

International Meteor Organization & Arbeitskreis Meteore e.V.

Meteorstrom-Kalender 2021

herausgegeben von Jürgen Rendtel¹

1 Einleitung

Dies ist die deutschsprachige Version der 31. Ausgabe des Meteor Shower Calendar der International Meteor Organization (IMO), der als Serie von Alastair McBeath begründet wurde. Der Kalender entspricht weitgehend dem Original, sodass auch Hinweise für Beobachter auf südlichen Breiten enthalten sind – wegen der Vollständigkeit und für eventuelle Fernreisende. 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.

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. Alle Daten tragen dazu bei, die Prozesse von der Freisetzung von Meteoroiden bis zur Beobachtung verstehen zu können. Darüber hinaus kann der Kalender zur Planung von Beobachtungsaktivitäten genutzt werden.

Video-Kameranetze sind heute ganzjährig im Einsatz und zeichnen somit 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. Im Gegensatz zu den Videokameras werden visuelle Beobachtungen merklich durch Mondlicht beeinträchtigt. Die Bemerkungen zu den Mondlicht-Störungen richten sich daher in erster Linie an visuelle Beobachter – obgleich Daten, die bei “mäßiger” Grenzgröße gewonnen wurden für einige grundlegende Analysen gut nutzbar sind.

Die Maxima der drei stärksten Ströme des Jahres haben 2021 mit unterschiedlichen Mondstörungen zu tun: Quadrantiden – heller abnehmender Mond, Perseiden – fast mondfrei, Geminiden – Erstes Viertel. Bedingungen zu den Höhepunkten weiterer bekannter Ströme: Lyridenmaximum unmittelbar nach dem Ersten Viertel, η -Aquariiden mondflos, Südliche δ -Aquariiden

¹Grundlage der Angaben sind das *Meteor Observers Workbook 2014*, herausgegeben von Jürgen Rendtel, IMO, 2014 (**WB**), und 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**). Informationen über Ergebnisse von Modellrechnungen für 2019 wurden von Peter Jenniskens, Esko Lyytinen, Mikhail Maslov, Mikiya Sato and Jérémie Vaubaillon zur Verfügung gestellt (siehe auch die Literaturliste auf S.23). Koen Miskotte aktualisierte die Informationen zu den SDA und CAP Ende Juli. Besonderer Dank an David Asher, Robert Lunsford und Alastair McBeath für die gewissenhafte Durchsicht der englischen sowie an Rainer Arlt und Ulrich Sperberg für Verbesserungen der deutschen Version des Kalenders.

zum Letzten Viertel, Draconiden mondlos, Orioniden und Leoniden knapp vor Vollmond, und die Ursiden unmittelbar nach Vollmond.

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.

Für 2021 werden keine spektakulären Ausbrüche erwartet. Einige interessante Annäherungen an Staubspuren sind im Text beschrieben (in Tabelle 6a zusammengefasst). Diese sind für zukünftige Vorhersagen bedeutsam, da sie Zusammenhänge bestätigen oder zu Anpassungen der Parameter führen. 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 Die Antihelion Quelle

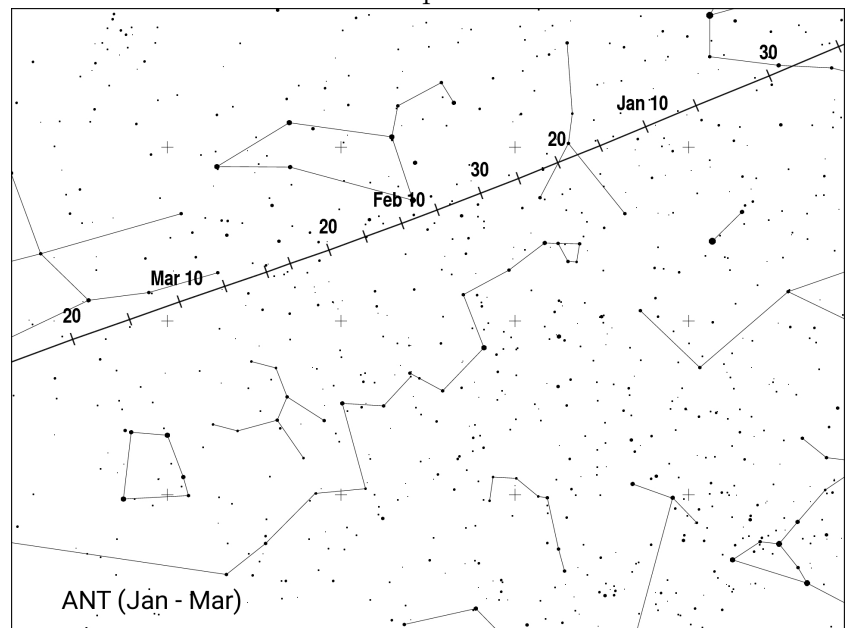
Die Antihelion-Quelle (ANT) ist ein ausgedehntes, in grober Näherung elliptisches Areal mit einer angenommenen Größe von etwa 30° in Rektaszension und 15° in Deklination. Das Zentrum befindet sich rund 12° östlich des Sonnengegenpunktes auf der Ekliptik. Der Bereich ist also in der gesamten Nacht über dem Horizont, wobei die höchste Position in der Stunde nach Mitternacht Ortszeit erreicht wird. Dies ist kein Strom im eigentlichen Sinne, sondern ein Komplex aus zahlreichen Meteoroiden mit nur wenig voneinander verschiedenen Orbits mit einem Aphel zwischen Mars- und Jupiter-Bahn, der im gesamten Jahr zu verfolgen ist. In einigen Listen werden sie als Virginiden, Scorpiiden, Sagittariiden usw. verzeichnet. Die Genauigkeit visueller Daten reicht nicht, um Meteore einzelnen Teilströmen des Komplexes zuzuordnen. Videodaten erlauben in einigen Fällen eine Trennung; vernünftig ist diese aber erst durch Orbits zu belegen. Daher enthalten unsere Tabellen lediglich die Position der als ANT zusammengefassten Quelle.

Im Juli und August sind die Radianten der α -Capricorniden (001 CAP) und der Südlichen δ -Aquariiden (005 SDA) ebenfalls nahe der Ekliptik und damit unweit vom Schwerpunkt der ANT. Im Vergleich zu den ANT sind die CAP auffallend langsamer, die SDA etwas schneller, und sollten somit unterscheidbar sein. Für die Tauriden (002 STA und 017 NTA) gilt: zwischen Anfang September und Anfang Dezember werden Meteore aus dem ANT-Bereich **nur** den NTA bzw. STA zugeordnet, da alle übrigen ANT-Quellen weit schwächer sind. Im Text sowie den Tabellen und Grafiken weisen wir darauf gesondert hin.

3 Januar bis März

Das Jahr beginnt mit dem Peak der **Quadrantiden (010 QUA)** am 3. Januar. Der helle abnehmende Mond (Letztes Viertel am 6. Januar) erhellt gerade die zweite Nachthälfte wenn der Radiant hoch am Himmel steht. Die Peak-Position selbst wird am 3. um $14^{\text{h}}30^{\text{m}}$ UT erwartet. 2021 können wir die Aktivität zum Ende der Sichtbarkeit am 12. günstig verfolgen. Dann sind auch Meteore der schwachen γ **Ursae Minoriden (404 GUM)** sichtbar. Einzelne Meteore der seit dem Vormonat aktiven **Dezember Leonis Minoriden (032 DLM)** lassen sich noch bis Anfang Februar beobachten. Zwei Ströme ausdrücklich für Beobachter der Südhalbkugel sind diesmal mondfrei zu beobachten: Die α -**Centauriden (102 ACE)** um den 8. Februar und die γ -**Normiden (118 GNO)** im März mit unsicherer Aktivitätsperiode und Radiant.

Anfang Januar befindet sich der Schwerpunkt des **ANT** Radianten im Südosten der Zwillinge und verlagert sich im Verlauf des Monats durch den Krebs bevor er im Februar bis in den südlichen Bereich des Löwen gelangt. Im März verlagert er sich weiter durch die Jungfrau. Die ZHR erreicht meist ≈ 2 bis 3. Die Flussdichte aus Videodaten deutet auf eine geringe Zunahme um den 17. März bei $\lambda_{\odot} \approx 355^\circ$ hin.



Am 10. Januar 2015 um 02^h50^m UT ($\lambda_{\odot} = 289^{\circ}315$) zeigten Daten von Radar- und Video-beobachtungen einen kurzen Ausbruch der κ -Cancriiden (**793 KCA** von einem Radiant bei $\alpha = 138^{\circ}$, $\delta = +9^{\circ}$). Aktivität wurde auch 2016 in Videodaten (Molau et al., 2016a) gefunden. Aus den Folgejahren gibt es keine weiteren Anzeichen. Die o.g. Position wird wieder am 9. Januar 2021 um 15^h40^m UT erreicht – dann bei mondfreiem Himmel. Der Radiant der Antihelion-Quelle liegt dann bei $\alpha = 122^{\circ}$, $\delta = +19^{\circ}$, d.h. etwa 20° südöstlich. Ferner sind die KCA-Meteore ($V_{\infty} = 47$ km/s) schneller als die ANT ($V_{\infty} = 30$ km/s).

Eine geringe Wahrscheinlichkeit besteht, dass die Erde am 1. März 2021 um 09^h32^m UT ($\lambda_{\odot} = 340^{\circ}729$) auf **Meteoroide des Kometen C/1976 D1** trifft (Jenniskens 2006; S. 617). Der Radiant befindet sich weit südlich bei $\alpha = 13^{\circ}$, $\delta = -64^{\circ}$ (wenig nordwestlich des +4 mag Sterns ζ Phe).

Die allgemein geringe Aktivität zwischen Mitte Januar bis in den April sollte auch die Entdeckung schwacher Quellen erlauben. Dafür sind Video-Beobachtungen optimal. Visuelle Beobachter sollten die scheinbaren Bahnen der gesehenen Meteore notieren – nicht um Radianten zu finden, sondern um im Fall von neuen Quellen daraus eine ZHR abzuleiten und einen Vergleich mit anderen Strömen zu ermöglichen.

Maxima von **Tagesströmen** werden im ersten Quartal zu folgenden Zeiten erwartet:

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

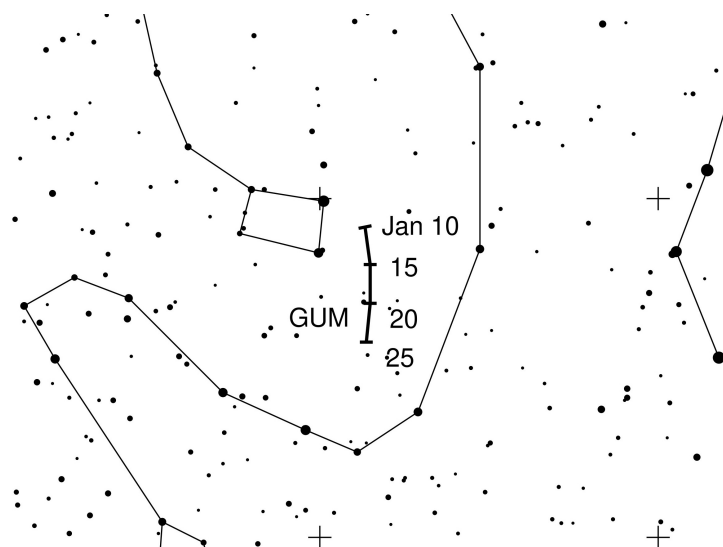
und χ -Capricorniden (114 DXC) – 14. Februar, 11^h UT.

