

International Meteor Organization & Arbeitskreis Meteore e.V.

Meteorstrom-Kalender 2022

herausgegeben von Jürgen Rendtel¹

1 Einleitung

Dies ist die deutschsprachige Version der 32. 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.

Ein wesentliches Anliegen ist es, die Aufmerksamkeit der Beobachter sowohl auf die alljährlich wiederkehrenden Meteorströme (genaue Position von Peaks, Raten) als auch auf theoretisch mögliche Ereignisse zu richten. Modellrechnungen können Hinweise auf zusätzliche Peaks, erhöhte Raten oder kleine Aktivitätsanzeichen geben. Der Zeitpunkt eventueller Aktivität ist ebenfalls 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 Daten, die bei “mäßiger” Grenzgröße gewonnen wurden, für eine Reihe grundlegender Analysen herangezogen werden. In diesen Fällen ist die sorgfältige Erfassung der Beobachtungsbedingungen essentiell.

Die Maxima der drei stärksten Ströme des Jahres finden 2022 mit unterschiedlichen Mondstörungen statt: Quadrantiden – nahe Neumond, Perseiden – Vollmond, Geminiden – heller abnehmender Mond. Bedingungen zu den Höhepunkten weiterer bekannter Ströme: Lyridenmaximum nach dem Letzten Viertel, η -Aquariiden und Südliche δ -Aquariiden und Aurigiden mondfrei, Oktober-Draconiden Vollmond, Orioniden und Leoniden wiederum nach dem Letzten Viertel, und schließlich die Ursiden ohne Mondlicht.

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, Mikiya Sato und Jérémie Vaubaillon für neue Angaben und Hinweise zu berechneten Ereignissen im Jahr 2022 (siehe auch die Literaturliste auf S.24). Esko Lyytinen, der über viele Jahre wertvolle genaue Modellrechnungen und Erklärungen beisteuerte, verstarb im Dezember 2020. Ergebnisse seiner Rechnungen und die Bestätigung durch unsere Beobachtungen – wie zuletzt bei den Aurigiden 2021 – wird unsere Erinnerung an ihn wachhalten. Koen Miskotte fasste Information zu den SDA und CAP Ende Juli zusammen. Dank auch an Robert Lunsford, Alastair McBeath und Ina Rendtel für die gewissenhafte Durchsicht der englischen sowie an André Knöfel, Ulrich Sperberg und Petra Strunk für Korrekturen und Verbesserungen der deutschen Version des Kalenders.

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.

Unter den Prognosen für 2022 findet sich der potentielle Outburst der Tau-Herculiden am 31. Mai. In anderen Jahren ist die Aktivität dieses Stromes an oder unter der Nachweisgrenze für visuelle Beobachtungen. Weitere interessante Ereignisse sind in Tabelle 6a (Seite 28) zusammengestellt. Es besteht auch jederzeit die Möglichkeit, dass völlig unerwartet Meteoraktivität auftritt. Beobachtungen im gesamten Jahr komplettieren unsere Kenntnis der bekannten Ströme und liefern Aussagen zu den Modell-Annahmen 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.

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 angebar. In einigen Strömen finden wir außerdem eine sichtbare 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-Quelle

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 (somit auch keine Strom-Nummer der IAU-Liste). Es handelt sich vielmehr um eine Region, in der mehrere schwache und variable kleine Ströme ihre Radianten haben. Bis 2006 wurden einzelne dieser Ströme des Komplexes einzeln aufgeführt, ohne dass visuelle Beobachter diese tatsächlich unterscheiden konnten. Wie beispielsweise die Video-Daten des IMO Video Meteor Networks zeigen, sind die Zuordnungen von Meteoren zu den einzelnen Radianten und ableitbare Aktivitäten kaum sinnvoll möglich. Daher empfehlen wir, dass Beobachter die Meteore mit Radianten in diesem Bereich lediglich generell als ANT zu klassifizieren. 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.

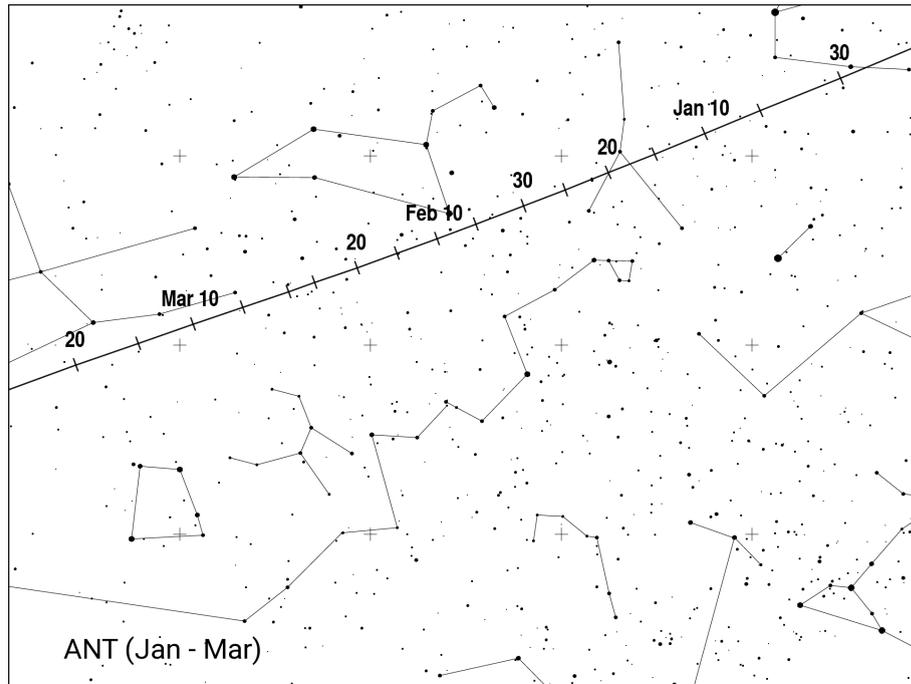
3 Januar bis März

Das Jahr beginnt für die Beobachter der Nordhalbkugel mit dem Maximum der **Quadrantiden (010 QUA)** am 3. Januar – diesmal ohne Mondlicht-Störung. Die langdauernden **Dezember Leonis Minoriden (032 DLM)** lassen sich noch bis Anfang Februar nachweisen. Beobachtungen der schwachen γ -Ursae Minoriden (**404 GUM**) um den 18. Januar werden durch helles Mondlicht gestört. Die α -Centauriden (**102 ACE**) des Südhimmels erreichen ihr Maximum um den 8. Februar. Sowohl die Aktivitätsperiode als auch der Radiant der schwachen γ -Normiden (**118 GNO**) im März sind nach wie vor unsicher. Das Maximum sollte im Intervall $\lambda_\odot \approx 347^\circ$ – 357° liegen; das ist 7.–17. März 2022.

Anfang Januar ist der Schwerpunkt der **ANT** im südöstlichen Bereich der Zwillinge zu finden, verlagert sich dann durch den Krebs bis schließlich im Februar der südliche Teil des Löwen durchquert wird. Im März geht es weiter südwärts auf der Ekliptik durch den Bereich der Jungfrau. Die typische ANT-ZHR ist etwa 2 bis 3. Videodaten deuten auf eine leicht erhöhte Flussdichte um $\lambda_\odot \approx 355^\circ$ hin (entspricht 15. März 2022).

Am 10. Januar 2015 um 02^h50^m UT ($\lambda_\odot = 289^\circ 315'$) zeigten Radar- und Videodaten einen kurzen Ausbruch der κ -Cancriiden (**793 KCA**). Der Radiant lag bei $\alpha = 138^\circ$, $\delta = +9^\circ$. Aktivität wurde auch in Videodaten von 2016 gefunden (Molau et al., 2016a). In den Folgejahren gab es jedoch keine Aktivität mehr. 2022 wird die Position am 9. Januar um 21^h50^m UT erreicht (Mond dann als Erstes Viertel in den Fischen). Der Radiant der Antihelion-Quelle hat sein Zentrum dann bei $\alpha = 122^\circ$, $\delta = +19^\circ$, also rund 20° südöstlich des KCA-Radianten; Meteore der KCA ($V_\infty = 47$ km/s) sind schneller als die der ANT ($V_\infty = 30$ km/s).

Die allgemein geringe Aktivität zwischen Mitte Januar und April sollte eventuelle “neue” schwache Quellen relativ leicht erkennen lassen. Natürlich sind Videodaten dafür am besten geeignet. Es ist jedoch zu empfehlen, bei visuellen Beobachtungen die Meteorbahnen zu notieren, um bei Entdeckung von Quellen eine unabhängige Bestätigung zu haben und eventuell sogar Angaben zur Aktivität ableiten zu können.



Die erwarteten Zeiten der **Tagesstrom-Maxima** im ersten Quartal sind:

Capricorniden/Sagittariiden (115 DCS) – 1. Februar, 12^h UT

χ -Capricorniden (114 DXC) – 14. Februar, 11^h UT.

Das DCS-Maximum kann jedoch verschieden in der Periode 1.–4. Februar auftreten. Aktivität um den DXC-Peak kann auch bis zu einem Tag später erscheinen. Radianten (vgl. Tabelle 7 auf Seite 28) beider Ströme liegen nur $< 10^\circ$ – 15° westlich der Sonne und sind somit für alle optischen Beobachtungen (inklusive Südhemisphäre) unerreichbar.

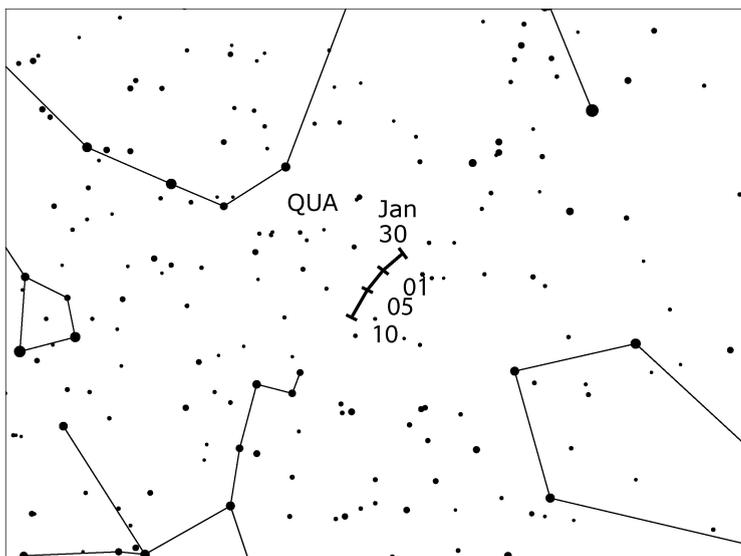
Quadrantiden (010 QUA)

Aktivität: Dezember 28–Januar 12; Maximum: Januar 3, 20^h40^m UT ($\lambda_\odot = 283^\circ 15'$),

ZHR = 120 (variabel $\approx 60 - 200$);

Radiant: $\alpha = 230^\circ$, $\delta = +49^\circ$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;

$V_\infty = 41$ km/s; $r = 2.1$ zum Maximum, sonst 2.5.

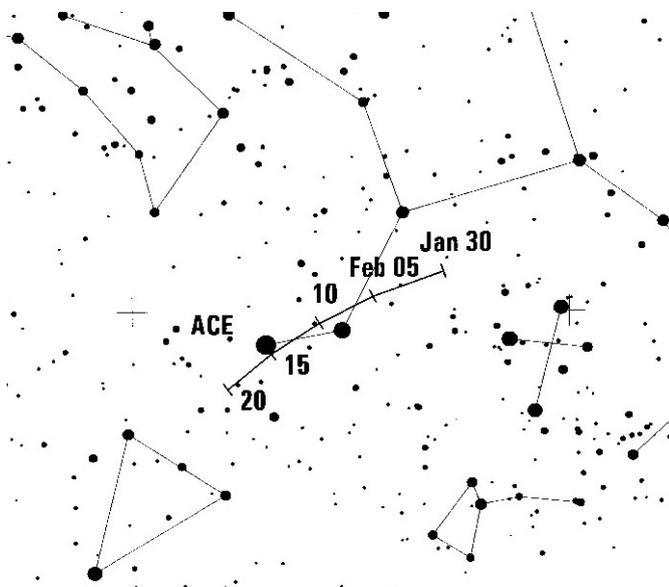


Das Maximum am 3. Januar bietet diesmal optimale Bedingungen ohne Mondlicht. Der Radiant im nördlichen Bootes ist für Beobachter in Mitteleuropa und weiter nördlich zirkumpolar; die tiefste Position wird gegen 20^h Ortszeit erreicht. Auf 50° N finden wir den Radianten ab 0^h10^m Ortszeit rund 20° hoch (auf 30° N ist dies erst um 2^h20^m Ortszeit der Fall). Die höchste Position wird zur Morgendämmerung erreicht.

