

Visuelle Meteorbeobachtung

Autor(en): **Buchmann, Andreas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **61 (2003)**

Heft 315

PDF erstellt am: **24.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-898387>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Visuelle Meteorbeobachtung

ANDREAS BUCHMANN

Einleitung

Meteore gehören (neben Mond und Kometen) zu den wenigen Objekten am Himmel, deren Bewegung sich von blosssem Auge feststellen lässt. Dennoch wurden sie früher von Amateuren selten systematisch beobachtet: Ihr Auftreten wurde zwar bestaunt, aber meist schnell wieder vergessen. Bei dunklem, freiem Himmel sind sie aber gar nicht so selten: In der zweiten Jahreshälfte kann man gegen Morgen etwa alle 4 – 6 Minuten eine Sternschnuppe sehen, und die Meteore, die zu bekannten Strömen gehören, kommen noch dazu. Abends sieht man meist deutlich weniger (etwa 2 – 4 Meteore pro Stunde), weil sich die Nachthemisphäre der Erde morgens gegen die Bahnrichtung zubewegt und daher mehr Meteore «aufgesammelt» werden.

Meteore beobachten sich am kurzweiligsten von blosssem Auge. Das Fotografieren ist wegen der zu geringen Empfindlichkeit sehr mühsam, Beobachtung mit Video liefert zwar sehr wertvolle Daten, ist aber technisch ziemlich anspruchsvoll. Beobachtung mit Radar ist wohl auch eher wenigen Amateuren vorbehalten. Zur visuellen Beobachtung braucht man nur gute Augen, eine Uhr und Schreibmaterial oder ein Tape.

Die International Meteor Organization (IMO)

Ausgehend von einigen belgischen Enthusiasten bildete sich im Lauf der achtziger Jahre ein weltumspannendes Netz von Beobachtern, die «International Meteor Organization» (IMO). In ihr arbeiten Berufsastronomen eng mit Amateuren zusammen. Die von der IMO gesammelten visuellen Daten kommen in die grösste Meteordatenbank der Welt, der «Visual Meteor Database» (VMDB). Diese enthält allein für das Jahr 2001 7734 Beobachtungsstunden von 757 Beobachtern aus 47 verschiedenen Ländern, die zusammen 334304 Meteore sahen. Aus der Schweiz lieferte nur ein Beobachter Daten (Vergleich: Polen 61, Malta 4).

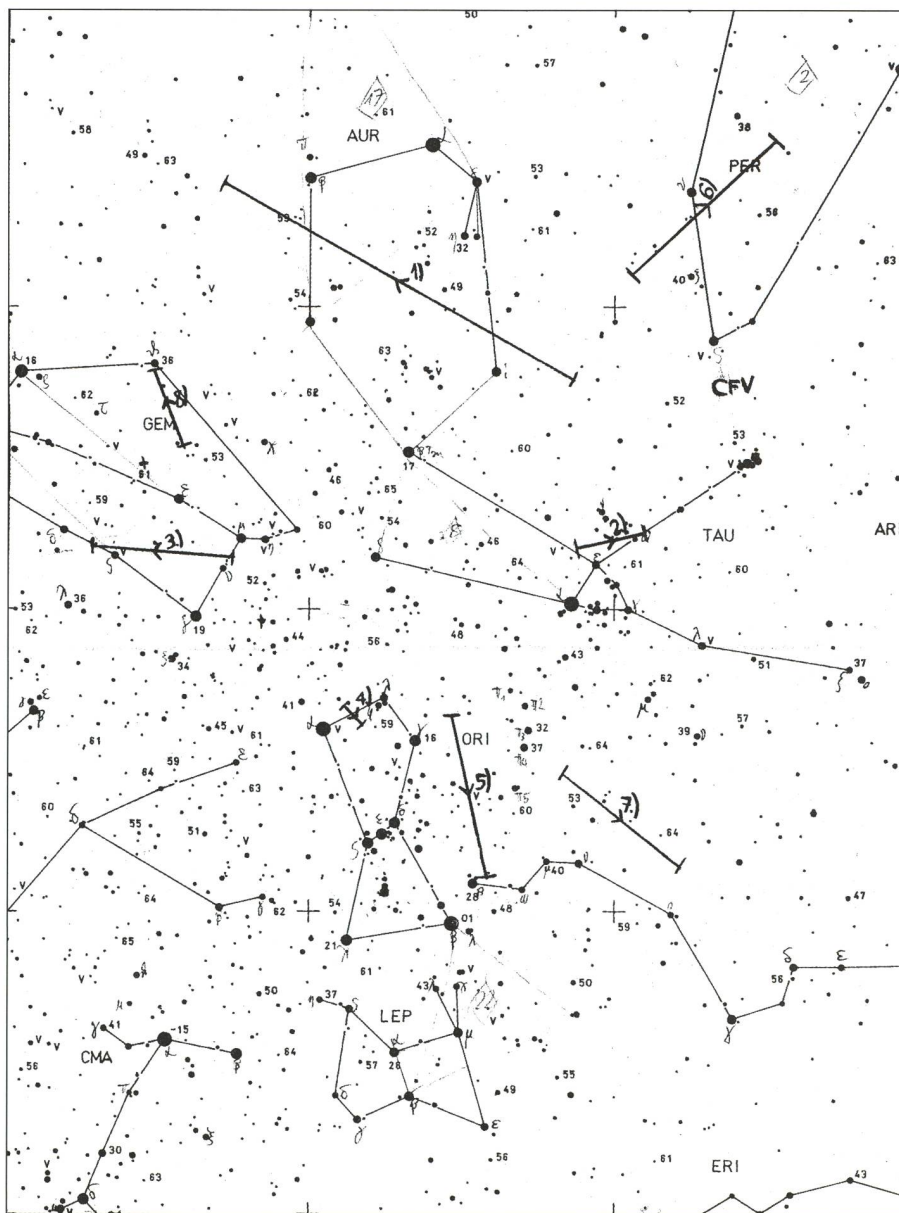
Warum ist es wichtig, auf der ganzen Welt Beobachter zu haben? Messreihen sollten möglichst nicht abreißen, und die Daten sind erst aussagekräftig, wenn Beobachtungen von verschiedenen Beobachtern mit verschiedenen Standorten zusammengefügt werden. Je mehr Daten es gibt, mit desto feinerer zeitlicher Auflösung kann man die Akti-

