

International Meteor Organization

Meteorstrom-Kalender 2023

herausgegeben von Jürgen Rendtel¹

1 Einleitung

Dies ist die deutschsprachige Version der 33. Ausgabe des Meteor Shower Calendar der International Meteor Organization (IMO). Ströme mit Radianten südlich von etwa $\delta \approx -30^\circ$ sind von mittleren nördlichen Breiten generell nicht zu beobachten. Bemerkungen zu den Gegebenheiten in Mitteleuropa sind hinzugefügt. Beobachtungsergebnisse, die nach Redaktionsschluss der englischen Ausgabe gewonnen wurden, sind berücksichtigt.

Die Aufmerksamkeit der Beobachter soll sowohl auf die alljährlich wiederkehrenden Meteorströme (genaue Position von Peaks, Raten) als auch auf theoretisch mögliche Ereignisse gelenkt werden. Modellrechnungen können auf zusätzliche Peaks, erhöhte Raten oder kleine Aktivitätsanzeichen geben. Deren Zeitpunkt ist eine wichtige Information. Selbst die Feststellung, dass zu einem rechnerisch möglichen Ereignis keine Bestätigung durch Beobachtungen erfolgt (“null Meteore”) ist ein wichtiger Befund. Darüber hinaus kann der Kalender zur Planung von Beobachtungsaktivitäten genutzt werden.

Video-Kameranetze zeichnen die Aktivität in praktisch allen Nächten auf. Visuelle Beobachter können jedoch ebenso wichtige Daten für viele Ströme beitragen – insbesondere da zahlreiche Serien zu einzelnen Strömen weit zurückreichen und Parallel-Beobachtungen wichtig für die Kalibration der Datenreihen sind. Visuelle Beobachtungen werden merklich durch Mondlicht beeinträchtigt. Allerdings können selbst Daten, die bei “mäßiger” Grenzgröße gewonnen wurden, für eine Reihe grundlegender Analysen herangezogen werden. In jedem Fall ist die sorgfältige Erfassung der Beobachtungsbedingungen essentiell.

Die Maxima der drei aktivsten Ströme liegen 2023 wie folgt:

Quadrantiden – zwei Tage vor Vollmond

Perseiden – abnehmender Mond

Geminiden – Neumond.

Gute Bedingungen gibt es für die Maxima der April-Lyridem (zunehmende Mondsichel) und die Oktober-Draconiden (abnehmende Mondsichel) sowie die Orioniden und Leoniden (nahe dem Ersten Viertel). Die stärksten südlichen Ströme, die η -Aquariiden und die Südlichen δ -Aquariiden, erreichen ihre Maxima praktisch bei Vollmond. Das gilt auch für die Aurigidem und am Ende liegt das Ursidenmaximum knapp vier Tage vor Vollmond.

¹Angaben auf Grundlage von *Meteor Observers Workbook 2014*, herausgegeben von Jürgen Rendtel, IMO, 2014 (**WB**), sowie der Artikel “A Comprehensive List of Meteor Showers Obtained from 10 Years of Observations with the IMO Video Meteor Network” von Sirko Molau und Jürgen Rendtel (*WGN* **37:4**, 2009, S. 98–121; kurz: **VID**). Besonderer Dank an Peter Jenniskens, Mikhail Maslov und Jérémie Vaubaillon für neue Angaben und Hinweise zu berechneten Ereignissen im Jahr 2023 (siehe auch die Literaturliste auf S.23). Wichtige Daten zu einigen Strömen steuerte Masahiro Koseki bei, die bei einigen Strömen zu Ergänzungen oder neuen Einträgen führten. Dank auch an Tim Cooper, Robert Lunsford, Alastair McBeath, Ina Rendtel und Chris Steyaert für die gewissenhafte Durchsicht der englischen sowie an André Knöfel und Ina Rendtel für Korrekturen und Verbesserungen der deutschen Version des Kalenders.

Ein kurzer intensiver Auftritt der Andromediden wurde am 28. November 2021 beobachtet. Modellrechnungen von Wiegert et al. (2013) zufolge kann es am 2. Dezember 2023 bei $\lambda_{\odot} = 205^{\circ}$ wieder zu merklicher Aktivität kommen. Zehn Tage danach kommt die Erde erstmals Meteoroiden nahe, die vom Kometen 46P/Wirtanen freigesetzt wurden (Details auf Seite 14). Einige weitere berechnete Ereignisse sind in der Tabelle 6a (Seite 27) zusammengestellt.

Es kann auch jederzeit völlig unerwartet Meteoraktivität auftreten. Beobachtungen im gesamten Jahr komplettieren unsere Kenntnis der bekannten Ströme und liefern Aussagen zu den Modellannahmen der potentiellen Ereignisse. Die Kombination von Daten, die mit verschiedenen Methoden gewonnen wurden, bedeuten eine größere Sicherheit der abgeleiteten Parameter. Dabei ist auch an die Fortsetzung bereits sehr langer Zeitserien bekannter Ströme zu denken, die durch visuelle Daten zum Teil weit über hundert Jahre dokumentiert sind.

Die **Arbeitsliste der visuellen Meteorströme** (Tabelle 5 auf Seite 25) ist Kern des Kalenders. Sie wird ständig aktualisiert und ist auf dem Stand zum Zeitpunkt der Kalender-Erstellung. Beobachter sollten im Verlauf des Jahres eventuelle Informationen z.B. auf der IMO-Webseite oder im IMO-Journal *WGN* verfolgen. Da die Liste als Referenz dienen soll und um eindeutige Bezüge zu anderen Quellen zu ermöglichen, werden alle Strombezeichnungen komplett mit der Katalog-Nummer aus der Datenbank des IAU Meteor Data Centers angegeben.

Meteorbeobachtungen mit Videotechnik verbessern den Zugang zu schwachen Quellen und eine höhere Anzahl von nachgewiesenen Relationen zwischen Meteorströmen und ihren Ursprungsobjekten verbessert die Kenntnis der damit verbundenen Prozesse. Einige Ströme verursachen nur einmalig oder unregelmäßig Ausbrüche wie etwa die Juni Bootiden und die Oktober Draconiden.

Alle Beobachtungstechniken haben ihre Einsatzmöglichkeit. Daten aus visuellen und Videobeobachtungen erlauben die Berechnung von Rate und Flussdichte sowie die Ermittlung der Größenverteilung der Meteoroiden, ausgedrückt als Populationsindex r oder Masseindex s . Kamernetze liefern Orbits der Meteoroiden; Ströme, deren Radianten nicht weit genug von der Sonne erscheinen, können mit Radio-Forward-Scatter (oder Back-Scatter-Radar) verfolgt werden. Die Tagesströme sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Ein Ziel der IMO ist die Sammlung, Analyse und Publikation von Daten über Meteore, die global und mit unterschiedlichen Methoden gewonnen werden. Beobachtungsergebnisse sollten an die entsprechende Kommission geleitet werden (siehe die Übersicht am Ende des Kalenders). Durch die regelmäßig gewonnenen Daten seit 1988 und teilweise weiter zurück konnten viele Angaben dieses Kalenders überhaupt erst bestimmt werden – und nur eine weitere kontinuierliche Beobachtung hält unseren Kenntnisstand über Meteoroiden in Erdnähe aktuell.

Die Angaben im Kalender – Zeiten, Positionen und Raten – sind so zuverlässig wie möglich, können aber erfahrungsgemäß in einigen Fällen abweichen oder sind generell nur näherungsweise angebbare. In einigen Strömen finden wir außerdem eine merkliche Sortierung der Meteoroiden nach ihrer Masse. So kann z.B. der Zeitpunkt eines Maximums in den Daten aus unterschiedlichen Beobachtungsmethoden differieren. Nicht alle Ereignisse müssen auch mit allen Techniken gleichermaßen beobachtbar sein. Wichtig ist stets, dass gut dokumentiert wird und möglichst große Bereiche erfasst werden.

Beobachtungsdaten können online über die IMO-Webseite www.imo.net eingegeben werden. Zu vielen Strömen gibt jeweils eine Grafik live über die Aktivität Aufschluss.

Gute Sicht und viel Erfolg beim Beobachten!

2 Antihelion Source

Die Antihelion-Quelle (ANT) ist ein ausgedehnter näherungsweise ovaler Bereich über etwa 30° in Rektaszension und 15° in Deklination. Der Schwerpunkt liegt auf der Ekliptik etwa 12° östlich vom Oppositionspunkt zur Sonne – daher die Bezeichnung. Es handelt sich hierbei nicht um einen Strom (daher ohne Strom-Nummer der IAU-Liste) sondern um die Zusammenfassung mehrerer schwacher und variabler kleiner Ströme mit nahe beieinander liegenden Radianten. Bis 2006 wurden einzelne dieser Ströme des Komplexes einzeln aufgeführt, ohne dass visuelle Beobachter diese tatsächlich unterscheiden konnten. Auch die Video-Daten des IMO Video Meteor Networks zeigen, dass die Zuordnungen von Meteoriten zu den einzelnen (Sub-)Radianten kaum möglich sind und keine sinnvolle Aussage zur Aktivität abzuleiten sind. Visuelle Beobachter sollten die Meteore mit Radianten in diesem Bereich lediglich generell als ANT klassifizieren. Lediglich zwei Ströme nahe der Ekliptik werden weiter als Quellen genannt, die von den ANT getrennt werden können: Die α -Capricorniden und die Südlichen δ -Aquariiden im Juli – August. Zwischen September und Dezember dominieren die Tauriden die Aktivität aus dem Bereich der Antihelion-Region. In diesem Zeitraum sollten Meteore aus diesem Bereich nur einem der beiden Tauriden-Zweige anstelle der ANT zugeordnet werden. Im Kalender finden die Beobachter Karten mit dem Zentrum der ANT-Radianten und den in der Nähe auftretenden Radianten. Die Positionen sind auch in der Tabelle 6 zu finden. Weitere Hinweise zu den ANT-Radianten und der üblicherweise zu erwartenden Aktivität sind in den Zusammenfassungen zu den Quartalen vermerkt.

3 Januar bis März

Das Jahr beginnt mit dem Peak der **Quadrantiden (010 QUA)** am 4. Januar gegen 4^{h} UT. Dies ist kurz vor dem Vollmond (Mond in Taurus), sodass ein großer Teil der Nacht durch Aufhellung gestört ist – siehe aber die Details weiter unten.

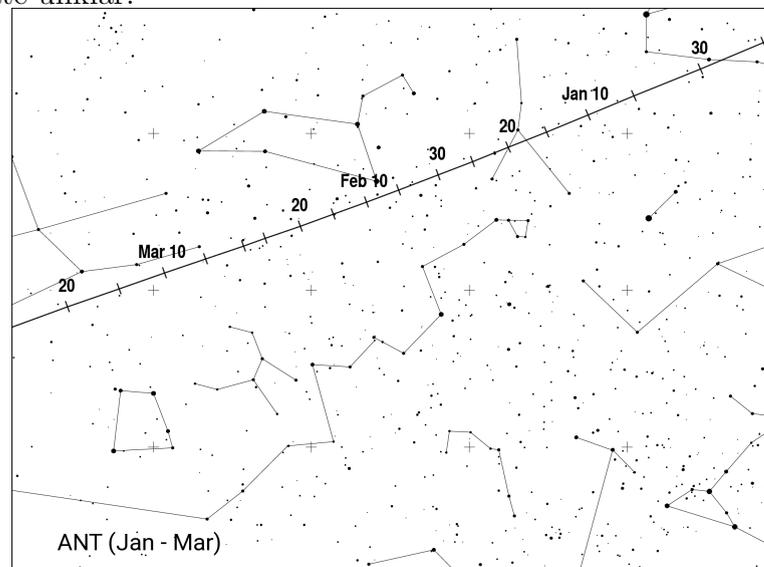
Am 10. Januar 2015 um $02^{\text{h}}50^{\text{m}}$ UT wurde in Radar- und Video-Daten ein kurzer Outburst der **κ -Cancriiden (793 KCA)** mit einem Radianten bei $\alpha = 138^\circ$, $\delta = +9^\circ$ beobachtet; die Position lag bei $\lambda_\odot = 289.315$. Aktivität wurde auch in den Videodaten von 2016 (Molau et al., 2016a) gefunden und in den Daten des SonotaCo Netzwerks erscheint der Strom in den letzten zehn Jahren regelmäßig um den 10. Januar. Es gibt auch Hinweise, dass die 2015 beobachteten KCA einen dichteren Bereich der σ -Leoniden (515 OLE) darstellen. Beide sind in der Arbeitsliste zur IAU MDC eingetragen und weitere Daten könnten hier Klärung bringen. Die Outburst-Position von 2015 wird am 10. Januar 2023 um 04^{h} UT erreicht (heller abnehmender Mond). Das Zentrum des Radianten der Antihelion-Quelle liegt bei $\alpha = 122^\circ$, $\delta = +19^\circ$, etwa 20° südöstlich der KCA-Position; Meteore der KCA ($V_\infty = 47$ km/s) sind schneller als die ANT ($V_\infty = 30$ km/s).

Die **Comae Bereniciden (020 COM)** lassen sich bis Anfang Februar nachweisen. Um den 18. Januar treten die **γ -Ursae Minoriden (404 GUM)** mit geringer Aktivität auf. Für Beobachter auf der Südhalbkugel stehen die **α -Centauriden (102 ACE)** auf dem Programm, allerdings mit dem Maximum um den 8. Februar kurz nach Vollmond. Kurze Ausbrüche (ZHR 20–30) gab es 1974 und 1980 sowie am 14. Februar 2015. Aktivität am 13.–15. Februar 2021 wurde den γ -Cruciden (1047 GCR) zugeschrieben; dies könnte auch eine Wiederkehr der ACE sein. Im März folgen die schwachen **γ -Normiden (118 GNO)**, bei denen weiter Unsicherheiten bezüglich der Aktivitätsperiode des Radianten bestehen.

Modellrechnungen von Vaubaillon (2022) ergeben eine mögliche Begegnung mit Meteoroiden des **Kleinplaneten 2016 BA₁₄** am 21. März 2023 zwischen 00^{h} und 04^{h} UT (nahe $\lambda_\odot = 0^\circ$) von

einem weit südlichen Radianten bei $\alpha = 90^\circ$, $\delta = -51^\circ$ (in Pictor). Strommeteore sind sehr langsam ($V_\infty = 17$ km/s). Dieser Fall ist auch deswegen interessant, weil der Strom von einem Jahr zum nächsten mal innerhalb und mal außerhalb der Erdbahn liegt. Wie bei den meisten Strömen von Kleinplaneten ist die Rate unklar.

