

# International Meteor Organization & Arbeitskreis Meteore e.V.

## Meteorstrom-Kalender 2020

herausgegeben von Jürgen Rendtel<sup>1</sup>

---

### 1 Einleitung

Dies ist die deutschsprachige Version der 30. 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.

Alle Jahre hindurch war ein wesentliches Anliegen, die Aufmerksamkeit der Beobachter sowohl auf die alljährlich wiederkehrenden Meteorströme (genaue Position von Peaks, Raten) als auch auf theoretisch mögliche Ereignisse zu lenken. 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 liegen 2020 günstig: Quadrantiden – Erstes Viertel, Perseiden – zunehmender Mond und Geminiden bei Neumond. Die Bedingungen zu den Höhepunkten weiterer bekannter Ströme sind ebenfalls gut: Lyriden um Neumond, Draconiden nahe dem Letzten Viertel und sowohl die Orioniden als auch die Leoniden werden durch den

---

<sup>1</sup>Grundlage 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.24). 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 Ina Rendtel, Janko Richter und Ulrich Sperberg für Ergänzungen und Anmerkungen zur deutschen Version des Kalenders.

Mond am Abendhimmel nicht gestört. Dagegen sind einige Maxima stärker durch Mondlicht beeinträchtigt: Das Maximum der  $\eta$ -Aquariiden ist kurz vor Vollmond, bei den Südlichen  $\delta$ -Aquariiden ist der zunehmende Mond recht störend und die Ursiden erreichen ihr Maximum etwa zum Ersten Viertel.

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 2020 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.

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](http://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

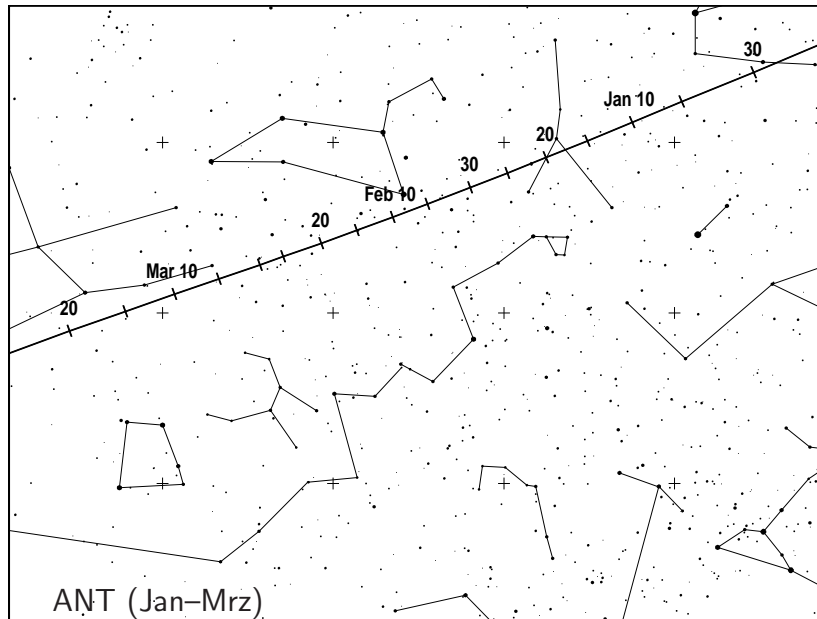
Die Antihelion-Quelle (ANT) ist ein ausgedehntes, in grober Näherung elliptisches Areal mit einer Größe von etwa  $30^\circ$  in Rektaszension und  $15^\circ$  in Deklination. Das Zentrum befindet sich rund  $12^\circ$  östlich des Sonnengegenpunktes auf der Ekliptik. Der Bereich ist also in der gesamten Nacht über dem Horizont, wobei die höchste Position in der Stunde nach Mitternacht Ortszeit erreicht wird. Es handelt sich hier nicht um einen Strom im eigentlichen Sinne, sondern um einen Komplex aus zahlreichen Meteoroiden mit nur wenig voneinander verschiedenen Orbits mit einem Aphel zwischen Mars- und Jupiter-Bahn, der praktisch im gesamten Jahr zu verfolgen ist. Die Ströme sind in einigen Listen 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 und nicht eine Vielzahl einzelner Radianten entlang der Ekliptik.

Im Juli und August sind die Radianten der  $\alpha$ -Capricorniden (001 CAP) und der Südlichen  $\delta$ -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. Um ihr Maximum und insbesondere von südlicheren Orten aus, sollte die höhere Aktivität auffallen. 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

Die **Quadrantiden (010 QUA)** eröffnen das Jahr für Beobachter auf der Nordhalbkugel mit dem erwarteten Maximum am 4. Januar, das vom Mond (etwa Erstes Viertel) wenig gestört wird. Beobachtungen der schwachen  $\gamma$  **Ursae Minoriden (404 GUM)** um den 10. Januar sind dagegen ungünstig. Meteore der **Dezember Leonis Minoriden (032 DLM)** sind noch bis Anfang Februar in zwei mondlosen Perioden Anfang bzw. Ende Januar sichtbar. Die von der südlichen Hemisphäre sichtbaren  $\alpha$  **-Centauriden (102 ACE)** um den 8. Februar gehen praktisch im Mondlicht unter. Ein Teil der  $\gamma$ -**Normiden (118 GNO)** im März kann bei dunklerem Himmel verfolgt werden.

Das Zentrum des **ANT**-Radianten befindet sich Anfang Januar im Südosten der Zwillinge und verlagert sich im Verlauf des Monats durch den Krebs und schließlich im Februar bis in den südlichen Bereich des Löwen. Im März finden wird den Schwerpunkt des ANT-Radianten in der Jungfrau (Karte auf Seite 4). Die ZHR der ANT wird anfangs meist  $< 2$  liegen. Gelegentlich können ZHRs  $\approx 2$  to 3 auftreten; nach bisherigen Daten eher um  $\lambda_{\odot} \approx 286^\circ$ – $293^\circ$  (6.–13. Januar 2020). Im März sind ZHR von  $\approx 3$  zu erwarten. Videodaten zeigen etwas höhere Raten bei  $\lambda_{\odot} \approx 355^\circ$  (17. März 2020).



Am 10. Januar 2015 um 02<sup>h</sup>50<sup>m</sup> UT zeichneten Radar- und Videobeobachter einen kurzen Ausbruch der  $\kappa$ -Cancriden (**793 KCA**) auf. Der Radiant lag bei  $\alpha = 138^\circ$ ,  $\delta = +9^\circ$  ( $\lambda_\odot = 289^\circ 315$ ). Auch in den Videodaten von 2016 konnte Aktivität nachgewiesen werden (Molau et al., 2016a). In den Folgejahren wurde kein erneutes Auftreten des Stromes beobachtet. Die gleiche Position wird 2020 zur Vollmondzeit erreicht. Dennoch sollte auf potentielle Meteore dieser Quelle am 10. Januar 2020 um 10 – 11<sup>h</sup> UT geachtet werden. Der Radiant der Antihelion-Quelle befindet sich dann bei  $\alpha = 122^\circ$ ,  $\delta = +19^\circ$ , also etwa 20° südöstlich, und die Meteore der KCA ( $V_\infty = 47$  km/s) sind schneller als die ANT ( $V_\infty = 30$  km/s).

Zwischen Ende Januar und April ist die allgemeine Meteoraktivität auf dem tiefsten Niveau des Jahres. Daher sollte die Chance zum Auffinden schwacher Quellen günstig sein. Videokameras sind sicher dafür am besten geeignet. Visuellen Beobachtern ist empfohlen, Angaben zu den Meteorspuren zu machen (Plotting, Koordinaten) für den Fall, dass Quellen entdeckt werden, die dann durch unabhängige Daten bestätigt werden könnten.

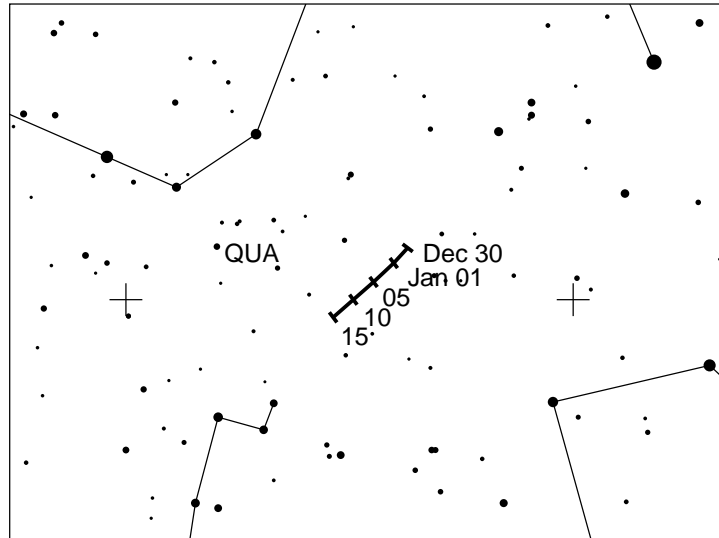
Zwei **Tagesströme** sind im ersten Quartal des Jahres zu erwarten:

Capricorniden/Sagittariiden (115 DCS) – 1. Februar, 6<sup>h</sup> UT und  $\chi$ -Capricorniden (114 DXC) – 14. Februar, 5<sup>h</sup> UT. Die Zeitangaben sind unsicher. Beide Radianten befinden sich zum Maximum nur  $< 15^\circ$  westlich der Sonne sodass keine optische Beobachtungen möglich sind.

### **Quadrantiden (010 QUA)**

Aktivität: Dezember 28 – Januar 12; Maximum: Januar 4, 08<sup>h</sup>20<sup>m</sup> UT ( $\lambda_\odot = 283^\circ 15$ ),  
 ZHR = 120 (variabel  $\approx 60 - 200$ );  
 Radiant:  $\alpha = 230^\circ$ ,  $\delta = +49^\circ$ ; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;  
 $V_\infty = 41$  km/s;  $r = 2, 1$  zum Maximum, sonst höher.

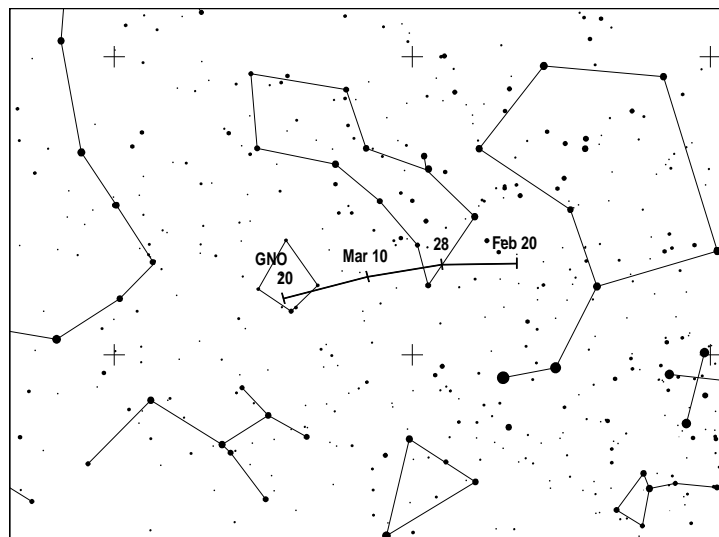
Der Mond (Erstes Viertel am 3. Januar) geht etwa um Mitternacht unter, sodass die Bedingungen für das Quadrantidenmaximum am 4. Januar günstig sind. Für Beobachter in Mitteleuropa ist der Radiant im Norden des Bootes zirkumpolar. Je nach Breite erreicht der Radiant etwa ab Mitternacht ausreichende Höhen über dem Horizont und kulminiert in der Morgendämmerung. Die erwartete Maximumszeit um 08<sup>h</sup> UT ist optimal für Beobachter in Nordamerika. Von Europa aus dürfen die Beobachter einen stetigen Anstieg der Rate bis zum Ende in der Morgendämmerung erwarten.



Die Maximums-Position bei  $\lambda_{\odot} = 283^{\circ}15$  ist aus mehreren visuellen Beobachtungsreihen abgeleitet. Flussdichteprofile aus Videodaten der letzten Jahre ergeben einen Peak bei  $\lambda_{\odot} = 283^{\circ}11$  (d.h. eine Stunde früher). Der Peak ist mit rund vier Stunden kurz. (Als Maß nutzt man die Halbwertsbreite, englisch full width at half-maximum, kurz: FWHM. In dieser Zeit übersteigt die ZHR 50% des Maximalwertes.) Wegen der Kürze kann ein einzelner Beobachter den Peak verpassen; es reichen wenige bewölkte Stunden oder ein Peak außerhalb des “Beobachtungsfensters” (zweite Nachthälfte). Im Strom, der mit dem Kleinplaneten 2003 EH<sub>1</sub> sowie dem Kometen 96P/Machholz verbunden ist, gibt es eine Sortierung der Meteoroiden nach ihrer Masse. Schwache Meteore (bevorzugt mit Radio- oder Radartechnik beobachtbar), erreichen ihr Maximum bis zu 14 Stunden vor den helleren Meteoren, die optisch beobachtet werden. Solche Masse-Sortierung trat auch in einem Vor-Maximum im Jahr 2016 auf. Gelegentlich zeigten Radiodaten ein Maximum etwa 9–12 Stunden nach dem visuellen Peak. Beobachtungen aus dem gesamten Aktivitätszeitraume sind wichtig, um Besonderheiten zu dokumentieren.

