

International Meteor Organization & Arbeitskreis Meteore e.V.

Meteorstrom-Kalender 2016

*zusammengestellt von Jürgen Rendtel*¹

1 Einleitung

Dieser Kalender ist nunmehr die 26. Ausgabe des Meteor Shower Calendar der International Meteor Organization (IMO). Alle vorherigen Kalender wurden von Alastair McBeath herausgegeben – wofür ihm ein ganz besonderer Dank gebührt. Aufgrund der kompakten Zusammenstellung ist dieses kleine Heftchen weltweit verbreitet! Wie im Vorjahr liegt wieder eine deutschsprachige Version vor. Sie entspricht weitgehend dem Original, sodass auch Hinweise für Beobachter in südlichen Breiten enthalten sind – einmal wegen der Vollständigkeit und zum anderen für eventuelle Fernreisende. Ströme mit Radianten südlich von etwa $\delta \approx -30^\circ$ sind von Mitteleuropa aus generell nicht zu beobachten.

In diesem Jahr sind die Bedingungen zur optischen Beobachtung der drei großen Maxima recht unterschiedlich: Ein heller abnehmender Mond zu den Quadrantiden, ein dicker zunehmender Mond zu den sehr interessanten Perseiden und Geminiden bei Vollmond. Dies ist auch bei den Lyriden der Fall. Die Maxima von Orioniden und Leoniden sind ebenfalls stark durch helles Mondlicht gestört. Wesentlich besser sieht es bei den η -Aquariiden, den Südlichen δ -Aquariiden und den Ursiden aus.

Die meisten Ströme sollten 2016 ohne Besonderheiten auftreten. Natürlich sind immer vollkommen unerwartete Ereignisse möglich. Daher sind regelmäßige Beobachtungen mit allen verfügbaren Techniken im gesamten Jahresverlauf sinnvoll. So werden eventuelle neue Ströme oder kurze Ausbrüche beobachtet – und auch die sonst wenig beachteten “Außenbereiche” durch Daten belegt. Das wird durch automatische Videosysteme weitgehend realisiert, doch sind Daten mit allen Beobachtungsverfahren zusammen für die Analyse von Radiant, ZHR / Fluss, Dauer sowie Populationsindex sehr hilfreich. Der Kalender soll auch ermöglichen, dass gezielt Zeiten hoher Aktivität ausgewählt werden. Darüber hinaus werden spezielle Projekte beschrieben, für die umfassende Daten besonders interessant sind.

Mittelpunkt des Kalenders ist die Arbeitsliste der visuellen Meteorströme (Tabelle 5) die stets aktualisiert wird und den gegenwärtigen Kenntnisstand darstellt. Dennoch bleibt es eine **Arbeitsliste**, die ständig weitere Veränderungen erfahren wird. Da die Liste auch als Referenz

¹Erstellt auf Grundlage des *Meteor Observers Workbook 2014*, herausgegeben von Jürgen Rendtel, IMO, 2014 (im Text als ‘WB’ bezeichnet), und der Publikation “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; im Text als ‘VID’). Ergänzt durch Informationen über Ergebnisse von Modellrechnungen (Mikhail Maslov und Jérémie Vaubaillon) sowie Material aus Analysen jüngerer Beobachtungsdaten. Besonderer Dank gilt David Asher, Esko Lyytinen, Robert Lunsford und Jérémie Vaubaillon für Details zu Ereignissen im Jahr 2016. Zu guter Letzt danke ich Alastair McBeath, Robert Lunsford und Ulrich Sperberg für die gewissenhafte Durchsicht der englischen bzw. deutschen Version des Kalenders.

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.

Durch Videobeobachtungen werden Untersuchungen kleiner Ströme möglich, die für visuelle Beobachtungen in der Regel zu schwach sind. Die Liste der erkannten Radianen wächst auch ständig an. Durch die Kenntnis von Orbits der Meteoroiden werden mehr Zuordnungen zwischen Meteoroidenströmen und ihren Verursachern gefunden. Es stellt sich dabei heraus, dass oft einmalige, seltene oder zumindest nicht jährlich wiederkehrende Ereignisse auftreten. Zu diesen beobachteten und analysierten Ereignissen gehörten in den letzten Jahren die September ϵ -Perseiden (2009, 2013) und die κ -Cygniden (2014). Aus Modellrechnungen ist auch bekannt, dass ein Meteoroidenstrom verschiedene Meteorströme verursachen kann und dass ein solcher Strom mit mehreren Objekten verwandtschaftliche Beziehungen haben kann.

Neben den visuellen und den Videobeobachtungen stammen sehr viele Ergebnisse von Radarbeobachtungen, die mehrheitlich die kleineren Meteoroiden erfassen. Fotografien erlauben zahlreiche Studien insbesondere hellerer Meteore. Multi-Stationen-Beobachtungen (fotografisch oder mit Video) ergeben Orbits für Analysen von Meteoroidenströmen. Ströme mit Radianen in nur geringem Winkelabstand zur Sonne sind für optische Beobachtungen nicht geeignet – hier bieten sich Forward-scatter Radio-Beobachtungen oder Backscatter-Radars an, die praktisch eine 24-Stunden-Überwachung ermöglichen. Die für Radio-Beobachtungen aktivsten Ströme sind in Tabelle 7 aufgeführt, der Arbeitsliste von Tages-Strömen. Zwei davon werden im Textteil genauer beschrieben. Sie sind Ziel eines Projektes, zu dem Beobachtungen mit möglichst vielen Verfahren erwünscht sind.

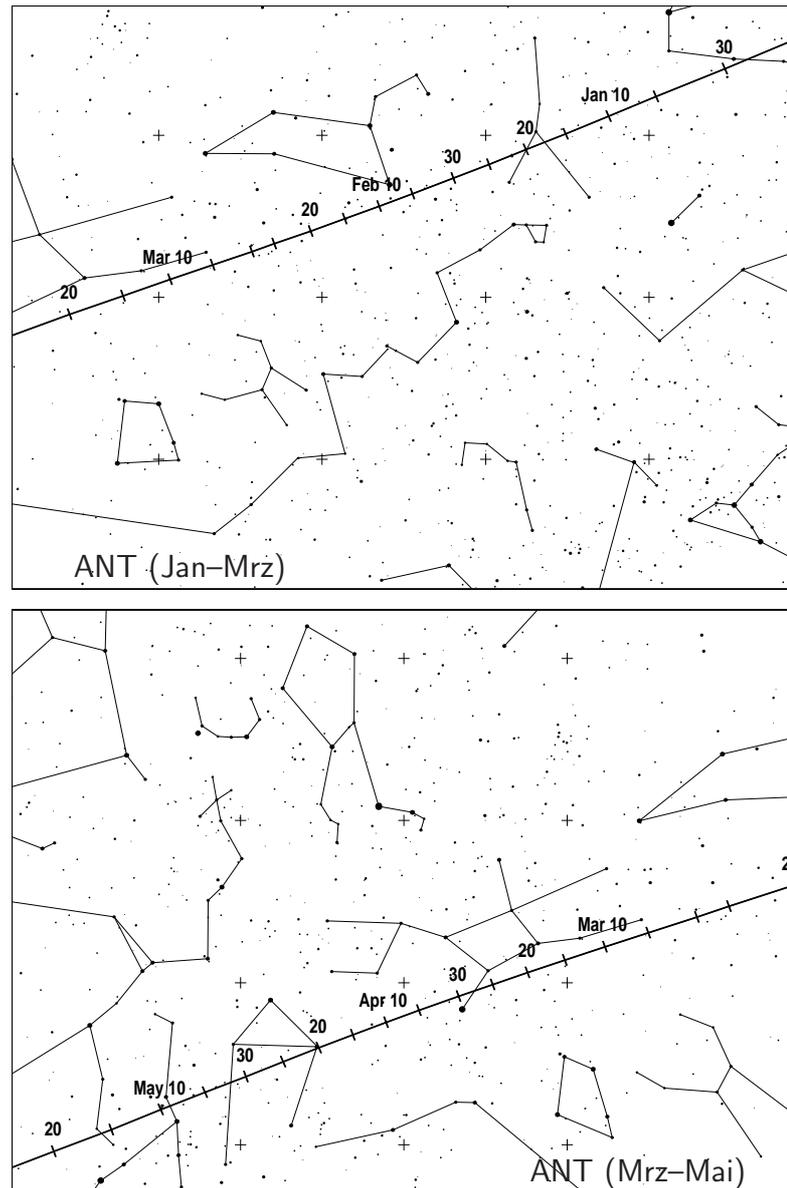
Ein Ziel der IMO ist die Sammlung, Analyse und Publikation von Daten über Meteore, die global und mit unterschiedlichen Methoden gewonnen werden. Beobachtungsergebnisse sollten an die entsprechende Kommission geleitet werden (siehe die Übersicht am Ende des Kalenders). Durch die regelmäßig gewonnenen Daten seit 1988 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 zum Beispiel eine spürbare Massensortierung, sodass die Maxima für unterschiedliche Beobachtungsmethoden entsprechend differieren.

Viel Erfolg beim Beobachten!

2 Die Antihelion-Quelle

Die Antihelion-Quelle (ANT) ist ein ausgedehntes, in grober Näherung elliptisches Areal mit einer Größe von etwa $\alpha = 30^\circ$ und $\delta = 15^\circ$. Das Zentrum befindet sich rund 12° östlich des Sonnengegenpunktes auf der Ekliptik. Es handelt sich hier nicht um einen Strom im eigentlich Sinne, sondern um eine Region mit variablen Radianen zahlreicher kleiner Ströme mit nur wenig voneinander verschiedenen Orbits die zudem ständigen Störungen unterliegen. 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 realisieren. Daher enthalten unsere Tabellen nicht eine Vielzahl einzelner Radianen entlang der Ekliptik, sondern lediglich die Position der als ANT zusammengefassten Quelle.