Jüngere Radiodaten weisen auf ein DCS-Maximum zwischen 1. und 4. Februar hin. Die Radianten beider Ströme liegen nur $< 10^{\circ}$ – 15° westlich der Sonne, dazugehörige Meteore können also nicht optisch beobachtet werden.

γ Ursae Minoriden (404 GUM)

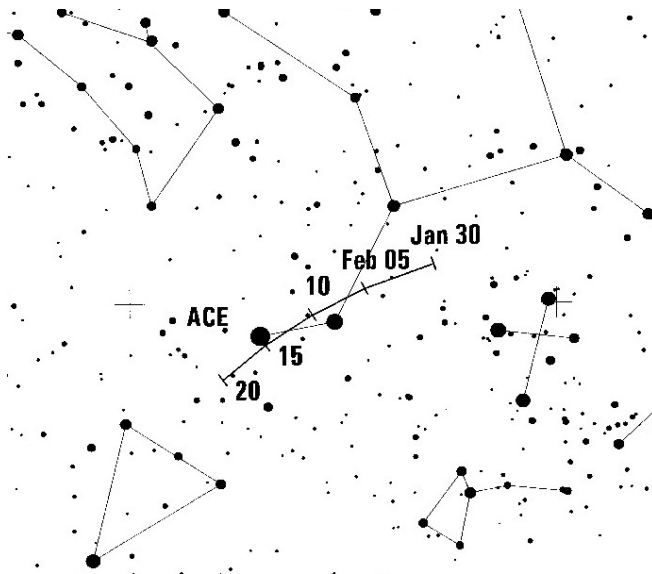
Aktivität: Januar 10–22; Maximum: um Januar 18 ($\lambda_{\odot} = 298^{\circ}$); ZHR ≈ 3 ;
 Radiant: $\alpha = 228^{\circ}$, $\delta = 67^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 31$ km/s; $r = 3.0$.

Über diesen kleinen Strom, der erst vor wenigen Jahren in Video- und dann auch in visuellen Daten gefunden wurde, ist nur wenig bekannt. Hinsichtlich der Geschwindigkeit erscheinen die Meteore von diesem weit nördlichen Radianten ähnlich den Ursiden. Alle Daten über die Aktivitätsperiode und die Strom-Parameter sind vorläufig und erfordern unbedingt weitere Beobachtungen. Durch den Neumond am 13. Januar bieten sich exzellente Bedingungen für alle Arten optischer Beobachtungen.



α -Centauriden (102 ACE)

Aktivität: Januar 31–Februar 20; Maximum: Februar 8, 07^h UT ($\lambda_{\odot} = 319^{\circ}2$);
 ZHR = variabel, meist ≈ 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 ein Höhepunkt des Südsommers. Die mittlere Peak-ZHR in den Jahren 1988–2007 lag um 6 (WB, p. 18), bei allerdings oft unvollständigem Profil. 1974 und 1980 gab es kurze Ausbrüche mit ZHR in der Größenordnung 20–30. Am 14. Februar 2015 gab es eine Flugzeugbeobachtung hoher Raten jedoch keine Anzeichen für berechnete Aktivität am 8. Februar 2015.

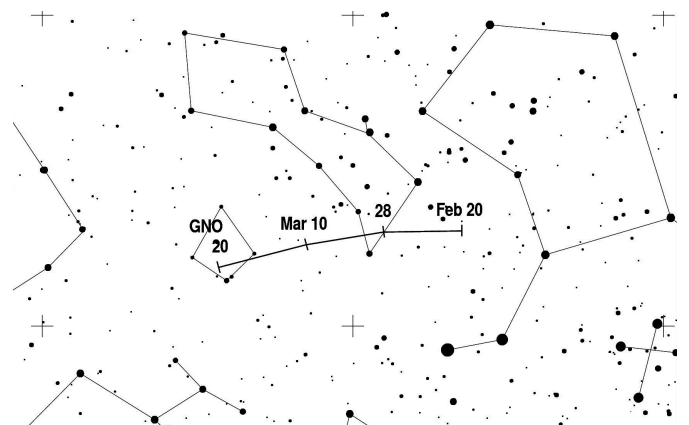
Daten über Dauer und Intensität des Stromes sind insgesamt unsicher. Der Radiant ist zirkumpolar für weite Bereiche südlich des Äquators und ist dort ab den späten Abendstunden über dem Horizont. Die Maximumperiode fällt 2021 in die Nähe des Neumondes.

 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; $r = 2.4$.

Im größten Teil der Aktivitätsperiode ist die γ -Normiden-ZHR kaum vom Hintergrund unterscheidbar. Eine Analyse von visuellen Daten der IMO Datenbank aus den Jahren 1988–2007 ergab eine mittlere Peak-ZHR ≈ 6 bei $\lambda_{\odot} = 354^{\circ}$ (WB, S. 19). Ergebnisse seit 1999 weisen auf einen Peak zwischen $\lambda_{\odot} \approx 347^{\circ}$ – 357° hin. Das entspricht 2021 der Periode 7.–17. März.

Videodaten aus Beobachtungen von der Südhalbkugel deuten an, dass Aktivität vorzugsweise um den 25. März ($\lambda_{\odot} = 4^{\circ}$) auftritt. Der Radiant liegt dann bei $\alpha = 246^{\circ}$, $\delta = -51^{\circ}$. Wie im Fall der visuellen Daten, sind auch die Videodaten nicht ausreichend für ein zuverlässiges Flussdichteprofil. Beobachter der Südhemisphäre finden den Radianten in der zweiten Nachthälfte hoch am Himmel.



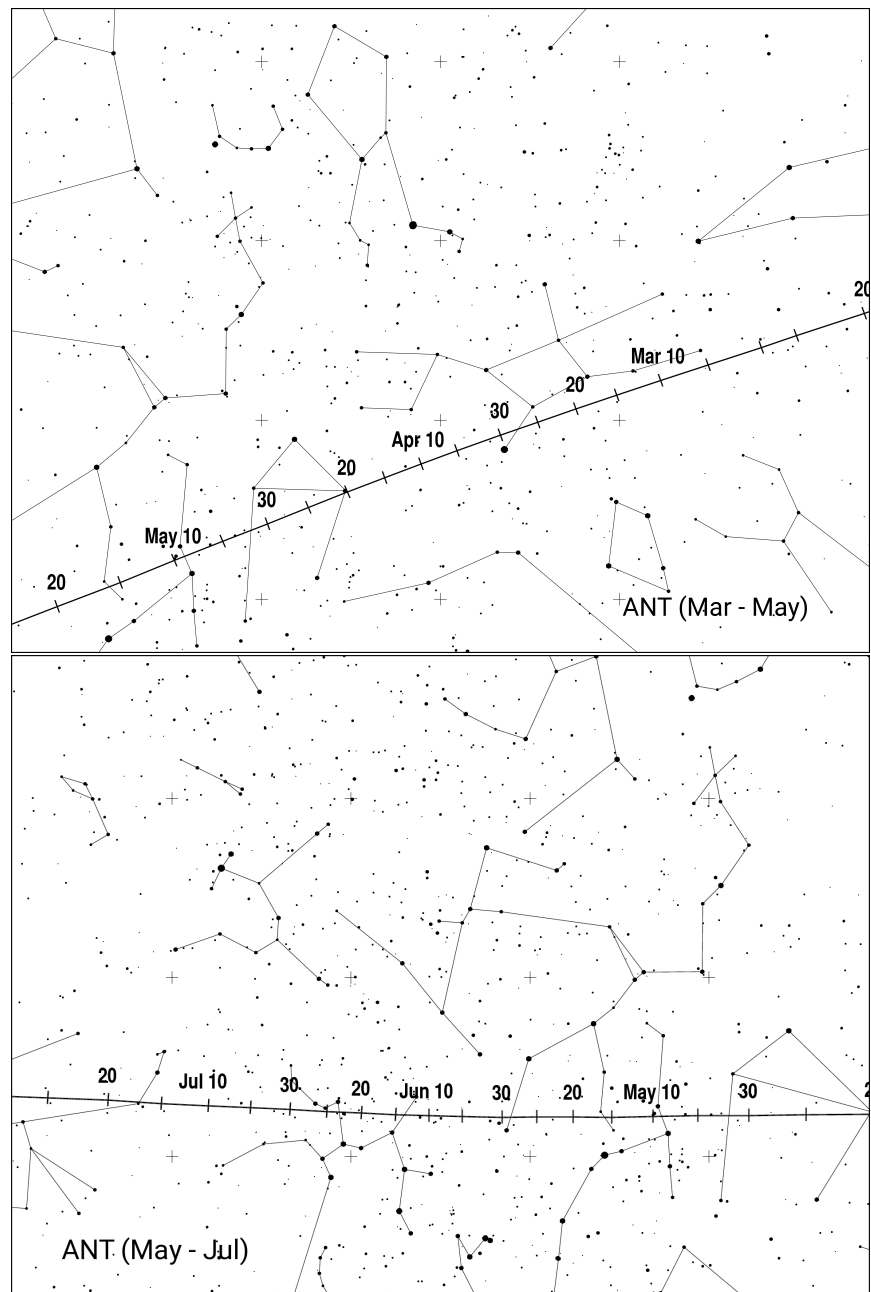
4 April bis Juni

In diesem Zeitraum nimmt die visuell beobachtbare Meteoraktivität merklich zu. Außerdem gibt es von Ende April bis Mai hohe Raten von Tagesströmen, die der optischen Beobachtung nicht zugänglich sind, da ihre Radianten zu dicht in Richtung Sonne liegen.

Die **Lyriden (006 LYR**, auch als April Lyriden bezeichnet) erreichen ihr Maximum nach dem Mond im Ersten Viertel. Daher gibt es praktisch keine mondfreie Beobachtung des Peaks am 22. April – erwartet für 13^h UT ($\lambda_{\odot} = 32^{\circ}32'$). Die Situation ist noch ungünstiger für die **π -Puppiden (137 PPU)** mit ihrem Maximum am 23. April gegen 12^h UT ($\lambda_{\odot} = 33^{\circ}5'$).

Das Maximum der **η -Aquariiden (031 ETA)** sowie der schwachen **η -Lyriden (145 ELY)** sind in der ersten Mai-Dekade ohne Mondlicht-Störung unter günstigen Bedingungen zu verfolgen. Die **Juni Bootiden (170 JBO)** werden zwischen 23. und 27. Juni – also nahe Vollmond – ihr potentiell Maximum erreichen.

Visuelle und Videodaten der IMO ergeben für die **ANT ZHR** zwischen 2 und 4 ohne nennenswerte Variationen; vielleicht etwas höhere Raten zum Ende Mai und eine nachfolgende leichte Abnahme bis in den Juli. Das Radiantengebiet driftet vom Südosten der Junfrau durch die Waage im April, dann durch den nördlichen Bereich des Skorpions zum südlichen Schlangenträger im Mai, und schließlich in den Schützen im Juni.