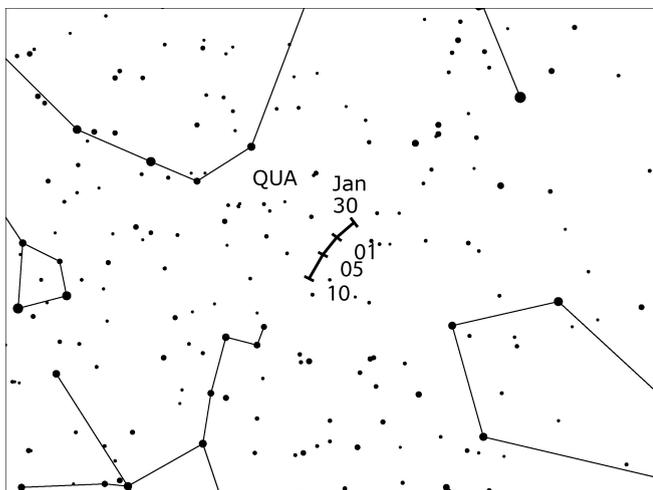
Das Zentrum der **ANT**-Radianten verlagert sich vom südöstlichen Bereich der Zwillinge (Anfang Januar) durch den Krebs schließlich zum südlichen Löwen im Februar und im März weiter durch die Jungfrau, wie in der Karte gezeigt. Die ZHR ist normalerweise im Bereich von 2–3. Flussdichtedaten aus Video-Meteorbeobachtungen lassen eine geringfügig höhere Rate um Mitte März erkennen $\lambda_\odot \approx 355^\circ$ (2023 März 15).



Der Höhepunkt der **Tages-Capricorniden/Sagittariiden (115 DCS)** wird am 1.–2. Februar erwartet. Daten dieses Stromes gehen auf ältere Quellen zurück und werden durch Einbeziehung neuerer Beobachtungen aktualisiert. Der Radiant liegt rund 10° südlich der Sonne, sodass keine optischen Beobachtungen möglich sind.

Quadrantiden (010 QUA)

Aktivität: Dezember 28–Januar 12; Maximum: Januar 4, 03^h40^m UT ($\lambda_\odot = 283^\circ 15'$),
 ZHR = 110 (variiert $\approx 60 - 200$);
 Radiant: $\alpha = 230^\circ$, $\delta = +49^\circ$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;
 $V_\infty = 41$ km/s; $r = 2.1$ im Maximum, sonst 2.5.



Die höchsten QUA-Raten blieben 2022 merklich unter den mittleren bekannten Werten. Die Modellierung des Stromes ist – wie wiederholt betont wurde – schwierig. Zur Überprüfung der Modellparameter sind Angaben zur maximalen ZHR des Stromes bei jedem Durchgang wichtig.

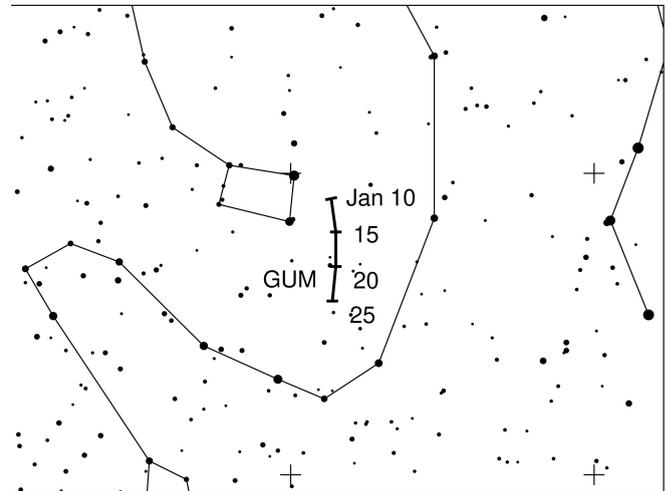
Das 2023-er Maximum findet kurz vor Vollmond statt. Eine Abschirmung des direkten Mondlichtes ist bei visuellen Beobachtungen unabdingbar. In den Morgenstunden ist die Störung geringer (Mond tiefer, am Ende unter dem Horizont; Radiant hoch – die Ortszeit des Peaks ist optimal für Beobachter in Europa.

Am Morgen des 4. Januar steht der Mond im Stier. Auf 15° östlicher Länge ist der Mond gegen 04^h UT noch etwa 10° hoch am Westhimmel und geht ca. eine Stunde später unter. Damit bleibt (abhängig von der Breite) ein Intervall von 1–2 Stunden für visuelle Beobachtungen mit geringer oder keiner Mondlicht-Aufhellung.

γ -Ursae Minoriden (404 GUM)

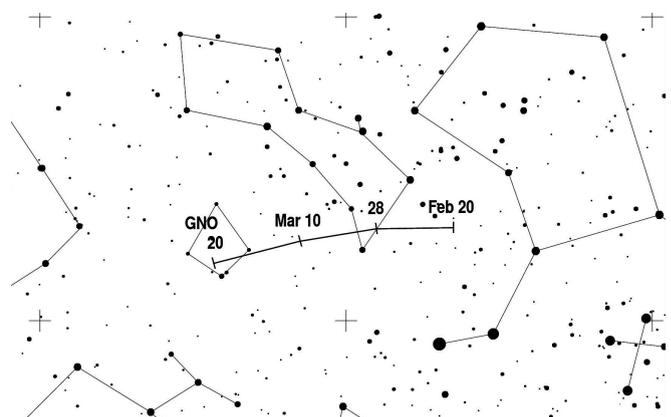
Aktivität: Januar 10–22; Maximum: um Januar 18 ($\lambda_{\odot} = 298^{\circ}$); ZHR ≈ 3 ;
 Radiant: $\alpha = 228^{\circ}$, $\delta = 67^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 31$ km/s; $r = 3.0$.

Wir wissen bislang nur wenig über diesen kleinen Strom, der in Video- und visuellen Daten gut erkennbar ist. Er wurde seit 2017 in unserer Arbeitsliste geführt und alljährlich beobachtet. Hinsichtlich der Geschwindigkeit ähneln die Meteore dieses Stromes mit weit nördlichem Radianten den Ursiden. Alle Angaben zur Aktivitätsperiode und anderen Stromparametern sind vorläufig und erfordern Präzisierungen. Der Mond erreicht sein Letztes Viertel am 15. Januar, sodass insbesondere das Maximum und die spätere Periode der Aktivität ungestört zu verfolgen sind.

 *γ -Normiden (118 GNO)*

Aktivität: Februar 25–März 28; Maximum: März 14 ($\lambda_{\odot} = 354^{\circ}$) – siehe Text; ZHR = 6;
 Radiant: $\alpha = 239^{\circ}$, $\delta = -50^{\circ}$, Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 56$ km/s; $r = 2.4$.

Die γ -Normiden ZHR sind über einen großen Teil der genannten Aktivitätsperiode nahe der Nachweisgrenze. Eine Auswertung von IMO-Daten aus den Jahren 1988–2007 zeigten eine mittlere Peak-ZHR ≈ 6 bei $\lambda_{\odot} = 354^{\circ}$. In der übrigen Zeit blieben die ZHR < 3 (WB, p. 19). Daten nach 1999 weisen auf einen möglichen Peak zwischen $\lambda_{\odot} \approx 347^{\circ}$ – 357° hin; das entspricht 2023 März 7–17. Neue Daten bestätigen Aktivität aus der Region, ohne dass bislang ein mittleres Raten-Profil erstellt werden konnte.



Analysen von Video-Daten ausschließlich von der Südhalbkugel ergeben Aktivität vorrangig um den 25. März ($\lambda_{\odot} = 4^{\circ}$) von einem Radianten bei $\alpha = 246^{\circ}$, $\delta = -51^{\circ}$. Auch die Video-Flussdichteprofile sind von Jahr zu Jahr verschieden. Maxima treten zwischen $\lambda_{\odot} \approx 350^{\circ}$ – 0° auf.

4 April bis Juni

In diesem Zeitraum nimmt die visuell beobachtbare Meteoranzahl zu. Allerdings kommt der höchste Anteil der gesamten Meteoraktivität von Ende April bis Juni von Tagesströmen, deren Radianten weniger als 30° von der Sonnenposition liegen.

Die **Lyriden (006 LYR)**, genauer: April-Lyriden) erreichen ihr Maximum kurz nach Neumond am 23. April. Fast störungsfrei sind auch die **π -Puppiden (137 PPU)** mit ihrem Maximum am 24. April.

Beobachtungen um das Maximum des stärksten Südstromes, der **η -Aquariiden (031 ETA)**, sind dagegen stark durch Mondlicht beeinträchtigt (Vollmond am 5. Mai). Das trifft auch auf die **η -Lyriden (145 ELY)** mit ihrer geringen Aktivität um den 10. Mai zu. Auch wenn wegen der Bedingungen keine Details zu den ETA angegeben sind, weisen wir darauf hin, dass Meteoroiden in der 1:6-Umlauf-Resonanz zu Jupiter eventuell für erhöhte Aktivität in den Jahren 2023 und 2024 sorgen können (Egal, 2020). Eine Überwachung der ETA zur Abschätzung der ZHR zwischen 4. und 6. Mai ist von Interesse.

Die **Camelopardaliden (451 CAM)** des Kometen 209P/LINEAR zeigten eine ZHR von etwa 15 am 29. Mai 2014. Auch 2022 war eine geringe Aktivität erkennbar. Am 24. Mai 2023 wird die Erde Meteoroiden von drei Staubschleuren treffen. Vaubaillon (2022) fand folgende Positionen:
 Staub von 1873: $07^{\text{h}}40^{\text{m}}\text{UT}$ ($\lambda_{\odot} = 62^\circ526$),
 Staub von 1903: $12^{\text{h}}40^{\text{m}}\text{UT}$ ($\lambda_{\odot} = 62^\circ895$),
 Staub von 1909: $13^{\text{h}}07^{\text{m}}\text{UT}$ ($\lambda_{\odot} = 62^\circ895$).

Die Rate lässt sich kaum abschätzen, daher sind alle Daten wichtig. (Radiant: $\alpha = 180^\circ$, $\delta = +79^\circ$, in einer "leeren Region" rund 12° vom Polarstern Richtung δ UMa); $V_{\infty} = 16$ km/s.

Die später aktiven **Juni Boötiden (170 JBO)** können unter guten Bedingungen verfolgt werden.

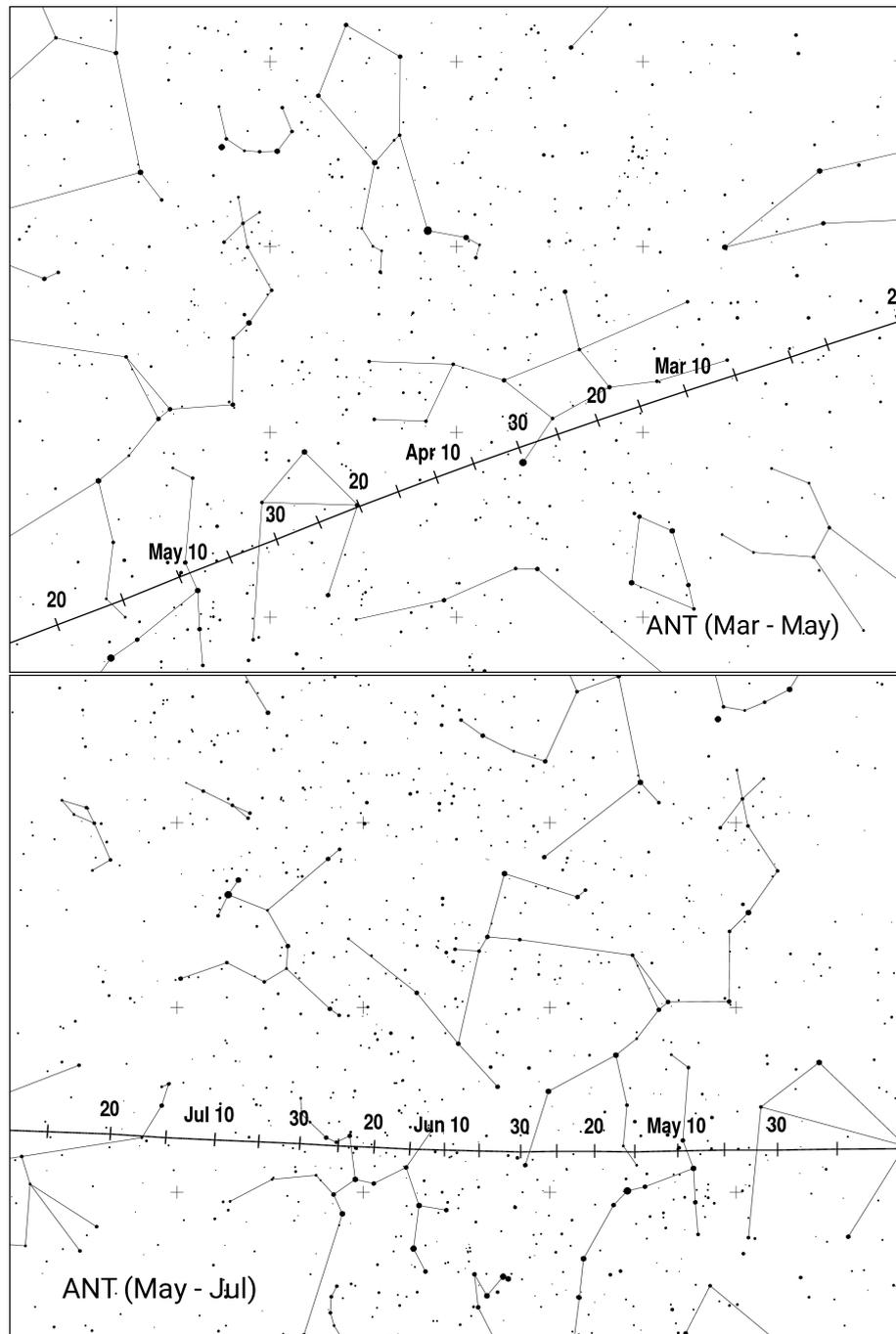
Nach Analysen von Daten visueller und Video-Beobachtungen der IMO ist bei den **ANT** mit ZHR zwischen 2 und 4 ohne merkliche Variationen zu rechnen. Möglicherweise gibt es eine geringfügige Zunahme zum Ende Mai, gefolgt von einer langsamen Abnahme bis in den Juli. Das Radiantengebiet verlagert sich von der südöstlichen Jungfrau durch die Waage im April, weiter durch den nördlichen Bereich des Skorpions zum südlichen Schlangenträger im Mai, und dann in den Schützen im Juni (Karten auf der gegenüberliegenden Seite).

Tagesströme: Ab Mitte Mai sowie im Juni kommt der größte Anteil der Meteoraktivität von Tagesströmen. Für Radio-Meteor-Beobachter geben wir hier die erwarteten Peak-Zeiten an (dazu siehe auch die untenstehenden Bemerkungen):

April Pisciden (144 APS) – April 23; Arietiden (171 ARI) – Juni 7 (mehr Details weiter hinten);
 ζ -Perseiden (172 ZPE) – Juni 10; β -Tauriden (173 BTA) – Juni 28.

