-Ring-Fragment, welches von Claudia und Wolfgang Hinz (KK38/51) am 22. während eines Flugs von Buenos Aires nach Sao Paolo gesichtet wurde.

Ein Blick ins Forum offenbarte zwei Beobachtungen des schon berühmten Davoser Moilanenbogens von Bertram Radelow. Am 10.11. erwischte er diesen am Mond, "direkt bei den Schneekanonen unserer so genannten Nachtloipe. Was da nach rechts wegtrieb - das ist der Stoff aus dem die Träume sind. Die Moilanenbogen-Kristalle sind die ersten, die sich aus dem Schneekanonenexsudat bilden, wie ich schon mehrfach beobachten konnte. Ein paar Minuten Drift reichen."



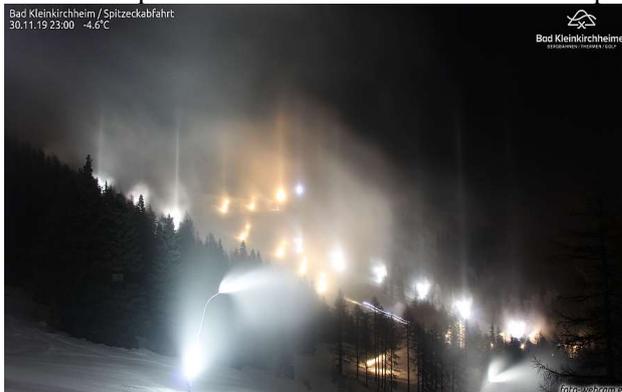
10.11.: Moilanenbogen am Mond im "Staub" der Schneekanone (links). Fotos: Bertram Radelow, Davos



18.11.: Eisnebelhalo mit Moilanenbogen, unterer Lichtsäule und Supralateralbogen in Davos. Fotos: Bertram Radelow

Am 18.11. bildete sich das "V" dann an der Sonne: "Es ist immer spannend, die "Zündung" der Halos bei aufgehender Sonne zu sehen. Kurz vorher denkt man noch "Mist, alles nur Tröpfchen, nix Eisiges", und sogar etwas später, wenn man schon stark von der Teilsonne geblendet wird: nichts. Fotoapparat einstecken, und dann im Augenwinkel: da war doch was? Und schon war der Moilanenbogen wieder da. Die Erklärung ist möglicherweise, dass sich heute die Eiskristalle nur in der untersten Nebelschicht bildeten (Auto-Thermometer:  $-7^{\circ}$ ), und dass darüber tatsächlich (unterkühlte?) Tröpfchen waren. Kurz danach bildete sich langsam eine untere Lichtsäule (auf dem Bild bereits ansatzweise zu erkennen), die acht Minuten später schön schlank und voll ausgewachsen war. Nach einem Standortwechsel um 40 Meter war der Eisnebel mindestens doppelt so viel weitergewandert, und befand sich inzwischen um mich herum, was noch einige andere Haloarten wie den  $22^{\circ}$ -Ring, den oberen Berührungsbogen oder den Supralateralbogen auf den Plan rief."

Auf den Alpenwebcams waren vor allem die Lampenlichtsäulen sehenswert:

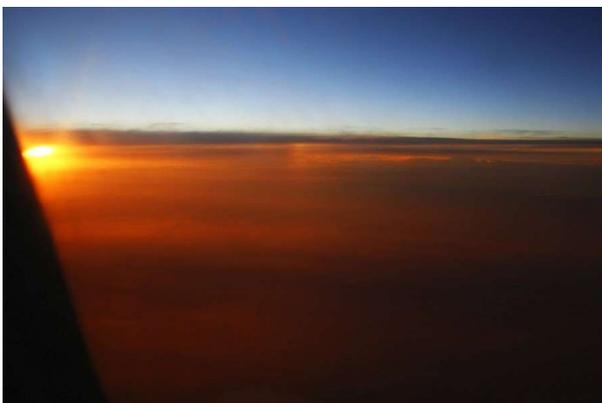


Lampenlichtsäulen auf Alpen-webcams. Quelle: foto-webcam.eu

Die schönsten Cirrenhalos des Monats:



17.11.: Nebensonne in Schlägl, Oberösterreich (links, Foto: Karl Kaiser) und Mondring mit komplettem umschriebenen Halo, Horizontalkreis und Infralateralbögen in Jena (rechts, Foto: Florian Lauckner)



Halonische Urlaubssouvenirs aus Patagonien und den Flügen dahin bzw. zurück.  
Fotos: Claudia und Wolfgang Hinz

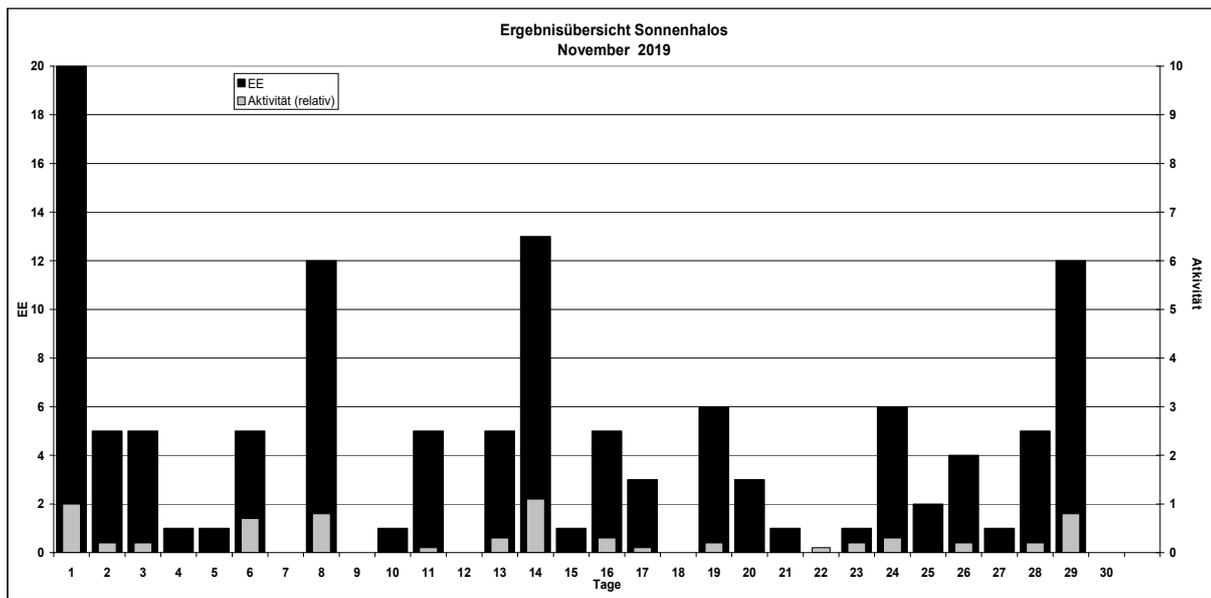
Beobachterübersicht November 2019																																
KKG	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	1) 2) 3) 4)																
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30																	
5602					<u>1</u>				3							4	2	1	2													
5702				1				3		1						5	3	0	3													
7402					4											4	1	0	1													
0604	2	3		1		<u>1</u>	X	<u>1</u>	3	X	X	X	X	X		11	6	8	12													
4404	1		2													3	2	0	2													
4604	1	2	1					2		1			1			8	6	0	6													
8204	5		X		X	1				1		1				9	4	2	6													
1305					1		1		1			1	1			5	5	0	5													
6906								1								2	2	0	2													
6107				3											3	6	2	0	2													
0408	3		1			1		2					2		2	12	7	0	7													
3108																																
3808	3	----- 02.-24. keine Beobachtung in Europa -----													1	3	7	3	0	3												
5108	3	----- 02.-24. keine Beobachtung in Europa -----													1	3	7	3	0	3												
5508	3														1	3	7	3	0	3												
7708														1		1	1	0	1													
6210		3						1								2	2	0	2													
7210								2						1		3	2	0	2													
7811															2	2	1	0	1													
8011				X										1		1	1	1	2													
8311									2							2	1	0	1													
5317	2			X	2	1		1	2	1	1	1	1	1	3	16	11	1	12													
9335			1					1			<u>2</u>	3				7	4	1	4													

1) = EE (Sonne) 2) = Tage (Sonne) 3) = Tage (Mond) 4) = Tage (gesamt)  
 X = nur Mondhalo unterstrichen = Sonnen und Mondhalo

Ergebnisübersicht November 2019																			
EE	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	ges			
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30				
01	5	2	2	1	1	6	1	1	1	5	1	2	2	1	1	2	1	2	38
02	7	1		1	2		2	3	2	1	1	1	1	1	2	1	2	4	32
03	6	2	3	1	2	1	2	2	4	2	2	1	1	2	2	1	1	4	40
05	1				1			1	1	1			1			1		7	
06																		0	
07																		0	
08					1			1										2	
09																		0	
10				1														1	
11	1				1			1						1		2		6	
12/21																		0	
	20	5	1	0	0	5	5	1	3	6	1	1	2	1	12			126	
		5	1	5	12	1	0	13	5	0	3	3	6	4	5	0			

Keine Erscheinungen über EE 12

04	H. + B. Bretschneider, Schneeberg	46	Roland Winkler, Werder/Havel	61	Günter Busch, Gotha	78	Thomas Klein, Miesbach
06	Andre Knöfel, Lindenberg	51	Claudia Hinz, Schwarzenberg	62	Christoph Gerber, Heidelberg	80	Lars Günther, Rennertshofen
13	Peter Krämer, Bochum	53	Karl Kaiser, A-Schlägl	69	Werner Krell, Wersau	82	Alexander Haußmann, Hörlitz
31	Jürgen Gölze, Adorf bei Chemnitz	55	Michael Dachsel, Chemnitz	72	Jürgen Krieg, Waldbronn	83	Rainer Timm, Haar
38	Wolfgang Hinz, Schwarzenberg	56	Ludger Ihlendorf, Damme	74	Reinhard Nitze, Barsinghausen	93	Kevin Boyle, UK Stoke-on-Trent
44	Sirko Molau, Seysdorf	57	Dieter Klatt, Oldenburg	77	Kevin Förster, Carlsfeld/Erzg.		



## Intensives Purpurlicht durch Polare Stratosphärenwolken

von Claudia Hinz, Oswaldtalstr. 9, 08340 Schwarzenberg

Ende November / Anfang Dezember fiel zahlreichen Beobachtern auf, dass die Dämmerungen bei klarem Wetter besonders intensiv sind. Solche intensiven Purpurlichter gab es zuletzt im August 2019, als die Aerosole verschiedener Waldbrände für zusätzliche Streupartikel in der Atmosphäre sorgten.

Doch was war diesmal die Ursache? Es gab (zum Glück) keine größeren Waldbrände in der Nordhemisphäre und auch keine hochreichenden Ascheausstöße von Vulkanen. Die Ursache musste also woanders liegen.

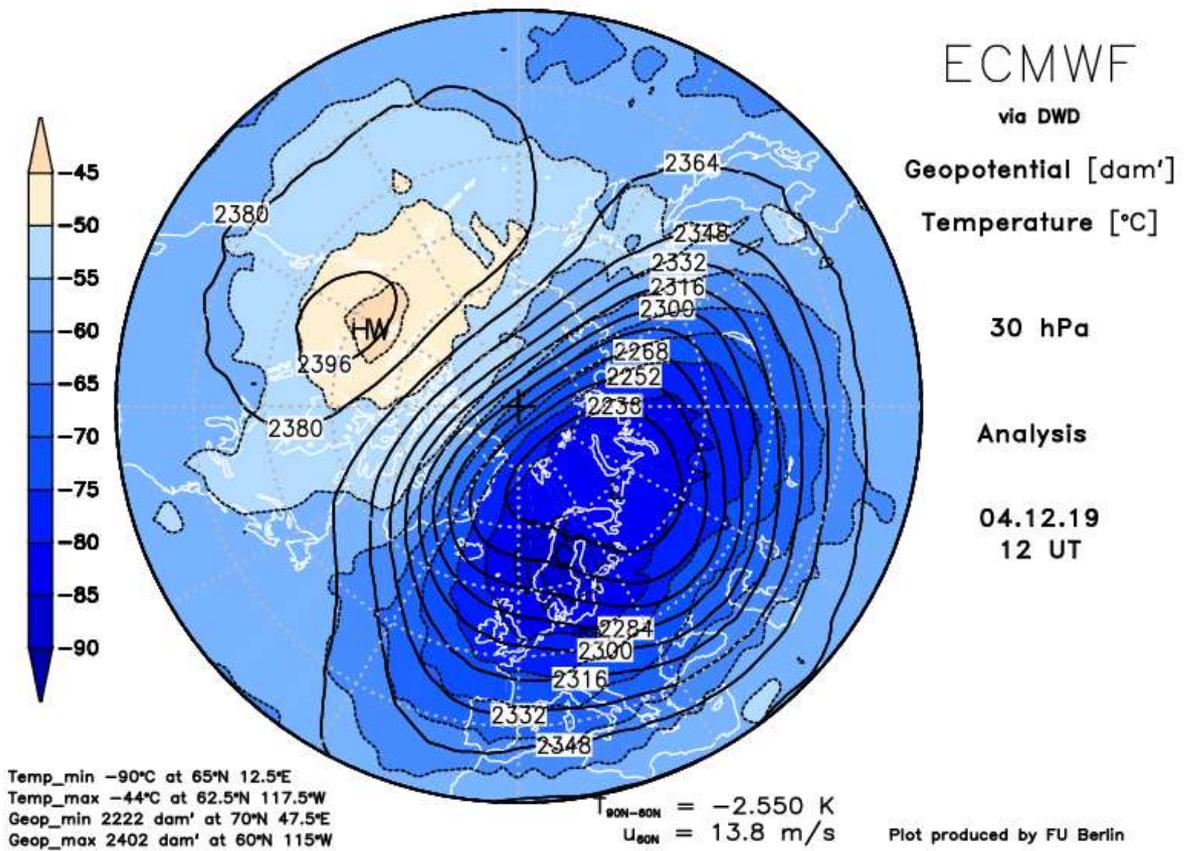
Ein Blick auf die 30hPa-Karten verriet, dass sich zu dieser Zeit der Polarwirbel sehr weit nach Süden verlagert hatte und der kälteste Bereich Deutschland einschloss. So wurden am 4.12. bei Radiosondenaufstiegen Stratosphärenminima von  $-83,3^{\circ}\text{C}$  im Norden (Schleswig, Greifswald),  $-80,1^{\circ}\text{C}$  in der Mitte (Essen, Meiningen) und immerhin noch  $-78,9^{\circ}\text{C}$  im Süden (Stuttgart) gemessen. Ab etwa  $-78^{\circ}\text{C}$  können sich polare Stratosphärenwolken (PSC) bilden, welche wahrscheinlich die Ursache des Purpurlichtes sind.

