

---

# MMETEOROS

ISSN 1435-0424

Jahrgang 26

Nr. 3 / 2023



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 und die Quadrantiden im Januar 2023 .....	62
Hinweise für visuellen Meteorbeobachter im April 2023.....	64
Die Halos im Dezember 2022 .....	64
Halos 2022 - Jahresübersicht .....	70
Curiosity fotografiert erste Crepuscularstrahlen und Leuchtende Nachtwolken auf dem Mars .	75
Beobachtung von Haloerscheinungen im parallelen und divergenten Licht im Reif und auf der Schneedecke .....	76
Summary.....	87
Titelbild, Impressum.....	88

---

## Visuelle Meteorbeobachtungen und die Quadrantiden im Januar 2023

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

### Beobachtungen im Januar

Das neue Jahr begann mit einem überaus wolkenreichen Januar – gefühlt neun Achtel Bewölkung und immerzu Regen. Nur die ersten Tage bieten mit den Quadrantiden einen aktiven und interessanten Meteorstrom. Das war es dann aber auch schon in Sachen Meteoraktivität. Die  $\gamma$ -Ursae Minoriden etwa zur Monatsmitte sind neben den Meteoren aus dem Antihelion-Bereich und den schwachen, seit Dezember zu verfolgenden Comae Bereniciden (Dezember Leonis Minoriden) die einzige zusätzliche Quelle. In der zweiten Monatshälfte ist dann auch bei der Rate sporadischer Meteore das alljährliche Minimum erreicht.

Im Januar 2023 haben fünf Beobachter insgesamt zehn Beobachtungen mit 20,20 Stunden effektiver Beobachtungszeit und 332 Meteoren eingesandt. Dabei wurden Daten aus vier Nächten gesammelt.

Beobachter im Januar 2023		$T_{\text{eff}}$ [h]	Nächte	Meteore
GROMA	Mathias Growe, Schwarzenbek	1,73	2	4
MOLSI	Sirko Molau, Seysdorf	3,92	1	79
RENIN	Ina Rendtel, Potsdam	9,55	4	175
RENJU	Jürgen Rendtel, Potsdam	4,00	2	67
WINRO	Roland Winkler, Markkleeberg	1,00	1	7

Dt	$T_A$	$T_E$	$\lambda_{\odot}$	$T_{\text{eff}}$	$m_{\text{gr}}$	$\sum n$	Ströme/sporadische Meteore					Beob.	Ort	Meth./Int.
							QUA	ANT	COM	GUM	SPO			
Januar 2023														
04	0130	0530	283.18	3.92	5.70	79	66	–	–		13	MOLSI	NK	C, 16
04	0130	0530	283.18	4.00	6.00	118	74	10	5		29	RENIN	NK	C, 16
04	0155	0425	283.16	2.50	5.93	55	42	3	1		9	RENJU	Mq	C, 10 <sup>(1)</sup>
07	V o l l m o n d													
17	1728	1828	297.03	1.00	6.10	2	0	/	0		2	GROMA	Sb	C
17	1815	2015	297.09	2.00	6.72	18	5	/	2		11	RENIN	Tö	C, 2
18	1805	1849	298.07	0.73	6.00	2	0	/	0		2	GROMA	Sb	C
18	1950	2250	298.19	3.00	6.71	23	4	2	2		15	RENIN	Tö	C, 3
19	0005	0105	298.33	1.00	6.22	7	1	1	1		4	WINRO	Mb	C
19	0315	0445	298.48	1.50	6.34	12	2	2	1		7	RENJU	Mq	R, 2
31	0320	0353	310.66	0.55	6.72	16	2	–			7	RENIN	Tö	C, 2 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> 0155–0255 UT  $c_F = 1.1$ ; danach wolkenfrei

<sup>(2)</sup> 7 Meteore von einem Radianten bei  $225^\circ$ ,  $+40^\circ$  (ähnlich QUA)

Erklärungen der Daten in dieser Tabelle sind in *Meteoros* 1/2023, Seite 4 zu finden.

Beobachtungsorte:	
Mb	Markkleeberg, Sachsen ( $51^\circ 17' N$ ; $12^\circ 22' E$ )
Mq	Marquardt, Brandenburg ( $52^\circ 27' 23'' N$ ; $12^\circ 58' 15'' E$ )
NK	Nowy Kościół, Polen ( $51^\circ 4' 43'' N$ ; $15^\circ 50' 53''$ )
Sb	Schwarzenbek, Schleswig-Holstein ( $53^\circ 30' 0'' N$ ; $10^\circ 28' 48'' E$ )
Tö	Töplitz, Brandenburg ( $52^\circ 26' 51'' N$ ; $12^\circ 55' 15'' E$ )

**Berücksichtigte Ströme:**

ANT	Antihelion-Quelle	10.12.–10. 9.
020 COM	Comae Bereniciden	12.12.–23.12.
032 DLM	Dez. Leonis Minoriden	5.12.– 4. 2.
404 GUM	$\gamma$ Ursae Minoriden	15. 1.–25. 1.
010 QUA	Quadrantiden	28.12.–10. 1.
SPO	Sporadisch	

**Quadrantiden im Januar 2023**

Die Schwierigkeit, den kurzen Quadrantiden-Peak bei günstigen Bedingungen zu “erwischen”, ist hinlänglich bekannt. Diesmal ließ der Mond (rund drei Tage vor Vollmond) ein morgendliches unbeleuchtetes Fenster übrig. Dazu passten die erwartete Maximumszeit (03<sup>h</sup>40<sup>m</sup>UT) und die hohe Position des Radianten. Über eine erfolgreiche Beobachtungstour war in *Meteoros* Nr. 1/2023 (S. 21) berichtet worden.

Leider ist – wie bereits bei den Geminiden – auch hier die weltweit von visuellen Beobachtern gesammelte Datenmenge recht bescheiden. Der Strom ist ohnehin nur Beobachtern der Nordhalbkugel zugänglich. So trugen nur elf Beobachter (17 Beobachtungseinsätze) überhaupt zu den Daten bei. Für die gesamten Quadrantiden (also bereits ab Ende Dezember 2022) kommen gerade einmal 529 Quadrantiden-Meteore zusammen. Für die Peak-Periode standen Daten von 393 Quadrantiden zur Verfügung.

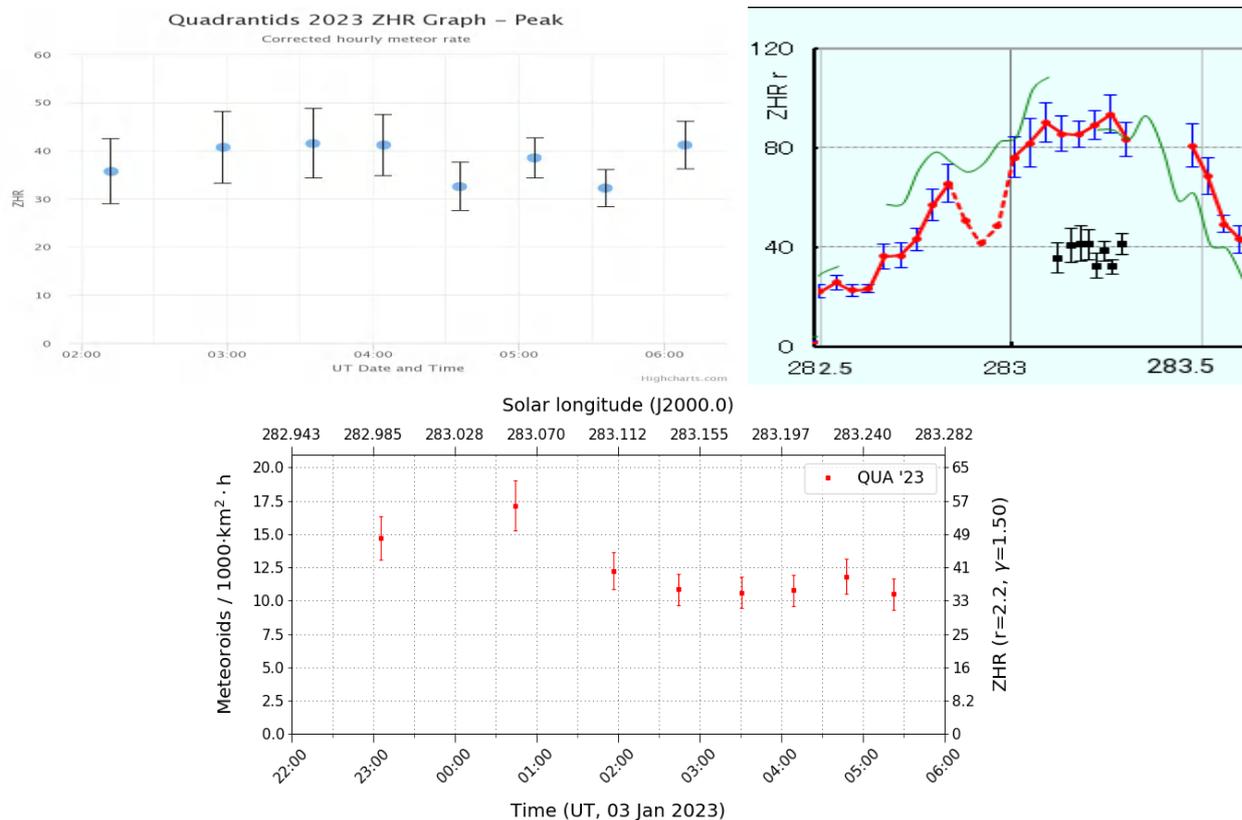
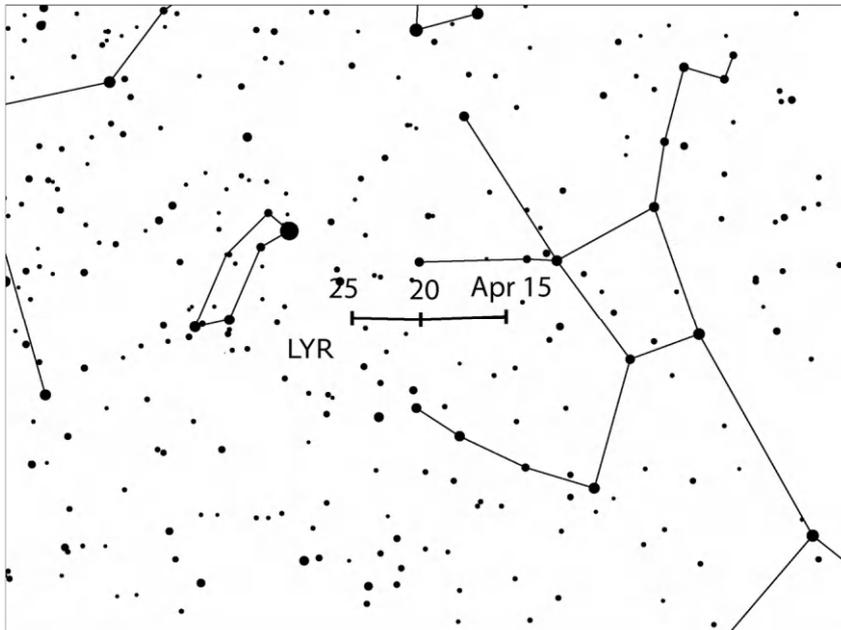


Abbildung 1: **Quadrantidenaktivität 2023:** oben links die visuellen ZHR ( $r = 2.2$ ), daneben rechts die aus globalen Radio-Daten abgeleitete “Radio-ZHR” von Hirofumi Sugimoto. Die grüne Kurve zeigt den Verlauf von 2022; die schwarzen Punkte sind die visuellen ZHR aus den visuellen Daten. Darunter die Video-Flussdichte-Daten (ebenfalls  $r = 2.2$ ) mit der korrespondierenden ZHR an der rechten Achse. (Alle Daten Stand 28. März 2023.)

Die visuelle ZHR ist gegenüber den aus Radio-Daten (forward scatter) abgeleiteten ZHR merklich kleiner – wie schon bei den Geminiden 2022. Der Mondlicht-Effekt dürfte jedoch auch hier kaum eine Rolle gespielt haben. Von den ca. 10 Stunden vor und nach dem Peak liegen keine visuellen Daten vor. Auch wenn die Umrechnung von Video-Flussdichte in (visuelle) ZHR manchmal differierte, so weisen doch die Ergebnisse der Video-daten ebenso auf eine ZHR “im 50-er Bereich” hin. Somit muss der Frage der Vergleichbarkeit von Daten aus den drei verschiedenen Quellen weiter nachgegangen werden und es ist für das Quadrantiden-Maximum 2023 bei  $\lambda_{\odot} = 283^{\circ}18$  (03<sup>h</sup>30<sup>m</sup>UT) von einer ZHR im Bereich 40–50 auszugehen.