### $\gamma$ -Normiden (118 GNO)

Aktivität: Februar 25 – März 28; Maximum: März 14 ( $\lambda_{\odot} = 354^{\circ}$ ) – siehe Text; ZHR = 6;  
 Radiant:  $\alpha = 239^{\circ}$ ,  $\delta = -50^{\circ}$ , Radiantendrift: siehe Tabelle 6;  
 $V_{\infty} = 56$  km/s;  $r = 2, 4$ .



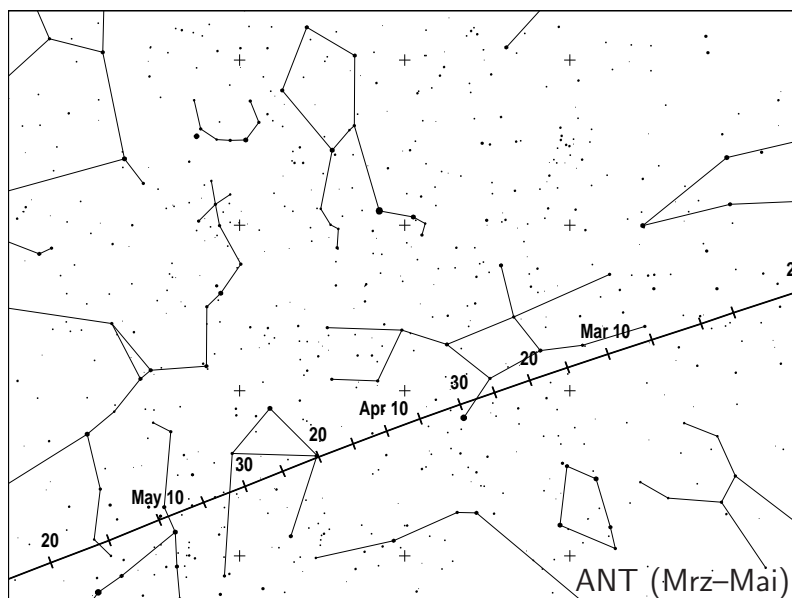
Die  $\gamma$ -Normiden sind über einen großen Teil der Aktivitätsperiode mit einer ZHR  $< 3$  kaum erkennbar. Aus IMO-Daten der Jahre 1988–2007 ergibt sich eine mittlere Peak-ZHR  $\approx 6$  bei  $\lambda_{\odot} = 354^{\circ}$  (WB, p. 19). Beobachtungen seit 1999 weisen auf einen möglichen kurzzeitigen Peak bei  $\lambda_{\odot} \approx 347^{\circ}$ – $357^{\circ}$  hin. Dieser Bereich wird 2020 zwischen dem 7. und 17. März erreicht. Video- und visuelle Beobachtungen bestätigen Aktivität von dem Radianten, doch ergeben Video-Daten von Kameras (nur Südhalbkugel), dass die Aktivität bevorzugt um den 25. März ( $\lambda_{\odot} = 4^{\circ}$ ) von einem Radianten bei  $\alpha = 246^{\circ}$ ,  $\delta = -51^{\circ}$  auftritt. Die Situation ist also unklar und erfordert weitere Beobachtungen; bevorzugt nach Mitternacht bei größerer Radiantenhöhe und nur von der Südhalbkugel aus. Mondlicht stört die Zeit um den 14. März (heller zunehmender Mond) während die spätere Periode um den 25. März nahe dem Neumond stattfindet.

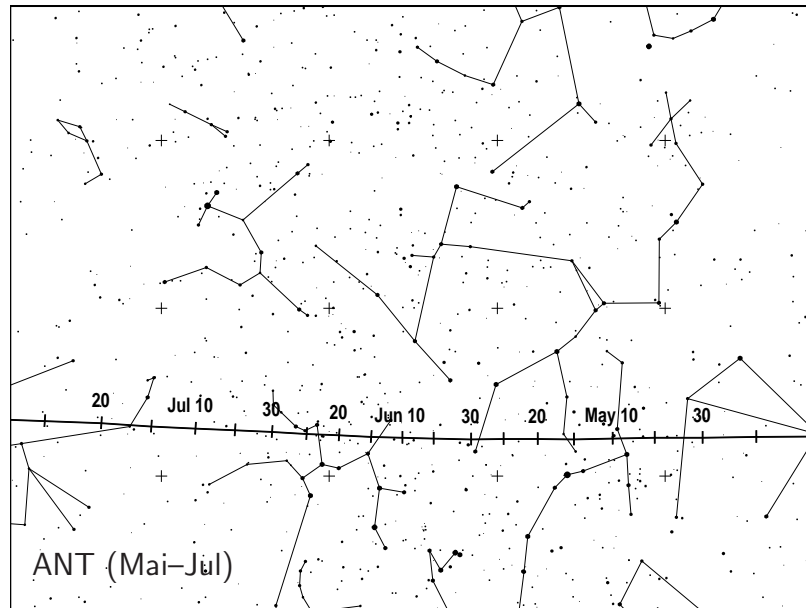
## 4 April bis Juni

Ende April nimmt die Meteoraktivität insbesondere durch optisch nicht beobachtbare Tagesströme zu; auch die optisch beobachtbare Rate steigt an. Dazu tragen die Mond-freien **Lyriden (006 LYR)**, genauer: April Lyriden) sowie  **$\pi$ -Puppiden (137 PPU)** bei. Der Anstieg zum Maximum der  **$\eta$ -Aquariiden (031 ETA)** kann bis unmittelbar an den Vollmond am 7. Mai beobachtet werden. Dagegen sind praktisch keine sinnvollen Beobachtungen der  **$\eta$ -Lyriden (145 ELY)** möglich, deren Peak am 9. Mai oder unmittelbar danach eintreten sollte. Die **Juni Bootiden (170 JBO)** erscheinen vor dem Ersten Viertel (28. Juni).

Am 24. April gegen 06<sup>h</sup>25<sup>m</sup> UT ( $\lambda_{\odot} = 34^{\circ}273$ ) ist nach Modellrechnungen von Jérémie Vaubaillon eine schwache Aktivität der  **$\alpha$ -Virginiden (021 AVB)** möglich. Verursacher ist der Kleinplanet 2010GE<sub>35</sub>. Die langsamen Meteore ( $V_{\infty} = 18$  km/s) sollten von einem Radianten bei  $\alpha = 198^{\circ}$ ,  $\delta = +7^{\circ}$  erscheinen (mehr als  $30^{\circ}$  vom ANT-Zentrum bei  $\alpha = 226^{\circ}$ ,  $\delta = -17^{\circ}$  entfernt).

Eine weitere Modellrechnung von Jérémie Vaubaillon zeigt eine Annäherung an das Apollo-Objekts 461852 (2006GY<sub>2</sub>), dessen Meteoroiden sich 2020 nur knapp außerhalb der Erdbahn befinden. Am **14. Mai 2020** nahe 22<sup>h</sup> UT ( $\lambda_{\odot} = 54^{\circ}279$ ) ist eine geringe Aktivität langsamer Meteore ( $V_{\infty} = 19$  km/s) von einem Radianten bei  $\alpha = 248^{\circ}$ ,  $\delta = +46^{\circ}$  möglich (weniger als  $2^{\circ}$  östlich des Sterns  $\tau$  Herculis). Obwohl bestenfalls eine geringe Aktivität zu erwarten ist, sind alle Daten (Bestätigung oder Negativ-Befund) zur Existenz eines Stromes und die Verbindung mit 461852 sehr willkommen.





Visuelle und Video-Daten der IMO zu den **ANT** zeigen für den Zeitraum ZHR zwischen 2 und 4 ohne merkliche Variationen. Generell deutet sich eine geringe Zunahme zum Ende Mai an, auf die eine ebenso unmerkliche Abnahme in den Juli folgt. Der Radiantenschwerpunkt verlagert sich vom Südosten der Jungfrau durch die Waage im April, weiter durch den nördlichen Teil des Skorpions und südlichen Schlangenträger im Mai bis schließlich in den Schützen im Juni.

**Tagesströme:** In der zweiten Maihälfte und im gesamten Juni kommt die intensivste Meteoraktivität von Radianten am Tageshimmel. Einzelne Meteore der Arietiden können visuell gesehen werden. Mehr dazu auf Seite 10.

Für Radiobeobachter folgen hier die erwarteten Peakzeiten (UT):

April Pisciden (144 APS) – April 22, 10<sup>h</sup>;  $\varepsilon$ -Arietiden (154 DEA) – Mai 9, 3<sup>h</sup>;

Mai Arietiden (294 DMA) – Mai 16, 4<sup>h</sup>;  $\alpha$ -Cetiden (293 DCE) – Mai 20, 3<sup>h</sup>;

Arietiden (171 ARI) – Juni 7, 4<sup>h</sup> (mehr Details siehe Seite 10);

$\zeta$ -Perseiden (172 ZPE) – Juni 9, 6<sup>h</sup>;  $\beta$ -Tauriden (173 BTA) – Juni 28, 5<sup>h</sup>.

Trennungen sind z.T. schwierig, etwa zwischen Arietiden und  $\zeta$ -Perseiden, deren Maxima sich zu einem insgesamt starken Radiosignal überlagern. Unter der Bezeichnung 293 DCE listet die IAU-Datenbank den Komplex des Tagesstromes  $\omega$ -Cetiden, während andere Listen  $\alpha$ -Cetiden angeben. Radiantenposition und Aktivität sind unsicher.

### ***Lyriden (006 LYR)***

Aktivität: April 14 – 30; Maximum: April 22, 07<sup>h</sup> UT ( $\lambda_{\odot} = 32^{\circ}32'$ , variabel – siehe Text);

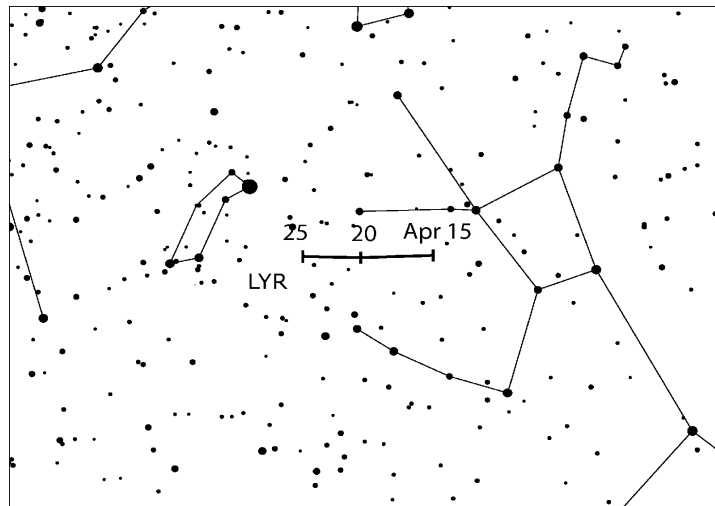
ZHR = 18 (kann variieren, bis zu 90);

Radiant:  $\alpha = 271^{\circ}$ ,  $\delta = +34^{\circ}$ ; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;

$V_{\infty} = 49$  km/s;  $r = 2,1$

Die Angabe von  $\lambda_{\odot} = 32^{\circ}32'$  (2020 April 22, 06<sup>h</sup>40<sup>m</sup> UT) entspricht dem höchsten Maximum das in *IMO*-Daten der Jahre 1988–2000 gefunden wurde. Der Zeitpunkt des Maximums variierte von Jahr zu Jahr im Intervall  $\lambda_{\odot} = 32^{\circ}0' - 32^{\circ}45'$  (entspricht 2020 April 21, 22<sup>h</sup>40<sup>m</sup> bis April 22, 09<sup>h</sup>40<sup>m</sup> UT). Auch die Aktivität war nicht konstant. Peaks an der genannten "Ideal-Position" zeigten die höchsten ZHR  $\approx 23$ . Je weiter der Peak davon abwich, umso geringer waren die ZHR, die dann nur noch  $\approx 14$  erreichten. Die mittlere Peak-ZHR im genannten 13-jährigen Zeitraum betrug 18. Desweiteren fiel auch die Dauer des Maximums unterschiedlich aus. Die FWHM (Erklärung auf Seite 5 im Abschnitt QUA) variierte zwischen 14,8 und 61,7 Stunden

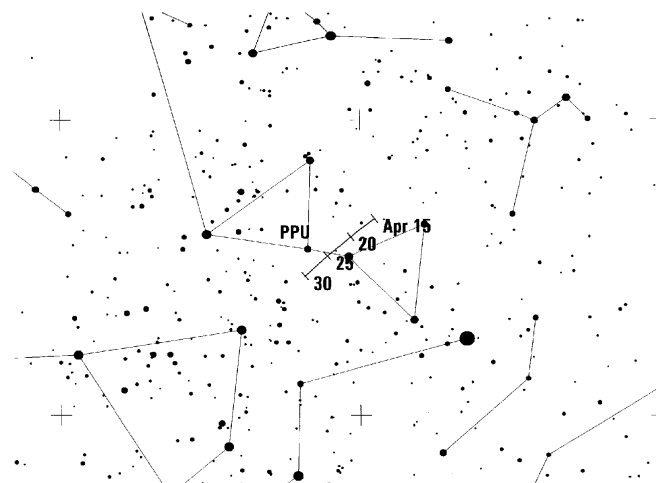
(Mittel 32,1 Stunden). Die Relationen von Peak-Position, maximaler ZHR und Peak-Breite benötigen weitere Beobachtungen. Generell sind die besten Raten nur für ein paar Stunden zu erwarten. Zur Zeit der höchsten Aktivität wurden vorrangig schwächere Lyriden registriert. 1982 trat kurzzeitig eine ZHR von 90 auf. Für 2020 gibt es seitens der Modellrechnungen keine Vorhersagen erhöhter Aktivität.