Die erwartete Maximumszeit um 21^h UT ist optimal für Beobachter in Asien und Osteuropa. Von Mitteleuropa aus wird der Nach-Maximums-Teil gut zu verfolgen sein. Die Position des Maximums bei $\lambda_{\odot} = 283^{\circ}15$ ist durch zahlreiche Beobachtungen seit 1992 belegt. Einige Profile der Flussdichte aus Videodaten in jüngerer Zeit zeigen den Peak bei $\lambda_{\odot} = 283^{\circ}11$ (das ist rund eine Stunde früher). Der Peak ist nur kurz. Seine Dauer wird charakterisiert durch die Halbwertsbreite (engl. full width at half-maximum, FWHM; das ist die Zeit, in der die ZHR über der Hälfte des Spitzenwertes liegt). Bei den QUA sind dies vier Stunden. Ein Beobachter kann sich außerhalb des "Beobachtungsfensters" (nachts und Radiant hoch) befinden; ein paar Stunden bewölkter Nachthimmel können ebenfalls dafür sorgen, dass die QUA "ausfallen". Die QUA gehören zu einem Komplex von Strömen und sind verwandt mit dem Kleinplaneten (196256) 2003 EH₁ sowie dem Kometen 96P/Machholz. Innerhalb des Stromes gibt es eine Sortierung der Meteoroiden nach ihrer Masse. Kleinere Meteoroiden (die vornehmlich mit Radio-/Radar-Methoden registriert werden) können bis zu 14 Stunden vor den größeren Meteoroiden (visuelle und fotografische Meteore) die größte Dichte erreichen. Solch eine Massensortierung wurde z.B. beim 2016-er Maximum gefunden. Vereinzelt gab es auch ein Maximum schwacher (Radio-)Meteore 9–12 Stunden nach dem optischen Peak. Wegen solcher Details sind Beobachtungen während der gesamten Aktivitätsperiode des Stromes interessant.

α -Centauriden (102 ACE)

Aktivität: Januar 31–Februar 20; Maximum: Februar 8, 07^h UT ($\lambda_{\odot} = 319^{\circ}2$);
 ZHR = variabel, im Mittel ≈ 6 , kann 25+ erreichen;
 Radiant: $\alpha = 210^{\circ}$, $\delta = -59^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 58$ km/s; $r = 2.0$.



Die α -Centauriden sind einer der Höhepunkte der Meteoraktivität des Südsommers. Im Mittel (1988–2007) lag die Maximums-ZHR um 6 (WB, S. 18), doch sind helle Meteore und gelegentlich Feuerkugeln beobachtet worden. Ausbrüche von nur einigen Stunden Dauer mit ZHR im Bereich 20–30 wurden 1974 und 1980 gemeldet. Deutliche Aktivität wurde auch am 14. Februar 2015 in einer Flugzeug-Beobachtung registriert. Das war etwa 6 Tage nach der mittleren Maximumsposition. Dagegen gab es keine Berichte über erhöhte Raten am 8. Februar 2015, für den ein Ausbruch zur Zeit des regulären Maximums berechnet war.

Daten zur Struktur und Ausdehnung des Stromes sind unzureichend. Der Radiant lässt Beobachtungen ausschließlich von der Südhalbkugel aus zu.

4 April bis Juni

In dieser Periode nimmt die visuell sichtbare Aktivität zu, doch ein Großteil der gesamten Meteoraktivität ab Ende April bleibt unzugänglich für optische Methoden – es handelt sich um die Tagesströme mit Radianten, die 30° oder weniger von der Position der Sonne entfernt sind.

Die **Lyriden (006 LYR)**, eigentlich April-Lyriden) erreichen ihr Maximum kurz vor dem Letzten Viertel des Mondes – die Stunden mit hoher Radiantenposition leiden unter Streulicht. Der Peak wird am 22. April um 19^h UT ($\lambda_\odot = 32^\circ 32'$) erwartet. Beobachtungen der **π -Puppiden (137 PPU)** mit ihrem Maximum am 24. April um 00^h UT ($\lambda_\odot = 33^\circ 5'$) sind wiederum nur von weiter südlichen Breiten aus möglich.

Die Maxima der **η -Aquariiden (031 ETA)**, der **η -Lyriden (145 ELY)** sowie der **Juni Bootiden (170 JBO)** sind alle ohne Störung durch den Mond zu beobachten.

Die **τ -Herculiden (061 TAH)** am 31. Mai sind ein sehr interessanter Fall in diesem Quartal (siehe Seite 9).

Meteoroide des **Kleinplaneten (461852) 2006GY₂** können am 15. Mai gegen 10^h20^m UT ($\lambda_\odot = 54^\circ 28'$) Aktivität verursachen. Nach Berechnungen von Vaubaillon (2021) kann dies ein dichter Strom sein (die Dichte von Strömen aus Kleinplaneten ist schwierig abzuschätzen). Der Radiant befindet sich bei $\alpha = 248^\circ$, $\delta = +46^\circ$; das ist etwa 3° östlich des Sternes τ Her (nicht zu verwechseln mit dem TAH Strom); die Geschwindigkeit ist 36 km/s.

Am 25. Mai (nahe 08^h UT; $\lambda_\odot = 63^\circ 8'$) gibt es eine Begegnung mit Meteoroiden des **Kometen 209P/LINEAR**. Nach Vaubaillon (2021) ist zwar der dichteste Teil zu weit entfernt für hohe Raten, jedoch werden die Staubschleppen von 1903 und 1909 (mit geringerer Dichte) durchquert. Beobachtungsdaten sind notwendig zum Test der Modellrechnungen. (Radiant: $\alpha = 119^\circ$, $\delta = +77^\circ$, im Sternbild Giraffe, etwa im halben Abstand zwischen dem Polarstern und α UMa; Geschwindigkeit 16 km/s.)

Von den **ANT** ist nach den vorliegenden Daten in den IMO-Archiven eine ZHR zwischen 2 und 4 ohne merkliche Variationen zu erwarten – mit geringfügig höheren Raten Ende Mai, gefolgt von einer leichten Abnahme bis in den Juli. Das Radiantengebiet driftet vom südöstlichen Bereich der Jungfrau durch die Waage im April, weiter durch den nördlichen Teil des Skorpions zum südlichen Schlangenträger im Mai und endlich zum Schützen im Juni (Karten auf der gegenüberliegenden Seite).

Tages-Ströme: In der zweiten Maihälfte und im Juni kommt der größte Teil der Meteoraktivität von Quellen am Tageshimmel, darunter einige Strom-Maxima. Die Radianten sind in Tabelle 7 zu finden (Seite 28). Für Radio-Beobachter sind hier die Peak-Zeiten:

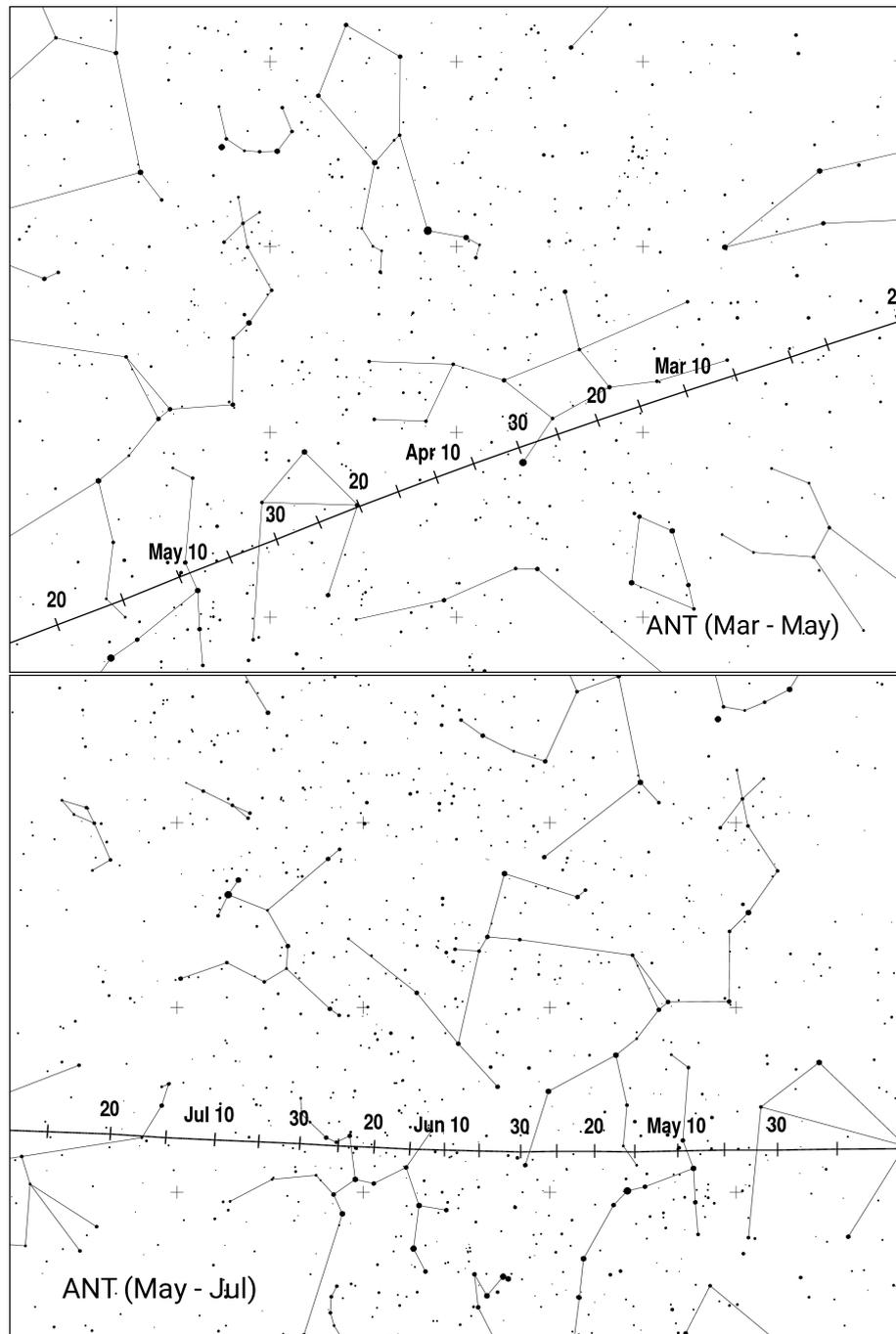
April Pisciden (144 APS) – April 22, 22^h; ε -Arietiden (154 DEA) – Mai 9, 15^h;

Mai Arietiden (294 DMA) – Mai 16, 16^h; α -Cetiden (293 DCE) – Mai 20, 15^h;

Arietiden (171 ARI) – Juni 7, 16^h (mehr Details siehe Seite 10);

ζ -Perseiden (172 ZPE) – Juni 9, 18^h; β -Tauriden (173 BTA) – Juni 28, 17^h.