Eine Besonderheit stellen die α -Capricorniden (CAP) und die Südlichen δ -Aquariiden (SDA) dar, deren Radianzen sich in nur geringem Abstand zur Ekliptik **und** zum Schwerpunkt der ANT befinden. Erstere unterscheiden sich signifikant in der Geschwindigkeit, letztere fallen durch ihre Aktivität (insbesondere von südlicheren Orten aus) auf. Das Aktivitäts-Kriterium gilt auch für die Tauriden im Herbst (STA und NTA), die ebenfalls als aktive Quellen in Erscheinung treten. Zwischen Anfang September und Anfang Dezember werden Meteore **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

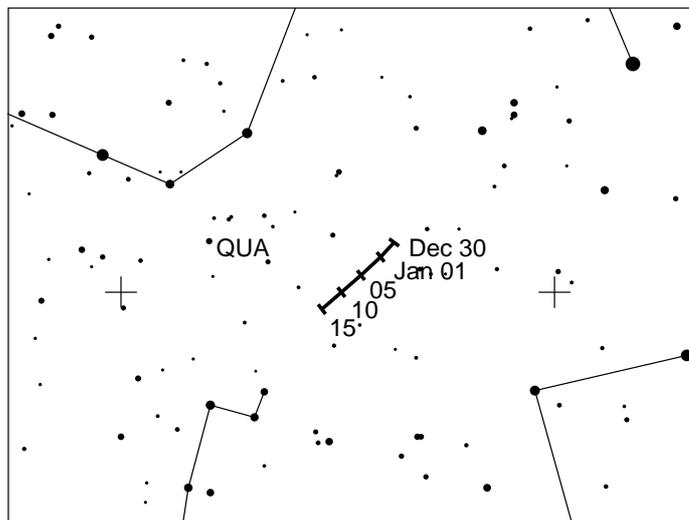
Das Jahr startet für Beobachter auf der Nordhalbkugel mit dem Maximum der Quadrantiden (010 QUA) mit gewisser Störung durch den abnehmenden Mond. Die Südbeobachter können das Maximum der α -Centauriden im Februar am mondlosen Himmel verfolgen. Die ebenfalls weit südlich gelegenen und nicht gut durch Daten belegten γ -Normiden finden um das Erste Viertel des Mondes im März statt. Der Schwerpunkt des ANT-Komplexes verlagert sich vom Südostbereich der Zwillinge im Januar durch den Krebs in den Südteil des Löwen im Februar.

Im März befindet sich der ANT-Radiant dann im Bereich des Sternbildes Jungfrau. Die ZHR liegt in der Größenordnung von 2 oder darunter. Analysen visueller Daten aus vielen Jahren zeigen gelegentliche Erhöhungen auf 2–3 um $\lambda_{\odot} \approx 286^{\circ}$ – 293° (entspricht 6.–13. Januar 2016). Modellrechnungen von Mikhail Maslov deuten an, dass zwischen 28. und 30. März eine geringe Aktivität von wahrscheinlich schwachen und sehr langsamen Meteoriten (15.5 km/s) von einem Radianten nahe μ Leporis ($\alpha = 78^{\circ}$, $\delta = -16^{\circ}$) auftreten könnte. Die Meteoroiden stammen vom Kometen 252P/LINEAR und wurden in den Jahren 1915, 1921 und 1926 freigesetzt. Die ZHR könnte in der Größenordnung von 5–10 liegen. Allerdings kann dies nur von subtropischen und südlichen Breiten am Abendhimmel kontrolliert werden. Die wahrscheinlichste Zeit des Ereignisses ist am 28. März 11^h – 18^h UT. Damit wären Längen von Zentralafrika ostwärts bis nach Ostasien und Ozeanien am besten gelegen.

Berechnete Zeiten für **Tagesströme** sind im ersten Quartal: Capricorniden/Sagittariiden (115 DCS) – 2. Februar, 04^h UT und χ -Capricorniden (114 DXC) – 14. Februar, 05^h UT. Neuere Radiobeobachtungen weisen darauf hin, dass das DCS-Maximum in den Zeitraum 1.–4. Februar fallen könnte. Beide Radianten befinden sich zum Maximum nur $< 10^{\circ}$ – 15° westlich der Sonne. Selbst von der Südhalbkugel sind somit optische Beobachtungen ausgeschlossen.

Quadrantiden (010 QUA)

Aktivität: Dezember 28–Januar 12; Maximum: Januar 4, 08^h00^m UT ($\lambda_{\odot} = 283^{\circ}16'$), vielleicht früher – siehe Text;
 ZHR = 120 (variabel ≈ 60 – 200);
 Radiant: $\alpha = 230^{\circ}$, $\delta = +49^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 41$ km/s; $r = 2.1$ zum Maximum, variabel.



Der Mond erreicht das Letzte Viertel am 2. Januar, sodass die Bedingungen zum Maximum am 4. diesmal günstig sind. Der Radiant im Nordteil des Bootes ist in Mitteleuropa zirkumpolar, erreicht aber erst in der zweiten Nachthälfte größere Höhen. Der 08^h UT-Zeitpunkt liegt für Europas Nachtstunden zu spät. Die Position des Peaks bei $\lambda_{\odot} = 283^{\circ}16'$ geht auf die bisher beste Daten-Serie aus dem Jahr 1992 zurück, die auch durch Radiobeobachtungen ab 1996 wiederholt bestätigt wurde. Das Maximum ist meist kurz und spitz, kann also leicht verpasst werden. Außerdem kann die Peak-ZHR von einem Jahr zum nächsten merklich variieren. Modellrechnungen von Vaubaillon zeigen für 2016 ein früheres Maximum zwischen 3. Januar, 22^h und 4. Januar, 2^hUT. Diese Periode liegt optimal für Beobachter in Europa! Zu diesen Unwägbarkeiten hinzu kommt eine Massen-Sortierung der Meteoroiden entlang der Passage. Im Strom, der mit dem

Kometen 96P/Machholz und dem Kleinplaneten 2003 EH₁ assoziiert ist, treten kleinere (Radio-/teleskopische) Meteore bis zu 14 Stunden vor den helleren (visuellen/fotografischen) Meteoriten auf. In einigen Jahren erschien etwa 9–12 Stunden nach dem visuellen Maximum hauptsächlich im Radiobereich eine weitere Spitze. Dazu gibt es bislang keine andere Bestätigung. Etwa einen Tag vor bzw. nach dem Maximum sind die Raten gering und nach einigen Beobachtungen scheint der Radiant dann nicht scharf definiert zu sein. Neumond am 10. Januar bietet optimale Bedingungen, die QUA im Zeitraum auch nach dem Maximum genau zu verfolgen.

α-Centauriden (102 ACE)

Aktivität: Januar 28–Februar 21; Maximum: Februar 8, 18^h30^m UT ($\lambda_{\odot} = 319^{\circ}2$);
 ZHR = variabel, meist ~ 6 , bis 25+ möglich;
 Radiant: $\alpha = 210^{\circ}$, $\delta = -59^{\circ}$; Radiantendrift: Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 56$ km/s; $r = 2.0$.

Die α -Centauriden stellen einen Höhepunkt des Südsommers dar. Bei früheren Beobachtungen wurden viele helle Meteore gemeldet, Feuerkugeln eingeschlossen. Im Zeitraum 1988–2007 lag die ZHR aber gerade bei 6 (WB, S. 18). Die Abdeckung des Zeitraumes durch Beobachtungen war jedoch unvollständig. Ausbrüche mit ZHR in der Größenordnung von 20–30 gab es 1974 und 1980. Unter der Annahme eines langperiodischen Objektes als Ursprungskörper des Stromes ließen Modellrechnungen am 8. Februar 2015 erhöhte Aktivität erwarten. Eine Bestätigung lag bis jetzt nicht vor, dafür aber ein Bericht über hohe Aktivität am 14. von einem Flugzeug aus. Wie bei weiteren Strömen der Südhemisphäre gibt es z. Z. mehr Fragen als Antworten; auch neue Analysen von Videodaten zeigen, dass Radiantenpositionen und Aktivitätszeiträume unsicher sind. Der Neumond am 8. Februar 2016 bietet optimale Bedingungen für Beobachtungen.

γ-Normiden (118 GNO)

Aktivität: Februar 25–März 28; Maximum: März 15 ($\lambda_{\odot} = 354^{\circ}$); ZHR = 6;
 Radiant: $\alpha = 239^{\circ}$, $\delta = -50^{\circ}$, Radiantendrift: Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 56$ km/s; $r = 2.4$.

Die Raten der γ -Normiden blieben stets nahe der Nachweisgrenze. Es wird jedoch von einem schmalen Maximum berichtet, und eine Analyse von IMO Daten aus den Jahren 1988–2007 zeigte eine ZHR von ≈ 6 bei $\lambda_{\odot} = 354^{\circ}$ und ZHRs < 3 an allen anderen Tagen des angegebenen Aktivitätszeitraumes (WB, S. 19). Daten seit 1999 geben Hinweise auf ein mögliches Maximum im Intervall $\lambda_{\odot} \approx 347^{\circ}$ – 357° , entsprechend 7.–17. März 2016. Neue Analysen von Videodaten ausschließlich von Südstationen bestätigen eine Aktivität aus der Region, jedoch mit höherer Aktivität um den 25. März ($\lambda_{\odot} = 4^{\circ}$) von einem Radianten bei $\alpha = 246^{\circ}$, $\delta = -51^{\circ}$. Beobachtungen in der zweiten Nachthälfte bei höherem Radianten sind besser geeignet, sind aber nur von der Südhalbkugel aus möglich. Daten sind dringend erforderlich, um die offenen Fragen zu klären. Der Mond erreicht am 15. das Erste Viertel.

4 April bis Juni

Ende April nimmt die Meteoraktivität langsam zu, insbesondere durch nicht optisch beobachtbare Ströme. Der Vollmond am 22. April verdirbt den Blick auf das Maximum der **Lyriden (006 LYR)** komplett (Maximum 22. gegen 6^h UT). Der Mond lässt auch kaum Raum für (nur am Abend und in südlichen Breiten möglichen) Beobachtungen der **π -Puppiden (137 PPU)** am 23. April. Dagegen bietet 2016 sowohl für die **η -Aquariiden (031 ETA)** als auch die **η -Lyriden (145 ELY)** perfekte Bedingungen.

Tagesströme: In der zweiten Maihälfte und im gesamten Juni befinden sich die Zentren der Meteoraktivität am Tageshimmel. In dieser Zeit gibt es sechs Maxima. Einzelne Meteore der Arietiden wurden von tropischen und südlichen Breiten visuell gesehen. ZHRs und Aktivitätsprofile sind aus solchen Daten kaum zu berechnen. Videodaten belegen jedoch, dass die Aktivität auch im optischen Bereich deutlich erkennbar ist. Im Rahmen eines Projektes werden alle mit unterschiedlichen Methoden gesammelten Daten gesammelt, um sie in Kombination auch für die Kalibration zu nutzen.

