
MMETEOROS

ISSN 1435-0424

Jahrgang 23

Nr. 12 / 2020



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

Aus dem Inhalt:	Seite
Visuelle Meteorbeobachtungen, Draconiden und Orioniden im Oktober 2020	278
Hinweise für den visuellen Meteorbeobachter im Dezember 2020	281
Die Halos im September 2020	281
Leuchtende Nachtwolken über München im Juli 2020	285
Zum Jahresende – Jahresrückblick des AKM 2020	296
Einladung zum 41. AKM-Seminar und zur Mitgliederversammlung am 13. März 2021	297
Summary, Titelbild, Impressum	298

Visuelle Meteorbeobachtungen, Draconiden und Orioniden im Oktober 2020

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

Der Oktober gehört zu den attraktivsten Monaten für Meteorbeobachter. Gleich mehrere Ströme mit interessanten Parametern und Geschichten sind zu verfolgen: Die Oktober-Camelopardaliden (281 OCT) sind seit einigen Jahren permanent zu beobachten. Diesmal brachten sie zwar keine hohen Raten aber sichtbare Aktivität “mit Ansage”. Die Oktober-Draconiden (009 DRA) lieferten zuletzt 2018 ein sehr ansehnlich hohes und breites (mehrstündiges) Maximum und die Maximums-Rate der Orioniden (008 ORI) variiert von Jahr zu Jahr (auch wenn ihre groen Auftritte mit ZHR um 80 inzwischen länger zurückliegen). Die Südlichen Tauriden (002 STA) tragen darüber hinaus zu einem “flotten Geschehen” am Nachthimmel bei.

Nur der Vollständigkeit halber: Der “höchste” ZHR-Wert der Oktober-Camelopardaliden im Jahr 2020 wurde visuell am 5. Oktober ermittelt: Um 20:06 UT, das entspricht $\lambda_{\odot} = 192^{\circ}758$, finden wir eine $ZHR = 6,1 \pm 2.3$ – ein einzelner Wert, der allerdings nur auf 3 Intervallen mit gerade 6 OCT Meteoriten beruht.

Einen etwas genaueren Blick können wir aber auf die Draconiden (korrekt nach IAU-Liste: Oktober-Draconiden) und die Orioniden 2020 werfen, jeweils mit der Möglichkeit, die visuellen Raten mit den temporären Video-Daten zu vergleichen

Die Oktober-Draconiden 2020

Für dieses Jahr gab es keine Prognosen wirklich erhöhter Aktivität. Passagen der Staubschweifen von 1704 und 1711 waren für den 7. Oktober zwischen 1^h und 2^hUT berechnet und fielen für uns in die mondbeleuchtete Zeit der Nacht (letztes Viertel erst am 10. Oktober). Die Prognose bezog sich in erster Linie auf die Position – Aussagen zur Dichte der Trails waren vage. Weder die visuellen noch die Video-Beobachtungen erlauben eine verlässliche Aussage in diesem Zeitraum (kein geeignetes Wetter und Mond). Hier zeigen wir das ZHR-Profil aus den bei der IMO eingegangenen Daten für den gesamten Aktivitäts-Zeitraum. Daneben gestellt ist das Ergebnis aus den temporären Video-Daten. (Abbildung 1 – beide Grafiken direkt von den Webseiten https://www.imo.net/members/imo_live_shower?shower=DRA&year=2020 bzw. <https://meteorflux.org>)

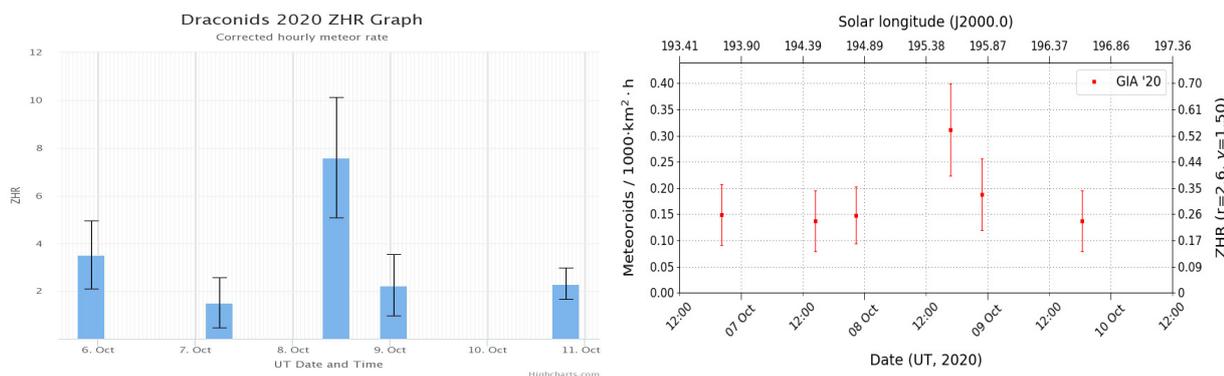


Abbildung 1: Visuelle ZHR und Flussdichte (aus den temporären Videodaten, 16.12.) der Oktober-Draconiden. Die ZHR bzw. Flussdichte zeigt keine erhöhten Werte. Ein eher unauffälliges Maximum ist in der zweiten Tageshälfte des 8. Oktobers zu finden.

Die Orioniden 2020

Auch hier gab es keine Erwartungen für Aktivität des Stromes, die die mittleren Werte der Vorjahre übersteigt. Die mit dem Jupiter-Umlauf assoziierte etwa 12-jährige Variation würde für gegenwärtig etwas höhere Raten als in der Periode 2014–2019 (ZHR im Bereich 20–25) sprechen. Inwiefern der eine Wert (ZHR über 30) aus dem 2020-er visuellen Profil als Bestätigung erhalten könnte, wird sich erst nach Vergleich mit

anderen Datensätzen einschätzen lassen. Das generelle, eher breite Maximum ist in visuellen wie Video-Daten in der Nacht 21./22. erkennbar.

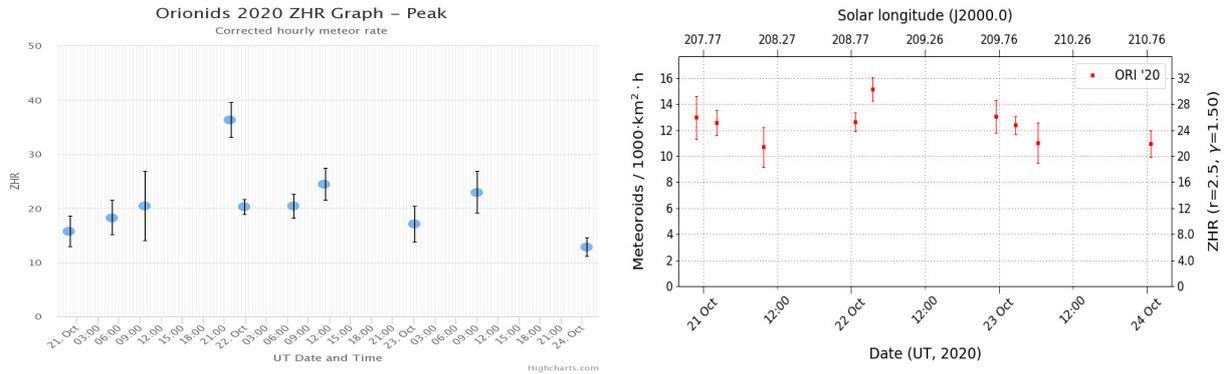


Abbildung 2: Visuelle ZHR und Flussdichte (aus den temporären Videodaten, Stand 16.12.) der Orioniden um ihr Maximum. Die ZHR bzw. Flussdichte zeigt keine erhöhten Werte; das Maximum trat in der Nacht 21./22. ein, in der aus dem AKM keine eigenen visuellen Beobachtungen durchgeführt werden konnten.

Oktober-Übersicht

Im Oktober 2020 haben sechs Beobachter des AKM ihre Reports visueller Beobachtungen aus 16 Nächten an die IMO übermittelt. Die meisten Beobachter waren in der Nacht 21./22. aktiv – eine Nacht nach dem bewölkten Orioniden-Maximum. Im Verlauf der 32 Beobachtungs-Sitzungen mit insgesamt 59,14 Stunden wurden Daten von 1201 Meteoren notiert.

Beobachter im Oktober 2020		T_{eff} [h]	Nächte	Meteore
GROMA	Mathias Growe, Schwarzenbek	5,14	4	33
MORSA	Sabine Wächter, Radebeul	2,63	2	38
RENIN	Ina Rendtel, Potsdam	24,45	10	647
RENJU	Jürgen Rendtel, Potsdam	20,31	10	397
SPEUL	Ulrich Sperberg, Salzwedel	4,11	3	45
WINRO	Roland Winkler, Markkleeberg	2,50	2	41

Beobachtungsorte:	
BA	Bleidenberg, Alken/Mosel, Rheinland-Pfalz (50°15'5"N; 7°27'23"E)
BM	Bremm/Mosel, Rheinland-Pfalz (50°6'15"N; 7°6'15"E)
Fa	Falkenstein, Sachsen-Anhalt (5143'23.0"N 1118'24.0"E)
Kr	Kröv/Mosel, Rheinland-Pfalz (49°59'17"N; 7°5'37"E)
Mb	Markkleeberg, Sachsen (51°17'N; 12°22'E)
Mq	Potsdam/Marquardt, Brandenburg (52°27'23"N; 12°58'15"E)
MS	Potsdam/Marquardt, Schlänitzsee (52°27'25"N; 12°57'38"E)
Pö	Pölich/Mosel, Rheinland-Pfalz (49°47'49"N; 6°50'46"E)
Sa	Salzwedel, Sachsen-Anhalt (52°50'4"N; 11°10'32"E)
Sb	Schwarzenbek, Schleswig-Holstein (53°30'0"N; 10°28'48"E)
Tö	Töplitz, Brandenburg (52°26'51"N; 12°55'15"E)
Tr	Tritenheim/Mosel, Rheinland-Pfalz (49°49'55"N; 6°53'11"E)

