

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 79 (2021)
Heft: 1

Artikel: Das Spektrum des Kometen Neowise
Autor: Walker, Richard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1049407>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

«HÄUFIG WERDEN KOMETEN RELATIV TREFFEND ALS «SCHMUTZIGE SCHNEEBÄLLE» BEZEICHNET»

VISUELLE MERKMALE EINES KOMETEN

Abbildung 1 zeigt den Kometen NEOWISE am 14. Juli 2020 in Perihelnähe, wie er im inneren Bereich des Sonnensystems die charakteristischen Merkmale entwickelt. Die schalenförmige «Koma» bildet den hellen Kopf des Kometen, welche sich in Sonnennähe bis auf einen Durchmesser von einigen Zehntausend km ausdehnen kann und so den ausgasenden Kern verhüllt, der selbst aber meist nur wenige Kilometer misst. Der hier bläulich leuchtende, dünne Gasstrahl wird auch «Plasmaschweif» genannt. Er zeigt, wie Moleküle des Kerns durch geladene Teilchen des Sonnenwindes ionisiert und radial von unserem Zentral-

gestirn «weggeblasen» werden. Die Form des fächerförmigen und hier bräunlich leuchtenden Staubschweifs wird hauptsächlich durch den Bahnverlauf des Kometen und den Strahlungsdruck der Sonne bestimmt. Die sichtbare Schweiflänge ist jeweils von mehreren Parametern abhängig und kann von einigen 10 Mio. bis zu mehreren 100 Mio. km reichen.

DER KOMETENKERN: ÜBERZOGEN VON EINER DUNKLEN KRUSTE

Ausserhalb der Marsbahn ist die Temperatur so niedrig, dass die Kometenkerne inaktiv und so dunkel sind, dass sie nur ca. 4 % des Sonnenlichts reflektieren.



Abbildung 1: Komet NEOWISE C/2020 F3 (links) war einer der hellsten Kometen seit Hale-Bopp 1997. Die beiden Bilder rechts zeigen den Kern des Kometen Churyumov-Gerasimenko, aufgenommen von der Rosetta-Sonde.

Bilder: Wikipedia / ESA/Rosetta/NAVCAM

Vor allem die Giotto- und Rosetta-Missionen haben gezeigt, dass die Kerne von einer dunklen Kruste und Gesteinsschutt überzogen sind. Als «Schulbeispiel» zeigt Abbildung 1 (Bild in der Mitte) den hier noch inaktiven, bizarr geformten Kern des Kometen Churyumov-Gerasimenko, mit einem «mittleren» Durchmesser von ca. 3.5 km [5]. Das hochaufgelöste Bild wurde von Rosettas Navigationskamera am 19. September 2014

DAS SPEKTRUM DES KOMETEN NEOWISE

Dem Autor, einem aktiven Mitglied der SAG-Fachgruppe Spektroskopie, ist es gelungen, das Spektrum des neulich erschienenen Kometen NEOWISE aufzuzeichnen und zu analysieren.



Ende März 2020 wurde der astronomische «Überraschungsgast» mit der Bezeichnung C/2020 F3 durch das Weltraumteleskop Neowise entdeckt. Mitte Juli erreichte der Komet das beachtliche Helligkeitsmaximum von $\sim +0.8^{\text{mag}}$ und gehört damit zu den hellsten, freiaugig sichtbaren Kometen seit Hale-Bopp im Jahr 1997.

aus einer Entfernung von ca. 28 km aufgenommen. Zum Vergleich: Der Kerndurchmesser von C/2020 F3 NEOWISE wird nur knapp grösser auf ca. 5 km geschätzt [1].

DIE ZUSAMMENSETZUNG DES KERNS

Abgesehen von Weltraummissionen wie Stardust und Rosetta, kann die chemische Zusammensetzung eines Kometenkerns nur mittels Spektralanalyse un-

tersucht werden. Weit ausserhalb der Neptunbahn gelegen, werden die Oort'sche Wolke sowie der Kuiper-gürtel als Geburtsstätte angenommen, weshalb diese Objekte wohl aus Überresten der Entstehung des Sonnensystems bestehen. Häufig werden Kometen, relativ treffend, als «Schmutzige Schneebälle» bezeichnet. Tatsächlich bestehen sie hauptsächlich aus Wassereis (H_2O), aber interessanterweise auch aus organischen

Verbindungen, wie Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO₂), Formaldehyd (CH₂O), Methanol (CH₄O), Methan (CH₄) und schliesslich auch Ammoniak (NH₃) – um nur die grösseren Anteile zu nennen [4]. Die durchschnittliche Dichte von Kometenkernen ist sehr gering und beträgt typischerweise nur ca. 0.5 g/cm³.