In Radio-Daten lassen sich alle genannten Ströme nachweisen. Da die Radianten recht dicht beieinander liegen, sind nicht alle Aktivitäten eindeutig zu trennen. Die Maxima der Arietiden und der ζ -Perseiden überlagern sich zu einer starken Radio-Signatur Anfang bis Mitte Juni. Die einzelnen Maximumsdaten sind nicht gut bekannt. Ein scheinbar moderater wiederkehrender Peak um den 24. April geht wahrscheinlich auf Meteore von mehr als einem Strom zurück. Angaben für die Tagesströme werden derzeit überarbeitet.

Die **Tages-Arietiden (171 ARI)** sind Bestandteil eines seit 2014 laufenden IMO-Projekts, bei dem Daten, die mit unterschiedlichen Techniken gewonnen werden, zu einer Gesamtstichprobe zusammengeführt werden sollen. Auch Angaben aus Intervallen, die wenige oder keine ARI-Meteore enthalten, sind wichtig. Diesmal fällt die erwartete Maximumperiode in die zeitliche Nähe zum Vollmond am 4. Juni.

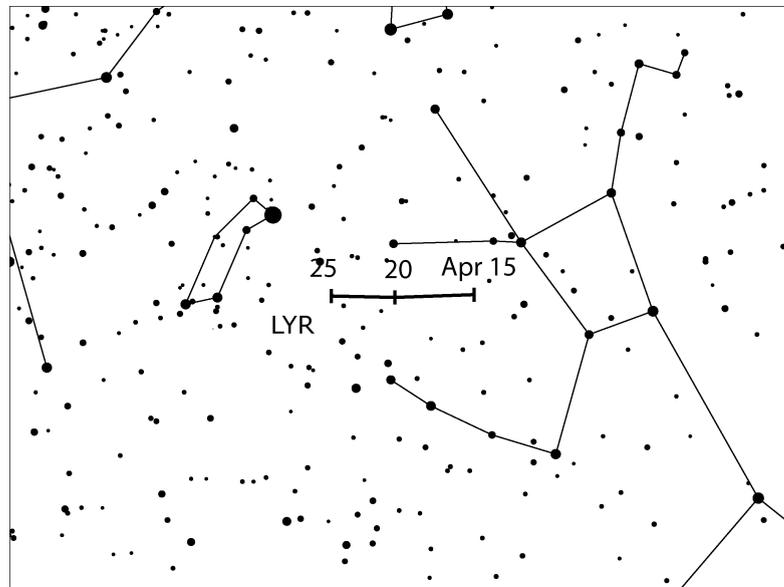


Lyriden (006 LYR)

Aktivität: April 14–30; Maximum: April 23, 01^h UT ($\lambda_{\odot} = 32^{\circ}32'$, Variationen – siehe Text);
 ZHR = 18 (variabel bis 90);
 Radiant: $\alpha = 271^{\circ}$, $\delta = +34^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 49$ km/s; $r = 2.1$.

Die Position $\lambda_{\odot} = 32^{\circ}32'$ (2023 April 23, 01^h UT) bezieht sich auf die Maximumsposition, die in *IMO*-Auswertungen 1988–2000 gefunden wurde. Die konkrete Maximumszeit variierte von Jahr zu Jahr zwischen $\lambda_{\odot} = 32^{\circ}00'–32^{\circ}47'$ (entspricht 2023 April 22, 17^h10^m bis April 23, 04^h45^m UT). Auch das Aktivitätsniveau war variabel: Peaks nahe der oben genannten Position zeigten die höchsten ZHR von ≈ 23 . Je weiter entfernt der Peak auftrat, umso geringer blieben die ZHR

– bis hinunter zu ≈ 14 . Die Relation von Zeit und ZHR erfordert aber noch Bestätigung. Das 2022-er Maximum ergab eine maximale ZHR unter 20 an einer sehr späten Position bei $\lambda_{\odot} = 32^{\circ}47'$. Die mittlere Peak-ZHR in der oben genannten 13-Jahres-Periode betrug 18. Auch die Dauer des Maximums ist variabel. Im Mittel übertrifft die ZHR 32,1 Stunden lang die Hälfte des Spitzenwertes; diese Spanne lag aber zwischen 14,8 und 61,7 Stunden. Die besten Raten treten normalerweise nur wenige Stunden lang auf. Die vorhandenen Daten belegen auch, dass zu den Zeiten höchster Raten besonders die Anzahl schwacher Meteore anstieg. 1982 wurde für kurze Zeit eine ZHR von 90 beobachtet. Für 2023 ergeben Modellrechnungen keine Hinweise auf erhöhte Raten.

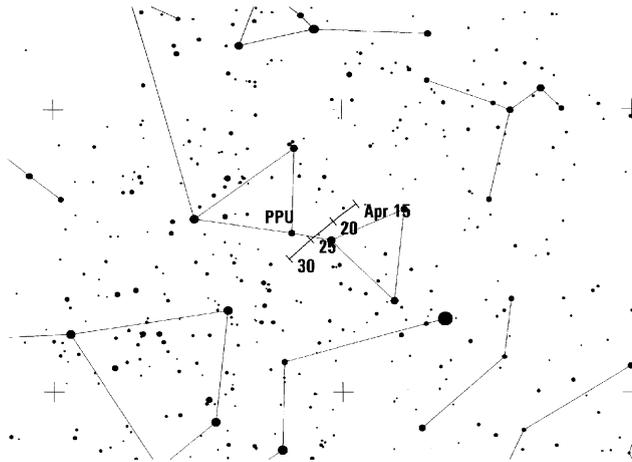


Lyriden lassen sich am besten von der Nordhalbkugel aus beobachten, auch wenn sie von Breiten bis um den Äquator sichtbar werden. Da der Radiant im Verlauf der Nacht große Höhe erreicht, kann auf mittleren nördlichen Breiten ab etwa 22^h30^m Ortszeit gut beobachtet werden. Neumond am 20. April bietet dafür optimale Bedingungen.

π -Puppiden (137 PPU)

Aktivität: April 15–28; Maximum: April 24, 06^h UT ($\lambda_{\odot} = 33^{\circ}5'$);
 ZHR = variabel, bis zu 40;
 Radiant: $\alpha = 110^{\circ}$, $\delta = -45^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 18$ km/s; $r = 2.0$.

Dieser Strom wurde 1972 entdeckt; danach gab es auffallende kurze Aktivität mit ZHR um 40 in den Jahren 1977 und 1982. In beiden Jahren war der Ursprungskomet 26P/Grigg-Skjellerup in Perihelnähe. Vor 1982 war in den Nicht-Perihel-Jahren praktisch keine Aktivität zu beobachten. Erstmals wurde 1983 eine ZHR von ≈ 13 registriert, was darauf hindeutet, dass sich Meteoroiden langsam weiter um die Kometenbahn verteilen. Der Komet erreichte sein Perihel zuletzt 2013 und 2018; das nächste folgt am 25. Dezember 2023.



Für 2023 gibt es keine Prognosen über eventuelle besondere Aktivität der π -Puppiden.

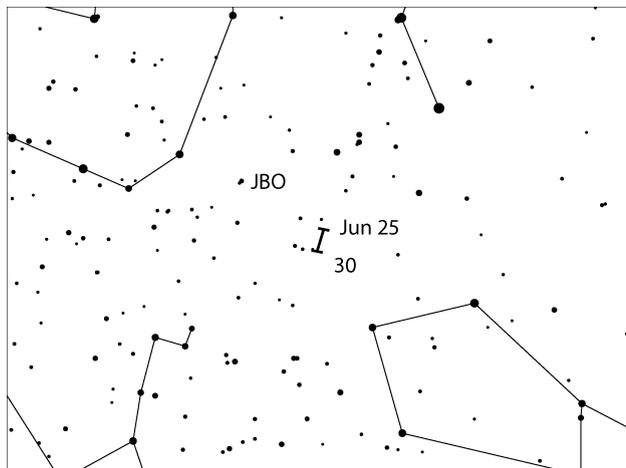
Meteore der π -Puppiden sind am besten von der Südhemisphäre zu beobachten; an Orten ab etwa 30°N sind Beobachtungen möglich. Da der Radiant gegen 01^{h} Ortszeit untergeht, kommen nur die Abendstunden infrage. Die schmale Mondsichel stört nicht. IMO-Daten aus den letzten 17 Jahren zeigen nur 2018 und 2019 geringe aber erkennbare Aktivität.

Juni-Boötiden (170 JBO)

Aktivität: Juni 22–Juli 2; Maximum: Juni 27, 22^{h} UT ($\lambda_{\odot} = 95^\circ 7'$), mehr im Text;

ZHR = variabel, 0–100+;

Radiant: $\alpha = 224^\circ$, $\delta = +48^\circ$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 18$ km/s; $r = 2.2$.

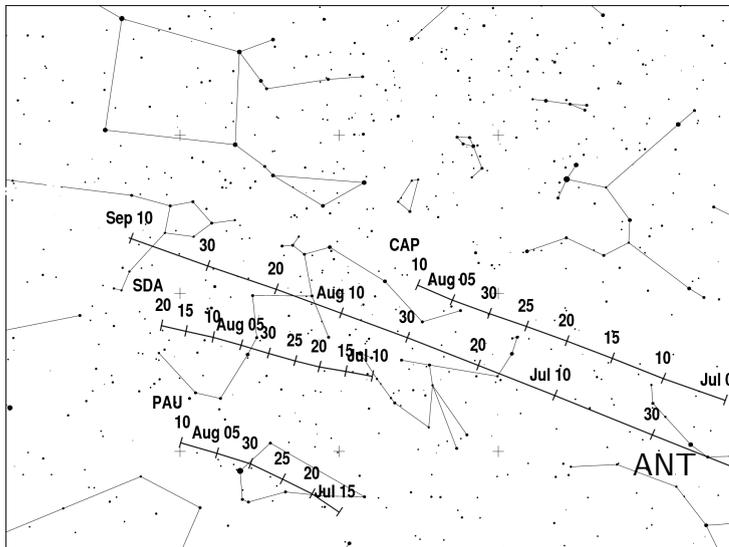


Dieser Strom ist seit dem unerwarteten Auftreten 1998 (ZHR 50 – 100+ rund einen halben Tag lang) in der Arbeitsliste. Ein anderer ähnlich langer Ausbruch (ZHR ≈ 20 –50) wurde am 23. Juni 2004 beobachtet. Beim berechneten Maximum im Jahr 2010 wurde am 23./24. Juni eine nicht gut belegte ZHR < 10 gefunden. Vor 1998 gab es nur drei weitere mögliche Auftritte des Stromes (1916, 1921 und 1927), mit unterschiedlicher Qualität der Daten.

Der Orbit des Ursprungskometen 7P/Pons-Winnecke (Periode etwa 6,4 Jahre, letztes Perihel am 27. Mai 2021) liegt gegenwärtig etwa 0,24 AE außerhalb der Erdbahn.

Die hohen Raten 1998 und 2004 gehen auf Meteoroiden zurück, die vom Kometen freigesetzt wurden als er noch auf einer anderen Umlaufbahn war. Für 2023 gibt es keine Prognose spezieller Aktivität. Beobachter sollten den Strom dennoch während der gesamten Aktivitätsperiode verfolgen. Von mittleren nördlichen Breiten ist der Radiant in der gesamten Nacht hoch über dem Horizont. Durch die Dämmerung ist die nutzbare Zeit kurz; zusätzlich stört der Mond (Erstes Viertel am 26. Juni) etwas. Daten aus VID deuten an, dass Juni-Boötiden in den meisten Jahren in der Zeit 20.–25. Juni zu sehen sind, aber nur nahe $\lambda_{\odot} = 92^\circ$ (2023 Juni 24, 01^{h} UT) die Rate bemerkbar ist. Der Radiant ist danach bei $\alpha = 216^\circ$, $\delta = +38^\circ$ – etwa 10° südlich der Position, die 1998 und 2004 gefunden wurde.

5 Juli bis September



In der ersten Julihälfte stellen die **ANT** den Hauptteil der visuell beobachtbaren Meteore. Der Radiant verlagert sich vom östlichen Bereich des Schützen durch den Steinbock in den südwestlichen Abschnitt des Wassermanns (siehe Karte). Dabei kann eine ZHR von ≈ 2 bis 3 erwartet werden. Ab etwa 20. September werden die **Südlichen Tauriden (002 STA)** zur dominierenden Quelle in Ekliptiknähe, sodass bis in den Dezember anstelle von ANT die entsprechenden Tauriden angegeben werden (siehe Karte auf Seite 17).

Etwa eine Woche lang kann um den 10. Juli eine geringe Aktivität der **Juli-Pegasiden (175 JPE)** beobachtet werden, diesmal mit Störung durch den abnehmenden Mond. Nach Mitte Juli bis in den August überlagert sich das ausgedehnte ANT-Radiantengebiet mit dem der **α -Capricorniden (001 CAP)**. Die geringere Geschwindigkeit der CAP sollte als Unterscheidungsmerkmal ausreichen, um die Meteore einem der beiden Ströme zuzuordnen. Meteore der intensiveren **Südlichen δ -Aquariiden (005 SDA)** sind wiederum schneller als die der ANT. Schließlich treten die **Piscis Austriniden (183 PAU)** von einem weit südlichen Radianten auf, der weit von dem der ANT liegt. Die höchsten Raten werden am 28. Juli (PAU) bzw. 30. Juli (CAP, SDA) erwartet. Neuere Daten zu den PAU legen ein späteres Maximum am 8. August nahe und ergeben einen Radianten etwa 5° nördlich der gegenwärtig angegebenen Position. Vollmond am 1. August behindert alle optischen Beobachtungen mit den Maxima um Ende Juli.

Am 28. Juli 2016 um $00^{\text{h}}07^{\text{m}}$ UT ($\lambda_{\odot} = 125^\circ 132'$) wurde mit Radar- und Videobeobachtungen Aktivität der **Juli γ -Draconiden (184 GDR)** aufgezeichnet (Molau et al., 2016b). Die gleiche Position wird wieder am 28. Juli 2023 gegen 19^{h} UT erreicht und sollte überwacht werden, obwohl in den Jahren 2017–2022 keine auffallende Extra-Aktivität gefunden wurde. Beobachtungen des SonotaCo-Netzes deuten darauf hin, dass die GDR alljährlich auftreten und ein von Jahr zu Jahr variables scharfes Maximum zeigen (Koseki, 2020). Der Radiant liegt bei $\alpha = 280^\circ$, $\delta = +51^\circ$ und die Geschwindigkeit ist mit $V_{\infty} = 27$ km/s gering.