Dt	T _A	T _E	λ _☉	T _{eff}	m _{gr}	Σ _n	Ströme/sporadische Meteore						SPO	Beob.	Ort	Meth./ Int.	
							ORI	STA	DSX	DRA	OCT	DAU					
Oktober 2020																	
03	V o l l m o n d																
04	1746	1958	191.72	1.20	6.10	10	/	4	/	0	0		5	RENJU	MS	R	
05	2105	2305	192.84	2.00	6.23	29	3	7	/	3	3		13	RENIN	Tö	C, 2	
05	2133	2338	192.86	2.08	6.11	27	4	8	/	2	4		8	RENJU	Mq	R/C, 2	
06	2329	2356	193.89	0.45	6.10	4	1	1	/	0	0		2	RENJU	Mq	C ⁽¹⁾	
07	2235	0005	194.86	1.50	6.27	21	1	4		3	2		11	RENIN	Tö	C	
10	1800	2000	197.65	2.00	6.78	46	/	7		3		5	31	RENIN	Pö	C, 2	
10	1815	2255	197.70	4.58	6.32	80	2	19		5		7	47	RENJU	MS	C/R, 4	
10	1842	1925	197.65	0.72	5.90	2	/	0		0		0	2	GROMA	Sb	C	
10	1900	2030	197.68	1.50	6.26	28	1	3		4		–	2	WINRO	Mb	C, 2	
10	2116	2234	197.77	1.30	6.14	17	0	2		3		3	9	MORSA	Ra	C	
11	2220	0005	198.81	1.25	6.80	32	3	4		1		5	19	RENIN	Tr	C, 2	
12	2112	0015	199.78	3.05	6.27	69	12	15		1		7	35	RENJU	Mq	C, 3	
13	2110	0048	200.78	3.50	6.79	94	10	13				5	10	56	RENJU	Kr	C, 3
17	0205	0335	203.91	1.50	6.82	56	15	7				5	4	25	RENIN	BM	C, 2
17	1936	2116	204.64	1.67	6.13	11	1	3				0	0	7	GROMA	Sb	C, 2
17	2210	2318	204.74	1.07	6.14	8	3	1				0	0	4	SPEUL	Sa	P
18	0046	0143	204.84	0.95	6.33	24	9	5				3	2	5	RENJU	Mq	C
							ORI	STA	NTA	LMI	EGE	DAU	SPO				
19	0344	0406	205.95	0.36	6.25	10	6	1	0	0	1	0	2	RENJU	Mq	C ⁽²⁾	
19	1805	0045	206.61	3.50	6.75	96	21	15	–	–	6	9	45	RENIN	BM	C, 2	
19	2359	0104	206.80	1.02	6.06	11	6	0	0	–	1	0	4	SPEUL	Sa	P	
20	0102	0534	206.88	2.96	6.10	64	26	11	4	0	4	4	15	RENJU	Mq	C, 3	
21	1815	2000	208.56	1.75	6.72	35	0	8	3	/	/	4	20	RENIN	BA	C, 4	
21	2000	2041	208.61	0.68	6.13	6	1	0	1	–	0		4	GROMA	Sb	C	
21	2000	2100	208.62	1.00	6.22	13	3	1	1	0	0		8	WINRO	Mb	C	
21	2208	0018	208.73	2.02	6.45	26	11	2	0	1	1		11	SPEUL	Sa	P, 4	
21	2350	0130	208.79	1.67	6.32	46	19	4	2	1	3		17	RENJU	Mq	C, 2	
22	0415	0445	208.95	0.50	6.82	28	13	3	0	1	2	1	8	RENIN	BA	C	
22	2027	2231	209.66	2.07	6.07	14	2	2	3	–	0		4	GROMA	Sb	C	
23	1815	2000	210.55	5.20	6.72	174	54	18	10	11	15		66	RENIN	Fa	C, 5	
24	2135	2255	211.68	1.33	6.11	21	0	3	3	3	0		12	MORSA	Ra	C	
24	2330	0115	211.77	1.75	6.14	36	13	3	4	3	3		10	RENIN	Tö	C	
24	2335	0235	211.80	3.00	6.09	63	22	5	10	4	3		12	RENJU	Mq	C, 6 (³)	

(¹) $c_F = 1, 25$

(²) $c_F = 1, 30$

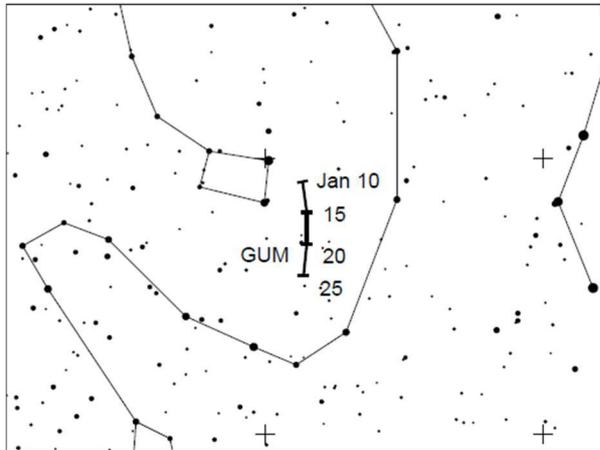
(³) 7 Meteore passend zu den λ Ursae Maiorinden (524 LUM) von $\alpha = 165^\circ$, $\delta = 60^\circ$, $V = 50\text{km/s}$

Berücksichtigte Ströme:		
ANT	Antihelion-Quelle	1. 1.–20. 9.
224 DAU	δ-Aurigiden	10.10.–18.10.
009 DRA	Oktober-Draconiden	6.10.–10.10.
023 EGE	ε-Geminiden	14.10.–27.10.
221 DSX	Tages-Sextantiden	6. 9.– 6.10.
022 LMI	Leonis Minoriden	19.10.–27.10.
017 NTA	Nördliche Tauriden	20.10.–10.12.
008 ORI	Orioniden	26. 9.– 7.11.
002 STA	Südliche Tauriden	10. 9.–20.11.
SPO	Sporadisch	

Die Erklärungen der Daten in dieser Tabelle sind in *Meteoros* Nr. 9/2020, Seite 208 zu finden.

Hinweise für den visuellen Meteorbeobachter im Januar 2021

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



Das Neue Jahr startet mit den Quadrantiden (QUA), welche bereits zum Monatsbeginn aktiv sind und ihr Maximum am 3.1. gegen 14h30m UT erreichen. Der abnehmende Mond beeinträchtigt die zweite Nachthälfte wo der Radiant dann am höchsten steht. Bei günstigen Bedingungen wären bis zu 110 Meteore zu beobachten. Zum Ende der Sichtbarkeit am 12.1. verbessern sich die Beobachtungsbedingungen wieder.

Dazu ist bereits zu Monatsbeginn der kleine Strom der Leonis Minoriden (DLM) zu beobachten, welcher im gesamten Januar aktiv bleibt. Die Raten liegen nur wenig höher als beim ekliptikalen Komplex der Antihelion Quelle (ANT), der zeitgleich mit ca. 2 Meteoren je Stunde knapp über dem sporadischen Hintergrund liegt. Für Beobachtungen sollte die erste Monats-

hälfte genutzt werden.

Der Hinweis zu den Kappa Cancriden (793 KCA) ist nach wie vor aktuell. Die Radiantenposition liegt bei $\alpha=138^\circ$, $\delta=+9^\circ$. 2016 war eine Aktivität in den Videodaten zu finden, in den Folgejahren konnte nichts nachgewiesen werden. Visuelle Daten liegen zu diesem Strom bisher nicht vor, zur fraglichen Maximumszeit am 9.1. verbessern sich die Bedingungen weiter (Neumond am 13.1.).

Weiterhin erwähnenswert sind die γ Ursae Minoriden (GUM), welche ab 10.1. aktiv sind. Die Raten liegen um 3 Meteore je Stunde. Das Maximum wird am 18.1. erreicht. Im interessanten Zeitraum bietet der Neumond am 13.1. ideale Bedingungen um Daten zu gewinnen.

Die Halos im September 2020

von Claudia und Wolfgang Hinz, Oswaldtalstr. 9, 08340 Schwarzenberg

Claudia.Hinz@meteoros.de Wolfgang.Hinz@meteoros.de

Im September wurden von 23 Beobachtern an 27 Tagen 342 Sonnenhalos und an 8 Tagen 16 Mondhalos beobachtet. Die Haloaktivität war mit 29,1 erneut unterdurchschnittlich ($\bar{\phi}$ 43,3). Aber immerhin gab es vor allem im Osten und Süden bis an 15 Tagen (KK06) Halos und es wurden 4 Halophänomene registriert.

Der September 2020 verwöhnte uns wochenlang mit sonnigem und warmem Spätsommerwetter. Erst zum Monatsende sorgte ein Großwetterlagenwechsel pünktlich zum astronomischen Herbstanfang für kühle und nasse Witterung. Unter dem Strich war der erste klimatologische Herbstmonat zu warm, zu trocken und sehr sonnig.

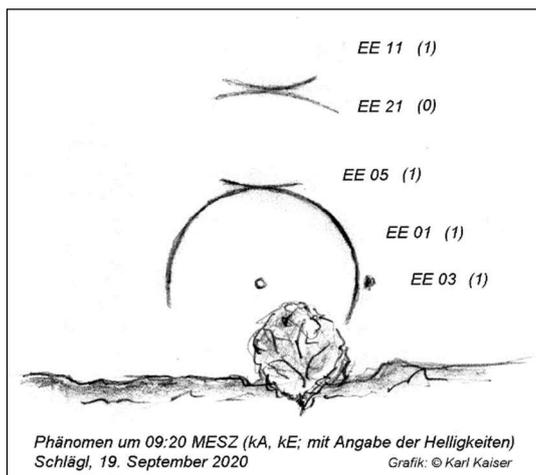
Zum Monatsbeginn wurde das Wetter über Mittel- und Süddeutschland durch das Zwischenhoch ISMAIL geprägt, während Ostseetief NATASCHA für Cirren sorgte. So gab es am 3. verbreitet helle Nebensonnen sowie bei Jürgen Krieg (KK72) in Heilbronn einen alleinstehenden Parrybogen in kräftigen Farben.