Der Radiant ist zwar in Mitteleuropa (fast) zirkumpolar, doch erreicht er erst nach etwa 22<sup>h</sup>30<sup>m</sup> Ortszeit ausreichende Höhe, oder später je weiter südlich der Beobachtungsort gelegen ist. Neumond am 23. April ergibt 2020 optimale Bedingungen. Die angegebene Aktivitätsperiode basiert auf neueren Video- und visuellen Daten, die eine signifikante Anzahl von Strommeteoren bis Ende April zeigen.

### *$\pi$ -Puppiden (137 PPU)*

Aktivität: April 15 – 28; Maximum: April 23, 12<sup>h</sup> UT ( $\lambda_{\odot} = 33^{\circ}5$ );  
 ZHR = variabel, bis zu etwa 40 möglich;  
 Radiant:  $\alpha = 110^{\circ}$ ,  $\delta = -45^{\circ}$ ; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;  
 $V_{\infty} = 18$  km/s;  $r = 2,0$ .



Aktivität dieses Stromes ist erst seit 1972 bekannt; zweimal gab es für kurze Zeit auffällige Raten: 1977 und 1982 wurden Maxima von rund 40 Meteoren pro Stunde registriert. In beiden Fällen befand sich der Verursacherkomet, 26P/Grigg-Skjellerup, in Perihelnähe. Auch 1983

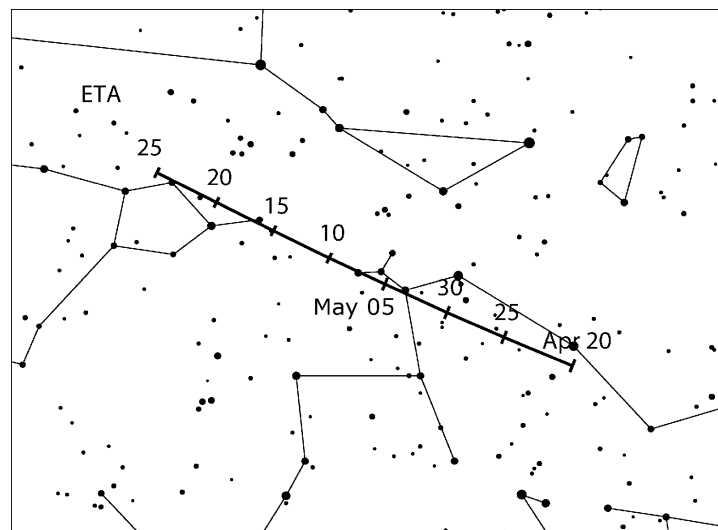


wurde eine ZHR von etwa 13 beobachtet. Während alle früheren Jahre bis auf die genannten Aktivitätsspitzen ohne sichtbare PPU-Meteore blieben, ist die geringe Rate in weiteren Jahren wohl als Beleg für die Verteilung der Meteoroiden entlang des Orbits zu verstehen. Die letzten Periheldurchgänge hatte der Komet 2013 sowie am 1. Oktober 2018. Nicht unerwartet, war in keinem der beiden Jahre Aktivität zu sehen. Auch für 2020 liegen keine Vorhersagen für erhöhte Raten vor. Die  $\pi$ -Puppiden sind praktisch nur von der südlichen Hemisphäre sichtbar. Da der Radiant (je nach Ort) vor 01<sup>h</sup> Ortszeit untergeht, kommen nur Abendbeobachtungen infrage. Daten sind dringend erwünscht, da aus den vergangenen 15 Jahren nur die Beobachtungen von 2018 und 2019 die Bestätigung einer zwar geringen, aber immerhin nachweisbaren Rate ergeben.

### *$\eta$ -Aquariiden (031 ETA)*

Aktivität: April 19 – Mai 28; Maximum: Mai 5, 21<sup>h</sup> UT ( $\lambda_{\odot} = 45^{\circ}5$ );  
 ZHR = 50 (variabel,  $\approx 40 - 85$ );  
 Radiant:  $\alpha = 338^{\circ}$ ,  $\delta = -1^{\circ}$ ; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;  
 $V_{\infty} = 66$  km/s;  $r = 2, 4$ .

Dieser Strom ist mit dem Kometen 1P/Halley assoziiert – wie die Orioniden im Oktober. Der Radiant kulminiert gegen 8<sup>h</sup> Ortszeit; Meteore der ETA sind nur gegen Morgen sichtbar. Der Strom ist einer der Höhepunkte für Beobachter auf der Südhalbkugel. Ab etwa 40° N sind gute Beobachtungen möglich. In Mitteleuropa ist das Beobachtungsfenster zwischen Aufgang des Radianten und Aufhellung durch die Morgendämmerung nur kurz. Wegen der tiefen Radiantenposition erscheinen die wenigen Meteore des Stromes mit langen Spuren (flacher Eintrittswinkel).



Ein relativ breites Maximum, gelegentlich mit Sub-Maxima, tritt am 5./6. Mai auf. Analysen von visuellen Daten der IMO seit 1984 zeigen, dass die ZHR zwischen 3. und 10. Mai generell über 30 liegt. Bei den Spitzenwerten wurde immer wieder von einer 12-Jahres-Periode gesprochen, die aber nicht bestätigt ist. Wenn eine solche mit Jupiter assoziierte Periode existiert, sollte der nächste Abschnitt mit tendenziell höheren im Intervall 2020–2022 auftreten. Die letzten Peak-ZHR waren:

2008	2009	2017	2018	2019
$\approx 85$	$\approx 70$	75	60	50 (vorläufig)

Der helle zunehmende Mond (7. Mai Vollmond) lässt eine kurze morgendliche mondfreie Zeit zum Beobachten des Anstieges zum Maximum übrig.

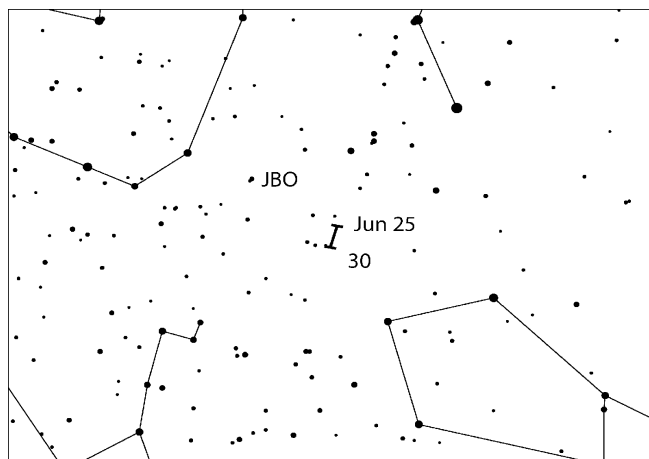
### Tages-Arietiden (171 ARI)

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  $30^{\circ}$  westlich der Sonne; optische Beobachtungen sind nur sehr eingeschränkt möglich. Der Radiant befindet sich selbst am Ende der gerade noch nutzbaren Dämmerungszeit am Morgen nur knapp über dem Horizont. Zusammen mit der dann auch merklich reduzierten Grenzgröße wird die Anzahl der sichtbaren Strommeteore für eine einzelne Videokamera oder einen visuellen Beobachter sehr gering bleiben. Im Rahmen eines seit 2014 laufenden IMO-Projekts werden alle Daten, die mit verschiedenen Methoden gewonnen wurden, zusammengefasst. Darunter sind zahlreiche Intervalle ohne ARI-Meteore. Aus den Video-Meteor-Daten ist gegenwärtig kein klares Profil erkennbar. Etwa eine Woche lang erscheint das Aktivitätsniveau sogar höher als oben angegeben. Da sich beide Korrekturfaktoren – für die Radiantenhöhe und die Grenzgröße – mit Herannahen der Morgendämmerung schnell verändern, sollten die Reports in kurze Intervalle (maximal 15 Minuten) unterteilt werden. Dabei ist die häufige Bestimmung der Grenzgröße sehr wichtig. Beobachter südlich von  $30^{\circ}\text{N}$  sind naturgemäß günstiger platziert. Weiter nördlich beginnt die Dämmerung zeitiger und der Radiant ist am Ende der möglichen Intervalle tiefer. Auch wenn viele Intervalle das Ergebnis “Null ARI” ergeben werden, sind alle Informationen wichtig. Da die Dämmerungshelligkeit der begrenzende Faktor ist, wird die Mondphase eher untergeordnete Bedeutung haben (Vollmond am 5. Juni).

### Juni Bootiden (170 JBO)

Aktivität: Juni 22 – Juli 2; Maximum: Juni 27, 22<sup>h</sup> 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;  $r = 2, 2$ .

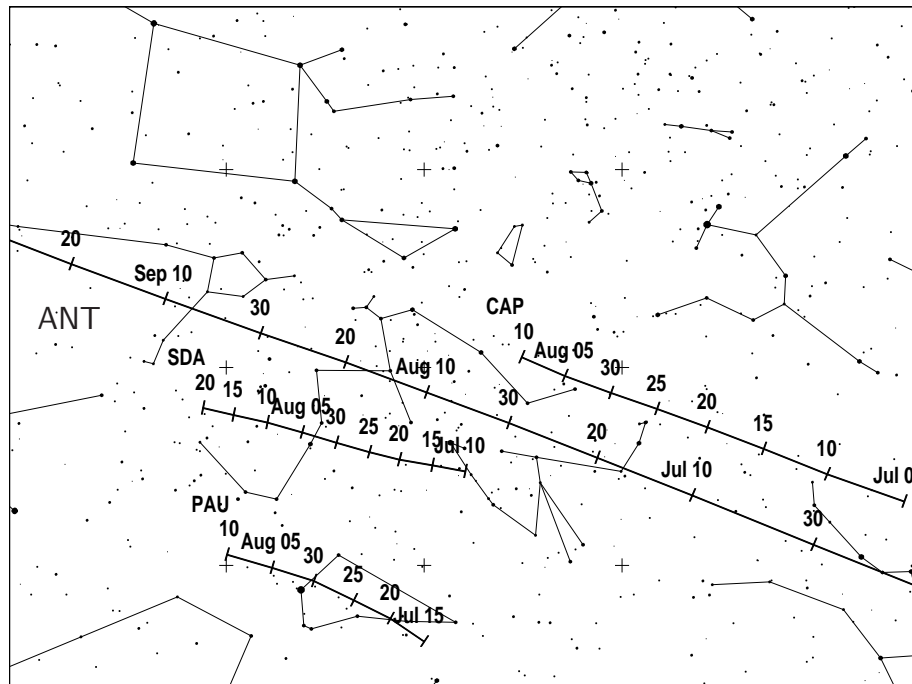


Dieser Strom steht seit seinem unerwarteten Ausbruch 1998 (mehr als einen halben Tag lang ZHR 50 – 100+) in der Arbeitsliste. Am 23. Juni 2004 fand ein Ausbruch vergleichbarer Dauer statt (ZHR  $\approx 20 - 50$ ). Die vorausberechnete Aktivität am 23./24. Juni 2010 (ZHR  $< 10$ ) ist nicht ausreichend durch Beobachtungen belegt. Vor den genannten Ereignissen wurde drei Mal – in sehr unterschiedlicher Qualität – über aktive JBO berichtet: 1916, 1921 und 1927. Aus der Zeit zwischen 1928 und 1997 gab es keine Belege für Aktivität des Stromes. Der Strom schien die Erde nicht mehr zu erreichen. Der Minimalabstand zwischen den Bahnen des Verursachers, Komet

7P/Pons-Winnecke, und der Erde beträgt gegenwärtig 0,24 AE. Der letzte Periheldurchgang war am 30. Januar 2015 (etwa 6,4 Jahre Umlaufzeit). Die beobachteten Ereignisse von 1998 und 2004 gehen auf Meteoroiden zurück, die den Kometen schon vor längerer Zeit verlassen hatten. Für 2020 sind keine Besonderheiten vorausberechnet. Dennoch möchten wir alle Beobachter ermuntern, eventuelle Aktivität während der gesamten oben genannten Periode zu verfolgen. Von mittleren nördlichen Breiten ist der Radiant während der gesamten (kurzen) Nacht über dem Horizont. In diesem Jahr erreicht der Mond das Erste Viertel am 28. Juni. Video-Daten zeigen einzelne Juni-Bootiden schon in der Zeit 20. – 25. Juni, von einem Radianten bei  $\alpha = 216^\circ$ ,  $\delta = +38^\circ$  – also südlich der 1998 und 2004 gefundenen Position. Visuell könnte die Aktivität so gering sein, dass lediglich um  $\lambda_\odot = 92^\circ$  (24. Juni 2020) ein Nachweis möglich ist.