DIE ENTSTEHUNG DES KOMETENSPEKTRUMS

Ein beobachtbares Spektrum generiert der Kometenkern erst dann, wenn er innerhalb der Marsbahn weiter ins Innere Sonnensystem vordringt und durch den Temperaturanstieg mit dem Ausgasen beginnt. Abbildung 1 (Bild ganz rechts) zeigt den spektakulären Vorgang der Sublimation am Kern von Churyumov-Gerasimenko, aufgenommen von Rosetta am 27. März 2015.

TYPISCHE SIGNATUREN IN KOMETENSPEKTREN

Die wohl auffälligsten Emissionen, und das eigentliche «Markenzeichen» der Kometenspektren, werden durch Kohlenstoffmoleküle (C₂) verursacht. Diese breiten, sägezahnförmigen «Bandenspektren» werden durch komplexe Rotations- und Vibrationsvorgänge verursacht. Sie sind nach ihrem Entdecker benannt, dem Schottischen Physiker *William Swan* (1818 – 1894). Die sog. Swan-Bänder lassen sich im Labor verblüffend einfach mit einer simplen Butan-

gasflamme erzeugen – so quasi als «Kometenspektrum aus dem Baumarkt» (Abbildung 4). Diese Signaturen sind auch in Profilen von Kohlenstoffsternen – dort allerdings nach unten gespiegelt – in Absorption zu sehen [10].

DIE IDENTIFIKATION DER CN-EMISSION

1881 gelang dem englischen Amateurastronomen *Sir William Huggins* (1824 – 1910), Cyanid-Ionen (CN)

Emission, Absorption und Kontinuumsstrahlung

In einem Spektraldiagramm (Abbildung 2) wird die Strahlungsintensität, oder spektrale Flussdichte [9], über der Wellenlängenachse aufgetragen. Die Wellenlänge wird in diesem Artikel durchwegs in Ångström [Å] angegeben (1 Å = 10⁻¹⁰ m).

Emissionslinien (rot) steigen immer von unten nach oben. Häufig, aber nicht immer, erscheinen sie überlagert auf einer breitbandigen **Kontinuumsstrahlung** (blau). In der Koma und im Plasmaschweif von Kometen generieren vom Sonnenwind angeregte Molekülionen, komplexe Emissionsspektren (Abbildung 5). Diese Teile des Kometen sind daher selbstleuchtend, vergleichbar zu Leuchtstoffröhren.

Absorptionslinien (gelb) erzeugen bei bestimmten, elementspezifischen Wellenlängen Lücken in der Kontinuumsstrahlung. Der Staubschweif des Kometen reflektiert im Wesentlichen das Sonnenlicht und zeigt deshalb meist nur das solare Absorptionsspektrum (Abbildung 3). Emissionen und Absorptionen können in einem Spektrum auch gemischt auftreten. Absorptionen sind zwingend und untrennbar an eine Kontinuumsstrahlung gebunden.

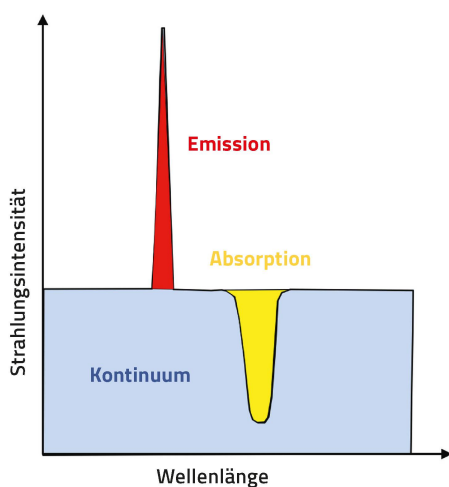


Abbildung 2: Schematisch vereinfachtes Spektraldiagramm mit Kontinuum, sowie Emissions- und Absorptionslinie.