Für Radiobeobachter folgen hier die erwarteten Peakzeiten (UT): April Pisciden (144 APS) – 20. April, 04^h;

ϵ -Arietiden (154 DEA) – 9. Mai, 03^h;

Mai Arietiden (294 DMA) – 16. Mai, 04^h;

α -Cetiden (293 DCE) – 20. Mai, 03^h;

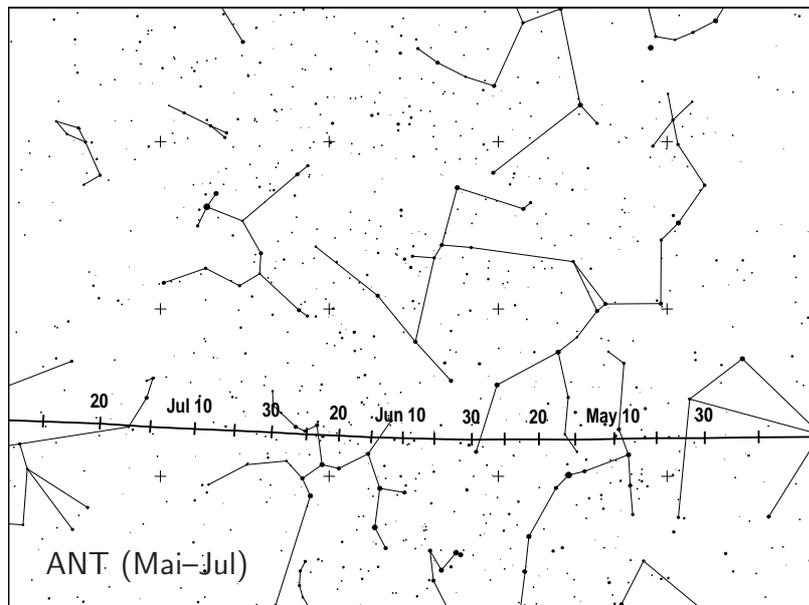
Arietiden (171 ARI) – 7. Juni, 04^h (Details weiter unten im Text);

ζ -Perseiden (172 ZPE) – 9. Juni, 06^h;

β -Tauriden (173 BTA) – 28. Juni, 05^h.

Die meisten dieser Ströme sind in Radiodaten aus den Jahren 1994 – 2008 zu finden. Die Trennung ist zuweilen schwierig, etwa zwischen Arietiden und ζ -Perseiden, deren Maxima sich teilweise zu einem insgesamt starken Radiosignal überlagern. In früheren Berichten erschienen die α -Cetiden. Unter der Bezeichnung 293 DCE listet die IAU-Datenbank den Komplex des Tagesstromes ω -Cetiden. Radiantenposition und Aktivität sind unsicher.

Nach einer Modellrechnung von Mikhail Maslov sollte die Erde am 21. April Meteoroiden vom Kometen P/2009 WX₅₁ (Catalina) nahe kommen. In Erdnähe können jedoch nur sehr kleine Teilchen gelangen, die den Kometen mit recht hohen Geschwindigkeiten verlassen haben müssen. Die dichteste Annäherung erfolgt um 02^h02^m UT. Da sich der Radiant bei $\alpha = 38^\circ$, $\delta = 35^\circ$ (nahe dem Stern 14 Tri) nur etwa 24° westlich der Sonne befindet, kann eventuelle Aktivität nur mit Radio- oder Radar-Methoden registriert werden.



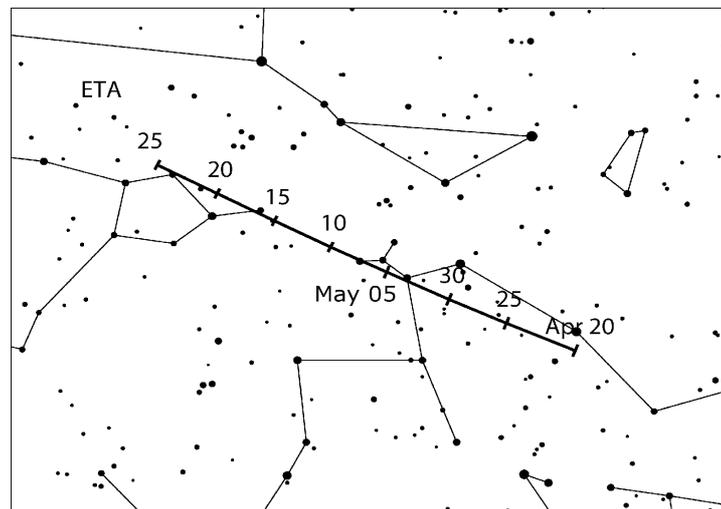
Die Aktivität der **ANT** erreichte in der Vergangenheit um Mitte April, sowie jeweils um die Monatswechsel April/Mai, Mai/Juni und Juni/Juli ZHR von 3 bis 4; sonst bleibt die ZHR eher unter ≈ 2 bis 3. Das Radiantengebiet verlagert sich aus dem Bereich Jungfrau durch Waage im April, den nördlichen Skorpion / südlichen Schlangenträger weiter in den Bereich des Schützen im Juni.

η -Aquariiden (031 ETA)

Aktivität: April 19–Mai 28; Maximum: Mai 5, 20^h UT ($\lambda_{\odot} = 45^{\circ}5$);
 ZHR = 40 (periodisch variabel, ≈ 40 –85);
 Radiant: $\alpha = 338^{\circ}$, $\delta = -1^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 66$ km/s; $r = 2.4$.

Meteoroiden dieses Stromes stammen wie die Orioniden im Oktober vom Kometen 1P/Halley. ETA-Meteorite sind nur kurz vor der Morgendämmerung zu sehen. Beobachter in südlicheren Breiten sind deutlich bevorzugt, denn der Beginn der Dämmerung verlagert sich in den mittleren Breiten recht schnell zu früheren Zeiten, sodass das Fenster zwischen Aufgang des Radianten und Ende durch Himmelhelligkeit im Verlauf der Aktivitätsperiode immer kürzer wird. Bis etwa 40° N sind sinnvolle Beobachtungen gut möglich, bei 50° N werden zum Maximum in der letzten nutzbaren Stunde vielleicht 3–5 Strommeteorite sichtbar. Bei horizontnaher Radiantenposition erscheinen die wenigen η -Aquariiden als lange Spuren („Atmosphärenstreifer“). Das kann dazu führen, dass Beobachter die Winkelgeschwindigkeit unterschätzen; dies ist für eine Zuordnung zu beachten (siehe Tabelle 3). Beispielsweise ist ein ETA-Meteor in Zenitnähe rund 30°/s schnell (Radiant nahe Horizont, Abstand ca. 90°). Der Radiant kulminiert gegen 08^h Ortszeit.

Das Maximum (Mitte am 5. Mai) ist breit und kann auch Sub-Maxima aufweisen. Auswertungen von Daten aus den Jahren 1984 – 2001 zeigen, dass die ZHR in der Periode vom 3. bis 10. Mai über 30 liegen. Möglicherweise variiert die Aktivität mit einer etwa 12-jährigen Periode. Wenn dieser mit Jupiter assoziierte Zyklus real ist, sollte die nächste Minimumphase in den Jahren 2014 – 2016 erreicht werden. Aus dieser Sicht sind ZHR wohl eher im unteren Bereich zu erwarten. Zuletzt gab es 2008 und 2009 ZHR ≈ 85 bzw. 65. Die ETA 2013 brachten ZHR von ≈ 70 (WB, S. 24), allerdings als Folge eines dichteren Stromabschnittes. Der Neumond am 6. Mai bietet ideale Bedingungen zur Beobachtung des Stromes bis weit nach dem Maximum.

 *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 schwache Strom wird vom Kometen C/1983 H1 IRAS-Araki-Alcock verursacht. Die meisten Beobachtungsdaten stammen vom Video-Netzwerk. Sie legen nahe, dass das Maximum etwas später bei $\lambda_{\odot} = 50^{\circ}$ liegt (entspricht 2016 Mai 10). Visuelle Daten sind bislang rar (siehe

die Angaben im WB S. 25). Video- sowie genaue visuelle Daten sollten eine Trennung potentieller η -Lyriden vom sporadischen Hintergrund erlauben. Der Radiant ist auf der Nordhalbkugel während der gesamten Nacht ausreichend hoch für Beobachtungen. In der Periode zwischen 8. und 10. Mai wird es auch keine Störung durch Mondlicht geben – gute Bedingungen, die Aktivität zu verfolgen.

Tages-Arietiden (171 ARI)

Aktivität: Mai 22–Juli 2 (unsicher); Maximum: Juni 7 ($\lambda_{\odot} = 76^{\circ}6$);
 ZHR $\approx 50(?)$;
 Radiant: $\alpha = 44^{\circ}$, $\delta = +24^{\circ}$; Radiantendrift: 1° pro Tag;
 $V_{\infty} = 38$ km/s; $r = 2.8$.

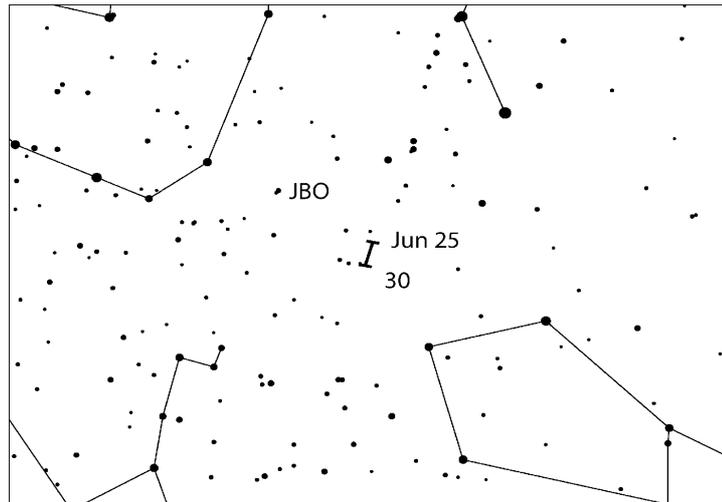
Der Radiant dieses Stromes befindet sich nur rund 30° westlich der Sonne. Dennoch wurden wiederholt optische Beobachtungen mitgeteilt. Da sich der Radiant selbst am Ende des maximal nutzbaren Zeitraumes in der Morgendämmerung nur wenig über dem Horizont befindet, bleibt die Anzahl der sichtbaren Strommeteore für Video- und visuelle Beobachter stets gering. Im Rahmen eines 2014 vorgeschlagenen Projektes werden alle Daten, die mit verschiedenen Methoden gewonnen werden, zusammengefasst. Je mehr Beobachtungsintervalle zur Verfügung stehen, umso besser ist die Chance, Informationen über den Strom zu erlangen und Datensätze zu kalibrieren. Wahrscheinlich wird es dabei einen großen Anteil von Intervallen ohne Strommeteor geben – die aber ebenso mitgeteilt werden sollten. Im möglichen Zeitfenster verändern sich die Korrekturen für Radiantenhöhe und Beobachtungsbedingungen recht schnell und stark. Wegen der hellen und frühen Morgendämmerung werden Intervalle von 15–20 min Länge empfohlen. Beobachter südlich von etwa 30°N sind natürlich besser positioniert. Zwischen 30 und 40°N sind die Möglichkeiten noch brauchbar; weiter nördlich besteht nur bei ganz klarer Sicht überhaupt eine Chance auf einzelne ARI-Meteore.

Juni Bootiden (170 JBO)

Aktivität: Juni 22–Juli 2; Maximum: Juni 27, 3^{h} UT ($\lambda_{\odot} = 95^{\circ}7$), siehe Text;
 ZHR = variabel, 0–100+;
 Radiant: $\alpha = 224^{\circ}$, $\delta = +48^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 18$ km/s; $r = 2.2$.