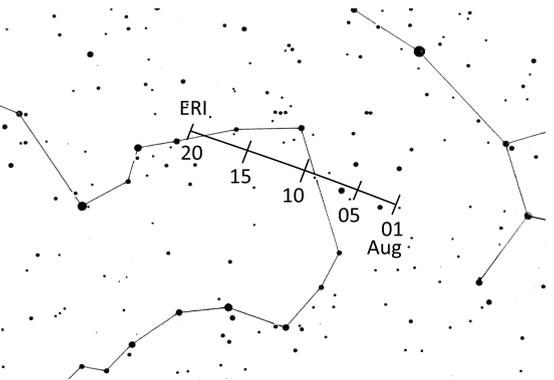
Neu in der Arbeitsliste sind die **η -Eridaniden (191 ERI)** vornehmlich in der ersten Augushälfte. Neumond am 16. August ergibt fast ideale Bedingungen zur Beobachtung der **Perseiden (007 PER)** um das Maximum. Günstige Bedingungen bestehen anschließend für die **κ -Cygniden (012 KCG)**. Beobachtungen der **Aurigiden (206 AUR)** mit ihrem Peak am 1. September (ohne Prognosen für eventuelle zusätzliche Aktivität) werden dagegen vom Mondlicht gestört. Die **September ε -Perseiden (208 SPE)** erreichen ihr Maximum am 9./10. September.

Radio-Beobachter finden nach dem Mai-Juni-Maximum abnehmende Raten. Die **Tages- ζ -Cancriden (202 ZCA)** haben einen möglichen Peak um den 25. August. In den Vorjahren enthielt unsere Liste die γ -Leoniden (203 GLE), doch nach neueren Daten des CMOR sind dies wohl eher Meteore der 202 ZCA. Um den 27. September folgt das Maximum der **Tages-Sextantiden (221 DSX)**.

η -Eridaniden (191 ERI)

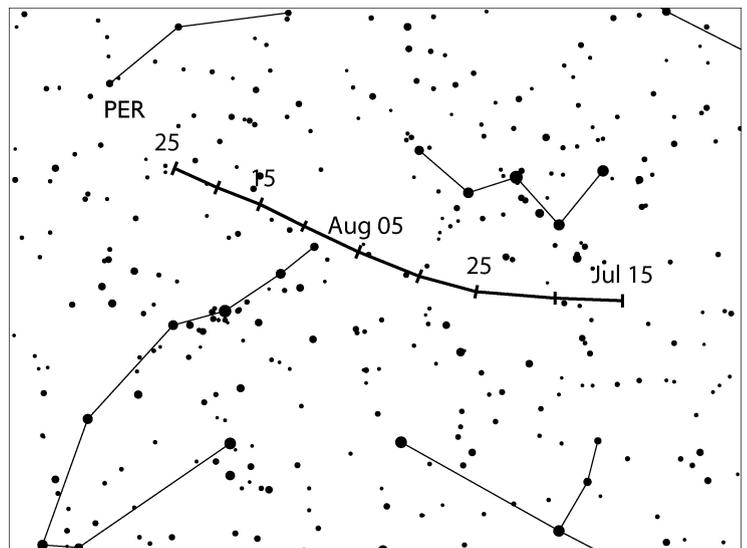
Aktivität: Juli 31–August 19; Maximum: August 08, $\lambda_{\odot} = 135^{\circ}$; ZHR = 3;
 Radiant: $\alpha = 41^{\circ}$, $\delta = -11^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 64$ km/s; $r = 3.0$.

Die η -Eridaniden (191 ERI) werden mit dem Kometen C/1852 K₁ (Chacornac) assoziiert und wurden in den letzten beiden Ausgaben des Strom-Kalenders erwähnt, da die Erde Staubschleppen des Kometen nahe kam (allerdings ohne Bestätigung durch optische Beobachtungen). Die angegebene Aktivitätsperiode geht auf eine Arbeit von Koseki (2021; pp. 140–141) zurück. Sie erstreckt sich deutlich über das Maximum hinaus – hierzu fehlen gegenwärtig Daten. Der Radiant dieser schnellen Meteore befindet sich im nordwestlichen Teil des Eridanus; Meteore des Stromes sind am besten nach Mitternacht zu beobachten.

***Perseiden (007 PER)***

Aktivität: Juli 17–August 24; Maximum: August 13, 07^h to 14^h UT (Knoten bei $\lambda_{\odot} = 140^{\circ}0 - 140^{\circ}1$), mehr siehe Text; ZHR = 100;
 Radiant: $\alpha = 48^{\circ}$, $\delta = +58^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 59$ km/s; $r = 2.2$.

Analysen von IMO-Beobachtungen (siehe WB S. 32–36) zeigen das mittlere oder ‘traditionelle’ breite Maximum zwischen $\lambda_{\odot} \approx 139^{\circ}8$ und $140^{\circ}3$; das entspricht 2023 August 13, 02^h – 21^h UT. Hohe Aktivität durch Perseiden-Staubschleppen wurden in den 1990-er Jahren beobachtet; die letzte derartige Passage erfolgte 2016. Die Umlaufzeit des Ursprungskometen 109P/Swift-Tuttle liegt bei 130 Jahren; er befindet sich auf dem Weg zum sonnenfernsten Bereich. Einen Filament-Durchgang konnten wir am 12. August 2018 um 20^h UT (bei $\lambda_{\odot} \approx 139^{\circ}79$) beobachten. (Filament: Ansammlung von Meteoroiden im Bereich einer Umlauf-Resonanz-Region mit Planeten.)



Hohe Aktivität deutlich nach dem Haupt-Maximum wurde in den Jahren 2018 bis 2021 beobachtet (2022 keine extra Aktivität): 2018 August 14, 00^h14^m UT ($140^{\circ}94$), ZHR etwa 85
 2019 August 14, 08^h30^m UT ($141^{\circ}02$), Radio; ZHR etwa 80
 2020 August 13, 05^h – 08^h30^m UT ($140^{\circ}63 - 140^{\circ}77$), ZHR 90
 2021 August 14, 06^h – 09^h UT ($141^{\circ}49$), ZHR bis 220

Am 14. August 2023 zwischen 01^h und 02^h45^mUT ($\lambda_{\odot} \approx 140^{\circ}74$) durchquert die Erde eine sehr alte Staubschweif, die bereits 68 v.u.Z. freigesetzt wurde (Vaubailon, 2022). Eine Vorhersage der Rate ist praktisch unmöglich, umso wichtiger sind Beobachtungsdaten. Am 13. August 2023 gegen 03^h UT ($\lambda_{\odot} = 139^{\circ}83 \pm 0^{\circ}2$; Tabelle 5d in Jenniskens, 2006) wird ein schwaches Filament des Stromes erwartet.

Neumond am 16. August bietet günstige Bedingungen für visuelle Beobachtungen. Wegen der späten Aktivitätsspitzen einiger Vorjahre (2022 ohne Peak) ist es zu empfehlen, die Nächte um und besonders nach dem Maximum ins Beobachtungsprogramm aufzunehmen. Mittlere nördliche Breiten sind am günstigsten, denn der Radiant hat bereits ab 22^h–23^h Ortszeit eine ausreichende Höhe.

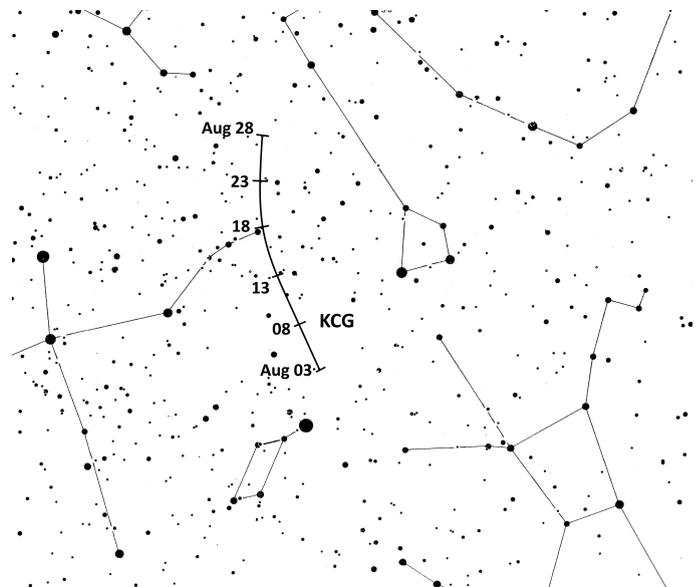
κ -Cygniden (012 KCG)

Aktivität: August 3–28; Maximum: August 17 ($\lambda_{\odot} = 144^{\circ}$); ZHR = 3;
 Radiant: $\alpha = 288^{\circ}$, $\delta = +54^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 23$ km/s; $r = 3.0$.

Erhöhte κ -Cygniden-Aktivität war in den Jahren 2007, 2014 und 2021 zu beobachten. Dies stützt die angenommene 7-Jahres-Periodizität hoher Flussdichte, lässt aber für 2023 eine “normale” Wiederkehr erwarten. Neben den genannten Peaks zeigen Auswertungen, dass das generelle ZHR-Niveau nach einem breiten, langen Minimum zwischen 1990 und 2005 in den letzten Jahren etwas anstieg.

Ein mittleres Flussdichteprofil aus Video-Daten der Periode 2012–2018 zeigt ein deutliches Maximum bei 144° und nachweisbare Aktivität zwischen dem 2. August und dem 3. September.

Untersuchungen von Koseki (2014) zeigen eine komplexe Radiantenstruktur bis in den Drachen und die Leier. Das Radiantengebiet befindet sich weit von anderen Quellen entfernt und die geringe Geschwindigkeit der Meteore erlaubt eine recht zuverlässige Zuordnung zu dem Komplex der KCG. In mittleren nördlichen Breiten ist der Radiant während der gesamten Nacht hoch am Himmel. Visuelle Beobachtungen erlauben jedoch keine Unterscheidung von Sub-Radianten.



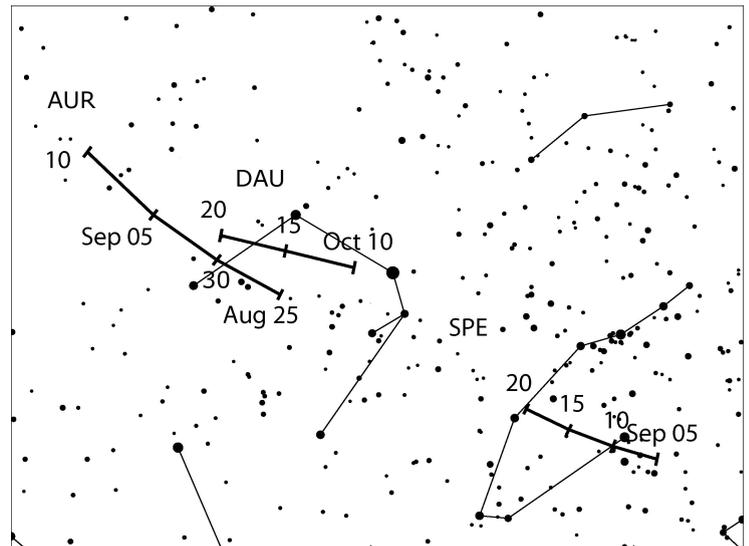
September ε -Perseiden (208 SPE)

Aktivität: September 5–21; Maximum: September 9, 23^h UT ($\lambda_{\odot} = 166^{\circ}7$), ZHR = 5;
 Radiant: $\alpha = 48^{\circ}$, $\delta = +40^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 64$ km/s; $r = 3.0$.

Hohe Aktivität dieses Stromes wurde am 9. September 2008 im Bereich $\lambda_{\odot} = 166^{\circ}894$ – $166^{\circ}921$ beobachtet. Ein spitzer Peak mit einem hohen Anteil heller Meteore trat 2013 bei $\lambda_{\odot} = 167^{\circ}188$ auf. Danach gab es keine weiteren gut belegten Aktivitäts-Spitzen.

Nach den Modellrechnungen von Esko Lyytinen ist vor 2040 nicht mit weiteren hohen SPE-Raten zu rechnen. Da wir die genaue Position und die Ausdehnung der angenommenen frischen Staubschleise eines unbekanntes Ursprungsobjektes nicht kennen, ist die regelmäßige Beobachtung der Aktivität wichtig.

Neumond tritt erst am 15. September ein, sodass Mondlicht zum Maximum stört. Der Radiant ist in mittleren nördlichen Breiten spätestens ab 22^h–23^h Ortszeit ausreichend hoch; je weiter nördlich desto früher.



6 Oktober bis Dezember

Die Maxima der **Orioniden (008 ORI; 21./22. Oktober)** und der **Leoniden (013 LEO; 18. November)** liegen nahe dem Ersten Viertel, sodass die günstigen Morgenstunden ungestört bleiben. Die **Geminiden (004 GEM)** erreichen ihren Peak bei Neumond. Dagegen stört der zunehmende Mond abendliche Beobachtungen der **Ursiden (015 URS)**. Die höchste Aktivität der beiden Tauriden-Zweige tritt um den 5. November (Südliche Tauriden, 002 STA) bzw. um den 12. November (Nördliche Tauriden, 017 NTA) auf.

Mit dem Abklingen der Nördlichen Tauriden um den 10. Dezember wird die Aktivität aus dem Antihelion-Bereich wieder als **ANT** ausgewiesen. Der Radianten-Schwerpunkt verlagert sich bis Ende Dezember vom Stier in den südlichen Bereich der Zwillinge mit typischen ZHR < 2.

Mehrere schwache Ströme sind im letzten Quartal des Jahres aktiv. Beobachtungen der **Oktober Camelopardaliden (281 OCT, Maximum 6. Oktober)**, der **Oktober Draconiden (009 DRA, Maximum 9. Oktober)** und der **δ -Aurigiden (224 DAU, Maximum 11. Oktober)** sind kaum durch Mondlicht beeinflusst. Optimal liegen die Maxima der **ϵ -Geminiden (023 EGE, 18. Oktober)** und der **Leonis Minoriden (022 LMI)**. Ende November erreichen die **α -Monocerotiden (246 AMO)** – ohne erwartete besondere Aktivität – und die **November Orioniden (250 NOO)** ihre Maxima nahe der Vollmondphase.