Grafik: Richard Walker

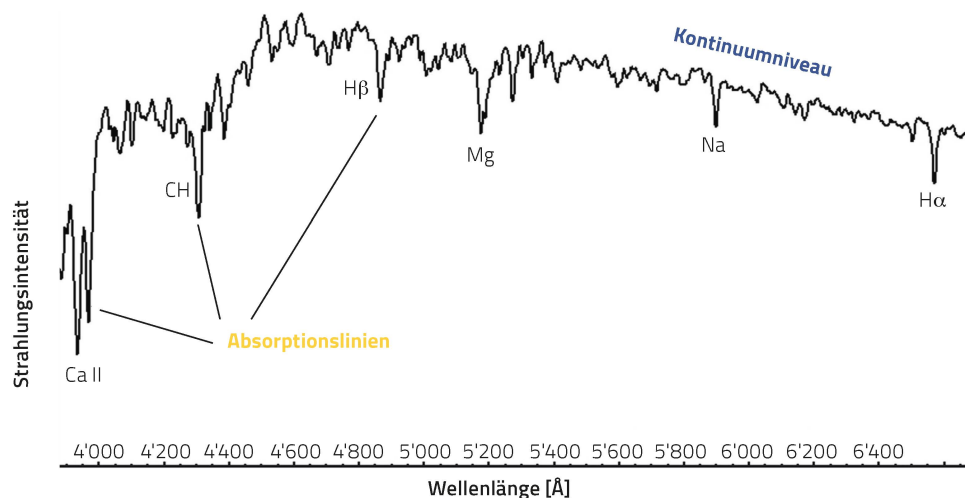


Abbildung 3: Absorptionslinien im Kontinuum des Sonnenspektrums.

Grafik: Richard Walker

Das Spektrum des Kometen NEOWISE

Abbildung 5 zeigt das Komaskpektrum des Kometen NEOWISE, aufgenommen bei einer scheinbaren Helligkeit von ca. +5.5^{mag} am 31. Juli 2020, 20:30 UT.

Instrumente: C8 Teleskop, DADOS Spektrograf mit 200L mm⁻¹ Gitter und Spaltbreite 25 µm.

Kamera: Atik 314L+, Belichtungszeit: 2 × 420 s im 2 × 2 Binning-Mode.

Da die Koma des Kometen hier grösser als die Spaltlänge des Spektrografen erschien, musste der Himmelshintergrund mit der Lichtverschmutzung separat aufgezeichnet und von den einzelnen Aufnahmen subtrahiert werden. Die Intensität des Profilverlaufs wurde hier mit einer bestehenden Korrekturkurve grob vom Instrumentenfehler korrigiert [9], um die eindrückliche Intensität der CN Emission bei 3'880 Å realistisch zeigen zu können. Verglichen mit anderen Kometenspektren fällt hier Folgendes auf:

- Ähnlich wie bei Planetarischen Nebeln ist, mit Ausnahme kurzer Abschnitte, keine Kontinuumsstrahlung erkennbar, d. h. die Emissionen «stehen» praktisch direkt auf der Wellenlängennachse.
- Die C₂-Swanbänder erscheinen hier zwischen 4'600 und 5'700 Å praktisch in «Laborqualität», d. h. fast analog zu Abbildung 4 und kaum überlagert durch Emissionen anderer Ionen.

Kometenspektren bleiben während einer Passage nicht konstant und deren Entwicklung ist abhängig von zahlreichen Parametern, wie z. B. Perspektive, Ausgasungsrate und Sonnenabstand. Bei diesem Profil handelt es sich deshalb nur um eine Momentaufnahme.