## Hinweise für visuelle Meteorbeobachter im April 2023

von Roland Winkler, Im Lumsch 21, 04416 Markkleeberg



Nach den geringen Meteor-Raten der vergangenen zwei Monate werden diese durch zunehmende Aktivität im Monat April abgelöst. Das Maximum der Lyriden fällt in diesem Jahr gegen 03 Uhr Ortszeit in der Nacht zum 23. April. Die Maximumszeit variiert von Jahr zu Jahr und wird in diesem Jahr zwischen ca. 19 Uhr Ortszeit am 22. April und ca. 7 Uhr Ortszeit am 23. April erwartet. Dabei werden zum „Hauptmaximum“ die höchsten ZHR mit ca. 23 Meteoren je Stunde erreicht. Die Neumondphase bietet bei geeignetem Wetter ideale Bedingungen zur Beobachtung des Maximums während der gesamten Nacht wobei der Radiant erst am Morgen seinen höchsten Stand erreicht. Die lange Umlaufperiode des Ursprungskörpers von 400 Jahren sorgt für genügend Teilchen entlang der Bahn. Dadurch erreicht der Strom uns jedes Jahr mit relativ gleichbleibender Aktivität.

Ab dem 19. April sind Meteore eines weiteren interessanten Stromes, der Eta-Aquariiden, zu beobachten, diese bleiben bis Mitte Mai aktiv. Aufgrund der geringen Höhe des Radianten über dem Horizont in Mitteleuropa sind daher südlichere Breiten bis ca. 40° N für Beobachtungen geeigneter. Das Zeitfenster vor der Morgendämmerung für Mitteleuropa bleibt selbst bei klarem Himmel sehr kurz um einige Strommeteore zu registrieren, da der Radiant erst gegen 8 Uhr Ortszeit seine maximale Höhe erreicht.

Oberhalb des sporadischen Hintergrundes mit ca. zwei bis drei Meteore je Stunde bleibt die Antihelionquelle auch im April am Firmament nur wenig auffälliger gegenüber den Vormonaten. Der Radiant verlagert sich vom Sternbild Jungfrau bis zum Monatsende in das Sternbild Waage.

Oberhalb des sporadischen Hintergrundes mit ca. zwei bis drei Meteore je Stunde bleibt die Antihelionquelle auch im April am Firmament nur wenig auffälliger gegenüber den Vormonaten. Der Radiant verlagert sich vom Sternbild Jungfrau bis zum Monatsende in das Sternbild Waage.

## Halos im Dezember 2022

von Claudia und Wolfgang Hinz, Oswaldtalstr. 9, 083410 Schwarzenberg

Im Dezember wurden von 22 Beobachtern an 24 Tagen 137 Sonnenhalos, an 12 Tagen 29 Mondhalos und an 8 Tagen 24 Winterhalos in Eisnebel oder auf einer Schneedecke beobachtet. 2 Beobachtern zeigten sich keine Halos. Bemerkenswert ist das Auftreten von 10 Mondhalos an 8 Tagen in Lindenberg, welche Andre Knöfel auf Bildern der Kamera finden konnte.

Mit einer Haloaktivität von 13,0 ( $\emptyset$  21,2) war der Dezember erneut deutlich unterdurchschnittlich. Zwar wurden an bis zu 13 Tagen (KK53) Halos beobachtet, aber abzüglich der Winterhalos, die nicht in die Haloaktivität eingehen, bleibt nicht mehr viel übrig. Der einzige Höhepunkt im himmlischen Halogeschehen war ein Weihnachtshalo mit Supralateralbogen, welches Rainer Timm am 24.12. beobachtete.

Der trockenen Statistik nach war der Dezember ziemlich durchschnittlich. Doch bei genauerem Hinschauen schlitterte der Monat von einem Extrem in das nächste. Zum Monatsbeginn zog ein Schneetief über Ostdeutschland hinweg und brachte an einigen Tieflandstationen in Sachsen-Anhalt und Thüringen bis zu 20cm Schnee. In der zweiten Monatsdekade floss aufgrund eines Hochs über Grönland sehr kalte Luft zu uns und ließ die Temperaturen bei nächtlichem Aufklaren bis unter  $-20^{\circ}\text{C}$  sinken (Kühnhaide/Erzgebirge:  $-21,2^{\circ}\text{C}$  Luft,  $-26,2^{\circ}\text{C}$  am Erdboden). Aber auch tagsüber blieben die Temperaturen im Frostbereich und bis in die tiefsten Lagen zog der Winter ein, die Weihnachtsmärkte bekamen endlich ein winterliches Flair und der Absatz von Glühwein stieg beträchtlich. In der dritten Monatsdekade zog sich das Hoch aus Grönland zurück, so dass sich auf dem Atlantik eine warme Südwestwetterlage aufbauen konnte. Der herrliche Schnee und die Hoffnung auf weiße Weihnachten waren schnell passé. Doch damit nicht genug, zum Jahreswechsel sollte es noch schlimmer kommen. Es gelangten ungewöhnlich warme Luftmassen aus südwestlichen Richtungen nach Deutschland, die hierzulande so manchen Temperaturrekord brachen. Vor allem die Silvesternacht überbot mit vielerorts zweistelligen Minima alles bisher Gemessene.

Eisnebelhalos gab es überwiegend in der zweiten Periode. Es wurden mehrere Halophänomene beobachtet, von denen aber nur eins, beobachtet von Thomas Klein im Fichtelgebirge, in die Statistik eingeht. Die Beschreibung und die zahlreichen Bilder sind zusammen mit zwei weiteren Halophänomenen in Davos bereits in der letzten METEOROS zu finden.

Ansonsten wurden einige Lichtsäulen und Nebensonnen im Eisnebel gemeldet sowie 10 Erscheinungen auf einer Schneedecke (alle KK04/53), von denen 9x der  $46^{\circ}$ -Ring und nur einmal der  $22^{\circ}$ -Ring auftrat.



*Links: linke Nebensonne in Eisnebel am 12.12. im oberösterreichischen Schlägl*

*Rechts:  $46^{\circ}$ -Ring-Fragment auf einer Schneedecke am 13.12. in Schneeberg. Foto: Hartmut Bretschneider*

Im Forum wurde von weiteren Erscheinungen berichtet. So gab es am 10.12. am Kahlen Asten umfangreiche Eisnebelhalos an Sonne und Mond.



10.12.: Eisnebelhalo am Mond auf dem Kahlen Asten im Sauerland. Foto: David F.



10.12.: Eisnebelhalo an der Sonne auf dem Kahlen Asten im Sauerland. Foto: Wouter van Bernebeek

Ein weiteres atemberaubendes Halophänomen hielten verschiedene Beobachter am 11. Dezember in Zermatt fest. Neben zahlreichen Fotos gibt es von dieser Erscheinung auch ein Video, welches hier anschaulich ist: <https://www.srf.ch/meteo/meteo-stories/himmelsspektakel-das-grandiose-halophaenomen-von-zermatt>



11.12.: Eisnebelhalophänomen in Zermatt. Fotos: Stefan Spescha (links) und Joel Fuchs (rechts)

Weitere wunderschöne Eisnebelhalos zeigten auch die Alpenwebcams, wobei hier vor allem die Unterhorizont-Halos interessant sind, da man diese selbst kaum zu Gesicht bekommt.

Das größte Phänomen zeigte am 8.12. die Panocam am Lärchfilzkogel in Saalbach.



8.12.: Unterhorizontphänomen um 09.00, 09.20 und 09.30 Uhr am Lärchfilzkogel in Saalbach. Quelle: <https://saalbach.panomax.com/>

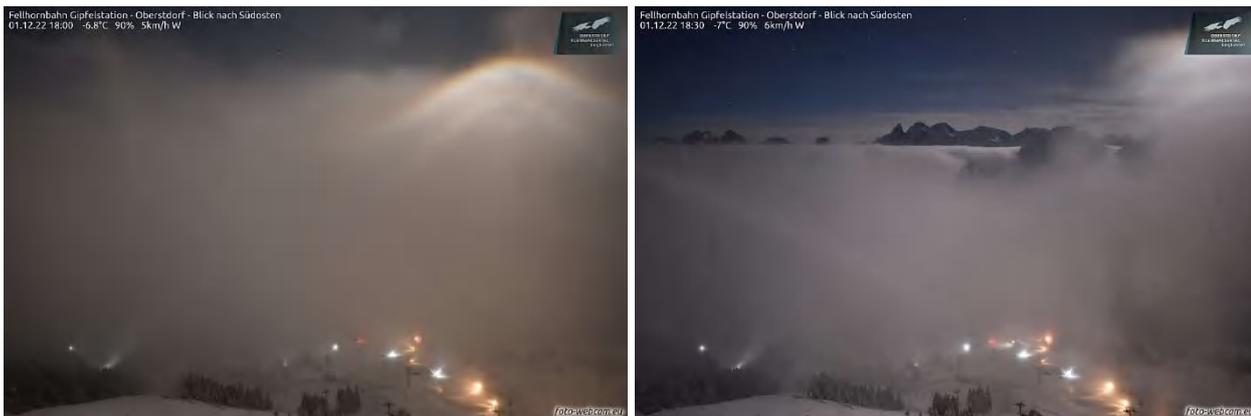
Karl Kaiser hat sich die Mühe gemacht, alle erkennbaren Haloerscheinungen aufzulisten:

- 22°-Ring
- 22°-Nebensonne
- unterer Berührungsbogen
- untere Lichtsäule
- Untersonne (siehe Bild um 9 Uhr MESZ), eingebettet in die untere Lichtsäule
- Horizontalkreis
- 120°-Nebensonne
- 46°-Ring
- Supralateralbogen
- Infralateralbogen
- unterer Tapes Bogen
- Sonnenbogen

- unterer Bogen von Wegener
- Subhorizontalkreis
- 120°-Unternebensonne
- Bei den herrlichen Bögen im Gegen Sonnenbereich wird es sich wohl um die diffusen Bögen und deren Entsprechungen im Subhorizontalbereich handeln. Vergleiche die Simulationen aus dem Buch von Tape „Atmospheric Halos“, S. 116.

„Faszinierend wäre es natürlich, einmal bei solchen Eisnebelbedingungen mit einem Ballon hoch über den Eiskristallen mit Blick auf den Nadir zu schweben und die ganze Pracht und Fülle der Unterhorizonthalos genießen zu können!“

Nachfolgend weitere Höhepunkte von den Alpenwebcams:



01.12.: unterer Parrybogen und Unter“sonnen“bogen am Mond an der Gipfelstation der Fellhornbahn (1905m) in Oberstorf



08.12.: Zirkumhorizontalbogen am Mond zwischen 00 Uhr und 01.30 Uhr (Mondhöhe: 67,5° bis 60°) in Saalbach- Fieberbrunn, Reckmoos Bergstation (1445m). Quelle: fieberbrunn.panomax.com



17.12.: Unterhorizontalkreis mit Unter-120°-Nebensonne und Unter-Liljequist-Nebensonnen auf dem Seefeld Joch (2064m). Quelle: <https://seefeld.panomax.com/>

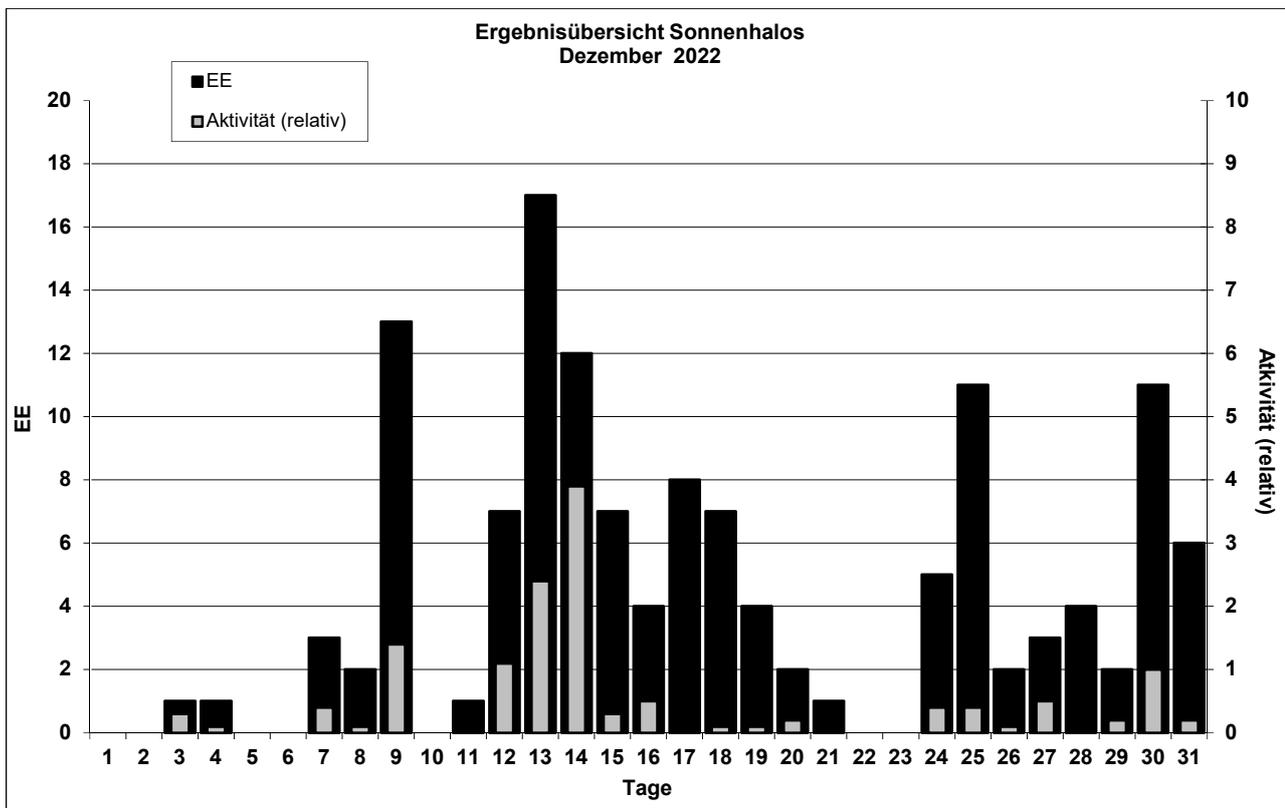
Beobachterübersicht Dezember 2022																						
KKG	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	1) 2) 3) 4)					
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30							
5602																<u>3</u>	3	1	1	1		
7402																	1	1	1	2		
8402				x	1								1				2	2	1	3		
0604				<u>1</u>	x						1				<u>1</u>	<u>3</u>	x	11	7	8	10	
4404													1				1	2	2	0	2	
8204				x												x	x	2	1	3	4	
8904								5		1								6	2	0	2	
1305								1								1		2	2	0	2	
6906	Kein Halo																	0	0	0	0	
6107								2	1	x	1							4	3	2	5	
0408					4			1	1	2		1	1			2		13	8	0	8	
3108															x		x	0	0	2	2	
3808					1	2			x	1	1							5	4	1	5	
4608									2		1					1		6	5	0	5	
5108					1	2			1	1					2		2	12	8	0	8	
5508															1			1	1	0	1	
8108				<u>1</u>				2			1			1				5	4	1	4	
6210					2			3		2								7	3	1	4	
7210					<u>1</u>			1		1								3	3	1	3	
7811											13	1			2			16	3	0	6	
8011	Kein Halo																	0	0	0	0	
8311								5			2			5	3			18	5	0	5	
5317		1	1		2		1	1	3		2	1				4	1	1	18	11	1	13
9335								2								<u>1</u>	x	3	2	2	3	