## 5 Juli bis September

In der ersten Julihälfte sind die Meteore aus dem **ANT**-Bereich die auffallendste Quelle für visuelle Beobachter. Das Radiantengebiet verlagert sich stetig vom östlichen Bereich des Schützen durch den Nordteil des Steinbocks in den Südwest-Wassermann. Die ZHR liegen meist zwischen 2 und 3. Im Juli und August überlappen sich das große Radiantengebiet der ANT-Quelle und das der  **$\alpha$ -Capricorniden (001 CAP)**. Die geringere Winkelgeschwindigkeit der langsamen CAP sollte es jedoch erlauben, die Meteore einer der beiden Quellen zuzuordnen. Die **Südlichen  $\delta$ -Aquariiden (005 SDA)** sind schneller als die ANT. Zudem erscheinen SDA-Meteore für die nördlichen Beobachter (meist) weiter vom Radianten entfernt, was ihre Winkelgeschwindigkeit vergrößert. Der Radiant der **Piscis Austriniden (183 PAU)** ist schließlich weit genug entfernt von den ANT. Beobachter in südlicheren Breiten sind bei der Zuordnung etwas im Vorteil; für die Beobachter im Norden befinden sich die Radianten alle im horizontnahen Bereich. Der zunehmende Mond nach dem 27. Juli wird Beobachtungen im Zeitraum der höchsten Raten erschweren. Die Maxima werden am 27. Juli (PAU) und am 30. Juli (CAP, SDA) erwartet.



Der abnehmende Mond (Letztes Viertel am 11. August) sollte Beobachtungen der **Perseiden (007 PER)** insbesondere nach dem Maximum erlauben. Günstige Bedingungen gibt es dann für die  **$\kappa$ -Cygniden (012 KCG)**. Das Maximum der **Aurigiden (206 AUR)** am 31. August liegt kurz vor dem Vollmond am 2. September. Für 2020 gibt es keine Prognosen über

eventuell erhöhte Raten. Der interessanteste Strom in dem folgenden Zeitraum – die **September  $\varepsilon$ -Perseiden (208 SPE)** – ist wegen des Mondlichtes visuell schwierig zu verfolgen. Der Mond (Letztes Viertel am 10. September) befindet sich dann in weit nördlicher Position und wird die zweite Nachthälfte merklich erhellen. Jérémie Vaubaillons Berechnungen deuten eine Aktivität an, die von Staubspuren aus den Jahren 1848 und 1375 verursacht wird. Die Zeiten der Annäherung sind am 9. September um 09<sup>h</sup>55<sup>m</sup> UT und um 13<sup>h</sup>32<sup>m</sup> UT. Beobachtungen sind trotz der Mondlicht-Störung sehr willkommen.

Am 28. Juli 2016 um 00<sup>h</sup>07<sup>m</sup> UT ( $\lambda_{\odot} = 125^{\circ}132$ ) gab es einen bemerkenswerten Ausbruch der **Juli  $\gamma$ -Draconiden (184 GDR)** mit einer ZHR in der Größenordnung von 100 (in Radar- und Videodaten gefunden; Molau et al., 2016b). Dieselbe Position wird am 28. Juli 2020 um 00<sup>h</sup>30<sup>m</sup> UT wieder erreicht. Auch wenn in den letzten Jahren nichts vergleichbares registriert wurde und die Bedingungen infolge des Mondlichtes ungünstig sind, ist eine Kontrolle wichtig. Der Radiant befindet sich bei  $\alpha = 280^{\circ}$ ,  $\delta = +51^{\circ}$ , und die Meteore sind langsam ( $V_{\infty} = 27$  km/s).

Eine mögliche Aktivität der  **$\beta$ -Hydrusiden** mit einem Radianten bei  $\alpha = 23^{\circ}$ ,  $\delta = -76^{\circ}$  könnte am 16. August 2020 um 14<sup>h</sup>18<sup>m</sup> UT ( $\lambda_{\odot} = 143^{\circ}886$ ) auftreten (Tabelle 3 in Peter Jenniskens' Buch von 2006). Es gibt bislang eine Beobachtung dieses Stromes vom 16. August 1985 von einem australischen Beobachter (Jenniskens 2006, p. 346). Die Zeit des 2020-er Ereignisses beruht auf der Annahme, dass es 2020 zu einer Begegnung mit einer frischen Staubspur eines unbekanntem Kometen der Jupiterfamilie kommt. Wegen des weit südlichen Radianten kann eventuelle Aktivität ausschließlich von der Südhalbkugel gesehen werden. Die Meteoroiden treffen mit  $V_{\infty} = 24$  km/s auf die Erde.

Video-Daten aus dem Jahr 2015 zeigten praktisch während des gesamten Monats September 2015 eine Aktivität der  **$\chi$ -Cygniden (757 CCY)** mit einem schwach ausgeprägten Maximum am 14./15. September und einer ZHR von 2–3. Der Strom scheint – mit geringeren Raten – auch in früheren Jahren sichtbar gewesen zu sein. Weitere Beobachtungen sind daher von Interesse. Neumond am 17. September bringt günstige Bedingungen für optische Beobachtungen. Der Radiant der sehr langsamen Meteore ( $V_{\infty} = 19$  km/s) befindet sich bei  $\alpha = 300^{\circ}$ ,  $\delta = +31^{\circ}$ ; die Position ist in Tabelle 6 eingefügt.

Zur Erinnerung: Ab dem 10. September wird die Aktivität aus dem Ekliptik-Bereich statt den ANT nun den **Südlichen Tauriden (002 STA)** zugeordnet.

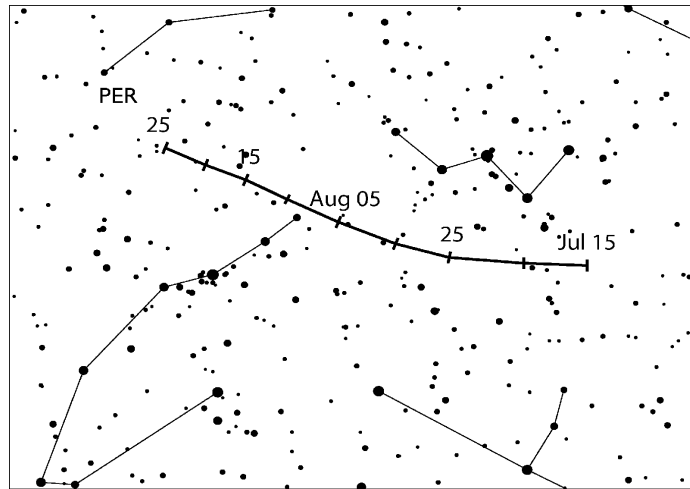
Nach der hohen Aktivität der **Tagesströme** im Mai-Juni sind für die Radio-Beobachter die  $\gamma$ -Leoniden (203 GLE; Peak am 24. August gegen 23<sup>h</sup> UT) und die **Tages-Sextantiden (221 DSX)** übrig. Um den Monatswechsel September–Oktober sind auch optische Beobachter aufgerufen, Daten der DSX zu gewinnen (siehe Seite 14).

### ***Perseiden (007 PER)***

Aktivität: Juli 17 – August 24; Maximum: August 12, 13<sup>h</sup> to 16<sup>h</sup> UT (Knoten bei  $\lambda_{\odot} = 140^{\circ}0-140^{\circ}1$ ), Bemerkungen im Text; ZHR = 110;  
 Radiant:  $\alpha = 48^{\circ}$ ,  $\delta = +58^{\circ}$ ; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;  
 $V_{\infty} = 59$  km/s;  $r = 2, 2$ .

Das mittlere oder 'traditionelle' breite Maximum liegt zwischen  $\lambda_{\odot} \approx 139^{\circ}8$  und  $140^{\circ}3$ ; das entspricht dem 12. August 2020, 08<sup>h</sup> bis 21<sup>h</sup> UT. Der Verursacher-Komet 109P/Swift-Tuttle benötigt rund 130 Jahre für einen Sonnenumlauf. Die Perseiden zeigten hohe Maxima in den 1990-er Jahren. Zuletzt gab es hohe Raten im Jahr 2016, als die Erde separate Staubspuren durchquerte. In den Daten von 2018 konnte der berechnete Durchgang durch ein Filament am 12. August nahe 20<sup>h</sup> UT ( $\lambda_{\odot} \approx 139^{\circ}79$ ) nachgewiesen werden. Unter einem Filament

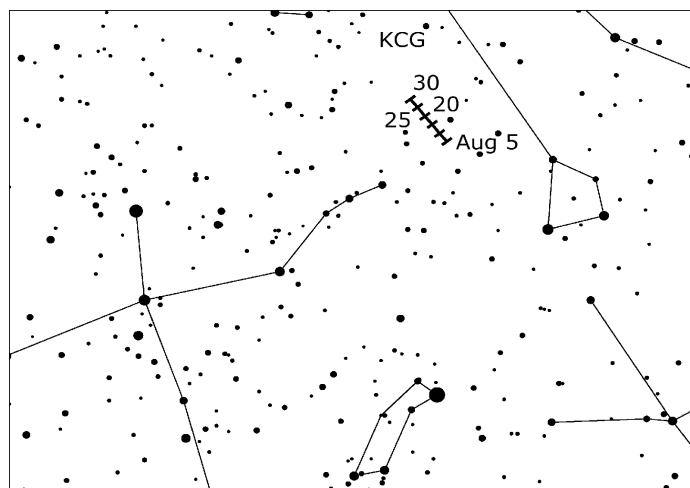
versteht man eine Ansammlung von Meteoroiden in der Nähe einer Resonanz der Umläufe der Meteoroiden und Jupiter. Ein ähnliches Filament mit einer ZHR von 100 ist in der Tabelle 5d von Jenniskens (2006) für 2020 verzeichnet. Die berechnete Position ist im Anfangsbereich der Maximumperiode bei  $\lambda_{\odot} \leq 139^{\circ}89$  (12. August 2020  $\approx 10^{\text{h}}$  UT).



Der Mond (Letztes Viertel am 11. August) erhellt insbesondere die Stunden mit hoher Radiantenposition nach Mitternacht. Visuelle Beobachter sollten direktes Mondlicht abschirmen. Generell sind die mittleren nördlichen Breiten am besten geeignet. Hier befindet sich der Radiant bereits ab etwa  $22^{\text{h}}-23^{\text{h}}$  Ortszeit in ausreichender Höhe. Sowohl von der Südhalbkugel als auch von höheren nördlichen Breiten sind die Perseiden nicht beobachtbar.

### *$\kappa$ -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;  $r = 3, 0$ .



In den Jahren 2007 und 2014 zeigten die  $\kappa$ -Cygniden erhöhte Aktivität. Von diesen beiden Ereignissen abgesehen scheint die ZHR in den letzten Jahren generell etwas anzusteigen (nach einem Minimum 1990–2005). Die gegenwärtig vorliegenden Daten lassen aber keine periodische Variation der visuellen Aktivität erkennen und für 2020 sind auch keine Besonderheiten aus Modellrechnungen zu erwarten. Daten von Videobeobachtungen (VID) deuten auf einige Diskrepanzen zu den oben angegebenen Parametern hin. Insbesondere könnte das Maximum

näher am 14. August liegen und die Aktivität auf den Zeitraum zwischen 6. und 19. August begrenzt sein. Untersuchungen von Koseki (2017) ergaben eine komplexe Radiantenstruktur mit Positionen bis zum Drachen und zur Leier. Die Radianten sind weit von anderen Quellen entfernt. Zusammen mit der geringen Geschwindigkeit sollten eine Zuordnung von Meteoriten zum KCG-Komplex leicht sein. Der Radiant ist in Mitteleuropa während der gesamten Nacht 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:  $1^{\circ}$  pro Tag;  
 $V_{\infty} = 32$  km/s;  $r = 2,5$  (unsicher).

Einige wenige Sextantiden können in der Morgendämmerung von Ende September bis Anfang Oktober auch visuell beobachtet werden. Der Radiant der DSX befindet sich rund  $30^{\circ}$  westlich der Sonne. Wie bei den bereits vorher beschriebenen Arietiden ändern sich Radiantenhöhe und Bedingungen mit zunehmender Aufhellung sehr schnell. Die Daten sollten daher in kurze Intervalle (maximal 15–20 min) aufgeteilt werden. Dabei muss die Grenzgröße in kurzen Abständen ermittelt werden. Der Zeitpunkt des Sextantiden-Maximums ist unklar. Der helle zunehmende Mond (Erstes Viertel am 24. September) beeinträchtigt Beobachtungen der DSX nahe der Morgendämmerung nicht.

## 6 Oktober bis Dezember

Im letzten Quartal können die aktiveren Ströme unter günstigen Mondlicht-Bedingungen verfolgt werden: Die **Orioniden (008 ORI)** und die **Leoniden (013 LEO)** erreichen ihre Maxima kurz nach Neumond und der Peak der **Geminiden (004 GEM)** liegt bei Neumond.