Nach der unerwarteten Wiederkehr des Stromes 1998 mit ZHR von 50–100 in einem Zeitraum von etwa einem halben Tag wurden die JBO in die Arbeitsliste aufgenommen. Ein weiterer Ausbruch ähnlicher Dauer mit ZHR von 20–50 wurde am 23. Juni 2004 beobachtet. Dies war vor dem seinerzeit bekannten Aktivitätsbeginn der JBO. Daraufhin wurden die Angaben in der Arbeitsliste entsprechend verändert um auch eventuelle zeitige Aktivität bei anderen Gelegenheiten zu registrieren. Die vorhergesagte Wiederkehr im 2010 war enttäuschend, denn statt der erwarteten ZHR ≈ 20 –50 am 23./24. Juni lag die ZHR unter 10 und ist nicht gut durch Beobachtungen belegt. Vor 1998 gab es nur drei weitere beobachtete Erscheinungen der Juni Bootiden – in den Jahren 1916, 1921 und 1927. Da es keine weiteren Befunde aus dem Zeitraum 1928 bis 1997 gab, schien es wahrscheinlich, dass die Meteoroiden der Erdbahn nicht mehr nahe genug kamen. Modellrechnungen lieferten schließlich die Erklärung: Der Orbit des Ursprungskometen 7P/Pons-Winnecke liegt gegenwärtig am Ort der dichtesten Annäherung der Bahnen etwa 0.24 AE außerhalb des Erdbahnradius. Der letzte Periheldurchgang erfolgte am 30. Januar 2015. Eindeutig gehen die Peaks von 1998 und 2004 auf Meteoroiden zurück, die der Komet in der Vergangenheit freisetzte und die an den entsprechenden Stellen konzentriert blieben. Der Radiant ist in mittleren Breiten in der gesamten Nacht hoch am Himmel; jedoch stehen hier nur wenige dunklen

Stunden zur Verfügung. Der Mond erreicht das Letzte Viertel am 27. Juni, sodass störungsfreie Beobachtungen kaum möglich sind. Videodaten zeigen einzelne Juni-Bootiden bereits in der Zeit 20.–25. Juni um $\lambda_{\odot} = 92^{\circ}$ (2016 Juni 23) von einem Radianten etwa 10° südlich des 1998 und 2004 gefundenen Punktes bei $\alpha = 216^{\circ}$, $\delta = +38^{\circ}$. Mikhail Maslovs Berechnungen zeigen eine Annäherung an die Staubschweif des Kometen von 1921 auf 0.00123 au am 23. Juni 00^h08^m UT. Allerdings sollten hier nur sehr kleine Meteoroiden in Erdnähe gelangen. Daher wird vom Radianten bei $\alpha = 203^{\circ}$, $\delta = +52^{\circ}$ keine visuell sichtbare Aktivität erwartet (schwache Meteore plus Mondlicht); Radarsysteme könnten die Staubschweif am ehesten nachweisen. Eine “Kontrolle” mit allen Methoden ist dennoch sinnvoll.



5 Juli bis September

Im größten Teil des Juli stellen die **ANT** die Hauptquelle da, die sich vom östlichen Bereich des Schützen durch den Steinbock in den südwestlichen Teil des Wassermanns verlagert. Die ZHR wird um Werte von 2 schwanken. Erst zum Ende Juli sowie weiter im August steigt sie auf ≈ 2 bis 3 an. Das ausgedehnte Gebiet der ANT überlagert sich teilweise mit dem Radianten der (merklich langsameren) **α -Capricorniden (001 CAP)** im Juli-August. Die **Südlichen δ -Aquariiden (005 SDA)** sind dagegen intensiv genug, um eine Trennung vorzunehmen. Der Radiant der **Piscis Austriniden (183 PAU)** ist weit genug entfernt für eine leichte Zuordnung. Im Sommer 2016 wird der Mond (Letztes Viertel am 26. Juli) die Periode um die Maxima dieser Ströme praktisch nicht stören. Dagegen werden die Bedingungen zu den **Perseiden (007 PER)** diesmal sehr beeinträchtigt. Mit dem Vollmond am 18. August wird insbesondere die Zeit nach dem Maximum gestört. Das trifft die **κ -Cygniden (012 KCG)**, die 2014 erhöhte Raten zeigten, noch mehr. Bis Ende August liegen die ZHR der ANT wieder unter 2, um mit dem Übergang zum September, wenn der Radiant Richtung Wassermann und Fische unterwegs ist, auf $\approx 2 - 3$ zu steigen. Die ekliptikale Aktivität wird ab dem 10. September den **Südlichen Tauriden** zugeordnet, die ANT werden erst ab Dezember wieder als solche ausgewiesen.

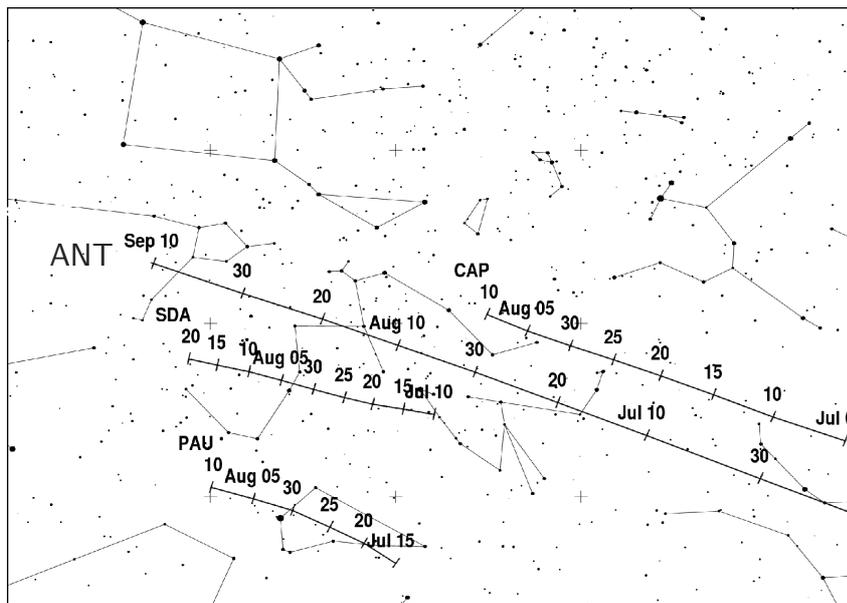
Perfekt sind die Bedingungen zur Beobachtung des kleinen Stromes der **Aurigiden (206 AUR)** mit dem am 31. August gegen 19^h UT erwarteten Maximum. Der zunehmende Mond lässt danach noch genügend Zeit für Beobachtungen der **September ϵ -Perseiden (208 SPE)**.

ϵ -Eridaniden (209 EER): Berechnungen von Jérémie Vaubillon ergeben, dass am 12. September 2016 gegen 17^h30^m UT eine Aktivität von den ϵ -Eridaniden möglich ist, deren Meteoroiden vom Kometen C/1854 L1 (Klinkerfues) stammen. Der Radiant liegt bei $\alpha = 57^{\circ}$, $\delta = -14^{\circ}$. Mit

59 km/s haben die Meteore die gleiche Eintrittsgeschwindigkeit in die Atmosphäre wie die Perseiden. Der Radiant taucht allerdings erst in den (mondfreien) Morgenstunden auf. Wie bei vielen berechneten Ereignissen werden erst die Beobachtungen zeigen, wie zutreffend die Modelle sind. Insofern ist auch ein Ergebnis von "Null" unter guten Bedingungen ein wichtiges Resultat.

Ein weiteres Experiment kann zum Neumond am 1. Oktober fortgesetzt werden – die optische Beobachtung des Tagesstromes der **Sextantiden (221 DSX)** Ende September unmittelbar vor der Morgendämmerung.

Die große Aktivität der Tagesströme im Juni für die **Radiobeobachter** ist vorüber. Das Maximum der γ -Leoniden (203 GLE) ist visuell unsichtbar. Das Maximum sollte am 25. August gegen 05^h UT erreicht werden, doch war der Strom in jüngeren Radiodaten nicht zu finden. Zu den Sextantiden (221 DSX) folgen Einzelheiten im Text.



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; $r = 3, 2$.

Zu diesem Strom gibt es nur wenig neuere Beobachtungsdaten. Möglicherweise ist die ZHR überschätzt, doch spielt hier die ungünstige Position des Radianten für die mehrheitlich auf der Nordhalbkugel befindlichen Beobachter eine wesentliche Rolle. Nur durch weitere Beobachtungen kann die Situation verbessert werden.

Südliche δ -Aquariiden (005 SDA)

Aktivität: Juli 12–August 23; Maximum: Juli 30 ($\lambda_{\odot} = 127^{\circ}$); ZHR = 16;
 Radiant: $\alpha = 340^{\circ}$, $\delta = -16^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 41$ km/s; $r = 2, 8$.

Die SDA können als merklich aktiver Strom mit allen Techniken gut verfolgt werden. Das Radio-Signal war wiederholt recht stark und alle optischen Methoden zeigen den Strom deutlich. Visuelle Beobachter müssen Sorgfalt walten lassen, um die Meteore von den ANT zu trennen. Ob das SDA-Maximum so spitz ausfällt wie oft dargestellt oder ob die ZHR zwischen 26. und 31. Juli ähnlich hoch (mit Submaxima) sind, werden die Beobachtungen zeigen. Die Bedingungen werden 2016 jedenfalls nicht durch den Mond beeinträchtigt.

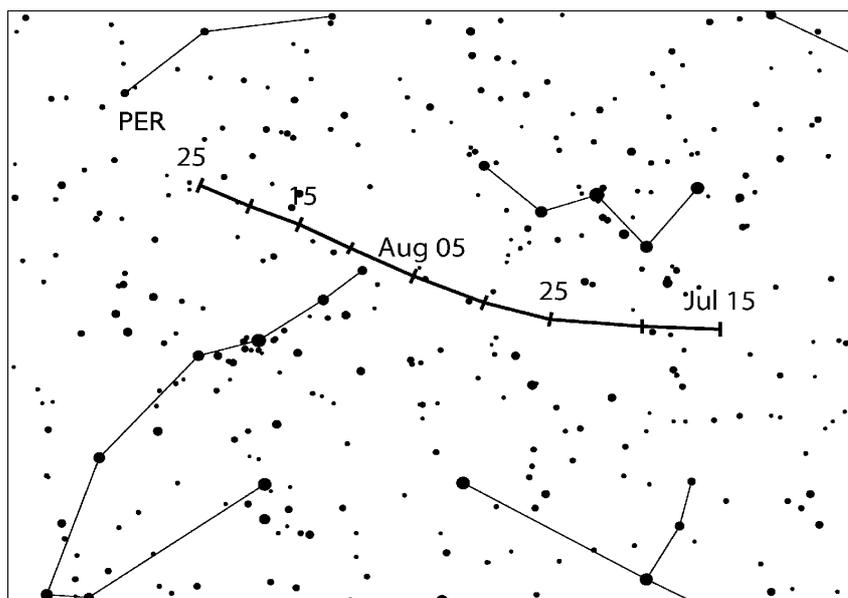
α -Capricorniden (001 CAP)

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; $r = 2, 5$.