Am 2. Dezember befindet sich der helle abnehmende Mond im Krebs. Damit sind Beobachtungen einer möglichen Aktivität der **Andromediden (018 AND)** bis zum Aufgang gegen 21^h Ortszeit ungestört. Nach Berechnungen von Wiegert et al. (2013) können langsame Meteore von einem Radianten bei $\alpha = 29^\circ, \delta = +47^\circ$ (zwischen γ Andromedae und ν Persei) erscheinen. Der berechnete Schwerpunkt liegt bei 19^hUT ($\lambda_\odot = 250^\circ$). Die Meteoroiden wurden vom Kometen 3D/Biela 1649 freigesetzt. Am 28. November 2021 ($\lambda_\odot = 245^\circ 89'$) wurde zuletzt ein AND-Ausbruch beobachtet. Aktivität des Stromes wurde auch 2018 in Form der Dezember φ -Cassiopeiiden (446 DPC) erwartet. Die Differenz in der Position rührt von einer merklichen Radiantendrift in nordöstliche Richtung her. VID und andere jüngere Auswertungen weisen darauf hin, dass eine gewisse AND-Rate alljährlich zu registrieren ist.

Die Bedingungen für die Beobachtung der weiteren Ströme mit südlichen Radianten Anfang Dezember sind Mondbedingt ungünstig: **Phoeniciden (254 PHO, Maximum 2. Dezember ohne Aktivitätsprognose)** und die komplexen **Puppig-Veliden (301 PUP)**. Etwas mehr als eine Woche später – am 9. Dezember – können die Maxima der **Monocerotiden (019 MON)** und der **σ -Hydriden (016 HYD)** mondlicht-frei beobachtet werden.

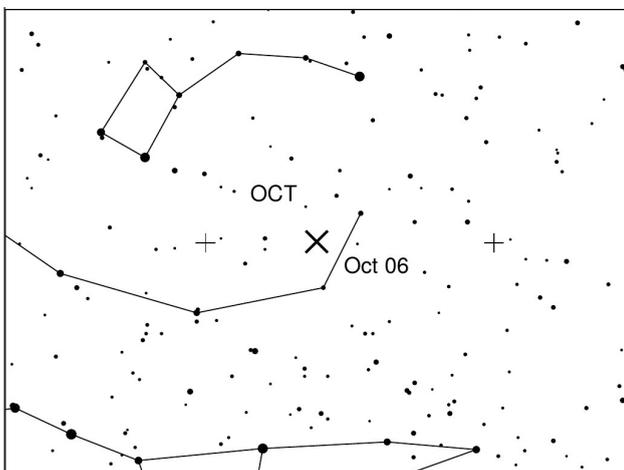
Kurz vor dem Geminiden-Maximum besteht die Chance, Meteore des Kometen **46P/Wirtanen** (ursprüngliches Ziel der Rosetta-Kometenmission) zu beobachten. Rechnungen von Vaubaillon ergeben eine Begegnung am 12. Dezember um 11^h20^mUT ($\lambda_{\odot} = 260^{\circ}11$). Er fügt hinzu: Dies ist das erste Mal, dass eine Staubschweif des Kometen die Erdbahn erreicht. Die Spur von 1974 ist recht frisch, aber wir haben keine Vorstellung über die Flussdichte. Höchst interessant ist, dass sich *Radianzen in zwei sehr verschiedenen Regionen am Himmel* ergeben. Das erfordert genaue Daten und deren anschließende Analyse. Die höhere Aktivität sollte von einem Radianten bei $\alpha = 8^{\circ}, \delta = -38^{\circ}$ kommen (etwa 10° nördlich von α Phoenicis im Bildhauer). Der andere Radiant liegt bei $\alpha = 346^{\circ}, \delta = +7^{\circ}$ (zwischen α Pegasi und γ Piscium). Meteore des Stromes sind sehr langsam ($V_{\infty} = 10\text{km/s}$ bzw. $V_{\infty} = 13\text{km/s}$). Die Aktivität tritt etwa einen Tag vor dem Geminiden-Maximum auf. Visuelle Beobachter werden die GEM zählen (Counting). Zu Meteoren, die von einem der beiden Radianzen (Scl oder Psc) kommen, empfehlen wir Angaben zur Bahn am Himmel (zur Verifizierung der Zuordnung). Die meisten Daten zum Radianten werden sicher von Videokameras beigesteuert, aber zu Vergleichs- und Kalibrationszwecken sind visuelle Daten wichtig.

Das meist angenommene Maximum der langandauernden **Comae Bereniciden (020 COM)** um den 16. Dezember kann weitgehend ohne Mondlicht-Störung verfolgt werden. Im Dezember und Januar gibt es mehrere schwache Ströme mit ähnlichen Radianzen und Bahnelementen wie die COM. Dazu gehören u.a. die in den Vorjahren aufgeführten **Dezember Leonis Minoriden (032 DLM)**. Generell erscheint eine Aktivitätsdauer von über 70° in Sonnenlänge zu lang für einen Strom mit so hoher Bahnneigung. Eine Analyse ist gerade in Arbeit und wir empfehlen, alle Meteore aus der Region der COM/DLM-Radianzen unter "COM" zusammenzufassen.

Zum Jahresende werden schließlich die ersten **Quadrantiden (010 QUA)** sichtbar.

Oktober-Camelopardaliden (281 OCT)

Aktivität: Oktober 5–6; Maximum: Oktober 6, 10^h ($\lambda_{\odot} = 192^{\circ}58$); ZHR = 5(?)
 Radiant: $\alpha = 164^{\circ}, \delta = 79^{\circ}$; Radiantendrift: vernachlässigbar; $V_{\infty} = 47\text{ km/s}$; $r = 2.5$.

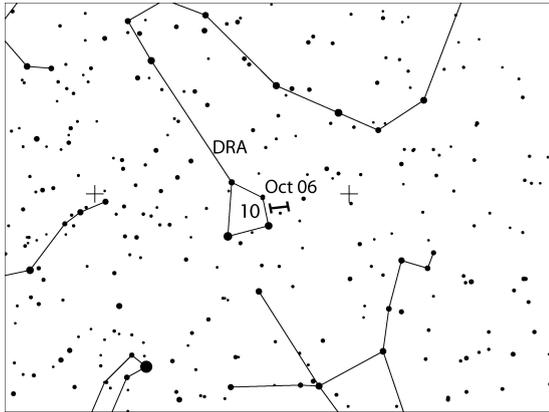


Die ersten Meteore von diesem bei uns zirkumpolaren Radianzen wurde mit Videokameras am 5./6. Oktober 2005 und 2006 (bei $\lambda_{\odot} = 193^{\circ}$) beobachtet. Seitdem kann der Strom alljährlich nachgewiesen werden (Molau et al., 2017) und produziert einen Peak bei $\lambda_{\odot} = 192^{\circ}58$ mit einer ZHR von etwa 5. Erhöhte Raten wurden am 5. Oktober 2016 um 14^h45^m UT (vorausberechnet) in Radio- und Video-Daten aus Finnland gefunden. Schließlich wurde am 6. Oktober 2018 um 00^h30^mUT $\pm 1.3^{\text{h}}$ ($192^{\circ}45 \pm 0^{\circ}05$) ebenfalls eine ZHR ≈ 5 beobachtet.

Nimmt man ein langperiodisches Objekt als Verursacher an und verwendet die Position des 2005-er Peaks als Bezugspunkt, ergaben Lyytinen's Berechnungen eine Aktivität bei $\lambda_{\odot} = 192^{\circ}529$ in den Jahren 2018 und 2019 was nicht unbedingt zu erwarten war. Weitere Überraschungen sind möglich, denn der Strom ist entweder ein langperiodischer Fall mit außergewöhnlich breiter Staubschweif nach einem Umlauf *oder* – so eine Vermutung von Lyytinen – der dichteste Abschnitt der Staubschweif steht uns noch bevor. Eine spezielle Prognose für 2023 gibt es nicht.

Draconiden (009 DRA)

Aktivität: Oktober 6–10; Maximum: Oktober 9, 07^h UT ($\lambda_{\odot} = 195^{\circ}4$); ZHR = 5 (?);
 Radiant: $\alpha = 263^{\circ}$, $\delta = +56^{\circ}$; Radiantendrift: vernachlässigbar; $V_{\infty} = 21$ km/s; $r = 2.6$.

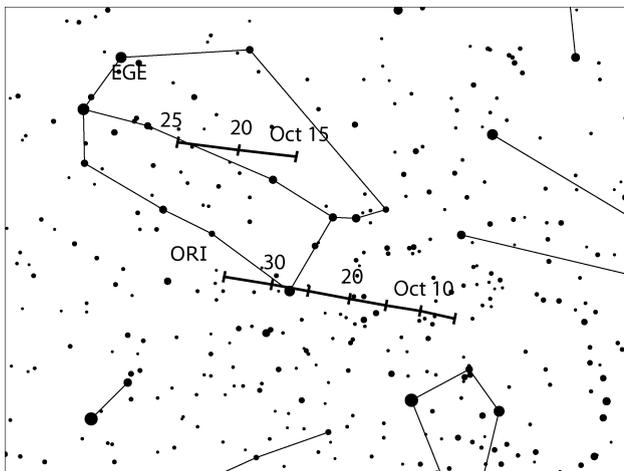


Die Draconiden (genauer: Oktober-Draconiden) sind periodisch aktiv. Es gab spektakuläre Meteorstürme in den Jahren 1933 und 1946 sowie etwas geringere Raten in einigen anderen Jahren (ZHR ≈ 20 –500+). Zuletzt wurden 2011 (ZHR ≈ 300 ; vorhergesagt), 2012 (unerwartet) und 2018 (ZHR etwa vier Stunden um 150; geringere ZHR vorhergesagt).

Der Ursprungskomet 21P/Giacobini-Zinner passierte sein Perihel zuletzt am 10. September 2018. Die besonders für Draconiden-Beobachtungen geeigneten Abendstunden mit hoher Radiantenposition sind mondfrei. Der Radiant ist im Norden zirkumpolar. Strommeteore sind sehr langsam. Staubschweif-Passagen werden 2023 nicht erwartet.

 ϵ -Geminiden (023 EGE)

Aktivität: Oktober 14–27; Maximum: Oktober 18 ($\lambda_{\odot} = 205^{\circ}$); ZHR = 3;
 Radiant: $\alpha = 102^{\circ}$, $\delta = +27^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 70$ km/s; $r = 3.0$.



Dieser kleine Strom ähnelt in einigen Parametern sehr den Orioniden und ihre Aktivitätsperioden überschneiden sich zu einem großen Teil. Daher ist bei der Zuordnung der Meteore Sorgfalt notwendig. Von mittleren nördlichen Breiten aus ist der Radiant ab etwa Mitternacht Ortszeit hoch am Himmel. Für die Absicherung der angegebenen Parameter sind weitere Daten notwendig. Sowohl visuelle als auch Videodaten weisen darauf hin, dass das Maximum später als in der Tabelle genannt auftreten könnte. Das Maximum ist nicht ausgeprägt – wir finden ZHR von etwa 3 mehr als einen Tag lang.

Orioniden (008 ORI)

Aktivität: Oktober 2–November 7; Maximum: Oktober 22 ($\lambda_{\odot} = 208^{\circ}$); ZHR = 20+;
 Radiant: $\alpha = 95^{\circ}$, $\delta = +16^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 66$ km/s; $r = 2.5$.

Der Radiant erreicht ab etwa Mitternacht Ortszeit eine günstige Höhe. Der Mond (Erstes Viertel am 22. Oktober) erlaubt ungestörte Beobachtungen in der gesamten zweiten Nachthälfte bei dann hochstehendem Radianten.

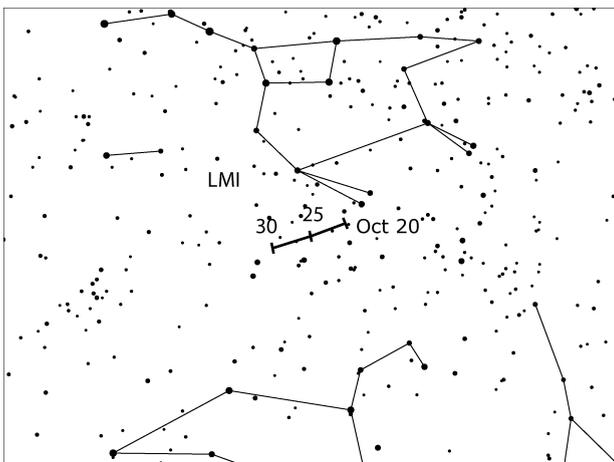
Von 2006 bis 2009 brachte jedes Jahr unerwartet hohe ZHR in der Größenordnung von 40–70 an zwei bis drei aufeinanderfolgenden Tagen. Eine frühere Analyse von Daten aus den Jahren 1984–2001 ergab, dass sowohl die maximale ZHR als auch der Populationsindex r von Jahr zu Jahr variieren. Die höchsten ZHR im genannten Zeitraum lagen zwischen ≈ 14 und 31.

Eine vermutete 12-Jahres-Periode intensiverer Maxima kann aus visuellen Daten nicht bestätigt werden, scheint sich aber in neueren CMOR Radardaten seit 2002 anzudeuten (Egal et al., 2020). Laut dem vermuteten Zyklus sollten die ZHR in den Jahren 2020–2022 etwas höher liegen, was aber nicht erkennbar ist. Die Maximums-ZHR im Zeitraum 2012–2022 lagen im Bereich 20–30. Eine definitive Aussage zur möglichen Periodizität lässt sich nicht ableiten.

Die Orioniden können auch Neben-Maxima mit gelegentlich auffälliger Aktivität zeigen. Solche Neben-Peaks mit einer ZHR wie im Hauptmaximum wurden 1993 und 1998 am 17./18. Oktober beobachtet.

Leonis Minoriden (022 LMI)

Aktivität: Oktober 19–27; Maximum: Oktober 24 ($\lambda_{\odot} = 211^{\circ}$); ZHR = 2;
 Radiant: $\alpha = 162^{\circ}$, $\delta = +37^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 62$ km/s; $r = 3.0$.



Dieser Strom wurde zuerst in fotografischen Daten gefunden und die Bahnelemente lassen eine Verwandtschaft zum Kometen C/1739 K1 (Zanotti) vermuten. Die Aktivität des Stromes wurde zunächst aus Video-Daten abgeleitet bevor im Verlauf der letzten Jahre auch eine nutzbare Menge visueller Daten des Stromes gewonnen wurde.