Am 06. tummelte sich das kräftige Tief PIA über dem Nordpolarmeer und schickte ihre Fronten in den Norden Deutschlands. Der Rest des Landes lag weiter unter Hochdruck und erfreute sich an leuchtend hellen Nebensonnen und dem ZZB. Florian Lauckner bekam in Jena das erste Halophänomen des Monats zu Gesicht: „Schon ab dem späten Vormittag konnte ich den 22° Ring beobachten, gegen 17:10 Uhr kamen beide Nebensonnen und der Zirkumzenitalbogen hinzu. Das Phänomen begann schließlich um 17:38 Uhr, als noch der obere Berührungsbogen sowie der Supralateralbogen erschienen. Die Helligkeit war bis dahin noch recht bescheiden. Das Phänomen dauerte keine 5 Minuten an und wie bereits erwähnt konnte ich vom Höhepunkt keine Bilder aufnehmen, deswegen versuche ich es, mit der Zeichnung mal zu verbildlichen. Weiter auf dem Nachhauseweg traten sehr helle Nebensonnen auf, die ich jedoch auch noch nicht ablichten konnte. Etwa 18:10 Uhr fiel mir ein in Ansätzen sehr deutlicher oberer Berührungsbogen auf. Die Erscheinung (H = 2) war sehr ansehnlich. Doch das "absolute" Highlight war der Zirkumzenitalbogen, der sich mit mindestens H2 präsentierte und mir bewusst machte, wie groß ein ZZB eigentlich sein kann. Wahrlich ein sehr schönes Schauspiel.“



06.09.: Halophänomen in Jena. Skizze und Foto: Florian Lauckner

Der 10.-13. wurde von Hoch KEVIN geprägt, dem von Norden her die Tiefdruckdamen QUINTA und RENATE beirrten. Das Ergebnis waren zahlreiche Halos, darunter ein 46°-Ring und Parrybogen am 10. in Schneeberg (KK04), sowie leuchtend helle Nebensonnen sowie ein Horizontalkreisfragment am Erzgebirgskamm am böhmischen Peindlberg vom Namensvetter Kevin Förster (KK77).



Vom 18.-22. dominierte Hoch MANFRED das Land, wurde aber sowohl von Norden als auch vom Mittelmeer her mit Fronten attackiert. Besonders am 19. gab es ein reichhaltiges Haloangebot und mit einer Haloaktivität von 12,7 war er der haloaktivste Tag des Monats. Neben den normalen Erscheinungen mit lang andauerndem 22°-Ring (KK61: 450min) und leuchtend hellen Nebensonnen bis H=3 gab es auch den Horizontalkreis (4x) und den Supralateralbogen (KK53/82) zu sehen. Karl Kaiser (KK53) und Alexander Haußmann (KK82) konnten jeweils ein Halophänomen dokumentieren.

Mit VALENTINA und WICCA verdrängten am 24.09. gleich zwei kleine Tiefs Hoch MANFRED in den Südosten und beendeten mit ihren Kaltfronten den

Altweibersommer. Oberhalb von 1000 Metern gab es sogar die erste Schneedecke. Frontvorderseitig gab es jedoch nochmals Halos und ein letztes Halophänomen, beobachtet von Rainer Timm (KK83) in Haar östlich von München: „Am Nachmittag gab es über lange Zeit aber mit Unterbrechungen den 22° Ring zu beobachten. Um 16:35 Uhr dann beide Nebensonnen sehr hell und schön farbig, aber nur ein sehr schwacher 22° Ring und noch keine weiteren Halos. Ich bin dann schnell an den Ortsrand um freien Blick zu bekommen und konnte dann zw. 16:45 Uhr und 17:00 Uhr das prächtige Phänomen mit 22°-Ring (H1),

beiden Nebensonnen (H3), Oberen Berührungsbogen (H2), Zirkumzenitalbogen (H3), Supralateralbogen (H1) sowie den Parrybogen (H0) sichten. Ich kann mich nicht daran erinnern, wann ich das letzte mal ein derart hellen ZZB gesehen habe. Sicher eines der prächtigsten Haloereignisse für mich in den vergangenen Jahren.“



24.09.: Halophänomen in Haar bei München. Fotos: Rainer Timm

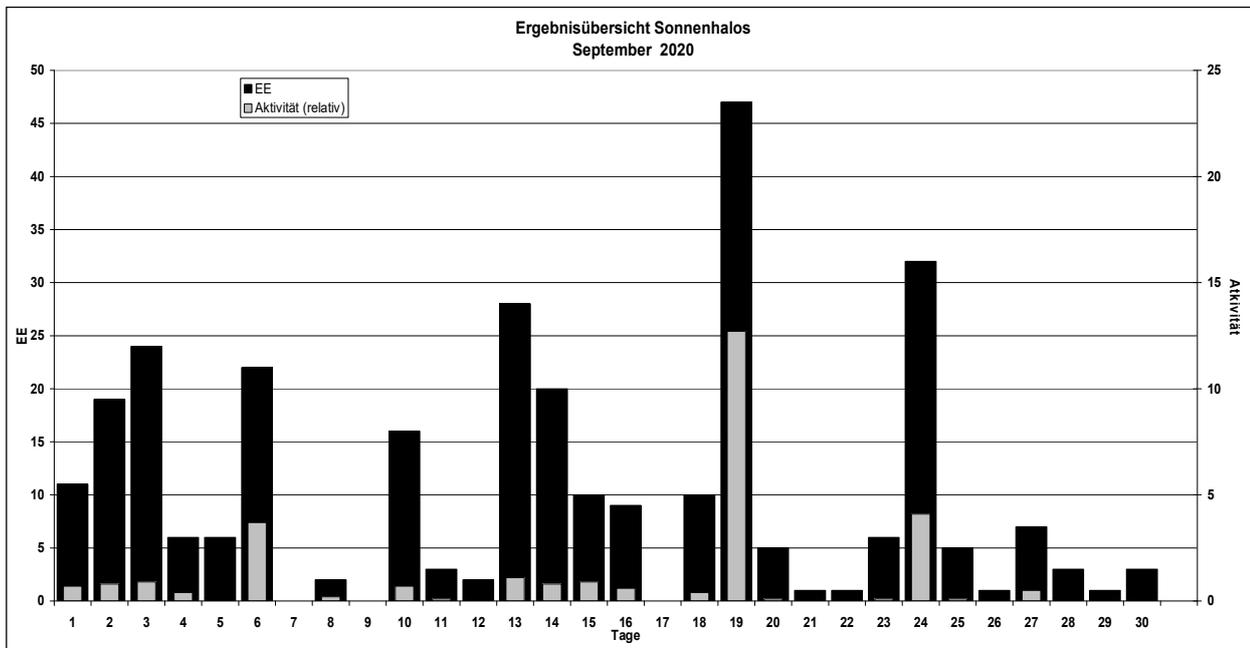
Beobachterübersicht September 2020																													
KKG	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	1) 2) 3) 4)													
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30														
5602							1	1		1			2	1		6	5	0	5										
7402							1	1				4				6	3	0	3										
0604	<u>1</u>	1		1	X	1	X	1	1	3	3	1			<u>3</u>	22	13	4	15										
1305			2													4	2	0	2										
6906	1			2				2	2	1						8	5	0	5										
6107		1	1		1			1	1			4				10	7	0	7										
8107	X	1	X	1	6	1	1	1	1		4			4		21	10	2	12										
0408	1	3	2		2		7		2		1	1	5		1	28	11	0	11										
3108	1	1			1			1	2			3	4		1	18	9	0	9										
3808	1	3	4			3		2				1		2		16	7	0	7										
4608	1				1			1			2	2		1		8	6	0	6										
5108	2	3	<u>5</u>			3		2			1			2		19	8	0	8										
5508	1	2			1			1			2					77	5	0	5										
7708	1	<u>1</u>			3			4	1		1					11	6	1	6										
6210	2	1			1			2	1		3			1		12	8	0	8										
7210		1		1				1		2				1	1	13	9	0	9										
7811		1	2		1			3						<u>1</u>		10	7	1	7										
8011					1					2				<u>1</u>		4	3	0	3										
5317	<u>2</u>			2	1	1		2	1	2		1	7		1	23	12	1	12										
8311			Ausland			1		1				1	7			10	4	0	4										
9335		2	1	2	1			1	1	2		2			1	14	10	2	11										
44//			1					3								4	2	0	2										
82//		4	2			1		3	1	1		8			3	27	10	0	10										

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

Ergebnisübersicht September 2020																															
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	8	9	8	3	3	12	2	3	1	11	4	2	3	1	10	2	1	3	10	2	1	1	1	1							102
02	2	4	3	1	1	2		2		8	6	3	3	8	1		1	8	1		1	1	1	1						57	
03	1	4	1	2	3		4		6	8	1	1	3	8	2	1	1	5	2				1	1						55	
05	1	4		1		1		1		1									4			2								20	
06										1																				1	
07	1	1							2					5				2			1									12	
08		1				3	3	1	1	4			1								1	1								16	
09										1																				1	
10																														0	
11	2	4	1		2		1		1		2	1	4				1	1			1									21	
12/21				1		1					2					1														5	
	11	23	6	0	0	3	27	10	0	43	1	6	5	7	1															291	
	19	6	21	2	15	2	20	9	9	5	1	31	1	3	3																

Erscheinungen über EE 12																	
TT	EE	KKGG	TT	EE	KKGG	TT	EE	KKGG	TT	EE	KKGG	TT	EE	KKGG	TT	EE	KKGG
02	13	9335	06	13	6906	13	13	7716	19	13	0408	19	27	7402	24	21	8311
			06	21	7107				19	13	7402	19	27	8204	24	27	8311
03	27	7210				18	13	3108	19	21	5317						
			10	27	0408				19	21	8204						

KK	Name / Hauptbeobachtungsort	KK	Name / Hauptbeobachtungsort	KK	Name / Hauptbeobachtungsort	KK	Name / Hauptbeobachtungsort
04	H. + B. Bretschneider, Schneeberg	46	Roland Winkler, Werder/Havel	62	Christoph Gerber, Heidelberg	80	Lars Günther, Rennertshofen
06	Andre Knöfel, Lindenberg	51	Claudia Hinz, Schwarzenberg	69	Werner Krell, Wersau	81	Florian Lauckner, Bucha
13	Peter Krämer, Bochum	53	Karl Kaiser, A-Schlägl	72	Jürgen Krieg, Waldbronn	82	Alexander Haußmann, Hörlitz
31	Jürgen Götze, Adorf bei Chemnitz	55	Michael Dachsel, Chemnitz	74	Reinhard Nitze, Barsinghausen	83	Rainer Timm, Haar
38	Wolfgang Hinz, Schwarzenberg	56	Ludger Ihendorf, Damme	77	Kevin Förster, Carlsfeld/Erzg.	93	Kevin Boyle, UK Stoke-on-Trent
44	Sirko Molau, Seysdorf	61	Günter Busch, Gotha	78	Thomas Klein, Miesbach		



Leuchtende Nachtwolken über München im Juli 2020

von Peter C. Slansky

slansky@mnet-online.de

Inhalt

Im Juli 2020 erschienen über München sehr helle und farbenprächtige Leuchtende Nachtwolken (abgekürzt „NLC“ für „Noctilucent Clouds“). Auf etwa 48° Nord, ist München für NLC vergleichsweise südlich gelegen. Während zweier Nächte konnte der Autor fünf Fotoserien mit Weitwinkel- und Teleobjektiven sowie ein Video aufnehmen. Ein Zeitraffervideo, auf das in diesem Artikel wiederholt Bezug genommen wird, wurde auf der Website der International Meteor Organization (IMO) veröffentlicht.¹ In diesem Artikel werden ausführlichere geometrische und zeitliche Analysen dieser Beobachtungen vorgestellt. Dabei konnten die folgenden drei Ziele erreicht werden: 1. die geographische Lokalisierung aller beobachteten NLC; 2. die Analyse exemplarischer absoluter Strukturgrößen innerhalb ausgewählter NLC-Strukturen; 3. die Bestimmung von Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung einer spezifischen NLC-Struktur, sowohl transversal als auch tangential.