Von den Radianten in der Region Steinbock und Wassermann sind die CAP und SDA definitiv am besten zu erkennen. Selbst die teilweise Überlappung der (visuell anzusetzenden) Radianten von CAP und dem großen ANT-Areal lässt bei sorgfältiger Beobachtung die Unterscheidung zwischen den beiden Quellen zu. Ein wesentliches Merkmal ist die geringe Geschwindigkeit der CAP. Wiederholt treten helle Meteore oder gar Feuerkugeln auf. 1995 wurden leicht erhöhte Raten der CAP bis zu ZHR ≈ 10 von europäischen Beobachtern registriert, nachdem bereits 1984 merklich höhere ZHR auftraten. Das flache Maximum könnte sich bis zum 31. Juli erstrecken.

Perseiden (007 PER)

Aktivität: Juli 17–August 24; Maximum: August 12, 13^h00^m to 15^h30^m UT (Knoten $\lambda_{\odot} = 140^{\circ}0-140^{\circ}1$), Bemerkungen siehe Text; ZHR = 150;
 Radiant: $\alpha = 48^{\circ}$, $\delta = +58^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 59$ km/s; $r = 2, 2$.



IMO-Beobachtungen (siehe WB S. 32–36) ergaben, dass das mittlere oder ‘traditionelle’ breite Maximum zwischen $\lambda_{\odot} \approx 139^{\circ}8$ und $140^{\circ}3$ auftrat – das entspricht 2016 August 12, 08^h bis 22^h UT. Die Umlaufzeit des Mutterkometen 109P/Swift-Tuttle beträgt etwa 130 Jahre. In den 1990-er Jahren trat hohe Aktivität von einem “vorgelagerten” Maximum auf. Erhöhte Aktivität vor dem normalen Maximum wurde zuletzt 2007 bei $\lambda_{\odot} = 139^{\circ}68$ beobachtet sowie nach dem Knotendurchgang 2008 bei $\lambda_{\odot} = 140^{\circ}55$.

Resultate von Mikhail Maslov und Esko Lyytinen zeigen, dass wir diesmal einen durch Jupiterstörungen dichter an die Erde gelenkten Bereich des Stromes durchqueren werden. Dies könnte das generelle Niveau der ZHR – als Hintergrund-Komponente zu bezeichnen – auf 150–160 ansteigen lassen.

Schon am 11. August um 22^h34^m UT sollte aber die Erde kleine Meteoroiden der jungen Staubschwarm (vor einem Umlauf freigesetzt) treffen. Das könnte zusätzlich einen Anstieg der ZHR von etwa

10 verursachen. Um 23^m23^m UT werden dann hellere Meteore von Staub erwartet, der vor 4 Umläufen des Kometen freigesetzt wurde.

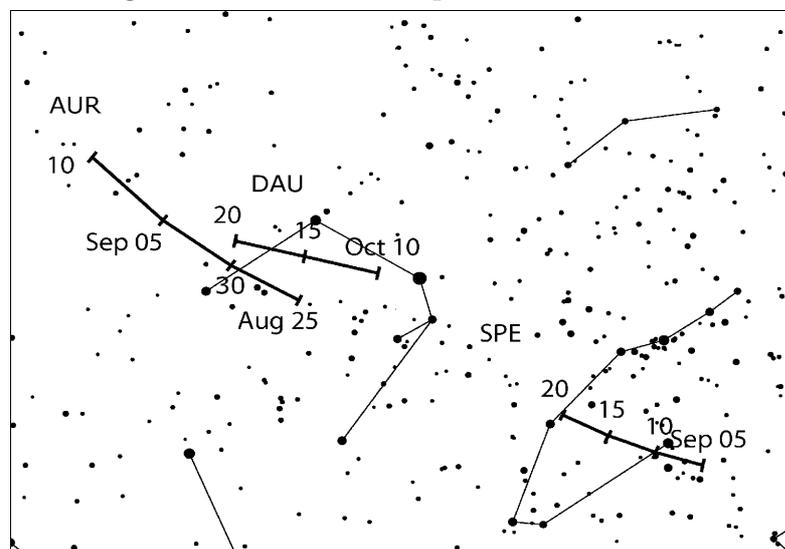
Nach Berechnungen von Jérémie Vaubaillon wird schließlich der dichteste Abschnitt des Stromes durchquert. Dieser ist von Meteoroiden dominiert, die zwei Umläufe als Staubschweif unterwegs sind. Der Durchgang erfolgt am 12. August zwischen 00^h und 04^h UT ($\lambda_{\odot} = 139^{\circ}49\text{--}139^{\circ}66$), also deutlich vor dem breiten Maximum um den Bahnknoten.

Es gibt allerdings **keine Garantie**, dass zu einem der berechneten Zeitpunkte oder um den Knoten tatsächlich sehr hohe Raten zu sehen sind. Die Positionen sind erfahrungsgemäß genau, die Dichte der Staubschweife weniger. Der Mond erreicht am 10. August das Erste Viertel und ist dann noch im südlichen Abschnitt der Ekliptik. Dunkler Himmel ist vorrangig nach Mitternacht zu finden. Beobachter in mittleren nördlichen Breiten sind hinsichtlich der Bedingungen bevorzugt, da der Radiant schon ab 22^h–23^h Ortszeit ausreichend hoch steht, bevor er zum Morgen große Höhen erreicht. Das erste Peak am 12. August tritt günstig für europäische Längengrade ein. Das spätere Maximum nahe der Knotenposition kann dagegen am besten von nordamerikanischen Orten verfolgt werden. Der Strom kann mit allen Methoden beobachtet werden.

Aurigiden (206 AUR)

Aktivität: August 28–September 5; Maximum: August 31, 19^h UT ($\lambda_{\odot} = 158^{\circ}6$); ZHR = 6;
 Radiant: $\alpha = 91^{\circ}$, $\delta = +39^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 66$ km/s; $r = 2, 5$.

Dieser Strom höherer nördlicher Deklination hat in der Vergangenheit mehrere kurze unerwartete Ausbrüche gezeigt: 1935, 1986 und 1994 wurden EZHRs von $\approx 30\text{--}40$ aufgezeichnet. Da der Strom nicht durchgängig regelmäßig verfolgt wurde, können durchaus weitere ähnliche Ereignisse verpasst worden sein. Die Ausbrüche von 1986 und 1994 wurden beispielsweise nur von drei Beobachtern notiert. Der erste vorausberechnete Ausbruch fand 2007 statt. Unter sehr ungünstigen Bedingungen – Vollmond – wurde für deutlich weniger als eine Stunde eine EZHR von ≈ 130 registriert, darunter viele helle Meteore. Radiodaten deuten an, dass es einen nachfolgenden “Schweif” von schwachen Meteoren für etwa eine halbe Stunde nach dem höchsten Peak gab. Das wurde nicht durch visuelle Beobachtungen bestätigt, möglicherweise infolge des hellen Mondlichtes. Der Aurigidenradiant erreicht eine nutzbare Höhe nach $\approx 01^{\text{h}}$ Ortszeit. Für 2016 gibt es keine Vorausberechnungen von erhöhten Raten. Da am 1. September Neumond ist, sind allerdings die Voraussetzungen zum Beobachten optimal.



September ε -Perseiden (208 SPE)

Active: September 5–21; Maximum: September 9, 04^h UT ($\lambda_{\odot} = 166^{\circ}7$), siehe Text;
 ZHR = 5;
 Radiant: $\alpha = 48^{\circ}$, $\delta = +40^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 64$ km/s; $r = 3, 0$.

Das Maximum fällt mit dem Ersten Viertel des Mondes zusammen. Bis über das Maximum hinaus bleibt die zweite Nachthälfte zur Beobachtung der Meteore dieses nördlichen Radianten ungestört, der ab 22^h–23^h Ortszeit ausreichend hoch steht. Von diesem Strom wurde zunächst am 9. September 2008 im Intervall $\lambda_{\odot} = 166^{\circ}894$ – $166^{\circ}921$ ein Ausbruch mit hellen Meteoren registriert. Ein weiteres Ereignis mit einem sehr scharfen Peak heller Meteore trat 2013 bei $\lambda_{\odot} = 167^{\circ}188$ auf. Modellrechnungen von Esko Lyytinen weisen darauf hin, dass eine weitere hohe Aktivität der SPE nicht vor 2040 auftreten wird. Der Vollständigkeit halber geben wir hier die Zeiten, an denen 2016 die Peak-Positionen erreicht werden: 9. September um 9^h UT bzw. um 17^h UT. Erhöhte Raten werden 2016 nicht erwartet.

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).

Der Neumond am 1. Oktober ist günstig für Versuche, einige Sextantiden unmittelbar vor der Morgendämmerung Ende September bis Anfang Oktober visuell zu beobachten. Wie bei den Arietiden im Juni beschrieben, ist dies Teil eines IMO-Beobachtungsprojektes. Der DSX-Radiant befindet sich rund 30° westlich der Sonne nahe dem Himmelsäquator. Da die Aktivitätsperiode nur kurz nach der Tag- und Nachtgleiche liegt, sind die Chancen für interessante Beobachtungsdaten für Beobachter auf beiden Hemisphären etwa gleich gut. Wie bei den Arietiden, verändern sich auch hier die Korrekturen wegen der Radiantenhöhe und der Bedingungen (Grenzgröße LM) schnell mit beginnender Dämmerung. Visuelle Beobachter sollten ihre Daten in kurze Intervalle unterteilen, etwa 15–20 Minuten mit jeweils zugehöriger LM-Bestimmung sind zu empfehlen. Der Zeitpunkt des Maximums ist nicht gut bekannt. Radiodaten zeigten es auch einen Tag früher als hier angegeben. Weitere kleinere Peaks in den Radiodaten Anfang Oktober könnten auf diese Quelle zurückzuführen sein.

Die AUR, DAU und SPE könnten vielleicht nur die aktiveren Teile eines Komplexes von weiteren Strömen mit weit nördlichen Radianten im Bereich Perseus, Luchs und Fuhrmann im September-Oktober sein. Eventuell gehört dazu auch der teleskopische Strom der β -Cassiopeiiden (Anfang September), oder weitere, die noch nicht nachgewiesen werden konnten bzw. nur erkennbar werden, wenn die Erde etwas dichtere Bereiche durchquert.

6 Oktober bis Dezember

Im letzten Quartal werden Beobachtungen von fast allen merklichen Strömen durch Mondlicht gestört.