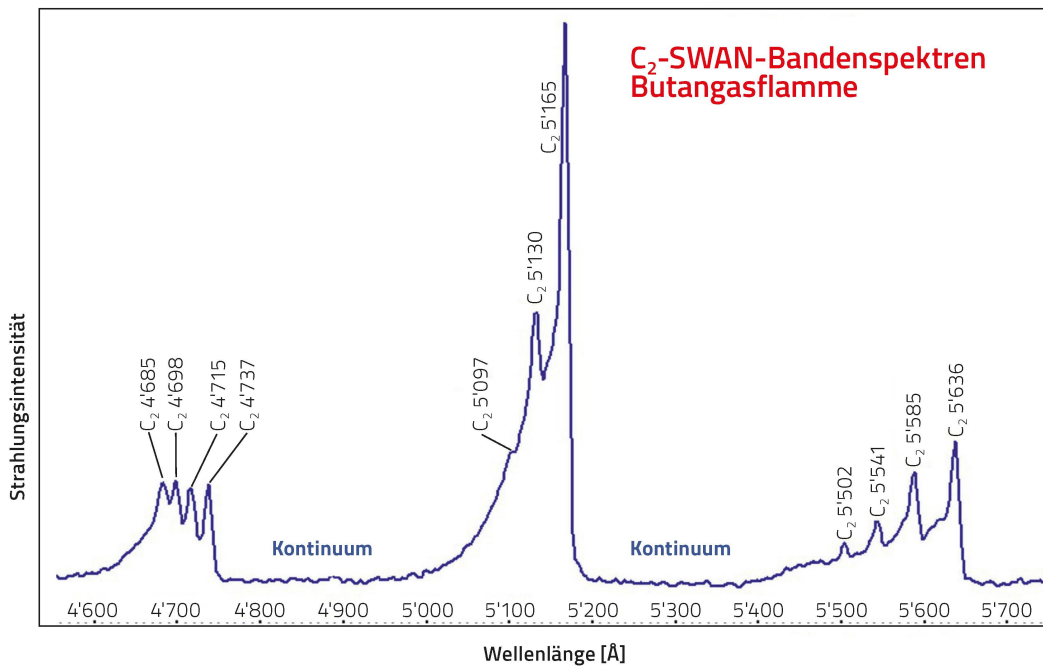
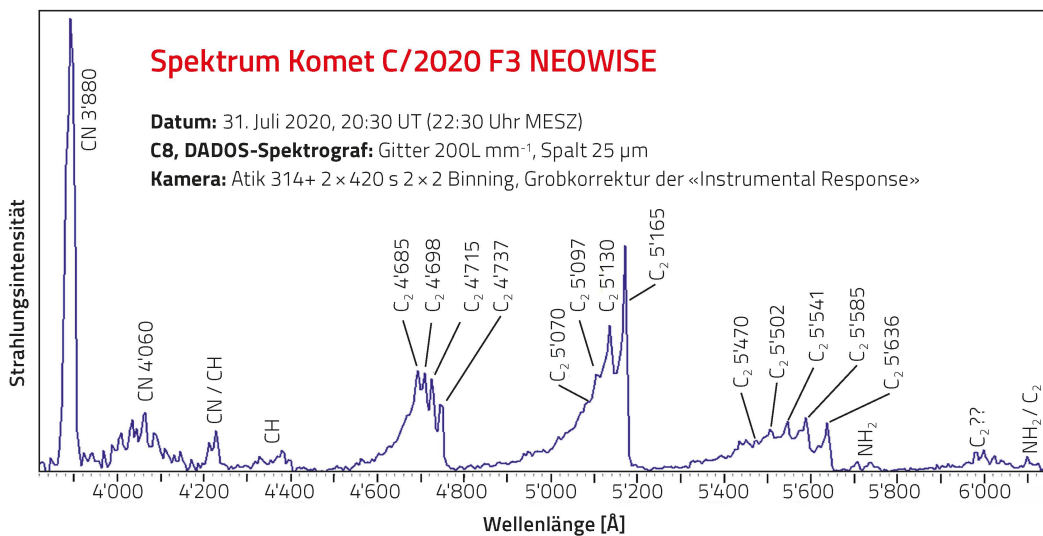


Abbildung 4:
C₂-Emissionsspektrum der Swan-Bänder.

Grafik: Richard Walker



Spektrum Komet C/2020 F3 NEOWISE

Datum: 31. Juli 2020, 20:30 UT (22:30 Uhr MESZ)

C8, DADOS-Spektrograf: Gitter 200L mm⁻¹, Spalt 25 µm

Kamera: Atik 314+ 2 × 420 s 2 × 2 Binning, Grobkorrektur der «Instrumental Response»

Abbildung 5: Das Komaskpektrum des Kometen C/2020 F3 NEOWISE

Grafik: Richard Walker



Abbildung 6: Panikmache im Jahr 1910; diese Postkarte zeigt als Satire, wie die Menschen auf den Kometen Halley «vorbereitet» wurden. Gut, wer noch einen der Ballone kaufen und auf eigene Verantwortung zum Mond fliegen konnte.

Bild: Wikipedia

als Ursache für die eindruckliche Emission bei 3'880 Å zu identifizieren. Er konnte damals nicht ahnen, was seine Entdeckung, knapp 30 Jahre später, noch auslösen würde. *Huggins* war übrigens nicht der einzige Amateur, der sich Ende des 19. Jahrhunderts erfolgreich mit Spektroskopie befasste. Wieso sich erst über 100 Jahre später wieder eine nennenswerte Schar von Amateur-Spektroskopikern mit der «Astronomischen Königsdisziplin» beschäftigt, bleibt dem Autor ein Rätsel.