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

Ergebnisübersicht Dezember 2022																				
EE	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	ges			
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30					
01		1		2	5	1	5	5	1	2	1	2	1	4	3	2	3	2	39	
02			1		2	2	2	4	1	2	2	1	1	1	1	2	1	2	2	30
03					3	1	3	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	31
05						1	2	2	1	1			1	1			2		11	
06																			0	
07																			0	
08							1		1	1	1								4	
09				1						1									2	
10																			0	
11					2			2		1				1					6	
12/21					1	1	1	3	1	1	2			1					11	
	0	1	0	3	13	1	17	7	8	4	1	0	0	11	3	2	6		134	
	0	1	0	3	2	0	7	12	4	7	2	0	5	2	4	11				

Erscheinungen über EE 12																	
TT	EE	KKGG	TT	EE	KKGG	TT	EE	KKGG	TT	EE	KKGG	TT	EE	KKGG	TT	EE	KKGG
17	13	7811	17	17	7811	17	45	7811	17	77	7811	24	21	8311			
17	13	7811	17	21	7811	17	46	7811									

KK	Name / Hauptbeobachtungsort	KK	Name / Hauptbeobachtungsort	KK	Name, Hauptbeobachtungsort	KK	Name, Hauptbeobachtungsort
04	H. + B. Bretschneider, Schneeberg	46	Roland Winkler, Marktleeburg	62	Christoph Gerber, Heidelberg	81	Florian Lauckner, Bucha
06	Andre Knöfel, Lindenberg	51	Claudia Hinz, Schwarzenberg	69	Werner Krell, Wersau	82	Alexander Haußmann, Hörlitz
13	Peter Krämer, Bochum	53	Karl Kaiser, A-Schlägl	72	Jürgen Krieg, Waldbronn	83	Rainer Timm, Haar
31	Jürgen Götze, Adorf bei Chemnitz	55	Michael Dachsel, Chemnitz	74	Reinhard Nitze, Barsinghausen	84	Ansgar Kuhl, Lohne
38	Wolfgang Hinz, Schwarzenberg	56	Ludger Ihlendorf, Damme	78	Thomas Klein, Miesbach	89	Ina Rendtel, Potsdam
44	Sirko Molau, Seysdorf	61	Günter Busch, Gotha	80	Lars Günther, Eichstätt	93	Kevin Boyle, UK Stoke-on-Trent



## Halos 2022 - Jahresübersicht

von Claudia und Wolfgang Hinz, Oswaldtalstr. 9, 083410 Schwarzenberg

Im letzten Jahr lag die Haloaktivität mit 246,2 deutlich tiefer als 2021. Seit 1986 gab es nur 11 Jahre mit einer Aktivität unter 300 und in nur 4 Jahren lag sie tiefer als 2022. Insgesamt wurden etwa so viele Halos wie im Vorjahr beobachtet. Aber die Dauer und Helligkeit waren geringer sowie seltene Halos zeigten sich weniger.

Im 37. Jahr der digitalen Haloerfassung wurden 3695 Haloerscheinungen gemeldet. Damit ergeben sich bis 31.12.2022 insgesamt 185.058 elektronisch erfasste Haloerscheinungen. Da aber schon ab Januar 1979 Halos im AKM systematisch gesammelt wurden, liegen nun Beobachtungen aus 44 Jahren vor!

Eine erste Auswertung Teil 1, "Beobachter", wurde 2017 vorgestellt. Teil 2, "Auswertung der Haloerscheinungen" erfolgte 2018.

Die Jahresmitteltemperatur für Deutschland betrug  $10.5^{\circ}\text{C}$ . Es ergab sich ein Plus von 2,3 K laut der Referenzperiode von 1961-1990. 2022 war damit neben 2018 das zweitwärmste Jahr seit Messbeginn. Im Vergleich zur aktuellen und wärmeren Periode 1991 bis 2020 betrug die Abweichung 1,2 Grad. So kann man es den Jahresrückblicken des Deutschen Wetterdienstes entnehmen. Das Flächenmittel im Niederschlag (670mm) lag etwa 15 % unter der Referenzperiode 1961 bis 1990 ( $789 \text{ l/m}^2$ ) und dem der Periode 1991 bis 2020 ( $791 \text{ l/m}^2$ ). Mit 2025 Stunden übertraf die Sonnenscheindauer ihr Jahres-Soll von 1544 Stunden (Periode 1961 bis 1990) um rund 30 Prozent. Im Vergleich zu 1991-2020 betrug die positive Abweichung gut ein Fünftel. Besonders im Süden und Südwesten des Landes war es sonniger und in den östlichen Mittelgebirgen zeigte sich die Sonne weniger.

An den regelmäßigen Beobachtungen der Haloerscheinungen beteiligten sich wieder 24 Einzel-beobachter. 22 aus Deutschland sowie jeweils ein Beobachter aus England und Österreich. Da es von Karl Kaiser (KK53) nur wenige Kilometer bis nach Bayern sind, gehen seine Ergebnisse in die Berechnung der Aktivität und somit in die deutsche Statistik ein.

Es wurden insgesamt 3695 Haloerscheinungen registriert, das sind in etwa so viele Halos wie im Vorjahr. Davon waren 3450 (93,4 %) Sonnenhalos, 234 (6,3 %) Mondhalos und 11 (0,3 %) Halos traten an irdischen Lichtquellen auf.

Die **meisten Halotage** in Deutschland wurden wieder von A. Knöfel (KK06) aus Lindenberg gemeldet. Beobachtet wurde mit einer Mobotix-Kamera Q24. Sie ist eine so genannte Hemispheric-Kamera, die mit einem Fischaugenobjektiv ausgestattet ist. Sie wird hauptsächlich als Sicherheitskamera für Überwachungszwecke, z.B. Raumüberwachung mit nur einer Kamera, eingesetzt. In Lindenberg beim DWD werden zwei unterschiedliche Varianten verwendet: eine Farbkamera für die Tageszeit und eine s/w-Kamera für die Nacht, da bei letzterer die Empfindlichkeit deutlich höher ist. Automatisch wird jede Minute ein Bild gespeichert und später manuell von André Knöfel nach Halos abgesucht. Das ergab in der Jahressumme 143 Halotage mit 239 Halos. Am Mond konnten 71 Halos aufgenommen werden. Das ist insgesamt 1 Halotag mehr und 66 EE weniger als 2021. Am Mond zeigten sich 6 EE weniger als im Jahr davor. Alle Halos wurden im Cirrus registriert! Vor allem bei den 71 Mondhalos sieht man, wie viele Halos dem menschlichen Auge entgehen!

Mit 137 Tagen und 282 EE brachte es Karl Kaiser (KK53) auf 4 Halotage weniger als 2021. Sein besonderes Augenmerk galt den Halos auf einer Schneedecke/Reif. Davon konnte er immerhin 23 Erscheinungen ausmachen. Über 100 Tage mit Halos im Jahr registrierten auch Claudia Hinz (110), Floria Lauckner (101) sowie unser englischer Beobachter Kevin Boyle (125).

Das 37-jährige Mittel von W. Hinz liegt bei 111 Halotagen und das 44-jährige Mittel von Hartmut Bretschneider, längste Reihe im AKM seit 1979, beträgt 95 Tage. Beide erreichten 2022 das Soll nicht! Unser englischer Beobachter Kevin Boyle (KK93) konnte an 125 Tagen 364 EE sichten. 2021 kam er auf 121 Tage 274 EE. Die Daten der anderen Beobachter sind in der Beobachterübersicht 2022 aufgeführt.

53 Halos im **Eisnebel oder Polarschnee** ( $d=6$ ) (2017=190, 2018=80, 2019=29, 2020=83, 2021=117) konnten von 4 Beobachtern registriert werden. Nur 1.44% aller Halos! Das ist der niedrigste Wert seit mindestens 6 Jahren. Die einzigen erwähnenswerten großen Phänomene waren am 11. Januar mit 21 EE im Fichtelberg/Keilberggebiet, beobachtet von Claudia Hinz, und am 17.12. mit 16 EE im Fichtelgebirge von Thomas Klein!

In **Fallstreifen** zeigten sich 5 Beobachtern (KK 51/53/74/78/81) 14 Halos (2017: 46, 2018: 25, 2019: 22, 2020:24, 2021=14). Das sind 0,3% aller Halos. Die Tendenz ist abnehmend!

Die Beobachtung von Halos auf einer **Schneedecke oder im Reif** gelang nur 5 Beobachtern (KK 04/53/72 /74/81). Es wurden 34 EE gesichtet (0,95% aller Halos). Tendenz ebenfalls abnehmend! Das waren naturgemäß meistens 22°- und einige 46°-Ringe in den Sektoren g-h-a.