Oktober Camelopardaliden (281 OCT): Kurzzeitige Ausbrüche wurden am 5./6. Oktober 2005 und 2006 (nahe $\lambda_{\odot}193^{\circ}$) aufgezeichnet. Die Quelle ist ein zirkumpolarer Radiant bei $\alpha \approx 166^{\circ}$, $\delta \approx +79^{\circ}$. Die Geschwindigkeit liegt bei 47 km/s. Das Ereignis von 2005 (nur dieses) wurde auch schwach in Radiodaten gefunden. Es gibt von beiden keine visuellen Daten. In den Jahren 2007, 2008, 2011–2013 gab es keine Wiederholung. Geringe Raten könnten in den

Videodaten von 2009 und 2010 auszumachen sein – wieder ohne Bestätigung durch andere Beobachtungsdaten. Eine Aktivität konnte auch in der 10-Jahres-Analyse von Videodaten (VID) nicht gefunden werden. Für Verwirrung sorgen ein Strom mit der nicht offiziellen Bezeichnung “Oktober Camelopardaliden” (auch unter dem Code OCA) sowie ein anderer, in den 1970-er Jahren mittels Radar gefundener Strom unter gleichem Namen. Das mögliche Aktivitätsintervall aus den Videobeobachtungen liegt zwischen $\lambda_{\odot} \approx 192^{\circ}5$ und $192^{\circ}8$ – entsprechend 5. Oktober 2016 zwischen 14^{h} und 21^{h} UT. Die Störung durch den zunehmenden Mond ist nicht zu stark. Wenn das Aktivitätsintervall an derselben Position auftritt, sind Beobachter vom westlichen Asien bis Europa bevorzugt. Esko Lyytinen betont, dass die Situation recht unklar ist: “Anscheinend laufen die Meteoroiden auf langperiodischen Bahnen. Nach der Beobachtung von 2005 nahmen wir an, dass es eine Begegnung mit einer frischen Staubschweif war; später erschien es ein wiederholtes Auftreten zu geben. Entweder die Staubschweif ist breiter als üblich für eine solche frische Spur oder wir haben noch nicht das Zentrum gesehen. Es kann also überraschende Begegnungen in verschiedenen Jahren geben. 2016 ist die berechnete Position fast identisch mit 2005. Ich erwarte 2016 ein Ereignis etwa in der Stärke wie 2005. Die Position ist $\lambda_{\odot} 192^{\circ}56$, entsprechend 5. Oktober 2016 $14^{\text{h}}45^{\text{m}}$ UT.”

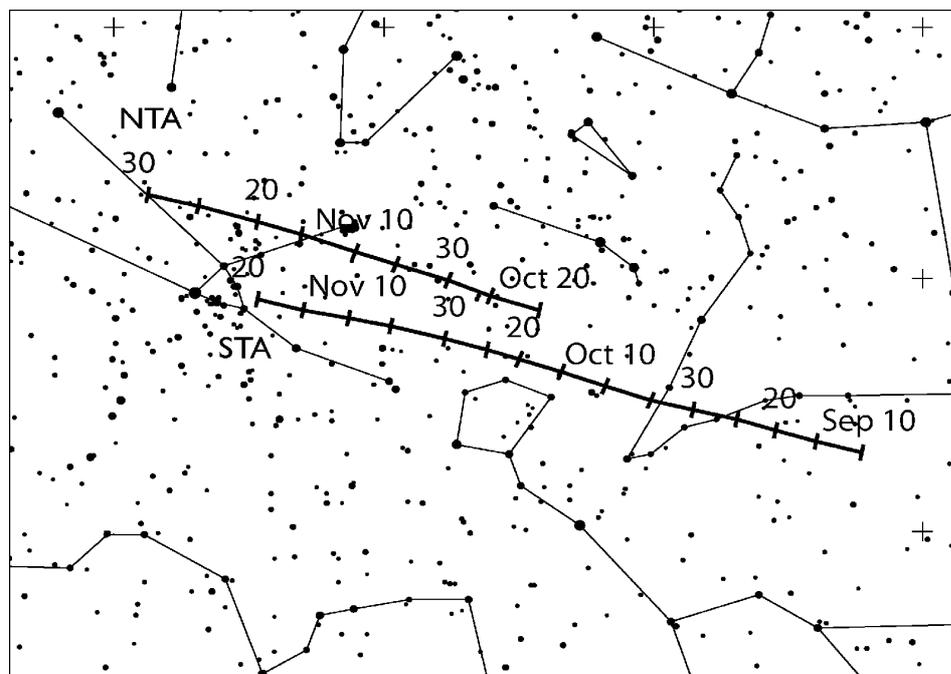
Das Maximum der **Draconiden (009 DRA)** am 8. Oktober fällt mit dem Ersten Viertel zusammen, der die Abendstunden mit höchster Radiantenposition erhellt. Für 2016 sind keine erhöhte Raten vorhergesagt. Zum Maximum der **δ -Aurigiden (224 DAU)** am 11. Oktober bleiben die Morgenstunden mit der größten Radiantenhöhe noch mondfrei. Am 21. Oktober fällt das Maximum der **Orioniden (008 ORI)** mit dem Letzten Viertel des Mondes zusammen. Damit befindet sich der Mond in derselben Region wie der Radiant und erhellt den Himmel zur besten Beobachtungszeit. Die Situation ist noch ungünstiger für die **Leoniden (013 LEO)**; ihr Maximum am 17. November liegt gerade drei Tage nach Vollmond. Für beide Ströme gibt es keine Modellrechnungen, die eine erhöhte Rate vorhersagen. Auch die Aktivität der **α -Monocerotiden (246 AMO)** wird gering bleiben, also nahe der Nachweisgrenze. Der Mond im Letzten Viertel am 21. November lässt die Stunden vor Mitternacht dunkel, doch befindet sich der Radiant vor etwa 23^{h} Ortszeit noch recht nahe am Horizont.

Bis zum Dezember wird die Aktivität aus dem Bereich der Antihelion-Quelle von den Nördlichen und Südlichen Tauriden dominiert und nur diesen zugeordnet. Während die Zeit um die höchste Aktivität der **Südlichen Tauriden (002 STA)** um dem 10. Oktober ohne nennenswerte Störung durch Mondlicht verfolgt werden kann, fällt das Maximum der **Nördlichen Tauriden (017 NTA)** am 14. November fast auf den Vollmond. Erst ab dem 10. Dezember, wenn die Nördlichen Tauriden merklich schwächer sind, werden die ANT wieder gelistet. Das Radiantengebiet bewegt sich im weiteren Verlauf des Monats Dezember durch den südlichen Bereich der Zwillinge. Die erwarteten ZHR liegen in der Größenordnung < 2 . Die nicht allzu weit entfernten Radianten der Geminiden und der Monocerotiden könnten vereinzelt Fehlzuordnungen zu Lasten der ANT verursachen, die ZHR der ANT also eigentlich höher liegen. Neu im Kalender sind die **November Orioniden (250 NOO)**, die gegenwärtig stärker auftreten als einige andere Ströme der Liste. Der ebenfalls kleine Strom der **Monocerotiden (019 MON)** kann vor dem Maximum am 8. Dezember (2 Tage nach dem Ersten Viertel) beobachtet werden. Dagegen ist das Maximum der **σ -Hydriden (016 HYD)** am 11. Dezember nur rund 2 Tage vor dem Vollmond, sodass nur in der Phase bis an das Maximum Gelegenheit zu optischen Beobachtungen am Morgenhimmel bleibt.

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: Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 27$ km/s; $r = 2, 3$.

Die beiden Zweige der Tauriden gehören zu einem Komplex von Objekten, die mit dem Kometen 2P/Encke assoziiert sind. Der Radiant ist ausgedehnt und kann als ovaler Bereich von etwa $\approx 20^{\circ} \times 10^{\circ}$, $\alpha \times \delta$ um die in der Tabelle angegebene Position angenommen werden. Die Tauriden-Aktivität übertrifft die der Antihelion-Quelle im Herbst, weshalb alle Meteore aus dem Bereich den beiden Tauriden-Zweigen zugeordnet werden. Die eher geringen Geschwindigkeiten und das Auftreten von hellen Strommeteoren machen die Tauriden zum geeigneten Ziel der Fotografie. In dieser Zeit hat auch das gewissenhafte Plotten visueller Meteore zur Unterscheidung zwischen Südlichen und Nördlichen Tauriden seine Bedeutung. Analysen zeigen, dass die Südlichen Tauriden etwa einen Monat **vor** dem nördlichen Zweig ihr Maximum erreichen. Das Erste Viertel am 9. Oktober mit weit südlicher Deklination lässt ungestörte Beobachtungen in der zweiten Nachthälfte bis nach dem Maximum zu. Im Gegensatz zu 2015 wird keine Begegnung mit einem dichteren Bereich erwartet.

 *δ -Aurigiden (224 DAU)*

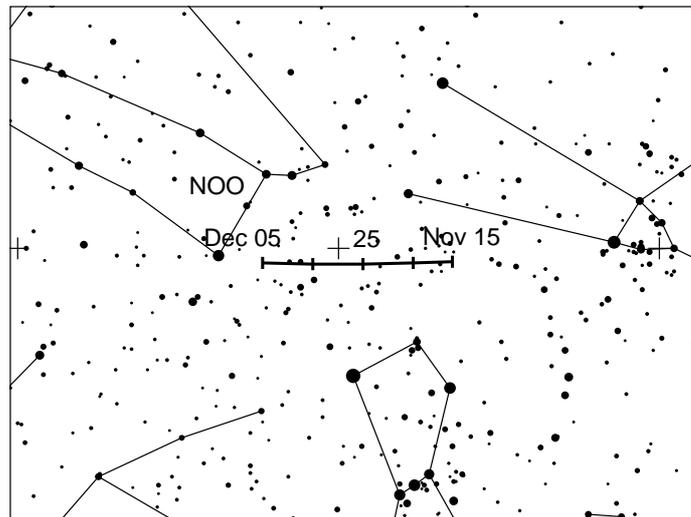
Aktivität: Oktober 10–18; Maximum: Oktober 11 ($\lambda_{\odot} = 198^{\circ}$); ZHR = 2;
 Radiant: $\alpha = 84^{\circ}$, $\delta = +44^{\circ}$; Radiantendrift: Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 64$ km/s; $r = 3, 0$.

Dies ist der schwächste der drei bekannten Ströme aus dem Bereich Fuhrmann-Perseus-Luchs zwischen Ende August und Oktober. Aus visuellen Beobachtungen waren Aktivitätsperioden der nördlichen Ströme lange nicht klar. Die nun gefundenen Parameter stammen aus einer detaillierten Analyse des IMO Videodaten. Das Maximum liegt zwei Tage nach dem Ersten Viertel und kann somit in der zweiten Nachthälfte beobachtet werden. Der Radiant (siehe Abb. auf Seite 12) ist für Beobachter in mittleren nördlichen Breiten ab Mitternacht Ortszeit auch hoch über dem Horizont.