Tagesströme: Ab Mitte Mai bis in den Juni befinden sich die stärksten Meteor-Quellen am Tageshimmel. Darunter sind einige Peaks, die wir hier für Radio-Meteorbeobachter aufführen:

April Pisciden (144 APS) – April 22, 16^h; ϵ -Arietiden (154 DEA) – May 9, 9^h;
 Mai Arietiden (294 DMA) – May 16, 10^h; σ -Cetiden (293 DCE) – May 20, 9^h;
 Arietiden (171 ARI) – Juni 7, 10^h (mehr Details siehe Seite 8);
 ζ -Perseiden (172 ZPE) – Juni 9, 12^h; β -Tauriden (173 BTA) – Juni 28, 11^h.

Beobachtungsdaten aus den Jahren 1994–2008 zeigen diese Ströme, auch wenn manche wegen der eng benachbarten Radianten schwer voneinander zu trennen sind. Die Maxima der Arietiden und ζ -Perseiden überlagern sich teilweise und produzieren so ein starkes Signal bei den Radiobeobachtern über einige Tage in der ersten Junihälfte. Die Maximums-Daten sind nicht gut belegt. Ein scheinbarer mittelstarker Peak tritt um den 24. April – möglicherweise auch eine Kombination von mehreren Quellen. Probleme mit der Identifikation gibt es mit den δ -Pisciden. Die IAU-Liste führt diesen zurzeit nicht als einzelnen Strom auf. Das gilt auch für die o -Cetiden, sodass wir hier auf die IAU-Quelle “Tages ω -Cetiden-Komplex” verweisen, der den o -Cetiden am besten entspricht.

η -Aquariiden (031 ETA)

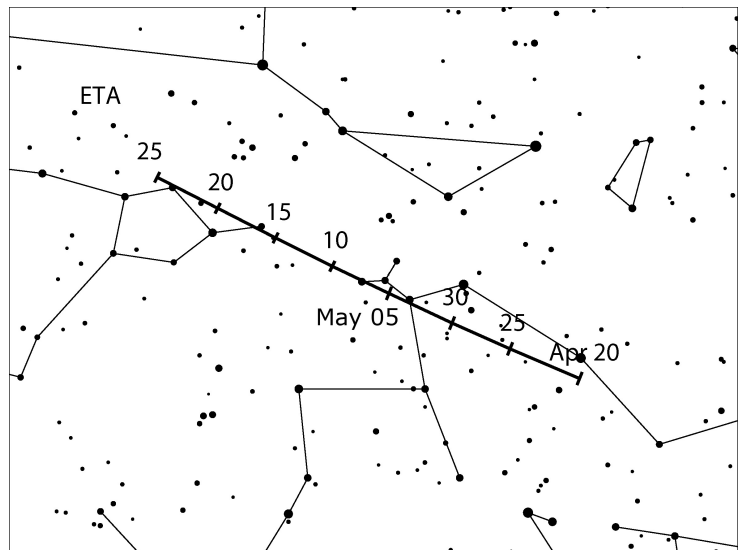
Aktivität: April 19–Mai 28; Maximum: Mai 6, 03^h UT ($\lambda_{\odot} = 45^{\circ}5$);
 ZHR = 50 (periodisch variabel, ≈ 40 –85);
 Radiant: $\alpha = 338^{\circ}$, $\delta = -1^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 66$ km/s; $r = 2.4$.

Dieser Strom ist – wie die Orioniden im Oktober – mit Komet 1P/Halley assoziiert. Strommeteore sind nur in einem engen Fenster kurz vor der Morgendämmerung insbesondere von tropischen Breiten und der Südhalbkugel zu beobachten. Dort ist es der beste Strom des Jahres. Ab etwa 40° N sind die Bedingungen brauchbar; in Mitteleuropa bleiben nur eine (50° N) bis zwei Stunden (45° N) vor der Morgendämmerung bei tiefem Radiantenstand. Der Radiant kulminiert gegen 8^h Ortszeit. Wegen des relativ kurzen Zeitraums pro Nacht gibt es nur in wenigen Jahren ein vollständiges Aktivitätsprofil.

Das breite Maximum tritt um den 5./6. Mai auf. Das ist diesmal nach dem Letzten Viertel des Mondes (3. Mai). Analysen visueller Daten der IMO seit 1984 zeigen, dass die ZHR zwischen 3. und 10. Mai über 30 liegen. Eine oft erwähnte Variation der Peak-Raten, die mit Jupiters Umlaufperiode von fast 12 Jahren assoziiert ist, konnte auch in einer neuen Studie (Egal et al., 2020) auf Grundlage von optischen und Radardaten nicht bestätigt werden.

In den letzten Jahren lagen die ZHR bei:

2008	2009	2017	2018	2019	2020
≈ 85	≈ 70	75	60	50	55 (vorläufig)

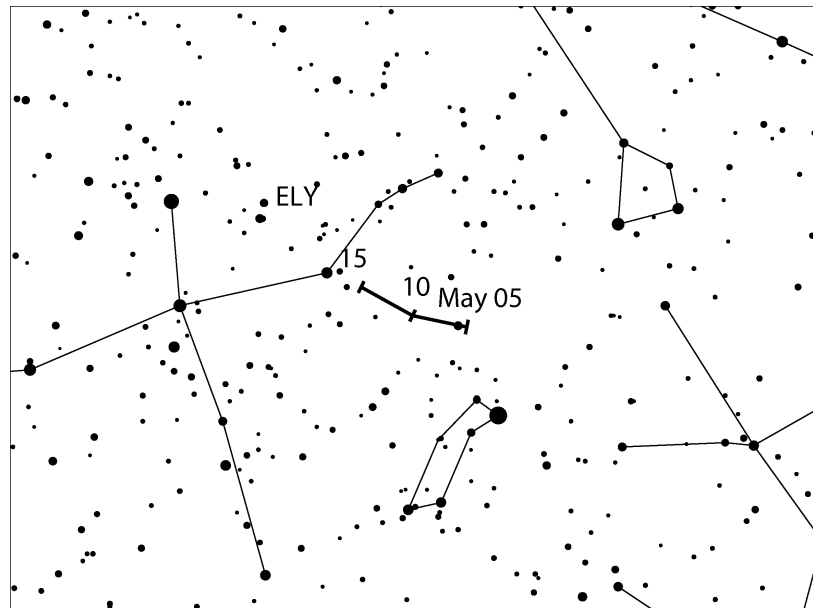


Daraus könnte man einen Trend zu geringeren ZHR ableiten, was aber nur durch weitere Daten belegt werden kann. Erst dann ist eine Aussage über einen eventuellen Trend möglich.

η -Lyriden (145 ELY)

Aktivität: Mai 3–14; Maximum: Mai 8 ($\lambda_{\odot} = 48^{\circ}4$); ZHR = 3;
 Radiant: $\alpha = 287^{\circ}$, $\delta = +44^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 43$ km/s; $r = 3.0$.

Dieser kleine Meteorstrom ist mit dem Kometen C/1983 H1 IRAS-Araki-Alcock assoziiert. Der Hauptteil der Daten kommt von Video-Beobachtungen. Danach fällt das Maximum auf einen etwas späteren Zeitpunkt bei $\lambda_{\odot} = 50^{\circ}$ – das ist am 10. Mai 2021. In visuellen Beobachtungen ist der Strom kaum nachweisbar (siehe WB S. 25). Der Radiant ist für Beobachter in Mitteleuropa während der gesamten Nacht über dem Horizont. In diesem Jahr gibt es auch keine Störung durch Mondlicht.

***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; $V_{\infty} = 38$ km/s; $r = 2.8$.

Der Radiant befindet sich nur etwa 30° westlich der Sonne. Möglichkeiten für optische Beobachtungen sind sehr begrenzt. Selbst bei Beobachtungsende in der Morgendämmerung ist die Höhe des Radianten nur gering. Daher werden im Rahmen eines IMO-Projekts seit 2014 alle Daten zusammengetragen um ein Bild von diesem Strom zu erhalten. Einzelne Intervalle visueller Beobachtungen werden nur wenige oder keine ARI-Meteore enthalten. Selbst die Videodaten ergeben derzeit kein klares Flussdichteprofil, jedoch nachweisbare Raten über etwa eine Woche. Da die Korrekturfaktoren (Grenzgröße und Radiantenhöhe) in dem kurzen verfügbaren Zeitraum schnell variieren, sollten Daten in kurze Intervalle von maximal 15 Minuten unterteilt werden. Beobachter südlich von etwa 30° N sind etwas besser positioniert, da die Dämmerung nicht so zeitig beginnt und weniger hell ist als an den weiter nördlichen Orten.

5 Juli bis September

In der ersten Julihälfte sind die Meteore aus dem **ANT**-Bereich die Hauptquelle für visuelle Beobachter. Der Radiant bewegt sich vom östlichen Schützen durch den nördlichen Steinbock zum südwestlichen Wassermann. Die ZHR wird meist bei ≈ 2 bis 3 liegen. Das große ANT-Radiantengebiet überlappt sich mit dem Radianten der **α -Capricorniden (001 CAP)** im Juli–August. Die geringere Geschwindigkeit der CAP sollte die Zuordnung zu einem der beiden Ströme erlauben. Die **Südlichen δ -Aquariiden (005 SDA)** sind ein relativ starker Strom, und der Radiant der **Piscis Austriniden (183 PAU)** ist weit genug entfernt vom ANT-Bereich. Der helle abnehmende Mond (Letztes Viertel am 31. Juli) beeinträchtigt Beobachtungen der südlichen Ströme. Die höchsten Raten treten am 27. Juli (PAU) bzw. 30. Juli (CAP, SDA) auf.

Durch den Neumond am 8. August sind die Bedingungen zum Verfolgen der **Perseiden (007 PER)** weit um das Maximum günstig. Das trifft auch auf den kleinen Strom der **κ -Cygniden (012 KCG)** zu. Die **Aurigiden (206 AUR)** erreichen ihr Maximum in der Nacht zum 1. September unmittelbar nach dem Letzten Viertel – mit der Chance auf erhöhte Aktivität. Die überaus interessanten **September ϵ -Perseiden (208 SPE)** erscheinen um Neumond.

Am 28. Juli 2016 um 00^h07^m UT ($\lambda_{\odot} = 125^{\circ}132$) produzierten die **Juli γ -Draconiden (184 GDR)** einen Ausbruch, der mit Radar- und Videosystemen registriert wurde (Molau et al., 2016b). Die gleiche Position wird 2021 am 28. Juli nahe 06^h45^m UT wieder erreicht. Obwohl aus den Jahren 2017 – 2019 (2020 steht noch aus) keine erneute Aktivität beobachtet wurde, ist eine Kontrolle des Zeitraumes interessant. Der Radiant befindet sich bei $\alpha = 280^{\circ}$, $\delta = +51^{\circ}$, und die Meteore haben geringe Geschwindigkeit ($V_{\infty} = 27$ km/s).

Zusammen mit dem Perseidenmaximum gibt es eine Annäherung der Erde an die Staubschweif des **Kometen C/1852 K1**. Der Staub wurde vor einem Umlauf freigesetzt. Der kleinste Abstand von 0,00010 AE ist für den 12. August 2021 um 04^h22^m UT ($\lambda_{\odot} = 139^{\circ}402$) berechnet. Der Radiant liegt bei $\alpha = 43^{\circ}$, $\delta = -13^{\circ}$ (im südöstlichen Bereich des Walfischs nahe dem Stern π Cet mit +4 mag).