Die **Oktober Camelopardaliden (281 OCT)** zeigten eine gut nachweisbare ZHR von  $\approx 5$  am 6. Oktober 2018 um  $00^{\text{h}}30^{\text{m}}\text{UT} \pm 1.3^{\text{h}}$  ( $192^{\circ}45' \pm 0^{\circ}05'$ ). Diese Position wird wieder am 5. Oktober 2020 um  $12^{\text{h}}40^{\text{m}}$  UT erreicht (diesmal 4 Tage nach Vollmond). Aktivität wird daher schwierig visuell zu beobachten sein. Am 8. Oktober ist eine geringe zusätzliche **Draconiden**-Aktivität möglich. Weitere günstige Ziele – unter dem Gesichtspunkt Mondlicht – sind die  **$\varepsilon$ -Geminiden (023 EGE)** am 18. Oktober und die **Leonis Minoriden (022 LMI)** am 24. Oktober. Einen Monat danach liegt die Zeit für die  **$\alpha$ -Monocerotiden (246 AMO)** am 21. November ebenso günstig. Das gilt auch für die **Monocerotiden (MON)** und die  **$\sigma$ -Hydriden (HYD)** im Dezember. Dagegen sind die Bedingungen beeinträchtigt für die  **$\delta$ -Aurigiden (224 DAU)** am 11. Oktober sowie für die **November Orioniden (250 NOO)** am 28. November. Das trifft auch auf die südlichen **Phoeniciden (254 PHO)** am 2. Dezember und den Komplex der **Puppiliden (301 PUP)** um den 7. Dezember zu. Die schwachen **Comae Bereniciden (020 COM)** um den 16. Dezember können gut verfolgt werden. Die lang andauernden **Dezember Leonis Minoriden (032 DLM)** bieten bessere Bedingungen in den Zeiten entfernt von ihrem schwachen Maximum um den 20. Dezember. Zum Maximum der **Ursiden (URS)** lässt der zunehmende Mond nur noch ein kurzes Intervall am Morgen unbeleuchtet.

Die beiden Zweige der Tauriden zeigen die höchsten Raten gewöhnlich um den 10. Oktober (STA) bzw. den 12. November 12 (NTA) – beides nahe dem Letzten Viertel des Mondes. Wegen der hohen Tauriden-Raten werden alle Meteore aus dem Antihelion-Bereich den als aktiv bezeichneten Tauriden zugeordnet, bis ab 10. Dezember wieder die Zuordnung als **ANT** erfolgt. Deren Radiantenschwerpunkt verlagert sich dann im Verlauf des Monats Dezember südlich der Zwillinge ostwärts mit  $ZHR < 2$ .

Das Near Earth Object 2015 TB<sub>145</sub> ist wahrscheinlich ein inaktiver, erloschener Kometenkern. Wenn dieser in jüngerer Zeit aktiv war, könnte die Erde nach Berechnungen von Jérémie Vaubaillon einen Meteoroidenstrom am **20. Oktober 2020** um 22<sup>h</sup>09<sup>m</sup> UT ( $\lambda_{\odot} = 217^{\circ}659$ ) durchqueren. Der Radiant sollte dann bei  $\alpha = 64^{\circ}$ ,  $\delta = -3^{\circ}$  liegen; das ist weniger als  $5^{\circ}$  westlich von  $\nu$  Eridani. Je nach geografischer Breite erscheint der Radiant gegen 21<sup>h</sup> Ortszeit. Meteore sollten mittlere Geschwindigkeiten aufweisen ( $V_{\infty} = 34$  km/s).

Im Dezember 2016 wurden Beobachter auf mögliche Meteore der **66-Draconiden** vom Kleinplaneten 2001 XQ hingewiesen. In den verfügbaren visuellen Daten blieb die Aktivität unter der Nachweisgrenze. Modellrechnungen von Jérémie Vaubaillon für 2020 lassen eine erneute Begegnung mit Meteoroiden nach starken Bahnstörungen zu. Die Annäherung ist berechnet für den 4. Dezember um 05<sup>h</sup>55<sup>m</sup> UT ( $\lambda_{\odot} = 252^{\circ}26$ ). Der theoretische Radiant befindet sich bei  $\alpha = 314^{\circ}$ ,  $\delta = +60^{\circ}$ , d.h. zwischen Drache und Cepheus in einer zirkumpolaren Position für unsere mittleren nördlichen Breiten. Meteore dieses Stromes sind sehr langsam ( $V_{\infty} = 17$  km/s) sodass eine Zuordnung zweifelsfrei möglich sein sollte. Reports um diesen Zeitpunkt herum sind hoch willkommen.

### *Draconiden (009 DRA)*

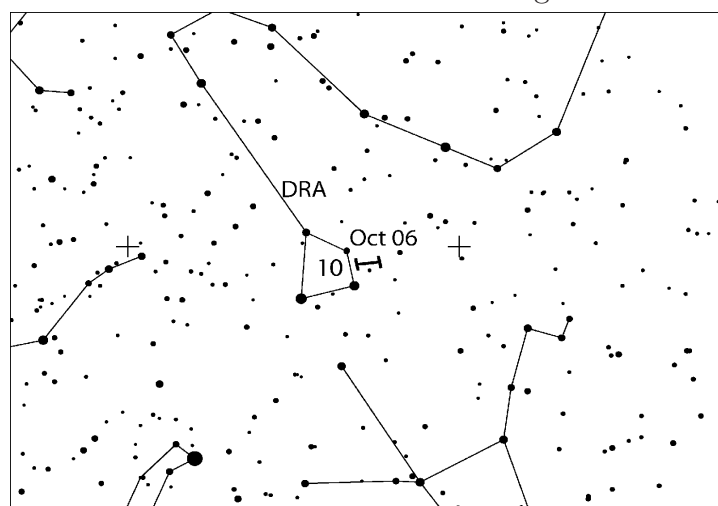
Aktivität: Oktober 6 – 10; Maximum: Oktober 8, 12<sup>h</sup>30<sup>m</sup> UT ( $\lambda_{\odot} = 195^{\circ}4$ ), siehe Text;  
 ZHR = 10+ (?);  
 Radiant:  $\alpha = 263^{\circ}$ ,  $\delta = +56^{\circ}$ ; Radiantendrift: vernachlässigbar;  
 $V_{\infty} = 21$  km/s;  $r = 2, 6$ .

Die Draconiden (auch “Oktober Draconiden”) sind als periodischer Strom bekannt, der 1933 und 1946 spektakuläre Meteorstürme verursachte. In vielen anderen Jahren gab es ZHR in der Spanne  $\approx 20$ –500+). Jüngste Ausbrüche fanden 2011 (ZHR  $\approx 300$ ) und unerwartet 2012 statt (2012 fast nur schwache Meteore vom kanadischen CMOR Meteor-Radar registriert). 2018 gabe es über rund 4 Stunden eine ZHR von 150, was die erwarteten Raten merklich übertraf. 2020 stehen zwei Staubschur-Passagen ohne Raten-Angaben auf der Liste (berechnet von Jérémie Vaubaillon; Zeiten aus der Übersicht von Jenniskens (2006):

1704 Staubschur: 7. Oktober 2020, 01<sup>h</sup>25<sup>m</sup> UT,

1711 Staubschur: 7. Oktober 2020, 01<sup>h</sup>57<sup>m</sup> UT.

Beide sind merklich vor der Position der Knotenpassage. Der Mond (Letztes Viertel am 10. Oktober) stört abends bei hohem Radiantenstand nicht – wohl aber zu den angegebenen Peak-Zeiten. Der Radiant ist zirkumpolar in Mitteleuropa, wobei die Höhe im Verlauf der Nacht merklich abnimmt. Draconiden-Meteore erscheinen sehr langsam.



**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;  $r = 2, 3$ .

Zusammen mit dem nördlichen Zweig gehören die Tauriden zu einem Komplex um den Kometen 2P/Encke. Die Tauriden stellen den größten Anteil der Meteore vom Antihelion-Bereich im gesamten (Nord-)Herbst, sodass alle ANT dann nur STA bzw. NTA zugeordnet werden werden. Die Tauriden-Radianten sollten als ovales Gebiet der Größe  $20^{\circ}$  in  $\alpha$  und  $10^{\circ}$  in  $\delta$  angenommen werden. Das Zentrum befindet sich an der für das jeweilige Datum angegebenen Position (Karte gegenüber). Wegen der relativ geringen Geschwindigkeit sind die Tauriden günstige Foto-Objekte. Desweiteren sind sie gut geeignet für das Üben von Karteneintragungen. Auch die Zuordnung zu einem der beiden Zweige auf Grundlage von Plotting kann gut trainiert werden. Der südliche Zweig erreicht sein Maximum etwa einen Monat vor dem nördlichen – 2020 etwa zum Letzten Viertel des Mondes. Der Radiant ist während der gesamten Nacht über dem Horizont.

 **$\epsilon$ -Geminiden (023 EGE)**

Aktivität: Oktober 14 – 27; Maximum: Oktober 18 ( $\lambda_{\odot} = 205^{\circ}$ ); ZHR = 3;  
 Radiant:  $\alpha = 102^{\circ}$ ,  $\delta = +27^{\circ}$ ; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;  
 $V_{\infty} = 70$  km/s;  $r = 3, 0$ .

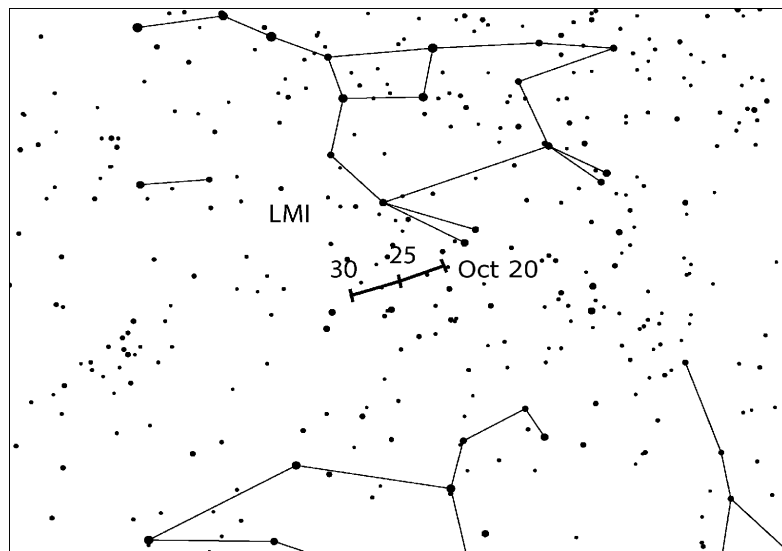
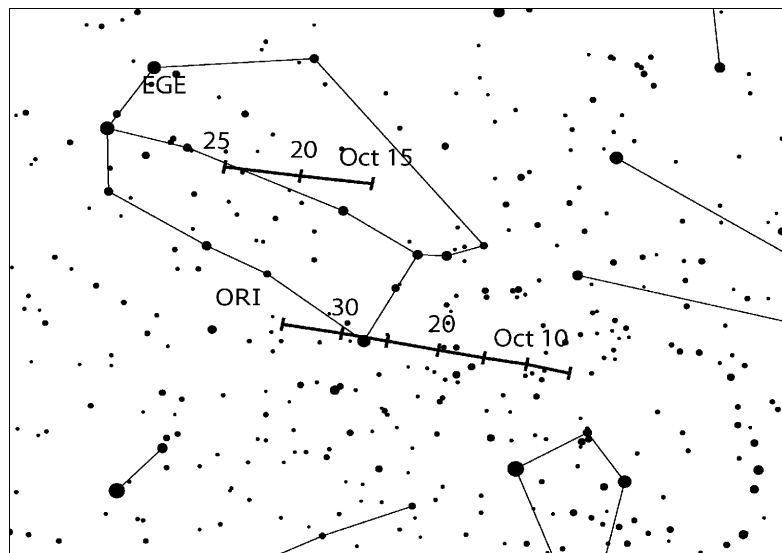
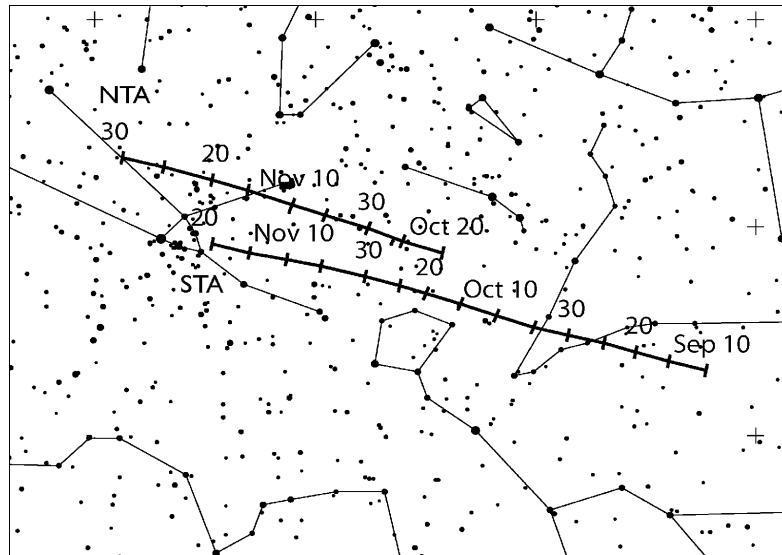
Meteore dieses kleinen Stromes unterscheiden sich in ihrem Erscheinungsbild nur wenig von den gleichzeitig aktiven Orioniden. Daher ist Sorgfalt bei der Stromzuordnung erforderlich (Karte auf Seite 17). Visuelle Beobachter können (bei geringer Rate) durch Plotting die Zuverlässigkeit der Zuordnung verbessern. Zum Maximum am 18./19. Oktober 2020 ist der Mond untergegangen bevor der Radiant eine ausreichende Höhe erreicht hat. Trotz zahlreicher Beobachtungen sind einige Angaben unsicher. Sowohl visuelle wie auch Videodaten deuten auf einen späteren Zeitpunkt (bis zu 4 Tage nach dem oben genannten Datum) der maximalen Aktivität hin.