November Orioniden (250 NOO)

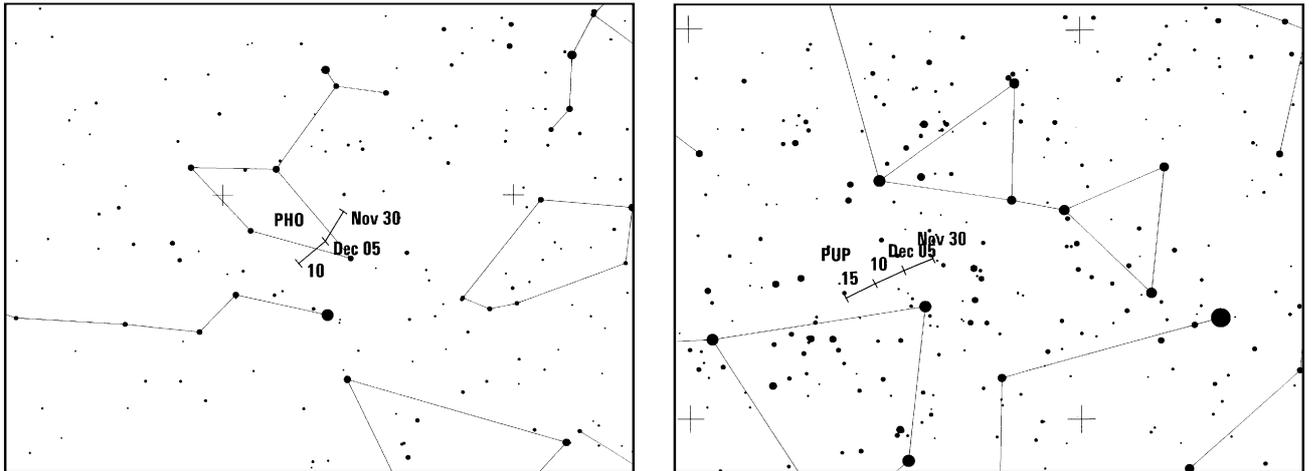
Aktivität: November 14–Dezember 6; Maximum: November 28 ($\lambda_{\odot} = 246^{\circ}$); ZHR = 3;
 Radiant: $\alpha = 91^{\circ}$, $\delta = +16^{\circ}$; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 41$ km/s; $r = 3,0$.

Dieser neu in die Liste aufgenommene Strom ist in Videodaten gut nachweisbar. Eine detaillierte Analyse zeigt, dass es zwei aufeinanderfolgende und recht ähnliche Ströme gibt, deren Aktivität sich für etwa 2° in Sonnenlänge überlappt. Auf die November Orioniden (250 NOO) folgen die Monocerotiden (019 MON). In den letzten Tagen des November sind die NOO die stärkste Quelle am Himmel. Der Radiant befindet sich im Nordteil des Orion, 4° nördlich von α Orionis. Dies ist nicht sehr weit vom Radiant der Nördlichen Tauriden entfernt, aber so weit östlich, dass eine Unterscheidung möglich ist. Die höhere Geschwindigkeit der November Orioniden sollte sie zusätzlich von den langsameren Tauriden unterscheiden. Der Radiant kulminiert gegen 2^{h} Ortszeit, ist aber den größten Teil der Nacht über dem Horizont. Neumond am 29. November bietet beste Gelegenheit zur Beobachtung.

*Phoeniciden (254 PHO)*

Aktivität: November 28–Dezember 9; Maximum: Dezember 2, 0^{h} UT ($\lambda_{\odot} = 250^{\circ}$);
 ZHR = variabel, meist Null, siehe Text;
 Radiant: $\alpha = 18^{\circ}$, $\delta = -53^{\circ}$; Radiantendrift: Tabelle 6; $V_{\infty} = 18$ km/s; $r = 2,8$

Die Phoeniciden sind ausschließlich von der Südhalbkugel beobachtbar (abends) und hier der Vollständigkeit halber aufgeführt. Bei der Entdeckung des Stromes im Jahr 1956 trat das einzige Mal eine hohe Aktivität auf. Die EZHR wurde mit ≈ 100 abgeschätzt. Eventuell traten innerhalb einiger Stunden auch Sub-Peaks auf. Danach gab es keine zuverlässigen Berichte über nachweisbare Aktivität bis am 1. Dezember 2014 eine signifikante ZHR registriert wurde. Diese Wiederkehr war von Sato und Watanabe berechnet worden. Eine erneute Aktivität ist nach diesen Rechnungen erst 2019 zu erwarten. Modellrechnungen von Jérémie Vaubaillon deuten auf eventuelle schwache Aktivität ohne enge zeitliche Konzentration am 2. Dezember um 0^{h} UT hin. Dies ist kurz nach dem Neumond, sodass die Chancen für die Beobachtung möglicher Phoeniciden günstig sind – wie bereits erwähnt, nur von der Südhalbkugel. Der Radiant kulminiert am Abend. Die Phoeniciden sind extrem langsame Meteore.



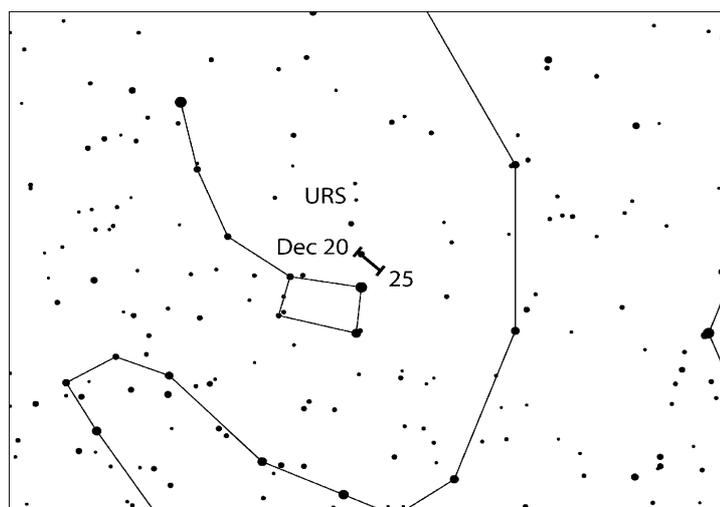
Puppis-Veliden (301 PUP)

Aktivität: Dezember 1–15; Maximum: Dezember ~ 7 ($\lambda_{\odot} \sim 255^{\circ}$); ZHR ≈ 10 ;
 Radiant: $\alpha = 123^{\circ}$, $\delta = -45^{\circ}$; Radiantendrift: Tabelle 6; $V_{\infty} = 40$ km/s; $r = 2, 9$.

Dieser Komplex mit bis zu zehn gelisteten Sub-Radianten (hier stellvertretend unter 301 PUP summiert) ist ebenfalls ausschließlich von der Südhalbkugel beobachtbar. Die Aktivität ist nur schlecht belegt, obgleich merkliche Raten Anfang bis Mitte Dezember auftreten sollen. Diesmal lässt der Mond (Erstes Viertel am 7. Dezember) gute Beobachtungsmöglichkeiten. Das Radiantengebiet erreicht morgens bei mondlosem Himmel seine größte Höhe.

Ursiden (015 URS)

Aktivität: Dezember 17–26; Maximum: Dezember 23, 09^h UT ($\lambda_{\odot} = 270^{\circ}.7$), vgl. Text;
 ZHR = 10 (gelegentlich variabel bis 50);
 Radiant: $\alpha = 217^{\circ}$, $\delta = +76^{\circ}$; Radiantendrift: Tabelle 6;
 $V_{\infty} = 33$ km/s; $r = 3, 0$.



Obwohl Beobachtungen in der gesamten Nacht möglich sind und mehrfach merkliche Raten beobachtet wurden, gehören die Ursiden immer noch zu den weniger gut untersuchten Strömen der Nordhalbkugel. Innerhalb den vergangenen 70 Jahre gab es 1945 und 1986 zwei starke Ausbrüche. Darüber hinaus konnten zahlreiche nicht ganz so intensive Peaks beobachtet werden.

Die letzte Serie erhöhter Raten gab es 2006–2008. Möglicherweise waren diese verbunden mit der Perihelnähe des Ursprungskometen 8P/Tuttle (Perihel Januar 2008), obwohl zahlreiche andere Ereignisse eher bei der Aphelposition des Kometen auftraten. Weitere Peaks können auch der Beobachtung entgangen sein. Für 2016 gibt es bislang keine Prognosen über erhöhte Raten. In den Modellrechnungen von Jérémie Vaubaillon gibt es schwache Hinweise, dass geringe Aktivität in den Nächten 22./23. (etwas wahrscheinlicher) und 23./24. Dezember jeweils gegen 0^h UT auftreten könnte. Der Radiant ist für Beobachter in Mitteleuropa zirkumpolar, erreicht morgens seine größte Höhe. Der abnehmende Mond – Letztes Viertel am 21. Dezember – lässt mehr als die halbe Nacht (jedoch die mit tieferer Radiantenposition) zu den beiden genannten Zeiten mondfrei. Günstige Bedingungen also für Beobachter in Europa.

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 erlaubt 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 der 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 ($^{\circ}/s$) 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 $^{\circ}/s$. Die Werte sind schon nach kurzer Übung gut nutzbar. Typische Winkelgeschwindigkeiten liegen im Bereich von $3^{\circ}/s$ bis $25^{\circ}/s$. Um noch dem Strom zugeordnet zu werden, soll die Winkelgeschwindigkeit nicht mehr als in der Tabelle 2 angeben 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 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 wird aus den Helligkeitsdaten für jeden Strom bestimmt und 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 und ohne Einfluss von Kalenderdetails. 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 Meteoriten eines Stromes die ein Beobachter unter Standardbedingungen sieht: unbegrenztes Blickfeld, Radiant im Zenit, Grenzgröße +6.5 mag. In Fällen von sehr kurzer Aktivitätsdauer (unter einer Stunde) verwendet man die ‘Equivalent ZHR’ (EZHR).

9 Tabellen: Mond und Stromdaten

Tabelle 4. Mondphasen 2016.

Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
			Januar 2
Januar 10	Januar 16	Januar 24	Februar 1
Februar 8	Februar 15	Februar 22	März 1
März 9	März 15	März 23	März 31
April 7	April 14	April 22	April 30
Mai 6	Mai 13	Mai 21	Mai 29
Juni 5	Juni 12	Juni 20	Juni 27
Juli 4	Juli 12	Juli 19	Juli 26
August 2	August 10	August 18	August 25
September 1	September 9	September 16	September 23
Oktober 1	Oktober 9	Oktober 16	Oktober 22
Oktober 30	November 7	November 14	November 21
November 29	Dezember 7	Dezember 14	Dezember 21
Dezember 29			

Tabelle 5. Arbeitsliste der visuellen Meteorströme. Details in dieser Tabelle stellen den Stand im Juni 2015 dar. Die Maximumsdaten gelten für das Jahr 2016. Außer der Antihelion-Quelle sind alle Ströme nach dem Maximumszeitpunkt sortiert. Das Maximum der Puppид-Veliden steht in Klammern, da es sich nur um ein Referenzdatum für die Radiantenposition handelt. Die ZHR einiger Ströme variieren von Jahr zu Jahr. Außer bei den periodischen Strömen, ist der wahrscheinlichste Wert angegeben ('Var' = variabel). Ergebnisse von Modellrechnungen, die erst nach Fertigstellung des Kalenders erscheinen, werden z.B. im IMO-Journal WGN publiziert, aber sicher auch in den einschlägigen Foren.