vität von verschiedenen Strömen messen. Wenn man die VMDB anschaut, merkt man, dass das Ziel der ununterbrochenen Messreihen noch bei weitem nicht für das ganze Jahr erreicht ist: $\frac{3}{4}$ der Beobachtungen stammen von etwa 7 Beobachtungstagen (nämlich den Tagen um die Perseiden-, Leoniden- und Geminidenmaxima), das restliche Viertel bleibt für die anderen 358 Tage des Jahres. Diese enorme Schwankung hat zur Folge, dass man an gewöhnlichen Tagen die Aktivität manchmal nur für eine Nacht bestimmen kann, bei grossen Maxima aber für jede Minute einzeln.

Die Schweiz ist wegen des Lichtermeers im Mittelland zugegebenermassen nicht gerade ein optimales Beobachtungsland, aber bei einem Standort mit wenig Fremdlicht kann man bei mondloser Nacht sehr schön beobachten. Auch könnten schweizerische Beobachter manchmal Lücken in den Messreihen zu schliessen helfen, nämlich dann, wenn Nordost- und das restliche Mitteleuropa schlechtes Wetter hat, während Föhn oder Nordföhn ein Loch in die Wolkendecke reissen (das Tessin ist besonders geeignet, aber die inneralpinen Täler eventuell noch besser).

Trotz der weltweit vielen Beobachter werden wohl noch jedes Jahr eindruckliche Ereignisse übersehen: Schmale Strommaxima werden oft verpasst, was die Voraussage vor allem irregulärer Ströme verunmöglicht (nicht alle Ströme sind jedes Jahr gleich stark;

Fig. 1: 8 gezeichnete Meteore auf einem Ausschnitt der Brno-Karte 4. Die Daten dazu finden sich in Tabelle 2.



die Leoniden etwa liefern im Maximum mal 10, mal 100 000 Meteore pro Stunde; siehe auch ORION 297).

Einige Grundlagen

Wir Beobachter können dabei helfen, theoretische Modelle zu überprüfen und zu verfeinern. Solche Modelle rechnen Dichte und Verteilung von Meteoriten in Teilchenwolken durch, von ihrem Ausstoss durch den Mutterkometen bis zum Eintreffen in Erdnähe. Die Theoretiker interessieren sich für die Raten (Anzahl Meteore pro Zeiteinheit) und die Grössen der Teilchen, welche aus Helligkeitsverteilungen ermittelt werden können.

Mass («Zenital Hourly Rate», ZHR) für die Raten ist die Anzahl Meteore, welche man bei 6.5m Grenzhelligkeit sehen würde, wenn der Radiant (siehe unten) des Stroms im Zenit stünde. Für andere Bedingungen gibt es Korrekturen. Diese haben aber gewisse Grenzen: So machen Beobachtungen bei Grenzhelligkeiten von unter 4m keinen Sinn mehr, und beobachtete Radianten sollten höher als 20° über Horizont stehen, weil die beobachtete Rate sonst kein gutes Mass mehr für die ZHR ist.