Videodaten zeigten zuerst 2015 fast im gesamten Monat September geringe Aktivität der **χ -Cygniden (757 CCY)** mit einem schwach erkennbaren Maximum um den 14./15. September (ZHR 2–3). Diese Position wird 2021 um die Zeit des Ersten Viertels wieder erreicht, sodass günstige Bedingungen zur Beobachtung eventueller Aktivität bestehen. Der Radiant dieser sehr langsamen Meteore ($V_{\infty} = 19$ km/s) liegt bei $\alpha = 300^{\circ}$, $\delta = +31^{\circ}$. Als “Service” haben wir die Radiantendrift in die Tabelle 6 aufgenommen.

Ende September bis Anfang Oktober wird eine Begegnung mit Meteoroiden des **Kometen 15P/Finlay** in mehreren Modellrechnungen gefunden (Maslov (M), Sato (S), Vaubaillon et al. (V) und Ye et al.). Eine Zusammenfassung ist in der Arbeit von Vaubaillon et al., 2020 gegeben. Die Ergebnisse unterscheiden sich geringfügig, deuten aber alle auf vornehmlich schwache und sehr langsame Meteore (11 km/s) hin. Da es sich um die erste Begegnung mit Meteoroiden dieses Kometen handelt, ist unklar, was tatsächlich zu beobachten sein wird. 2014 gab es einen Helligkeitsausbruch *des Kometen* sodass die Begegnung mit den 2014 freigesetzten Meteoroiden am spannendsten erscheint. Hier die einzelnen berechneten Zeitpunkte für Aktivität von diesem sehr südlichen Radianten:

Der erste Peak (Staub von 1988, nur im Modell von Maslov)

Sep 27, 13^h58^m – 16^h22^mUT bei $\lambda_{\odot} = 184^{\circ}43$ (ZHR 5–20+; Radiant: $\alpha = 261^{\circ}$, $\delta = -61^{\circ}$).

Die nächste Begegnung erfolgt mit Staub von 1995 (Radiant $\alpha = 261^{\circ}$, $\delta = -57^{\circ}$):

Sep 29, 02^h30^m–04^h17^mUT ($\lambda_{\odot} = 185^{\circ}92$; ZHR 50–120+; M), oder 07^h20^mUT ($\lambda_{\odot} = 186^{\circ}077$; V).

Schließlich die Staubschweif von 2014 (Radiant $\alpha = 255^{\circ}$, $\delta = -48^{\circ}$)

Okt 07, 00^h38^mUT ($\lambda_{\odot} = 193^{\circ}677$; V) oder 01^h10^m UT ($\lambda_{\odot} = 193^{\circ}699$; ZHR 30–100; S)

und die von 2008 (Radiant $\alpha = 255^\circ$, $\delta = -48^\circ$) **Okt 07**, 03^h15^mUT ($\lambda_\odot = 193^\circ 785$)
sowie am Ende der Staub von 2002

Okt 07, 21^h18^mUT ($\lambda_\odot = 194^\circ 527$)

Beobachtungen sind ausschließlich von weit südlichen Breiten möglich. Die günstigste Region liegt zwischen Neuseeland und Südamerika für den 29. September bzw. Südamerika für den 7. Oktober.

Die **Südlichen Tauriden (002 STA)** beginnen am 10. September ihre Aktivität, die im weiteren Verlauf (zusammen mit den später beginnenden Nördlichen Tauriden) bis zum Dezember die dominierende Komponente des Antihelion-Bereiches ist und daher anstelle von ANT die Meteore den jeweils aktiven Tauriden-Zweigen zugeordnet werden.

Radio-Beobachter werden gegenüber der hohen Tagesstrom-Aktivität vom Mai und Juni geringere Raten registrieren. Aktiv sind die γ -**Leoniden (203 GLE)** mit einem Peak am 25. August (05^h UT), und die **Tages-Sextantiden (221 DSX)**. Ende September bis Anfang Oktober können auch optische Beobachter einzelne Meteore der DSX sehen (mehr auf Seite 14).

Piscis Austriniden (183 PAU)

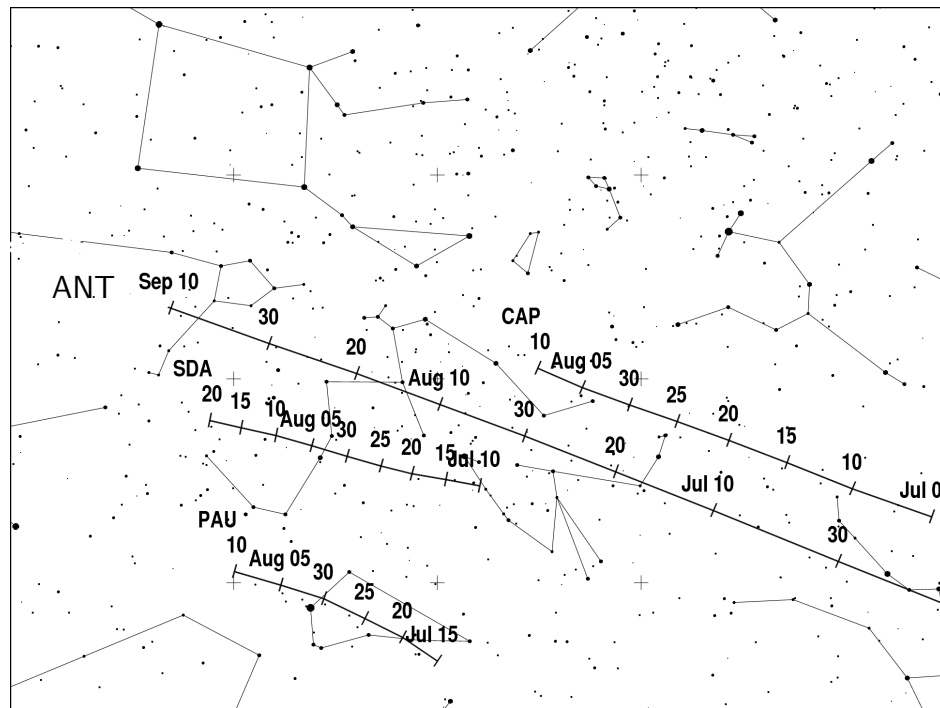
Aktivität: Juli 15–August 10; Maximum: Juli 28 ($\lambda_\odot = 125^\circ$); ZHR = 5;
Radiant: $\alpha = 341^\circ$, $\delta = -30^\circ$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_\infty = 35$ km/s; $r = 3.2$.

Über die seit langem bekannten PAU liegen immer noch relativ wenige Daten vor, sodass die Angaben nicht zuverlässig sind. Das liegt zum großen Teil daran, dass die meisten Daten von Beobachtern auf nördlichen Breiten stammt und somit bei geringer Radiantenhöhe gewonnen wurde. Jeder weitere Beitrag ist willkommen.

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: siehe Tabelle 6; $V_\infty = 41$ km/s; $r = 2.5$ (siehe Text).

Neben optischen Daten stellten auch Radio-Beobachter zuweilen auffallend hohe Raten fest. Ergebnisse von Beobachtungen, die 2008 und 2011 unter sehr guten Bedingungen gewonnen wurden, zeigen eine ZHR um 25 für etwa zwei Tage um $\lambda_\odot = 125^\circ - 127^\circ$. Zwischen $\lambda_\odot = 124^\circ$ und 129° übersteigt die ZHR den Wert von 20. Während des Maximums werden zahlreiche helle Strommeteore registriert. Das führt zu $r \approx 2.5$ um das Maximum während wir weiter davon entfernt $r \approx 3.1$ finden. In der Vergangenheit wurden auch Ausbrüche beobachtet: Australische Beobachter berichteten von einer ZHR um 40 am 28./29. Juli 1977. Ebenfalls um 40 lag die ZHR am 28./29. Juli 2003 für etwa 1,5 Stunden bei Beobachtungen von Kreta (vor und nach dieser Periode lag die ZHR bei 20). Ein umfangreicher Datensatz von 2011 zeigte hingegen keine erhöhte ZHR an der gleichen Position wie 2003. Aktivität und Variationen scheinen also Variationen zu unterliegen. Zwar sind die Mondlicht-Bedingungen (Letztes Viertel am 30. Juli) nicht günstig für visuelle Beobachtungen, doch ist die Rate hoch und somit die Chance, ausreichend große Stichproben zu erhalten. Die Bedingungen sind weiter südlich generell besser.



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; $r = 2.5$.

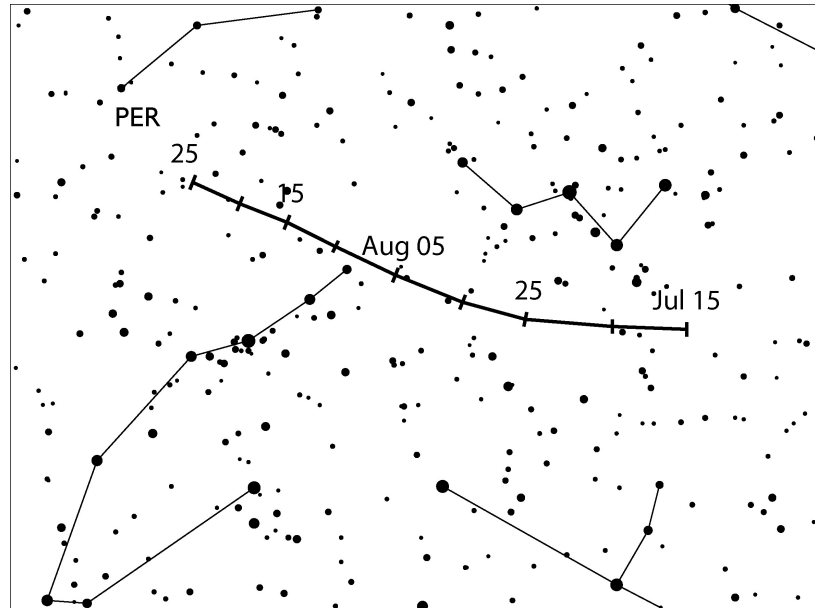
Meteore der CAP und SDA sind in allen Jahren klar zu beobachten. In vielen Listen werden weitere Radianten in der Region Steinbock-Wassermann geführt, deren Aktivität aber wesentlich schwächer ist. Obwohl der visuelle Beobachter den Radianten der CAP praktisch im großen ANT-Gebiet findet, sollte die merklich geringere Geschwindigkeit der CAP eine Zuordnung zu einer der beiden Quellen erleben. Helle CAP-Meteore sind häufig und geringe Raten-Variationen wurden wiederholt registriert. Die höchste beobachtete ZHR von ≈ 10 trat 1995 auf. Jüngere Daten weisen darauf hin, dass das Maximum möglicherweise erst am 31. Juli auftritt.

Perseiden (007 PER)

Aktivität: Juli 17–August 24; Maximum: August 12, 19^h bis 22^h UT
 (Knoten bei $\lambda_{\odot} = 140^{\circ}0 - 140^{\circ}1$), weiteres siehe Text; ZHR = 110;
 Radiant: $\alpha = 48^{\circ}$, $\delta = +58^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 59$ km/s; $r = 2.2$.