Dieser Artikel ist die deutsche Fassung eines englischsprachigen Artikels für das WGN journal of the International Meteor Organization 48-5, Oktober 2020.

1. Einführung

Leuchtende Nachtwolken sind auch für Meteorbeobachter interessant, weil sie mit Meteoren zwei wichtige Dinge gemeinsam haben: Sie haben einen kosmischen Ursprung, woraus sich ein irdischer Lichteffect ergibt. Und sie sind wunderschön.

NLC treten in der Mesopause auf, einer dünnen Schicht der Erdatmosphäre in 85 bis 80 km Höhe², zwischen der unteren Mesosphäre und der höheren Thermosphäre. Aufgrund der geringen atmosphärischen Dichte und der geringen Dicke der Mesopause von nur 5 km sind NLC sehr blass und transparent. Ihre Beobachtung im sichtbaren Licht ist daher nur in einer bestimmten Gegenlichtsituation möglich, die in Sommer Nächten auf der Nordhalbkugel in nördlicher Richtung gegeben ist, und wenn die Sonne etwa -8° bis -16° unter dem Horizont steht, aber immer noch auf die Mesopause scheint. Es wird oft behauptet, dass das Auftreten von NLC auf den Bereich zwischen ±50° bis 70° Breite beschränkt ist.³ München liegt jedoch bei etwa 48° Nord. Hier waren die besten Bedingungen für NLC im Juni/Juli etwa drei Stunden vor und drei Stunden nach der astronomischen Mitternacht gegeben, mit theoretischen Maxima um 22:00 MESZ und 04:00 MESZ. Natürlich muss der Himmel auch frei von troposphärischen Wolken sein. All diese Bedingungen trafen in München in mehreren Nächten Anfang Juli 2020 auf spektakuläre Art und Weise zusammen.

Für Meteorbeobachter gibt es noch einen weiteren interessanten Aspekt an NLC: Genau in einer Höhe von 85 bis 80 km, in der Mesopause, erreichen viele Meteore ihre maximale Helligkeit und verglühen. Zwei prominente Beispiele dafür sind die Perseiden-Feuerkugeln 3414-2018, beobachtet durch den Autor et al.⁴, sowie EN120812, beobachtet durch Spurný et al.⁵ In der Mesopause hat die Atmosphäre ihr Temperaturminimum. Hier bildet der Staub verglühter Meteore Kondensationskeime für Wassereis, das die NLC

¹ IMO/Slansky, Peter C.: https://www.imo.net/members/imo_video/view?video_id=150

² Dies sind Durchschnittswerte für den Sommer; im Winter hat die Mesopause eine Höhe von etwa 100 km: <https://de.wikipedia.org/wiki/Mesosphaere>.

³ Ebenda.

⁴ Slansky, Peter C.; Gahrken, Bernd (2019): *3414-2018: A Perseid fireball showing exceptional light effects, observed by video, photo and radio*; in: WGN, the Journal of the IMO 47:3 (2019), S. 79 – 92

⁵ Spurný P., Shrbeny L., Borovička J., Koten P., Vojaček V., and Štork R. (2014): *Bright Perseid fireball with exceptional beginning height of 170 km observed by different techniques*; Astronomy & Astrophysics, 563, A64

formt. Die Temperaturen in der Mesopause sind im Sommer besonders niedrig (!), weshalb NLC fast ausschließlich in den Sommermonaten auftreten.

Tabelle 1 zeigt, dass die Mesopause im Vergleich zu den höheren Schichten der Atmosphäre auch durch einen rasanten Anstieg der Luftdichte gekennzeichnet ist. In dem Moment, in dem ein Meteor in die Mesopause eintritt, wird er daher deutlich verlangsamt und verglüht.

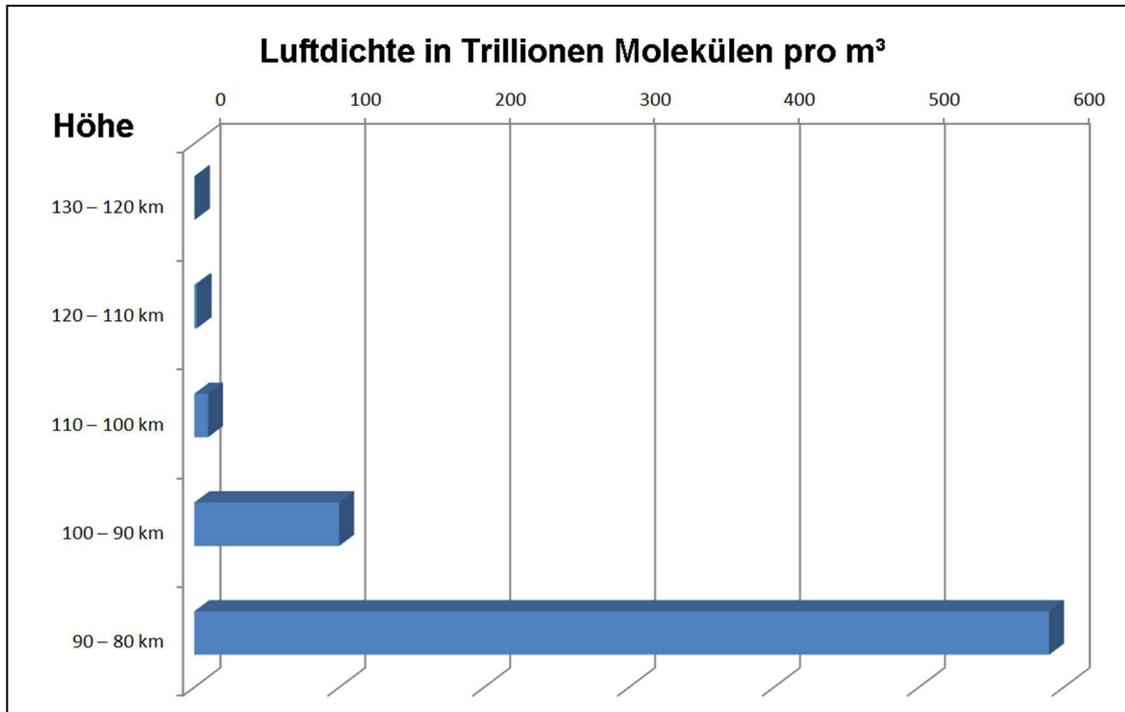


Tabelle 1: Luftdichte in der Hochatmosphäre, ausgedrückt durch die Anzahl der Moleküle pro Kubikmeter bezogen auf die Höhe, nach Michelberger/Wurzel.⁶

Zu meinem Vortrag auf der Online-Konferenz IMC 2020 merkte Jean-Louis Rault an, dass die Dynamik der NLC im Allgemeinen signifikant von Schwerewellen in der Atmosphäre beeinflusst wird. (Diese Schwerewellen sind rein aerodynamische Oberflächenwellen, die nicht mit Gravitationswellen verwechselt werden dürfen, wie sie beispielsweise bei der Verschmelzung zweier Schwarzer Löcher entstehen!) Im Jahr 2017 hatte Rault an einer Multisensor-Beobertungskampagne für Meteore am Observatoire de Haute-Provence in Zusammenarbeit mit dem Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA) teilgenommen. Bei dieser Kampagne zeichneten zwei stereoskopisch ausgerichtete Kameras Schwerewellen im nahen Infraroten auf – als Nebeneffekt der beabsichtigten Meteorerkennung. Für die Untersuchung dieser atmosphärischen Schwerewellen bietet die Beobachtung der NLC, insbesondere ihrer Bewegung und ihrer zeitlichen Veränderungen, ein hervorragendes Mittel.

Der International Cloud Atlas führt vier Haupttypen von NLC-Strukturen auf:

„Schleier vom Typ I (,Veils‘): Diese sind sehr schwach ausgeprägt, haben keine klar definierte Struktur und sind oft als Hintergrund für andere Formen vorhanden. ... Schleier sind die einfachste Form von Nachtwolken und gehen oft ... dem Erscheinen von Nachtwolken mit wohldefinierter Struktur voraus.

Typ II Bänder (,Bands‘): Dies sind lange Streifen, die oft in Gruppen auftreten, die etwa parallel zueinander angeordnet oder in kleinen Winkeln verflochten sind, aber gelegentlich wird auch ein isoliertes Band beobachtet.

Typ III Wellen (,Billows‘): Hierbei handelt es sich um Anordnungen eng beieinander liegender, etwa paralleler kurzer Streifen. Der Abstand, der benachbarte Wellen trennt, reicht von etwa 1 km bis 10 km. ... Die Wellen können ihre

⁶ Michelberger, Jürgen; Wurzel, Reinhardt: *Earthgrazer – Wunder des Himmels*; Sterne und Weltraum 11/2005, S. 76 – 83

Form und Anordnung ändern oder innerhalb weniger Minuten auftauchen und wieder verschwinden, viel schneller und häufiger als die langen Bänder.

Typ IV Wirbel (,Whirls'): Hierbei handelt es sich um teilweise oder, in seltenen Fällen, vollständige Wolkenringe mit dunklen Zentren. Man sieht sie manchmal in Schleier-, Band- und Wellenformen.“⁷

In den Nächten vom 5. auf den 6. Juli und vom 7. auf den 8. Juli 2020 konnte der Autor alle diese vier Typen von Strukturen in jeweils einem einzigen, geschlossenen NLC-Display über München visuell beobachten, fotografieren und filmen.