Strom	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		s. Tabelle 6		30	3,0	4	
Quadrantiden (010 QUA)	Dez 28–Jan 12	Jan	04	283°16	230°	+49°	41	2,1	120
α -Centauriden (102 ACE)	Jan 28–Feb 21	Feb	08	319°2	210°	–59°	56	2,0	6
γ -Normiden (118 GNO)	Feb 25–Mrz 28	Mrz	14	354°	239°	–50°	56	2,4	6
Lyriden (006 LYR)	Apr 16–Apr 25	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	40
η -Lyriden (145 ELY)	Mai 03–Mai 14	Mai	08	48°0	287°	+44°	43	3,0	3
Dayt. Arietids (171 ARI)	Mai 14–Jun 24	Jun	07	76°6	44°	+24°	38	2,8	50
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	28	125°	341°	–30°	35	3,2	5
S. δ -Aquariiden (005 SDA)	Jul 12–Aug 23	Jul	30	127°	340°	–16°	41	3,2	16
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	150
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
Sept. ε -Perseiden (208 SPE)	Sep 05–Sep 21	Sep	09	166°7	48°	+40°	64	3,0	5
Sextantiden (221 DSX)	Sep 09–Oct 09	Sep	27	184°3	152°	+00°	32	2,5	5
Draconiden (009 DRA)	Okt 06–Okt 10	Okt	08	195°4	262°	+54°	20	2,6	Var
Südl. 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	15
Leonis Minoriden (022 LMI)	Okt 19–Okt 27	Okt	24	211°	162°	+37°	62	3,0	2
Nördl. Tauriden (017 NTA)	Oct 20–Dec 10	Nov	12	230°	58°	+22°	29	2,3	5
Leoniden (013 LEO)	Nov 06–Nov 30	Nov	18	235°27	152°	+22°	71	2,5	15
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°	18°	–53°	18	2,8	Var
Puppид-Veliden (301 PUP)	Dez 01–Dez 15	(Dez 07)	(255°)	123°	–45°		40	2,9	10
Monocerotiden (019 MON)	Nov 27–Dez 17	Dez	08	257°	100°	+08°	42	3,0	2
σ -Hydriden (016 HYD)	Dez 03–Dez 15	Dez	11	260°	127°	+02°	58	3,0	3
Geminiden (004 GEM)	Dez 04–Dez 17	Dez	14	262°2	112°	+33°	35	2,6	120
C. Bereniciden (020 COM)	Dez 12–Dez 23	Dez	15	264°	175°	+18°	65	3,0	3
Dez. 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 (nächste Seite). Radiantenpositionen (Drift) im Jahr in α und δ .

Datum	ANT	QUA	DLM					
Jan 0	112° +21°	228° +50°	172° +25°					
Jan 5	117° +20°	231° +49°	176° +23°					
Jan 10	122° +19°	234° +48°	180° +21°					
Jan 15	127° +17°		185° +19°					
Jan 20	132° +16°		189° +17°					
Jan 25	138° +15°		193° +15°					
Jan 30	143° +13°		198° +12°	200° -57°				
Feb 5	149° +11°		203° +10°	208° -59°				
Feb 10	154° +9°			214° -60°				
Feb 15	159° +7°			220° -62°				
Feb 20	164° +5°			225° -63°				
Feb 28	172° +2°	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°							
Apr 15	218° -15°	263° +34°	106° -44°					
Apr 20	222° -16°	269° +34°	109° -45°	323° -7°				
Apr 25	227° -18°	274° +34°	111° -45°	328° -5°				
Apr 30	232° -19°			332° -3°				
Mai 05	237° -20°			337° -1°	283° +44°			
Mai 10	242° -21°			341° +1°	288° +44°			
Mai 15	247° -22°			345° +3°	293° +45°			
Mai 20	252° -22°			349° +5°				
Mai 25	256° -23°			353° +7°				
Mai 30	262° -23°							
Jun 5	267° -23°	42° +24°						
Jun 10	272° -23°	47° +24°						
Jun 15	276° -23°							
Jun 20	281° -23°							
Jun 25	286° -22°	223° +48°						
Jun 30	291° -21°	225° +47°						
Jul 5	296° -20°		285° -16°					
Jul 10	300° -19°		289° -15°	325° -19°				
Jul 15	305° -18°	6° +50°	294° -14°	329° -19°	330° -34			
Jul 20	310° -17°	11° +52°	299° -12°	333° -18°	334° -33			
Jul 25	315° -15°	22° +53°	303° -11°	337° -17°	338° -31			
Jul 30	319° -14°	29° +54°	307° -10°	340° -16°	343° -29			
Aug 5	325° -12°	37° +56°	313° -8°	345° -14°	348° -27	283° +58°		
Aug 10	330° -10°	45° +57°	318° -6°	349° -13°	352° -26	284° +58°		
Aug 15	335° -8°	51° +58°		352° -12°		285° +59°		
Aug 20	340° -7°	57° +58°		356° -11°		286° +59°		
Aug 25	344° -5°	63° +58°	85° +40°			288° +60°		
Aug 30	349° -3°		90° +39°			289° +60°		
Sep 5	355° -1°		96° +39°	43° +40°				
Sep 10	0° +1°	12° +3°	102° +39°	48° +40°				
Sep 15		15° +4°		53° +40°				
Sep 20		18° +5°		59° +41°				
Sep 25		21° +6°	150° 0°					
Sep 30		25° +7°	150° 0°					
Okt 5		28° +8°						
Okt 10		32° +9°		85° +14°				
Okt 15		36° +11°		88° +15°	82° +45°			
Okt 20	99° +27°	40° +12°	38° +18°	91° +15°	87° +43°			262° +54°
Okt 25	104° +27°	43° +13°	43° +19°	94° +16°	92° +41°	158° +39°		
Okt 30	109° +27°	47° +14°	47° +20°	98° +16°		163° +37°		
Nov 5		52° +15°	52° +21°	101° +16°		168° +35°		
Nov 10		56° +15°	56° +22°	105° +17°				
Nov 15	81° +16°	60° +16°	61° +23°		147° +24°			
Nov 20	84° +16°	64° +16°	65° +24°		150° +23°			
Nov 25	88° +16°		70° +24°		153° +21°			
Nov 30	92° +16°		74° +24°		156° +20°			
Dez 5	85° +23°	103° +33°	149° +37°	14° -52°	159° +19°	120° -45°	120° 0°	
Dez 10	90° +23°	108° +33°	153° +35°	18° -53°	122° +3°	122° -45°	96° +8°	
Dez 15	96° +23°	113° +33°	157° +33°	22° -53°	126° +2°	125° -45°	100° +8°	
Dez 20	101° +23°	118° +32°	161° +31°	174° +19°	130° +1°	128° -45°	104° +8°	
Dez 25	106° +22°		166° +28°	177° +18°				
Dez 30	111° +21°	226° +50°	170° +26°	180° +16°				
	ANT		DLM	COM		URS		

Tabelle 7. Arbeitsliste der Tagesströme (Radio-Ströme). Ein Sternchen (‘*’) in der Spalte ‘Max Datum’ weist auf mögliche weitere Peaks hin (siehe Textteil). Details zu den Arietiden (171 ARI) und den Sextantiden (221 DSX) sind im Textteil des Kalenders zu finden.

Rate: n – gering, m – mittel, h – hoch. Ein Sternchen (‘*’) in der Spalte ‘Rate’ weist darauf hin, dass die Rate nicht in allen Jahren das genannte Niveau erreicht.

Strom	Aktivität	Max Datum	λ_{\odot} 2000	Radiant α δ		Rate
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°	n*
Apr.-Pisciden (144 APS)	Apr 20–Apr 26	Apr 22	32°5	9°	+11°	n
ε -Arietiden (154 DEA)	Apr 24–Mai 27	Mai 09	48°7	44°	+21°	n
Mai-Arietiden (294 DMA)	Mai 04–Jun 06	Mai 16	55°5	37°	+18°	n
σ -Cetiden (293 DCE)	Mai 05–Jun 02	Mai 20	59°3	28°	–04°	m*
Arietiden (171 ARI)	Mai 14–Jun 24	Jun 07	76°5	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°	n*
Sextantiden (221 DSX)	Sep 09–Okt 09	Sep 27*	184°3	152°	0°	m*

10 Adressen

Seit 2015 gibt es auf der IMO-Webseite sowie auf der Webseite des AKM ein online Feuerkugel-Formular. Darüber können Daten heller Meteore detailliert eingegeben werden. Ebenso ist dort ein Zugriff auf Daten aller mitgeteilten Feuerkugel-Ereignisse einschließlich grafischer Überblicke über Beobachtungsorte, Richtungen, Schallwahrnehmungen usw. möglich. Die Seite ist hier zu finden: <http://fireballs.imo.net/members/imo/report>

Weitere und aktuelle Informationen zu Beobachtungstechniken, über neueste Ergebnisse von aktiven Strömen oder ungewöhnlichen Aktivitätsausbrüchen sind auf der IMO-Webseite www.imo.net zu finden. Dort gibt es auch ein Online-Formular zur Einsendung von visuellen Beobachtungsdaten (s.u.). Fragen können auch an die nachfolgenden E-Mail-Adressen geschickt werden:

Zu Feuerkugeln an: fireball@imo.net

Zur Fotografie an: photo@imo.net

Zu Radio-Meteorbeobachtung an: radio@imo.net

Zur Video-Meteorbeobachtung an: video@imo.net

Zu visuellen Meteorbeobachtungen an: visual@imo.net

Innerhalb 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, UK, E-Mail: William.Ward@glasgow.ac.uk

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

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

Visual Commission: Rainer Arlt, Bahnstraße 11, 14974 Ludwigsfelde e-mail: rarlt@aip.de

Beobachter in Deutschland:

Visuelle Beobachtungsdaten kann man bequem per Online-Formular auf der Webseite www.imo.net/visual/report eingeben. Dort steht auch ein PDF zum Herunterladen bereit, das ausgefüllt an Rainer Arlt (Adresse oben) geschickt werden kann. Allgemeine Anfragen zum AKM und insbesondere zu Video-Meteorbeobachtungen an Sirko Molau (Adresse ebenfalls oben).

Weitere Informationen zu Meteoren und ihrer Beobachtung sind im Buch *Meteore beobachten* von Jürgen Rendtel und Rainer Arlt zu erfahren (Oculum Verlag, 2012; ISBN ISBN 978-3-938469-53-8).