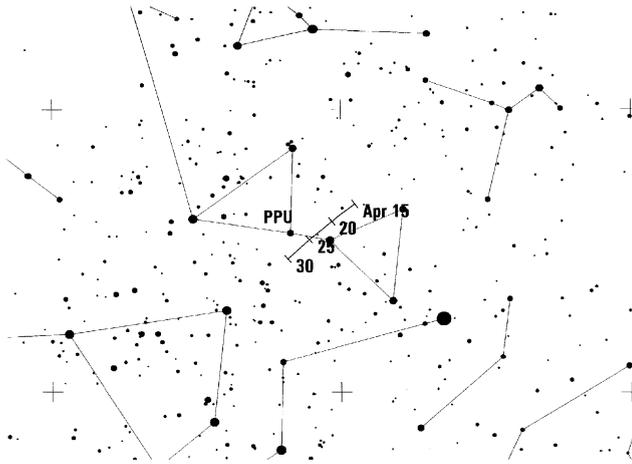
Aktivität dieser Ströme wurde in Radio-Daten 1994–2008 gefunden. Einige sind schwierig herauszufiltern, da die Radianten teilweise sehr nahe beieinander liegen. Die Maxima der Arietiden und der ζ -Perseiden scheinen sich zu überlagern, sodass ein starkes Radio-Signal über einige Tage Anfang bis Mitte Juni entsteht. Die Zeitpunkte der Maxima sind nicht gut definiert. Ein scheinbarer wiederkehrender Peak um den 24. April könnte sich beispielsweise aus der Überlagerung verschiedener Ströme ergeben. Probleme der Identifikation betreffen die δ -Pisciden (früher mit einem Maximum am 24. April aufgeführt). Die IAU-Liste enthält diesen Strom derzeit nicht. Auch die α -Cetiden sind nicht in der IAU-Stromliste. Nummer und Code sind die der IAU-Quelle “Daytime ω -Cetid Complex”; dies scheint eine bessere Übereinstimmung damit zu sein, was bislang mit α -Cetiden beschrieben wurde.



π -Puppiden (137 PPU)

Aktivität: April 15–28; Maximum: April 24, 00^h UT ($\lambda_{\odot} = 33^{\circ}5$);
 ZHR = variabel, bis zu etwa 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; spätere kurzzeitige Aktivität mit Raten um 40 Meteore pro Stunde wurde 1977 und 1982 registriert. In beiden Fällen befand sich der Ursprungskomet 26P/Grigg-Skjellerup in Perihelnähe. Vor 1982 war in anderen Jahren keine Aktivität zu beobachten. 1983 wurde eine ZHR von ≈ 13 beobachtet – ein Anzeichen, dass sich Meteoroiden entlang des Kometenorbits verteilen. Die letzte Perihelpassagen waren 2013 und 2018.



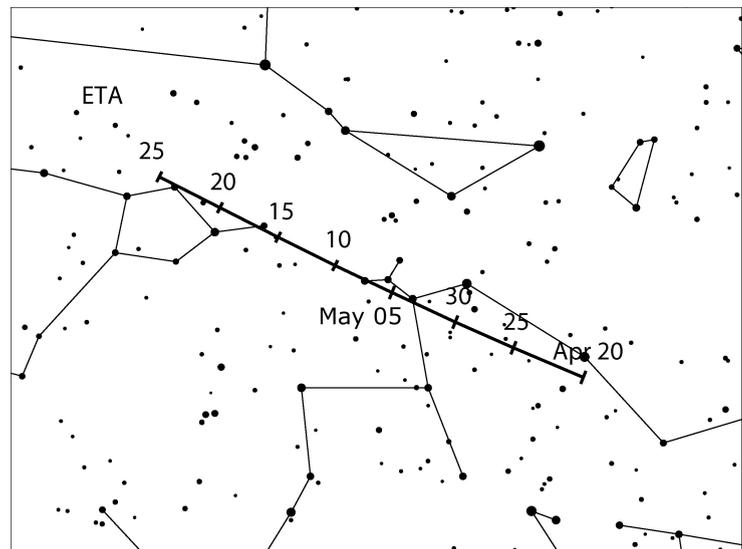
In beiden Jahren gab es erwartungsgemäß keine nennenswerte Aktivität, und derzeit (Dezember 2021) gibt es keine Vorhersagen für erhöhte π -Puppiden-Raten im April 2022.

Die π -Puppiden sind am besten von der Südhalbkugel sichtbar. Beobachtungen sind bevorzugt am Abend möglich da der Radiant gegen 01^h Ortszeit untergeht. Der Mond (letztes Viertel am 23. April) lässt die Abendstunden ungestört. Alle Informationen sind wichtig für das Verständnis des Stromes – auch wenn es keine Aktivität gibt. In den IMO-Daten der letzten 17 Jahre zeigen lediglich 2018 und 2019 geringe Raten.

η -Aquariiden (031 ETA)

Aktivität: April 19–Mai 28; Maximum: Mai 6, 08^h UT ($\lambda_{\odot} = 45^{\circ}5$);
 ZHR = 50 (periodisch variabel, ≈ 40 –85);
 Radiant: $\alpha = 338^{\circ}$, $\delta = -1^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 66$ km/s; $r = 2.4$.

Dieser Strom ist, wie die Orioniden im Oktober, mit dem Kometen 1P/Halley assoziiert. Meteore des Stromes sind nur in den letzten Stunden vor der Morgendämmerung sichtbar; am besten von tropischen Breiten oder von der Südhalbkugel, wo die ETA einer der aktivsten Ströme des Jahres sind. Ergebnisse sind auch von Orten ab etwa 40° N möglich, weiter nördlich wird ein Beobachter aber nur sehr wenige Meteore sehen. Der Radiant kulminiert gegen 8^h Ortszeit. Pro Nacht gibt es also nur eine kurze Zeit mit dem Radianten in ausreichender Höhe und vor Beginn der Morgendämmerung.



Selbst die weltweit gesammelten optischen ETA-Daten ergeben nicht in jedem Jahr ein Aktivitätsprofil um das Maximum. 2022 gibt es kaum Mondlicht-Störungen über einen großen Teil der Aktivitätsperiode (Erstes Viertel am 9. Mai). Analysen der visuellen IMO-Daten seit 1984 zeigen, dass die ZHR zwischen 3. und 10. Mai über 30 liegt. Eine oft genannte Variation der Peak-Raten mit dem Jupiter-Umlauf von rund 12 Jahren ließ sich auch in einer jüngeren Analyse (Egal et al., 2020) weder in optischen noch in Radardaten bestätigen.

Die ZHR in den letzten Jahren:

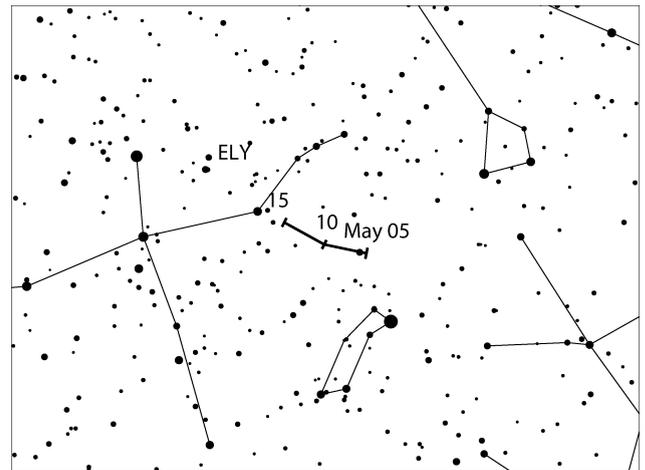
2008	2009	2017	2018	2019	2020	2021
≈ 85	≈ 70	75	60	50	50	45 (vorläufig)

Diese Zahlen könnten einen Trend zu geringeren ZHR andeuten. Beobachtungen werden zeigen, ob dies tatsächlich der Fall ist; als Prognose ist dies nicht zu verstehen.

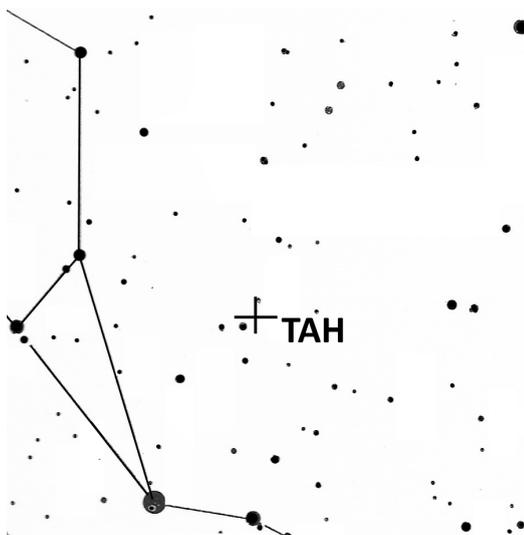
η -Lyriden (145 ELY)

Aktivität: Mai 5–14; Maximum: Mai 10 ($\lambda_{\odot} = 50^{\circ}$); ZHR = 3;
 Radiant: $\alpha = 291^{\circ}$, $\delta = +43^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 43$ km/s; $r = 3.0$.

Dieser schwache Strom ist mit dem Kometen C/1983 H1 IRAS-Araki-Alcock assoziiert. Die bekannten Daten zum Maximum und zur Dauer gehen zu einem großen Teil auf Videobeobachtungen zurück. (Beides wurde gegenüber den Kalendern der Vorjahre aktualisiert.) Visuelle Daten aus den Jahren 2007 bis 2021 ergeben eine mittlere Peak ZHR von 3–4 zwischen $\lambda_{\odot} = 49^{\circ}$ und 50° . Die Zuordnung möglicher η -Lyriden erfordert Sorgfalt. Der Radiant ist auf der Nordhalbkugel während der gesamten Nacht ausreichend hoch. Der Mond (Erstes Viertel am 9. Mai) lässt je nach Breite des Beobachtungsortes ein ungestörtes Intervall vor der Morgendämmerung.

***Tau-Herculiden (061 TAH)***

Aktivität: Ende Mai bis Anfang Juni; Maximum: Mai 31 ($\lambda_{\odot} = 69^{\circ}45'$); ZHR unbekannt;
 Radiant: $\alpha = 209^{\circ}$, $\delta = +28^{\circ}$; $V_{\infty} = 16$ km/s; r unbekannt.



Meteoroiden dieses Stromes haben ihren Ursprung im Kometen 73P/Schwassmann-Wachmann 3 (kurz SW3). Gleich nach der Entdeckung von SW3 im Jahre 1930 wurde das Auftreten eines Meteorstromes bei Annäherung der Erde an den Knoten der Kometenbahn vorhergesagt. Die Daten von 1930 sind jedoch nicht ausreichend als Bestätigung der Vorhersage (siehe Rao, 2021). Die seinerzeit berechnete Radiantenposition nahe dem Stern τ Her führte zu der Bezeichnung des Stromes, obwohl der **jetzt erwartete Radiant westlich vom Bootes** an der Grenze zu den Jagdhunden liegt. Die sehr geringe Eintrittsgeschwindigkeit verursacht eine merkliche Zenit-Verschiebung der Radiantenposition, ist aber auch ein sehr auffälliges Kriterium für die Zuordnung von Meteoren zu diesem Strom.

Ende 1995 wurde ein Zerfall des Kometen SW3 beobachtet. In der Folge waren frische Staubschweife zu sehen. Am 25. August 2022 wird SW3 sein Perihel erreichen. Kurz davor könnte die Erde Staubschweife durchqueren – dazu sind verschiedene Modellrechnungen publiziert. Für die Meteoroiden des Zerfallsvorganges, die 2022 zu sehen sein können, sind dies:

Mai 31, 04:55 UT ($\lambda_{\odot} = 69^{\circ}44'$; min. Dist. +0.0004 AE; Jenniskens 2006)

Mai 31, 05:17 UT ($\lambda_{\odot} = 69^{\circ}45'$; -0.00214 AE; Jenniskens 2006)

Mai 31, 05:04 UT ($\lambda_{\odot} = 69^{\circ}45'$; -0.00041 AE; Sato 2021)

Sato ergänzt: “Die Dichte der Staubschweif wird gering sein, da sie eine hohe Freisetzungsgeschwindigkeit erfordert, um in Erdnähe zu kommen. Dennoch könnte es einen Meteorsturm wegen der Staubmenge beim Zerfall geben”. Staub aus den Jahren 1990 und 2001, der ebenfalls in Erdnähe gelangt, dürfte kaum für Aktivität sorgen.