2. Beobachtungen

Die erste NLC meines Lebens sah ich am 5. Juli 2020 um 22:35 MESZ von meiner Dachterrasse in der Münchner Innenstadt. Das war etwa 3 Stunden vor astronomischer Mitternacht. Die Sonne stand -8° unter dem Horizont bei einem Azimut von 322° . Dementsprechend erschien der Schwerpunkt der NLC im Nord-Nordwesten. Diese NLC waren so hell, dass sie die – wahrlich nicht schwache – Münchner Stadtbeleuchtung deutlich übertrafen, auch die Beleuchtung der Frauenkirche, die weniger als 1 km von meiner Terrasse entfernt im Norden liegt. Ich richtete meine Kamera auf das Helligkeitszentrum, das sich in der Mitte der NLC befand. Obwohl ich ein Weitwinkelobjektiv verwendete, das ein Kamerafeld von $82^\circ \times 60^\circ$, passten die NLC horizontal nicht in dieses Feld.

Ich machte eine erste Fotoserie, noch ohne Zeitraffer-Timer. Dann kamen troposphärische Wolken auf. Glücklicherweise wiederholten sich die günstigen Bedingungen jedoch nur zwei Nächte später.

2.1 Fotosequenz Nr. 1

Die wichtigsten Beobachtungen wurden in der Nacht vom 7. auf den 8. Juli 2020 gemacht. Um 22:34 Uhr MESZ startete ich die erste Timer-Fotosequenz. Die NLC im Nordwesten waren zunächst relativ schwach und traten relativ nahe am Horizont auf, waren also ziemlich weit entfernt. Veils-Strukturen waren vorherrschend. Ich verwendete meine Sony a7S mit einem Canon FD 4,0/200mm-Teleobjektiv, das bei einem Bildseitenverhältnis von 3:2 ein Sichtfeld von $10,1^\circ \times 6,7^\circ$ ergab. Die weiteren Einstellungen waren ISO 800, $t = \frac{1}{2}$ s und $F = 5,6$. Diese NLC vor Mitternacht waren bereits im Rückgang begriffen, so dass die Belichtung dieser Fotoserie gegen Ende zu knapp wurde.



Abb. 1: NLC über dem Münchner Stadtzentrum am 5. Juli 2020, 22:30 MESZ. Die Kamera war eine Canon EOS 20Da bei ISO 200, $t = 6$ s, mit einem Sigma 3,5/10-20mm-Zoomobjektiv bei $f = 13$ mm und $F = 5,6$ mit einem Feld von $82^\circ \times 60^\circ$. Die Kamera war nach Nord-Nordwest ausgerichtet. Wie zu sehen ist, reichten die NLC horizontal über das Kamerafeld hinaus.

⁷ International Cloud Atlas: <https://cloudatlas.wmo.int/en/explanatory-remarks-noctilucent-clouds.html>; Übersetzung durch www.deepl.com.

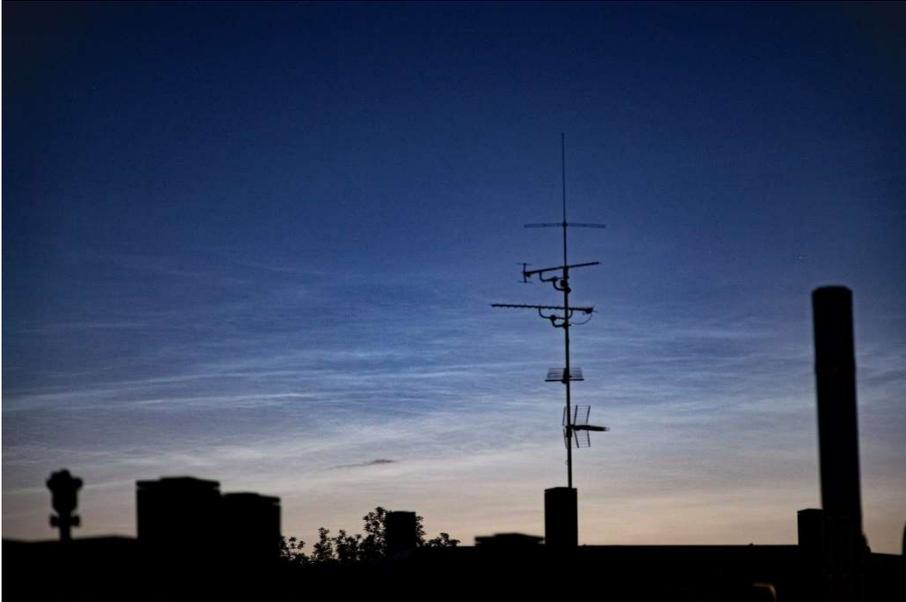


Abb. 2: Dieses Bild aus Sequenz Nr. 1 zeigt die NLC über München am 7. Juli 2020, 22:40 MESZ. Die Kamera war eine Sony a7S bei ISO 800, $t = 1/2$ s, mit einem Canon FD 4,0/200mm Tele bei $F = 5,6$. Diese NLC im Nordwesten traten relativ nahe am Horizont auf, waren also ziemlich weit entfernt. Veils-Strukturen sind vorherrschend.

2.2 Videosequenz Nr. 2

Nach Mitternacht verbesserten sich die Bedingungen erheblich, und um 03:30 MESZ erschienen die hellsten und schönsten NLC. Dies zeigt deutlich, wie entscheidend die Lichtperspektive der NLC für ihre Helligkeit in Beobachtungsrichtung ist: Die Form und Dichte der Wolken hatte sich gegenüber der Zeit vor Mitternacht vermutlich nicht wesentlich verändert, die Lichtperspektive aber sehr deutlich. Die Kamera Sony a7S war mit einem Sony GM 1,4/24mm Weitwinkelobjektiv ausgestattet. Sie war bei ISO 3200 auf Videomodus mit 25 B/s eingestellt, allerdings mit einer Integrationszeit von $t = 1/4$ s bei $F = 2,8$. Das Bildfeld betrug $73^\circ \times 45^\circ$ bei einem Bildseitenverhältnis von 16:9. Ab 03:50 MESZ wurden 13 Minuten Video aufgezeichnet. Der Vorteil der einfacheren Handhabung der Kamera ohne Timer und hunderte Einzelbelichtungen kam zum Nachteil einer geringeren Auflösung von nur 1920 x 1080 Pixel (Full HD) statt 4240 x 2832 Pixel nativer Auflösung sowie einer Quantisierung von nur 8 Bit. Für die Analyse wurde das Video in der Postproduktion um den Faktor 15 beschleunigt.



Abb. 3: Videosequenz Nr. 2 zeigt die NLC über dem Münchener Stadtgebiet am 8. Juli 2020, 03:50 MESZ. Das Bild ist ein Einzelbild aus der ursprünglichen Videodatei. Die Kamera war eine Sony a7S bei ISO 3200, 25 B/s und $t = 1/4$ s (!), mit Sony GM 1,4/24mm Weitwinkelobjektiv bei $F = 2,8$ mit einem Bildfeld von $73^\circ \times 45^\circ$ bei 16:9. Der helle Stern links der Bildmitte ist Capella. Das große Gebäude der

Münchner Stadtverwaltung in der unteren Bildmitte befindet sich in 375 m Entfernung in 25° O. Wie später gezeigt wird, ermöglichte es die Bestimmung des Horizonts im Bild. Auch hier reichten die NLC horizontal über den Bildwinkel der Kamera hinaus. Man beachte, dass die NLC deutlich heller leuchten als die hell angestrahlte, ca. 1 km nördlich gelegene Frauenkirche (unter dem Baukran).

Abb. 3 ist ein Einzelbild aus dieser Videosequenz. Alle vier bekannten NLC-Strukturen – Typ-I-Veils, Typ-II-Bands, Typ-III-Billows und Typ-IV-Whirls – können identifiziert werden. Ihre jeweilige zeitliche Entwicklung kann im Zeitraffervideo im Detail analysiert werden.

2.3 Fotosequenz Nr. 3

Um die feineren Strukturen der NLC zu untersuchen, wurde die Kamera für die Sequenz Nr. 3 auf Fotomodus mit Timer umgestellt und mit einem Canon FD 4,0/200mm Teleobjektiv ausgestattet. Bei ISO 800 und $F = 5,6$ betrug die Belichtungszeit 0,8 s. Bei dem nativen Seitenverhältnis von 3:2 lag das Bildfeld bei $10,1^\circ \times 6,8^\circ$, wie in Abb. 2. Ab 03:55 MESZ wurden 130 Aufnahmen mit einem Timer-Intervall von 5 s gemacht. Für das Video wurde diese Fotoserie so ineinander überblendet, dass es einem Zeitraffer 25-mal schneller als Echtzeit entsprach.

Sehr auffällig sind zwei Bereiche mit Billows-Strukturen, einer mit einer größeren Periode in der Mitte links, der andere mit einer feineren Periode oben rechts. Darüber herrschen jeweils Veils vor. In der Nähe des Horizonts überschatten dunkle troposphärische Wolken die NLC. Im Zeitraffervideo ist gut zu sehen, wie sich die hellen NLC in Ost-West-Richtung (von rechts nach links) bewegen, während die dunklen troposphärischen Wolken im Vordergrund genau in die entgegengesetzte Richtung ziehen.



Abb. 4: Sequenz Nr. 3 zeigt den Blick Richtung Horizont am 8. Juli 2020, 03:55 MESZ. Das Foto wurde als Teil einer Serie von 130 Belichtungen zu je 5 s mit einer Sony a7S bei ISO 800, 25 B/s, $t = 0,8$ s, mit einem Canon FD 4,0/200mm Tele bei $F = 5,6$ aufgenommen. Das native Bildfeld beträgt $10,1^\circ \times 6,8^\circ$ bei 3:2. Typisch für NLC nahe am Horizont ist der vertikale Farbverlauf von Blau nach Orange. Man beachte die ausgeprägten Billows-Strukturen (NLC Typ III).

2.4 Fotosequenz Nr. 4

Neben dem auffälligen Kometen C/2020 F3 Neowise zeigt diese Sequenz die größte Vielfalt an NLC-Strukturen aller Teleserien. Ab 04:09 MESZ wurden 175 Belichtungen mit einem Intervall von 5 s durchgeführt. Im Zeitraffervideo wurde diese Fotoserie 32 Mal schneller als in Echtzeit abgespielt. Vom Anfang bis zum Ende dieser Sequenz traten Veils, Bands, Billows und Whirls auf. Abb. 5 wurde um 04:13 MESZ aufgenommen. Sie zeigt Veils im unteren rechten Bereich, Bands und Billows im mittleren und oberen linken Bereich und Whirls im mittleren oberen Bereich. In dieser Bildsequenz waren die Whirls besonders eindrucksvoll. Sie traten häufig in ganzen Ketten auf. Auffallend waren ihre dunklen Löcher oder „Augen“, als ob die NLC an diesen Stellen durchbohrt seien. Die Bewegungen der Whirls waren komplex, besonders wenn sie sich über Billows-Strukturen bewegten.