Auf dem Bild oben von Věra Tichá Šebestová, aufgenommen im Erzgebirge, sieht man deutlich, dass es zarte Wolkenstrukturen sind, welche sich rot färbten. Das spricht stark dafür, dass sich in der Höhe von 22-26 km Eiskristalle gebildet haben. Diese Eiswolken können aus Wasser (Typ II) oder anderen chemischen Partikeln (meist Salpetersäure, Typ I) bestehen.

Weiter nördlich, z.B. in Schweden, Schottland und Island, wurden gleichzeitig intensive und farbenprächtige Perlmutterwolken beobachtet. Über unseren Köpfen war wahrscheinlich die Dichte der Eiskristalle zu dünn, um deutlich sichtbare kompaktere Wolken bilden zu können.

Das letzte intensive Purpurlicht wurde am 6.12. an und in den Alpen beobachtet. Der Radiosondenaufstieg brachte in Stuttgart nochmals Minimumtemperaturen von  $-74,1^{\circ}\text{C}$  in 20967 Metern Höhe, regional

lag sie am Alpenrand sicher noch darunter. Aber anschließend stiegen die Stratosphärentemperaturen deutlich an und machten dem PSC-induziertem Purpurlicht über D/A/CH ein Ende.

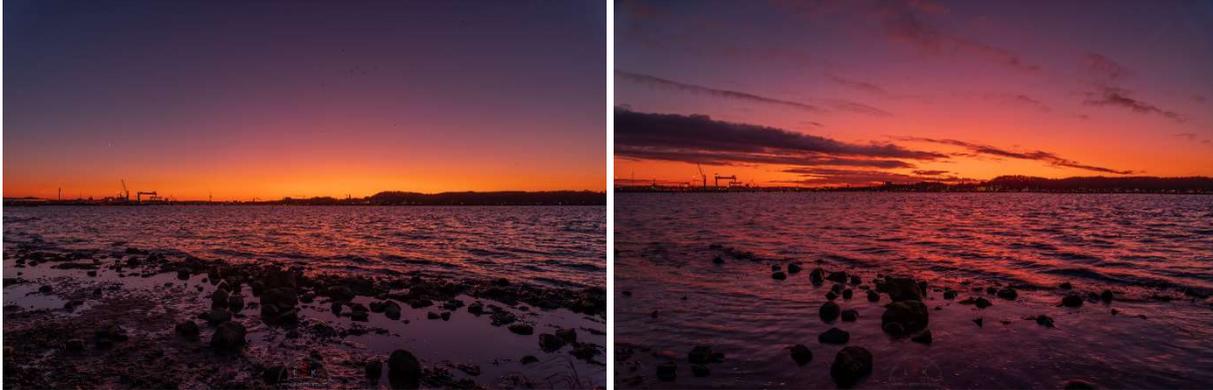


Auf der 30hPa-Karte ist der nach Süden verlagerte Kältepol des Polarwirbels gut zu sehen. Quelle: FU-Berlin

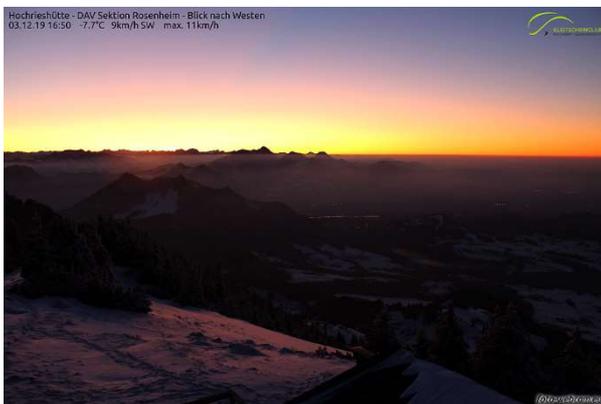


Purpurlicht in Wolkenstrukturen. Foto: Věra Tichá Šebestová

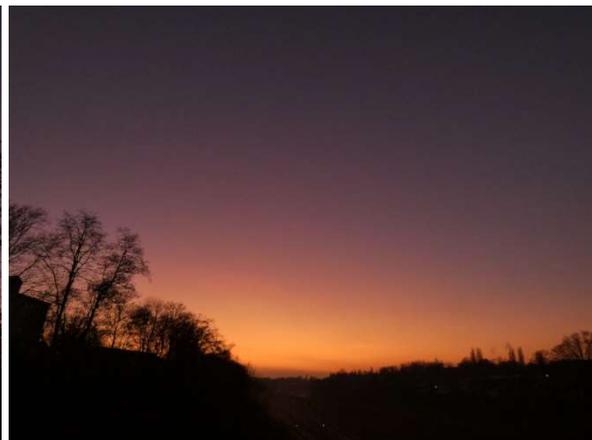
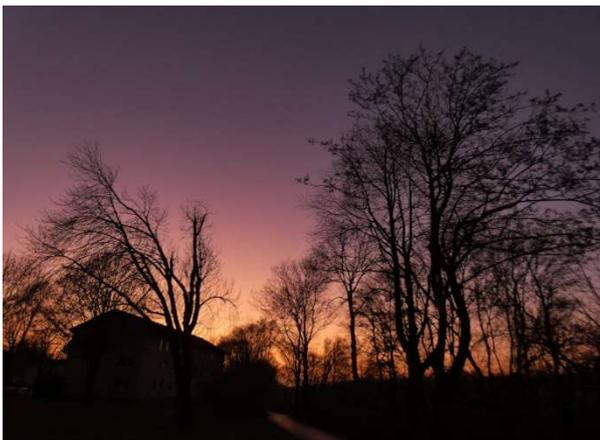
Nachfolgend die besten Fotos:



29.11. und 02.12.: Intensives Purpurlicht in Kiel. Fotos: Laura Kranich



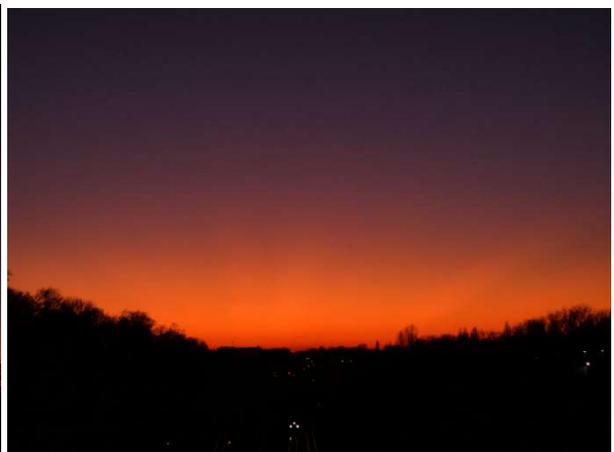
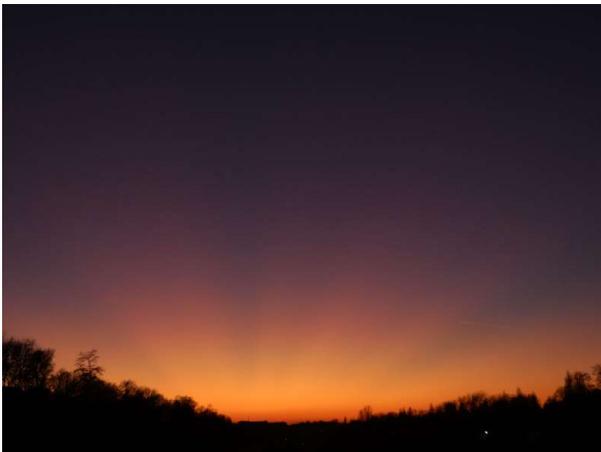
03.12. Purpurlicht über dem Wendelstein. Fotos: foto-webcam.eu



03.12.: Purpurlicht in Bochum. Fotos: Peter Krämer



04.12.: Hochreichendes Purpurlicht in Bad Schönborn. Foto: Elmar Schmidt



05.12.: Intensive Dämmerungsstrahlen von Sonnenaufgang in Bochum. Fotos: Peter Krämer



05.12.: Purpurlicht vor Sonnenaufgang in Grünstädtel bei Schwarzenberg. Kurz vor Sonnenaufgang zeichneten sich die Wolkenstrukturen vor dem bereits hell erleuchteten Himmel ab (unten). Fotos: Claudia Hinz

## Pollen- und Sporenkoronen durch künstliche Lichtquellen

von Alexander Haußmann, Schipkauer Str. 26, 01968 Hörlitz  
alexander.haussmann@web.de

Neben den vielfältigen natürlichen Pollenkoronen durch Sonnen- und Mondlicht im Frühjahr 2019 (s. Meteoros 12/2019) gelangen im letzten Jahr auch einige interessante Experimente mit künstlichen Lichtquellen. Solche Versuche sind im AKM seit 1998 bekannt [1], standen aber immer etwas am Rande. Dabei verdienen die Fragen nach dem Einfluss der Divergenz der Beleuchtung und den möglichen Unterschieden im Streuverhalten von dünneren und dichteren Pollenansammlungen durchaus mehr Beachtung. Zudem wäre es schön, ein einfach zu realisierendes Demonstrationsexperiment zu entwickeln, das auch außerhalb der Pollenflugzeit nicht-kreisförmige Koronen veranschaulichen kann.

Grundsätzlich ist es so, dass man für die Kunstlichtversuche eine um Größenordnungen höhere Anzahldichte der Pollen (d.h. Körner pro Kubikmeter) braucht, denn es sollen auf Abstandsskalen um 1-10 m ähnlich intensive Beugungserscheinungen erzeugt werden wie im Sonnen- oder Mondlicht. Dort beträgt der effektive Lichtweg je nach Höhe und Dicke der pollenhaltigen Luftschicht sowie der Schräge des Lichteinfalls einige 100 m bis ca. 50 km. Zum Höhepunkt des intensiven Kiefernpollenflugs am 5./6. Mai 2018 habe ich auch einmal darauf geachtet, ob künstliche Lichtquellen in 1-2 km Abstand (rote Windrad- und Funkmastbeleuchtung) zumindest fotografische Koronen erzeugen würden, dies war aber nicht der Fall – gleichzeitig gelang jedoch der Erstdnachweis von Pollenkoronen um Planeten (Venus und Jupiter). Der gewöhnliche, stark in der Atmosphäre verdünnte Pollenflug reicht also für Kunstlichtversuche nicht aus. Unmittelbar an den blühenden Bäumen und Sträuchern ist die Pollendichte höher, wenn sie durch Wind herausgelöst werden. Die so entstandenen dichten gelben Schwaden schafften es zum Höhepunkt des Fichtenpollenflugs 2018 sogar in die mediale Berichterstattung.

Die dosierbare Alternative zum Wind ist das manuelle Schütteln. Allerdings ist die Lebensdauer der so produzierten Pollenwolken begrenzt: Ohne Nachschütteln verschwinden die Koronen meist nach einigen Sekunden, allerspätestens nach einer halben Minute. Die Wolken können aber durch Wedeln oder Pusten mit etwas Geschick in die passende Richtung manövriert werden. Trotzdem ist man immer noch auf die Zeit der Baumblüte angewiesen, es sei denn, man würde die Pollen ernten. Dazu gibt es tatsächlich Anleitungen – allerdings aus anderer Motivation. Kiefernpollen werden nämlich auch als Nahrungsergänzungsmittel, u.a. zur Hebung des Testosteronspiegels verkauft. Allerdings sind die käuflichen Produkte leider sämtlich gemahlen („Zellwände schonend gebrochen“) und für optische Versuche damit völlig unbrauchbar. Unversehrte Bärlappsporen (*Lycopodium*, das „Hexenpulver“ der Feuerspucker) sind jedoch ebenso einfach zu beschaffen und ein guter Ersatz für Pollen, ohnehin werden sie traditionell zur Demonstration der Fraunhoferbeugung eingesetzt [2]. Allerdings streut man sie dazu auf eine Glasscheibe und versucht sie nicht in der Luft zu verteilen. Letzteres ist aber auch möglich und ein wunderbarer Anschauungsversuch für Pollenkoronen!

Der Dichteunterschied kann auch quantitativ abgeschätzt werden: In Finnland und Alaska wurden zum Höhepunkt des Pollenflugs, aber abseits der direkten Umgebung der Bäume, erdbodennahe Konzentrationen von bis zu 1000-4000 Körnern pro Kubikmeter für Kiefern und Birken gemessen [3, 4]. Die Untergrenze für die Sichtbarkeit von Pollenkoronen wird auf  $100 \text{ m}^{-3}$  geschätzt. Im Vergleich dazu würde man in einem typischen Lampenexperiment mit Bärlappsporen schätzungsweise 5 g auf einen Kubikmeter verteilen. Nimmt man eine Bärlappspore als Kugel mit  $30 \text{ }\mu\text{m}$  Durchmesser und einer Massendichte der kompakten Sporenmaterie von  $1,2 \text{ g/cm}^3$  an, so wiegt ein Sporenkorn  $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ g}$ , und es folgt daraus eine Anzahldichte von  $3 \cdot 10^8 \text{ m}^{-3}$  in der künstlichen Wolke – somit ca. fünf Größenordnungen mehr als im „normalen“ Pollenflug! Mit neuentwickelten LIDAR-Methoden wurden übrigens auch recht hohe Konzentrationen von  $2 \cdot 10^7 \text{ m}^{-3}$  nahe an Japanischen Zedern gemessen, vermutlich während der Pollenauslösung durch Wind [5].

Die markante Sichtbarkeit der dichten Pollen- oder Sporenwolken im Gegensatz zum normalen, in der Atmosphäre verdünnten Pollenflug ist ein klares Anzeichen von Mehrfachstreuung, die auch in kleinem Winkelabstand von der Lichtquelle unter größeren Streuwinkeln erfolgen kann und daher nicht mehr als Fraunhoferbeugung beschreibbar ist [6]. Dementsprechend bekommen diese Pollenwolken dann auch ihre durch die chemische Zusammensetzung bedingte Eigenfarbe. Einfachstreuung durch Fraunhoferbeugung ist dagegen unabhängig von der Zusammensetzung. Wie bei Regenbögen und Halos sorgt die Mehrfachstreuung für einen diffusen Hintergrund und kann die Lichtquelle für „tiefere“ Positionen in der Wolke zunehmend abschwächen. Dies bedeutet, dass nicht zu stark geschüttelt werden darf – eine zu hohe Konzentration lässt die Koronen im diffusen Hintergrund untergehen.