**Orioniden (008 ORI)**

Aktivität: Oktober 2 – November 7; Maximum: Oktober 21 ( $\lambda_{\odot} = 208^{\circ}$ ); ZHR = 20+;  
 Radiant:  $\alpha = 95^{\circ}$ ,  $\delta = +16^{\circ}$ ; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;  
 $V_{\infty} = 66$  km/s;  $r = 2, 5$ .

Der zunehmende Mond geht diesmal um das Maximum weit vor Mitternacht unter. Somit sind ungestörte Beobachtungen möglich. Der Radiant ist schon vor Mitternacht Ortszeit ausreichend hoch, wobei nördlichere Orte etwas bevorzugt sind. Zwischen 2006 und 2009 fielen alle Orioniden-Maxima durch ZHR in der Größenordnung von 40–70 auf. Diese Raten hielten 2–3 Nächte lang an. Eine Analyse von IMO-Daten aus den Jahren 1984–2001 ergaben, dass sowohl die ZHR ( $\approx 14$ –31) als auch der Populationsindex  $r$  von Jahr zu Jahr variierten. Eine Periodizität aktiverer Orionidenmaxima von 12 Jahren wurde im 20. Jahrhundert vermutet. Danach sollte höhere Aktivität in den Jahren 2020–2022 auftreten. Die durchschnittliche Maximums-ZHR in den Jahren 2014–2018 war im der Spanne 20–25. Die Orioniden zeigen desöfteren kleinere Maxima, sodass der Eindruck einer etwa konstanten Rate über mehrere Nächte entsteht. In den Jahren 1993 und 1998 wurde ein Sub-Maximum mit der ZHR des Hauptpeaks am 17./18. Oktober von Europa aus registriert.





**Leonis Minoriden (022 LMI)**

Aktivität: Oktober 19–27; Maximum: Oktober 24 ( $\lambda_{\odot} = 211^{\circ}$ ); ZHR = 2;  
 Radiant:  $\alpha = 162^{\circ}$ ,  $\delta = +37^{\circ}$ ; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;  
 $V_{\infty} = 62$  km/s;  $r = 3, 0$ .

Die Rate dieses kleinen Stromes kommt kaum aus dem “Hintergrundrauschen” hinaus. Die Entdeckung geht auf Videodaten zurück; visuell ist er an der Nachweisgrenze. Der Radiant (Karte auf Seite 17) erlaubt Beobachtungen nach Mitternacht Ortszeit von Orten der Nordhalbkugel. Der wahrscheinliche Maximumstermin liegt kurz nach dem Ersten Viertel, sodass Beobachtungen gut möglich sind. Alle Daten zu dem wenig bekannten Strom sind willkommen.

**Nördliche Tauriden (017 NTA)**

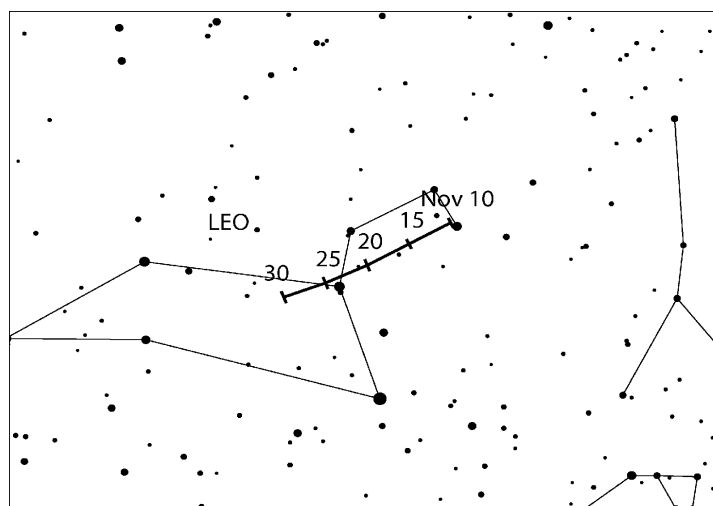
Aktivität: Oktober 20 – Dezember 10; Maximum: November 12 ( $\lambda_{\odot} = 230^{\circ}$ ); ZHR = 5;  
 Radiant:  $\alpha = 58^{\circ}$ ,  $\delta = +22^{\circ}$ ; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;  
 $V_{\infty} = 29$  km/s;  $r = 2, 3$ .

Einige Details zum nördlichen Zweig der Tauriden wurden bereits im Abschnitt zum südlichen Gegenstück gegeben: Das große Radiantengebiet, Sichtbarkeitsbedingungen usw. Auch wenn die Angabe eines Datums ein sichtbares Maximum suggeriert, haben wir es mit einem breiteren Maximum mit etwa konstanten Raten über rund 10 Tage von Anfang bis Mitte November zu tun. Letztes Viertel des Mondes am 8. November lässt Zeit für zahlreiche Beobachtungen. (Radiantendrift siehe Karte auf Seite 17.)

**Leoniden (013 LEO)**

Aktivität: November 6 – 30; Maximum: November 17, 11<sup>h</sup> UT (Knotendurchgang  $\lambda_{\odot} = 235^{\circ}27'$ ); ZHR  $\approx 10 - 20$   
 Radiant:  $\alpha = 152^{\circ}$ ,  $\delta = +22^{\circ}$ ; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;  
 $V_{\infty} = 71$  km/s;  $r = 2, 5$ .

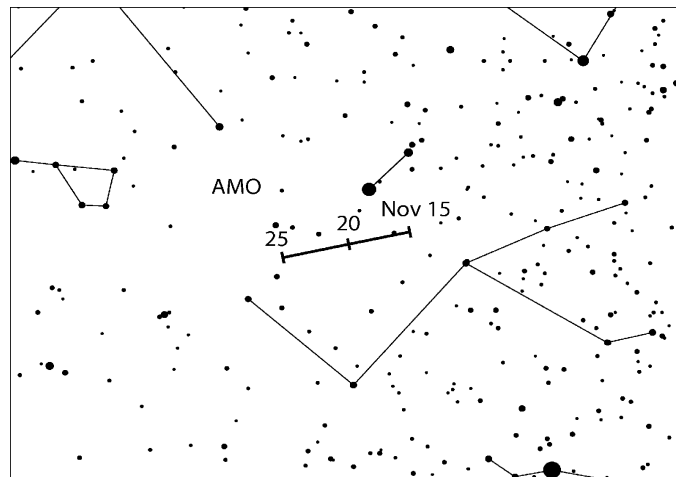
Der letzte Periheldurchgang des Leoniden-Kometen 55P/Tempel-Tuttle erfolgte 1998, liegt also mehr als zwei Jahrzehnte zurück und der Komet hat inzwischen sein Aphel passiert. Kenntnisse über die Stauffreisetzung und die Entwicklung der Staubschweife führten zu zahlreichen Prognosen und Beobachtungen. 2020 ist die Erde am 17. November in der Nähe des Bahnknotens – ohne Mondstörung.



Modellrechnungen von Mikiya Sato zeigen die Passage einiger Staubspuren im November 2020. Aktivität vornehmlich schwacher Meteore kann am 17. November in der Zeit  $06^{\text{h}}50^{\text{m}} - 08^{\text{h}}13^{\text{m}}$  UT ( $\lambda_{\odot} = 235^{\circ}100 - 235^{\circ}158$ ) auftreten. Die Meteoroiden der Staubspur von 1600 laufen dem Kometen voraus, wie auch weitere Spuren in den kommenden Jahren. Daher sind die Beobachtungen von 2020 relevant für nachfolgende Berechnungen. Weitere Annäherungen erfolgen an die Staubspuren von 901 (18. November  $00^{\text{h}}58^{\text{m}}$  UT,  $\lambda_{\odot} = 235^{\circ}852$ ) und von 1234 (20. November  $15^{\text{h}}28^{\text{m}}$  UT,  $\lambda_{\odot} = 238^{\circ}490$ ). Beide sind wahrscheinlich an der Grenze der Nachweisbarkeit, da durch Störungen die Dichte merklich reduziert wurde. Beobachtungen kann man von mitteleuropäischen Breiten aus etwa ab Mitternacht Ortszeit durchführen.

### *$\alpha$ -Monocerotiden (246 AMO)*

Aktivität: November 15 – 25; Maximum: November 21,  $12^{\text{h}}$  UT ( $\lambda_{\odot} = 239^{\circ}32$ );  
 ZHR = variabel, meist  $\leq 5$ , siehe Text;  
 Radiant:  $\alpha = 117^{\circ}$ ,  $\delta = +1^{\circ}$ ; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;  
 $V_{\infty} = 65$  km/s;  $r = 2, 4$ .



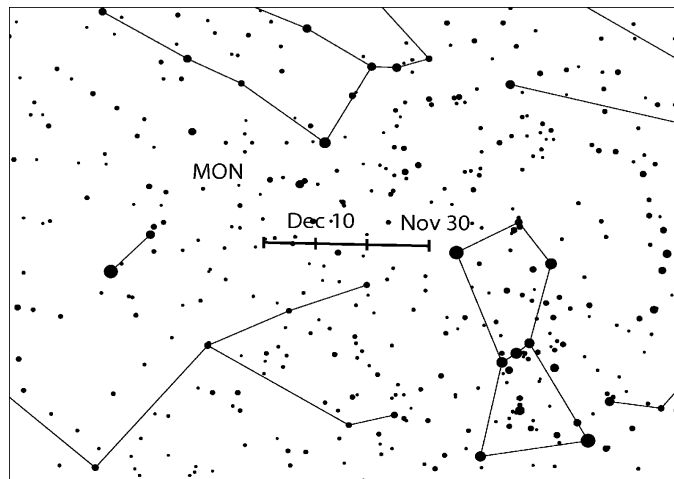
Der letzte merkliche Ausbruch der  $\alpha$ -Monocerotiden wurde 1995 beobachtet. Die Peak-ZHR von  $\approx 420$  dauerte nur etwa 5 Minuten an, der gesamte Ausbruch war nach rund 30 Minuten beendet. Modellrechnungen von Esko Lyttinen zeigen, dass die Bahn der Erde die AMO-Staubspur in den Jahren 2017 und 2020 kreuzt, jedoch zu einer Zeit wenn die Erde nicht in der Nähe des Kreuzungspunktes ist – also wird es keinen sichtbaren Ausbruch geben. Die mögliche Aktivität im November 2019 stand noch aus, als der Text verfasst wurde. Nachweisbare Aktivität im November 2019 wäre ein Hinweis, dass man auch am 21. November 2020 um  $09^{\text{h}}50^{\text{m}}$  UT ( $\lambda_{\odot} = 239^{\circ}264$ ) mit geringen Raten rechnen kann. Der nächste stärkere Ausbruch dürfte nicht vor 2043 auftreten. Wegen der vielen offenen Fragen sollten Beobachter den Zeitraum für Beobachtungen nutzen. Der Mond lässt die Zeit mit größerer Radiantenhöhe ungestört.

### *Monocerotiden (019 MON)*

Aktivität: November 27 – Dezember 20; Maximum: Dezember 9 ( $\lambda_{\odot} = 257^{\circ}$ ); ZHR = 3;  
 Radiant:  $\alpha = 100^{\circ}$ ,  $\delta = +08^{\circ}$ ; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;  
 $V_{\infty} = 42$  km/s;  $r = 3, 0$ .