Abb. 5 aus Sequenz Nr. 4: Komet C/2020 F3 Neowise (links unten) „ertrank“ am 8. Juli 2020, 04:13 MESZ, fast in den NLC. Das Foto wurde als Teil einer Serie von 175 Belichtungen mit einem Timer-Intervall von 5 s gemacht. Die fotografischen Parameter waren identisch wie in Abb. 4. Von allen vier aufgenommenen Telesequenzen zeigt diese die vielfältigsten Strukturen in allen vier bekannten NLC-Typen.

2.5 Fotosequenz Nr. 5

In der Sequenz Nr. 5 waren isolierte, schwache und dünne Wellenstrukturen das Ziel. Beginnend um 04:30 MESZ wurden 65 Aufnahmen mit einem Intervall von 5 s gemacht, dann drifteten die schwachen Billows-Strukturen aus dem Sichtfeld heraus. Zuvor konnten ihre Bewegungen jedoch im Detail analysiert werden, und die Unterschiede zwischen der transversalen und der tangentialen Bewegung wurden deutlich. Im Zeitraffervideo wurde diese Fotoserie 32 Mal schneller als in Echtzeit wiedergegeben. Dadurch wird im Video deutlich, dass jeder Punkt in diesen Wellenstrukturen eine achterbahnähnliche Bewegung ausführt, mit einer transversalen Komponente von rechts nach links (Ost-West) und einer tangentialen Komponente entlang der Billows-Struktur.



Abb. 6: Sequenz Nr. 5 zeigt schwache Billows-Strukturen in den äußeren Bereichen der NLC, aufgenommen am 8. Juli 2020, 04:30 MESZ. Das Foto entstand zu Beginn einer Serie von 65 Belichtungen mit einem Intervall von 5 s. Die fotografischen Parameter sind identisch wie in Abbildung 4. Die Strukturen bewegten sich schnell von rechts nach links aus dem Sichtfeld, so dass die Sequenz nach nur 5 ½ Minuten beendet wurde. Dennoch zeigt der Zeitraffer deutlich,

dass jeder Punkt in dieser NLC-Struktur eine achterbahnähnliche Bewegung ausführt, mit einer transversalen Komponente von rechts nach links (Ost-West) und einer tangentialen Komponente entlang der Billows-Struktur.

3. Geometrisch-temporale Analyse

Für die Untersuchung meiner NLC-Bildserien hatte ich mir folgende Ziele gesetzt:

1. Geographische Lokalisierung aller beobachteten NLC
2. Analyse exemplarischer Strukturgrößen innerhalb einer NLC
3. Bestimmung der Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung einer bestimmten NLC-Struktur, sowohl transversal als auch tangential.

Alle diese Ziele konnten erreicht werden.

Aufgrund ihrer bekannten Höhe von 85 bis 80 km über dem Meeresspiegel kann die ungefähre Entfernung der NLC vom Beobachtungsstandort berechnet werden. Zu diesem Zweck haben Hinz/Hinz Tabelle 2 veröffentlicht:

NLC-Höhe über dem Horizont	Abstand bezogen auf Höhe über Meer
0°	1020 km
2°	820 km
4°	670 km
6°	550 km
8°	460 km
10°	400 km
15°	280 km
20°	220 km
25°	170 km
30°	140 km
45°	80 km
60°	50 km
75°	20 km

Tabelle 2: Höhe der NLC im Verhältnis zu ihrer Entfernung; nach Hinz/Hinz.⁸

Die Abbildungen 3 und 4 wurden mit den Werten aus Tabelle 2 analysiert. In beiden Bildern ist die Horizontlinie durch Gebäude verdeckt, doch ihre jeweilige Position konnte in Abbildung 3 vom großen Gebäude der Münchner Stadtverwaltung in der Mitte des unteren Bildes aus abgeschätzt werden, dass sich 375 m nordöstlich des Beobachtungsortes befindet. Auf dieser Grundlage wurden die Höhenlinien gemäß Tabelle 2 mit den entsprechenden Abständen in das Bild eingezeichnet. Zur Vereinfachung wurden die Winkelgrade anstelle einer trigonometrischen Berechnung als lineares Verhältnis des vertikalen Bildwinkels von 45° angenommen. Die daraus resultierenden Fehler sind akzeptabel.

⁸ Hinz, Claudia; Hinz, Wolfgang: *Lichtphänomene | Farbspiele am Himmel*; Oculum 2015, S. 192

3.1 Analyse der Geometrie der NLC aus Abbildung 3

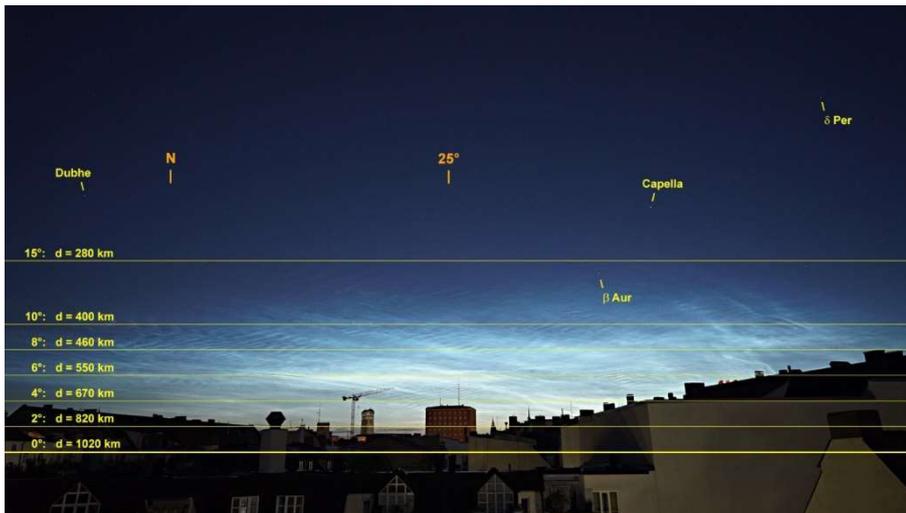


Abb. 7: Analyse der Geometrie der NLC aus Abbildung 3. Die Horizontlinie ist durch Gebäude verdeckt, doch ihre Lage kann anhand des großen Gebäudes der Münchner Stadtverwaltung in der unteren Bildmitte, das sich 375 m nord-nordöstlich befindet, abgeschätzt werden. Auf dieser Grundlage wurden die Höhenlinien gemäß Tabelle 2 mit den entsprechenden Entfernungen in das Bild eingezeichnet. Zur

Vereinfachung sind die Winkelgrade anstelle einer exakten, trigonometrischen Berechnung als lineares Verhältnis zum vertikalen Bildwinkel ($= 45^\circ$) berechnet.

Die Abbildungen 3 und 4 wurden mit den Werten aus Tabelle 2 analysiert. In beiden Bildern ist die Horizontlinie durch Gebäude verdeckt, doch ihre jeweilige Position konnte in Abbildung 3 vom großen Gebäude der Münchner Stadtverwaltung in der Mitte des unteren Bildes aus abgeschätzt werden, das sich 375 m nordöstlich des Beobachtungsortes befindet. Auf dieser Grundlage wurden die Höhenlinien gemäß Tabelle 2 mit den entsprechenden Abständen in das Bild eingezeichnet. Zur Vereinfachung wurden die Winkelgrade anstelle einer trigonometrischen Berechnung als lineares Verhältnis des vertikalen Bildwinkels von 45° angenommen. Die daraus resultierenden Fehler sind akzeptabel.

3.2 Geografische Karte der NLC in Abbildungen 3 und 4

Alexander Wünsche betreibt eine sehr hilfreiche Website, die eine einfache Erstellung von NLC-Karten ermöglicht.⁹ Alle NLC-Positionen aus Abbildung 7 wurden hier eingegeben. Abbildung 8 zeigt das Ergebnis: Die NLC vom 8. Juli 2020 erstreckten sich über ein großes Gebiet über Nord-Tschechien und Nordostdeutschland über Nordwestpolen bis über die Ostsee.

Die Analyse der Zeitraffersequenzen der Abbildungen 4, 5 und 6 zeigt, dass sich die Wellenstrukturen nicht nur in transversaler Richtung bewegen, sondern eine Überlagerung einer transversalen mit einer tangentialen, wellenförmigen Bewegung zeigen. Für einen bestimmten Punkt in diesen Wellenstrukturen ist somit die Tangentialgeschwindigkeit deutlich höher als die Transversalgeschwindigkeit. Wirbelförmige Strukturen zeigen eine noch komplexere zeitliche Entwicklung. Schließlich enthielt die Bildreihe auch einige Billows-Strukturen, die sich wie fast statische Barrieren für andere eintreffende Strukturen auf ihrer Bahn verhielten.