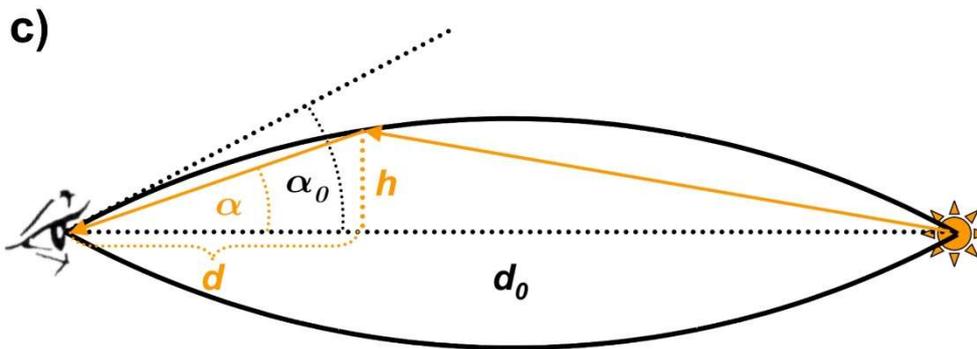
Allerdings befindet man sich selbst dann noch nicht in demjenigen Konzentrationsbereich, in welchem Interferenzeffekte zwischen den von verschiedenen Körnern gestreuten Lichtwellen eine Rolle spielen. Die Überlagerung ist noch rein inkohärent, d.h. die Intensitäten und nicht die Amplituden (mit komplexwertigen Phasenfaktoren, und diversen Polarisationszuständen) summieren sich, und abgesehen von der Kontrastreduktion durch den Hintergrund bleibt die Korona an sich unverändert. Tricker rechnet mit dem Einsetzen von Interferenzeffekten in zufällig verteilten Partikelansammlungen beim Unterschreiten von mittleren Partikelabständen (Zentrum zu Zentrum) von 4-5 Durchmessern, eventuell auch weniger [7]. Relevant wird das z.B. bei den dicht aneinander liegenden kalottenförmigen Wassertropfen auf behauchten Glasscheiben [8]. In dichten Pollen- oder Sporenwolken hat selbst bei  $3 \cdot 10^8$  Partikeln pro  $m^3$  jedes Korn im Mittel einen Würfel von 1,5 mm Kantenlänge „für sich allein“ zur Verfügung, bei einer typischen Eigengröße von 10-90  $\mu m$ . Bei  $4000 m^{-3}$  hat dieser durchschnittliche Exklusivitätswürfel sogar etwas mehr als 6 cm Kantenlänge.

### **Divergentes Licht und Minnaert-Zigarren**

Als sehr effektive Pollenlieferanten erwiesen sich bereits im Vorfrühling 2019 die Eibenbäume im Garten von Reinhard Nitze in Barsinghausen. Am 25.02.2019 konnte er die Pollenwolkendynamik sogar als Video dokumentieren. Eibenpollen sind eher rundlich, deswegen erscheinen die Koronen kreisförmig. Interessant ist hier, dass der Winkelradius der Beugungsringe schrumpfte, wenn die Pollen weiter vom Beobachter entfernt (und damit näher an der Lampe) freigesetzt wurden (s. Abb. 1a und b). Dies entspricht qualitativ auch der theoretischen Erwartung, denn bei Beugungsringen greift ebenso wie bei den Lampenhalos die Geometrie der „Minnaert-Zigarre“ (s. Abb. 1c) [9]. Im divergenten Licht werden daher nur für Pollen sehr dicht am Beobachter die gleichen Winkelradien wie im parallelen Licht gemessen, und für einen Pollenaufenthaltort an der Lichtquelle schrumpfen die Winkelradien sogar auf Null. Allerdings ist im maßstäblichen Vergleich die Minnaert-Zigarre einer Pollenkorona viel schlanker als diejenige eines  $22^\circ$ - oder gar  $46^\circ$ -Halos. Der Effekt ist übrigens auch sehr deutlich im klassischen Versuch mit den Bärlappsporen auf einer Glasscheibe sichtbar, wenn man durch die Scheibe eine divergente Quelle (z.B. nackte Fahrradbirne) betrachtet und den Abstand der Scheibe zum Auge variiert.



Abb. 1: Geschüttelte Kunstlicht-Eibenkorona, Abstand Kamera – obere Lampe (orange) 9,5 m, Kamera – untere Lampe (weiß) 7,0 m. a) Abstand Kamera - Pollenort ca. 2,3 m, b) Abstand Kamera - Pollenort ca. 5,5 m, Fotos: Reinhard Nitze (Einzelbilder aus Video), c) Minnaert-Zigarren-Geometrie.



Die Berechnung des sich mit dem Abstand  $d$  der Pollenposition (oder Eiskristallposition bei Halos) zur Kamera verändernden Winkelradius  $\alpha$  (bei bekanntem Abstand Kamera-Lampe  $d_0$  und Winkelradius in parallelem Licht  $\alpha_0$ ) ist eine gute Übung in analytischer Geometrie. Daraus erhält man die allgemeine Formel:

$$\alpha = \arctan \left[ \frac{d_0}{2d} \cdot \left( \sqrt{\cot^2 \alpha_0 + 4 \left( \frac{d}{d_0} - \frac{d^2}{d_0^2} \right)} - \cot \alpha_0 \right) \right]$$

Für den Fall kleiner Ablenkwinkel, wie sie bei Beugungsphänomenen auftreten, lässt sich diese Formel in guter Näherung stark vereinfachen. Man erhält einen linear mit der Pollendistanz abnehmenden Winkelradius:

$$\alpha \approx \alpha_0 \cdot \left( 1 - \frac{d}{d_0} \right)$$

Stellt man nun die von den Fotos abgelesenen Werte für den am klarsten erkennbaren zweiten Ring (d.h. unmittelbar auf die Aureole folgend) in der Rot-minus-Grün-Differenz den passenden geometrischen Reduktionsfaktoren gegenüber, so ergibt sich folgende Tabelle:

		Pollenort a)		Pollenort b)	
		Reduktionsfaktor $\left(1 - \frac{d}{d_0}\right)$	Radius 2. Ring aus R-G (Pixel)	Reduktionsfaktor $\left(1 - \frac{d}{d_0}\right)$	Radius 2. Ring aus R-G (Pixel)
Lampe (orange)	oben	0,76	116	0,42	78
Lampe (weiß)	unten	0,67	109	0,21	71

Zu erwarten ist eine Proportionalität zwischen den Radien und Reduktionsfaktoren, was insbesondere für den kürzeren Lampenabstand (unten) und die weiter entfernten Pollen b) nicht zutrifft. Die Ursache liegt wahrscheinlich in der endlichen Winkelausdehnung der Lichtquelle (bedingt durch ihre Größe), welche die Beugungsringe „aufbläht“. Mathematisch kann dies durch ein Faltungsintegral beschrieben werden, ohne zusätzliche Information über die tatsächliche Größe der Lampe kommt man aber an dieser Stelle nicht weiter.

### Vergleich von Kiefernpollenkoronen durch Scheinwerfer- und Sonnenlicht

Ein anderer Ansatz für Kunstlicht-Beobachtungen ist die finnische Scheinwerfer-Methode, um annähernd paralleles Licht zu erzeugen. Ursprünglich wurden damit Eisnebelhalos untersucht [10], jedoch eignet sich diese Beleuchtungstechnik auch für Regenbögen höherer Ordnung [11]. Nachdem ich schon einige Tage lang bemerkt hatte, dass Pollen aus einer Kiefer in meinem Garten geschüttelt werden konnten, führte ich am 10.05.2019 ein Experiment im Scheinwerferlicht durch. Ich habe auch ein Video aufgenommen [12], und ein weiteres Foto ist auf der Titelseite der Meteoros-Ausgabe 5/2019 abgebildet.

Sinnvoll ist eine Blockung des direkten Lichtwegs zur Kamera, um Überstrahlungen zu vermeiden (s. Abb. 2a und b). Allerdings ist die passende Ausrichtung von Scheinwerfer, Schattenwerfer (Pappscheibe von der Größe eines Bierdeckels) und Kamera Zentimeterarbeit. Der von der Pappscheibe erzeugte Schattenkegel in Richtung Kamera wird auch erst beim Vorhandensein einer Pollenwolke deutlich sichtbar. Üblicherweise kommt es dazu, dass Pollen dicht vor der Kamera nicht zu den inneren Teilen der Korona beitragen können, da auch sie mit im Schatten liegen. Erst ab einer doch recht beachtlichen Mindestentfernung von der Kamera ist ein Beitrag möglich, was durch den kleinen Streuwinkel der Koronen bedingt ist. Diese Distanz lag im Fall der geometrischen Verhältnisse von Abb. 2a und b bei über einem Meter, so dass die Kamera weiter als eine Armlänge vom Schüttelzweig entfernt war. Ohne Assistent kann man sich dann nur mit automatischen Bilderserien („Dauerfeuer“) behelfen. Die Variationen in Helligkeit und Kontrastverhältnis zum Hintergrund sind für verschieden starkes Schütteln und je nach Zugrichtung der Wolke sehr ausgeprägt. Immer wieder hübsch anzusehen ist der körnige Effekt bei sehr geringer Dichte, der an das Glitzern von Eisnebelhalos erinnert und wegen des dann nur schwachen Mehrfachstreuungshintergrunds sehr kontrastreich erscheint.

Wie sieht nun eine direkte Gegenüberstellung mit einer Sonnenkorona, aufgenommen mit derselben Kamera, aus? Abb. 2c und d zeigen eine Aufnahme vom Mai 2018 bei ähnlichem Einfallswinkel des Lichts. Die Lichtknoten im zweiten Ring, die gleichmäßige Achteckform des dritten und das typische Dreiermuster im vierten oberhalb und unterhalb der Lichtquelle sind bei beiden Koronen ausgeprägt. Folglich haben sich die Achsen der Pollenkörner bereits auf der kurzen Driftstrecke nach dem Freisetzen (ca. 1 m) durch die Aerodynamik ausgerichtet. Einem Vorschlag von Elmar Schmidt zufolge sollte das Einstellen der vertikalen Achsrichtung ähnlich schnell erfolgen wie das Annähern an die Endgeschwindigkeit des reibungsbegrenzten Falles, d.h. unter der Voraussetzung Stokesscher Reibung (Reibungskraft proportional zur Geschwindigkeit) nach folgendem Verlauf:

$$v(t) = v_T + (v_0 - v_T) \cdot e^{-t/\tau}$$

Darin bezeichnet  $v_T$  die Endgeschwindigkeit,  $v_0$  die Startgeschwindigkeit und  $\tau$  die Zeitkonstante der Geschwindigkeitsannäherung, welche sich folgendermaßen aus Fallbeschleunigung  $g$  und Endgeschwindigkeit  $v_T$  ergibt:

$$\tau = \frac{v_T}{g}$$

Für Kiefernpollen sind Endgeschwindigkeiten von  $v_T = 0,025$  m/s gemessen worden [13], was einer Zeitkonstante von  $\tau = 2,5$  ms entspricht. Selbst bei einer durch das Schütteln erzeugten Freisetzungsgeschwindigkeit von  $v_0 = 10$  m/s ist nach ca. 8 Zeitkonstanten (20 ms) die Endgeschwindigkeit so gut wie erreicht. Durch Integration des Geschwindigkeitsverlaufs erhält man die zugehörige Flugstrecke von nur ca. 2,5 cm, d.h. die Pollen erreichen in der Tat nach sehr kurzen Strecken ihren „eingetrudelten Zustand“.

Bei diesen Betrachtungen darf man aber nicht übersehen, dass sich die Umgebungsluft selbst bewegen kann, sei es durch externen Wind oder mehr noch durch das Schütteln selbst. Die Geschwindigkeitsgleichung findet relativ zur Umgebungsluft statt, nicht bezüglich des erdbodenbezogenen Koordinatensystems des Beobachters, d.h. der Wind nimmt die Pollenwolke mit. Für die Achsausrichtung gibt es dann einen konkurrierenden Einfluss aus lokaler Windrichtung und vertikal wirkender Gravitation. Wahrscheinlich ist dies der Grund für die nicht ganz so klar abgegrenzten Lichtknoten bei der Lampenbeobachtung, und die beobachtete Verdrehung der Symmetrieachse um  $2^\circ$  aus der Vertikalen (s. Abb. 2b). Dieser Wert ist zwar aufgrund der Ausrichtungstoleranzen der Kamera nicht sehr genau bestimmbar, trotzdem halte ich die Abweichung von Null für signifikant.

Etwas überraschend ist, dass die Lampenkorona auf den Fotos sogar etwas größer erscheint als die Sonnenkorona, zumindest was die inneren Ringe betrifft. Den Überlegungen zu den Reduktionsfaktoren gemäß (s.o.) wird genau das Gegenteil erwartet. Die Gleichheit der Winkelmaßstäbe (d.h. die Brennweitenkalibrierung) habe ich im Rahmen des Möglichen überprüft. Das veränderte Beleuchtungsspektrum, welches eine Verschiebung der Ringe im R-G-Bild verursachen kann, wurde durch Einstellen der Farbtemperatur bei der RAW-Bearbeitung (zumindest per Augenmaß) kompensiert. Natürlich sind auch systematische Größenunterschiede der Pollen (Feuchtegehalt, Pollen von einem einzelnen Baum im Gegensatz zum statistischen Mittel über regionale oder überregionale Populationen) ein möglicher Grund.

Wahrscheinlich ist jedoch auch ein Einfluss der komplexen und nicht völlig kontrollierbaren Beleuchtungsoptik. Das nach vorn emittierte (nicht reflektierte) Licht verhält sich normal divergent, spielt aber in größerer Entfernung nur noch eine geringe Rolle gegenüber dem vom Reflektor kollimierten Anteil. Bei diesem ist schwer vorzusagen, wie gut er dem Ideal einer parallelen Quelle nun wirklich entspricht. Schließlich wird eine mehrere Millimeter große Glühwendel in drei Dimensionen toleranzbehaftet nahe dem Brennpunkt eines ebenfalls in seiner Form nicht perfekten Parabolspiegels positioniert. Es ist durchaus denkbar, dass hieraus sogar ein größerer effektiver Winkeldurchmesser als bei der Sonne resultiert. Dies legen auch die finnischen Lampenhalobeobachtungen nahe, bei denen die einzelnen Haloarten stets etwas breiter und unschärfer erscheinen als im Sonnenlicht. Bei einem größeren Abstand zwischen Beobachter und Lichtquelle sollten diese Abweichungen weniger stark ins Gewicht fallen.