ENDZEITSTIMMUNG UM 1910 – UND DER AUSVERKAUF VON GASMASKEN

Kometen galten seit dem Altertum als Vorboten für meist negative Ereignisse, wie Kriege, Naturkatastrophen und Krankheiten. Im Gegensatz zu Sonne, Mond und Planeten verbreitete deren unerwartet plötzliches und manchmal spektakuläres Auftreten Furcht und Schrecken. Erst seit dem 16. Jahrhundert wurde

zunehmend klar, dass diese Objekte zum Sonnensystem gehören und einzelne sogar periodisch wiederkehren.

Knapp 30 Jahre nach *Huggins* Entdeckung sorgte die CN-Emission weltweit für Endzeitstimmung. Vor der erwarteten Rückkehr des Kometen Halley wurde bekannt, dass die Erde am 19. Mai 1910 dessen Schweif passieren würde. Die Boulevardpresse schürte daraufhin die Angst vor der Bildung von Blausäure (HCN) oder Zyankali (KCN). Die hochstilisierten Konsequenzen waren auch gemäss damaligem Wissensstand völlig übertrieben. Die Schweifdicke ist extrem dünn und zudem wirkt die Erdatmosphäre als Schutzschild. Trotzdem waren z. B. in Paris und New York sämtliche Gasmasken, Sauerstoffflaschen sowie Feldstecher und Teleskope ausverkauft. Einige warteten angeblich in Leichenhemden auf den Weltuntergang und der Handel mit «Kometenpillen» und ähnlichem Unsinn florierte [7]. Selbst Versicherungen gegen

Kometenschäden sollen angeboten worden sein. Die Ironie der Geschichte: *William Huggins* starb am 12. Mai 1910 nur wenige Tage vor der Schweifpassage.

Die Stimmung wurde zusätzlich noch angeheizt durch die damals nur kurz zurückliegende, verheerende Tunguska-Explosion vom 30. Juni 1908 in Ostsibirien [6]. Deren mögliche Ursache ist bis heute nicht restlos geklärt, wurde aber wahrscheinlich durch einen kleinen Asteroiden oder Kometenkern verursacht, der in grosser Höhe explodierte.

Es gab damals aber auch Aufgeklärte, welche dieses Ereignis interessiert beobachteten, oder diesen Aufruhr mit Humor kommentierten. Dies dokumentiert abschliessend die humoristische Postkarte von Anno 1910 (Abbildung 6). <

AUTOR Richard Walker

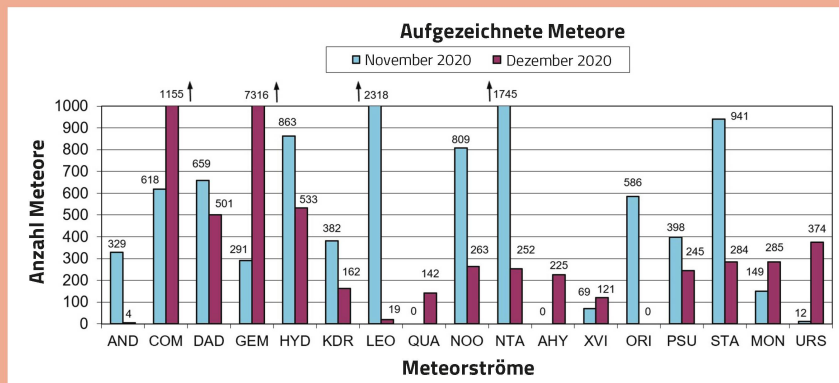
Als pensionierter Bauingenieur befasst sich der Autor seit über 50 Jahren mit Astronomie – in letzter Zeit vorwiegend mit der Spektralanalyse. Er ist Verfasser mehrerer Publikationen zum Thema Astrospektroskopie [8], [9], [10] und Mitglied der Fachgruppe Spektroskopie der SAG. Als lizenzierter Kurzwellen-amateur interessiert er sich auch für die Radioastronomie. Weiter analysiert er die archäoastronomische Relevanz der Ausrichtung prähistorischer Steinsetzungen und Gräbern sowie der Gebäudeachsen von Sakralbauten [8].