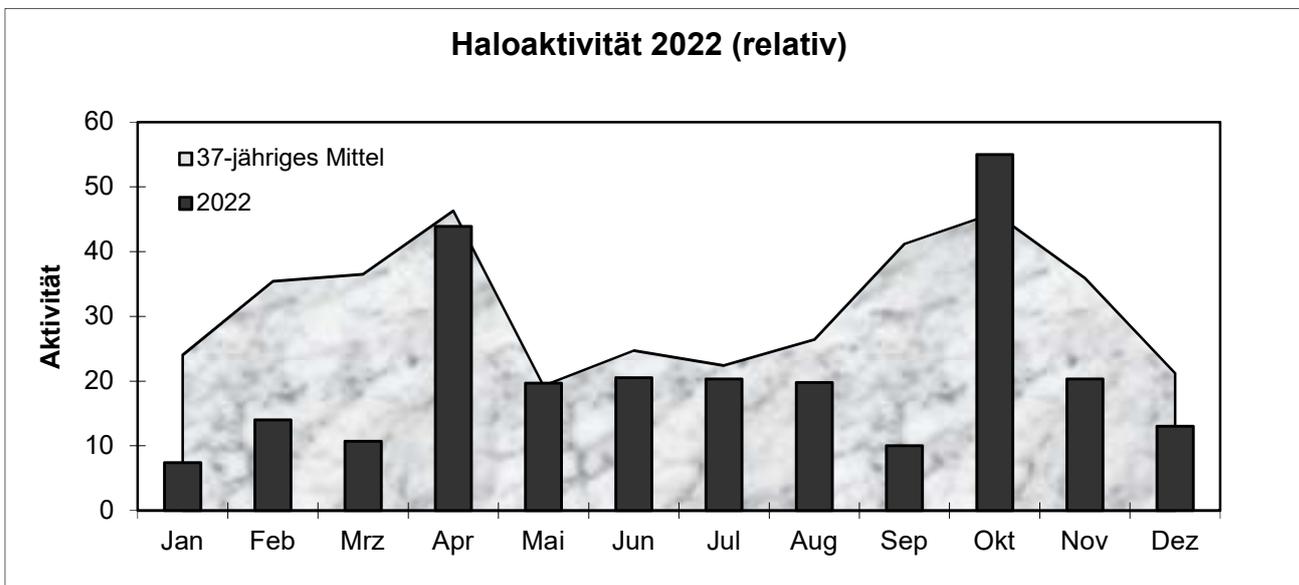
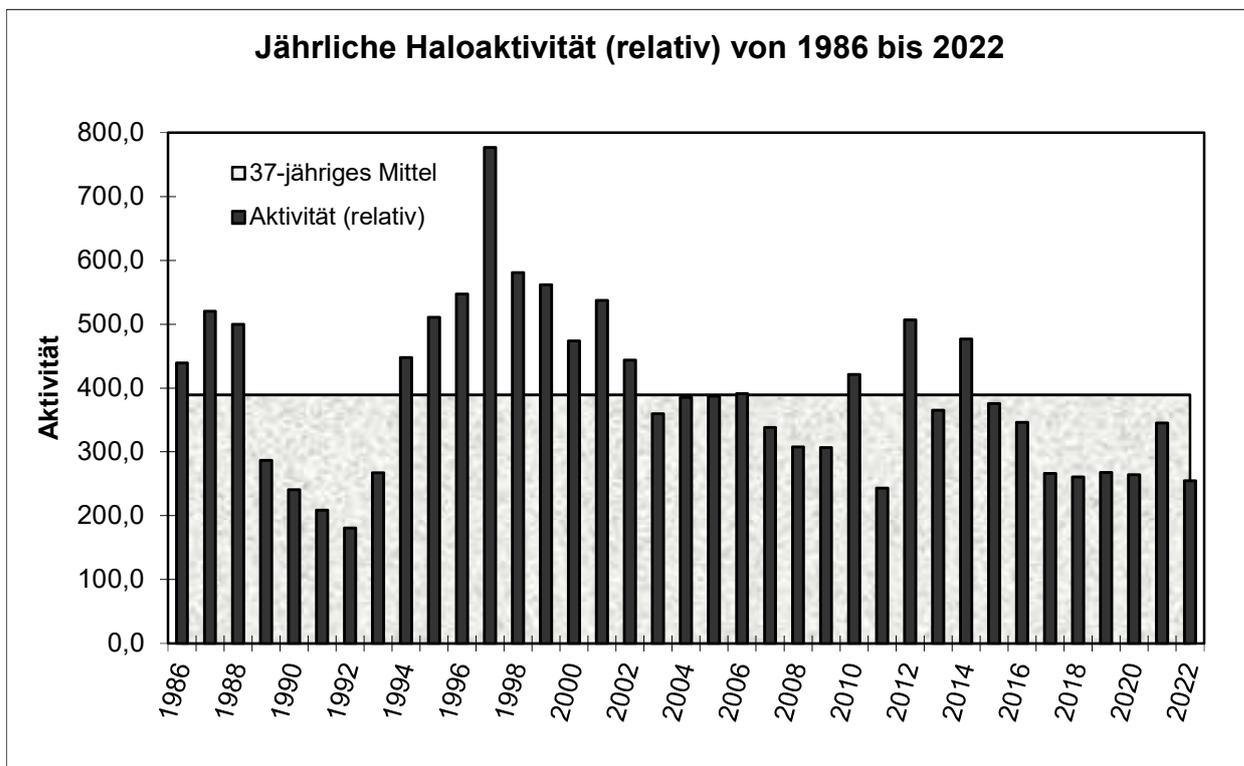
### Gesamtübersicht 1986 bis 2022 – 37 Jahre

Jahr	Sonne			Mond		Gesamt			Aktivität real	Aktivität relativ	Beobachter
	EE	Tage	%	EE	Tage	EE	Tage	%			
1986	2496	291	79,7	252	66	2750	297	81,4	423,8	439,4	19
1987	4110	291	79,7	265	73	4376	295	80,8	474,6	520,1	24
1988	4616	312	85,5	393	98	5009	321	87,9	505,2	499,6	30
1989	3038	263	72,1	225	64	3264	269	73,7	276,5	286,8	26
1990	1996	249	68,2	234	57	2231	260	71,2	221,9	240,5	22
1991	2238	238	65,2	171	58	2409	248	67,9	222,4	208,9	22
1992	2116	245	67,1	96	39	2212	255	69,9	185,6	180,8	20
1993	3319	290	79,5	184	66	3503	295	80,8	274,9	267,3	26
1994	4542	316	86,6	381	97	4923	322	88,2	444,2	447,6	27
1995	4410	311	85,2	331	79	4742	315	86,3	477,2	510,7	29
1996	4510	323	88,3	372	100	4894	326	89,1	514,4	547,2	28
1997	6809	332	91,0	552	107	7396	336	92,1	780,4	776,9	29
1998	7425	346	94,8	633	127	8091	350	95,9	605,5	580,9	35
1999	7520	349	95,6	623	128	8160	351	96,2	588,7	561,4	36
2000	6970	349	95,4	531	116	7515	352	96,2	478,3	473,6	36
2001	6123	339	92,9	459	122	6597	341	93,4	538,8	537,1	30
2002	6015	338	92,6	434	115	5454	341	93,4	430,5	443,9	34
2003	5780	339	92,9	407	116	6209	346	94,8	356,1	359,6	34
2004	5875	344	94,0	505	123	6392	349	95,4	389,4	385,2	33
2005	5448	340	93,2	324	102	5787	344	94,2	390,3	387,4	33
2006	6325	343	94,0	407	97	6741	347	95,1	380,4	391,2	37
2007	5166	344	94,2	377	110	5546	347	95,1	324,2	338,2	37
2008	5362	344	94,2	390	108	5755	347	94,8	310,2	307,8	37
2009	5044	343	94,0	383	110	5438	345	94,5	298,8	306,9	32
2010	5896	346	94,8	397	117	6331	351	96,2	418,9	421,1	31
2011	4303	339	92,9	322	107	4633	345	94,5	238,5	243,8	29
2012	5755	341	93,4	458	127	6223	348	95,3	502,6	506,8	30
2013	4440	348	95,3	319	109	4770	352	96,4	379,2	362,4	27
2014	4573	346	94,8	285	104	4868	348	95,3	453,7	476,5	24
2015	4404	325	89,0	340	101	4783	332	90,1	389,0	376,0	24
2016	4092	323	88,5	290	95	4401	330	90,4	353,0	346,2	24
2017	4096	327	89,6	226	87	4336	333	91,2	265,0	266,0	25
2018	3314	321	87,9	298	101	3632	326	89,3	250,7	260,8	24
2019	3134	323	88,5	198	85	3332	329	90,1	268,4	267,9	24
2020	3135	318	87,1	251	93	3386	328	89,7	272,8	264,0	24
2021	3181	302	82,7	271	85	2453	308	84,4	345,2	354,1	24
2022	3231	317	86,8	226	94	3457	324	88,7	260,8	254,6	24
Durchschnitt	4616,4	3204	87,8	34602	96,8	4918,9	325,8	89,2	38632	389,2	28,4

Als häufigste **Haloart** an der Sonne wurde (erwartungsgemäß) der 22°-Ring mit 34,5% aller Sonnenhalos registriert. Dem folgen die Nebensonnen mit jeweils ca. 21% und die Berührungsbögen/umschriebener Halo mit nur noch 12% aller Erscheinungen. Das sind weniger 22°-Ringe als 2021. Dafür mehr Nebensonnen. Nennenswert sind zudem der Zirkumzenitalbogen mit 5,3%, die Lichtsäulen mit 3,5%, der Horizontalkreis mit 1,3%, der Supralateralbogen/46°-Ring mit 1,2%, 120°-Nebensonnen 0,3, der Parrybogen mit ca. 0,5% (siehe Tabelle). Der Zirkumhorizontalbogen zeigte sich 24x (0,7%), Das liegt über dem Mittel der letzten Jahre. 2015:18, 2016:18, 2017:23, 2018:8, 2019:28, 2020: 14, 2021: 20 (Mittel der letzten 7 Jahre: 18,4)

3231 Sonnenhalos erfüllten die Kriterien zur Berechnung der **Haloaktivität**. Dabei wurden nur Beobachtungen aus Deutschland und den angrenzenden Ländern (Mitteleuropa), die im Haupt- oder Nebenbeobachtungsort gemacht wurden, verwendet. Ebenfalls müssen Angaben zur Dauer, der Helligkeit und der Vollständigkeit vorhanden sein. Daraus ergibt sich für 2022 eine Haloaktivität von 254,6. Damit liegt sie wieder bei den Werten der Jahre 2017-2020. Der Anstieg aus dem Jahre 2021 setzte sich leider nicht fort. Die

Grafik „Jährliche Haloaktivität“ zeigt einen deutlichen langjährigen Verlauf. Die geringsten Werte der Aktivität wurden aber Anfang der 90er Jahre mit Werten von 180 (1992) und 208 (1991) erreicht!



Die Haloaktivität 2022 zeigt ein deutliches Maximum im Frühjahr (März) - und ein zweites Maximum im Herbst (Oktober - zugleich Jahresmaximum), siehe Grafik Haloaktivität 2022. Die Eisnebelhalos gehen nicht in die Aktivität ein!

Jürgen Krieg meldete im letzten Jahr 8 Tage mit Cirrus in 6 Monaten, an denen sich aber keine Halos zeigten. Das sind weniger als die Jahre zuvor.

12 Beobachter (2019: 10, 2020: 12, 2021: 17) konnten an 11 Tagen (2019: 27, 2020: 15, 2021: 18) 12 **Halophänomene** (5 oder mehr verschiedene Haloarten) registrieren (2019: 22, 2020: 26, 2021: 39). Am Mond gab es 2022 keine Halophänomene. Auch in den Monaten Februar, März, Mai, Juni, und November traten keine Phänomene auf.

Besonders fehlten die Phänomene im Eisnebel/Polarschnee. Da gab es nur 2, im Januar von Claudia Hinz auf dem Fichtelberg und im Dezember von Thomas Klein im Fichtelgebirge. Je ein Phänomen konnten Jürgen Krieg, Florian Lauckner, Alexander Haußmann, Karl Kaiser, Jürgen Götze, Michael Dachsel, Lars Günther, Christoph Gerber, Peter Krämer und Kevin Boyle (in England) vermelden. Damit kam die Hälfte der Beobachter in den Genuss eines Halophänomens.

### Gesamtübersicht 2022

	Sonne		Mond		Gesamt		Aktivität	
	EE	Tage	EE	Tage	EE	Tage	real	relativ
Januar	90	19	10	6	100	21	5,0	7,4
Februar	174	22	36	9	210	23	11,4	14,0
März	170	22	17	9	187	23	10,2	10,7
April	506	30	30	11	536	30	50,3	43,9
Mai	365	30	10	6	375	31	25,3	19,7
Juni	319	29	2	2	321	29	27,7	20,5
Juli	272	29	9	4	281	29	26,4	20,3
August	285	28	7	5	292	28	22,7	19,8
September	250	30	11	6	261	30	10,2	10,0
Oktober	429	30	27	12	456	30	48,4	55,0
November	231	24	41	12	272	25	14,9	20,3
Dezember	140	24	26	12	166	25	8,4	13,0
Gesamt	3261	317	226	94	3457	324	260,8	254,6

Folgende Erscheinungen wurden beobachtet:

### Sonnenhalos (3450 EE):

Anzahl	EE - Haloart	Anzahl	EE - Haloart	Anzahl	EE - Haloart
1283	22°-Ring	2	Lowitzbögen	3	Untersonne
727	linke 22°-Nebensonne	3	Gegensonne	2	li./re. Unternebensonne
717	rechte 22°-Nebensonn	12	Linke/rechte 120°-Nebensonne	1	Wegeners Gegensonnenbogen
248	ob/unt. 22°-Berührungsbogen	19	Supralateralbogen	1	Trickers Gegensonnenbogen
165	umschriebener Halo	4	Infra lateralbogen	1	Tapes Bögen
122	obere/untere Lichtsäule	24	Zirkumhorizontalbogen	1	Sonnenbogen
182	Zirkumzenitalbogen	17	Parrybogen	1	Untersonnenbogen
21	46°-Ring	3	9°-Ring	1	18°-Lateralbogen
44	Horizontalkreis	2	18°-Ring	2	Moilanenbogen

### Mondhalos (241 EE):

Anzahl	EE - Haloart	Anzahl	EE - Haloart	Anzahl	EE - Haloart
175	22°-Ring	3	oberer Berührungsbogen	2	Zirkumzenitalbogen
19	linker Nebenmond	7	umschriebener Halo	1	Supralateralbogen
22	rechter Nebenmond	11	obere/untere Lichtsäule	1	Horizontalkreis

### Beobachter 2022

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	81	Florian Lauckner, Bucha
06	Andre Knöfel, Lindenberg	51	Claudia Hinz, Schwarzenberg	69	Werner Krell, Wersau	82	Alexander Haußmann, Hörtitz
13	Peter Krämer, Bochum	53	Karl Kaiser, A-Schlägl	72	Jürgen Krieg, Waldbronn	83	Rainer Timm, Haar
31	Jürgen Götze, Adorf bei Chemnitz	55	Michael Dachsel, Chemnitz	74	Reinhard Nitze, Barsinghausen	84	Ansgar Kuhl, Lohne
38	Wolfgang Hinz, Schwarzenberg	56	Ludger Ihlendorf, Damme	78	Thomas Klein, Miesbach	89	Ina Rendtel, Potsdam
44	Sirko Molau, Seisdorf	61	Günter Busch, Fichtenau	80	Lars Günther, Rennertshofen	93	Kevin Boyle, UK-Stoke-on-Trent