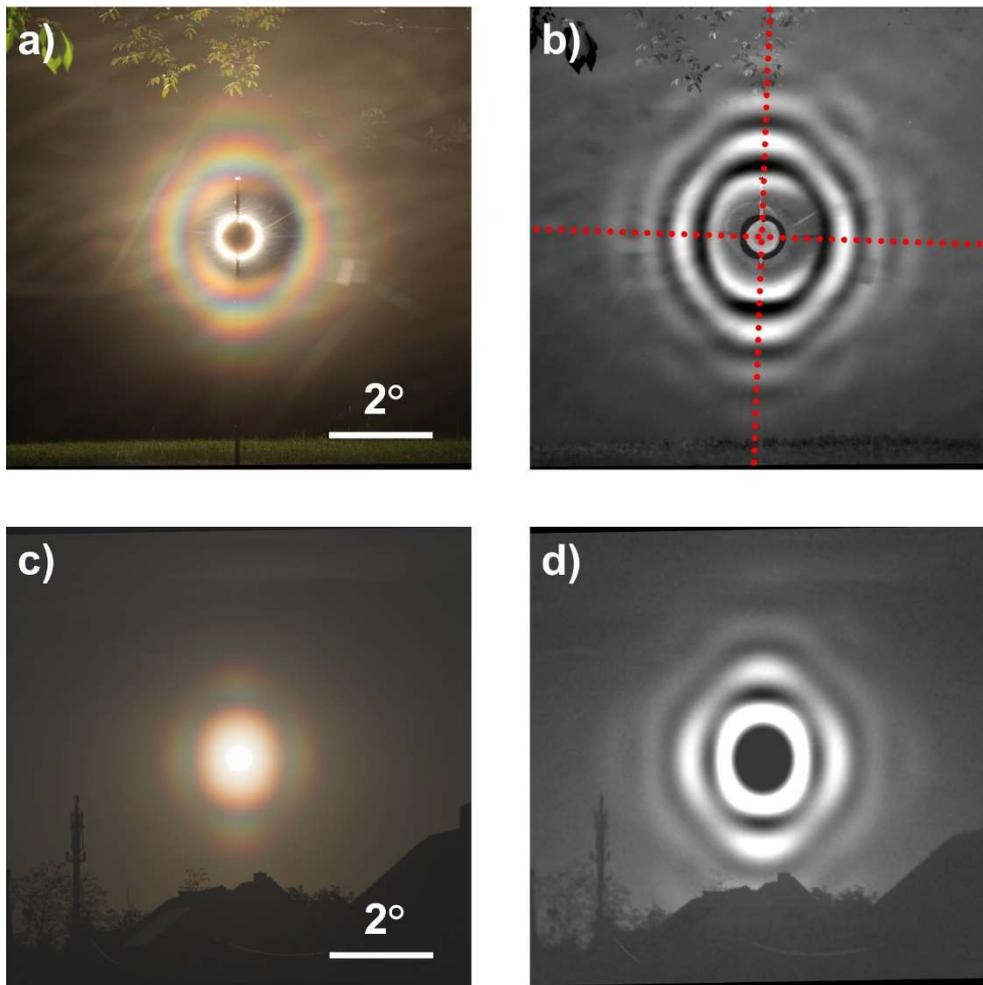


Abb.2: Gegenüberstellung von klein- und großräumigen Kiefernpollenkoronen: a) durch geschüttelte Pollen im Scheinwerferlicht, 10.05.2019, 22:16 MESZ, Lichtquellenhöhe  $\approx 2^\circ$ , Abstand Kamera-Scheinwerfer 19,5 m, Abstand Kamera-Pollenwolke 1.5-3.5 m, direktes Scheinwerferlicht mit Pappscheibe 9,3 m vor Kamera abgedeckt, Originalbild, b) R-G-Differenz mit eingezeichneten Symmetrieachsen, c) durch natürlichen Pollenflug im Sonnenlicht, 06.05.2018, 19:57 MESZ,  $h_s = 4.6^\circ$ , Originalbild, d) R-G-Differenz.

### Bärlappsporen - „Pollen“koronen zu jeder Jahreszeit

Wie schon erwähnt, sind Bärlappsporen nach meiner bisherigen Erfahrung der beste verfügbare Pollenersatz. Der Preis liegt bei etwa 25 Euro pro 500 g. Auf eine Glasplatte gestreut, sind sie der klassische Demonstrationsversuch für Kränze, wobei die Sporen in zufälliger Anordnung zu liegen kommen und die Beugungsringe perfekte Kreise werden.

Das Besondere an Pollenkoronen sind jedoch gerade die Abweichungen von der Kreisform und die Helligkeitsvariation, z.B. in Form von Lichtknoten. Dafür braucht es die aerodynamische Vorzugsausrichtung, also frei schwebende Partikel. Nach den Erfahrungen beim Kiefern schütteln wird diese ohne weiteres auch im „Gartenmaßstab“, also im Bereich von einzelnen Metern oder weniger, erreicht. Die Frage ist nun, wie lassen sich die Bärlappsporen in der Luft verteilen, wenn man sie doch nicht aus Zweigen schütteln kann? Ursprünglich hatte ich nur eine kleine Menge Sporenpulver zur Verfügung, und habe gefüllte Fahrradluftpumpen, Trinkhalme als Blaströhrchen, Ausklopfen eines bestreuten Frotteetuchs und Verstreuen durch ein Teesieb probiert. All das ist bei einem 500-g-Beutel unnötig, denn schon mit wenig Schütteln an der geöffneten Papiertüte kommen die Sporenwolken wie von allein hervor (wenn es nicht

gerade regnet). Natürlich muss man wieder auf die Windrichtung achten, und auch darauf, ob es lokale Auf- oder Abwärtsströmungen gibt. Dezent es Pusten oder Wedeln ist auch sehr hilfreich, was ich auch in einem Video festhalten konnte [14]. Aus Sicherheitsgründen sollten keine Zündquellen in der Nähe sein, denn die Sporen sind ja prädestiniert für Staubexplosionen (auch wenn es dazu normalerweise viel höhere Konzentrationen braucht).

Die Stabilität der Wolken wie auch die Helligkeits- und Kontrastvariation der Koronen mit der Dichte sind mit geschüttelten Kiefernpollen vergleichbar. Die Koronen selbst erscheinen visuell ziemlich rund, erst bei genauem Hinsehen und Konzentrieren auf die äußeren Ringe erkennt man eine ovale Form. Präziser lassen sich Fotos auswerten, auf denen unter günstigen Bedingungen sogar 6-7 Ringe in der R-G-Bearbeitung nachgewiesen werden können (s. Abb. 3a und b). Dass überhaupt so viele Ringe erscheinen, ist natürlich eine Folge der von Natur aus sehr eng tolerierten Abmessungen dieser Sporen, die deswegen auch als Maßstab zum Größenvergleich in der Mikroskopie eingesetzt werden. Eine „Kantigkeit“ der Ringe ist nur dezent ausprägt. So zeigt der dritte eine in etwa achteckige Form, allerdings weit weniger extrem als bei der Kiefer. Auch gibt es eine moderate Helligkeitsvariation entlang der Ringe, wobei sich höhere Beugungsintensitäten in X-Form nach außen fortsetzen. Dieses Kreuz ist auch in der diffusen, nicht farbaufgespalteten Streuung zwischen den Ringen erkennbar, fällt aber naturgemäß in der R-G-Differenz nicht mehr stark auf. Insbesondere an den nahezu vertikal verlaufenden Seiten der Ringe ist deren Intensität merklich reduziert.

Aus Reihenaufnahmen konnte ich ermitteln, dass sich dieses typische Koronamuster bereits ca. 1 s nach dem Ausschütteln aus der Tüte einstellt. Davor sind die Koronen wegen der Turbulenzen und der daraus resultierenden momentanen Zufallsausrichtung tatsächlich rund. Bemerkenswert ist auch die Stabilität der Ausrichtung gegenüber Windböen bzw. dem Pusten und Wedeln zum Manövrieren der Sporenwolken, denn in keinem dieser Fälle ist eine nennenswerte Verkipfung der Korona aufgetreten. Dies bedeutet, dass die Gravitation zumindest hier für die Koronausrichtung doch die Oberhand gegenüber dem Scherwindeneffekt der umgebenden Luft hat. Es ist wohl eine Ironie der Geschichte, dass seit Fraunhofers Zeiten vor etwa 200 Jahren Bärlappsporen immer wieder nur auf Glasplatten ausgestreut wurden und kaum jemand auf die Idee gekommen ist, sie in der Luft zu verteilen – man muss schon tief in der Literatur graben, um wenigstens beiläufige Bemerkungen dazu zu finden [15]. Aber selbst darin sind keine Hinweise auf die charakteristische Abweichung der Koronen von der Kreisform enthalten. Sonst wäre man per Analogieschluss den Pollenkoronen womöglich schon Jahrzehnte früher auf die Spur gekommen.

Die Fraunhoferbeugungs-Simulationen (Abb. 3c, d) brauchen auch hier einige Vorüberlegung. Die Form der Sporen ist an sich gut bekannt. Es handelt sich um ca. halbkugelförmige Gebilde mit einem Aufsatz aus drei Stegen, jeweils um  $120^\circ$  zueinander verdreht. Der Querschnitt ist auch nicht exakt kreisförmig, sondern in Richtung der Stege etwas ausgebeult, d.h. er weist die Form eines abgerundeten Dreiecks auf. Mitunter wird die Form der Körner als „tetraedrisch“ bezeichnet, was ich aber für nicht ganz passend halte. Charakteristisch ist ferner eine relativ stark netzartig zerfurchte Oberfläche [16, 17]. Diese sog. „Ornamentation“ findet sich auch auf der Oberfläche von Pollenkörnern, ist aber dort nicht so stark ausgeprägt. Die Ornamentation ist für die Näherung der „flachen Maske“ (s. Meteoros 5/2019) problematisch, denn dabei geht man von einer sprunghaften Grenze zwischen vollständigem Lichtdurchlass und vollständiger Blockade am Rand des Hindernisses aus. Auch ein transparentes Objekt wie ein kugelförmiger Wassertropfen kann für die Beugung aufgrund der Linsenwirkung der gekrümmten Oberfläche als undurchsichtig betrachtet werden – zwar wird Licht durchgelassen, aber stark abgelenkt und fehlt damit in Vorwärtsrichtung (= kleiner Winkelabstand zur Lichtquelle vom Beobachter aus gesehen). Eine halbtransparente dünne Schicht Sporopollenin (das Biopolymer-Material der Pollen- und Sporenaußenseite) in einer Ornamentationsstruktur ist dazu möglicherweise nicht in der Lage. Letztlich ist es also im Rahmen der bisherigen Näherungen nur möglich, eine optische Kompromissform für das Sporenkorn anzusetzen, die mit der Form der physischen Oberfläche (wie im Elektronenmikroskop sichtbar) nicht vollständig übereinstimmen muss. Zu diesem Zweck habe ich auf den leicht dreieckig verzerrten Halbkugelteil eine passende Kegelform mit abgerundeter Spitze gesetzt (s. Abb. 3e). Motivation dafür waren die optischen Mikroskopbilder aus [16].

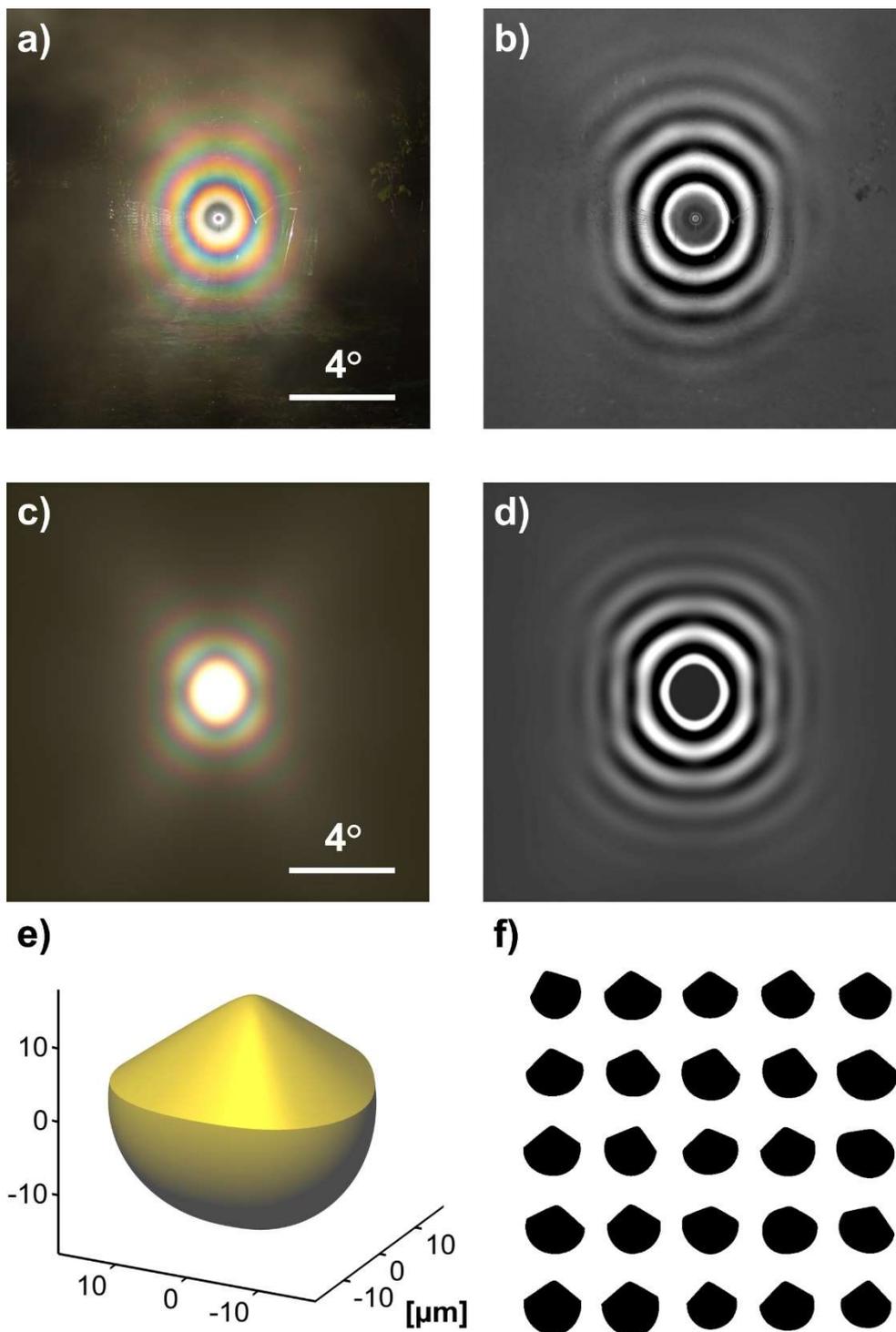


Abb. 3: Bärlappsporenkorona, 26.10.2019, 21:37 MESZ, Hörlitz, Lichtquellenhöhe  $\approx 0^\circ$ , Abstand Kamera-Scheinwerfer 54,2 m, Abstand Kamera-Sporenwolke ca. 1-5 m, direktes Scheinwerferlicht mit Papp-scheibe 22,5 m vor Kamera abgedeckt. a) Originalbild, b) R-G-Differenzbild von a, c) Echtfarb-Simulation, d) R-G-Differenz der Simulation, e) Modell für die mittlere Sporenform, f) die ersten 25 der 1000 berechneten Querschnittsprojektionen in der Monte-Carlo-Simulation. Angenommene Streuparameter (Standardabweichungen der Gauß-Verteilungen): Achsneigungen  $10^\circ$ , einzelne Formparameter (Länge, Breite, Höhe, Übergang Bodenkapsel/Kegel) 5%.