LINKS & LITERATUR

- [1] Komet C/2020 F3 (NEOWISE) [https://de.wikipedia.org/wiki/C/2020_F3_\(NEOWISE\)](https://de.wikipedia.org/wiki/C/2020_F3_(NEOWISE))
- [2] NASA: Neowise Satellite: https://www.nasa.gov/mission_pages/neowise/main/index.html
- [3] VdS Fachgruppe Kometen: Auswertung Komet Neowise C/2020 F3: https://fg-kometen.vdsastro.de/koj_2020/c2020f3/20f3_aus.htm
- [4] Komet: <https://de.wikipedia.org/wiki/Komet>
- [5] Komet Tschurjumow-Gerassimenko; <https://de.wikipedia.org/wiki/Tschurjumow-Gerassimenko>
- [6] Tunguska Ereignis: <https://de.wikipedia.org/wiki/Tunguska-Ereignis>
- [7] Deutschlandfunk: Der todbringende Komet; https://www.deutschlandfunk.de/der-todbringende-komet.871.de.html?dram:article_id=126973
- [8] Homepage des Autors u. a. mit Schriften zum Thema Astrospektroskopie: <https://www.ursusmajor.ch/astrospektroskopie/richard-walkers-page/index.html>
- [9] M. F. M. Trypsteen, R. Walker: Spectroscopy for Amateur Astronomers -Recording, Processing, Analysis and Interpretation, 2017 Cambridge University Press, ISBN: 9781107166189
- [10] R. Walker: Spectral Atlas for Amateur Astronomers -A Guide to the Spectra of Astronomical Objects and Terrestrial Light Sources, 2017 Cambridge University Press, ISBN: 9781107165908
- [11] M. E. Brown et al: A High Resolution Catalogue of Cometary Emission Lines, The Astronomical Journal, 112, (1996) 1197–1202, <http://www.gps.caltech.edu/~mbrown/comet/echelle.html>

Swiss Meteor Numbers 2020

Fachgruppe Meteorastronomie FMA (www.meteore.ch)



ID	Beobachtungsstation	Methode	Kontaktperson	11/2020	12/2020
ALT	Beobachtungsstation Altstetten	Video	Andreas Buchmann	284	250
BAU	Beobachtungsstation Bauma	Video	Andreas Buchmann	28	0
BOS	Privatsternwarte Bos-cha	Video	Jochen Richert	6656	4381
BUE	Sternwarte Bülach	Foto	Stefan Meister	0	0
EGL	Beobachtungsstation Eglisau	Video	Stefan Meister	0	0
FAL	Sternwarte Mirasteilas Falera	Video	José de Queiroz	1420	1140
GNO	Osservatorio Astronomica di Gnosca	Video	Stefano Sposetti	4828	3376
HUB	Sternwarte Hubelmatt	Foto	Heiri Hefti	5	3
LOC	Beobachtungsstation Locarno	Video	Stefano Sposetti	4398	4006
MAI	Beobachtungsstation Maienfeld	Video	Martin Dubs	752	545
MAU	Beobachtungsstation Mauren	Video	Hansjörg Nipp	430	598
PRO	Beobachtungsstation Prosito	Video	Viola Romerio	0	0
SCH	Sternwarte Schafmatt Aarau	Foto	Jonas Schenker	1	0
SON	Sonnenturm Uecht	Foto	T. Friedli / P. Enderli	5	0
TEN	Beobachtungsstation Tentlingen	Foto	Peter Kocher	0	0
VTE	Observatoire géophysique Val Terbi	Video	Roger Spinner	1144	2248
WET	Beobachtungsstation Wettswil a. A.	Video	Andreas Schweizer	0	0
WOH	Beobachtungsstation Wohlen BE	Foto	Peter Schlatter	1	0

November 2020 **Total: 19900**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
270	188	17	32	314	331	899	789	878	796
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
799	434	650	655	803	239	1238	1590	1129	634
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
955	886	597	843	848	821	800	515	412	554

Anzahl Sporadische: 9000 Anzahl Sprites: 39
Anzahl Feuerkugeln: 22
Anzahl Meldeformulare: 4

Dezember 2020 **Total: 16548**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
83	121	327	13	0	0	68	78	31	399
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
715	875	3012	5653	293	157	367	715	385	150
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
232	495	196	94	115	514	405	32	264	343

Anzahl Sporadische: 4487 Anzahl Sprites: 10
Anzahl Feuerkugeln: 28
Anzahl Meldeformulare: 2

Video-Statistik 11/2020

Meteore	Beob.
Einzelbeobachtungen:	10852 = 78% 10852
Simultanbeobachtungen:	3126 = 22% 9048
Total:	13978 = 100% 19900

Video-Statistik 12/2020

Meteore	Beob.
Einzelbeobachtungen:	9862 = 80% 9862
Simultanbeobachtungen:	2400 = 20% 6686
Total:	12262 = 100% 16548