⁹ Wünsche, Alexander: <http://www.leuchtende-nachtwolken.info/kalkulator.htm>

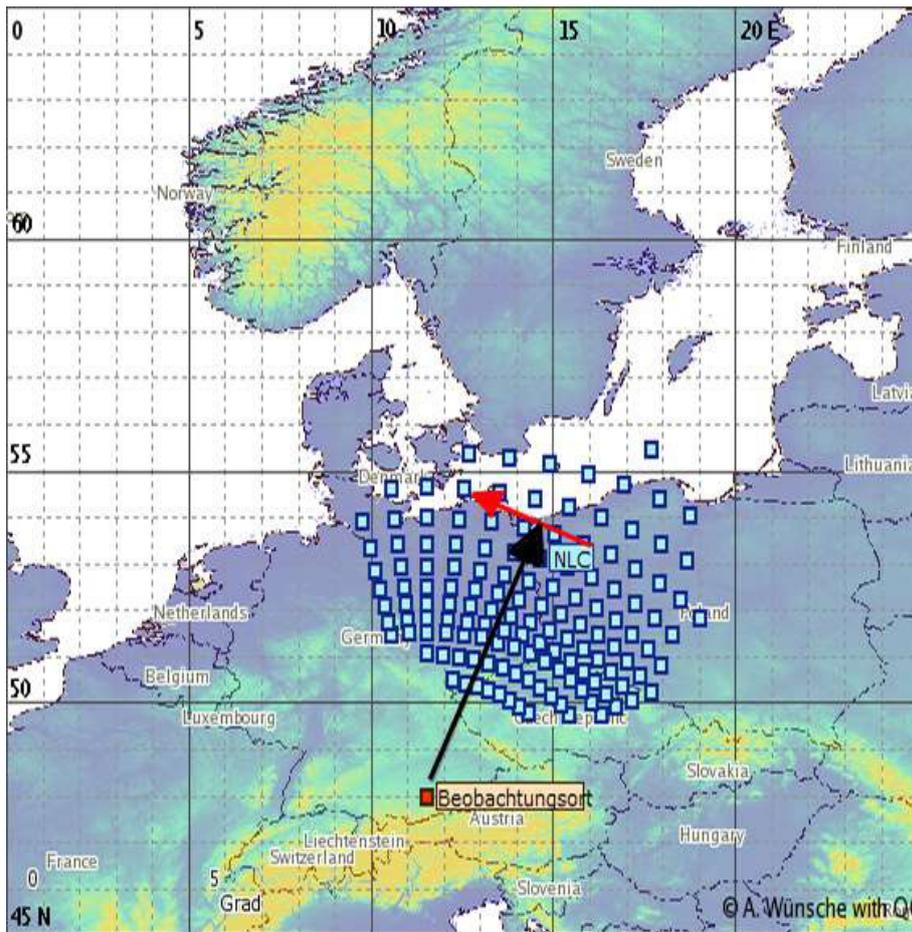


Abbildung 8: Karte aller NLC-Strukturen in Abbildung 3 und 4 bzw. Abbildung 7 und 9, erstellt mit Alexander Wünsch's Website. Die hellblauen Quadrate zeigen die Verteilung der NLC vom 8. Juli 2020 in den Abbildungen 3 und 4 an. Der schwarze Pfeil markiert die Kamerarichtung mit der Entfernung der Strukturen aus Abbildung 4 (685 km). Der rote Pfeil zeigt die Richtung der transversalen Bewegung der NLC-Struktur aus Abbildung 10 (siehe Abschnitt 3.4).

3.3 Analyse der Größe der Billows-Strukturen in Abbildung 4



Abb. 9: Analyse der Periode der Wellenstrukturen aus Abbildung 4: Ausgehend vom Schnittpunkt des „Referenz-Billows“ mit der 4°-Linie, Punkt A, in einer Entfernung von 670 km wurden vier weitere Billows ausgewählt und entlang des Pfeils A-B gezählt. Durch perspektivische Interpolation wurde die Entfernung des Punktes B von der Kamera auf 627 km berechnet, womit er 43 km näher an der Kamera liegt als Punkt A.

Somit kann eine Triangulation für die dreidimensional perspektivisch korrigierte Entfernung A-B zu 49 km durchgeführt werden. Dividiert durch die betrachtete Anzahl der Billows – vier – ergibt sich eine mittlere Wellenperiode von ca. 12 km.

Ausgehend vom Schnittpunkt des „Referenz-Billows“ mit der Mitte des Bildes mit der 4°-Linie, die eine Entfernung von 670 km angibt, wurden vier weitere Billows entlang des Pfeils A-B gezählt. Durch perspektivische Interpolation wurde die Entfernung des Punktes B von der Kamera auf 627 km berechnet, womit er 43 km näher an der Kamera liegt als Punkt A. Somit kann eine Triangulation für die dreidimensional perspektivisch korrigierte Entfernung A-B zu 49 km durchgeführt werden. Dividiert durch die betrachtete Anzahl der Billows – vier – ergibt sich eine mittlere Wellenperiode von ca. 12 km. Das ist etwas mehr als die maximale Wellenperiode von 10 km, wie sie im International Cloud Atlas (siehe Abschnitt 1) angegeben wird. Wie in Abbildung 9 zu sehen ist, ist die Wellenperiode der Billows-Strukturen in der rechten Bildhälfte, bei gleicher Entfernung, nur etwa halb so groß.

3.4 Analyse der Bewegung der NLC in Abbildung 4

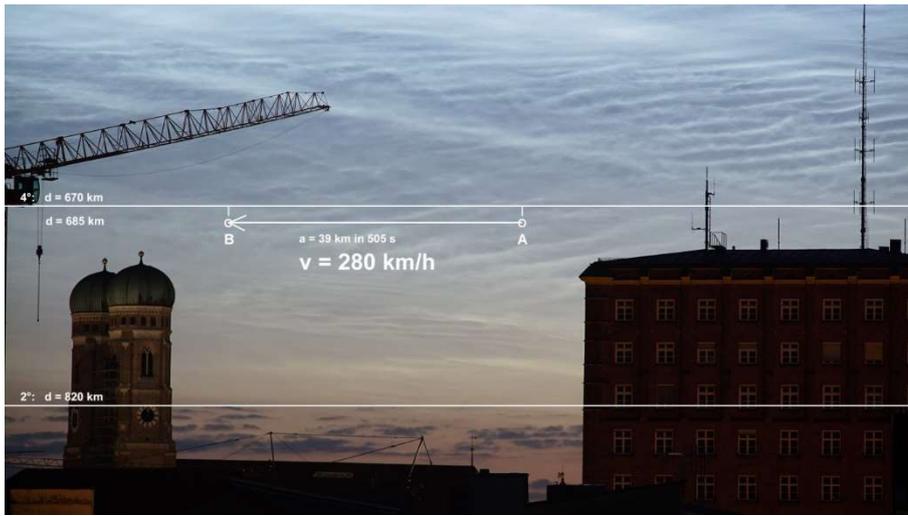


Abb. 10: Analyse der Bewegung eines bestimmten Punktes einer Billows-Struktur aus Abbildung 4. Obwohl sich der Horizont außerhalb des Bildfeldes befindet, sind die 4°-Linie und die 2°-Linie über die Kabine des Baukrans bzw. das Zifferblatt der Kirchturmuhre eindeutig zu lokalisieren. Innerhalb von 101 Einzelbildern (= 505 Sekunden) bewegte sich die Struktur in Kreis A exakt in horizontaler Richtung

nach links hin zu Kreis B. Da der Pfeil A-B etwas unterhalb der 4°-Linie liegt, die eine Entfernung von 670 km angibt, ergibt sich mit Interpolation eine Entfernung dieser Struktur von 685 km von der Kamera. Die Auszählung der Pixel ergab eine transversale Bewegung von 39 km nach links innerhalb von 505 Sekunden (101 Frames), was eine transversale Geschwindigkeit von 77 m/s bzw. 280 km/h ergibt.

Obwohl der Horizont außerhalb des Bildfeldes liegt, konnten die 4°-Linie und die 2°-Linie eindeutig identifiziert werden. Die markierte Billows-Struktur bewegte sich genau in horizontaler Richtung entlang des Pfeils A-B von Kreis A nach links zu Kreis B. Da die Bewegungsrichtung etwas unterhalb der 4°-Linie liegt, ergibt sich durch Interpolation eine Entfernung dieser Struktur von 685 km von der Kamera. Auszählung der Pixel ergab eine transversale Bewegung von 39 km nach links innerhalb von 505 Sekunden (101 Frames), woraus eine transversale Geschwindigkeit von 77 m/s (= 280 km/h) resultiert. Gemäß der Darstellung von Larsen ist dies ein sehr hoher Wert.¹⁰

4. Diskussion

In zwei Nächten vom 5. bis 8. Juli 2020 konnte ich alle vier Struktur-Haupttypen Leuchtender Nachtwolken über München visuell beobachten, fotografieren und filmen. Bei der Auswertung dieses Bildmaterials konnten alle drei selbstgesetzten Ziele erreicht werden: die geographische Lokalisierung aller beobachteten NLC, die Analyse einer beispielhaften Strukturgröße innerhalb einer NLC und die Bestimmung der Richtung und der Bewegungsgeschwindigkeit einer bestimmten NLC-Struktur, sowohl transversal als auch tangential. Sowohl die Strukturgrößen als auch die Bewegungsgeschwindigkeit der NLC waren vergleichsweise groß.

¹⁰ Larsen, M. F.: *Winds and shears in the mesosphere and lower thermosphere: Results from four decades of chemical release wind measurements*; Journal of Geophysical Research, Vol. 107, No. A8, 1215, 10.1029/2001JA000218, 2002

Im Vergleich zu Meteoren sind NLC zwar seltener. Bei ihrem Auftreten sind sie jedoch vergleichsweise leichter zu beobachten – visuell, per Foto oder Video –, sofern sie hell genug sind. Zeitraffervideos ermöglichen eine detaillierte Analyse ihrer – komplexen – zeitlichen Entwicklung und Bewegung. Das Auftreten von NLC steht in direktem Zusammenhang mit den Rückständen verglühter Meteore und deren Wechselwirkung mit der Mesopause: NLC werden durch Wassereis gebildet, deren Kondensationskerne auf Meteorstaub zurückgeht. Daher sind NLC sowohl für Meteorbeobachter als auch für Aeronomen interessant. Ihre weitere – gemeinsame? – Beobachtung und Analyse scheint sehr wertvoll für beide Disziplinen. Ausgehend von meinen Ergebnissen und möchte ich aus der Sicht eines Amateurs die folgenden Fragen aufwerfen:

- NLC sind ein Phänomen an der Schnittstelle zweier wissenschaftlicher Disziplinen, der Aeronomie und der Meteorbeobachtung. Beide sind lokale Phänomene. Welche Rolle könnten Amateure beider Disziplinen bei ihrer weiteren Erforschung spielen? Wie könnte ihre Zusammenarbeit über die Grenzen der Disziplinen hinweg verbessert werden?
- Für die Beobachtung der NLC muss die beschriebene, spezielle Lichtperspektive gegeben sein. Welches sind unter diesen Bedingungen die Möglichkeiten und Grenzen stereoskopischer Mehrstationsfotografie der NLC?
- Wie in den Bildern deutlich zu erkennen ist, sind NLC in größeren Höhen über dem Horizont bläulicher und in niedrigeren Höhen über dem Horizont orangefarbener. Sollte es daher nicht interessant sein, NLC in größeren Höhen im nahen Ultraviolett und in niedrigeren Höhen im nahen Infrarot zu beobachten?
- Mit einer Dicke von nur 5 km stellt die Mesopause eine sehr dünne atmosphärische Schicht dar. Liegen die Wellenstrukturen der NLC vollständig innerhalb dieser Dicke? Oder zeigt die Mesopause an diesen Stellen selbst eine wellenförmige Form? Welche Rolle spielen hierbei Schwerkwellen?
- Da NLC aus Wassereiskristallen bestehen, sollten sie eine deutliche lokale Erhöhung der atmosphärischen Massendichte ergeben. Hat dies eine Auswirkung auf einen Meteoroiden, der in der Mesopause in eine NLC eintritt? Kann eine NLC eine Zunahme der Helligkeit eines Meteoriten verursachen oder fördern oder kann sie sogar einen Terminal Flash verursachen?