Die Fraunhoferbeugungs-Simulationen (Abb. 3c, d) brauchen auch hier einige Vorüberlegung. Die Form der Sporen ist an sich gut bekannt. Es handelt sich um ca. halbkugelförmige Gebilde mit einem Aufsatz aus drei Stegen, jeweils um  $120^\circ$  zueinander verdreht. Der Querschnitt ist auch nicht exakt kreisförmig, sondern in Richtung der Stege etwas ausgebeult, d.h. er weist die Form eines abgerundeten Dreiecks auf. Mitunter wird die Form der Körner als „tetraedrisch“ bezeichnet, was ich aber für nicht ganz passend halte. Charakteristisch ist ferner eine relativ stark netzartig zerfurchte Oberfläche [16, 17]. Diese sog. „Ornamentation“ findet sich auch auf der Oberfläche von Pollenkörnern, ist aber dort nicht so stark ausgeprägt. Die Ornamentation ist für die Näherung der „flachen Maske“ (s. Meteoros 5/2019) problematisch, denn dabei geht man von einer sprunghaften Grenze zwischen vollständigem Lichtdurchlass und vollständiger Blockade am Rand des Hindernisses aus. Auch ein transparentes Objekt wie ein kugelförmiger Wassertropfen kann für die Beugung aufgrund der Linsenwirkung der gekrümmten Oberfläche als undurchsichtig betrachtet werden – zwar wird Licht durchgelassen, aber stark abgelenkt und fehlt damit in Vorwärtsrichtung (= kleiner Winkelabstand zur Lichtquelle vom Beobachter aus gesehen). Eine halbtransparente dünne Schicht Sporopollenin (das Biopolymer-Material der Pollen- und Sporenaußenseite) in einer Ornamentationsstruktur ist dazu möglicherweise nicht in der Lage. Letztlich ist es also im Rahmen der bisherigen Näherungen nur möglich, eine optische Kompromissform für das Sporenkorn anzusetzen, die mit der Form der physischen Oberfläche (wie im Elektronenmikroskop sichtbar) nicht vollständig übereinstimmen muss. Zu diesem Zweck habe ich auf den leicht dreieckig verzerrten Halbkugelteil eine passende Kegelform mit abgerundeter Spitze gesetzt (s. Abb. 3e). Motivation dafür waren die optischen Mikroskopbilder aus [16].

Für die aerodynamische Ausrichtung scheint mir die Annahme einer im Mittel senkrecht stehenden Symmetrieachse der Sporen am plausibelsten. Wegen der recht geringen Abweichung von der Kugelform wird es aber hier eine große Streubreite geben – die Standardabweichung habe ich deshalb mit  $10^\circ$  angesetzt, d.h. deutlich über dem Wert von  $3^\circ$  für Kiefernpollen (s. Meteoros 5/2019). Übrigens macht es für die Koronen wegen der Symmetrie der Beugungsintensitätsverteilung keinen Unterschied, ob der Halbkugelteil nach oben oder unten zeigt – nach unten sieht es aber aerodynamisch plausibler aus. Wegen der eng tolerierten Korngrößen habe ich nur eine Formstreuung (unabhängige Variationen von Breite, Höhe, Schnitthöhe für Übergang Bodenkapsel/Kegel) zugelassen, und die Gesamtgrößenstreuung vereinfachend auf Null gesetzt (s. Abb. 3f).

Die Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Simulation ist zwar nicht perfekt, aber grundsätzliche Merkmale wie z.B. die vertikal verlaufenden Seitenbereiche der äußeren Ringe werden dennoch recht gut wiedergegeben. Insbesondere ist auch das diffuse X in der Farbsimulation akzeptabel dargestellt. Dazu ist anzumerken, dass solche diffusen hellen Streifen in Koronasimulationen bei geringen Schwankungsparametern recht oft auftreten, wenn kein zusätzlicher Hintergrund addiert wird – die Bärlappsporen im Kunstlicht (d.h. gegen dunklen Hintergrund) sind meines Wissens nach bisher das einzige experimentelle System, dass diese Effekte auch real zeigt. Abschließend ist auch noch festzustellen, dass aufgrund der Geometrie Reduktionsfaktoren (s.o.) von 0,91-0,98 im Spiel sein können, um die die Korona verkleinert wird. Das hätte zur Folge, dass die Körner im Modell systematisch etwas zu groß angesetzt werden. Wegen den generell unklaren optischen Details der Scheinwerferbeleuchtung mit Reflektor habe ich die Reduktion vorerst nicht mit eingerechnet. Zumindest war es aber möglich, den Abstand Kamera-Lampe im Vergleich zur Kiefernpollenbeobachtung zu vergrößern, und die Divergenzprobleme somit generell etwas zu entschärfen.

## Schlussbemerkungen

Dieser Artikel soll im Zusammenhang mit den anderen beiden (in Meteoros 5/2019 und 12/2019) als dreiteilige Serie verstanden werden und diese abschließen. Eine solche Reihe war ursprünglich gar nicht von mir beabsichtigt, und ich bin selber überrascht, zu welcher Breite und Tiefe mich die Beschäftigung mit den Pollenkoronen geführt hat. In dieser Hinsicht ähneln sie den Halos und Regenbögen, zu denen es auch noch viele ungeschriebene Kapitel gibt, obwohl man dort auf ein immenses Vorwissen aufbauen kann. Gerade das macht für mich aber auch den wissenschaftlichen Reiz dieser Themen aus, denn nichts wäre wohl ernüchternder, als eines Tages den definitiven Schlusspunkt hinter den letzten erklärenden Satz

setzen zu müssen. Wie viel neue Pollenkoronen es in den kommenden Jahren geben wird und ob bzw. wann sich ein weiterer Artikel lohnt, ist derzeit kaum vorauszusehen. Auf alle Fälle möchte ich nochmals die Fotohinweise am Ende von Teil 1 in Erinnerung rufen, und bin auch künftig am Austausch von Beobachtungsberichten und Fotos interessiert.

## Literatur

- [1] C. Hetze: „Auswertung der eingegangenen Beobachtungen von Pollenkoronen 1998“, *Meteoros* 9/1998, S. 167ff.
- [2] M. Vollmer: „Lichtspiele in der Luft: Atmosphärische Optik für Einsteiger“, Spektrum Akademischer Verlag, Elsevier, München, 2006, S. 212.
- [3] J. Piikki: “A new kind of corona”, *Sky & Telescope* 7/1998, S. 106ff.
- [4] K. Sassen: “Elliptical pollen corona from North American boreal paper birch trees (*Betula papyrifera*): strong fall orientations for near-spherical particles”, *Applied Optics* 50 (2011), S. F1ff.
- [5] Y. Saito et al.: ”Remote Detection of the Fluorescence Spectrum of Natural Pollens Floating in the Atmosphere Using a Laser-Induced-Fluorescence Spectrum (LIFS) Lidar”, *Remote Sensing* 10 (2018), Artikelnr. 1533.
- [6] M. Šurbek: “Characterization of pollen by elastic and inelastic light scattering”, Dissertation, Ruhr-Universität Bochum, 2009.
- [7] R.A.R. Tricker: “Introduction to Meteorological Optics”, Mills & Boon, London, 1970, S. 146ff.
- [8] M. Minnaert: „Licht und Farbe in der Natur“, Birkhäuser Verlag, Basel, 1992, S. 298ff.
- [9] M. Minnaert: „Licht und Farbe in der Natur“, Birkhäuser Verlag, Basel, 1992, S. 284f.
- [10] M. Riikonen: „Halot: Jääkidepilvien valoilmiot“, Tähtitieteellinen yhdistys Ursa, Helsinki, 2011, S.142ff.
- [11] A. Haußmann: “How you can photograph tertiary rainbows every night”,  
<https://atoptics.wordpress.com/2018/04/10/how-you-can-photograph-tertiary-rainbows-every-night/>  
A. Haußmann: “Quinary rainbow in lamplight, plus a twisted primary and nice supernumeraries”,  
<https://atoptics.wordpress.com/2018/04/24/quinary-rainbow-in-lamplight-plus-a-twisted-primary-and-nice-supernumeraries/>
- [12] A. Haußmann: “Lamplight pine pollen corona in my backyard“,  
<https://www.youtube.com/watch?v=az4HRb5XWOY>
- [13] F. Di-Giovanni et al., *Grana* 34 (1995), S. 39ff.
- [14] A. Haußmann: “Lycopodium spore corona in artificial light“,  
<https://www.youtube.com/watch?v=xRUfeyDr1a0>
- [15] C. LeRoy Meisinger: “The balloon project and what we hope to accomplish”, *Monthly Weather Review* 52 (1924), S. 27-29.
- [16] T. Stebler: „Pollen-Wiki - Der digitale Pollenatlas: Lycopodium clavatum“,  
[https://pollen.tstebler.ch/MediaWiki/index.php?title=Lycopodium\\_clavatum](https://pollen.tstebler.ch/MediaWiki/index.php?title=Lycopodium_clavatum)
- [17] DiversityofLife.org: “Lycopodium clavatum”,  
[http://www.plantsystematics.org/imgs/robbin/r/Lycopodiaceae\\_Lycopodium\\_clavatum\\_15711.html](http://www.plantsystematics.org/imgs/robbin/r/Lycopodiaceae_Lycopodium_clavatum_15711.html)  
[http://www.plantsystematics.org/imgs/robbin/r/Lycopodiaceae\\_Lycopodium\\_clavatum\\_15709.html](http://www.plantsystematics.org/imgs/robbin/r/Lycopodiaceae_Lycopodium_clavatum_15709.html)

## Beobachtungsvorschlag: Regulus in der Morgendämmerung am 3. Oktober 2020

von Günther Können (NL)

konnen@planet.nl

### Vorschlag:

- Folge am Samstagmorgen dem 3. Oktober 2020, Regulus mit unbewaffnetem Auge von etwa 06:30 MESZ (4:30 UT) bis 08:00 MESZ in der Morgendämmerung und bestimme bis zu welcher Zeit er noch mit bloßen Auge zu sehen ist.
- Sonnenaufgang ist ca. 07:30 MESZ. Regulus steht bei Sonnenaufgang sehr nahe an der Venus: Nordost in einer Entfernung von rund 20 Winkelminuten.
- Benutze die folgenden Hilfsmittel: 1. Unbewaffnetes Auge; 2. Ein Kartonrohr von etwa 50 cm Länge und etwa 5 cm Durchmesser. Im Weiteren einen einfachen Feldstecher (z.B. 7x50) um die Position von Regulus relativ zur Venus zu bestimmen oder wenn man den Stern aus die Augen verloren hat.

### Hintergrund:

- Es ist bis jetzt nicht ganz klar, bis zu welcher Grenze man (helle) Sterne/Planeten in der Dämmerung (oder tagsüber) mit unbewaffneten Auge sehen kann. Außer Venus und Jupiter müssten auch Sirius (-1.5 Größenklasse) und sogar Canopus (-0.7 Größenklasse) während des ganzen Tages sichtbar sein. Mit unbewaffnetem Auge muss man wohl ganz genau in die Richtung schauen. Schaut man nur ein bisschen daneben, dann verliert man unmittelbar das Objekt aus dem Auge.
- Alle 8 Jahre gibt es eine Gelegenheit die Grenze der Sichtbarkeit von Sternen am Tage mit Hilfe von Regulus (+1.4 Größenklasse) weiter zu bestimmen, da er sich dann ganz in der Nähe vom hellen Planeten Venus befindet. Venus ist dann ein Orientierungspunkt um Regulus zu finden, falls man ihn aus dem Auge verloren hat. Diese besondere Gelegenheit geschieht immer um den 2-3 Oktober, so auch dieses Jahr (2020); die nächsten Gelegenheiten sind in 2028, 2036, 2044 (2044 wird der Stern sogar von der Venus bedeckt).

### Resultat von einem früheren Versuch (Niederlande, 2012)

In September 2012 hatte ich diese Regulus/Venus-Idee bekommen und einigen Mitgliedern meiner Astronomischen Gesellschaft vorgeschlagen, es am 2. Oktober 2012 zu probieren. Der Himmel war halb bewölkt und nur ein Beobachter (HK) konnte Regulus folgen. Auf den Vorschlag eines anderen Mitgliedes (DR) hat HK ein Kartonrohr mitgenommen – DR hat nämlich bei der Venus-Regulus Bedeckung von 1959, die am Tage stattfand, mit Hilfe so eines Rohres tatsächlich die Sichtbarkeit verbessert – dies steht im Gegensatz was normalerweise im Literatur behauptet wird.