## Beobachterübersicht 2022

KK	Beobachter	EE 01 %	EE 02/03 %	EE 05-07 %	EE Sonne gesamt	EE Mond gesamt	EE gesamt	Tage gesamt	Phänomen- tage/ Halotage an Lampen
04	Hartmut Bretschneider	39,7	38,2	22,1	184	1	185	84	0
06	Andre Knöfel	72,8	23,2	4,0	168	71	239	143	0
13	Peter Krämer	32,8	56,2	10,9	76	2	79	43	1
31	Jürgen Götze	32,2	58,6	9,2	103	10	113	66	1
38	Wolfgang Hinz	29,4	50,9	19,6	207	6	216	94	0
44	Sirko Molau	37,5	55,0	7,5	40	1	41	32	0
46	Roland Winkler	39,0	52,0	8,9	163	3	166	98	0
51	Claudia Hinz	30,6	50,5	18,9	255	6	261	110	1
53	Karl Kaiser A	47,3	46,4	6,3	262	15	282	137	1
55	Michael Dachsel	54,3	28,6	17,1	85	2	87	46	1
56	Ludger Ihlendorf	40,0	39,0	21,0	109	13	122	65	0
61	Günter Busch	30,5	61,5	7,6	143	8	151	71	0
62	Christoph Gerber	29,8	54,3	16,0	121	8	129	68	1
69	Werner Krell	43,1	49,1	7,8	55	6	61	35	0
72	Jürgen Krieg	35,9	54,9	9,2	164	6	170	98	1
74	Reinhard Nitze	35,6	44,4	20,0	66	5	72	38	0
78	Thomas Klein	50,0	42,8	7,1	106	2	113	61	1
80	Lars Günther	28,3	65,0	11,7	69	0	69	29	1
81	Florian Lauckner	39,9	41,9	18,2	223	21	244	99	1
82	Alexander Haußmann	29,9	54,6	15,6	202	25	227	101	1
83	Rainer Timm	40,7	45,6	13,8	133	3	136	72	0
84	Ansgar Kuhl (02-12)	47,5	44,3	8,2	75	2	77	55	0
89	Ina Rendtel	46,3	45,3	8,4	91	4	95	60	0
93	Kevin Boyle UK	40,0	41,3	18,7	350	14	364	125	1
24	Durchschnitt/Gesamt	39,7	47,7	12,8	3450	234	3695	---	12

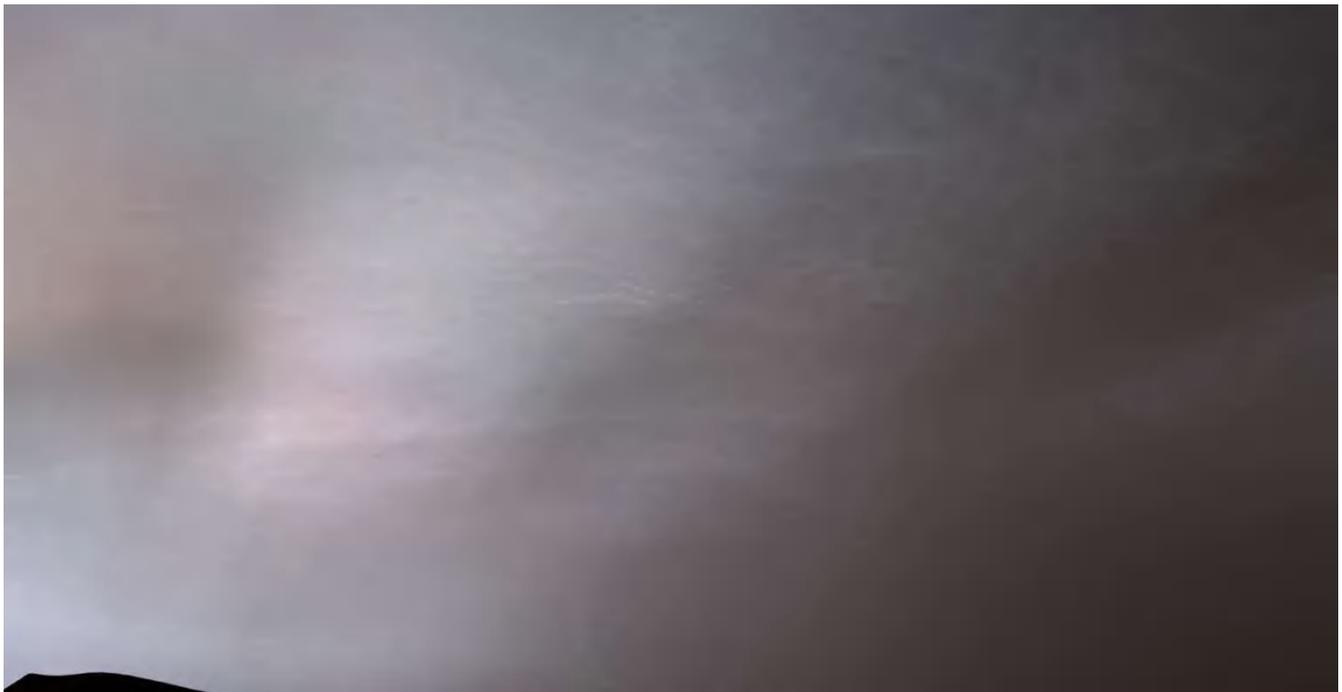
## Curiosity fotografiert erste Crepuscularstrahlen und Leuchtende Nachtwolken auf dem Mars

Quelle: NASA/JPL-Caltech/MSSS/SSI, zusammengestellt von Claudia Hinz



Am 2. Februar 2023, dem 3730. Marstag ist es dem Marsrover Curiosity nach Sonnenuntergang gelungen, Leuchtende Nachtwolken und Crepuscularstrahlen aufzunehmen, welche an hohen dünnen Wolken in der Marsatmosphäre abgebildet werden. Das Foto besteht aus 28 Einzelbildern, die von der Mastkamera des Rovers aufgenommen und für eine bessere Sichtbarkeit des Phänomens bearbeitet wurden. Es war das erste Mal, dass derartige Erscheinungen so deutlich auf dem Mars zu sehen waren.

Das Bild wurde im Rahmen einer Untersuchung Leuchtender Nachtwolken auf dem Mars aufgenommen, die 2021 begann. Während sich die meisten Marswolken nicht mehr als 60 Kilometer über dem Boden befinden und aus Wassereis zusammengesetzt sind, liegen diese Wolken höher und in sehr kalten Schichten. Das deutet darauf hin, dass diese Wolken aus Kohlendioxid oder Trockeneis bestehen. Bereits die erste Beobachtung eines Marshalos am 15. Dezember 2021 (siehe METEOROS 1/2022) wies darauf hin, dass es auch in der Marsatmosphäre dünne Wolken gibt, die aus feinen Eiskristallen bestehen.



*Leuchtende Nachtwolken auf dem Mars*

## **Beobachtung von Haloerscheinungen im parallelen und divergenten Licht im Reif und auf der Schneedecke**

*von Karl Kaiser*

k.kaiser@eduhi.at

Reif- und Schneedeckenhalos sind während der späten Herbstmonate, Winter- und ersten Frühlingsmonate immer wieder zu entdecken. Frisch gefallener Schnee oder Reif können die notwendigen haloaktiven Eiskristalle enthalten. Sie zeigen sich mit der Sonne als Lichtquelle auf mehr oder weniger ebenen Flächen als Hyperbeln. Beim 22°-bzw. 46°-Ring darf der Abstand des Horizontes zur Sonne 22° bzw. 46° (letzteres ist im Winter ohnehin nicht möglich) nicht übersteigen; bei größeren Werten berührt der entsprechende Halo den Boden nicht mehr. Üblicherweise zeigen sich nur die unteren Segmente, vollständig der Abschnitt „h“, teilweise die unteren Bereiche der Segmente „a“ und „g“. Im Haloschlüssel des AKM werden die Einzelerscheinungen 22°- und 46°-Ring mit EE 01 und EE 12 bezeichnet.

### **Reif- und Schneedeckenhalos im parallelen Licht der Sonne**

#### **- Ringsegmente im parallelen Licht der Sonne**

Auffallend sind Schneedeckenhalos nur in den allerwenigsten Fällen. Die Dichte der passenden Kristalle muss hoch und die Schneedecke sollte möglichst einheitlich sein. Am 19. Februar 2015 passten die Bedingungen optimal; auf der weiten, ansteigenden Fläche zeichnete sich der 22°-Ring mit entsprechender Helligkeit deutlich ab. (Abb. 1) Ein Bild eines Ausschnittes des Ringes zeigt uns die dichte Anordnung der haloaktiven Kristalle. (Abb. 2) So entsteht durch das Zusammenspiel unzähliger Kristalle der farbige Ring! Erwähnenswert ist, dass die Lichtpunkte nicht streng nach den Farben geordnet sind, teils zeigt sich ein buntes Durcheinander aufgrund der unterschiedlich orientierten Kristalle. Trotzdem finden wir innerhalb des entstehenden Ringes in Richtung Lichtquelle eine Häufung der roten Punkte, nach außen hin die der blauen, sodass beim Betrachten aus der Ferne die für den Ring typische Anordnung von Rot innen und Blau

außen zustande kommt. Nahaufnahmen einzelner Kristalle mit unscharfem Fokus zeigen bei leicht unterschiedlichen Blickwinkeln die Aufspaltung des Lichtes in die Spektralfarben! (Abb. 3) Sogar im Einzelkristall ist die Abfolge der Farben z. B. von rot nach gelb oder grün zu blau zu erkennen! In vergleichbarer Helligkeit und Ausdehnung wie oben beschrieben konnte ich einen  $46^\circ$ -Ring auf der Schneedecke noch nie finden. Bemerkenswert kann aber hier die Dichte der haloproduzierenden Eiskristalle trotzdem sein. (Abb. 4)



*Abb. 1: Auf der leicht ansteigenden Schneefläche sind die unteren Segmente des  $22^\circ$ -Ringes prachtvoll ausgebildet. Im Vordergrund deutet sich in einzelnen Kristallen der  $46^\circ$ -Ring an. 19. Februar 2015, 14:41 MEZ, Schlägl*

Nicht immer einfach ist die Frage zu beantworten, ob auf der Schneedecke der kleine oder große Ring in Schneekristallen oder im Reif entstanden sind. Die Zuordnung ist eindeutig möglich, wenn unmittelbar nach dem Schneefall ein Halo sichtbar wird oder Reifkristalle sich auf aperen Stellen oder auf Sträuchern anlagern. (Abb. 5) Vorteilhaft für die fotografische Dokumentation der Halos ist es, den Fokus unscharf zu stellen. Überraschend ist die Beobachtung eines Schneedecken-/Reifhalos durch feine Gardinen beim Blick aus dem Fenster. Die farbigen Punkte werden durch Beugung des Lichtes am Gewebe deutlich verstärkt! Einmalig im Februar 2020 war die Beobachtung „gespiegelter“ Segmente des  $22^\circ$ -Ringes. Gleichzeitig mit dem „normalen“ kleinen Ring auf der Rasenfläche erzeugte die an der Glasfront der Gartenlaube gespiegelte Sonne einen weiteren Ausschnitt eines 22igers. (Bild 6)



Abb. 2: Die Nahaufnahme des Rings zeigt die Verteilung der roten und blauen Farbpunkte. 19. Februar 2015, 14:28 MEZ, Schlägl

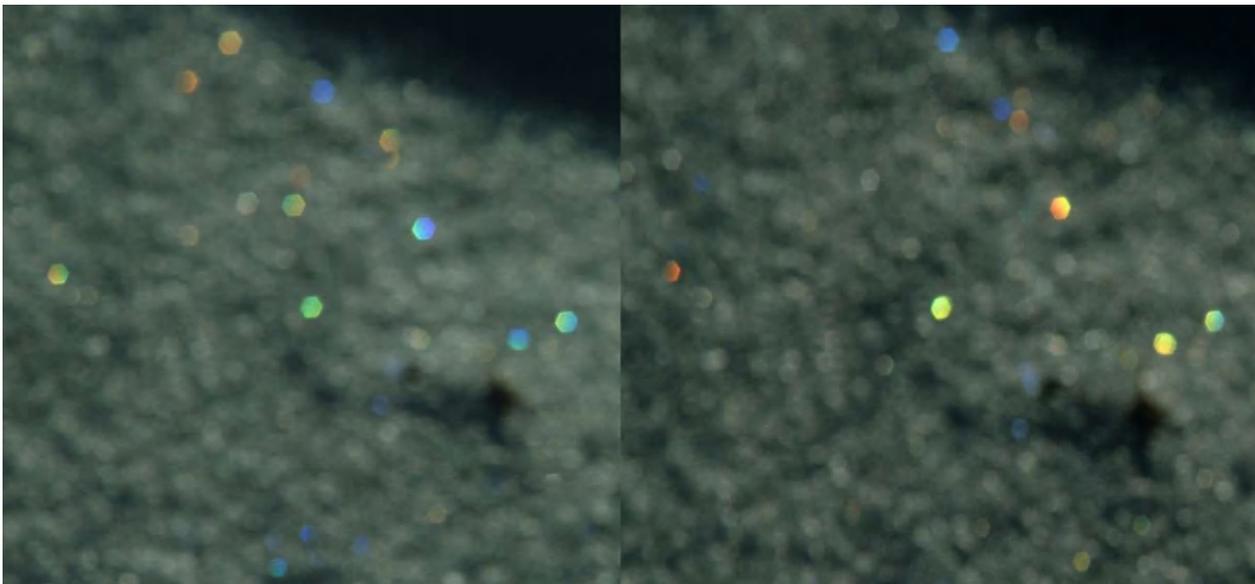


Abb. 3: Bei einer kleinen Änderung des Blickwinkels auf die haloproduzierenden Kristalle verschiebt sich der sichtbare Spektralbereich (Schneedeckenhalo). 25. Dezember 1996, Schlägl