IMO-Beobachtungsdaten (siehe WB S. 32–36) zeigen das breite mittlere oder “traditionelle” Maximum zwischen $\lambda_{\odot} \approx 139^{\circ}8$ und $140^{\circ}3$. Das entspricht 2021 dem Zeitraum vom 12. August 14^h UT bis 13. August 03^h UT. Die Umlaufzeit des Ursprungskometen 109P/Swift-Tuttle beträgt rund 130 Jahre. In den 1990-er Jahren konnten hohe Raten vom Haupt-Maximum beobachtet werden. Zuletzt gab es erhöhte Aktivität im Jahr 2016 infolge des Durchganges der Erde durch separate Staubschleppen des Kometen.

In den Daten von 2018 ließ sich gut der Durchgang durch ein vorausberechnetes Filament am 12. August nahe 20^h UT ($\lambda_{\odot} \approx 139^{\circ}79$) nachweisen. Ein Filament wird durch Meteoroiden verursacht, deren Orbits sich in Resonanz zum Jupiter-Umlauf befinden, d.h. deren Umlaufzeiten einfache ganzzahlige Verhältnisse zur Periode des Planeten aufweisen und dort konzentriert bleiben. Für 2021 ist erneut der Durchgang durch ein wahrscheinlich nicht sehr dichtes Filament am 12. August gegen 15^h30^m UT berechnet (± 5 Stunden, bei $\lambda_{\odot} = 139^{\circ}85 \pm 0^{\circ}2$; Tabelle 5d in Jenniskens, 2006).



Die Raten könnten dann leicht ansteigen und auch die Helligkeitsverteilung kann sich unterscheiden. Daher die Beobachtungsdaten (Raten **und** Helligkeiten) um diese Zeit in kürzere Intervalle (maximal 30 min) unterteilen.

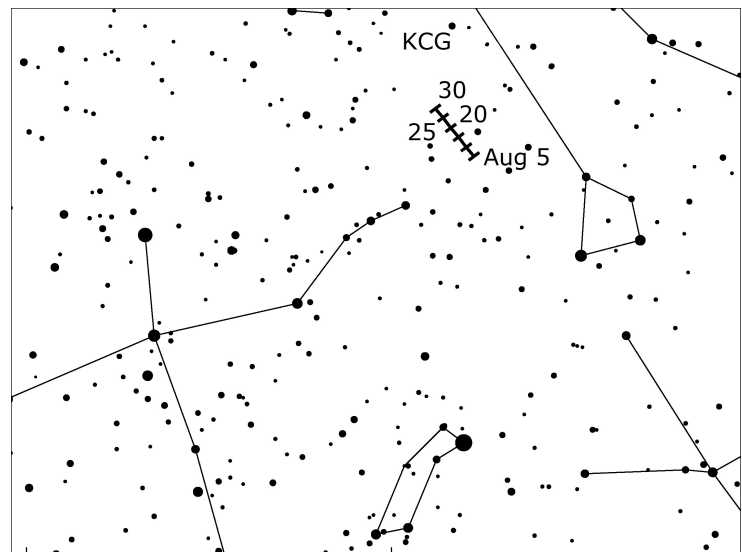
Neumond am 8. August bringt sehr günstige Bedingungen für visuelle Beobachtungen. Generell sind mittlere nördliche Breiten für Perseidenbeobachtungen optimal: Der Radiant ist bereits ab etwa 22^h–23^h Ortszeit ausreichend hoch. Beobachter der Südhalbkugel gehen leer aus, aber auch nördlich von etwa 60°N sind praktisch keine Beobachtungen möglich.

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 Raten der κ -Cygniden wurden 2014 und 2007 beobachtet. Außer diesen Ereignissen deuten Analysen an, dass die ZHR generell in den letzten Jahren etwas höher lagen nach sehr geringer Aktivität in der Periode 1990–2005. Eine periodische Variation scheint dies aber nach den letzten Auswertungen nicht zu sein. Für 2021 gibt es zwar keine Vorhersagen, doch angesichts der unterschiedlichen Befunde sind Beobachtungen erwünscht.

Ein mittleres Flussdichte-Profil aus Videodaten im Zeitraum 2012–2018 zeigt ein deutliches Maximum bei 145° und eindeutig nachweisbare Aktivität zwischen 2. und 18. August.



Untersuchungen von Koseki (2014) zeigen eine komplexe Radiantenstruktur die sich bis in den Drachen und die Leier erstreckt. Die isolierte Radiantenposition der KCG und deren geringe Geschwindigkeit sind geeignet, mögliche Strommeteore zuzuordnen zu können. In mittleren nördlichen Breiten ist der Radiant während der gesamten Nacht hoch am Himmel.

Aurigiden (206 AUR)

Aktivität: August 28–September 5; Maximum: September 1, 03^h UT ($\lambda_{\odot} = 158^{\circ}6$); ZHR = 50(?) (siehe Text); Radiant: $\alpha = 91^{\circ}$, $\delta = +39^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 66$ km/s; $r = 2.5$.

Dieser Strom der Nordhemisphäre hat mehrfach kurze unerwartete Ausbrüche verursacht: In den Jahren 1935, 1986, 1994 und 2019 wurden Peak-ZHR von ≈ 30 –50 registriert. Weitere Ereignisse können durchaus unbemerkt geblieben sein, da Beobachtungen in dieser Zeit des Jahres oft lückenhaft sind. Die Ausbrüche von 1986 und 1994 wurden jeweils nur von drei Beobachtern dokumentiert. Dagegen liegen zahlreiche Daten des ersten *vorberechneten* Ausbruchs von 2007 vor, die die Prognosen weitgehend bestätigten. Insbesondere betraf es die außergewöhnliche Helligkeitsverteilung (viele helle Meteore). Die Peak-ZHR von ≈ 130 dauerte nur 20 Minuten an. Unabhängige Berechnungen von Sato, Lyytinen und Vaubaillon lassen 2021 erneut erhöhte Aktivität in der Maximumsnacht erwarten. Die Entfernung zum Strom ist relativ gering. Schätzungen der möglichen ZHR sind schwierig, da sie stark von der angenommenen Austrittsgeschwindigkeit vom Ursprungsobjekt abhängen. Die ZHR können zwischen 50 und 100 liegen. Die Prognosen (minimaler Abstand, Position, Zeitpunkt):

Sato: 0,00054 AE, $\lambda_{\odot} = 158^{\circ}383$, 2021 Aug 31, 21^h17^m UT

Lyytinen: 0,00017 AE, $\lambda_{\odot} = 158^{\circ}395$, 2021 Aug 31, 21^h35^m UT

Vaubailon: 0,0001 AE, $\lambda_{\odot} = 158^{\circ}396$, 2021 Aug 31, 21^h35^m UT

Der Aurigidenradiant (Karte auf der folgenden Seite) erreicht günstige Höhen erst nach Mitternacht Ortszeit (etwas günstiger weiter nordwärts). So ist der Radiant auf 50° N um 22^h Ortszeit (etwa eine halbe Stunde vor dem berechneten Peak) nur rund 10° über dem Horizont. Die geeignetste Region zur Beobachtung um die berechnete Zeit reicht von Asien westwärts bis Nordosteuropa. In den Morgenstunden stört der abnehmende Mond (zwei Tage nach dem Letzten Viertel), der sich im nordöstlichen Teil des Stiers und damit nicht allzu weit vom Radianten entfernt befindet. Die verminderte Grenzgröße und die tiefe Radiantenposition werden die Anzahl beobachtbarer Aurigiden reduzieren. Eine hohe Beteiligung kann für eine insgesamt umfassende Stichprobe sorgen.

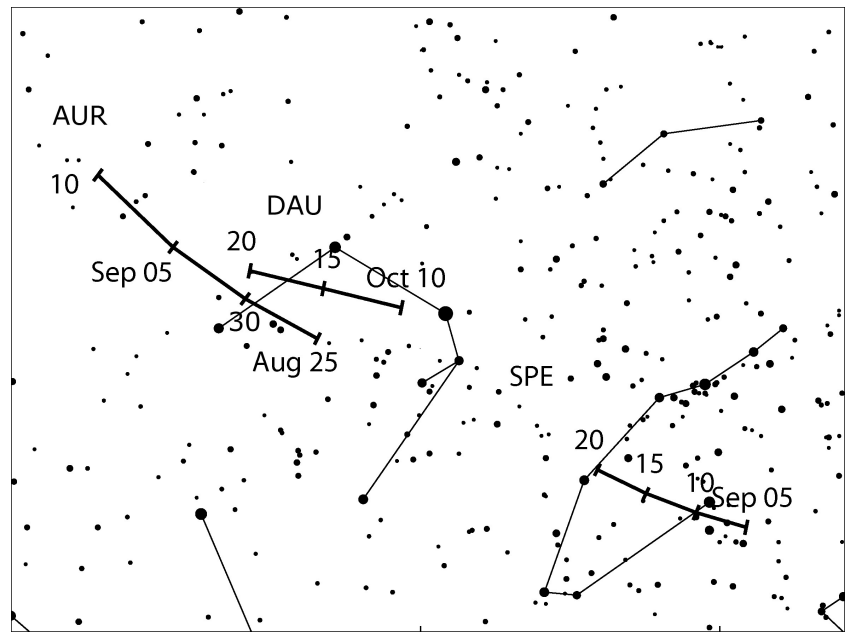
September ϵ -Perseiden (208 SPE)

Aktivität: September 5–21; Maximum: September 9, 11^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; $r = 3.0$.

Auffallende Aktivität dieses Stromes wurde am 9. September 2008 im Intervall $\lambda_{\odot} = 166^{\circ}894$ – $166^{\circ}921$ beobachtet. 2013 folgte ein kurzer Peak mit zahlreichen hellen Meteoren bei $\lambda_{\odot} = 167^{\circ}188$. In den Folgejahren wurden keine ähnlichen Erscheinungen beobachtet.

Den Modellrechnungen von Esko Lyytinen zufolge ist nicht vor 2040 mit weiteren eindrucksvollen SPE-Auftritten zu rechnen. Allerdings wissen wir wenig über die genaue Position und Ausdehnung der angenommenen frischen Staubschur (ein Umlauf) eines ebenfalls unbekanntes Ursprungsobjektes. Daher sind alle Beobachtungen der Aktivität dieses Stromes wertvoll.

Neumond am 7. September bringt perfekte Bedingungen zur Verfolgung des gesamten Aktivitätszeitraumes von diesem Strom der Nordhemisphäre. Der Radiant ist für Beobachter in mittleren nördlichen Breiten ab etwa 22^h–23^h Ortszeit ausreichend hoch über dem Horizont.



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 Ende September bis Anfang Oktober einige wenige Sextantiden in der Zeit unmittelbar vor der Morgendämmerung erwarten. 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 etwa 15–20 Minuten unterteilt werden. Der Aktivitätszeitraum wie auch alle Angaben zum Strom sind bislang unsicher. Der Mond (Letztes Viertel am 28. September) trägt zur Aufhellung bei – das meiste Streulicht kommt jedoch von der Dämmerung.

6 Oktober bis Dezember

Beobachtungen der aktivsten Ströme des letzten Quartals werden durch Mondlicht beeinträchtigt: Die Maxima der **Orioniden (008 ORI)**; Maximum 21./22. Oktober) und der **Leoniden (013 LEO)**; Maximum 17. November) liegen jeweils kurz nach Vollmond. Für die Leoniden ist keine Annäherung an eine Staubschur angekündigt und das traditionelle Maximum wird am 17. November gegen 9^h30^m UT ($\lambda_{\odot} = 234^{\circ}951$) mit einer ZHR in der Größenordnung von 10 (Mikhail Maslov) erwartet. In der Maximumsnacht der **Geminiden (004 GEM)** am 13./14. Dezember befindet sich ein heller zunehmender Mond (etwa 80% beleuchtet) im Sternbild Fische.