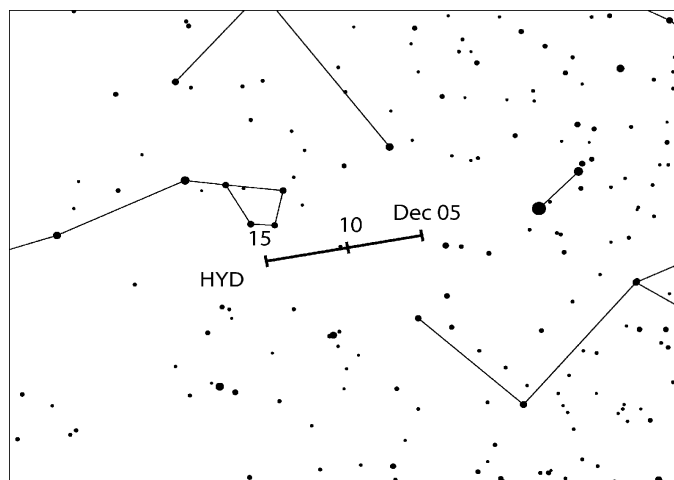
Zu diesem kleinen Strom fehlen zuverlässige Daten. In den meisten Jahren ergeben visuelle Beobachtungen ein Maximum von einer ZHR = 3 bei  $\lambda_{\odot} \approx 257^{\circ}$ ; das generelle ZHR-Niveau

liegt bei 2. In einigen Jahren wurde auch eine Erhöhung zum Geminiden-Maximum gefunden. Dieses wurde als ein Beobachtungs-Effekt betrachtet: Ein Anteil von GEM, die als MON klassifiziert wurden. Videodaten aus den Jahren 2011–2018 zeigen ein etwa  $0^{\circ}4$  breiten Peak bei  $\lambda_{\odot} \approx 262^{\circ}0'$  (d.h. 14. Dezember) mit einer ZHR von etwa 8, das mit dem Geminidenpeak zusammenfällt. Eine sorgfältige Unterscheidung von MON und GEM ist auf jeden Fall wichtig. Visuelle Beobachter sollten ihr Blickfeld so auswählen, dass die Radianten in der Rückverlängerung nicht hintereinander liegen. (Empfehlung: Blickfeld Richtung Stier am Abend oder Richtung Löwe zum Morgen.) Der Dezember-Neumond bringt perfekte Randbedingungen sowohl für die Zeit laut Liste als auch die Periode des Geminiden-Maximums; der Radiant kulminiert gegen  $01^{\text{h}}30^{\text{m}}$  Ortszeit.



### $\sigma$ -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;  $r = 2, 8$ .



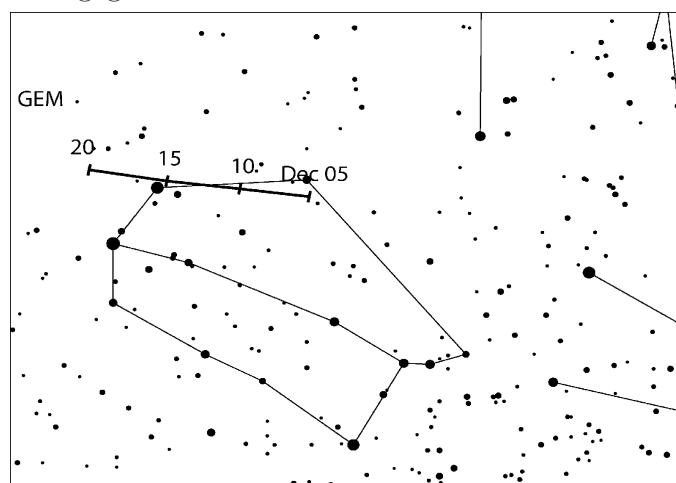
Die  $\sigma$ -Hydriden werden oft nur als kleiner Strom betrachtet, doch eine ZHR 5–8 und ein nennenswerter Anteil heller Meteore lassen den Strom auffallen. Einige visuelle Daten der IMO (WB S. 65) deuten darauf hin, dass (auch hier) das Maximum näher am 14. Dezember liegt ( $\lambda_{\odot} \approx 262^{\circ}$ ). Wie bereits bei den MON beschrieben, könnte es sich um fehlerhafte Zuordnungen handeln. In den neueren visuellen Daten aus den Jahren 2010–2018 ist das Maximum am

9. Dezember zu finden ( $\lambda_{\odot} \approx 257^{\circ}$ ). Ein Anstieg zum Geminidenmaximum ist nur in einzelnen Fällen erkennbar. Dagegen zeigen Daten von VID ein früheres Maximum am 6. Dezember ( $\lambda_{\odot} \approx 254^{\circ}$ ) sowie eine erkennbare Aktivität bis zum 24. Dezember. Eine sorgfältige Wahl des Blickfeldes hilft, um HYD und GEM unterscheiden zu können. Der Radiant der HYD ist bereits am späteren Abend über dem Horizont.

### *Geminiden (004 GEM)*

Aktivität: Dezember 4 – 17; Maximum: Dezember 14, 00<sup>h</sup>50<sup>m</sup> UT ( $\lambda_{\odot} = 262^{\circ}2$ ); ZHR = 150;  
 Radiant:  $\alpha = 112^{\circ}$ ,  $\delta = +33^{\circ}$ ; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;  
 $V_{\infty} = 35$  km/s;  $r = 2,6$  – im Maximum  $r = 2,2$ .

Das breite Maximum wird am 14. Dezember erreicht, zentriert um 01<sup>h</sup> UT. Der Radiant geht abends zeitig auf, sodass in mittleren nördlichen Breiten die gesamte Nacht hindurch beobachtet werden kann; er kulminiert gegen 02<sup>h</sup> Ortszeit.

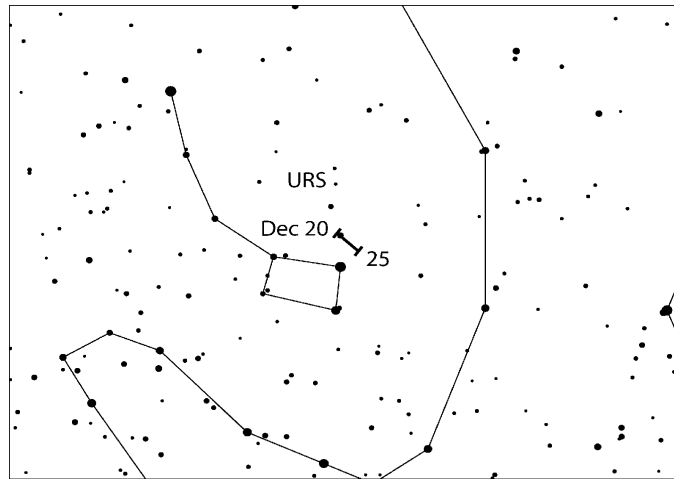


Die Peak-Zeit zeigt nur wenig Variation; alle gut dokumentierten Maxima der letzten zwei Jahrzehnte (WB, S. 66) traten im Intervall von  $\lambda_{\odot} = 261^{\circ}5$  bis  $262^{\circ}4$  auf. Das entspricht 2020 dem Zeitraum 13. Dezember 08<sup>h</sup> bis 14. Dezember 06<sup>h</sup> UT. Die Peak-ZHR nahmen in den letzten Jahren leicht zu und erreichten stets 140–150. Hohe Geminiden-Raten dauern einige Stunden lang an, sodass (fast) jeder in den Genuss hoher ZHR kommen kann. Die Meteoroiden sind im Strom nach ihrer Masse sortiert: Die schwachen Meteore erreichen ihr Maximum fast einen Tag vor dem visuellen Maximum.

### *Ursiden (015 URS)*

Aktivität: Dezember 17 – 26; Maximum: Dezember 22, 09<sup>h</sup> UT ( $\lambda_{\odot} = 270^{\circ}7$ ) und weitere Bemerkungen im Text; ZHR = 10 (gelegentlich variabel bis zu 50);  
 Radiant:  $\alpha = 217^{\circ}$ ,  $\delta = +76^{\circ}$ ; Radiantendrift: siehe Tabelle 6;  
 $V_{\infty} = 33$  km/s;  $r = 2,8$ .

Obwohl lange bekannt und von „mittlerer Aktivität“, sind die Daten zu diesem Strom lückenhaft. In den letzten 70 Jahren gab es mindestens zwei große Ausbrüche: 1945 und 1986. Einige Ereignisse können durchaus verpasst worden sein. Höhere Raten wurden in den Jahren zwischen 2006 und 2008 beobachtet. (Komet 8P/Tuttle zuletzt im Perihel am 27. Januar 2008). Besondere Aktivität trat aber auch auf, als der Komet in Aphelnähe war – so auch die leicht erhöhten Raten in den Videodaten von 2014 und 2015.



Für 2020 listet Jenniskens (2006) Annäherungen an zwei Staubschweifen auf, basierend auf Berechnungen von Lyytinen sowie ein Filament von Meteoroiden in einer Resonanzstelle. Die dazu gehörenden Zeiten sind:

829 Staubschweif, 22. Dezember 06<sup>h</sup>10<sup>m</sup> UT (270°57)

815 Staubschweif, 22. Dezember 03<sup>h</sup> – 22<sup>h</sup> UT (270°44)

Filament, 22. Dezember 05<sup>h</sup>27<sup>m</sup> UT (270°54)

In der Tabelle stehen ZHR von 490 bzw. 420 für die Staubschweife und 34 für das Filament. Sowohl die Zeit als auch die Raten geben wichtige Informationen über die Modellparameter.

Mikiya Sato findet zwei Perioden in denen beobachtbare Aktivität zu erwarten ist:

719 + 733 Staubschweife, 22. Dezember 03<sup>h</sup>15<sup>m</sup> – 03<sup>h</sup>40<sup>m</sup> UT (270°449 – 270°463)

801 Staubschweif, 22. Dezember 17<sup>h</sup>31<sup>m</sup> UT (271°053)

Vergleicht man die Prognosen und Ergebnisse vergangener Ereignisse, sollte man wahrscheinlich nur wenig Aktivität erwarten.

Der Ursiden-Radiant ist zirkumpolar für mitteleuropäische Regionen mit den größten Höhen nach Mitternacht. Der Mond (Erstes Viertel am 21. Dezember) und die langen Mittwinternächte erlauben mehrere Stunden Beobachtung ohne Störung.

## 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 ( $^\circ/s$ ) 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 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  $V_\infty$ . 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 ( $V_\infty$ ). Alle Winkelgeschwindigkeiten in  $^\circ/s$ . Zwischenwerte bitte interpolieren.

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

## 8 Quellen und Abkürzungen

### Quellen:

- Jenniskens P., 2006: Meteor showers and their parent comets. Cambridge Univ. Press  
 Koseki M., 2014: Various meteor scenes II: Cygnid-Draconid Complex ( $\kappa$ -Cygnids), *WGN* **42**, 181–197.  
 Molau S., Crivello S., Goncalves R., Saraiva C., Stomeo E., Kac J., 2016a: Results of the IMO Video Meteor Network – Februar 2016, *WGN* **44**, 116–119.  
 Molau S., Crivello S., Goncalves R., Saraiva C., Stomeo E., Kac J., 2016b: Results of the IMO Video Meteor Network – Juli 2016, *WGN* **44**, 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**, 98–121  
 Rendtel J., 2014: Meteor Observers Workbook 2014, IMO, 2014

### Abkürzungen:

- $\alpha$ ,  $\delta$ : Koordinaten der Stromradianten zum Zeitpunkt des Maximums.  $\alpha$  – Rektaszension,  $\delta$  – 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.  
 $\lambda_{\odot}$ : Sonnenlänge – Angabe der Erdposition auf ihrem Umlauf um die Sonne, gezählt ab dem Frühlingspunkt. Werte der  $\lambda_{\odot}$  beziehen sich auf das Äquinoktium 2000.0.  
 $V_{\infty}$ : 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: Mond- und Strom-Daten

Tabelle 4. Mondphasen im Jahr 2020.

Neumond	Erstes Viertel	Vollmond	Letztes Viertel
	Januar 3	Januar 10	Januar 17
Januar 24	Februar 2	Februar 9	Februar 15
Februar 23	März 2	März 9	März 16
März 24	April 1	April 8	April 14
April 23	April 30	Mai 7	Mai 14
Mai 22	Mai 30	Juni 5	Juni 13
Juni 21	Juni 28	Juli 5	Juli 13
Juli 20	Juli 27	August 3	August 11
August 19	August 25	September 2	September 10
September 17	September 24	Oktober 1	Oktober 10
Oktober 16	Oktober 23	Oktober 31	November 8
November 15	November 22	November 30	Dezember 8
Dezember 14	Dezember 21	Dezember 30	