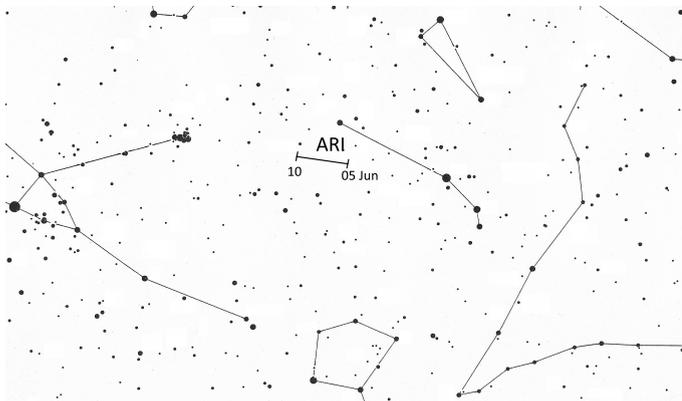
Die sehr geringe Eintrittsgeschwindigkeit der Meteoroiden ($V_\infty = 16 \text{ km/s}$) wird einen merklichen Effekt haben. Meteoroiden des typischen Massenbereiches zwischen 10 mg und 1 g werden im Falle der TAH nur Meteore von +6.7 bis +2.1 mag erzeugen. Dieselben Meteoroiden würden bei einem schnelleren Eintritt in die Atmosphäre merklich heller erscheinen: Bei 35 km/s (Geminiden) um etwa 3 mag heller, bei 70 km/s (Leoniden) sogar um 6 mag. Die Masseverteilung der TAH-Meteoroiden ist jedoch unbekannt.

Das Ereignis wird am besten in Teilen von Nord- und Mittelamerika sichtbar sein (Optimum von Radiantenhöhe und Dunkelheit: etwa südliches Kalifornien, Mexiko bis Texas).

Es sind weitere Staubschweife von früheren Perihelien und anderen Fragmenten in Erdnähe. Daher ist es wichtig, im gesamten Zeitraum zwischen dem 28. Mai und 1. Juni Beobachtungsdaten zu sammeln. Zum Beispiel sollte der Staub von 1892 und 1897 zwischen 30. Mai etwa 16^h UT und 31. Mai etwa 10^h UT durchquert werden (Wiegert et al., 2005).

Tages-Arietiden (171 ARI)

Aktivität: Mai 14–Juni 24 (unsicher); Maximum: Juni 07 ($\lambda_\odot = 76^\circ 6'$); ZHR $\approx 30(?)$;
 Radiant: $\alpha = 44^\circ$, $\delta = +24^\circ$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;
 $V_\infty = 38 \text{ km/s}$; $r = 2.8$.



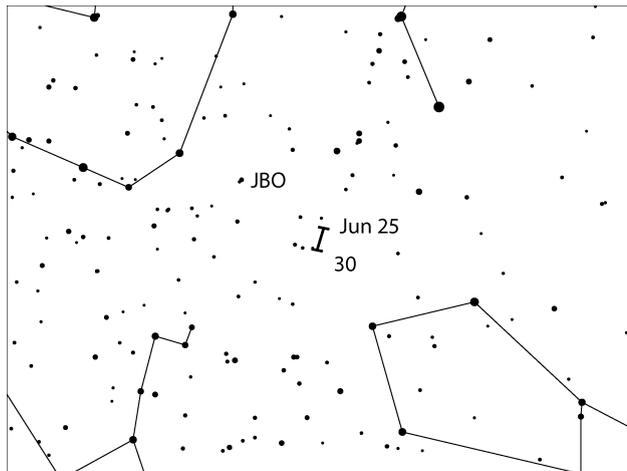
Der Radiant befindet sich nur rund 30° westlich der Sonne. Dadurch sind die Möglichkeiten für optische Beobachtungen sehr eingeschränkt. Selbst am Ende des möglichen Beobachtungsintervalls – wenn die Dämmerung zu hell wird – ist der Radiant nur wenig über dem Horizont. Somit bleibt die potentielle Anzahl der Strommeteore in Video- oder visuellen Beobachtungen nahe Null.

Die gegenwärtig vorhandenen Videodaten ergeben zwar eine erkennbare Aktivität (sogar intensiver als die oben genannten Werte) aber kein Profil. Unsere Karte zeigt die Radiantenposition im Zeitraum der höchsten Raten. Alle zusätzlichen Daten sind willkommen. Da die Korrekturen für die Radiantenhöhe und die Bedingungen (Grenzgröße) sich mit der Dämmerung recht schnell verändern, sollten die Intervalle bei visuellen Beobachtungen recht kurz gewählt werden (15 Minuten oder kürzer), mit entsprechend häufigen Bestimmungen der Grenzgröße. Angesichts der geringen Anzahlen empfehlen wir, zu jedem potentiellen ARI-Meteor die Aufleuchtzeit zu notieren und im Report einzutragen.

Beobachter südlich von etwa 30°N sind angesichts der hellen und früh einsetzenden Dämmerung günstiger positioniert als die an weiter nördlichen Orten.

Juni Boötiden (170 JBO)

Aktivität: Juni 22–Juli 2; Maximum: Juni 27, 11^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 starken Auftreten 1998 (ZHR 50–100+ über mehr als eine halben Tag) in der Stromliste. Ein schwächerer Ausbruch mit ähnlicher Dauer wurde am 23. Juni 2004 beobachtet (ZHR $\approx 20 - 50$). Für die Wiederkehr 2010 war erneut Aktivität berechnet worden; die Daten (ZHR < 10 am 23./24. Juni) ergeben jedoch kein eindeutiges Bild. Vor 1998 gab es Beobachtungen des Stromes in den Jahren 1916, 1921 und 1927 mit verschiedener Qualität und Aussagekraft.

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

Die hohe Rate 1998 und 2004 wurde durch Meteoroiden hervorgerufen, die vom Kometen freigesetzt wurden, als er sich noch auf einer anderen Bahn befand. Für 2022 sind keine Aktivitätsvorhersagen bekannt. Daten aus der gesamten Aktivitätsperiode sind dennoch wichtig. Von Mitteleuropa aus ist der Radiant während der gesamten Nacht hoch am Himmel. Daten aus VID deuten an, dass Juni Boötiden in allen Jahren zwischen 20. und 25. Juni erscheinen, aber nur im Bereich um $\lambda_{\odot} = 92^{\circ}$ (23. Juni 2022, 19^h UT) erkennbar sind. Der Radiant befindet sich 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 größten Anteil der Aktivität. Dabei verlagert sich der Radiant stetig durch den östlichen Schützen weiter durch den Nordteil des Steinbocks bis zum südwestlichen Wassermann. Die ZHR sollte meist in der Größenordnung von ≈ 2 bis 3 liegen. Etwa eine Woche lang um den 10. Juli kann man geringe Aktivität der **Juli-Pegasiden (175 JPE)** beobachten – in diesem Jahr allerdings nur in mond hellen Nächten. Nach Mitte Juli bis in den August überlappen sich das große ANT-Radiantengebiet und der Radiant der **α -Capricorniden (001 CAP)**. Da die CAP deutlich langsamer sind, sollte es durch die unterschiedliche Winkelgeschwindigkeit möglich sein, Meteore einer der beiden Quellen zuzuordnen. Das sollte auch auf die stärkeren **Südlichen δ -Aquariiden (005 SDA)** zutreffen, die noch höhere Eintrittsgeschwindigkeiten als die ANT haben. Der Radiant der sehr südlichen **Piscis Austriniden (183 PAU)** ist hingegen weit genug vom ANT-Zentrum und den anderen genannten Radianten entfernt. Die höchsten Raten sind am 27. Juli (PAU) bzw. 30. Juli (CAP, SDA) zu erwarten.

Am 28. Juli 2016 um 00^h07^m UT ($\lambda_{\odot} = 125^{\circ}132$) verursachten die **Juli γ -Draconiden (184 GDR)** einen Ausbruch, der mit Radar- und Video-Daten belegt ist (Molau et al., 2016b). Die Erde erreicht dieselbe Position am 28. Juli 2022 gegen 17^h UT. Auch wenn in den Jahren nach 2016 keine Aktivität beobachtet wurde, sind Daten um diesen Zeitpunkt von Interesse. Der Radiant der langsamen Meteore ($V_{\infty} = 27$ km/s) liegt bei $\alpha = 280^{\circ}$, $\delta = +51^{\circ}$.

Der Vollmond am 12. August stört alle optischen Beobachtungen der **Perseiden (007 PER)** um ihr Maximum. Das reguläre Maximum sollte bei $\lambda_{\odot} = 140^{\circ}0$ erreicht werden; das ist am 13. August kurz nach 01^h UT. Der Mond befindet sich dann im Wassermann, sodass Beobachter nur auf den merklich aufgehellten Nordhimmel ausweichen können. Jenniskens (2006, Tabelle 5d) führt eine Filament-Durchquerung auf, die bei ($\lambda_{\odot} = 139^{\circ}85 \pm 0^{\circ}2$, d.h. 12. August gegen 22^h UT) eine ZHR von 24 verursachen kann. Dies ist etwa 10% der Aktivität die beim Filament im August 2017 gefunden wurde. Darüber hinaus sind weitere Besonderheiten möglich, wie sie am 14. August 2021 mehr als einen Tag nach dem berechneten Maximum in Form eines Peaks mit einer ZHR um 200 beobachtet wurde.

Die Bedingungen sind etwas günstiger für die **κ -Cygniden (012 KCG)**. Die **Aurigiden (206 AUR)** erreichen ihr Maximum in der Nacht zum 1. September (siehe Seite 14).

Das Maximum der überaus interessanten **September ε -Perseiden (208 SPE)** wird in der Nacht 9./10. September kurz vor Vollmond erwartet. Vaubaillon (2021) findet Begegnungen mit relativ jungen Staubschweifen 1- bzw. 4-Umläufe). Auch wenn dies nicht mit hohen Raten verbunden sein dürfte, sind Daten wichtig. Der Zeitpunkt liegt am 10. September 02^h UT ($\lambda_{\odot} = 167^{\circ}1$). 2016 wurde eine bemerkenswerte Fragmentation eines großen Objekts der SPE beobachtet, was Nachfolge-Beobachtungen umso wichtiger macht und zum Verständnis der Struktur des Stromes beitragen kann.

Nahe der höchsten Perseiden-Aktivität gibt es eine erneute Annäherung an die frische Staubschweifspur des Kometen **C/1852 K₁**, die in Form der η -Eridaniden (191 ERI) auftritt. Eine solche Annäherung war auch für den 12. August 2021 berechnet worden. Die bisherigen Daten lassen keine merkliche ERI-Rate erkennen. Die Begegnung am 12. August 2022 um 04^h22^m UT erfolgt bei größerem Abstand der Bahnen von Komet und Erde als 2021 (0.00040 AE gegenüber 0.00010 AE). Zieht man nur diesen Parameter heran, sollte die Aktivität 2022 geringer sein, doch haben wir keine Kenntnis über die Ausdehnung und Struktur des angenommenen Stromes. Der Radiant liegt bei $\alpha = 43^{\circ}$, $\delta = -13^{\circ}$ (im Südosten des Walfischs nahe dem +4 mag Stern π Cet). Die Meteore sollten eher schnell sein (64 km/s)

Nach dem 10. September bestimmen zunächst die **Südlichen Tauriden (002 STA)** die Aktivität aus dem Ekliptik-Bereich. Statt den ANT werden Meteore bis zum 10. Dezember einem der Tauriden-Radianten zugeordnet (siehe Karte auf Seite 16). Die Tauriden-Radianten sollten daher ähnlich groß angenommen werden wie für die ANT im Jahresverlauf.

Die hohe Aktivität infolge von **Tagesströmen** im Mai–Juni ist zu dieser Zeit der Jahres beendet. Es bleiben die **γ -Leoniden (203 GLE)** mit einem möglichen Peak am 25. August 05^h UT, und die **Tages-Sextantiden (221 DSX)**. Von Ende September bis Anfang Oktober sind auch optische Beobachtungen der DSX (siehe Seite 15) ähnlich der ARI im Juni gewünscht.