HK sah das Duo Venus/Regulus dreimal zwischen den Wolken (um 7:15, 7:25, 7:50 MESZ; Sonnenhöhen  $-5.2^\circ$ ,  $-3.7^\circ$ ,  $+0.7^\circ$ ); die letzten zwei Male war Regulus aber nur mit Hilfe des Rohres sichtbar! Allerdings war die Sonne um 7:50 deutlich über dem Horizont.

Das Überraschende des Versuches war: 1. dass Regulus tatsächlich nach Sonnenaufgang beobachtet wurde und 2. das Rohr geholfen hat. Ich möchte diese Ergebnisse gerne mit neuen Beobachtungen bestätigen.

Ich bemerkte 2012, dass die vielen Schatten der Cumulus-Wolken in einen dunkleren Himmel mündeten als üblich und das für bessere Bedingungen sorgte als wenn der Himmel nicht bewölkt wäre. Meiner Meinung nach war diese Beobachtung so interessant, um sie in meinem Artikel über die Sichtbarkeit von Sirius tagsüber aufzunehmen. Dieser Artikel erschien in Applied Optics, 2015. Im Anhang das Zitat aus diesem Artikel. Den kompletten Artikel kann man von meiner Web-Site ([www.guntherkonnen.com](http://www.guntherkonnen.com)) downloaden.

### Interessiert? Dann meldet euch!

Günther Können ([konnen@planet.nl](mailto:konnen@planet.nl))

*Literatur:* G.P. Können, J. Tinbergen and P. Stammes, “Naked eye visibility of Sirius in broad daylight”, Appl. Opt. **54**, B1-B7 (2015)

### Passus aus dem Applied Optics Artikel, 2015

#### Appendix A: Regulus/Venus at Dawn

On 3 Oct 2012 around 08:00 UTC a very close Venus–Regulus conjunction (minimum separation 7') took place. This event offered an opportunity to investigate how long Regulus (magnitude + 1.35) remains visible around sunrise. Venus (magnitude –3.6) acted as a perfect orientation point for searching for nearby Regulus. A call went out to the Chapter 't Gooi of the Royal Netherlands Association for Meteorology and Astronomy. Because of clouds, only one respondent (H. Keuning, then 60 years old) was able perform the observation. Sunrise at his position (52.29° N, 5.26° E) was at 05:44 UTC with Venus/Regulus at an elevation of 34° and at an azimuth of 23° S with respect to the Sun. The rising Sun remained hidden

behind a frontal cloud deck at a 200 km distance. This front had passed the site at 00:00 UTC and, according to the De Bilt 00z radiosonde data, had its cloud tops at 8 km, hence obscuring around sunrise the first 1.5° above the observer's horizon. After the frontal passage there was a strong southwest airflow over the site (20 m/s on 06:00 UTC) advecting maritime polar air masses. Between the fast-moving clouds, the sky was clear and Venus/Regulus became visible from time to time. No instrument besides a 55 cm long cardboard cylinder of 6 cm diameter was used by the observer. At three instances Regulus (8' from Venus) was successfully spotted with the naked eye, albeit with increasing difficulty: at 05:15 UTC (Sun elevation [astronomical refraction included, where appropriate] –5.2°), 05:25 UTC (–3.7°), and 05:50 UTC (+0.7°). Remarkably [22], the 05:25 and 05:50 UTC observations were only successful when Keuning looked through the cylinder.

These observations suggest that Regulus may be a naked-eye object until just after sunrise. However, it may have been possible only because most of the sunlight that normally illuminates the atmosphere was blocked by the extensive cloud deck of the receding front, resulting in an exceptionally dark blue sky over the site. More observations under similar conditions are needed to confirm the conclusions of this single-person observation. Narrow Venus–Regulus conjunctions recur every 8 years under almost identical circumstances; the next occasions are on 2 Oct 2020 (minimum separation 5'), 2 Oct 2028 (3'), etc.

# 40 Jahre Arbeitskreis Meteore (2)

## Meine ersten Meteorbeobachtungen

Ulrich Sperberg, Salzwedel

Ulrich.Sperberg@meteoros.de

### Prolog

Meine erste Erinnerung an Sternschnuppen ist vage. Irgendwann in den 70-er Jahren sagte mein Vater, in der Zeitung stünde, heute Abend gebe es hunderte von Sternschnuppen zu sehen. Irgendwie gegen Morgen, aber so lange wollten wir nicht warten und sind Mitternacht rausgegangen an einen dunklen Platz in der Stadt, und sahen NICHTS. Das war schon der zweite Fehlalarm; der erste betraf einen Kometen, den wir auch nicht sahen. Von weiteren Beobachtungen sah mein Vater dann ab. "Stimmt ja eh nicht, was in der Zeitung steht". Für mich hat es sich dennoch gelohnt, schließlich durfte ich länger aufbleiben als sonst.

### Beginn

Ich schaue zurück zum Beginn meiner Laufbahn als Amateurastronom. Es war im Jahre 1980. Ich bin (fast) 16. Karl-Heinz Müller ruft nach Drebach zum Astronomischen Jugendlager. Ich bin dabei! Einer der ehrenamtlichen (dieses Wort gab es damals noch nicht) Betreuer bot auch Beobachtung von Meteoren an. Klang damals ziemlich interessant, lag auf meiner Prioritätenliste aber ganz hinten. Hatte ich doch hier die Möglichkeit mit einem richtigen Fernrohr zu beobachten, meist hieß das Telementor 63/850, aber auch die "großen" Instrumente standen uns zur Verfügung. Beobachtungen ohne Instrument konnten warten bis ich wieder zu Hause war. Aber ich ließ mich theoretisch in die Beobachtungstechnik einweisen. Ich weiß nicht mehr, wer es war, er kam aus Saalfeld.

Wieder zu Hause setzte ich meine neuen Erkenntnisse sofort in die Praxis um. Meine erste Meteorbeobachtung erfolgte am 14.8.1980. Laut Protokoll begann sie um 21.00 MEZ und endete 00.30 MEZ. Durchsicht 2, Himmelshelligkeit 2, Randhelligkeit 4, was immer das auch bedeuten mag. Als Hilfsmittel sind Armbanduhr und Sternkarte (siehe Abbildung 1) vermerkt. Es wurde im Gebiet Kassiopeia und Perseus sowie nördlich davon beobachtet. Als Grenzhelligkeit wurde 5<sup>m</sup>5 angegeben, mit dem Hinweis: "nach Beobachtung" – keine Ahnung wie! Am Ende standen 25 Meteore auf der Liste, 14 Perseiden, 4 KCY der Rest nicht weiter differenziert. In der Auswertung steht: Stündliche Rate Perseiden 5 !!

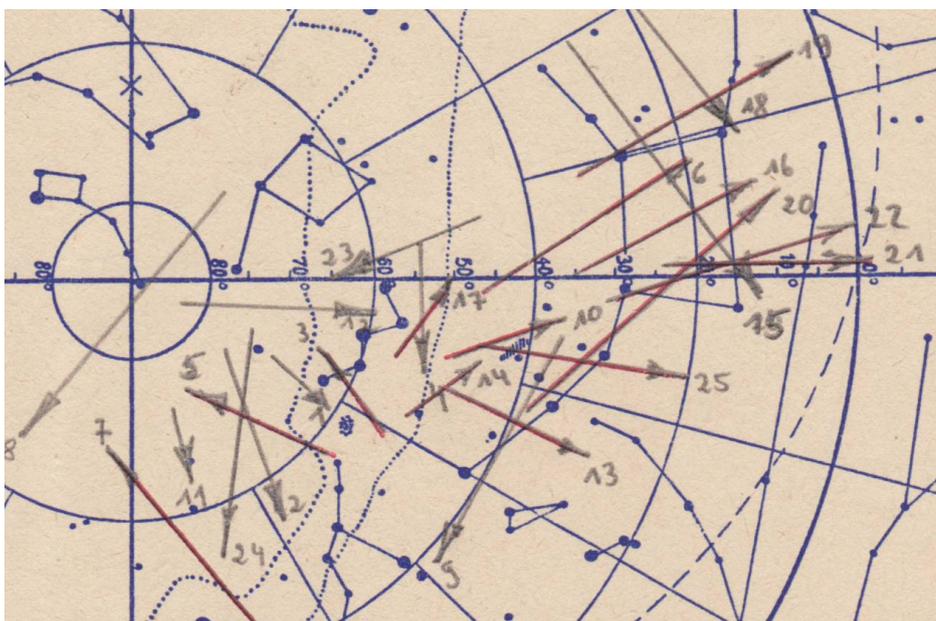


Abbildung 1: Ausschnitt aus Arnold Zenkerts Arbeitskarte des nördlichen Sternhimmels, verlegt bei: Lehrmittel-Reinecke, Markkleeberg

## Neue Sternkarten

Die nächsten Beobachtungen folgten 1981. Irgendwann zuvor hatte ich den ersten Kontakt zur AGr. (Arbeitsgruppe) Meteore im Kulturbund der DDR. Ich bekam die bis dahin gedruckt vorliegenden gnomonischen Karten, die ein Einzeichnen der Meteore als Geraden erlaubten und auch Rückverlängerungen waren möglich. Dass man das bei den anderen Karten nicht durfte, wusste ich bis dahin nicht. Die Karten hütete ich wie meinen Augapfel. Eigentlich viel zu schade um darauf rumzumalen. Kopierer gab es noch nicht. Aber ich wusste mir zu helfen. Flugs Mutters Nähkiste rausgeholt, das Original der Karte und vier weitere Blatt weißen Papiers zusammengeheftet und mit dünnen und dickeren Nadeln alle Sterne per Hand durchgestochen. Sternbilder grob nachgezeichnet und noch ein Rahmen drum, fertig (Abbildungen 2 und 3). Dass die Finger da schmerzten ist leicht vorstellbar.

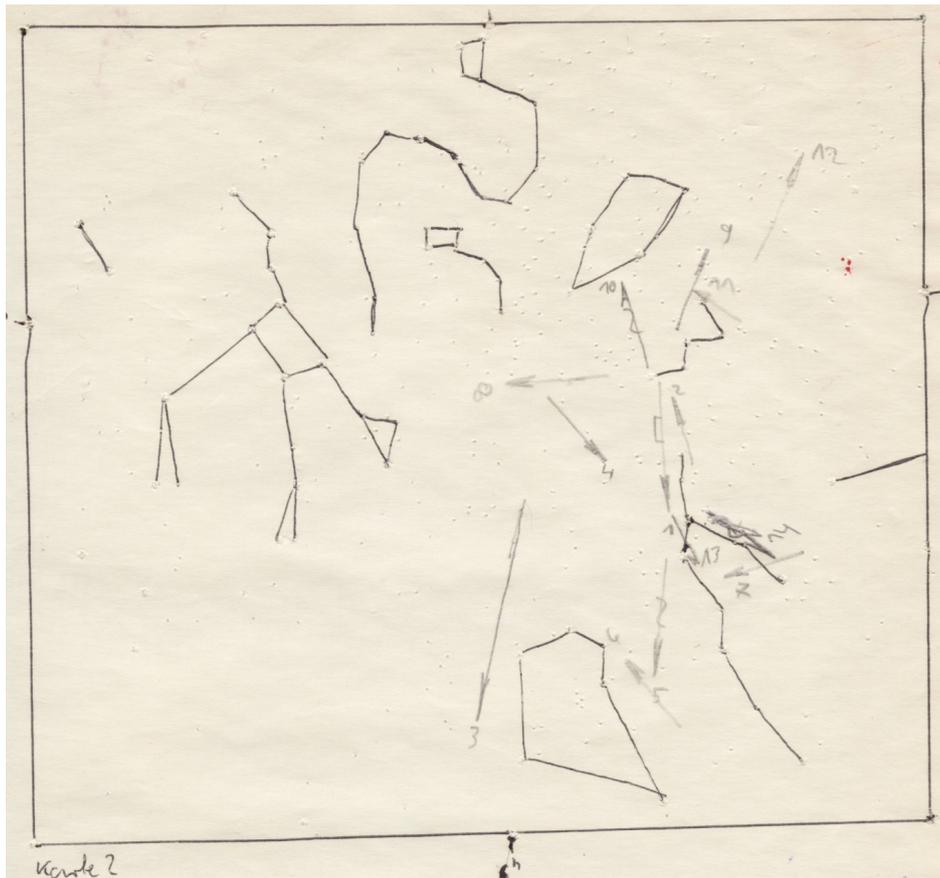


Abbildung 2: Selbst produzierte Kopie der gnomonischen Karten der Arbeitsgruppe Meteore.



Abbildung 3: Detail aus Abb. 2. Deutlich sind die Durchstiche der Nadeln zu erkennen.

Das Set umfasste die Karten 1, 2, 3, 4, 9 und 10. Spätere Ausgaben der Karten waren dann ja etwas größer und aus stabilem Karton. Die nutze ich übrigens immer noch. Es war eben nicht alles schlecht ;)

## Fotoersuche

In diesem Jahr erfolgten auch meine ersten Aufnahmen von Meteoren. Immerhin vier konnten mit der Exa 1b und dem Tessar 2,8/50 auf NP27-Film gebannt werden – siehe Abbildung 4.