**Tabelle 5. Arbeitsliste der visuellen Meteorströme.** Details in dieser Tabelle Stand Oktober 2019. Die Maximumsdaten gelten für das Jahr 2020. Außer der Antihelion-Quelle sind alle Ströme nach dem Maximumszeitpunkt sortiert. Das Maximum der Puppide-Veliden steht in Klammern, da es sich nur um ein Referenzdatum für die Radiantenposition handelt. Die ZHR der Ströme kann von Jahr zu Jahr variieren – es 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	Activity	Maximum			Radiant		$V_{\infty}$ km/s	$r$	ZHR
		Datum	$\lambda_{\odot}$	$\alpha$	$\delta$				
Antihelion Quelle (ANT)	Dez 10–Sep 10 –	März–April, Ende Mai, Ende Jun			siehe Tab. 6		30	3,0	4
Quadrantiden (010 QUA)	Dez 28–Jan 12	Jan 04	283°15	230°	+49°	41	2,1	110	
$\gamma$ -Ursae Minoriden (404 GUM)	Jan 10–Jan 22	Jan 19	298°	228°	+67°	31	3,0	3	
$\alpha$ -Centauriden (102 ACE)	Jan 31–Feb 20	Feb 08	319°2	210°	−59°	58	2,0	6	
$\gamma$ -Normiden (118 GNO)	Feb 25–Mar 28	Mar 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	
$\pi$ -Puppiden (137 PPU)	Apr 15–Apr 28	Apr 23	33°5	110°	−45°	18	2,0	Var	
$\eta$ -Aquariiden (031 ETA)	Apr 19–Mai 28	Mai 05	45°5	338°	−01°	66	2,4	50	
$\eta$ -Lyriden (145 ELY)	Mai 03–Mai 14	Mai 08	48°0	287°	+44°	43	3,0	3	
Dayt. Arietiden (171 ARI)	Mai 14–Jun 24	Jun 07	76°6	44°	+24°	38	2,8	30	
Juni Bootiden (170 JBO)	Jun 22–Jul 02	Jun 27	95°7	224°	+48°	18	2,2	Var	
Piscis Austr. (183 PAU)	Jul 15–Aug 10	Jul 27	125°	341°	−30°	35	3,2	5	
S. $\delta$ -Aquariiden (005 SDA)	Jul 12–Aug 23	Jul 29	127°	340°	−16°	41	2,5	25	
$\alpha$ -Capricorniden (001 CAP)	Jul 03–Aug 15	Jul 29	127°	307°	−10°	23	2,5	5	
Perseiden (007 PER)	Jul 17–Aug 24	Aug 12	140°0	48°	+58°	59	2,2	100	
$\kappa$ -Cygneiden (012 KCG)	Aug 03–Aug 25	Aug 17	145°	286°	+59°	25	3,0	3	
Aurigiden (206 AUR)	Aug 28–Sep 05	Aug 31	158°6	91°	+39°	66	2,5	6	
Sep. $\varepsilon$ -Perseiden (208 SPE)	Sep 05–Sep 21	Sep 09	166°7	48°	+40°	64	3,0	5	
Tages Sextantiden (221 DSX)	Sep 09–Oct 09	Sep 27	184°3	152°	+00°	32	2,5	5	
Oct. Camelopard. (281 OCT)	Oct 05–Oct 06	Oct 05	192°58	164°	+79°	47	2,5	5	
Draconiden (009 DRA)	Oct 06–Oct 10	Oct 08	195°4	262°	+54°	20	2,6	10	
S. Tauriden (002 STA)	Sep 10–Nov 20	Oct 10	197°	32°	+09°	27	2,3	5	
$\delta$ -Aurigiden (224 DAU)	Oct 10–Oct 18	Oct 11	198°	84°	+44°	64	3,0	2	
$\varepsilon$ -Geminiden (023 EGE)	Oct 14–Oct 27	Oct 18	205°	102°	+27°	70	3,0	3	
Orioniden (008 ORI)	Oct 02–Nov 07	Oct 21	208°	95°	+16°	66	2,5	20	
Leonis Minoriden (022 LMI)	Oct 19–Oct 27	Oct 24	211°	162°	+37°	62	3,0	2	
N. Tauriden (017 NTA)	Oct 20–Dec 10	Nov 12	230°	58°	+22°	29	2,3	5	
Leoniden (013 LEO)	Nov 06–Nov 30	Nov 17	235°27	152°	+22°	71	2,5	15	
$\alpha$ -Monocerotiden (246 AMO)	Nov 15–Nov 25	Nov 21	239°32	117°	+01°	65	2,4	Var	
Nov. Orioniden (250 NOO)	Nov 13–Dec 06	Nov 28	246°	91°	+16°	44	3,0	3	
Phoeniciden (254 PHO)	Nov 28–Dec 09	Dec 02	250°0	18°	−53°	18	2,8	Var	
Puppide-Veliden (301 PUP)	Dec 01–Dec 15	(Dec 07)	(255°)	123°	−45°	40	2,9	10	
Monocerotiden (019 MON)	Dec 05–Dec 20	Dec 09	257°	100°	+08°	41	3,0	3	
$\sigma$ -Hydriden (016 HYD)	Dec 03–Dec 20	Dec 09	257°	125°	+02°	58	2,8	7	
Geminiden (004 GEM)	Dec 04–Dec 20	Dec 14	262°2	112°	+33°	35	2,6	150	
Comae Berenic. (020 COM)	Dec 12–Dec 23	Dec 16	264°	175°	+18°	65	3,0	3	
Dez. L. Minoriden (032 DLM)	Dec 05–Feb 04	Dec 19	268°	161°	+30°	64	3,0	5	
Ursiden (015 URS)	Dec 17–Dec 26	Dec 22	270°7	217°	+76°	33	2,8	10	

**Table 6** (nächste Seite). Radiantenpositionen im Jahresverlauf in  $\alpha$  und  $\delta$ .

Date	ANT	QUA	DLM						
Jan 0	112° +21°	228° +50°	172° +25°						
Jan 5	117° +20°	231° +49°	176° +23°			<b>GUM</b>			
Jan 10	122° +19°	234° +48°	180° +21°			220°	+71°		
Jan 15	127° +17°		185° +19°			224°	+69°		
Jan 20	132° +16°		189° +17°			228°	+67°		
Jan 25	138° +15°		193° +15°			232°	+65°		
Jan 30	143° +13°		198° +12°	<b>ACE</b>		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°	<b>GNO</b>				225°	-63°		
Feb 28	172° +2°	225° -51°							
Mar 5	177° 0°	230° -50°							
Mar 10	182° -2°	235° -50°							
Mar 15	187° -4°	240° -50°							
Mar 20	192° -6°	245° -49°							
Mar 25	197° -7°	250° -49°							
Mar 30	202° -9°	255° -49°							
Apr 5	208° -11°								
Apr 10	213° -13°	<b>LYR</b>	<b>PPU</b>	<b>ETA</b>					
Apr 15	218° -15°	263° +34°	106° -44°	323° -7°					
Apr 20	222° -16°	269° +34°	109° -45°	328° -5°					
Apr 25	227° -18°	274° +34°	111° -45°	332° -3°		<b>ELY</b>			
Apr 30	232° -19°	279° +34°		337° -1°		283°	+44°		
Mai 05	237° -20°			341° +1°		288°	+44°		
Mai 10	242° -21°			345° +3°		293°	+45°		
Mai 15	247° -22°			349° +5°					
Mai 20	252° -22°			353° +7°					
Mai 25	256° -23°								
Mai 30	262° -23°	<b>ARI</b>							
Jun 5	267° -23°	42° +24°							
Jun 10	272° -23°	47° +24°							
Jun 15	276° -23°								
Jun 20	281° -23°	<b>JBO</b>							
Jun 25	286° -22°	223° +48°							
Jun 30	291° -21°	225° +47°		<b>CAP</b>					
Jul 5	296° -20°		285° -16°	<b>SDA</b>					
Jul 10	300° -19°	<b>PER</b>	289° -15°	325° -19°		<b>PAU</b>			
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°	<b>KCG</b>	
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°	<b>AUR</b>	356° -11°				286°	+59°
Aug 25	344° -5°	63° +58°	85° +40°					288°	+60°
Aug 30	349° -3°		90° +39°	<b>SPE</b>		<b>CCY</b>		289°	+60°
Sep 5	355° -1°	<b>STA</b>	96° +39°	43° +40°		293° +29°			
Sep 10	0° +1°	12° +3°	102° +39°	48° +40°		297° +30°			
Sep 15		15° +4°		53° +40°		301° +31°			
Sep 20		18° +5°	<b>DSX</b>	59° +41°		305° +32°			
Sep 25		21° +6°	150° 0°			309° +33°			
Sep 30		25° +7°	155° 0°	<b>ORI</b>				<b>OCT</b>	
Okt 5		28° +8°		85° +14°		<b>DAU</b>		164°	+79°
Okt 10		32° +9°	<b>EGE</b>	88° +15°		82° +45°		<b>DRA</b>	
Okt 15		36° +11°	99° +27°	91° +15°		87° +43°		262° +54°	
Okt 20	<b>NTA</b>	40° +12°	104° +27°	94° +16°		92° +41°		<b>LMI</b>	
Okt 25	38° +18°	43° +13°	109° +27°	98° +16°				158° +39°	
Okt 30	43° +19°	47° +14°		101° +16°				163° +37°	
Nov 5	47° +20°	52° +15°		105° +17°				168° +35°	
Nov 10	52° +21°	56° +15°	<b>NOO</b>			<b>LEO</b>			
Nov 15	56° +22°	60° +16°	81° +16°			147° +24°		<b>AMO</b>	
Nov 20	61° +23°	64° +16°	84° +16°			150° +23°		112° +2°	
Nov 25	65° +24°		88° +16°			153° +21°		116° +1°	
Nov 30	70° +24°	<b>GEM</b>	92° +16°	<b>PHO</b>		156° +20°		<b>PUP</b>	
Dez 5	74° +24°	103° +33°	149° +37°	14° -52°		159° +19°		120° -45°	
Dez 10	85° +23°	108° +33°	153° +35°	18° -53°		122° +3°		122° -45°	
Dez 15	90° +23°	113° +33°	157° +33°	22° -53°		126° +2°		125° -45°	
Dez 20	96° +23°	118° +32°	161° +31°	174° +19°		130° +1°		128° -45°	
Dez 25	101° +23°		166° +28°	177° +18°		134° 0°		217° +76°	
Dez 30	106° +22°		170° +26°	180° +16°		<b>HYD</b>		217° +74°	
Dez 30	111° +21°			<b>COM</b>		<b>URS</b>		<b>MON</b>	
	<b>ANT</b>	<b>QUA</b>	<b>DLM</b>						

**Table 6a. Radiantenpositionen im Jahresverlauf in  $\alpha$  und  $\delta$  für Quellen möglicher Aktivität, die im Text beschrieben werden.**

Strom (oder Ursprung)	Aktivität Datum	$\lambda_{\odot}$ 2000	Radiant		Details Seite
			$\alpha$	$\delta$	
$\kappa$ -Cancriden (793 KCA)	Jan 10	289°315	138°	+9°	4
$\alpha$ -Virginiden (021 AVB)	Apr 24	34°273	198°	+7°	6
461852 ( $\tau$ Her)	Mai 14	54°279	248°	+46°	6
Juli $\gamma$ -Draconiden (184 GDR)	Jul 28	125°132	280°	+51°	12
$\beta$ -Hydrusiden	Aug 16	143°886	23°	-76°	12
2015 TB <sub>145</sub> ( $\nu$ Eri)	Okt 20	217°659	64°	-3°	15
2001XQ (66 Draconiden)	Dez 04	252°26	314°	+60°	15

**Tabelle 7. Arbeitsliste der Tagesströme (Radio-Ströme).** Entsprechend der Benennungsregeln müsste vor jeder Bezeichnung ‘Tages-’ stehen, was hier vereinfachend weggelassen wurde. 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: L – 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.

Shower	Activity	Max Date	$\lambda_{\odot}$ 2000	Radiant		Rate
				$\alpha$	$\delta$	
Capricorniden/Sagittariiden (115 DCS)	Jan 13–Feb 04	Feb 01*	312°5	299°	-15°	M*
$\chi$ -Capricorniden (114 DXC)	Jan 29–Feb 28	Feb 14*	324°7	315°	-24°	L*
April Pisciden (144 APS)	Apr 20–Apr 26	Apr 22	32°5	9°	+11°	L
$\varepsilon$ -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
$\sigma$ -Cetiden (293 DCE)	Mai 05–Jun 02	Mai 20	59°3	28°	-4°	M*
Arietiden (171 ARI)	Mai 14–Jun 24	Jun 07	76°6	42°	+25°	H
$\zeta$ -Perseiden (172 ZPE)	Mai 20–Jul 05	Jun 09*	78°6	62°	+23°	H
$\beta$ -Tauriden (173 BTA)	Jun 05–Jul 17	Jun 28	96°7	86°	+19°	M
$\gamma$ -Leoniden (203 GLE)	Aug 14–Sep 12	Aug 25	152°2	155°	+20°	L*
Sextantiden (221 DSX)	Sep 09–Oct 09	Sep 27*	184°3	152°	0°	M*

## 10 Adressen

### Beobachter in Deutschland:

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

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

Man kann in beiden Fällen auch Daten anderer Beobachter übermitteln.

**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](http://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 den Spam-Filter passieren kann):

Feuerkugeln/helle Meteore: [fireball@imo.net](mailto:fireball@imo.net)

Meteorfotografie: [photo@imo.net](mailto:photo@imo.net)

Forward-scatter Radiobeobachtung: [radio@imo.net](mailto:radio@imo.net)

Video-Meteorbeobachtung: [video@imo.net](mailto:video@imo.net)

Visuelle Beobachtung: [visual@imo.net](mailto: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](mailto: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](mailto:f6agr@orange.fr)

**Video Commission** Sirko Molau, Abenstalstraße 13b, D-84072 Seysdorf, Germany; e-mail: [sirko@molau.de](mailto:sirko@molau.de)

**Visual Commission:** Rainer Arlt, Leibniz-Institut f. Astrophysik, An der Sternwarte 16, D-14482 Potsdam, Germany; e-mail: [rarlt@aip.de](mailto:rarlt@aip.de)

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

[www.imo.net](http://www.imo.net) → "Join the IMO"

Alternativ oder für zusätzliche Informationen und Anfragen ist der Secretary-General ansprechbar: [lunro.imo.usa@cox.net](mailto: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.