Piscis Austriniden (183 PAU)

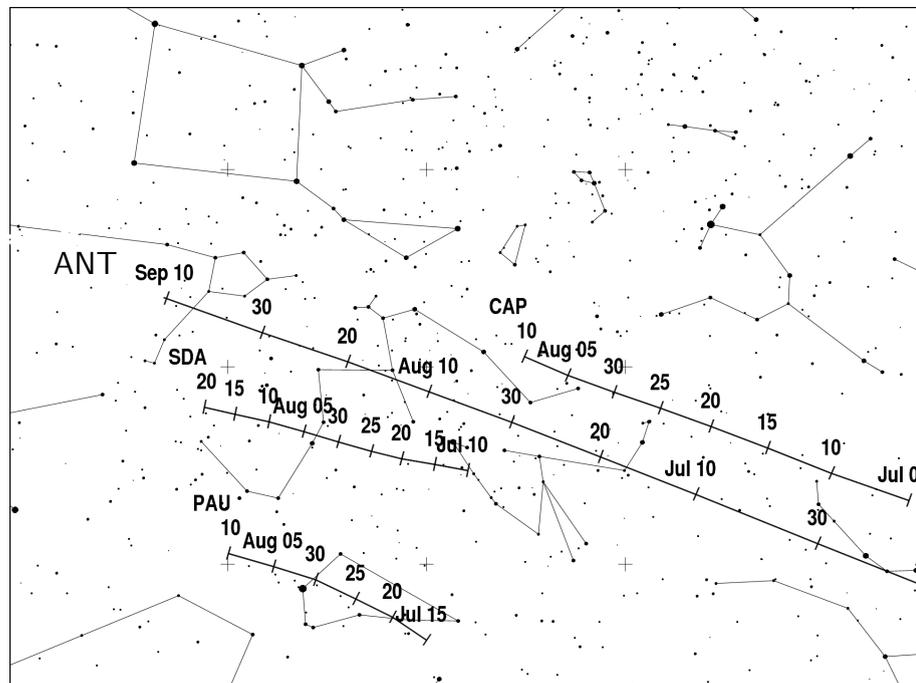
Aktivität: Juli 15–August 10; Maximum: Juli 28 ($\lambda_{\odot} = 125^{\circ}$); ZHR = 5;
 Radiant: $\alpha = 341^{\circ}$, $\delta = -30^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 35$ km/s; $r = 3.2$.

Obwohl die PAU als bestätigter Strom der IAU-Liste lange bekannt sind, ist die Datenmenge aus visuellen Beobachtungen gering. Alle Angaben zum Strom sind immer noch unsicher. Das dürfte zum großen Teil daran liegen, dass in diesem Zeitraum die weitaus meisten Beobachtungen von der Nordhalbkugel kommen und nur wenige aus dem Süd-Winter.

Südliche δ -Aquariiden (005 SDA)

Aktivität: Juli 12–August 23; Maximum: Juli 30 ($\lambda_{\odot} = 127^{\circ}$); ZHR = 25;
 Radiant: $\alpha = 340^{\circ}$, $\delta = -16^{\circ}$; Radiantendrift: s. Tab. 6; $V_{\infty} = 41$ km/s; $r = 2.5$ (vgl. Text).

Der Strom gehört zu den aktivsten Quellen der südlichen Hemisphäre. Umfassende Beobachtungsdaten aus den Jahren 2008 und 2011 zeigen, dass die ZHR der Südlichen δ -Aquariiden etwa zwei Tage lang um 25 liegt ($\lambda_{\odot} = 125^{\circ} - 127^{\circ}$); zwischen $\lambda_{\odot} = 124^{\circ}$ und 129° wird ein Wert von 20 erreicht. In der Maximums-Periode treten vermehrt helle Meteore auf. Der Populationsindex ist $r \approx 2.5$ um das Maximum und $r \approx 3.1$ in den Zeiten vor und nach dem Peak. Gelegentlich wurden auch Outbursts beobachtet: Eine ZHR von 40 wurde am 28./29. Juli 1977 (Australien) sowie am 28./29. Juli 2003 (Kreta) registriert. Ein umfangreicher Datensatz von 2011 zeigte hingegen keine höheren Raten in dem 2003 entsprechenden Zeitraum. Neumond am 28. Juli bietet optimale Sichtbedingungen für alle optischen Beobachtungen. Auf mittleren nördlichen Breiten erreicht der Radiant nach Mitternacht nur eine geringe Höhe, sodass nur wenige SDA sichtbar werden. Die Bedingungen verbessern sich mit jedem Grad südwärts.



α -Capricorniden (001 CAP)

Aktivität: Juli 3–August 15; Maximum: Juli 30 ($\lambda_{\odot} = 127^{\circ}$); ZHR = 5;
 Radiant: $\alpha = 307^{\circ}$, $\delta = -10^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 23$ km/s; $r = 2.5$.

Aktivität der CAP und der SDA ist in jedem Jahr definiert zu verfolgen. Obwohl der Radiant der CAP sich teilweise mit dem ausgedehnten ANT-Radiantengebiet überlappt, sollte eine Zordnung der Meteore aufgrund der verschiedenen Geschwindigkeiten möglich sein. Leicht erhöhte Raten der CAP wurden vereinzelt in verschiedenen Jahren bemerkt. Die höchsten ZHR von ≈ 10 wurden 1995 berichtet. Neuere Daten weisen darauf hin, dass das Maximum bis zum 31. Juli andauern kann.

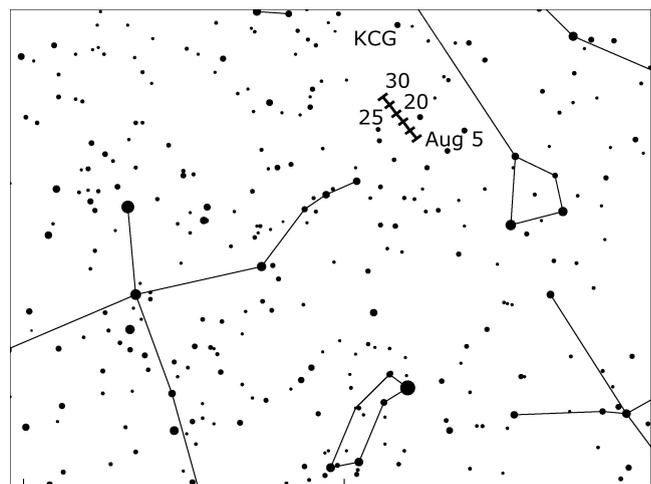
κ -Cygniden (012 KCG)

Aktivität: August 3–25; Maximum: August 17 ($\lambda_{\odot} = 145^{\circ}$); ZHR = 3;
 Radiant: $\alpha = 286^{\circ}$, $\delta = +59^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 25$ km/s; $r = 3.0$.

Erhöhte κ -Cygniden-Aktivität wurde 2014, 2007 und 2021 beobachtet. Darüber hinaus ergibt eine Analyse über einen längeren Zeitraum, dass in den letzten Jahren eine generelle Zunahme der ZHR erfolgte – nach einem breiten “Minimum” in der Zeit 1990–2005. Das beobachtete Maximum von 2021 scheint eine vermutete 7-Jahres-Periode zu bestätigen. Für 2022 gibt es keine Vorhersage erhöhter Raten.

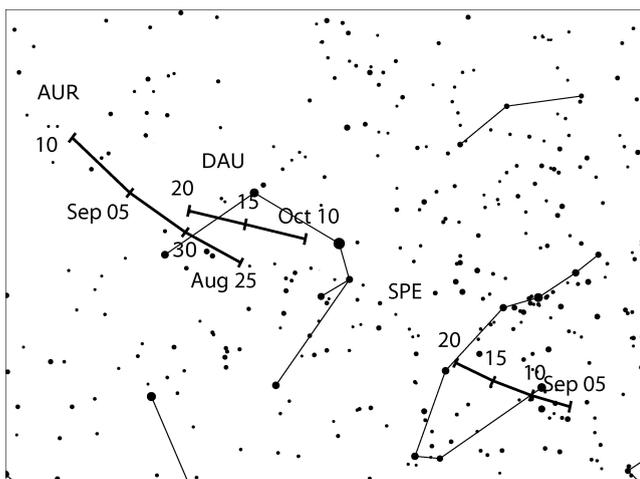
Ein gemittelttes Profil der Flussdichte aus den Jahren 2012–2018 aus Videodaten zeigt ein deutliches Maximum bei 145° , und nachweisbare Aktivität zwischen dem 2. und dem 18. August.

Untersuchungen von Koseki (2014) ergaben eine komplexe Radiantenstruktur, die sich bis in den Bereich von Draco und Lyra erstreckt. Da der gesamte Bereich weit von anderen Quellen entfernt ist und die Meteoroiden mit geringer Geschwindigkeit in die Atmosphäre eintreten, ist die Zuordnung zum KCG-Komplex recht eindeutig möglich. Der Strom ist bevorzugt von der Nordhemisphäre zu beobachten. Der Radiant ist während der gesamten Nacht ausreichend hoch. 2022 bestehen die besten Bedingungen vor Mitternacht wegen des zunehmenden Mondes.



Aurigiden (206 AUR)

Aktivität: August 28–September 5; Maximum: September 1, 09^h UT ($\lambda_{\odot} = 158^{\circ}6$) – s. Text;
 ZHR = 10; Radiant: $\alpha = 91^{\circ}$, $\delta = +39^{\circ}$; Radiantendrift: s. Tab. 6; $V_{\infty} = 66$ km/s; $r = 2.5$.



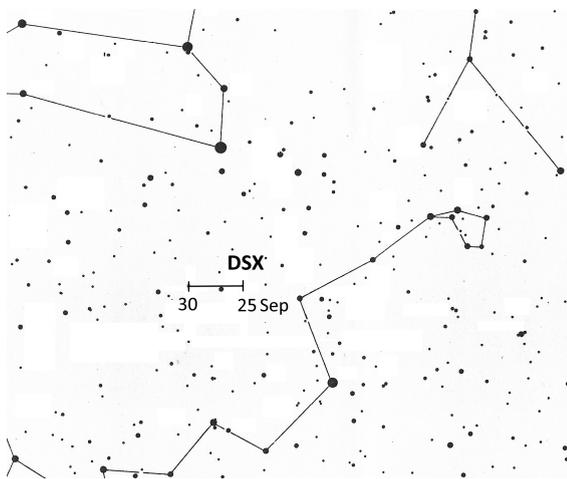
Dieser Strom mit weit nördlichem Radianten hat mehrfach *unerwartete* Outbursts mit Peak-ZHRs von ≈ 30 –50 in den Jahren 1935, 1986, 1994 und 2019 gezeigt. Weitere Ereignisse könnten unbemerkt geblieben sein, da Aktivität des Stromes nicht systematisch verfolgt wurde. So wurden die Outbursts 1986 und 1994 nur jeweils von drei Beobachtern aufgezeichnet. Beobachtungen des ersten *vorausberechneten* Ausbruchs 2007 bestätigten die Modellrechnungen. Der Outburst war durch viele helle Meteore gekennzeichnet. Die Peak-ZHR von ≈ 130 dauerte etwa 20 Minuten an.

Auf Grundlage der 2019-er Aktivität war auch für 2021 der Durchgang durch einen dichten Strom-Abschnitt *berechnet* worden, der am 31. August mit einer ZHR von etwa 70 (etwa 10 Minuten Dauer) beobachtet werden konnte.

Unter der Annahme einer frischen Staubschur (ein Umlauf) eines unbekanntes Kometen berechnete Sato (2021), dass die minimale Entfernung zwischen Erde und Staub im Jahr **2022** größer als 2021 ist. Die Beobachtungen der letzten Jahre lassen vermuten, dass die Staubschur relativ ausgedehnt ist. Daher *könnte* eine **geringe Aktivität am 1. September um 00^h55^m UT** auftreten. Der Aurigiden-Radiant erreicht eine günstige Höhe ab $\approx 01^h$ Ortszeit.

Tages-Sextantiden (221 DSX)

Aktivität: September 9–Oktober 9 (unsicher); Maximum: September 27 ($\lambda_{\odot} = 184^{\circ}3$),
Radiant: $\alpha = 152^{\circ}$, $\delta = 0^{\circ}$; Radiantendrift: 1° pro Tag; $V_{\infty} = 32$ km/s; $r = 2.5$ (unsicher).



Visuelle Beobachter können vereinzelte Sextantiden in der beginnenden Morgendämmerung ab Ende September bis Anfang Oktober beobachten. Im Rahmen eines IMO-Projekts werden Daten, die mit verschiedenen Methoden gewonnen wurden, zu einem Bild zusammengefügt. Der Radiant befindet sich nur etwa 30° westlich der Sonne. Wegen der Lage nahe dem Äquator und des Zeitraumes kurz nach der Tag- und Nachtgleiche sind Beobachtungen von Nord- und Südhalbkugel möglich. Während des kurzen Beobachtungsintervalls am Morgenhimmel ändern sich sowohl die Grenzgröße als auch die Radiantenhöhe recht schnell. Daher sollten die Daten in Intervalle von maximal 15–20 Minuten unterteilt werden und die Aufleuchtzeiten der einzelnen DSX in den Kommentaren vermerkt werden. Der Aktivitätszeitraum, Maximums-Zeit wie auch alle Angaben zum Strom sind bislang unsicher.