Ungeachtet dessen ist die Zeitrafferfotografie ein sehr geeignetes Mittel zur weiteren Untersuchung von NLC. Sie sollte auch bei anderen Wellenlängen als denen des visuellen Lichts angewandt werden. Der Autor ist gerne bereit, seine Ergebnisse und Daten mit allen Interessierten zu diskutieren und zu teilen und Ideen für zukünftige Beobachtungen zu auszutauschen.

Danksagung

Sehr bedanken möchte ich mich bei Jean-Louis Rault, Observatoire de Paris und IMO-Radio Commission, für seine sehr wertvollen persönlichen Informationen über die Schwerkwellen sowie den Link zu dem Artikel von Dalin et al.

Zum Jahresende – Jahresrückblick des AKM 2020



Das Jahr 2020 geht dem Ende zu. Es ist ein Jahr, was wohl aufgrund der Corona-Pandemie in die Geschichte eingeht. Viele Aktivitäten mussten eingeschränkt werden, zahlreiche Veranstaltungen sind ausgefallen.

Insofern wird auch das AKM-Seminar im März 2020 in unvergesslicher Erinnerung bleiben. Aufgrund der Raumgröße, die ein weites Auseinandersetzen ermöglichte, haben wir uns so sicher gefühlt, dass

wir Corona im Laufe des Wochenendes vergessen konnten. Ich empfand es als letzte Insel der Normalität, ein letztes Treffen mit Gleichgesinnten, von denen viele auch zu Freunden geworden sind, bevor alles zusammenbrach. Am Montag darauf begann der Lockdown. Keiner ahnte damals, wie sich Corona weiter entwickeln würde.

Aber durch die Pandemie hat sich sehr viel in Richtung Online-Austausch entwickelt. Dank Sirko Molau konnte bereits das letzte Treffen von den Daheimgebliebenen virtuell verfolgt werden. Das nächste 41. AKM-Seminar wird als erstes der AKM-Geschichte komplett am Bildschirm stattfinden.

Über die Whatsapp-Gruppe hat sich der Kontakt der Mitglieder ebenfalls intensiviert. Wer dieser hinzugefügt werden möchte, kann sich gern melden.

Die fachlichen Höhepunkte kann man 2020 keinesfalls bei den Halos suchen. Hier gab es mehrere Negativrekorde in der Aktivität zu verzeichnen. Lediglich der April war überdurchschnittlich und im Dezember gab es wunderschöne Eisnebelhalos. In dieser Durststrecke freuen wir uns natürlich besonders über neue Halobeobachter, von denen wir 2020 Zwei begrüßen können. Neben Florian Lauckner aus Jena hat auch Ina Rendtel wieder ihre Beobachtung der Halos aufgenommen.

Auch die Polarlichter fristen weiterhin ein Schattendasein, aber große Sonnenflecken zum Jahresende lassen langfristig auf Besserung hoffen.

Dafür übertrafen die Leuchtenden Nachtwolken alles bisher Dagewesene. Die Saison begann mit der ersten Sichtung am 19./20.05. nicht nur ungewöhnlich früh, es jagte auch ein Höhepunkt den nächsten und die Leuchtenden Nachtwolken waren auf Webcams selbst in Sizilien noch nachweisbar. Die für mich unvergesslichste Nacht war der 05./06. Juli 2020. Diese Nacht übertraf alles, was ich in 25 Jahren kontinuierlicher NLC-Beobachtung je erlebt habe. Bereits um 21.50 Uhr waren die ersten Wolken zu sehen, und zwar vom Zenit bis 30° über dem Südhorizont! Wer hätte vor einigen Jahren gedacht, dass wir hier im Erzgebirge einmal mit bloßem Auge Süd-NLC sehen dürfen! Mit zunehmender Dunkelheit zogen sie sich in außergewöhnlicher Helligkeit nach Norden zurück und strahlten dort, bis kurz vor 23 Uhr die nahenden Wolken der Kaltfront alles bedeckten. Vielerorts waren die Leuchtenden Nachtwolken zusammen mit dem Komet NEOWISE sichtbar, was ein weiterer Höhepunkt darstellte.

In dieser Ausgabe findet sich zudem ein sehr interessanter Artikel von Peter Slansky über seine NLC-Beobachtungen. Wir freuen uns immer sehr, wenn uns Artikel von Euch erreichen, was aber leider nur selten der Fall ist.

Bei den Meteoriten gab es ebenfalls einige Erfolge. An erster Stelle steht hier natürlich der rasante Aufbau eines neuen Feuerkugelnetzes, das inzwischen aus 16 Stationen besteht, einige imposante Feuerkugeln aufzeichnen konnte und viele neue Interessenten anzieht.

Das oft klare Wetter sorgte auch bei den konventionellen Beobachtern für persönliche Rekorde, so konnte Ina Rendtel bereits Anfang Dezember auf 114 Nächte mit visuellen Meteorbeobachtungen zurückblicken. Der Meteorit von Flensburg, der zwar bereits im letzten Jahr beobachtet und gefunden wurde, konnte dank intensiver Mitarbeit verschiedener AKM-Mitglieder untersucht werden. Wie Anfang des Jahres bekannt wurde, gehört er einer neuen Meteoritenklasse an, denn weltweit sind keine Exemplare mit einer ähnlichen Zusammensetzung bekannt. Der Stein aus dem All gehört zu den sehr selten gefallenen Meteoriten, den sogenannten kohligen Chondriten. Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen belegen, dass "Flensburg" nur Minerale, insbesondere Schichtsilikate und Karbonate enthält, die sich unter der Beteiligung von Wasser in der Frühphase unseres Sonnensystems gebildet haben. Er beweist deshalb, dass es vor 4,56 Milliarden Jahren im frühen Sonnensystem kleine Körper gegeben haben muss, auf denen es flüssiges Wasser gab. Vielleicht haben solche Körper der Erde auch das Wasser geliefert?

Weitere Jahreshöhepunkte waren die Tageslichtfeuerkugel vom 6. April 2020, die auf den Tag genau 61. Jahre nach Pribram und 18 Jahre nach Neuschwanstein auftrat.

Ebenfalls im April strahlte die Venus in maximaler Helligkeit von $-4,7$ mag und überstrahlte damit sogar Sirius. Einigen gelang es sogar, die Venus am Tage zu sehen.

2020 konnten wir zahlreiche neue Mitglieder begrüßen, von denen sich einige wie beispielsweise F. Lauckner und R. Ipsier intensiv einbringen.

Der AKM kann also trotz Corona auf ein erfolgreiches Jahr zurückblicken. Allerdings mussten wir uns auch schweren Herzens von unserem langjährigem AKM-Mitglied Frank Killich verabschieden, der im Juni 2020 von uns gegangen ist.

Ich wünsche, auch im Namen des Vorstandes, allen Mitgliedern eine besinnliche Weihnachtszeit und einen guten Rutsch in ein neues, hoffentlich gesundes und positives neues Jahr 2021!

Eure Claudia Hinz

Einladung zum 41. AKM-Seminar und zur Mitgliederversammlung am 13. März 2021

Aufgrund der angespannten und nicht vorhersehbaren Coronalage haben wir uns entschieden, das nächste Seminar **online** über eine Zoom-Konferenz abzuhalten. Auch die Mitgliederversammlung, zu der wir hiermit recht herzlich einladen, wird anschließend auf diesem Wege stattfinden.

Wir bitten dennoch um eine Anmeldung, um das Interesse abschätzen und Vorträge aufnehmen zu können. Weitere Informationen und der Einwahllink werden zeitnah über die AKM-Mailingliste kommuniziert. Sollte jemand auf anderem Weg informiert werden wollen, bitten wir um Mitteilung.



Wie jedes Jahr werden die Vorträge auf der AKM-Homepage <https://www.meteoros.de/akm/akm-treffen/2021/> bekannt gemacht. Dort kann man sich auch für die Veranstaltung anmelden.

English summary

Visual meteor observations, the Draconids and Orionids in October 2020: six observers of the AKM submitted 32 session reports to the VMDB of the IMO, covering 16 nights. A total of 1201 meteors was noted in 59 hours. There were no signs of the possible Draconid dust trail encounters on Oct 7 and the general ZHR was highest on Oct 8. The Orionid maximum occurred in the night Oct 21/22 and produced average ZHRs.

Hints for the visual meteor observer in January 2021: highlight the Quadrantid maximum on Jan 3 and the minor gamma Ursae Minorids with a probable maximum around Jan 18.

Halo observations in September 2020: 23 observers noted 342 solar halos on 27 days and 16 lunar halos on eight days. The halo activity index of 29.1 was below the average (43.3) as in the previous months.

Noctilucent Clouds in July 2020: have been observed from Munich. Here a detailed analysis of some image series is presented, showing the position and extent of the displays.

A brief annual review of 2020: describes the peculiar situation in the pandemic year and lists a few highlights of the various observation branches. The annual meeting in March was the last real one and the 2021 meeting is planned to happen online.

The cover photo: shows a complex halo in ice fog 2020 December 2 seen near the Fichtelberg mountain at -5 deg C and fog from Bohemia. The ice crystals were variable so that the halos appeared variable within seconds. More images and a video by Kevin Förster here:

<https://forum.meteoros.de/viewtopic.php?f=2&t=59865>

© Claudia Hinz

Unser Titelbild...

... zeigt ein Eisnebelhalo am 2.12.2020 am Fuße des Fichtelbergs. Bei Temperaturen um minus 5°C und Böhmischem Nebel flirrten vor allem an der (leider derzeit nicht passierbaren) tschechischen Grenze Eiskristalle durch die Luft und erzeugten Halos, die sich im Sekundentakt änderten. Das war ein schöner Auftakt für die kommende Wintersaison. Mehr Bilder und ein Video von Kevin Förster hier:

<https://forum.meteoros.de/viewtopic.php?f=2&t=59865>

© Claudia Hinz

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, Abenstalstraße 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, Sandklau 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