Abb. 4: Ausschnitt eines 46°-Ringes auf der Schneedecke. 19. Februar 2018, 09:09 MEZ, Schlägl

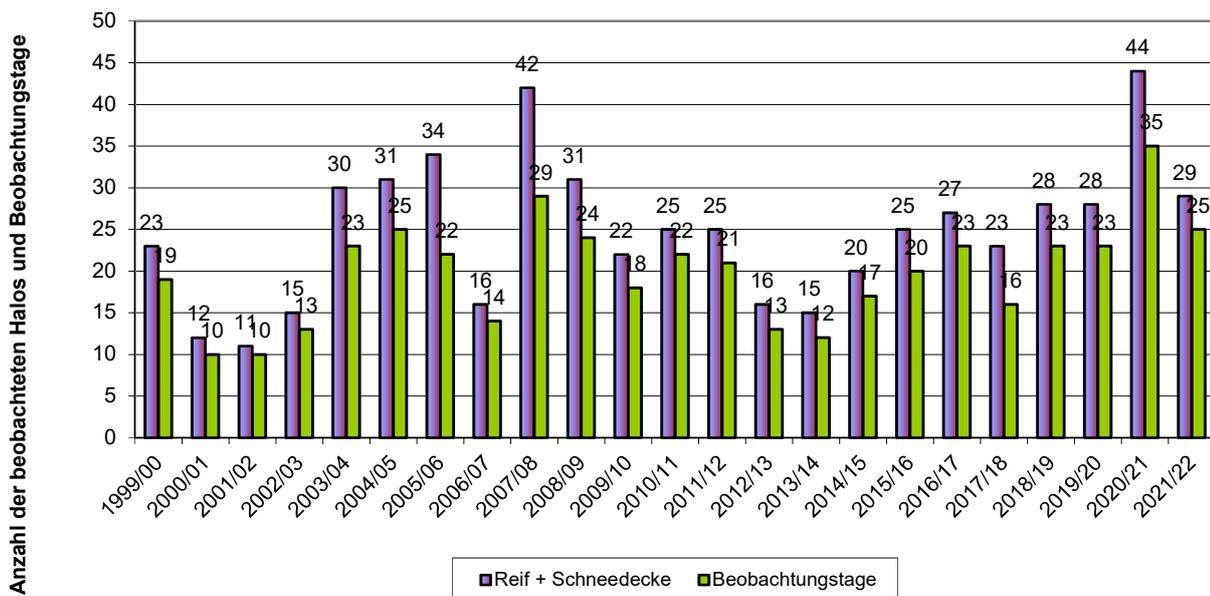


Abb. 5: Leuchtende Farbpunkte im Bereich des 22°-Ringes auf dem bereiften Zaun. 30. Dezember 2016, 08:36 MEZ, Schlägl



Abb. 6: Im Glas gespiegeltes Sonnenlicht erzeugt auf der Wiese einen Abschnitt des kleinen Ringes im Reif. 8. Februar 2020, 08:27 MEZ, Schlägl

Diagramm 1: Summe der Reif- und Schneedeckenhalos, Zahl der Beobachtungstage in den Winterhalbjahren 1999/00 bis 2021/22

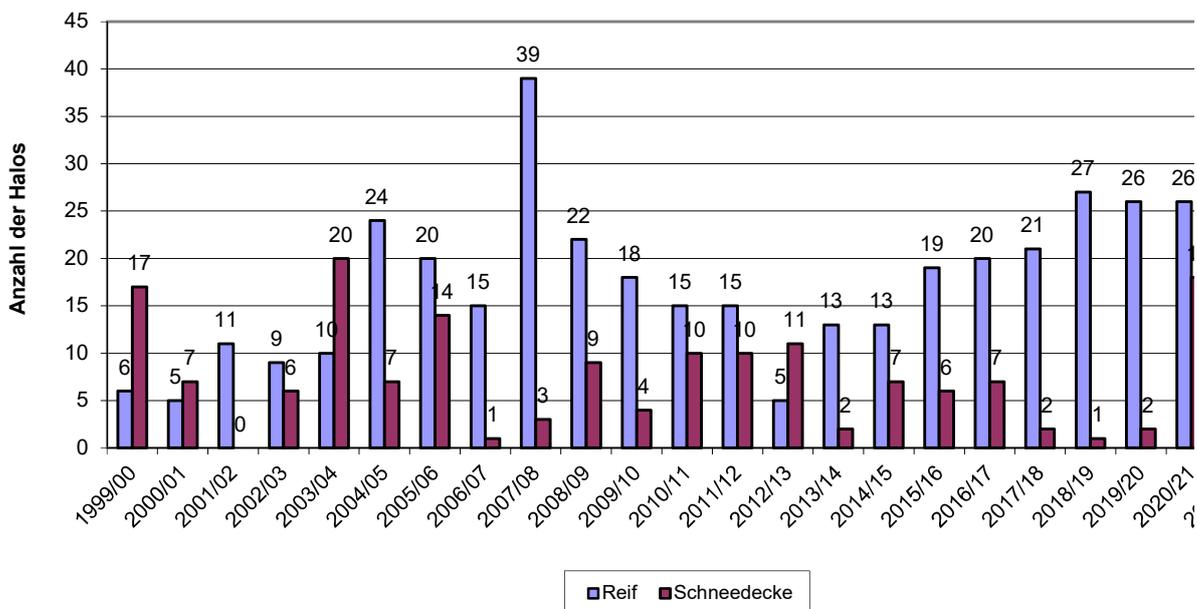


Für die folgenden Datenauswertungen werden Sichtungen von Reif- und Schneedeckenhalos (im parallelen und divergenten Licht) verwendet, die ab Herbst 1999 bis Frühjahr 2022 an 457 Tagen großteils in Schlägl beobachtet worden sind. Ein kleiner Teil der Daten stammt aus Rohrbach im Mühlkreis (mein ehemaliger Arbeitsort), eine Beobachtung aus Gosau im Salzkammergut. In die Auswertung umfasst Beobachtungen mit Sonne, Mond und Lampe als Lichtquelle. Alle Sichtungen wurden in das Haloerfassungs- und Auswertungsprogramm HALO 2.5 des AKM (Autor Sirko Molau) eingegeben.

In Diagramm 1 wird die Zahl der Tage (457) mit beobachteten Bodenhalos den einzelnen Winterhalbjahren von 1999/2000 bis 2021/2022 zugeordnet. Die Schwankungsbreite liegt zwischen 10 und 35 Tagen je Intervall; durchschnittlich treten an 20 Tagen pro Jahr Bodenhalos auf. Die Verteilung der 572 beobachteten Haloerscheinungen zeigt ein Maximum in den Halbjahren 03/04 bis 08/09 (Ausnahme 06/07) und ein mehr oder weniger gleichbleibendes Niveau in den folgenden Jahren mit einem Minimum im Halbjahr 12/13 und 13/14 (vergleichbar mit den Intervallen 00/01 bis 02/03). Die höchste Zahl an Einzelercheinungen (44) kann dem Intervall 2020/21 zugeordnet werden. Aus der Summe der Beobachtungstage mit Halosichtungen lässt sich aber nichts über den entsprechenden Winterverlauf aussagen. Die Anzahl von nur 10 bis 35 Tagen je Intervall ist sicher zu niedrig, um Zusammenhänge mit dem Witterungsverlauf aufzeigen zu können.

Eine Trennung der beobachteten Bodenhalos in Reif- und Schneedeckenhalos findet sich in Diagramm 2. Im Großteil der Jahre herrschen die Reifhalos mit einer Anzahl von meist 10 bis 27 vor. Ihr Maximum mit 39 Aufzeichnungen kann dem Halbjahr 2007/08 zugeordnet werden. Nur in vier Jahren übertrifft die Zahl der Schneedecken- die Anzahl der Reifhalos. Auffallend ist, dass in manchen Jahren die Anzahl der Reifhalos sehr hoch ist, während die Schneedeckenhalos gleichzeitig selten ausgebildet sind (z. B. Halbjahre 06/07, 07/08, 17/18, 18/19 oder 19/20). Eine Erklärung hierfür könnten Winter mit weniger Schneetagen sein oder die Ablagerung von Reif hat auf der vorhandenen Schneedecke stattgefunden, wie es auch immer wieder beobachtet werden konnte. Genauer kann das aufgrund fehlender Wetteraufzeichnungen nicht untersucht werden.

Diagramm 2: Anzahl der Reif- und Schneedeckenhalos (getrennt) in den Winterhalbjahren 1999/00 - 2021/22



Erwartungsgemäß findet sich die größte Zahl der haloaktiven Tage im Hochwinter in den Monaten Jänner und Februar (alle entsprechenden Monate des Untersuchungszeitraumes zusammengefasst: 97 und 98 Tage), aber selbst im März (89) ist ihre Zahl bemerkenswert hoch (vgl. Diagramm 3). Der deutliche Anstieg beginnt im November. Die durchschnittliche Zahl der Tage mit Bodenhalos je Monat der 23 untersuchten

Winterhalbjahre liegt im September bei 0,04 Tagen, im Oktober bei 0,9, November 2,4, Dezember 2,8, Jänner 4,2, Februar 4,3, März 3,9 April 1,3 und im Mai bei 0,04 Tagen.

Die zusammengefassten Monatssummen aller im Untersuchungszeitraum beobachteten Haloerscheinungen (Reif- + Schneedeckenhalos) liegen im Jänner und Februar bei 123 bzw. 125 und gehen im März auf 103 zurück. Liegt die Anzahl der Beobachtungen im Oktober erst bei 22, steigt sie in den beiden Folgemonaten auf 73 und 89. Eine sprunghafte Abnahme erfolgt im April mit einer Zahl von nur mehr 34 Sichtungen. Sehr selten lassen sich bei entsprechender Witterung (Morgenfrost an meist wolkenlosen Tagen) schon im September oder noch im Mai Reifhalos finden.

Diagramm 3: Summe der Reif- und Schneedeckenhalos und der Beobachtungstage in den Monaten September 1999 bis Mai 2022

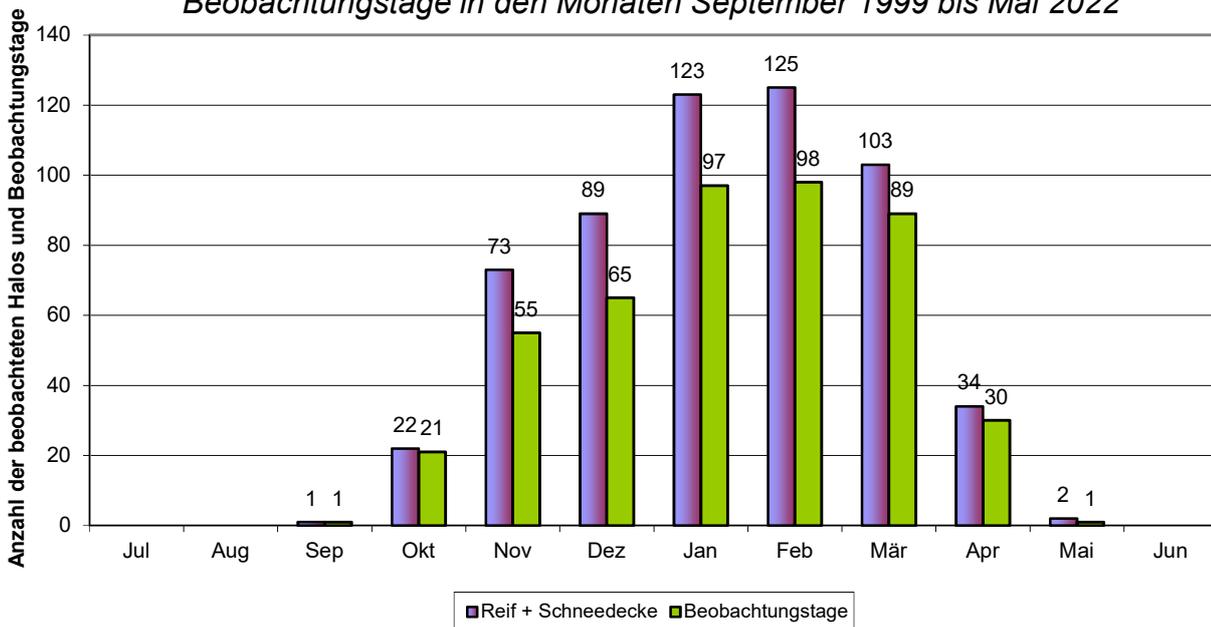
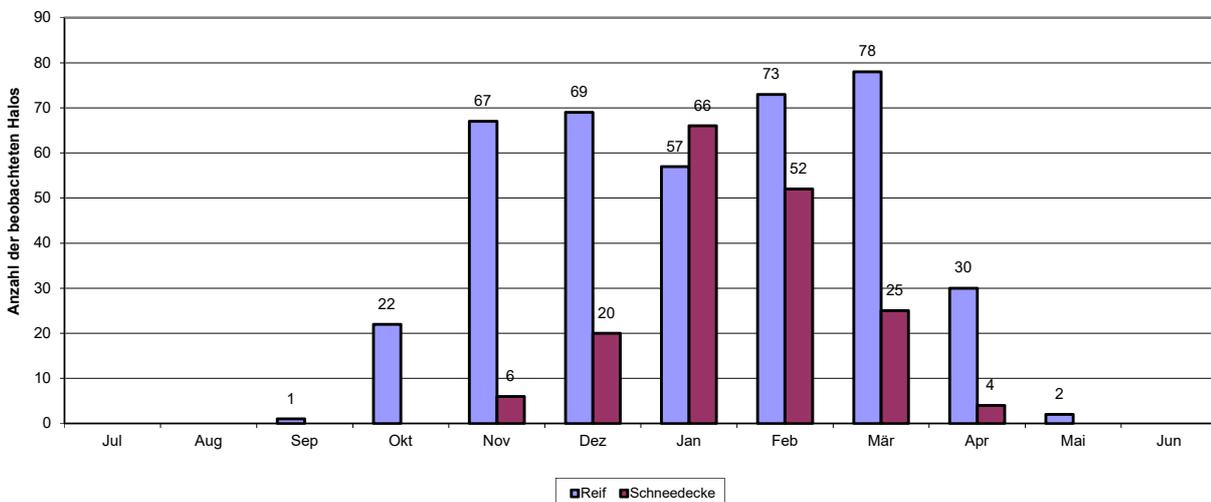