6 Oktober bis Dezember

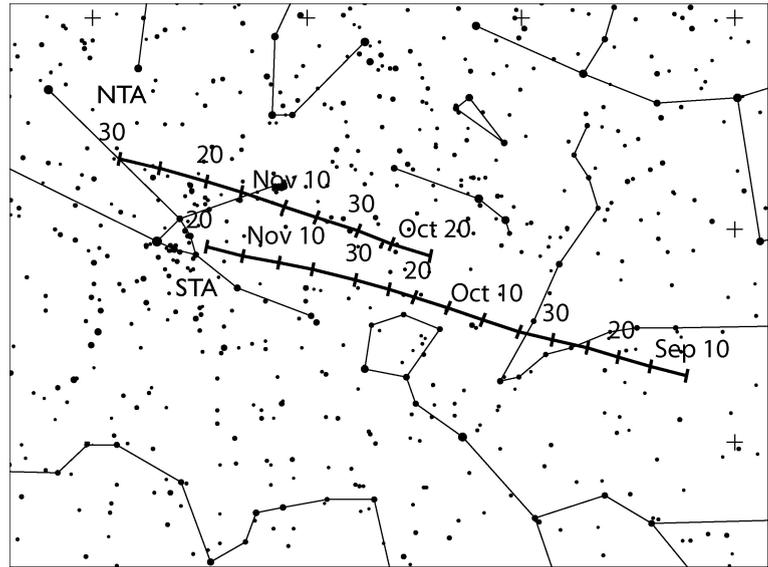
Im vierten Quartal ist die Meteoraktivität generell recht hoch. Dazu stehen mehrere “größere Ströme” auf dem Programm:

Die **Orioniden (008 ORI)**; Maximum 21./22. Oktober) und die **Leoniden (013 LEO)**; Maximum 17. November) erreichen ihre Maxima zwischen Letztem Viertel und Neumond. Die **Geminiden (004 GEM)** erreichen ihren Peak am 13./14. Dezember – der helle abnehmende Mond steht dann im westlichen Bereich des Löwen. Das Maximum der **Ursiden (URS)** tritt zum Neumond ein.

Die beiden Tauridenzweige erreichen ihre höchsten Raten um den 10. Oktober (**Südliche Tauriden, 002 STA**) bzw. den 12. November (**Nördliche Tauriden, 017 NTA**). Beide Daten sind jeweils nahe der Vollmondphase. Daher zeigen wir auf Seite 16 lediglich die Karte mit der Radiantendrift für beide Zweige.

Nach 2012 und 2016 ist auch 2022 ein Jahr, in dem ein sogenannter “**Taurid swarm**” erwartet wird. Meteoroiden die sich in Umlauf-Resonanz-Orbits befinden, können dann für hohe Raten und ein vermehrtes Auftreten heller Meteore und Feuerkugeln zwischen Ende Oktober und etwa 10. November sorgen.

Die **ANT**-Aktivität wird ab dem 10. Dezember mit dem Ende der Nördlichen Tauriden wieder als ANT ausgewiesen. Im Verlauf des Dezember verlagert sich das Zentrum des Radiantengebietes vom Stier durch die südlichen Zwillinge. Das typische ZHR-Niveau liegt bei < 2 .

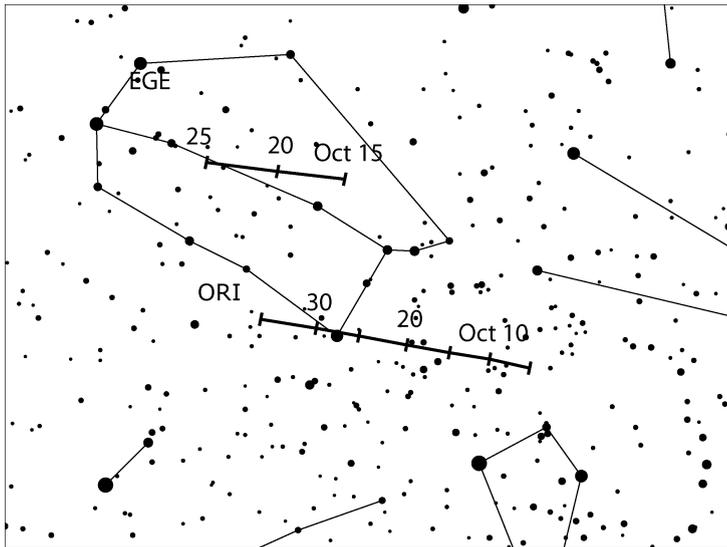


Darüber hinaus sind mehrere kleine Ströme aktiv: Die **Oktober Camelopardaliden (281 OCT)**, Maximum 6. Oktober, 04^h UT), die **Oktober Draconiden (009 DRA)**, Maximum 9. Oktober, 01^h UT) als auch die **δ -Aurigiden (224 DAU)**, Maximum 11. Oktober) erreichen ihre Maxima nahe Vollmond. Prognosen zu spezieller Aktivität gibt es für keinen dieser Ströme im Jahr 2022. Das Maximum der **ϵ -Geminiden (023 EGE)**, Maximum 18. Oktober) liegt kurz nach dem Letzten Viertel (Aufhellung der zweiten Nachthälfte). Nur die späteren **Leonis Minoriden (022 LMI)** sind ungestört beobachtbar. Das gilt auch für weitere Ströme zum Ende November, die **α -Monocerotiden (246 AMO)** und die **November Orioniden (250 NOO)**. Beobachtungen der südlichen Ströme Anfang Dezember – **Phoeniciden (254 PHO)**, Maximum 2. Dezember) und der Komplex der **Puppig-Veliden (301 PUP)** sind bereits wieder vom zunehmenden Mond beeinträchtigt. Das betrifft besonders die PHO, deren Radiant nur in der ersten Nachthälfte über dem Horizont ist. Weiter Richtung Vollmond (8. Dezember) verschlechtern sich die Bedingungen für Beobachtungen der **Monocerotiden (019 MON)**, Maximum 10. Dezember) und der **σ -Hydriden (016 HYD)**, Maximum 10. Dezember). Die schwachen **Comae Bereniciden (020 COM)** um den 16. Dezember können gut verfolgt werden, während die langfristig aktiven **Dezember Leonis Minoriden (032 DLM)** ohne Mondlicht insbesondere um das vermutliche Maximum am 20. Dezember beobachtbar sind. Zum Jahresende sind schließlich die ersten **Quadrantiden (010 QUA)** sichtbar.

Orioniden (008 ORI)

Aktivität: Oktober 2–November 7; Maximum: Oktober 21 ($\lambda_{\odot} = 208^{\circ}$); ZHR = 20+;
 Radiant: $\alpha = 95^{\circ}$, $\delta = +16^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 66$ km/s; $r = 2.5$.

Etwas Mondstörung sollte durch Abschirmung des Mondes Beobachtungen zum Maximum bis an die Morgendämmerung zulassen (Neumond am 25. Oktober). Der Radiant ist auf nahezu allen Breiten etwa ab Mitternacht Ortszeit ausreichend hoch – etwas zeitiger an nördlicheren Orten.



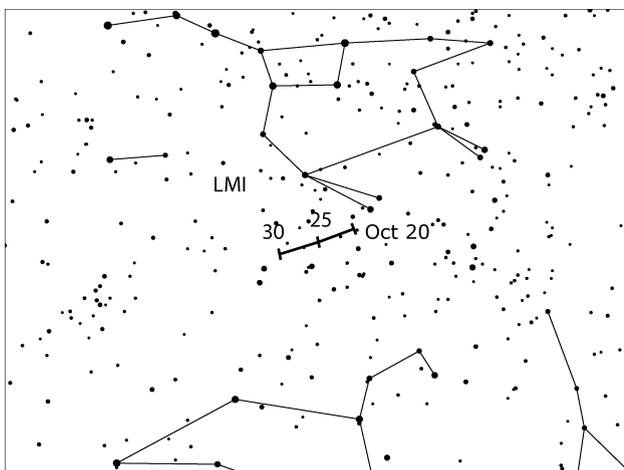
Im Profil der Orioniden treten immer wieder Variationen der Aktivität um das Hauptmaximum auf. In den Jahren 1993 und 1998 wurden am 17./18. Oktober Sub-Maxima beobachtet. Deren ZHR war vergleichbar mit dem Peak selbst.

Zwischen 2006 und 2009 wurde jedes Jahr eine hohe ZHR von 40–70 über rund drei Tage lang beobachtet. Daten aus dem Zeitraum 1984–2001 zeigen Variationen der ZHR (≈ 14 –31) und des r -Wertes von Jahr zu Jahr.

Eine Periode von 12 Jahren in der ORI-Maximums-ZHR wurde wiederholt vermutet. Sie ist jedoch weder in neueren visuellen Daten noch in CMOR Radar-daten ab 2002 erkennbar (Egal et al., 2020). Die Frage ist also weiterhin offen. Nimmt man den bisher vermuteten Zyklus an, sollte höhere Aktivität in den Jahren 2020–2022 zu sehen sein.

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; $r = 3.0$.

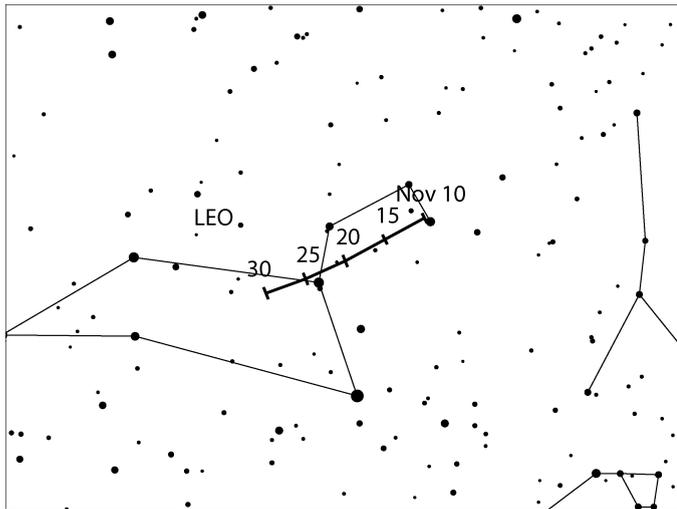


Dieser schwache Strom wurde zunächst in Video-Daten gefunden. Als Ursprungsobjekt wird der Komet C/1739 K1 (Zanotti) vermutet. In den letzten Jahren wurden auch visuelle Daten gesammelt. Die Daten von 2017 bis 2020 ergeben ein Maximum um den 24. Oktober mit einer ZHR in der Größenordnung von 5. Der Strom ist praktisch nur von der Nordhalbkugel aus beobachtbar. Der Radiant erscheint gegen Mitternacht über dem Horizont.

Leoniden (013 LEO)

Aktivität: November 6–30; Maximum: November 17, 23^h UT
 (Knotendurchgang $\lambda_{\odot} = 235^{\circ}27'$); ZHR ≈ 10 – 15
 Radiant: $\alpha = 152^{\circ}$, $\delta = +22^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 71$ km/s; $r = 2.5$.

Der letzte Periheldurchgang des Ursprungskometen, 55P/Tempel-Tuttle, erfolgte 1998. Mittlerweile hat der Komet sein Aphel passiert. Erkenntnisse zur Staubfreisetzung vom Kometen und über die Entwicklung der Staubspuren ermöglichten Berechnungen der durchaus unterschiedlichen Aktivität in den einzelnen Jahren. Der nächste Durchgang der Erde durch den Bahnknoten des Kometen erfolgt am 17. November 2022.



Zusätzlich sind Passagen durch Staubschleppen wie folgt berechnet:

Modellrechnungen von Maslov (2007) und Sato (2021) zeigen eine Annäherung an die Staubschleppen von **1733 am 19. November**. Maslov gibt 06^{h} UT, Sato erhält $06^{\text{h}}20^{\text{m}} - 06^{\text{h}}27^{\text{m}}$ UT ($\lambda_{\odot} = 236^{\circ}576$ und $\lambda_{\odot} = 236^{\circ}581$ für verschiedene Freisetzungsgeschwindigkeiten).

Die räumliche Teilchendichte hängt von der Freisetzungsgeschwindigkeit ab. (Hier hat sie ein negatives Vorzeichen; Beobachtungen von Meteoren derartiger Spuren sind selten.)