Die **Oktober Camelopardaliden (281 OCT)** und **Draconiden (009 DRA)** erreichen ihre Maxima kurz nach Neumond. Die möglichen Annäherungen an Staubschuren des Kometen 15P/Finlay wurden im Abschnitt “Juli–September” beschrieben, erstrecken sich aber bis zum 7. Oktober (siehe Seite 9). Im weiteren Verlauf können die **δ -Aurigiden (224 DAU)** gut

verfolgt werden, während die ε -**Geminiden (023 EGE)** am 18. Oktober wie auch die **Leonis Minoriden (022 LMI)** am 24. Oktober wie die Orioniden vom Mond erhellt werden. Die **α -Monocerotiden (246 AMO)**, die zuletzt 2019 einen kurzen Ausbruch zeigten, erreichen ihren Maximumszeitpunkt am 21. November kurz nach Vollmond. Während Beobachtungen der **November Orioniden (250 NOO)** – Maximum am 28. November – noch durch Mondlicht gestört werden, sind die Bedingungen für die Ströme Anfang Dezember besser: Kein Mondlicht während der **Phoeniciden (254 PHO)**, der komplexen **Puppido-Veliden (301 PUP)**, der **Monocerotiden (MON)** und der **σ -Hydriden (HYD)**. Die schwachen **Comae Bereniciden (020 COM)** um den 16. Dezember sind kurz vor dem Vollmond aktiv. Dagegen ergeben sich bessere Bedingungen für die lang andauernden **Dezember Leonis Minoriden (032 DLM)** allerdings erst nach ihrem schwachen Maximum am 20. Dezember. Schließlich können vor dem Jahreswechsel die ersten **Quadrantiden** beobachtet werden.

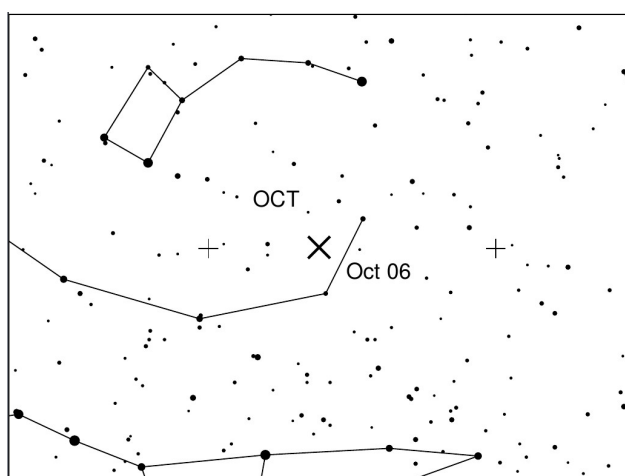
Zuletzt gibt es noch das Maximum der **Ursiden (015 URS)** gerade drei Tage nach Vollmond. Der zu 91% beleuchtete Mond befindet sich dann im Sternbild Krebs und somit in der zweiten Nachthälfte hoch am Himmel. Eine Durchquerung einer Staubschweif (ZHR ca. 27) ist für den 22. Dezember 2021 um 06^h47^m UT ($\lambda_{\odot} = 270^{\circ}33$) berechnet. Das entspricht etwa den Prognosen für die Ursiden in den Jahren 2009/10/13/15 (Tabelle 5b, Jenniskens, 2006). Der Ursprungskomet 8P/Tuttle sollte am 28. August 2021 sein Perihel erreichen.

Die beiden Tauriden-Zweige bringen ihre höchsten Raten normalerweise um den 10. Oktober (STA) bzw. 12. November (NTA), beides etwa zur Zeit des Ersten Viertels. Die **ANT** bleiben wie vorab beschrieben zugunsten der NTA/STA inaktiv, werden dann ab 10. Dezember mit dem Ende der NTA-Aktivität wieder als solche ausgewiesen. Ihr Radiantenschwerpunkt verlagert sich im restlichen Verlauf des Monats Dezember durch den südlichen Bereich des Sternbildes Zwillinge mit ZHR < 2.

Oktober Camelopardaliden (281 OCT)

Aktivität: Oktober 5–6; Maximum: Oktober 5, 22^h ($\lambda_{\odot} = 192^{\circ}58$); ZHR = 5(?)

Radiant: $\alpha = 164^{\circ}$, $\delta = 79^{\circ}$; Radiantendrift: unbedeutend; $V_{\infty} = 47$ km/s; $r = 2.5$ (unsicher).



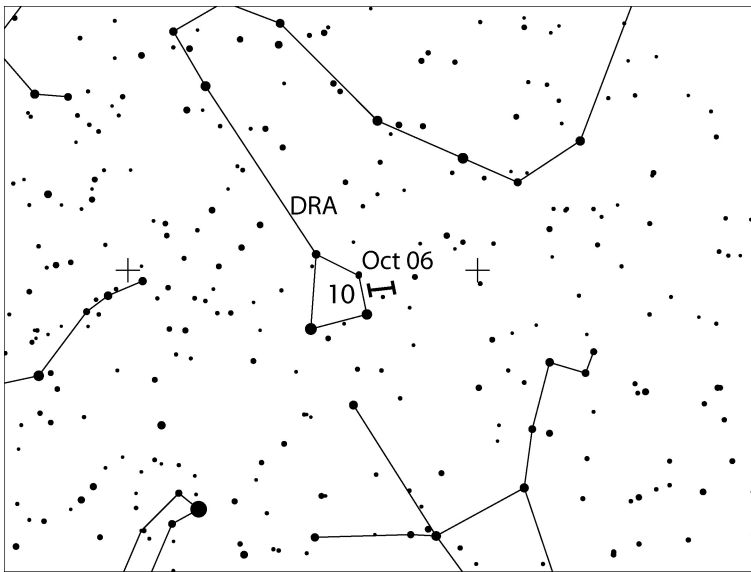
Am 6. Oktober 2018 wurde eine ZHR ≈ 5 um 00^h30^mUT $\pm 1.3^h$ ($192^{\circ}45 \pm 0^{\circ}05$) beobachtet. Zuerst registrierten Videokameras 2005 und 2006 Aktivität von diesem weit nördlichen Radianten in der Nacht 5./6. Oktober nahe $\lambda_{\odot} = 193^{\circ}$. Der Strom konnte anschließend in jedem Jahr beobachtet werden (Molau et al., 2017) mit einem Peak bei $\lambda_{\odot} = 192^{\circ}58$ und einer ZHR von etwa 5. Außer den oben genannten Ereignissen wurde am 5. Oktober 2016 exakt an der erwarteten Position (14^h45^m UT) Aktivität in Radiodaten (forward scatter) und Videokamera-Aufzeichnungen aus Finnland gefunden.

Unter der Annahme eines langperiodischen Objekts als Verursacher und Verwendung des 2005-er Peaks als Bezugspunkt, ergaben Esko Lyytinens 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* der dichteste Abschnitt der Staubschweif steht uns noch bevor (Informationen von Esko Lyytinens).

Draconiden (009 DRA)

Aktivität: Oktober 6–10; Maximum: Oktober 8, 18^h30^m UT ($\lambda_{\odot} = 195^{\circ}4$); ZHR = 5 (?);
 Radiant: $\alpha = 263^{\circ}$, $\delta = +56^{\circ}$; Radiantendrift: unbedeutend; $V_{\infty} = 21$ km/s; $r = 2.6$.

Die Draconiden (auch: Oktober-Draconiden) sind als periodischer Strom bekannt, der 1933 und 1946 spektakuläre Meteorstürme verursachte. Darüber hinaus gab es höhere Raten (ZHR ≈ 20 –500+) in einigen Jahren. Die letzten Ausbrüche fanden 2011 (vorausberechnet, beobachtete ZHR ≈ 300) und – völlig unerwartet – 2012 statt (vorrangig schwache Meteore, vom kanadischen CMOR Meteor-Radar-System registriert). 2018 wurde eine ZHR von etwa 150 über 4 Stunden lang beobachtet. Das lag deutlich über den erwarteten Werten. Für 2021 sind keine Staubsur-Begegnungen errechnet.

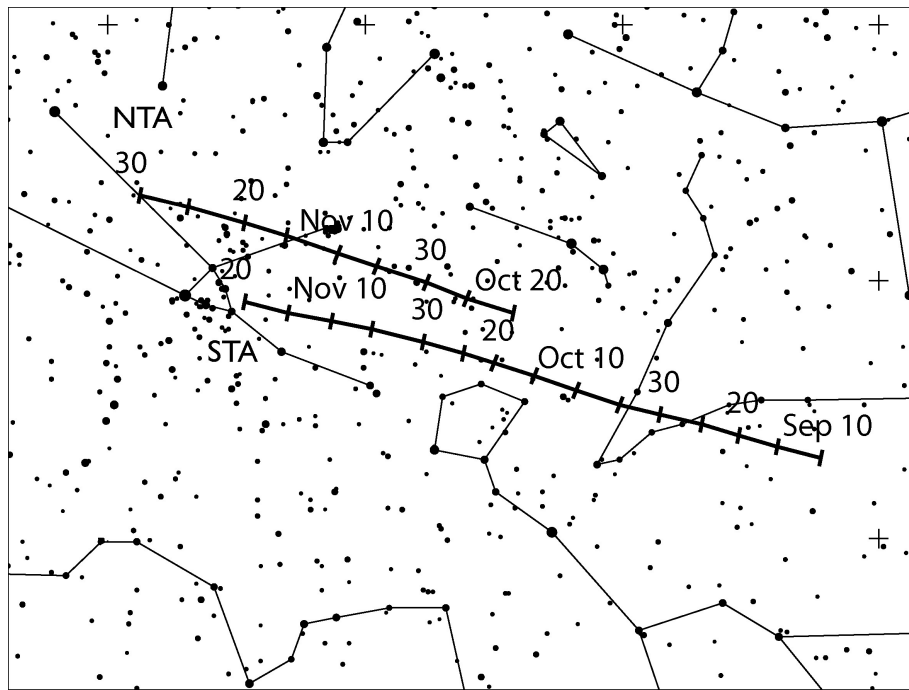


Der Ursprungskomet 21P/Giacobini-Zinner erreichte sein letztes Perihel am 10. September 2018. Der weit nördliche Radiant ist in Mitteleuropa zirkumpolar. Die höchste Position liegt am Abend vor. Im Verlauf der Nacht sinkt die Höhe kontinuierlich ab. Daher stört der Mond (Letztes Viertel am 10. Oktober) in den am besten geeigneten Abendstunden nicht. Meteore der Draconiden erscheinen sehr langsam – ein hilfreiches Kriterium für die Stromzuordnung.

Südliche Tauriden (002 STA)

Aktivität: September 10–November 20; Maximum: Oktober 10 ($\lambda_{\odot} = 197^{\circ}$); ZHR = 5;
 Radiant: $\alpha = 32^{\circ}$, $\delta = +09^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 27$ km/s; $r = 2.3$.