Diagramm 4: Summe der Reif- und Schneedeckenhalos in den Monaten September 1999 bis Mai 2022



Wird die Anzahl der Reifhalos der Zahl der Schneedeckenhalos der einzelnen Monate des Untersuchungszeitraums gegenübergestellt (Diagramm 4), zeigt sich mit einer Ausnahme die deutliche Vorherrschaft der

Reifhalos. Nur im Jänner überwiegen Schneedeckenhalos; nicht selten sind sie auch im Februar (in beiden Monaten liegt im oberen Mühlviertel häufig Schnee).

Eine untergeordnete Rolle spielen Deckenhalos im November und April, während im Dezember und März die meteorologischen Bedingungen für ihr Entstehen häufiger passen. Im September, Oktober und Mai finden sich auf den Wiesen nur Reifhalos. Ihr hoher Anteil an der Gesamtzahl der Bodenhalos lässt sich einerseits mit dem zeitigen Beginn der Reifsaaison im Herbst (erste Beobachtung eines 22°-Ringsegmentes am 26. September 2018) und spätem Ende im Frühjahr (Segmente von EE 01 und 12 in Gosau 2005) erklären; andererseits sind im Oktober die Wiesen aper, im November, März und April oft noch/schon schneefrei, und in den kalten Nächten dieser Monate wachsen Reifkristalle. Dazu kommen schneefreie Tage mitten im Winter.

Eine zahlenmäßige Zusammenfassung aller Halotage und ihre Zuordnung zu den einzelnen Monaten der untersuchten Winterhalbjahre findet sich in Tabelle 1.

Tabelle 1: Verteilung der 457 Tage mit Halos in den Monaten November bis Mai von Herbst 1999 bis Frühling 2022

	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19	19/20	20/21	21/22	Σ
Sep																				1				1
Okt				1				1	2	1	4	2		1			1		2				6	21
Nov	3	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	4		1	2	5	4	3	3	5	9	3		55
Dez	1	1		1	4	2	1	5	5	5	2	2	2	2	1	2	4	6	6	2	5	4	2	65
Jan	9	3	1	3	9	1	8	1	3	8	5	5	3	3	2		5	5		5	7	7	4	97
Feb	3	3	2	1	5	5	6	3	10	6	1	3	4	5	6	8	2	1	4	7	4	4	5	98
Mär	2	2	6	4	4	10	3	3	6	2	5	6	4	3	1	3	3	5	3	3	1	7	3	89
Apr	1			3		4	2	1	2		3	1	2			2	1	1			1	4	2	30
Mai						1																		1
Σ	19	10	10	13	23	25	22	14	29	24	18	22	21	13	12	17	20	23	16	23	23	35	25	457

Tabelle 2 stellt die beobachteten Reif- und Schneedeckenhalos des Untersuchungszeitraums einander gegenüber. Es zeigt sich, dass im Reif vor allem Segmente des 22°-Ringes beobachtet werden: EE 01 an 278, EE 12 nur an 105 Tagen! Meinen langjährigen Beobachtungen nach fällt im Reif die Gesamtheit der weiter vom Beobachter entfernten Farbpunkte auf den aperen Wiesen deutlicher auf und lassen Segmente des 22°-Ringes leichter erkennen, während die passenden Reifkristalle des 46°-Ringes in Beobachternähe meist nur einzeln aufleuchten und so von einem 46°-Ring nicht gesprochen werden kann.

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Reif- und Schneedeckenhalos im Untersuchungszeitraum

Reifhalos an 325 Tagen		Schneedeckenhalos an 133 Tagen	
EE 01 + EE 12	58 Tage	EE 01 + 12	29 Tage
nur EE 01	220 Tage	nur EE 01	16 Tage
nur EE 12	47 Tage	nur EE 12	88 Tage
Summe EE 01	278 Tage	Summe EE 01	45 Tage
Summe EE 12	105 Tage	Summe EE 12	117 Tage

Einzelperscheinungen 22°-Ring (EE 01), 46°-Ring (EE 12)

Auf einer hellen Schneedecke fallen vor allem schwach ausgebildete Halos weniger gut auf als im Reif auf einer aperen Wiese. So sind weiter entfernte Farbpunkte eines 22°-Halosegmentes deutlich schlechter zu erkennen als die Punkte in unmittelbarer Beobachternähe im 46°-Bereich. Das kann die Überzahl an Tagen mit 46°-Ringsegmenten auf der Schneedecke erklären: EE 01 nur an 45, EE 12 an 117 Tagen!

Die gemeinsame Beobachtung der EE 01 und EE 12 an einem Tag ist sowohl bei Reif- als auch Schneedeckenhalos möglich. Nur einmal (am 3. Februar 2008) zeigten sich Reif- und Deckenhalos gemeinsam. EE 12 war mit Segment „h“ und EE 01 mit „h-g“ auf der Schneedecke zu erkennen, während sich das Segment „b“ des kleinen Ringes in den Reifkristallen auf einem Baum zeigte. Das erklärt auch den Unterschied von einem Tag in der Anzahl der aufgezeichneten Halotage (457) und der Summe der Tage mit Reif- und Schneedeckenhalos (458).

Die beobachteten Schneedeckenhalos werden in der vierteiligen Helligkeitsskala des Haloschlüssels meist den Werten „0“ (sehr schwach sichtbar) und „1“ (schwach, wenig auffällig) zugeordnet. Für drei Reifhalos und einen Schneedeckenhalo (jeweils EE 01) wurde der Wert „2“ (hell, auffällig, auch Laien werden aufmerksam) vergeben.

Wie nicht anders zu erwarten können Reif- und Schneedeckenhalos bei Dauerfrost und entsprechendem Sonnenschein viele Stunden lang gesichtet werden. Am 5. März 2004 begann die unterbrochene Beobachtung um 07:45 MEZ und endete bei Sonnenuntergang um etwa 16:40 MEZ: 9 Stunden wäre somit das untere Segment des 46°-Ringes auf der Schneedecke zu sehen gewesen. Die EE 01 entdeckte ich an diesem Tag erst knapp vor Sonnenuntergang. Am 31. Jänner 2021 musste wohl die ganze Nacht über das untere Segment der EE 12 auf der Schneedecke unter einer Straßenlaterne zu sehen gewesen sein: erste Sichtung abends um 17:55 MEZ, letzte Sichtung morgens am 1. Februar um 06:35 MEZ – 12 Stunden und 40 Minuten (Anfang und Ende der EE wurden nicht erfasst)! Erwähnt sollte auch werden, dass am 31. Jänner bereits um 15:25 MEZ die EE 12 auf der Schneedecke im Sonnenlicht erkennbar war! In den allermeisten Fällen werden Bodenhalos tagsüber im Sonnenlicht beobachtet. Nur am 14. Jänner 2006 war der Abschnitt „g“ der EE 12 in Reifkristallen in Sträuchern bei Mondlicht sichtbar.

#### - Luomanen-Bögen auf der Schneedecke

Zwei exotische Haloerscheinungen auf der Schneedecke, bezeichnet als "Surface Helic Arcs", „Ground Halo Spokes“ oder "Luomanen-Bögen“, zeigten sich am 21. Jänner 2019 in Grünwald im Böhmerwald auf einer leicht in Richtung Sonne geneigten Schneefläche (etwa 3°). Die Sonne stand 9° überm Horizont. (Bild 7)

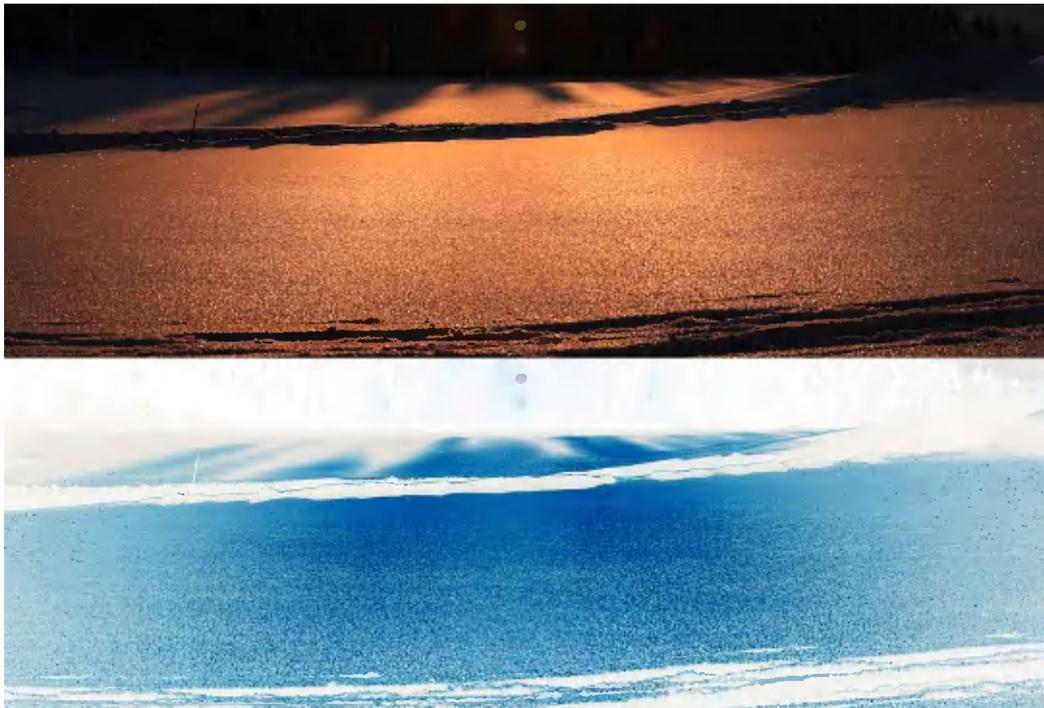
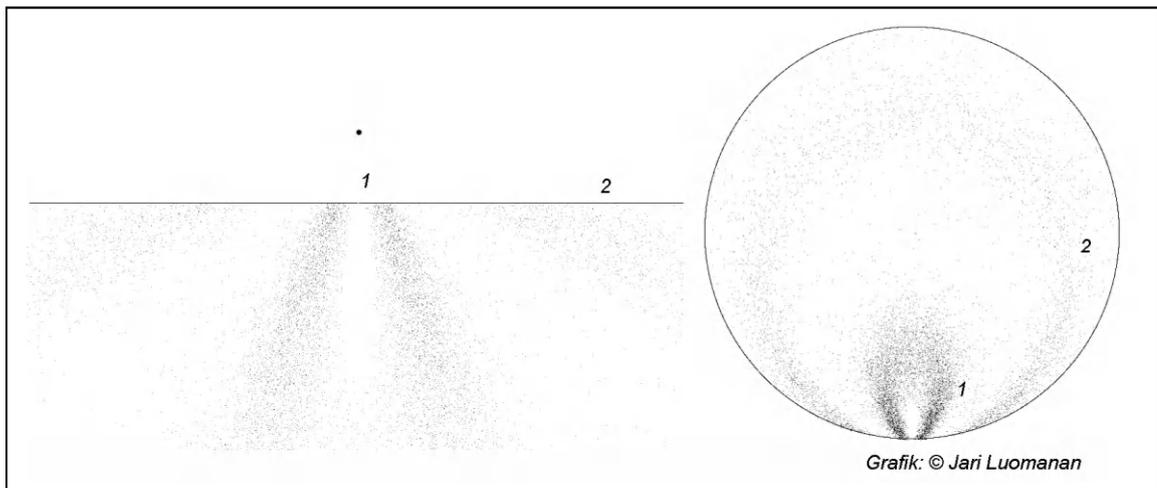


Abb. 7: „Ground Halo Spokes“ oder "Luomanen-Bögen“ auf der Schneedecke in Grünwald (Böhmerwald). Bild im Original und invertiert. 21. Jänner 2019, 16:29 MEZ, Grünwald

Die auffälligere Ausbildung der beiden Haloarten (zwei durch einen dunkleren Bereich getrennte streifenförmige Aufhellungen unter der Sonne, siehe Ziffer 1 in Grafik 1) wurden bereits in METEOROS (Mitteilungsblatt des AKM e. V., Jg. 22, Nr. 4/2019, Seite 96) beschrieben. Bemerkenswert und von mir bisher nicht beachtet ist das auffällige Glitzern links und rechts an den Bildrändern (Ziffer 2 in Grafik 1)! Es dürfte sich hierbei um den zweiten von Luomanen beschriebenen Bogen handeln!