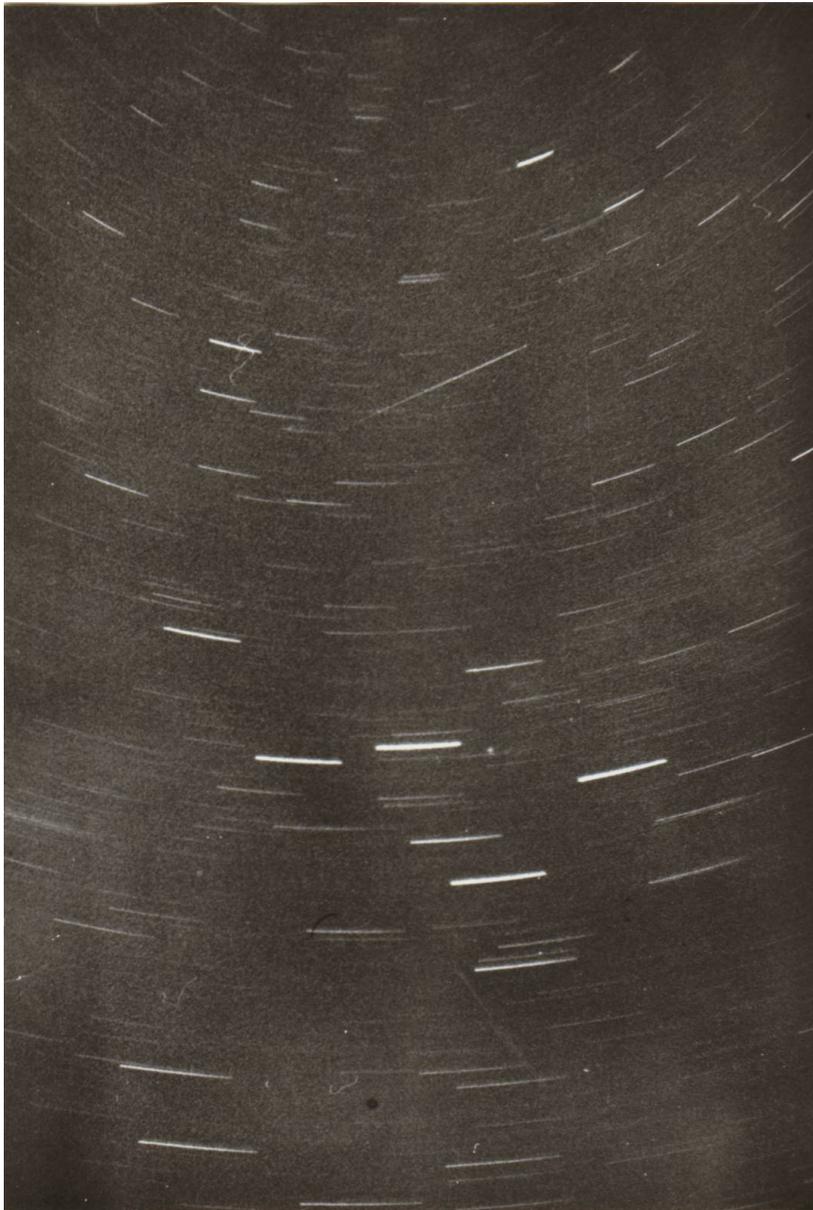


Abbildung 4: Meteor mit der Ges.-Nr. 88 am 13.8.1981 um 01.19 MEZ. Belichtung 01.15 – 01.35 MEZ.

Die Daten wurden damals schon an die AGr. Meteore geschickt und am 12. 11. 1981 schrieb ein Herr Jürgen Rendtel an den "Lieben Herrn Sperberg".

Wir würden uns freuen, wenn Sie sich weiter mit Meteorbeobachtungen beschäftigen und Ihre Resultate uns mitteilen.

Mit freundlichen Grüßen

Jürgen Rendtel

Es sollte nicht umsonst gewesen sein!

## Von Perseiden-Aktionen bis zu Beobachter-Treffen

Jürgen Rendtel, Eschenweg 16, 14476 Potsdam  
Juergen.Rendtel@meteoros.de

Bereits im ersten Beitrag (Meteoros 1/2020, S. 14) wurden Perseiden-Beobachtungen als Auslöser für entstehende Verbindungen genannt. Die Aktionen im August 1972 und 1973 (mit Mond) waren erste Versuche. Im August 1974 sah das schon anders aus.

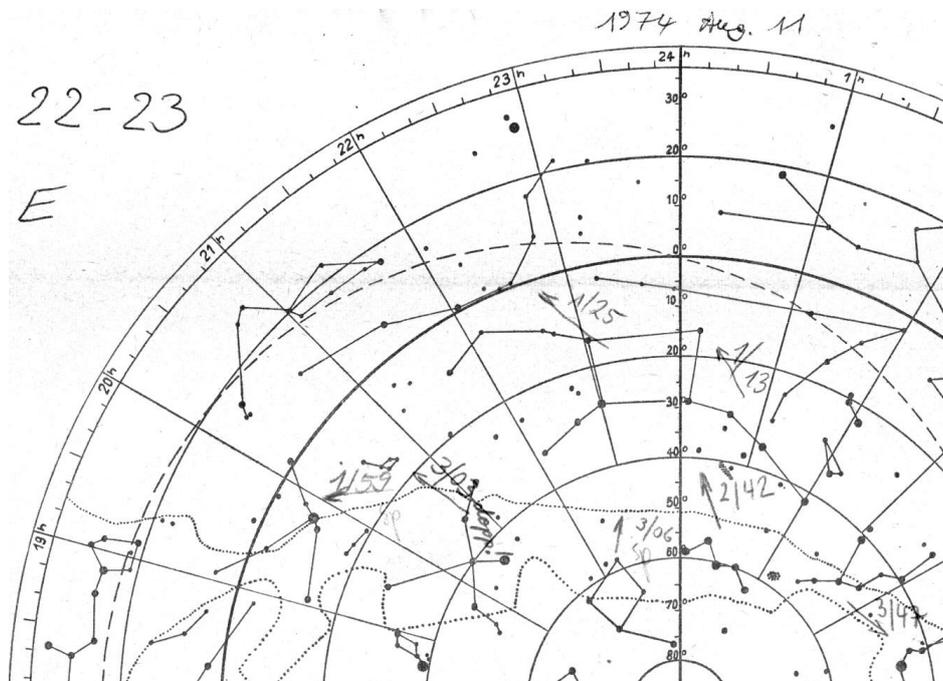


Abbildung 1: Sternkarte aus dem Satz der Perseiden-Beobachtungen vom 11.8.1974, 22–23 Uhr in Schmergow. (Da gab es noch keine “Sommerzeit” und wir verwendeten durchweg die MEZ.)

Den ersten archivierten Datensatz gibt es von den Perseiden 1974, als wir mit fünf Beobachtern eine Nacht auf dem Trebelberg bei Schmergow (auf halber Strecke zwischen Potsdam und Brandenburg/Havel) zubrachten und trotz zeitweiser Bewölkung 174 Meteore geplottet wurden. Die Aufzeichnungen sind noch komplett vorhanden. Auch hier gibt es noch keine Angaben zur Grenzgröße. Nach den Perseiden 1974 habe ich das Schmergow-Material in der Zeitschrift *Astronomie und Raumfahrt* 2/1975 S. 50–52 publiziert – die erste zitierbare Quelle von unseren Meteorbeobachtungen, die später zur Gründung des AKM führten.

## Amateure beobachten und berichten

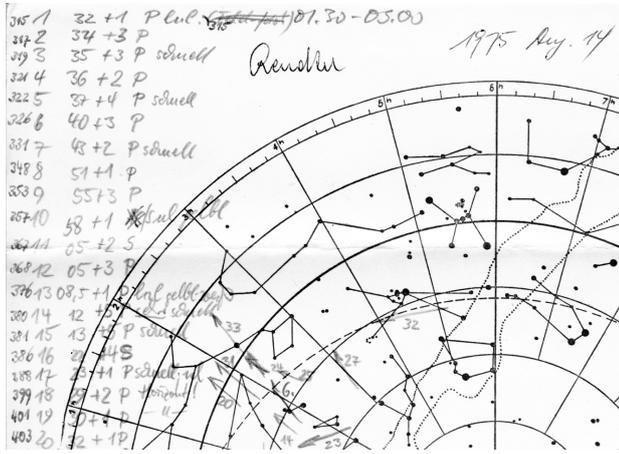
### Beobachtung der Perseiden 1974 (1)

In der Nacht vom 11. zum 12. August 1974 wurde von fünf Mitgliedern der Astronomischen Arbeitsgemeinschaft „Bruno H. Bürgel“, Potsdam, eine Meteorbeobachtung durchgeführt. Dazu wurde ein Beobachtungsort etwa 20 km westlich Potsdams ausgewählt, der eine ungestörte Beobachtung bei dunklem Himmel zuließ. Vorgesehen war die Eintragung aller Meteorerscheinungen auf Sternkarten und die fotografische Überwachung ausgewählter Himmelssegmente in 10-Minuten-Intervallen. Eine Kamera wurde darüber hinaus mit einer rotierenden Scheibe mit sechs Schlitzen ausgerüstet, die die Bestimmung der Meteorgeschwindigkeiten ermöglichen sollte. Die Anzahl der Unterbrechungen konnte für jedes Meßintervall (ebenfalls 10 Minuten) ermittelt werden; sie lag im Mittel bei 50 pro Sekunde.

Abbildung 2: Notiz zu den Perseiden-Beobachtungen 1974 in “Astronomie und Raumfahrt” 2/1975.

Im selben Heft erschienen weitere Berichte zu Perseiden-Beobachtungen im August 1974 von Martin Müller (für die Sternwarte Eilenburg) sowie Joachim Prell und Rainer Kubik (Sternwarte Crimmitschau). Der Bericht von Hartmut Urbanski (Berlin) folgte im Heft 4/1975 (S. 122–123). Durch die “Astro-Amateur-Szene” im damaligen Kulturbund der DDR gab es verschiedene Verbindungen – alles per Brief und durch Treffen vor Ort.

Einige der 1974-er Beobachter haben dann vereinbart, alle Daten vom August 1975 zusammenzustellen und ein Treffen zu organisieren. Das gelang durch die persönlichen Kontakte, über die wir aus Potsdam (mit Hartmut Röllig) zahlreiche Beobachter in Apolda (Gerburg Unger), Berlin (Hartmut Urbanski und Leute von der Archenhold-Sternwarte) sowie Jena (Karsten Kirsch, Bettina Merbach, Rainer Schult) erreichten. 1975 war auch eine phantastische Serie (eine ganze Woche wolkenlos, erstes Camp in Schmergow nahe Potsdam) und es gab das verabredete Treffen mit einer anschließenden Publikation in der schon als semi-professionell betrachteten Zeitschrift "Die Sterne".



Ort: Dierhagen-Strand i  
Zeit: 11./12.8.75 Beginn: 23.00 Ende: 1.00  
Lage: Nordost (siehe beigefügte Karte)  
Beobachter: Bettina Merbach

Nr.	Uhrzeit	Dauer	Helligkeit	Geräusch	Farbe	Bemerk.
1	22.15	2	1	2	W	N
2	19	1	3	1	W	-
3	24	2	0	1	W	N
4	36	1	3	2	-	-
5	42	1	3	2	-	-
6	51	2	0	2	W	N
107 1	23.14	2	2	2	W	-
108 2	33	1	4	1	W	-
109 3	35	1	3	1	W	-
110 4	37	2	0	2	Se	N
111 5	40	2	4	1	-	-
112 6	44	1	4	2	-	-
113 7	42	1	4	2	-	-
114 8	48	1	4	2	-	-
115 9	57	3	0	2	W	N

**PERSEIDENBEOBACHTUNG** — Wernigerode

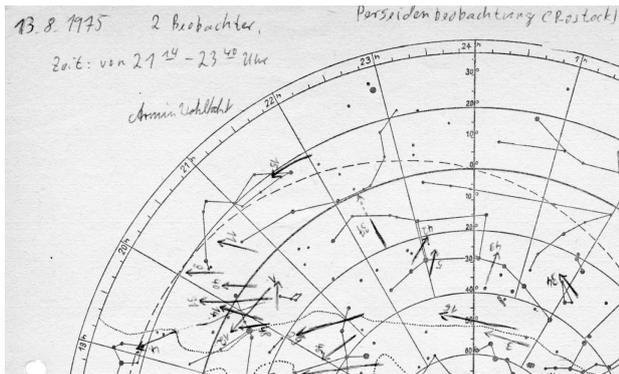
Beobachtet wurde: vom 13.8.75 23<sup>00</sup>Uhr bis 14.8.75 0<sup>40</sup> Uhr  
vom 14.8.75 22<sup>00</sup>Uhr bis 15.8.75 0<sup>15</sup> Uhr

Beobachter: Ingo Schubert, Reiner Schlegel, Birgitt Trümpelmann

Die Meteore sind in 2 Tabellen und einer großen Sternkarte eingetragen  
Die Tabelle unterteilt sich in die Spalten: Nummer, Zeit, Helligkeit, Schweiflänge, Donner, Geschwindigkeit, Farbe sowie Bahnverlauf.

Helligkeit und Geschwindigkeit sind in jeweils 5 Stufen geschätzt worden:

sehr hell	1	sehr langsam	1
hell	2	langsam	2
mittel	3	mittel	3
schwach	4	rasch	4
sehr schwach	5	sehr rasch	5



Radebeul, den 13.8.1975

Lieber Jürgen!

Anbei die Beobachtungsergebnisse der Jugendgruppe Radebeul. Wir konnten an drei Tagen (9./10., 10./11. und 11./12.8.75) beobachten. Dabei konzentrierten wir uns auf einen Sektor um das Sommerdreieck und um Herkules. Da keine entsprechenden Sternkarten vorhanden waren, wurde das Feld aus dem Sternatlas von Marx abgepaust und auf Örmig vervielfältigt.

Am 9./10.8.75 beobachteten wir in 2 Gruppen, unabhängig voneinander. Da die zweite Gruppe bei einem großen Teil der Meteore die Bahnen in den Skizzen zu nummerieren vergaß, war eine Identifikation nur in wenigen Fällen möglich. Die identifizierten Bahnen sind in der Skizze vom 9./10.8. blau eingetragen. Die großen Abweichungen resultieren sicher aus unseren geringen Erfahrungen.

Soviel zu unseren Beobachtungen. Es ist möglich, daß Du auch von 2 Mitgliedern unserer Jugendgruppe, die z.Z. an der Ostsee in Urlaub sind, Beobachtungsberichte erhältst.

Viele Grüße an die Mitglieder Eurer Arbeitsgruppe im Namen der Jugendgruppe Radebeul

Steffen Ziener

Abbildung 3: Von einzelnen Beobachtern oder Gruppen erhielten wir Karten mit Daten, Tabellen und Berichte. Von links oben: ein Sternkartenausschnitt von mir aus Schmergow vom 14.8.; daneben der Kopf der Datentabelle von Bettina Merbach, die in Dierhagen beobachtete; eine Gruppe aus Wernigerode sandte ihren Bericht; Armin Wohlfahrt aus Rostock schickte Karten und Steffen Ziener aus Radebeul fügte eine Zusammenfassung bei.

In der (Potsdamer) Schmergow-Gruppe begannen wir 1975, das sicher noch einigen Beobachtern bekannte "Gesamtnummernbuch" zu führen (Abbildung 4 auf der nächsten Seite). Hier wurden alle beobachteten Meteore chronologisch eingetragen – mit Stromzuordnung (als "Art" bezeichnet) und Beobachter (über die Karten-Nr.) sowie Vermerke über Auffälligkeiten bei (hellen) Meteoren oder ein Hinweis, falls ein Meteor fotografiert wurde.