Wie der nördliche Zweig gehört dieser Strom zu einem Komplex um den Kometen 2P/Encke. Für die Zuordnung von Meteoren zum Strom wird von einem ausgedehnten Radiantengebiet ausgegangen: Ein ovaler Bereich mit etwa 20° in α und 10° in δ , zentriert um die in der Tabelle 6 angegebene Radiantenposition (siehe auch die Karte auf der Folgeseite). Im (Nord-)Herbst dominiert die Aktivität aus den Tauriden-Radianten die Antihelion-Quelle. Daher wird in der Zeit in der wenigstens einer der Tauriden-Zweige aktiv ist die ganzjährige ANT-Region für visuelle Beobachtungen als “nicht aktiv” betrachtet. Eine Unterscheidung zwischen NTA/STA/ANT ist nicht möglich. Der visuelle Beobachter kann durch Plotting der scheinbaren Bahnen die Trennung zwischen den beiden Tauriden-Zweigen die Qualität seiner Beobachtungsdaten testen und verbessern. Die Südlichen Tauriden erreichen ihren Höhepunkt etwa einen Monat vor den Nördlichen Tauriden. In diesem Jahr liegen diese Termine um die Zeit des Letzten Viertels. Die Radianten sind für Beobachter weltweit und (fast) während der gesamten Nacht über dem Horizont.



δ -Aurigiden (224 DAU)

Aktivität: Oktober 10–18; Maximum: Oktober 11 ($\lambda_{\odot} = 198^{\circ}$); ZHR = 2;
 Radiant: $\alpha = 84^{\circ}$, $\delta = +44^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 64$ km/s; $r = 3.0$.

Von den drei bekannten wiederkehrenden Strömen mit Radianten in der Region Fuhrmann-Perseus im Zeitraum zwischen Ende August und Mitte Oktober ist dies die schwächste Quelle. Zuweilen liegt die Rate an der Nachweisgrenze. Die angegebenen Parameter beruhen auf Analysen von IMO-Daten seit den späten 1990-er Jahren. In diesem Jahr kann die Aktivitätsperiode komplett ungestört genutzt werden. Der Radiant dieses nördlichen Stromes (siehe Karte auf Seite 14) ist in der zweiten Nachthälfte hoch über dem Horizont.

Zwischen Ende September und Mitte Oktober wurden immer wieder weitere Quellen registriert. Das Gesamtbild ist noch unklar. Wahrscheinlich durchquert die Erde einige Ströme mit ähnlichen Orbits und unterschiedlicher Dichte entlang deren Bahnen. Zu den wiederkehrenden Strömen gehören wohl die September Lynciden (081 SLY) die den SPE und DAU sehr ähnlich sind und vielleicht die Aktivitätsperioden der SPE und DAU “verbinden”. Visuelle Beobachter sollten in dieser Zeit Meteorbahnen Plotten und Zuordnungen zu Radianten in der entsprechenden Region vermerken (als “unknown shower” mitteilen).

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; $r = 2.3$.

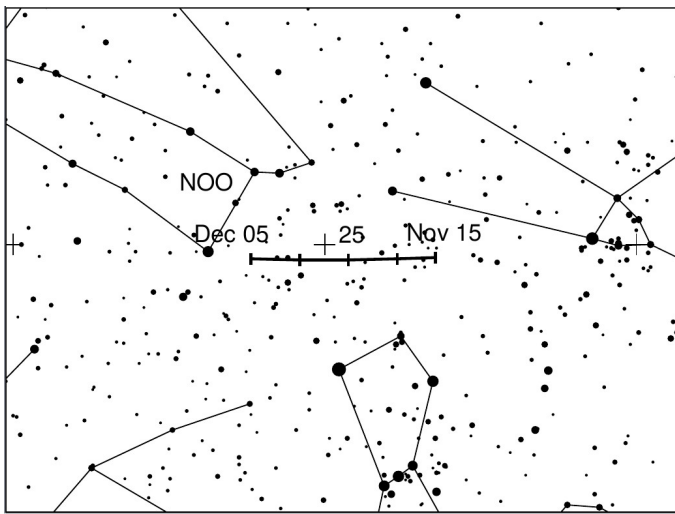
Wie bei den Südlichen Tauriden wird auch hier eine große ovale Radiantenregion angenommen. Der Strom dominiert die Aktivität aus dem ANT-Bereich (zusammen mit den STA) bis in den Dezember. Der Radiant ist während der gesamten Nacht ausreichend hoch über dem Horizont. Auswertungen weisen auf ein breites Maximum hin, das etwa zehn Tage Anfang bis Mitte

November andauert. Es gibt also keine “Peak-Nacht” am 12. November. Der Mond erreicht am 4. November das Erste Viertel, sodass Beobachtungen über einen längeren Abschnitt möglich sind. (Karte der Radiantendrift Seite 17, oben.)

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; $r = 3.0$

Analysen von Videodaten zeigen, dass es zwei aufeinander folgende, sehr ähnlich Ströme gibt, deren Aktivitätsperiode sich teilweise überlappt: Die November Orioniden (250 NOO), gefolgt von den lange bekannten Monocerotiden (019 MON). In den letzten Novembertagen stellen die NOO die stärkste Quelle dar.

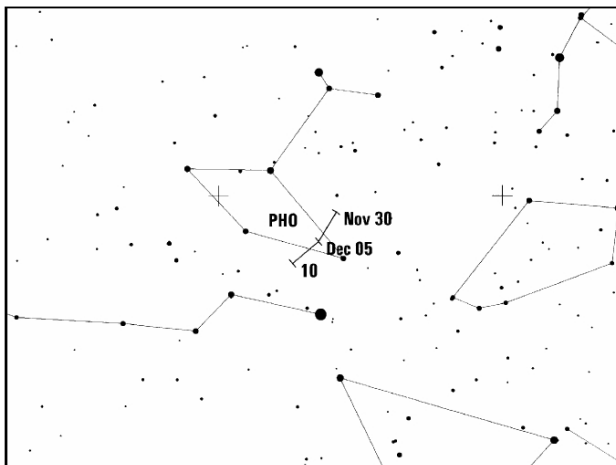


Der Radiant befindet sich 8° nördlich von α Orionis und kulminiert gegen 2^{h} Ortszeit, ist aber fast während der gesamten Nacht ausreichend hoch. Dies ist auch relativ nahe am Radiant der Nördlichen Tauriden, aber weit genug östlich davon, um die Meteore beider Ströme unterscheiden zu können. Die merklich höhere Geschwindigkeit der November Orioniden sollte zusätzlich als Unterscheidungsmerkmal zu den NTA hilfreich sein.

Am 27. November erreicht der Mond das Letzte Viertel.

Phoeniciden (254 PHO)

Aktivität: November 22–Dezember 9; Maximum: Dezember 2, 19^{h} UT ($\lambda_{\odot} = 250^{\circ}$);
 ZHR = variabel, meist Null, siehe Text;
 Radiant: $\alpha = 18^{\circ}$, $\delta = -53^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6; $V_{\infty} = 18$ km/s; $r = 2.8$.

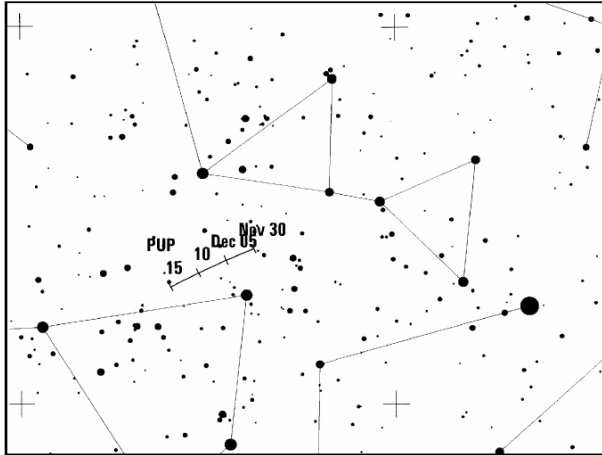


Bei der Entdeckung im Jahre 1956 lag die Peak-ZHR wahrscheinlich bei ≈ 100 – mit einigen weiteren Peaks über ein paar Stunden verteilt. Die letzte merkliche Aktivität wurde am 1. Dezember 2014 an der von Sato und Watanabe (2010) vorausgerechneten Position beobachtet. Für 2021 gibt es keine Anzeichen für extra Aktivität, doch sollten Beobachter nach möglichen Phoeniciden Ausschau halten. Die Aktivität des Stromes ist um den 2. Dezember zentriert, diesmal praktisch bei Neumond.

Der Strom kann nur von der Südhalbkugel aus beobachtet werden. Der Radiant kulminiert abends. Meteore der Phoeniciden erscheinen sehr langsam.

Puppig-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; $r = 2.9$.

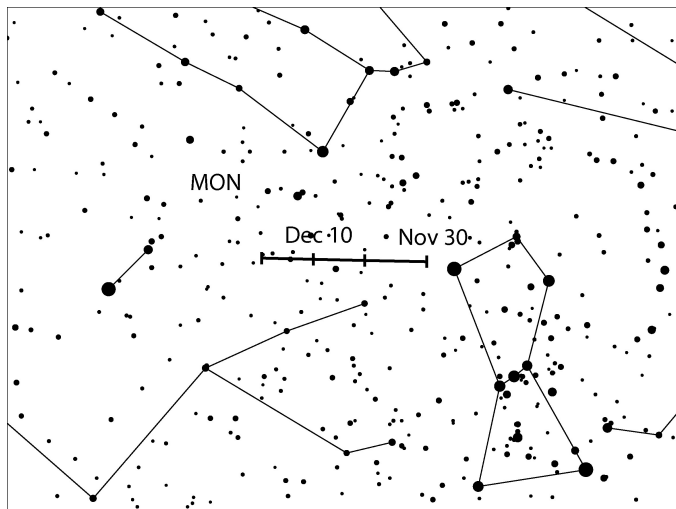


Dies ist ein Komplex von mehreren Strömen. Die Bezeichnung 301 PUP trifft auf eine der stärkeren Quellen zu, die sich nahe der “mittleren” Position aller sehr dicht beieinander liegenden Radianten befindet.

Beobachtungen sind nur von Orten südlich von etwa 30°N möglich. Der Radiant erreicht zum Morgen die größte Höhe. Radianten sowie Aktivität sind nur mangelhaft dokumentiert. Höhere Raten treten offenbar Anfang bis Mitte Dezember auf. Aktivität aus der PUP Region könnte jedoch auch vor oder nach der oben angegebenen Periode sichtbar sein. Gelegentlich wurden insbesondere um den Maximumstermin auch helle Meteore und Feuerkugeln gesehen.

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: see Tabelle 6; $V_{\infty} = 42$ km/s; $r = 3.0$.



Der Strom ist – auch unter der Bezeichnung Dezember-Monocerotiden – schon lange bekannt. In den meisten Jahren ergeben die visuellen Daten ein Maximum von ZHR = 3 bei $\lambda_{\odot} \approx 257^{\circ}$; die ZHR liegt sonst bei 2. In einigen Jahren ist eine leichte Erhöhung zu beobachten. Außerdem steigt die Rate oft mit Annäherung an das Geminiden-Maximum – wohl durch GEM-Meteore, die fälschlicherweise als MON klassifiziert werden.