Die Erstbeobachtung der Bögen erfolgte am 27. Februar 2012 durch den Finnen Jari Luomanen, die er auf der Seite <http://bit.ly/40qoyFh> beschreibt. Les Cowley erklärt die Entstehung auf <https://atopics.co.uk/fz967.htm> mit zwei verschiedenen dendritischen Kristallpopulationen: Für die beiden Bögen auf der Schneedecke unterhalb der Sonne sind Kristallplättchen mit einer horizontalen Neigung von  $20^\circ$ , für die seitlichen Halos Plättchen mit  $65^\circ$  notwendig. Die Abweichung der Ausrichtung von diesen Winkeln liegt bei nur  $5^\circ$ , und beide Kristallformen nehmen alle möglichen azimuthalen Orientierungen ein. Beide hier gezeigten Bogensimulationen (Grafik 1) wurden mir dankenswerterweise von Jari Luomanen für diesen Artikel zur Verfügung gestellt:



Grafik 1: Simulation der "Surface Helic Arcs", „Ground Halo Spokes“ oder "Luomanen-Bögen“. Beschriftung 1 und 2 siehe Text. Grafik: Jari Luomanen

Eine vergleichbare Beobachtung beschreibt Bertram Radelow aus Davos (<http://radelow.ch/halo-schneedecke/>). Weitere Links zu in Finnland beobachteten Bögen finden sich im Thread des AKM-Forums: [Halo] Rare surface halos, Taivaanvahti (3. 1. 2019) (<https://forum.meteoros.de/viewtopic.php?f=2&t=58474>).

## Schneedeckenhalos im divergenten Licht

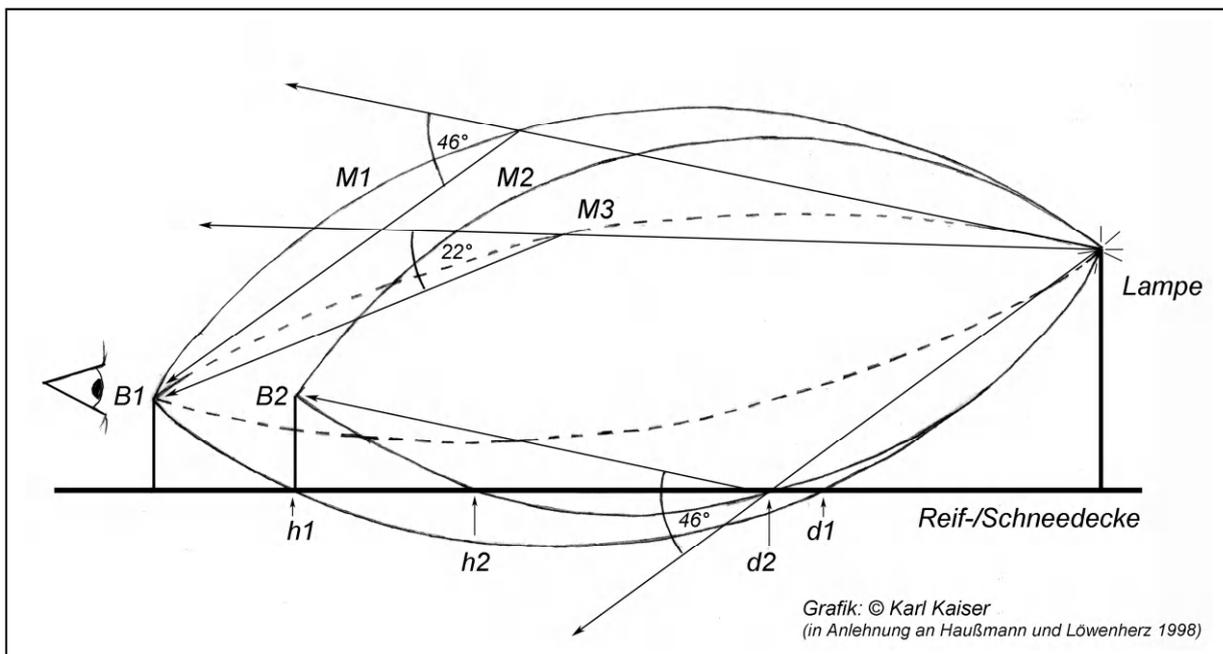
Werden im vorangehenden Abschnitt Haloerscheinungen im parallelen Licht der Sonne beschrieben (sie können auch bei sehr hellem Mondschein erahnbar sein), so beschäftigt sich der weitere Teil der Ausführungen mit divergentem Licht von Lampen.

Während meiner nun schon über 26 Jahre dauernden Beobachtungszeit von Halos waren auch immer wieder Abschnitte des  $22^\circ$ - und  $46^\circ$ -Rings im Bereich der Abschnitte „a-h-g“ auf ebenen verschneiten Flächen unterhalb von Lampen erkennbar. So auch am Abend des 17. Dezembers 2022. Überraschend war diesmal, dass nicht nur die unteren Ringsegmente „a-h-g“ des  $46^\circ$ -Ringes ausgebildet waren, sondern auch Abschnitte in den Bereichen „b-c-d und f“. Es zeigte sich ein unvollständiger Ring auf der Schneedecke unterhalb der Lichtquelle zwischen dieser und dem Beobachter, also nicht um die Lichtquelle selbst! Die beiden Bilder (Abb. 8) zeigen größere Ausschnitte des  $46^\circ$ -Halos.



Abb. 8: Der Schnitt der „Minnaertzigarre“ des  $46^\circ$ -Halos mit der Schneefläche erzeugen die Segmente „c-b-a-h-g-f“). 17. Dezember 2022, 20:55 MEZ, Schlägl

Jetzt erinnerte ich mich an die Arbeit von Alexander Haußmann und Richard Löwenherz aus dem Jahr 1998, mit der die beiden Mitglieder der AKM den „Jugend forscht Preis“ zum Thema „Schneedeckenhalos unterhalb irdischer Lichtquellen“ errungen hatten! (Vgl. [bit.ly/3LWH43V](https://bit.ly/3LWH43V) ; in ihren Ausführungen beschreiben sie die Zusammenhänge der Entstehung der Lichtkreise mit der „Minnaertzigarre“, die die Schneefläche schneidet. Alle Kristalle, die auf diesem Schnittkreis liegen, brechen das Licht im Winkel von  $22^\circ$  oder  $46^\circ$ ).



Grafik 2: Längsschnitte durch die „Minnaertzigarren“ für den  $46^\circ$ - ( $M1$ ,  $M2$ ) und  $22^\circ$ - ( $M3$ ) Bodenhalo. Die divergenten Lichtstrahlen werden von den Eiskristallen im Winkel von  $46^\circ$  bzw.  $22^\circ$  abgelenkt. Die Beobachter  $B1$  und  $B2$  sehen unterhalb der Lampe den  $46^\circ$ -Ring in unterschiedlicher Größe (vgl. die Abstände zwischen den Punkten  $h1 - d1$  und  $h2 - d2$ ; für sie liegen diese auf den Segmenten „h“ bzw. „d“ des  $46^\circ$ -Ringes). Die „Minnaertzigarre“  $M3$  berührt den Boden nicht, der Beobachter sieht auch keinen  $22^\circ$ -Ring auf der Schneedecke.

Bei Annäherung an die Lichtquelle erkannte ich die Verkleinerung des Kreisradius, so wie es beide Autoren beschrieben hatten, bis der Ring schließlich zu einem Punkt verschmolz und schlussendlich auch dieser verschwand. Nicht beobachtbar waren die Abschnitte des  $22^\circ$ -Ringes. Die Erklärung hierfür ist die Höhe der Lichtquelle bei etwa fünf Metern und der zu geringe Abstand zu ihr, sodass die „Minnaertzigarre“ des „22igers“ den Boden nicht schneiden bzw. berühren konnte (Grafik 2). Ein größerer Abstand zur Lampe

wäre für seinen Nachweis notwendig gewesen, allerdings wäre dann das Aufglitzern der Schnee- bzw. Reifkristalle kaum mehr wahrnehmbar gewesen. Dass bei dieser hohen Straßenlaterne die Ausbildung des 22°-Rings aber möglich ist, zeigt Abb. 9; der Standort ist weiter von der Lampe entfernt.



Abb. 9: Schnitt der „Minnaertzigarre“ des 22°-Halos mit der bereiften Wiesenfläche. 11. Dezember 2019, 20:57 MEZ, Schlägl

Die „Minnaertzigarre“ selber als räumliches Gebilde kann nur im Schneefall mit den passenden haloaktiven Kristallen bzw. im Eisnebel beobachtet werden. Beschrieben ist sie unter anderem auch im Buch von Marcel Minnaert: *Licht und Farbe in der Natur*. Birkhäuser Verlag Basel 1992, p.284f und auf der Internetseite von Les Cowley (<https://atoptics.co.uk/fz1108.htm>).

## English summary

### Visual meteor observations and the Quadrantids in January 2023:

five observers submitted ten reports of their observations to the IMO. 332 meteors were noted in 20 hours effective observing time, covering four nights. The Quadrantid peak ZHR was of the order of 40-50 as derived from visual and video data and occurred at 283.18 deg solar longitude (January 4, near 03:30 UT).

### Hints for the visual meteor observer in April 2023:

recommend observations of the April Lyrids with their expected maximum in the morning of April 23. Other sources are the Antihelion complex and the Eta Aquariids starting their activity in the last decade of the month.

**Halo observations in December 2022:**

22 observers noted 137 solar halos on 24 days and 29 lunar halos on twelve days. Further, 24 winter halos were seen on eight days (in diamond dust or on snow covered ground). The halo activity index of 13.0 was well below the long term average (21.2). The highlight of atmospheric halos was a Christmas halo with a supralateral arc.

**Halo observations in 2022:**

revealed a halo activity index of 246.2 which is well below the value found for 2021. Only eleven years since 1986 yielded a value below 300 and there were only four years with a value lower than in 2022. The number of halos was comparable to 2021, but the duration and brightness were lower and we noted fewer rare halos. The 37th year of the electronic data base yielded 3695 halos; the total duration of systematic halo observation covers 44 years now.

**Crepuscular rays and noctilucent clouds on Mars:**

have been imaged by "Curiosity". The noctilucent clouds obviously occurred in clouds which are higher than the usual clouds at about 60 km.

**Observations of halos in hoar frost and snow covered ground:**

in parallel as well as in divergent light are described and discussed. Images and diagrams help to explain the observations of the phenomena.

**Our cover:**

shows the "photo of the year 2022" taken on 2022 September 14. A fogbow and a green aurora were seen near the Hrafninnusker (mountain) in the South of Iceland. (Photo: Kerstin Langenberger)

**Unser Titelbild...**

...zeigt das Bild des Jahres 2022 des AKM-Fotowettbewerbs. Kerstin Langenberger nahm diesen Nebelbogen und das Polarlicht am 14. September 2022 in der Nähe des Hrafninnusker, einen Berg im Süden Island, auf.

© Kerstin Langenberger

---

**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 / AllSky7-Netz: Sirko Molau, Abenstalstraße 13 b, 84072 Seysdorf

Beobachtungshinweise: Roland Winkler, Im Lumsch 21, 04416 Markkleeberg

Feuerkugeln: Jörg Strunk, Kneippstr. 14, 32049 Herford

Halos / Atmosphärische Erscheinungen: Claudia Hinz, Wolfgang Hinz, Oswaldtalstr. 9, 08340 Schwarzenberg

Meteorite: Dieter Heinlein, Lilienstraße 3, 86156 Augsburg

Polarlichter: Andreas Möller, Ernst-Reinke-Str. 3, 10369 Berlin

**Bezugspreis:** Für Mitglieder des AKM ist 2023 der Bezug von *METEOROS* im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Für den Jahrgang 2023 inkl. Versand für Nichtmitglieder des AKM 35,00 €.

Überweisungen bitte mit der Angabe des Namens und „Meteoros-Abo“ auf das Konto des AK Meteore bei der Berliner Volksbank Potsdam 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