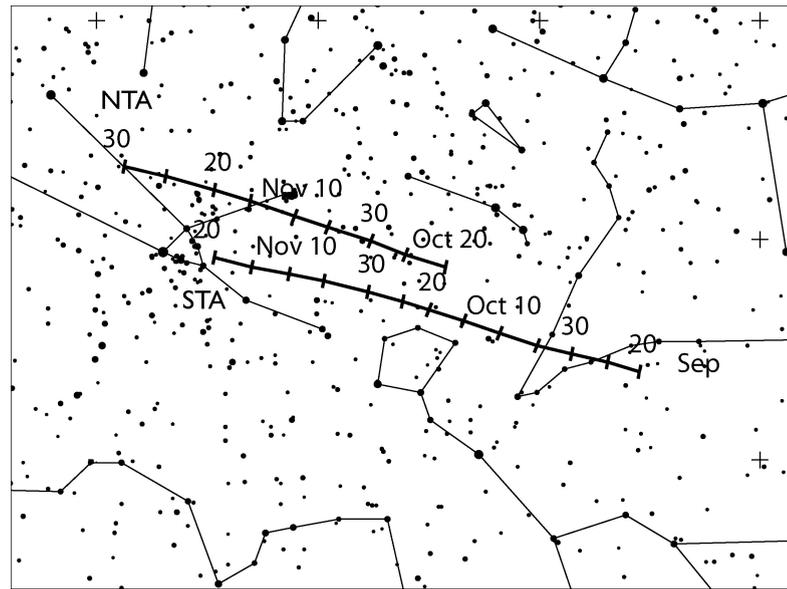
Visuelle Daten aus den Jahren 2017–2021 ergeben eine maximale ZHR von rund 5 um den 24. Oktober oder etwas davor. Von mittleren nördlichen Breiten erscheint der Radiant gegen Mitternacht über dem Horizont. Das angegebene Maximums-Datum liegt kurz nach dem Ersten Viertel des Mondes, sodass die zweite Nachthälfte ohne Mondlicht-Störung zum Beobachten genutzt werden kann.

Südliche Tauriden (002 STA)

Aktivität: September 20–November 20; Maximum: November 05 ($\lambda_{\odot} = 223^{\circ}$); ZHR = 5–10;
 Radiant: $\alpha = 52^{\circ}$, $\delta = +15^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 27$ km/s; $r = 2.3$.

Wie der nördliche Zweig gehören auch die Südlichen Tauriden zum Komplex um den Kometen 2P/Encke. Die Aktivität der beiden Zweige überschneidet sich. Zur Stromzuordnung sollte der Radiant als ovales Gebiet mit 20° in α und 10° in δ angenommen werden. Die angegebene Position bezieht sich dann auf das Zentrum des Gebietes am entsprechenden Datum. Der Strom kann wegen seiner Position nahe der Ekliptik von allen Breiten aus beobachtet werden und ist praktisch während der gesamten Nacht über dem Horizont.

Die Tauriden-Aktivität bestimmt die Raten aus dem Antihelion-Bereich während des Nord-Herbstes. Daher werden in dem Zeitraum, in dem mindestens ein Tauriden-Zweig aktiv ist, alle ANT-Meteore einem der beiden Tauriden-Radianten zugeordnet. Das Haupt-Maximum (ZHR 5–10) der STA tritt um den 5. November auf. Darüber hinaus gibt es ein früheres Maximum (ZHR bei 5) um den 13. Oktober. Dieses Datum ist desöfteren als Maximumszeit angegeben.



Nördliche Tauriden (017 NTA)

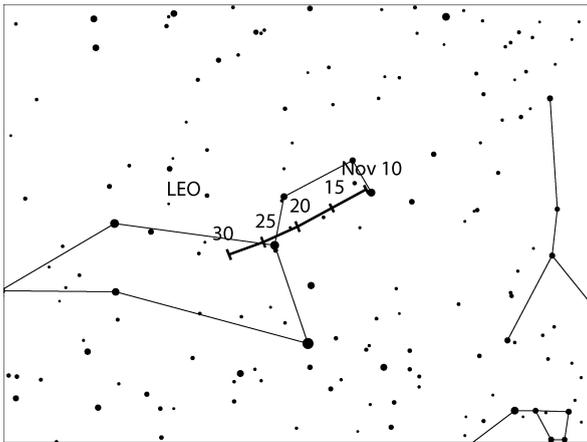
Aktivität: Oktober 20–Dezember 10; Maximum: November 12 ($\lambda_{\odot} = 230^{\circ}$); ZHR = 5;
 Radiant: $\alpha = 58^{\circ}$, $\delta = +22^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 29$ km/s; $r = 2.3$.

Für die Stromzuordnung wird wie bei den STA eine ovale Region in der vorab genannten Größe angenommen. Der Strom ist von mittleren nördlichen Breiten im gesamten Verlauf der Nacht sehr gut beobachtbar und bestimmt zusammen mit den STA die Aktivität aus dem Antihelion-Bereich bis in den Dezember. Die Rate ist über etwa zehn Tage bis etwa Mitte November etwa konstant um 5, ohne dass es ein klar erkennbares Maximum gibt. Der Mond erreicht das Letzte Viertel am 5. November, sodass auch hier gute Bedingungen für optische Beobachtungen gegeben sind.

Leoniden (013 LEO)

Aktivität: November 6–30; Maximum: November 18, 05^h UT (Knotenpassage $\lambda_{\odot} = 235^{\circ}27'$),
 mehr siehe Text; ZHR $\approx 10 - 15$
 Radiant: $\alpha = 152^{\circ}$, $\delta = +22^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 71$ km/s; $r = 2.5$.

Der Ursprungskomet des Stromes, 55P/Tempel-Tuttle, passierte sein letztes Perihel vor mehr als zwei Jahrzehnten im Jahr 1998. Inzwischen hat er sogar das Aphel hinter sich und ist auf dem Weg zum nächsten Perihel (20. Mai 2031). Die Meteoroiden die wir jetzt beobachten laufen dem Kometen voraus.



Das “reguläre” Leonidenmaximum (Knotenpassage) wird am 18. November 2023 um 05^h UT erwartet. Maslov (2007) gibt den 17. November, 22^h UT an – mit einer ZHR von 15.

Maslovs Modellrechnungen weisen auf eine mögliche Aktivität ausgehend vom 1767 freigesetzten Staub am 21. November 2023 um 12^h UT hin. Dies könnte die Rate um 10–15 erhöhen und sollte hauptsächlich aus Meteoriten bestehen, die heller als der Durchschnitt sind.

Monocerotiden (019 MON)

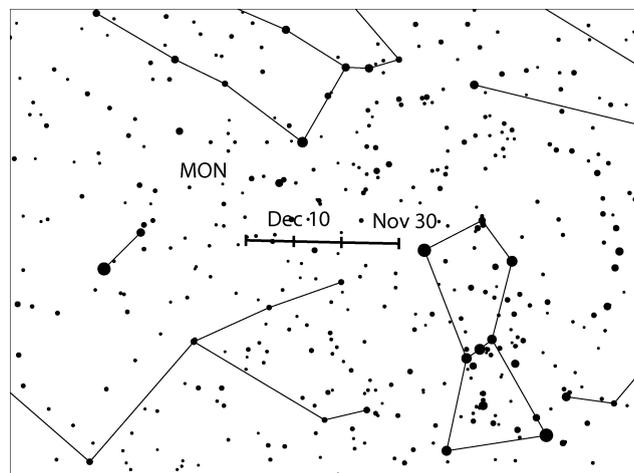
Aktivität: November 27–Dezember 20; Maximum: Dezember 9 ($\lambda_{\odot} = 257^{\circ}$); ZHR = 3;
 Radiant: $\alpha = 100^{\circ}$, $\delta = +08^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 42$ km/s; $r = 3.0$.

Dieser Strom (genau: Dezember Monocerotiden) ist seit langer Zeit bekannt. Dennoch reichen die Daten nicht aus, um Details zu untersuchen. In den meisten Jahren ergeben die visuellen Daten eine ZHR = 3 bei $\lambda_{\odot} \approx 257^{\circ}$; das generelle ZHR-Niveau liegt eher bei 2. In einigen wenigen Jahren wird eine scheinbare Aktivitätszunahme zum Geminidenmaximum gefunden – wahrscheinlich durch Geminiden, die fälschlich als MON klassifiziert werden.

Videodaten aus den Jahren 2011–2021 zeigen einen Peak von etwa 0^h4 Breite um $\lambda_{\odot} \approx 262^{\circ}3'$ (entspricht dem 14. Dezember) mit einer ZHR von rund 8 zum Zeitpunkt des Geminidenpeaks. Eine gewisse Erhöhung mit einer ZHR ≈ 3 tritt bei $\lambda_{\odot}255^{\circ}5'$ auf. Hier sind weitere Daten notwendig.

Die Unterscheidung zwischen MON, GEM und MON kann durchaus schwierig sein, insbesondere wenn die Radianten auf einer Linie liegen. Ein Blickfeldzentrum nördlich vom Stier (abends) oder im Bereich des Löwen (morgens) sind günstig.

Der Radiant kulminiert gegen 01^h30^m Ortszeit und ist fast überall während der gesamten Nacht über dem Horizont – mit leichten Vorteilen für weiter nördliche Regionen.

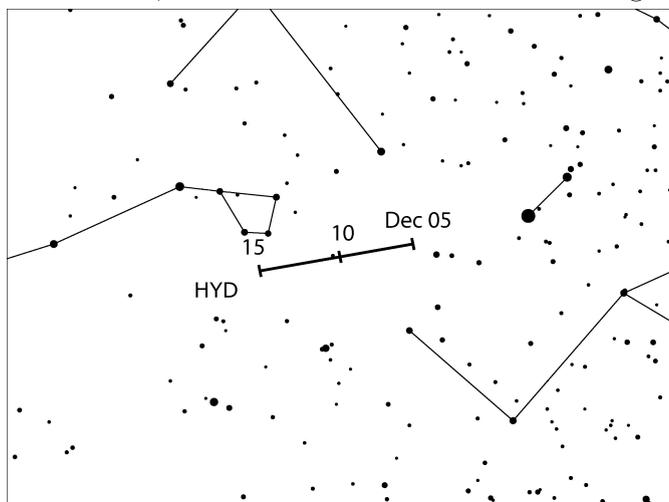


σ -Hydriden (016 HYD)

Aktivität: Dezember 3–20; Maximum: Dezember 9 ($\lambda_{\odot} = 257^{\circ}$); ZHR = 7;
 Radiant: $\alpha = 125^{\circ}$, $\delta = +02^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 58$ km/s; $r = 3.0$.

Die σ -Hydriden werden oft als schwacher Strom mit Raten nur wenig über dem Hintergrund betrachtet. Die ZHR erreicht um das Maximum Werte von 5–8 und wiederholt gibt es helle

Strommeteore zu sehen. Video-Daten weisen auch eine Aktivität vor dem hier angegebenen Startdatum aus. Die visuellen Daten (siehe WB S. 65) ergeben ein Maximum nahe $\lambda_{\odot} \approx 262^{\circ}$ (Dezember 14). Wahrscheinlich ist dies – wie bereits bei den MON beschrieben – ein Effekt von Geminiden, die fälschlicherweise den HYD zugeordnet werden.



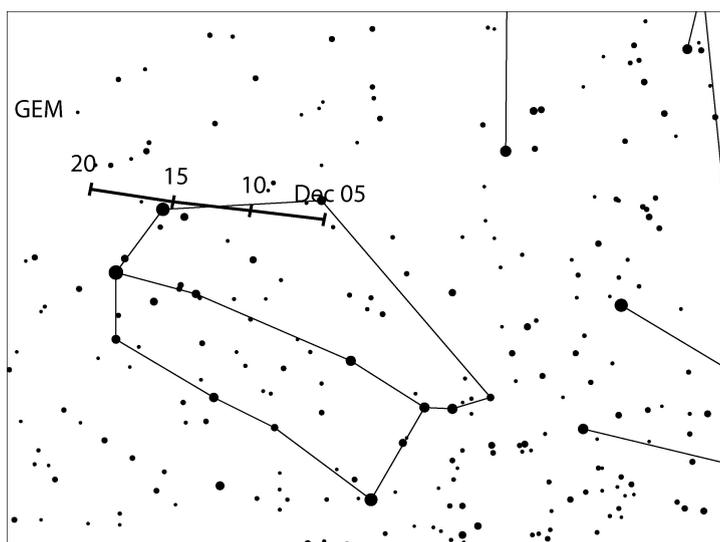
Neue visuelle IMO-Daten aus den Jahren 2010–2021 zeigen ein Maximum bei $\lambda_{\odot} 257^{\circ} - 258^{\circ}$ (Dezember 9–10) und eine leichte Zunahme um das Geminidenmaximum nur in einigen wenigen Jahren.

Video-Daten ebenfalls aus den Jahren 2010–2021 lassen auf einen Peak bei $\lambda_{\odot} \approx 255^{\circ}5$ (Dezember 6) schließen und zeigen Aktivität der HYD bis zum 24. Dezember. Eine sorgfältige Wahl des Blickfeldes erleichtert die Unterscheidung der HYD von den GEM und MON (Hinweise am Ende des Abschnittes über die MON). Der HYD Radiant erscheint in den späten Abendstunden und ist am besten nach Mitternacht positioniert.

Geminiden (004 GEM)

Aktivität: Dezember 4–17; Maximum: Dezember 14, 19^h UT ($\lambda_{\odot} = 262^{\circ}2$); ZHR = 150;
 Radiant: $\alpha = 112^{\circ}$, $\delta = +33^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 35$ km/s; $r = 2.6$.

Der gegenwärtig aktivste regelmäßig beobachtbare Strom erreicht sein breites Maximum am 14. Dezember um 19^h UT (Mitte des Peaks).



In mittleren nördlichen Breiten erscheint der Radiant bereits abends über dem Horizont, sodass praktisch Beobachtungen während der gesamten Nacht möglich sind. Weiter südlich beginnt der nutzbare Zeitraum erst im späteren Verlauf der Nacht. Der Radiant kulminiert gegen 02^h Ortszeit.

In den letzten Jahren hat die Peak-Position recht wenig Variationen gezeigt. Die gut dokumentierten Maxima in den letzten zwei Jahrzehnten (WB, p. 66) lagen alle zwischen $\lambda_{\odot} = 261^{\circ}5$ und $262^{\circ}4$. Das entspricht 2023 Dezember 14, 03^h bis 24^h UT. Im Zeitraum hoher Raten sollten die visuell ermittelten Daten für kurze Intervalle angegeben werden (nicht länger als 15 Minuten).

Wie in der Quartalsübersicht erwähnt, kann am 12. Dezember Aktivität von Meteoren des Kometen 46P/Wirtanen (siehe Seite 14) auftreten. Das kann sogar von zwei verschiedenen

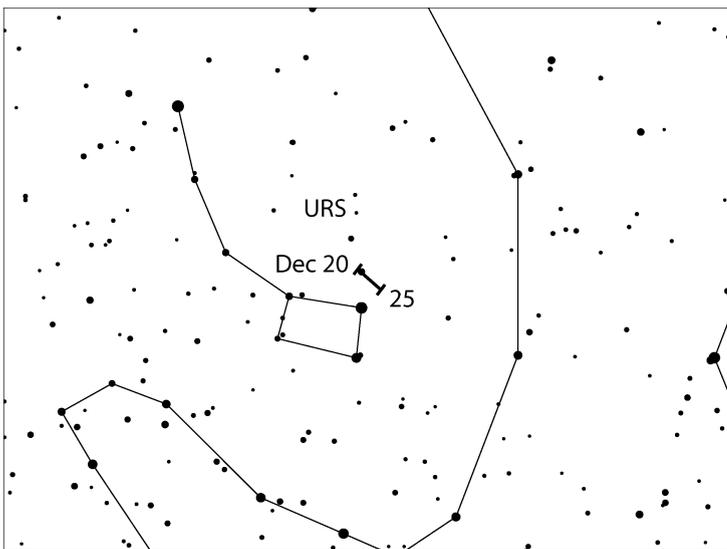
Radianten erfolgen. Zum Erfassen der GEM-Aktivität ist sicher das “Counting” die bevorzugte Methode. Dagegen sollten von Meteoriten, die möglicherweise zu einem der “Wirtanen-Radianten” passen, Notizen über die scheinbare Bahn und die Winkelgeschwindigkeit gemacht werden.