Videodaten aus den Jahren 2011–2018 zeigen einen Peak von etwa 0.4 Breite mit Zentrum bei $\lambda_{\odot} \approx 262.0^{\circ}$ (14. Dezember)

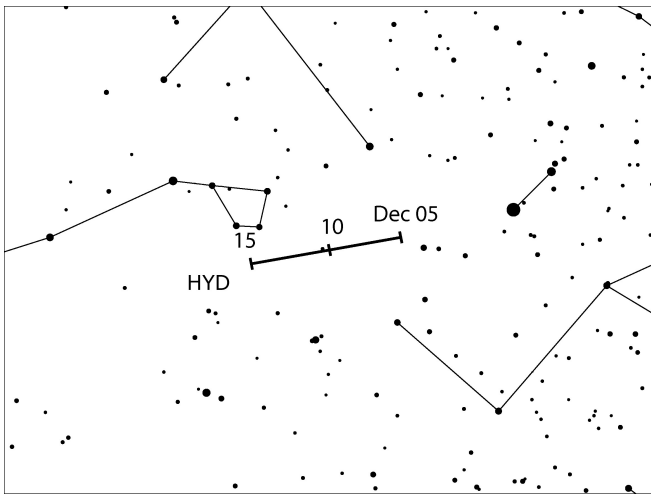
mit einer ZHR in der Größenordnung von 8 – ebenfalls zum Zeitpunkt des GEM-Maximums. Diese Unsicherheit gilt es zu klären.

Die Unterscheidung der MON von den GEM und NOO ist essentiell. Visuelle Beobachter können das Feld-Zentrum so wählen, dass die Radianten nicht auf dem gleichen Großkreis hintereinander liegen. (Geeignet sind beispielsweise Feldzentren nördlich vom Stier am Abend oder nahe dem Löwen zum Morgen.) Bedingungen sind diesmal günstig, um den Anstieg bis etwa zum Geminiden-Maximum zu verfolgen. Der Radiant ist in der gesamten Nacht ausreichend hoch am Himmel und kulminiert gegen $01^{\text{h}}30^{\text{m}}$ Ortszeit.

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; $r = 3.0$.

Oft werden die σ -Hydriden für einen sehr schwachen Strom gehalten, dessen Raten nahe an der Nachweisgrenze liegen. Die maximale ZHR liegt jedoch bei 5–8 und wiederholt wurden helle Strommeteore beobachtet. Einige frühere visuelle Daten der IMO (WB S. 65) ergaben ein eher späteres Maximum bei $\lambda_{\odot} \approx 262^{\circ}$ (14. Dezember) – was wahrscheinlich auf den bei den MON beschriebenen Effekt durch fehlerhaft zugeordnete Geminiden zurückzuführen ist.



Visuelle Daten aus dem Zeitraum 2010–2018 zeigen dagegen ein Maximum nahe $\lambda_{\odot} \approx 257^{\circ}$ (9. Dezember); der mit den Geminiden verbundene Effekt ist nur in einzelnen Jahren zu finden. Video-Daten (VID) ergeben einen Peak näher an $\lambda_{\odot} \approx 254^{\circ}$ (6. Dezember). In Video-Daten kann Aktivität der HYD bis zum 24. Dezember nachgewiesen werden.

Auch hier ist eine sorgfältige Auswahl des Blickfeldes vonnöten, um Meteore der HYD von den gleichzeitig aktiven GEM und MON zu unterscheiden (siehe die Bemerkungen im Abschnitt zu den MON).

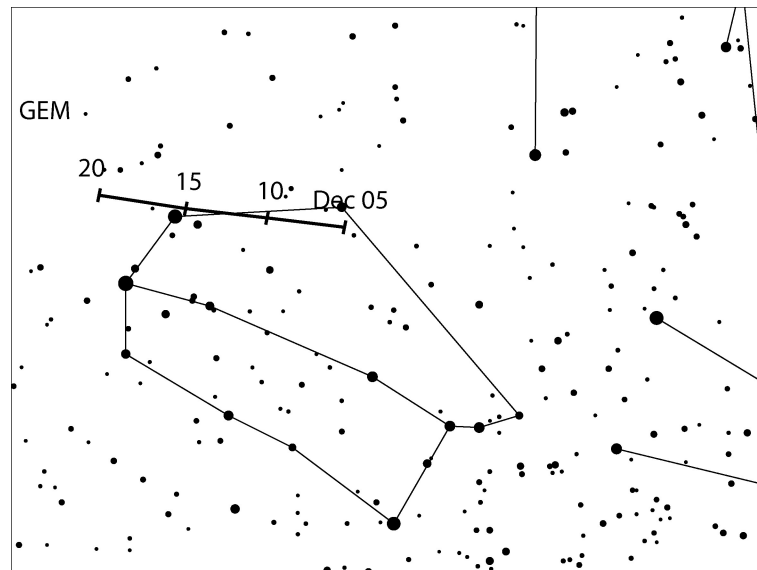
Der HYD-Radiant erscheint in den späten Abendstunden über dem Horizont. Die beste Zeit liegt nach Mitternacht. Der Mond erreicht das Erste Viertel am 11. Dezember, sodass bis zum Geminidenmaximum die HYD-Aktivität gut verfolgt werden kann.

Geminiden (004 GEM)

Aktivität: Dezember 4–17; Maximum: Dezember 14, 07^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 und beständigste der großen Ströme erreicht sein breites Maximum am 14. Dezember (Mitte gegen 07^h UT). In Mitteleuropa befindet sich der nördlich gelegene Radiant bei Sonnenuntergang noch nahe dem Horizont, erreicht aber schnell günstige Höhen für die Beobachtung während der gesamten Nacht. Beobachter auf der Südhalbkugel haben erst etwa ab Mitternacht gute Bedingungen. Der Radiant kulminiert gegen 02^h Ortszeit. Von allen Orten aus sind die Geminiden ein eindrucksvoller Strom mit einem hohen Anteil heller Meteore und somit für alle Beobachtungsmethoden lohnend.

Der Peak hat über viele Jahre wenig Variationen gezeigt. Alle gut durch Beobachtungen belegten Maxima erschienen in den letzten zwei Dekaden (WB, S. 66) im Intervall $\lambda_{\odot} = 261^{\circ}5$ bis $262^{\circ}4$. Im Jahr 2021 liegt dieses zwischen 13. Dezember 14^h und 14. Dezember 12^h UT. Die höchsten ZHR sind seit etwa 20 Jahren angestiegen und haben in allen jüngeren Jahren in der Größenordnung 140–150 gelegen. Die hohe Aktivität der Geminiden hält gewöhnlich für einige Stunden an, sodass viele Beobachter in den Genuss des Strom-Maximums kommen.



Die Meteoroiden sind innerhalb des Stromes in gewissem Umfang nach ihrer Masse sortiert. Das bedeutet, dass die schwächeren Meteore vor dem visuellen Peak am häufigsten sind. Das Maximum tritt 2021 nur vier Tage vor dem Vollmond auf. Abhängig von der geografischen Breite, geht der Mond gegen 02^h Ortszeit unter und lässt die letzten 3–5 Stunden ohne Aufhellung für die Beobachtung dunkel. Bei transparenter Luft kann man – Mondlicht abgeschirmt – auch die Zeit davor nutzen.

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.

$h \backslash D$	$V_{\infty} = 25 \text{ km/s}$					$V_{\infty} = 40 \text{ km/s}$					$V_{\infty} = 60 \text{ km/s}$				
	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 and Orionid meteor showers, *Astron. Astrophys.*, accepted.
- Jenniskens P., 2006: Meteor showers and their parent comets. Cambridge Univ. Press.
- Koseki M., 2014: Various meteor scenes II: Cygnid-Draconid Complex (κ -Cygnids), *WGN* **42**, pp. 181–197.
- 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* **37:4**, pp. 98–121.
- Rendtel J., 2014: Meteor Observers Workbook 2014 (ed.: Jürgen Rendtel), IMO, 2014.
- Vaubailon J., Egal E., Desmars J., Baillié K., 2020: Meteor shower output caused by comet 15P/Finlay, *WGN* **48:2**, pp. 29–35.

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 Meteoroiden 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 2021.

Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
			Januar 6
Januar 13	Januar 20	Januar 28	Februar 4
Februar 11	Februar 19	Februar 27	März 6
März 13	März 21	März 28	April 4
April 12	April 20	April 27	Mai 3
Mai 11	Mai 19	Mai 26	Juni 2
Juni 10	Juni 18	Juni 24	Juli 1
Juli 10	Juli 17	Juli 24	Juli 31
August 8	August 15	August 22	August 30
September 7	September 13	September 21	September 29
Oktober 6	Oktober 13	Oktober 20	Oktober 28
November 4	November 11	November 19	November 27
Dezember 4	Dezember 11	Dezember 19	Dezember 27

Tabelle 5. Arbeitsliste der visuellen Meteorströme. Daten in der Tabelle wurden nach dem Kenntnisstand im Juli 2020 erstellt; die Maximumsdaten gelten nur für 2021. Das Maximumsdatum für die Puppide-Veliden steht in Klammern – es 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 10 –	Mrz–Apr, Ende Mai, Ende Jun		siehe 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	19	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	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	05	45°5	338°	–01°	66	2.4	50
η -Lyriden (145 ELY)	Mai 03–Mai 14	Mai	08	48°0	287°	+44°	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
Piscis Austr. (183 PAU)	Jul 15–Aug 10	Jul	29	125°	341°	–30°	35	3.2	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	12	140°0	48°	+58°	59	2.2	100
κ -Cygniden (012 KCG)	Aug 03–Aug 25	Aug	17	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. Camelopard. (281 OCT)	Okt 05–Okt 06	Okt	05	192°58	164°	+79°	47	2.5	5
Draconiden (009 DRA)	Okt 06–Okt 10	Okt	08	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–Dez 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
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 Berenic. (020 COM)	Dez 12–Dez 23	Dez	16	264°	175°	+18°	65	3.0	3
Dec. L. Minoriden (032 DLM)	Dez 05–Feb 04	Dez	19	268°	161°	+30°	64	3.0	5
Ursiden (015 URS)	Dez 17–Dez 26	Dez	22	270°7	217°	+76°	33	3.0	10

Tabelle 6 (gegenüberliegende Seite). **Radiantenpositionen im Jahresverlauf in α und δ .****Tabelle 6a. Radiantenpositionen in α and δ für die im Text beschriebenen Quellen mit möglicher Extra-Aktivität.**

Strom oder Ursprungsobjekt	Aktivität Datum	λ_{\odot} 2000	Radiant	
			α	δ
κ -Canceriden (793 KCA)	Jan 10	289°315	138°	+9°
C/1976 D1	Mrz 01	340°729	13°	-64°
July γ -Draconiden (184 GDR)	Jul 28	125°132	280°	+51°
C/1852 K1	Aug 12	139°402	43°	-13°
Aurigiden (206 AUR)	Aug 31	158°395	91°	+39°
15P/Finlay	Sep 27 – Okt 07 (siehe Seite 9)			

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.

Strom	Aktivität	Max Datum	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
α -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*
Sextantids (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 Rainer Arlt (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, School of Engineering, Rankine Building, Oakfield Avenue, Glasgow G12 8LT, Scotland, U.K.; e-mail: William.Ward@glasgow.ac.uk

Radio Commission: Jean-Louis Rault, Société Astronomique de France, 16 Rue de la Vallée, F-91360 Epinay sur Orge, France; e-mail: f6agr@orange.fr

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

Visual Commission: Rainer Arlt, Leibniz-Institut f. Astrophysik, An der Sternwarte 16, D-14482 Potsdam, Germany; e-mail: rarlt@aip.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.