Maslov fügt hinzu: Die Meteore sollten eher hell sein; eine ZHR von 200+ scheint bei allen Unsicherheiten möglich. Sato bemerkt: Die ZHR könnte 50+ erreichen, da das Modell auf eine eher dichte Staubschleppen hindeutet.

Eine Begegnung mit dem Staub von **1600** (mit geringer Rate nahe **18. November, 07^{h} UT**; $\lambda_{\odot} = 235^{\circ}6$) wird in Rechnungen von Vaubaillon (2021) gefunden. Eine geringe Raten-Erhöhung durch die Staubschleppen von **1800** wird am **21. November 15^{h} UT** berechnet (Maslov, 2007).

Das Knoten-Maximum tritt unmittelbar nach dem Letzten Viertel des Mondes auf. Für die danach aufgeführten Maxima sind die Bedingungen etwas günstiger. Visuelle Beobachter sollten direktes Mondlicht abschirmen. Der Radiant ist erst ab etwa Mitternacht Ortszeit ausreichend hoch für sinnvolle Beobachtungen; je weiter südlich umso später.

α -Monocerotiden (246 AMO)

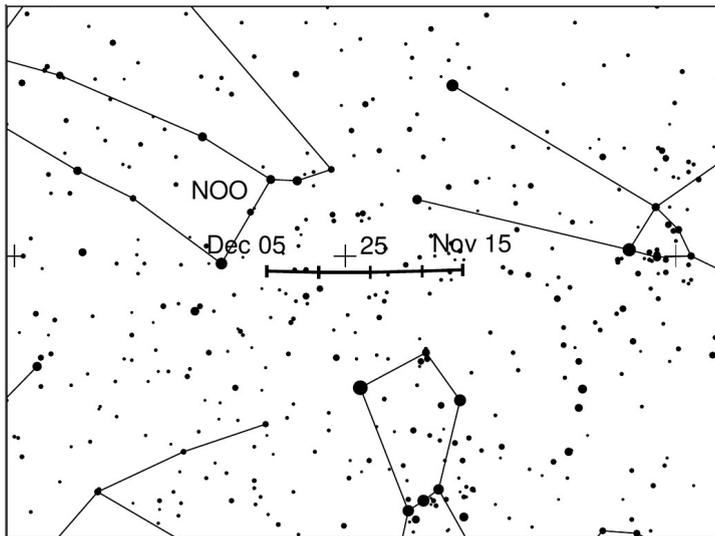
Aktivität: November 15–25; Maximum: November 21, $23^{\text{h}}30^{\text{m}}$ UT ($\lambda_{\odot} = 239^{\circ}32$);
 ZHR = variabel, meist ≤ 5 , siehe Text;
 Radiant: $\alpha = 117^{\circ}$, $\delta = +01^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 65$ km/s; $r = 2.4$.

Die jüngsten Aktivitäten der α -Monocerotiden wurden 1995 (ZHR ≈ 420) und 2019 (ZHR ≈ 120) beobachtet. In beiden Fällen dauerte die Peak-Rate nur etwa fünf Minuten lang an; der gesamte Outbursts dauerte rund 30 Minuten. Ein nächster starker AMO Outburst vor 2043 ist sehr unwahrscheinlich. Dennoch sollte die Aktivität regelmäßig aufgezeichnet werden, um unser Bild des Stromes zu vervollständigen. Neumond am 23. November ergibt gute Bedingungen. Der Radiant ist ab etwa Mitternacht ausreichend hoch für Beobachtungen.

November Orioniden (250 NOO)

Aktivität: November 14–Dezember 6; Maximum: November 28 ($\lambda_{\odot} = 246^{\circ}$); ZHR = 3;
 Radiant: $\alpha = 91^{\circ}$, $\delta = +16^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 41$ km/s; $r = 3.0$

Genaue Auswertungen von Videodaten ergaben, dass es zwei sehr ähnliche, mit ihrer Aktivitätsperiode aufeinanderfolgende bzw. leicht überlappende Ströme gibt: Die November Orioniden (250 NOO) und die Monocerotiden (019 MON). In den letzten Novembertagen stellen die NOO die stärkste Quelle am Himmel dar.



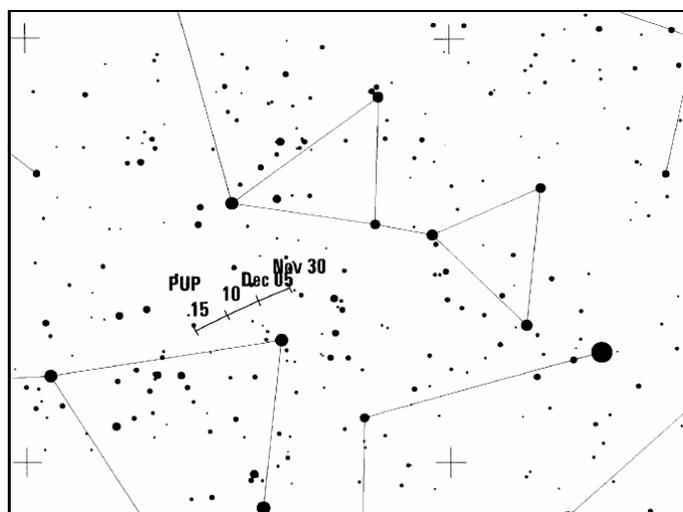
Der Radiant befindet sich im Nordteil des Orion, rund 8° nördlich von α Orionis. Dies ist nicht sehr weit entfernt vom Radianten der Nördlichen Tauriden, aber ausreichend weiter östlich, um Meteore der beiden Ströme unterscheiden zu können. Die merklich höhere Geschwindigkeit der November Orioniden sollte zusätzlich helfen, NOO-Meteore von den Tauriden zu trennen.

Der Radiant kulminiert gegen 2^{h} Ortszeit, ist aber fast während der gesamten Nacht über dem Horizont. Der Mond (Erstes Viertel am 30. November) geht früh genug unter, um ungestört Beobachtungen durchzuführen.

Puppis-Veliden (301 PUP)

Aktivität: Dezember 1–15; Maximum: Dezember ≈ 7 ($\lambda_{\odot} \approx 255^\circ$); ZHR ≈ 10 ;
 Radiant: $\alpha = 123^\circ$, $\delta = -45^\circ$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 40$ km/s; $r = 2.9$.

Dies ist ein komplexes System wenig untersuchter Ströme, die hauptsächlich von der Südhemisphäre aus zu beobachten sind. Mehrere Sub-Ströme werden aufgeführt. Die Bezeichnung 301 PUP beschreibt eine "mittlere" Position. Die einzelnen genannten Radianten sind so dicht benachbart, dass sie mit visuellen Beobachtungen nicht zu trennen sind.

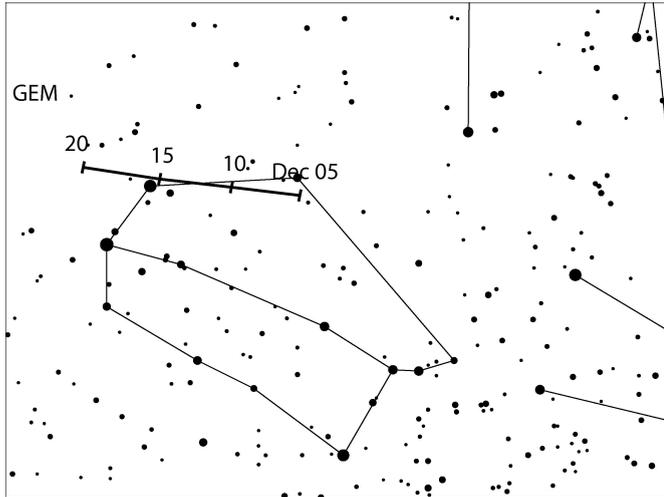


Die Aktivität der PUP ist insgesamt wenig durch Daten belegt, obwohl höhere Raten von Anfang bis Mitte Dezember beobachtet werden. Vollmond am 8. Dezember erlaubt die Verfolgung während der frühen Aktivitätsperiode. Das Radiantengebiet ist von tropischen und südlichen Orten fast während der gesamten Nacht über dem Horizont; am höchsten zum Morgen.

Gewisse PUP-Aktivität kann auch vor und nach der angegebenen Periode sichtbar sein. Wiederholt wurden auch helle Feuerkugeln gesehen, insbesondere nahe dem angegebenen Maximum.

Geminiden (004 GEM)

Aktivität: Dezember 4–17; Maximum: Dezember 14, 13^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 beste und beständigste jährliche große Strom erreicht sein Maximum am 14. Dezember mit dem Zentrum um 13^h UT. Das ist 2022 nur sechs Tage nach Vollmond. Die Bedingungen sind daher eher schlecht für visuelle Beobachter. Der helle abnehmende Mond befindet sich im Löwen. Die hohe Rate und die große Anzahl heller Meteore macht die Periode dennoch attraktiv und erlaubt es, ausreichend große Datenmengen über das gesamte Maximum mit sehr unterschiedlichen Grenzgrößen bei relativ konstanten Raten zu erhalten. Dies ist für die weitere Kalibration von Korrekturfaktoren der Grenzgröße wichtig.

Auf mittleren nördlichen Breiten ist der Radiant von Dämmerungsende bis zum Morgen ausreichend hoch am Himmel. Weiter südlich verschiebt sich der Aufgang des Radianten stetig nach hinten. Die Kulmination erfolgt gegen 02^h Ortszeit. Für Beobachter auf nördlichen Breiten verbleiben etwa drei Stunden am Abend des 14. Dezember bis der helle Mond am Himmel erscheint. Auf 50°N steht der Radiant ab etwa 19^h Ortszeit mehr als 10° hoch und der Mond geht um 22^h Ortszeit auf. Während des späten Abschnittes des Maximums wurde oft ein hoher Anteil heller Geminiden beobachtet – dies würde in Mitteleuropa auf die Abendstunden des 14. Dezember zutreffen.

Der Peak zeigte in den letzten Jahren relativ wenig Variationen. Über die vergangenen zwei Jahrzehnte traten alle gut dokumentierten Maxima zwischen $\lambda_{\odot} = 261^{\circ}5$ und $262^{\circ}4$ auf (WB, S. 66); das entspricht 2022 der Zeit zwischen 13. Dezember 21^h bis 14. Dezember 18^h UT.

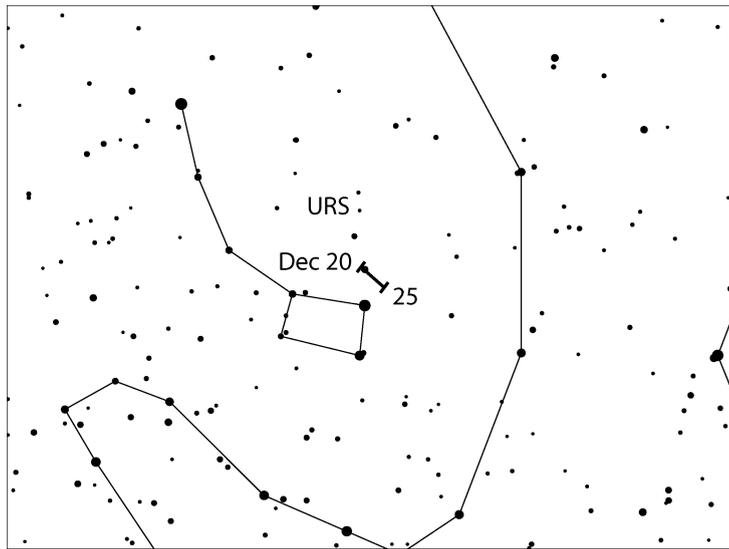
Ursiden (015 URS)

Aktivität: Dezember 17–26; Maximum: Dezember 22, 22^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; $r = 2.8$.

Von diesem Strom liegen nur unzureichende Beobachtungsdaten vor. Immerhin gab es mindestens zwei intensivere Outbursts (1945 und 1986). Weitere Ereignisse könnten infolge ungünstiger Wetterverhältnisse leicht verpasst worden sein. Eine Reihe weniger auffallender Aktivitätsspitzen gab es 2006 bis 2008 sowie 2014 und 2015 (in Videodaten). Der Ursprungskomet 8P/Tuttle hat eine Umlaufzeit von 13,6 Jahren. Der letzte Periheldurchgang fand am 27. August 2021 statt. Viele Peaks der Ursiden wurden bislang beobachtet, wenn sich der Komet in der Nähe seines *Aphels* befand; Vorhersagen sind schwierig.