Ursiden (015 URS)

Aktivität: Dezember 17–26; Maximum: Dezember 23, 04^h UT ($\lambda_{\odot} = 270^{\circ}7$) und siehe Text;
 ZHR = 10 (gelegentlich variabel bis zu 50);
 Radiant: $\alpha = 217^{\circ}$, $\delta = +76^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 33$ km/s; $r = 2.8$.

Trotz der langen Nächte und der günstigen Position des Radianten gibt es keine guten optischen Beobachtungsreihen zu diesem Strom. Es gab mindestens zwei stärkere Outbursts (1945 und 1986), und weitere Ereignisse könnten infolge des Wetters unbeobachtet geblieben sein. Das Maximum selbst ist eher kurz und die Position fluktuiert von Jahr zu Jahr. Wiederholt wurden Maxima oberhalb des Mittels registriert. Das betrifft die Jahre 2006 bis 2008, sowie 2011, 2014, 2015, 2017 und 2020 (visuell und Videodaten). Der Ursprungskomet 8P/Tuttle hat eine Umlaufzeit von 13,6 Jahren. Die jüngste Perihelppassage erfolgte am 27. August 2021. Auffallend ist, dass zahlreiche der Ursidenpeaks auftraten, wenn sich der Komet eher nahe seines *Aphels* befand. Vorhersagen zur Aktivität der URS sind schwierig.

Für 2023 gibt es einige Prognosen. Jenniskens (2006, Tabelle 5b) führt die Passage eines **Filaments am 22. Dezember um 14^h29^m UT** ($\lambda_{\odot} = 270^{\circ}14$) an. Dazu steht eine ZHR von 23. Das ist weniger als 1/3 des Wertes, der für Filamente in den Jahren 2016/17/18 angegeben wurde. Vaubaillon (2022) gibt eine Dichte unterhalb der von 2017 an und findet als Position $\lambda_{\odot} = 270^{\circ}24$ (entspricht 17^h UT) für die höchsten Raten.



Der Ursiden-Radiant ist zirkumpolar von mitteleuropäischen Breiten. Die Kulmination erfolgt erst am Tage, doch ist besonders die zweite Nachthälfte mit hoher Radiantenposition günstig. Trotz der geringeren Radiantenhöhe und der Aufhellung durch den Mond ist auch eine Dokumentation der ZHR im abendlichen Zeitraum wichtig.

7 Radiantengröße und Meteoreintragungen (plotting) für visuelle Beobachter

von Rainer Arlt

Beobachtungen bei geringen Raten abseits der Maxima der großen Ströme erfordern eine genaue Zuordnung der Meteore zu den Radianten wegen der geringen Anzahl von Meteoren pro Quelle. Das Eintragen der beobachteten Meteorspuren in gnomonische Sternkarten (plotting) und die dazugehörige Schätzung der Winkelgeschwindigkeit erlauben weit genauere Zuordnungen zu den Radianten als lediglich die Rückwärtsverlängerung der scheinbaren Bahn am Himmel. Auf gnomonischen Karten erscheinen Meteorspuren als Geraden und können so leicht zurückverlängert werden, gegebenenfalls auch auf benachbarte Karten.

Wie groß sollte ein Radiant angenommen werden? Die tatsächliche physikalische Ausdehnung ist sehr klein. Infolge der Eintragungsgenauigkeit kann ein reales Strommeteor seinen Radianten verfehlen. Um den Effekt des Fehlers zu berücksichtigen, müssen wir einen etwas größeren Radianten annehmen. Im Gegenzug werden nun eigentlich nicht dem Radianten zugehörige sporadische Meteore, deren Rückverlängerung zufällig in der Nähe vorbeiführt, dem Strom zugeordnet. Es gilt also, einen optimalen Durchmesser zu finden, der den "Verlust" durch Fehler gerade durch Hinzunahme vereinzelter sporadischer Meteore ausgleicht. Da wir uns für die Eigenschaften der Ströme interessieren, darf die "Verunreinigung" durch sporadische Meteore nicht zu stark sein. Tabelle 1 gibt den optimalen Durchmesser in Abhängigkeit vom Abstand zum Radianten an.

Tabelle 1. Optimaler Radiantendurchmesser für die Stromzuordnung in Abhängigkeit vom Abstand des beobachteten Meteors zum Radianten D .

D	optimaler Durchmesser
15°	14°
30°	17°
50°	20°
70°	23°

Diese Radiantengröße gilt für alle Radianten mit *Ausnahme* der Nördlichen und Südlichen Tauriden sowie der Antihelion-Quelle. Diese weisen alle eine größere Ausdehnung auf. Die optimale Größe in $\alpha \times \delta$ für die beiden Tauriden-Radianten beträgt $20^\circ \times 10^\circ$; für die Antihelion-Quelle sogar $30^\circ \times 15^\circ$.

Die Richtung ist nicht das einzige Kriterium für die Stromzuordnung. Die Winkelgeschwindigkeit eines Meteors sollte zum erwarteten Wert entsprechend der geozentrischen Eintrittsgeschwindigkeit passen. Schätzungen der Winkelgeschwindigkeit sollten in Grad pro Sekunde ($^\circ/\text{s}$) erfolgen. Dazu lässt man in Gedanken das beobachtete Meteor eine Sekunde lang fliegen und ermittelt die Länge der dann zurückgelegten Strecke – so erhält man die scheinbare Geschwindigkeit in $^\circ/\text{s}$. Die Werte sind schon nach kurzer Übung gut nutzbar. Typische Winkelgeschwindigkeiten liegen im Bereich von $3^\circ/\text{s}$ bis $25^\circ/\text{s}$. Um noch dem Strom zugeordnet zu werden, soll die Winkelgeschwindigkeit nicht mehr als in der Tabelle 2 angegeben vom Sollwert abweichen.

Tabelle 2. Toleranzbereiche für die Winkelgeschwindigkeit.

Winkelgeschwindigkeit [$^{\circ}/s$]	5	10	15	20	30
Zulässiger Fehler [$^{\circ}/s$]	3	5	6	7	8

Wenn ein Meteor den Radianten innerhalb des in Tabelle 1 gegebenen Radius passiert, wird die Winkelgeschwindigkeit geprüft. Tabelle 3 gibt die Winkelgeschwindigkeiten für einige geozentrische Geschwindigkeiten V_{∞} . Tabelle 5 enthält die Angaben für alle Ströme.

Tabelle 3. Winkelgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Radiantenabstand des Meteors (D) und der Höhe des Meteors über dem Horizont (h) für drei verschiedene geozentrische Geschwindigkeiten (V_{∞}). Alle Winkelgeschwindigkeiten in $^{\circ}/s$. Zwischenwerte bitte interpolieren.

$h \setminus D$	$V_{\infty} = 25 \text{ km/s}$					$V_{\infty} = 40 \text{ km/s}$					$V_{\infty} = 60 \text{ km/s}$				
	10°	20°	40°	60°	90°	10°	20°	40°	60°	90°	10°	20°	40°	60°	90°
10°	0.4	0.9	1.6	2.2	2.5	0.7	1.4	2.6	3.5	4.0	0.9	1.8	3.7	4.6	5.3
20°	0.9	1.7	3.2	4.3	4.9	1.4	2.7	5.0	6.8	7.9	1.8	3.5	6.7	9.0	10
40°	1.6	3.2	5.9	8.0	9.3	2.6	5.0	9.5	13	15	3.7	6.7	13	17	20
60°	2.2	4.3	8.0	11	13	3.5	6.8	13	17	20	4.6	9.0	17	23	26
90°	2.5	4.9	9.3	13	14	4.0	7.9	15	20	23	5.3	10	20	26	30

8 Quellen und Abkürzungen

Quellen:

- Egal A., 2020: Upcoming Eta-Aquariid outbursts, Vortrag auf der Online-IMC 2020.
- Egal A., Brown P.G., Rendtel J., Campbell-Brown M., Wiegert P., 2020: Activity of the Eta-Aquariid and Orionid meteor showers, *Astron. Astrophys.*, **640**, id.A58, 24 pp.
- Jenniskens P., 2006: Meteor showers and their parent comets. Cambridge Univ. Press. (insbes. Tabellen 5ff).
- Koseki M., 2014: Various meteor scenes II: Cygnid-Draconid Complex (κ -Cygnids), *WGN* **42**, pp. 181–197.
- Koseki M., 2020: Cygnid-Draconid Complex (κ -Cygnids) II: Call for observations, κ -Cygnids 2021, *WGN* **48**, pp. 129-136.
- Koseki M., 2021: The activity of meteor showers recorded by SonotaCo Net video observations 2007–2018, *eMN* **6**, pp. 91–246.
- Maslov M., 2007: Leonid predictions for the period 2001 – 2100, *WGN* **35**, pp. 5–12.
- Molau S., Crivello S., Goncalves R., Saraiva C., Stomeo E., Kac J., 2016a: Results of the IMO Video Meteor Network – February 2016, *WGN* **44**, pp. 116–119.
- Molau S., Crivello S., Goncalves R., Saraiva C., Stomeo E., Kac J., 2016b: Results of the IMO Video Meteor Network – July 2016, *WGN* **44**, pp. 205–210.
- Molau S., Rendtel J., 2009: A comprehensive list of meteor showers obtained from 10 years of observations with the IMO Video Meteor Network, *WGN* **37**, pp. 98–121.
- Rendtel J., 2014: Meteor Observers Workbook 2014 (ed.: Jürgen Rendtel), IMO, 2014.
- Vaubailion J., 2022: persönl. Mitteilung (10. Mai).

Abkürzungen:

- α , δ : Koordinaten der Stromradianten zum Zeitpunkt des Maximums. α – Rektaszension, δ – Deklination. Radianten verlagern sich am Himmel infolge der Erdumlaufbewegung um die Sonne. Diese Drift ist in Tabelle 6 für die Aktivitätsdauer angegeben.
- r : Der Populationsindex gibt die Zunahme der Meteoranzahl zu den schwächeren Helligkeiten an. $r = 2,0 - 2,5$ deutet auf einen höheren Anteil heller Meteore als im Mittel hin, r über 3,0 weist auf einen hohen Anteil schwacher Meteore hin.
- λ_{\odot} : Sonnenlänge – Angabe der Erdposition auf ihrem Umlauf um die Sonne, gezählt ab dem Frühlingspunkt. Werte der λ_{\odot} beziehen sich auf das Äquinoktium 2000.0.
- V_{∞} : Meteor-Eintrittsgeschwindigkeit in die Atmosphäre in km/s. Möglicher Bereich 11 km/s (extrem langsam, unteres Limit) bis 72 km/s (sehr schnell, Limit für Meteoroiden aus dem Planetensystem).
- ZHR: Stündliche Zenitrate (von engl.: Zenithal Hourly Rate) – eine berechnete Anzahl von Meteoren eines Stromes die ein Beobachter unter Standardbedingungen sieht: unbegrenztes Blickfeld, Radiant im Zenit, Grenzgröße +6.5 mag.

9 Tabellen: Mondphasen und Stromdaten

Tabelle 4. Mondphasen für 2023.

Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
		Januar 6	Januar 15
Januar 21	Januar 28	Februar 5	Februar 13
Februar 20	Februar 27	März 7	März 15
März 21	März 29	April 6	April 13
April 20	April 27	Mai 5	Mai 12
Mai 19	Mai 27	Juni 4	Juni 10
Juni 18	Juni 26	Juli 3	Juli 10
Juli 17	Juli 25	August 1	August 8
August 16	August 24	August 31	September 6
September 15	September 22	September 29	Oktober 6
Oktober 14	Oktober 22	Oktober 28	November 5
November 13	November 20	November 27	Dezember 5
Dezember 12	Dezember 19	Dezember 27	

Tabelle 5. Arbeitsliste der visuellen Meteorströme (Stand im Dezember 2022; Maximumsdaten gelten nur für 2023). Das Maximumsdatum für die PUP ist lediglich Referenz für den angegebenen Radianten, jedoch nicht unbedingt das Maximum. Bei einigen Strömen variiert die Rate von Jahr zu Jahr. In der Tabelle ist der wahrscheinlichste Wert angegeben, bei periodischen Strömen steht ‘Var’ = variabel. Später eingehende Informationen sind im *IMO Journal WGN* oder auf www.imo.net zu finden.