- 33 -

Nr.	Zeit	Hell.	Stromb.	Art	Beob. u. Karten-Nr.
91 765	22.40	+2	Cas	S	nachl.; 7
92 766	.41	+0	Lyr	P	6
93 767	.41	+3	U Mi	P	9
94 768	.42	+0	Dra / Her	P	nachl. gelb; 8
95 769	.42	0	Aql / Sgr	P	nachl.; Bürde!; 6
96 770	.44	-2	Del	P	nachl. orange; 6
97 771	.44	+0	Per / Aur	P	nachl.; Blüte; doppelt; 8
98 772	.44	+2	Per / Aur	S	8
99 773	.45	+1	Per / Aur	P	langsam
100 774	.45	+0	Per / Del	P	10
101 775	.48	+2	Cep / Cyg	P	10
102 776	22.50	+3	Her / Oph	P	6
103 777	.51	+3	Aql	P	10
104 778	.55	+2	Boo	P	10
105 779	.56	-4	Cas / Per	C	mehrere Maxima; intens. blau-violett;
106 780	.56	+2	Cas / <del>Boo</del>	P	schnell; 7 stark nachl.; 6

F Film 10 u. 16  
Foto MEBU!



Abbildung 4: Ein Ausschnitt aus dem "Gesamtnummernbuch", in dem alle gesehenen Meteore mit Zeit, Beobachter, Karte, Stromzuordnung und sonstigen Notizen erfasst wurden. Rechts am Rand sind auch zwei Fotos (F) vermerkt. Das Meteor Nr. 770 (Foto) war die erste Double-Station-Aufnahme im AKM – die zweite Station wurde von Bodo Weitlandt, einem Kommilitonen der Uni Rostock, westlich von Brandenburg/Havel betrieben. "MEBU" steht für eine Aufnahme mit rotierendem Shutter (MEteorBahnUnterbrecher).

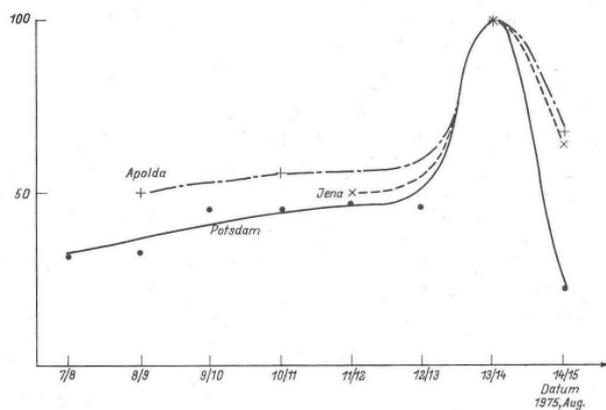


Abb. 1: Beobachtung der Aktivität der Perseiden 1975. Das Maximum ist für alle Gruppen 100 gesetzt worden. In der Nacht vom 13. zum 14. August wurden überall fast doppelt soviel Meteore stündlich registriert, wie an den Vortagen.

Abbildung 5: Perseiden-Aktivitätsvergleich 1975 in "Astronomie und Raumfahrt" 2/1976, S. 52.

### Meteorbeobachter

Am 6. 11. 1976 fand im Potsdamer Astronomischen Zentrum eine Zusammenkunft der Meteorbeobachter statt. Es wurden in vier kurzen Vorträgen Ergebnisse und Erfahrungen der diesjährigen Perseidenbeobachtung mitgeteilt. H. Röllig sprach über die Resultate, die mit ungeübten Beobachtern gesammelt wurden. Er zeigte, daß bereits nach kurzer Einweisung gute Beobachtungen durchgeführt werden konnten. Auf die Schwierigkeiten der Radiantenbestimmung ging H. Urbanski ein. J. Rendtel legte den bisherigen Stand der Auswertung des Materials der „Schmergower Gruppe“ dar, und A. Wedel faßte die Erfahrungen zusammen, die während der „Vollmondbeobachtungen“ gesammelt wurden.

Für weitere gemeinsame Aktionen vereinbarten die Teilnehmer einheitliche Grundlagen zur Erfassung der Daten. Es erfolgten gleichzeitig Absprachen für kommende Strombeobachtungen.

J. RENDTEL

Abbildung 6: Bericht über das Auswerte-Treffen in Potsdam; Astronomie und Raumfahrt 1977.

Ein erstes Treffen der Beobachter fand am **1. Mai 1975** in Potsdam statt. Auf dem Programm: Austausch über Erfahrungen und Ergebnisse der 1974-er Beobachtungen sowie Absprachen zu den Aktionen im August 1975. Ein Folgetreffen gab es 1976 wiederum am 1. Mai (was mir an der Uni Rostock tadelnde Blicke seitens der Sektionsleitung einbrachte). Von diesem Treffen gibt es ein paar wenige Fotos. Eines davon ist Abbildung 7, wobei ich nicht sicher bin, ob dies tatsächlich alle Teilnehmer waren.



Abbildung 7: Teilnehmer am Treffen am 1. Mai 1975 vor dem Astronomischen Zentrum Potsdam (v.l.n.r.: Bernd Heinrich, Hartmut Röllig, Andreas Rendtel, Arne Jungstand, Armin Wedel, Jürgen Rendtel, Hartmut Urbanski).

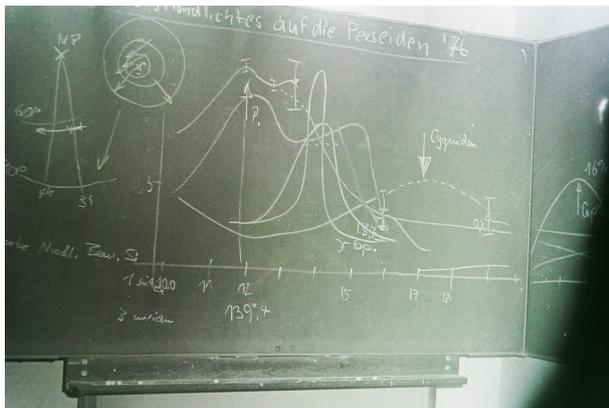
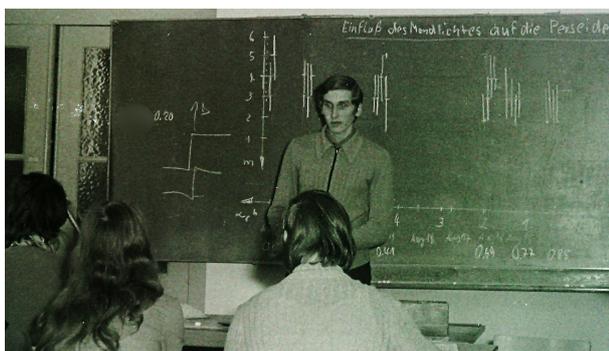


Abbildung 8: Impressionen vom Beobachter-Treffen am 6. November 1976. Im Verlauf des Treffens wurde ein recht komplexes Tafelbild entwickelt, das auch Teile der Diskussionen widerspiegelt.

Das nächste Treffen am **6. November 1976** mit einem größeren Teilnehmerkreis (Abbildung 8) im Potsdamer Astronomischen Zentrum war ein wichtiger Auslöser für die Einrichtung permanenter Verbindungen zwischen den Beobachtern. Die nachfolgenden Treffen in etwas dichter Folge beschleunigten und intensivierten die Zusammenarbeit. Aus den häufigeren Meteorbeobachter-Treffen – den Vorläufern der AKM-Seminare – wuchs der Austausch merklich an. Doch waren wir nun auf dem Weg zur formalen Gründung des Arbeitskreises – aber das ist ein neues Kapitel.

## English summary

**Visual meteor observations in December 2019:** seven observers recorded data of 1646 meteors in 28 sessions, covering 68.3 hours effective observing time during 14 nights. This included a good Geminid series while the better positioned Ursids were clouded out. At the end of the month, first meteors of the Quadrantids were recorded.

**Moonlit Geminids 2019:** visual observations under moonlit skies revealed a good sample to derive an activity profile of the shower and to deal with effects of the background illumination on the perception of meteors, affecting the limiting magnitude correction factors for the ZHR calculation. The Geminid maximum occurred on December 14 around 22 h UT, roughly at 262.30 deg solar longitude.

**Hints for the visual meteor observer in March 2020:** mention the Antihelion activity only. Usually, the expected ZHR is of the order of 3 or so. Weak hints at slightly higher rates near 355 deg solar longitude (March 17) can be found in recent video flux density data.

**Video meteor observations in October 2018:** brought almost 75,000 meteors in more than 13,700 observing hours. In the night October 4/5, 78 out of 82 video cameras collected data. 65 of these cameras contributed data in at least 20 nights of the month. The October-Camelopardalids showed a distinct maximum in the night October 5/6. Based on 350 OCT meteors, the peak was found on October 6 at 1 h UT (192.47 deg solar longitude). This is 3 hours earlier than the average of the previous returns. The flux density reached 7 meteoroids per 1,000 km<sup>2</sup> and hour - similar to past returns. The width of the maximum was just 0.07 deg, or 2 hours. The population index of  $r=1.95$  is much lower than for sporadic meteors ( $r=2.7$ ). On October 8/9, more than 4000 Draconid meteors allowed us to derive a detailed flux density profile with several sub peaks. The highest flux density was found at 22:50 and 23:50 UT with 90 meteoroids per 1,000 km<sup>2</sup> and hour, followed by at least two later peaks.

**Video meteor observations in November 2018:** 37 of the 83 cameras recorded data in at least 20 nights. In almost 9,300 hours effective observing time a total of more than 41,000 meteors was recorded. During the night November 18/19 the flux density reached a level of 12 meteoroids per 1,000 km<sup>2</sup> and hour, which is twice the value of the previous returns. No reliable information can be derived for the alpha Monocerotids this year.

**Results of the meteorite recovery network in 2019:** show lower numbers regarding the very bright meteors as compared with previous years. It is the 25th year of the fireball network under scientific supervision of the DLR-institute for Planetary Research, financially supported by the European Space Agency ESA and the Technical University Berlin. In total 30 fireballs on 64 images were recorded. Some details of the cameras and the planned updates are given. A few events are described, including a possible meteorite fall on February 14 at 21:34:29 UT near Trebbin, south of Berlin.

**Halo observations in November 2019:** 23 observers recorded 146 solar halos on 25 days and 28 lunar halos on eleven days. The activity index of only 6.8 is almost as low as the lowest November value in our series (6.5 in 1991). There were no rare type or complex halos.

**Intense purple light due to polar stratospheric clouds:** have been observed end November / early December. The polar vortex was at a far southern position causing very low stratospheric temperatures. Below -78°C the formation of polar stratospheric clouds is possible.

**Pollen- and spore coronae in artificial light:** describe experiments to observe and record diffraction phenomena caused by pollen and spores in artificial light beams. For such experiments the number density of the pollen needs to be larger than in nature by an order of magnitude because we want to see effects which usually take place over 100 m to 50 km within about 1-10 m. Comparisons between regular and artificial coronae are discussed.

**Observing proposal -- Regulus in twilight:** on 2020 October 3, the distance between the star and Venus is just about 20 arcseconds so that a visual observer can determine how long the star can be seen in the bright twilight. Background of the experiment is the lack of information about the limit for seeing objects on a bright sky with the naked eye. Results of a previous observation in 2012 are summarized.

**40 years Arbeitskreis Meteore (2)** has two contributions:

*My first meteor observations:* are a review onto the first attempts to observe meteors in a systematic way, including visual plotting (on "self-made" charts) and photographic attempts.

*From Perseid campaigns to observers' meetings:* describes steps from individual or small group observations in 1974 towards coordinated campaigns in (eastern) Germany from 1975 onwards. Observers' meetings in 1975 and 1976 were important kick-offs to standardize observing and analysing methods as well as the preparation for the formal foundation of a national meteor observer association.

**Our cover photo:** shows a 22°-halo around the Moon and a late Geminid on 2019 December 15, at 02:17 UT over Lindenberg. This photo nicely combines two of the AKM observing branches - optical phenomena in the Earth's atmosphere and meteors. The image was taken by a Mobotix-Q24 patrol camera (night version) at the Meteorological Observatory Lindenberg. The image is a combination of 60 single frames of 1 second exposure each. © André Knöfel

## Unser Titelbild...

... zeigt ein 22°-Ring am Mond und ein späten Geminiden am 15. Dezember 2019 um 02:17 UTC über Lindenberg. Hier gab es die seltene Gelegenheit, zwei Beobachtungsschwerpunkte des Arbeitskreises Meteore, optische Erscheinungen in der Erdatmosphäre und Meteore, auf eine Aufnahme zu verewigen. Die Aufnahme entstand mit einer Mobotix-Q24 (Nachtversion) Überwachungskamera am Meteorologischen Observatorium in Lindenberg. Es handelt sich um ein Summenbild von 60 Einzelbildern von jeweils einer Sekunde. © André Knöfel

---

### 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 Belegexemplars.

**Herausgeber:** Arbeitskreis Meteore e. V. (AKM), c/o Ina Rendtel, Mehlsbeerenweg 5, 14469 Potsdam

**Redaktion:** André Knöfel, Am Observatorium 2, 15848 Lindenberg

Meteorbeobachtung visuell: Jürgen Rendtel, Eschenweg 16, 14476 Marquardt

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

Beobachtungshinweise: Roland Winkler, Brünhildestr. 74, 14542 Werder (Havel)

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

Halo-Teil: Wolfgang Hinz, Oswaldtalstr. 9, 08340 Schwarzenberg

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

Polarlichter: Stefan Krause, Sandklaue 15, 53111 Bonn

**Bezugspreis:** Für Mitglieder des AKM ist 2020 der Bezug von *METEOROS* im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Für den Jahrgang 2020 inkl. Versand für Nichtmitglieder des AKM 35,00 €. Überweisungen bitte mit der Angabe von Name und

„Meteoros-Abo“ an das Konto 2355968009 für den AK Meteore bei der Berliner Volksbank Potsdam, BLZ 10090000

(IBAN: DE29100900002355968009 BIC: BEVODEBB)

**Anfragen** zum Bezug an AKM, c/o Ina Rendtel, Mehlsbeerenweg 5, 14469 Potsdam

oder per E-Mail an: [Ina.Rendtel@meteoros.de](mailto:Ina.Rendtel@meteoros.de)