Im Dezember 2022 gibt es zwei Perioden von besonderem Interesse. Zunächst gibt es eine bei Jenniskens (2006, Tabelle 5b) aufgeführte Durchquerung eines **Filaments am 22. Dezember** $10^{\text{h}}21^{\text{m}}$ **UT** ($\lambda_{\odot} = 270^{\circ}22$). Hierzu wird eine ZHR von 28 angegeben. Das ist etwa $1/3$ des Wertes der für die Filamente in den Jahren 2016/17/18 angegeben wurde.

Sato (2021) berechnete eine Durchquerung einer **Staubspur von 843 am 22. Dezember um** $14^{\text{h}}22^{\text{m}}$ **UT** ($\lambda_{\odot} = 270^{\circ}391$). Beobachtungsdaten sind sehr erwünscht zur Aktivität und Position eventueller Peaks.



Beide angegebenen Zeiten sind günstig für Beobachter in Nordamerika. Allerdings sollten unbedingt auch die anschließenden Perioden davor und danach genutzt werden, um ein komplettes Profil zu erhalten und eventuell Unterschiede in den Meteoroidengrößen (verschiedener Populationsindex) belegen zu können.

Der Ursidenradiant ist zirkumpolar für mittlere nördliche Breiten. Zwar erfolgt die Kulmination erst nach Tagesanbruch, aber in der Zeit nach Mitternacht ist der Radiant hoch am Himmel. Mondfreie und lange Nächte erlauben umfassende Beobachtungen um alle genannten Zeiträume herum.

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 [°/s]	5	10	15	20	30
Zulässiger Fehler [°/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 °/s. Zwischenwerte bitte interpolieren.

$h \backslash D$	$V_\infty = 25 \text{ km/s}$					$V_\infty = 40 \text{ km/s}$					$V_\infty = 60 \text{ km/s}$				
	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., Brown P.G., Rendtel J., Campbell-Brown M., Wiegert P., 2020: Activity of the Eta-Aquariid und Orionid meteor showers, *Astron. Astrophys.*, **640**, id.A58, 24 pp.
- Jenniskens P., 2006: Meteor showers und 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.
- 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 – Februar 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 – Juli 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* **37:4**, pp. 98–121.
- Rao J., 2021: Will Comet 73P/Schwassmann-Wachmann 3 produce a meteor outburst in 2022? *WGN* **49**, pp. 3–14.
- Rendtel J., 2014: Meteor Observers Workbook 2014 (ed.: Jürgen Rendtel), IMO, 2014.
- Sato M., 2021: personal communication (Juni 1).
- Vaubailon J., 2021: personal communication (Juni 14).
- Wiegert P.A., Brown P.G., Vaubailon J., Schijns H., 2005: The τ -Herculid meteor shower und Comet 73P/Schwassmann-Wachmann 3, *MNRAS*, **361**, pp. 638–644.

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 2022.

Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
Januar 2	Januar 9	Januar 18	Januar 25
Februar 1	Februar 8	Februar 16	Februar 23
März 2	März 10	März 18	März 25
April 1	April 9	April 16	April 23
April 30	Mai 9	Mai 16	Mai 22
Mai 30	Juni 7	Juni 14	Juni 21
Juni 29	Juli 7	Juli 13	Juli 20
Juli 28	August 5	August 12	August 19
August 27	September 3	September 10	September 17
September 25	Oktober 3	Oktober 9	Oktober 17
Oktober 25	November 1	November 8	November 16
November 23	November 30	Dezember 8	Dezember 16
Dezember 23	Dezember 30		

Tabelle 5. Arbeitsliste der visuellen Meteorströme (Stand im Dezember 2021; Maximumsdaten gelten nur für 2022). 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.

Shower	Aktivität	Maximum			Radiant		V_∞ km/s	r	ZHR
		Datum	λ_\odot	α	δ				
Antihelion-Quelle (ANT)	Dez 10–Sep 10 –	März–April, Ende Mai, Ende Juni			vgl. Tab. 6		30	3.0	4
Quadrantiden (010 QUA)	Dez 28–Jan 12	Jan	03	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–Mar 28	Mrz	14	354°	239°	–50°	56	2.4	6
Lyriden (006 LYR)	Apr 14–Apr 30	Apr	22	32°32	271°	+34°	49	2.1	18
π -Puppiden (137 PPU)	Apr 15–Apr 28	Apr	23	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
Tages-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°	–30°	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
Perseiden (007 PER)	Jul 17–Aug 24	Aug	13	140°0	48°	+58°	59	2.2	100
κ -Cygiden (012 KCG)	Aug 03–Aug 25	Aug	18	145°	286°	+59°	25	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
Tages-Sextantiden (221 DSX)	Sep 09–Okt 09	Sep	27	184°3	152°	+00°	32	2.5	5
Okt. Camelopardal. (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
S. Tauriden (002 STA)	Sep 10–Nov 20	Okt	10	197°	32°	+09°	27	2.3	5
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	21	208°	95°	+16°	66	2.5	20
Leonis Minoriden (022 LMI)	Okt 19–Okt 27	Okt	24	211°	162°	+37°	62	3.0	2
N. Tauriden (017 NTA)	Okt 20–Dec 10	Nov	12	230°	58°	+22°	29	2.3	5
Leoniden (013 LEO)	Nov 06–Nov 30	Nov	17	235°27	152°	+22°	71	2.5	10
α -Monocerotiden (246 AMO)	Nov 15–Nov 25	Nov	21	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
Puppido-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 12–Dez 23	Dez	16	264°	175°	+18°	65	3.0	3
Dez. Leon. Minoriden (032 DLM)	Dez 05–Feb 04	Dez	20	268°	161°	+30°	64	3.0	5
Ursiden (015 URS)	Dez 17–Dez 26	Dez	22	270°7	217°	+76°	33	2.8	10

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

Date	ANT	QUA	DLM		
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	232° +65°
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°	GNO		225° -63°	
Feb 28	172° +2°	225° -51°			
Mrz 5	177° 0°	230° -50°			
Mrz 10	182° -2°	235° -50°			
Mrz 15	187° -4°	240° -50°			
Mrz 20	192° -6°	245° -49°			
Mrz 25	197° -7°	250° -49°			
Mrz 30	202° -9°	255° -49°			
Apr 5	208° -11°				
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°	
Apr 30	232° -19°	279° +34°		ELY	
Mai 05	237° -20°			337° -1°	286° +43°
Mai 10	242° -21°			341° +1°	291° +43°
Mai 15	247° -22°			345° +3°	296° +44°
Mai 20	252° -22°			349° +5°	
Mai 25	256° -23°			353° +7°	
Mai 30	262° -23°	ARI			
Jun 5	267° -23°	42° +24°			
Jun 10	272° -23°	47° +24°			
Jun 15	276° -23°				
Jun 20	281° -23°	JBO			
Jun 25	286° -22°	223° +48°			
Jun 30	291° -21°	225° +47°			
Jul 5	296° -20°		CAP	SDA	JPE
Jul 10	300° -19°		285° -16°	325° -19°	335° +14°
Jul 15	305° -18°	PER	289° -15°	329° -19°	340° +15°
Jul 20	310° -17°	6° +50°	294° -14°	330° -34°	345° +16°
Jul 25	315° -15°	11° +52°	299° -12°	333° -18°	
Jul 30	319° -14°	22° +53°	303° -11°	337° -17°	GDR
Aug 5	325° -12°	29° +54°	307° -10°	340° -16°	277° +51°
Aug 10	330° -10°	37° +56°	313° -8°	343° -29°	282° +51°
Aug 15	335° -8°	45° +57°	318° -6°	344° -27°	
Aug 20	340° -7°	51° +58°		348° -27°	KCG
Aug 25	344° -5°	57° +58°		349° -13°	283° +58°
Aug 30	349° -3°	63° +58°	AUR	352° -12°	284° +58°
Sep 5	355° -1°		85° +40°	356° -11°	285° +59°
Sep 10	0° +1°	STA	90° +39°	SPE	286° +59°
Sep 15		12° +3°	96° +39°	43° +40°	288° +60°
Sep 20		15° +4°	102° +39°	48° +40°	289° +60°
Sep 25		18° +5°		53° +40°	
Sep 30		21° +6°	DSX	59° +41°	
Okt 5		25° +7°	150° 0°		
Okt 10		28° +8°	155° 0°	ORI	OCT
Okt 15		32° +9°		85° +14°	DAU
Okt 20	NTA	36° +11°	EGE	88° +15°	164° +79°
Okt 25	38° +18°	40° +12°	99° +27°	91° +15°	DRA
Okt 30	43° +19°	43° +13°	104° +27°	94° +16°	262° +54°
Nov 5	47° +20°	47° +14°	109° +27°	98° +16°	LMI
Nov 10	52° +21°	52° +15°		101° +16°	158° +39°
Nov 15	56° +22°	56° +15°	NOO	105° +17°	163° +37°
Nov 20	61° +23°	60° +16°	81° +16°		168° +35°
Nov 25	65° +24°	64° +16°	84° +16°	LEO	
Nov 30	70° +24°		88° +16°	147° +24°	AMO
Dez 5	74° +24°	GEM	92° +16°	150° +23°	112° +2°
Dez 10	85° +23°	103° +33°	149° +37°	153° +21°	116° +1°
Dez 15	90° +23°	108° +33°	153° +35°	156° +20°	120° 0°
Dez 20	96° +23°	113° +33°	157° +33°	159° +19°	PUP
Dez 25	101° +23°	118° +32°	161° +31°	18° -53°	120° -45°
Dez 30	106° +22°		166° +28°	22° -53°	122° -45°
Jan 1	111° +21°	226° +50°	170° +26°	174° +19°	125° -45°
Jan 2				177° +18°	128° -45°
Jan 3				180° +16°	105° +7°
Jan 4				COM	108° +7°
Jan 5				HYD	
Jan 6				217° +76°	
Jan 7				217° +74°	MON
Jan 8				URS	

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

Strom (oder Objekt)	Aktivität Datum	λ_{\odot} 2000	Radiant		Details siehe Seite
			α	δ	
κ -Cancriiden (793 KCA)	Jan 10	289°315	138°	+9°	3
(461852) 2006 GY ₂	Mai 15	54°28	248°	+46°	6
209P/LINEAR	Mai 25	63°8	119°	+77°	6
τ -Herculiden (061 TAH)	Mai 31	69°451	209°	+28°	9
Juli γ -Draconiden (184 GDR)	Jul 28	125°132	280°	+51°	11
η -Eridaniden (191 ERI) – C/1852 K ₁	Aug 12	139°402	43°	−13°	12
Perseiden (007 PER)	Aug 12	139°85	48°	+58°	12
Aurigiden (206 AUR)	Sep 01	158°289	91°	+39°	14
Leoniden (013 LEO)	Nov 19	236°58	154°	+21°	17
Ursiden (015 URS)	Dez 22	270°391	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.

Shower	Aktivität	Max Date	λ_{\odot} 2000	Radiant		Rate
				α	δ	
Capricorniden/Sagittariiden (115 DCS)	Jan 13–Feb 04	Feb 01*	312°5	299°	−15°	M*
χ -Capricorniden (114 DXC)	Jan 29–Feb 28	Feb 13*	324°7	315°	−24°	L*
April Pisciden (144 APS)	Apr 20–Apr 26	Apr 22	32°5	9°	+11°	L
ε -Arietiden (154 DEA)	Apr 24–Mai 27	Mai 09	48°7	44°	+21°	L
Mai Arietiden (294 DMA)	Mai 04–Jun 06	Mai 16	55°5	37°	+18°	L
ρ -Cetiden (293 DCE)	Mai 05–Jun 02	Mai 20	59°3	28°	−04°	M*
Arietiden (171 ARI)	Mai 14–Jun 24	Jun 07	76°6	42°	+25°	H
ζ -Perseiden (172 ZPE)	Mai 20–Jul 05	Jun 09*	78°6	62°	+23°	H
β -Tauriden (173 BTA)	Jun 05–Jul 17	Jun 28	96°7	86°	+19°	M
γ -Leoniden (203 GLE)	Aug 14–Sep 12	Aug 25	152°2	155°	+20°	L*
Sextantiden (221 DSX)	Sep 09–Oct 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):

Feuerkugel/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.