Strom	Aktivität	Maximum		Radiant		V_∞ km/s	r	ZHR	
		Datum	λ_\odot	α	δ				
Antihelion Quelle (ANT)	Dez 10–Sep 20 –	Mrz–Apr, Ende Mai, Ende Juni		s. Tabelle 6		30	3.0	4	
Quadrantiden (010 QUA)	Dez 28–Jan 12	Jan	04	283°15	230°	+49°	41	2.1	110
γ -Ursae Minoriden (404 GUM)	Jan 10–Jan 22	Jan	18	298°	228°	+67°	31	3.0	3
α -Centauriden (102 ACE)	Jan 31–Feb 20	Feb	08	319°2	210°	–59°	58	2.0	6
γ -Normiden (118 GNO)	Feb 25–Mrz 28	Mrz	14	354°	239°	–50°	56	2.4	6
Lyriden (006 LYR)	Apr 14–Apr 30	Apr	23	32°32	271°	+34°	49	2.1	18
π -Puppiden (137 PPU)	Apr 15–Apr 28	Apr	24	33°5	110°	–45°	18	2.0	Var
η -Aquariiden (031 ETA)	Apr 19–Mai 28	Mai	06	45°5	338°	–01°	66	2.4	50
η -Lyriden (145 ELY)	Mai 03–Mai 14	Mai	10	50°0	291°	+43°	43	3.0	3
Dayt. Arietiden (171 ARI)	Mai 14–Jun 24	Jun	07	76°6	44°	+24°	38	2.8	30
Juni Bootiden (170 JBO)	Jun 22–Jul 02	Jun	27	95°7	224°	+48°	18	2.2	Var
Juli Pegasiden (175 JPE)	Jul 04–Jul 14	Jul	10	107°5	340°	+15°	61	3.0	5
Piscis Austr. (183 PAU)	Jul 15–Aug 10	Jul	28	125°	341°	–25°	35	3.2	5
Juli γ -Draconiden (184 GDR)	Jul 25–Jul 31	Jul	28	125°3	280°	+51°	27	3.0	5
S. δ -Aquariiden (005 SDA)	Jul 12–Aug 23	Jul	30	127°	340°	–16°	41	2.5	25
α -Capricorniden (001 CAP)	Jul 03–Aug 15	Jul	30	127°	307°	–10°	23	2.5	5
η -Eridaniden (191 ERI)	Jul 31–Aug 19	Aug	08	135°	41°	–11°	64	3.0	3
Perseiden (007 PER)	Jul 17–Aug 24	Aug	13	140°0	48°	+58°	59	2.2	100
κ -Cyggniden (012 KCG)	Aug 03–Aug 28	Aug	17	144°	286°	+59°	23	3.0	3
Aurigiden (206 AUR)	Aug 28–Sep 05	Sep	01	158°6	91°	+39°	66	2.5	6
Sep. ε -Perseiden (208 SPE)	Sep 05–Sep 21	Sep	09	166°7	48°	+40°	64	3.0	5
Dayt. Sextantiden (221 DSX)	Sep 09–Okt 09	Sep	27	184°3	152°	+00°	32	2.5	5
Oct. Camelopard. (281 OCT)	Okt 05–Okt 06	Okt	06	192°58	164°	+79°	47	2.5	5
Draconiden (009 DRA)	Okt 06–Okt 10	Okt	09	195°4	262°	+54°	20	2.6	10
δ -Aurigiden (224 DAU)	Okt 10–Okt 18	Okt	11	198°	84°	+44°	64	3.0	2
ε -Geminiden (023 EGE)	Okt 14–Okt 27	Okt	18	205°	102°	+27°	70	3.0	3
Orioniden (008 ORI)	Okt 02–Nov 07	Okt	22	208°	95°	+16°	66	2.5	20
Leonis Minoriden (022 LMI)	Okt 19–Okt 27	Okt	24	211°	162°	+37°	62	3.0	2
S. Tauriden (002 STA)	Sep 20–Nov 20	Nov	05	223°	52°	+15°	27	2.3	7
N. Tauriden (017 NTA)	Okt 20–Dec 10	Nov	12	230°	58°	+22°	29	2.3	5
Leoniden (013 LED)	Nov 06–Nov 30	Nov	18	235°27	152°	+22°	71	2.5	10
α -Monocerotiden (246 AMO)	Nov 15–Nov 25	Nov	22	239°32	117°	+01°	65	2.4	Var
Nov. Orioniden (250 NOO)	Nov 13–Dez 06	Nov	28	246°	91°	+16°	44	3.0	3
Phoeniciden (254 PHO)	Nov 28–Dez 09	Dez	02	250°0	18°	–53°	18	2.8	Var
Puppide-Veliden (301 PUP)	Dez 01–Dez 15	(Dez 07)		(255°)	123°	–45°	40	2.9	10
Monocerotiden (019 MON)	Dez 05–Dez 20	Dez	09	257°	100°	+08°	41	3.0	3
σ -Hydriden (016 HYD)	Dez 03–Dez 20	Dez	09	257°	125°	+02°	58	3.0	7
Geminiden (004 GEM)	Dez 04–Dez 20	Dez	14	262°2	112°	+33°	35	2.6	150
Comae Bereniciden (020 COM)	Dez 05–Feb 04	Dez	16	264°	158°	+30°	64	3.0	3
Ursiden (015 URS)	Dez 17–Dez 26	Dez	23	270°7	217°	+76°	33	2.8	10

Tabelle 6 (nächste Seite). **Radiantenpositionen im Jahresverlauf; α und δ .**

Datum	ANT	QUA	COM			
Jan 0	112° +21°	228° +50°	172° +25°			
Jan 5	117° +20°	231° +49°	176° +23°	GUM		
Jan 10	122° +19°	234° +48°	180° +21°	220° +71°		
Jan 15	127° +17°		185° +19°	224° +69°		
Jan 20	132° +16°		189° +17°	228° +67°		
Jan 25	138° +15°		193° +15°	ACE		
Jan 30	143° +13°		198° +12°	200° -57°		
Feb 5	149° +11°		203° +10°	208° -59°		
Feb 10	154° +9°			214° -60°		
Feb 15	159° +7°			220° -62°		
Feb 20	164° +5°			225° -63°		
Feb 28	172° +2°	GNO				
Mrz 5	177° 0°	225° -51°				
Mrz 10	182° -2°	230° -50°				
Mrz 15	187° -4°	235° -50°				
Mrz 20	192° -6°	240° -50°				
Mrz 25	197° -7°	245° -49°				
Mrz 30	202° -9°	250° -49°				
Apr 5	208° -11°	255° -49°				
Apr 10	213° -13°	LYR	PPU	ETA		
Apr 15	218° -15°	263° +34°	106° -44°	323° -7°		
Apr 20	222° -16°	269° +34°	109° -45°	328° -5°		
Apr 25	227° -18°	274° +34°	111° -45°	332° -3°	ELY	
Apr 30	232° -19°	279° +34°		337° -1°	286° +43°	
Mai 05	237° -20°			341° +1°	291° +43°	
Mai 10	242° -21°			345° +3°	296° +44°	
Mai 15	247° -22°			349° +5°		
Mai 20	252° -22°			353° +7°		
Mai 25	256° -23°	ARI				
Mai 30	262° -23°	42° +24°				
Jun 5	267° -23°	47° +24°				
Jun 10	272° -23°					
Jun 15	276° -23°	JBO				
Jun 20	281° -23°	223° +48°				
Jun 25	286° -22°	225° +47°	CAP		JPE	
Jun 30	291° -21°		285° -16°	SDA	335° +14°	
Jul 5	296° -20°	PER	289° -15°	325° -19°	PAU	340° +15°
Jul 10	300° -19°	6° +50°	294° -14°	329° -19°	330° -34°	345° +16°
Jul 15	305° -18°	11° +52°	299° -12°	333° -18°	334° -33°	
Jul 20	310° -17°	22° +53°	303° -11°	337° -17°	338° -31°	GDR
Jul 25	315° -15°	29° +54°	307° -10°	340° -16°	343° -29°	277° +51°
Jul 30	319° -14°	37° +56°	313° -8°	345° -14°	348° -27°	282° +51°
Aug 5	325° -12°	45° +57°	318° -6°	349° -13°	352° -26°	39° -14°
Aug 10	330° -10°	51° +58°		352° -12°		44° -12°
Aug 15	335° -8°	57° +58°	AUR	356° -11°		48° -10°
Aug 20	340° -7°	63° +58°	85° +40°			52° -9°
Aug 25	344° -5°		90° +39°	SPE		ERI
Aug 30	349° -3°		96° +39°	43° +40°	287° +53°	
Sep 5	355° -1°	STA	102° +39°	48° +40°	289° +56°	
Sep 10	0° +1°	18° +5°		53° +40°	291° +59°	
Sep 15	5° +2°	21° +6°	DSX	59° +41°	293° +62°	
Sep 20		25° +7°	150° 0°			
Sep 25		28° +8°	155° 0°	ORI		
Sep 30		32° +9°		85° +14°	OCT	
Okt 5		36° +11°	EGE	88° +15°	DAU	164° +79°
Okt 10		40° +12°	99° +27°	82° +45°		DRA
Okt 15	NTA	43° +13°	104° +27°	87° +43°		262° +54°
Okt 20	38° +18°	47° +14°	109° +27°	91° +15°	82° +45°	
Okt 25	43° +19°	52° +15°		94° +16°	87° +43°	LMI
Okt 30	47° +20°	56° +15°		98° +16°	92° +41°	158° +39°
Nov 5	52° +21°	60° +16°	NOO	101° +16°		163° +37°
Nov 10	56° +22°	64° +16°	81° +16°	105° +17°		168° +35°
Nov 15	61° +23°		84° +16°		LEO	
Nov 20	65° +24°		88° +16°		147° +24°	AMO
Nov 25	70° +24°	GEM	92° +16°	PHO	150° +23°	112° +2°
Nov 30	74° +24°	103° +33°	149° +37°	14° -52°	153° +21°	116° +1°
Dez 5	85° +23°	108° +33°	153° +35°	18° -53°	156° +20°	120° 0°
Dez 10	90° +23°	113° +33°	157° +33°	22° -53°	159° +19°	91° +8°
Dez 15	96° +23°	118° +32°	161° +31°		122° +3°	98° +9°
Dez 20	101° +23°		166° +28°		126° +2°	101° +8°
Dez 25	106° +22°		170° +26°		130° +1°	105° +7°
Dez 30	111° +21°	226° +50°			134° 0°	108° +7°
	ANT	QUA	COM	HYD	217° +74°	MON
				URS		

Tabelle 6a. Daten und Radiantenpositionen (in α und δ) für mögliche oder zusätzliche Aktivität die im Text beschrieben ist.

Strom (bzw. Ursprung)	Aktivität Datum	λ_{\odot} 2000.0	Radiant		Details siehe Seite
			α	δ	
κ -Cancrien (793 KCA)	Jan 10	289°315	138°	+9°	3
2016 BA ₁₄	Mrz 21	0°0	90°	-51°	3
Camelopardaliden (451 CAM)–209P/LINEAR	Mai 29	62°7	180°	+79°	6
Juli γ -Draconiden (184 GDR)	Jul 28	125°132	280°	+51°	10
Perseiden (007 PER)	Aug 13	139°83	48°	+58°	12
Perseiden (007 PER)	Aug 14	140°74	48°	+58°	12
Andromediden (018 AND)	Dez 02	250°	29°	+47°	13
46P/Wirtanen (zwei mögl. Radianten)	Dez 12	260°11	8°	-38°	14
			346°	+7°	14
Ursiden (015 URS)	Dez 22	270°14	218°	+76°	20

Tabelle 7. Arbeitsliste der Tagesströme für Radio-Beobachtungen. Nach den Regeln für die Strom-Bezeichnungen müsste jeweils ‘Daytime/Tages-’ vorangestellt werden. Dies haben wir in der Tabelle weggelassen. Ein Stern (*) in der Spalte ‘Max Datum’ weist auf mögliche weitere Peaks hin. Details für die Arietiden (171 ARI) und die Sextantiden (221 DSX) sind im Textteil des Kalenders zu finden. Die erwarteten Raten sind in drei Kategorien gering (low=L), mittel (M) oder hoch (H) angegeben. Ein Stern in der Spalte ‘Rate’ ist ein Hinweis, dass die Rate nicht in allen Jahren dem Niveau entspricht. Masahiro Koseki und Christian Steyaert trugen mit Informationen zur Korrektur einiger Angaben (im Vergleich zu den Vorjahren) bei.

Strom	Aktivität	Max Datum	λ_{\odot} 2000.0	Radiant		Rate
				α	δ	
Capricorniden/Sagittariiden (115 DCS)	Jan 13–Feb 04	Feb 01*	312°5	299°	-15°	M*
April Pisciden (144 APS)	Apr 20–Apr 26	Apr 23	32°5	9°	+11°	L
Arietiden (171 ARI)	Mai 14–Jun 24	Jun 07	76°6	42°	+25°	H
ζ -Perseiden (172 ZPE)	Mai 20–Jul 05	Jun 10*	78°6	62°	+23°	H
β -Tauriden (173 BTA)	Jun 05–Jul 17	Jun 28	96°7	86°	+19°	M
ζ -Cancrien (202 ZCA)	Aug 14–Sep 12	Aug 25	152°2	155°	+20°	L*
Sextantiden (221 DSX)	Sep 09–Okt 09	Sep 27*	184°3	152°	0°	M*

10 Adressen

Beobachter in Deutschland:

Visuelle Beobachtungsdaten: Über die IMO-Website <http://www.imo.net/visual/report> können Reports visueller Beobachtungen eingegeben werden.

Feuerkugel-Beobachtungen: Über <http://fireballs.imo.net> (auch deutsch) kann man Feuerkugel-Beobachtungsdaten direkt eingeben.

In beiden Fällen sind auch Eingaben von Daten anderer Beobachter möglich.

Ergebnisse: Insbesondere während der Aktivität größerer Ströme oder bei besonderen Ereignissen werden die eingehenden visuellen Daten in Form einer live-Grafik dargestellt.

Technische Fragen: Informationen zu verschiedenen Beobachtungstechniken sind auf den oben genannten IMO-Webseiten sowie auf www.meteoros.de zu finden. Auf die vorhandenen Daten der Visual Meteor DataBase (VMDB) kann man für eigene Auswertungen zugreifen.

Allgemeine Anfragen zum Arbeitskreis Meteore e.V. (AKM) und insbesondere zu Video-Meteorbeobachtungen an Sirko Molau (Adresse unten). Fragen zu visuellen Beobachtungen an Jürgen Rendtel (Adresse unten).

Allgemeine Informationen zur Meteorastronomie und zur Beobachtung von Meteoriten sind im Buch *Meteore beobachten* von Jürgen Rendtel und Rainer Arlt zu finden (Oculum Verlag, 2012; ISBN 978-3-938469-53-8).

International Meteor Organization:

Fragen zu einzelnen Themen können per Mail an die entsprechende Adresse geschickt werden (hier sollte der Begriff "meteor" im Subject der Mail stehen, damit die Nachricht Spam-Filter passieren kann):

Feuerkugeln/helle Meteore: fireball@imo.net

Meteorfotografie: photo@imo.net

Forward-scatter Radiobeobachtung: radio@imo.net

Video-Meteorbeobachtung: video@imo.net

Visuelle Beobachtung: visual@imo.net

In der IMO gibt es Kommissionen zu verschiedenen Beobachtungsverfahren. Anfragen sind auch direkt an den jeweiligen Direktor möglich:

Photographic Commission: William Ward, 84 Woodwynd, Kilwinning, KA13 7DJ, Scotland, U.K.;
e-mail: bill_meteor@yahoo.com

Radio Commission: Christian Steyaert, Kruisven 66, B-2400 Mol, Belgium;
e-mail: steyaert@vvs.be

Video Commission Sirko Molau, Abenstalstraße 13b, D-84072 Seysdorf, Germany;
e-mail: sirko@molau.de

Visual Commission: Jürgen Rendtel, Eschenweg 16, D-14476 Potsdam, Germany;
e-mail: jrendtel@web.de

Mitgliedschaft in der International Meteor Organization kann man auf der Webseite beantragen:

www.imo.net → "Join the IMO"

Alternativ oder für zusätzliche Informationen und Anfragen ist der Secretary-General ansprechbar: lunro.imo.usa@cox.net, ggf. auch per Brief an Robert Lunsford, IMO Secretary-General, 14884 Quail Valley Way, El Cajon, CA 92021-2227, USA.