Der Radiant ist derjenige Punkt am Himmel (in Grad Rektaszension und Deklination), von dem die Meteore scheinbar herkommen. Hier schneiden sich die Bahnen der Meteore eines Stroms; die Meteore leuchten aber erst viel weiter aussen auf (siehe Fig. 1).

Unterschiede in der Grösse der Meteore misst man mit dem Parameter r , der aus den beobachteten Helligkeitsverteilungen ermittelt wird. Ein typischer Wert für r ist 3, was besagt, dass es auf 1 Meteor 0. Helligkeit 3 Meteore von 1m, 9 Meteore von 2m etc. gibt. Beobachtet werden aber viel weniger schwache Meteore, weil diese nur in der Nähe des Blickfeld-Zentrums und mit kleinerer Wahrscheinlichkeit entdeckt werden als die hellen. Tab. 1 gibt ein Beispiel, wie die Zahl beobachteter Meteore mit abnehmender Helligkeit theoretisch stark zunimmt, praktisch aber wieder abnimmt.

Das r kann auch innerhalb eines Stroms deutlich variieren: Nimmt der Anteil grösserer Teilchen zu, nimmt das r ab.

Bei einer lückenlosen Beobachtungsreihe erhält man mit Hilfe der ZHR- und r -Werte einen eindimensiona-

len Querschnitt durch eine Teilchenwolke (oder durch mehrere, wenn sich diese überlagern) und kann damit Aussagen über ihr Schicksal machen. So werden die Teilchenwolken ihrer Bahn entlang gestreckt, nach Grösse der Teilchen sortiert, diffundieren von der Sonne weg und werden mit der Zeit so ausgedünnt, dass sie nicht mehr nachzuweisen sind.

Die Stromzuordnung

Meteore müssen nicht in demjenigen Sternbild aufleuchten, nach dem ihr Strom benannt ist. Meteore beginnen oft erst weit aussen zu leuchten. Die Zuordnung jedes Meteors zu einem Strom geschieht nach folgenden Kriterien:

(1) Radiant: Der Meteor muss rückwärts verlängert einen Kreis um den Radianten schneiden. Es gibt auch Ströme, die ovale Radianten haben (etwa die Sagittariiden SAG). [Die Erde rast durch eine Teilchenwolke hindurch, was auf die Atmosphäre projiziert so aussieht, als bewegten sich die Meteore von einem Punkt aus sternförmig nach aussen.]

(2) Winkelgeschwindigkeit: Die gemessene Winkelgeschwindigkeit (siehe «Plotting») muss in einem bestimmten Bereich um eine berechnete Winkelgeschwindigkeit liegen, welche die Geschwindigkeit des Stroms, den Winkelabstand des Anfangspunkts zum Radianten und die scheinbare Höhe des Aufleuchtens (in °) berücksichtigt. [Das trägt der Tatsache Rechnung, dass sich Meteore im Zenith scheinbar schneller bewegen als am Horizont, weil sie uns näher sind. Fern vom Radianten scheinen sie schneller, weil wir sie dann eher von der Seite sehen, während sie sich in Radiantnähe praktisch auf uns zubewegen, so dass sich die Geschwindigkeit perspektivisch verkleinert.]

(3) Länge der Leuchtstrecke: Der Anfangspunkt der Leuchtstrecke muss mindestens zweimal so weit vom Radianten entfernt sein, wie die Leuchtstrecke lang ist (diese Regel gilt nur für genügend hohen Radiantenstand und nicht für Feuerkugeln, also Meteore, die heller als -3m werden). [Meteore leuchten ja höchstens auf den letzten etwa 100 km ihres Fluges durchs All. Das erklärt ihre scheinbare Kürze am Himmel.]

Nicht zu einem Strom zugeordnete Meteore gelten als sporadisch (normalerweise die meisten beobachteten Meteore).

Diese Kriterien sehen auf den ersten Blick etwas kompliziert aus. Sie sind aber mit etwas Übung leicht zu handhaben. Es gibt zwei verschiedene Möglichkeiten der Beobachtung, je nach dem, wann die Stromzuordnung gemacht wird:

(A) Beim «Plotting» verschiebt man die Stromzuordnung auf später, indem man die Meteore auf Sternkarten zeichnet und ihre Winkelgeschwindigkeiten bestimmt (siehe unten). Die Stromzuordnung kann man dann nachträglich in Ruhe entweder mit Lineal und einer Schablone oder mit einem frei erhältlichen Computerprogramm (VISDAT, siehe Quelle (2)) machen.

(B) Beim «Counting» macht man die Stromzuordnung sofort, unter dem Himmel. Das stellt höhere Anforderungen und braucht Wissen über die Ströme (genaue Position der Radianten, Geschwindigkeiten). Die Nachteile sind eine viel weniger genaue Stromzuordnung und schlechte Handhabbarkeit bei mehreren Strömen. Der Vorteil ist, dass man bei höheren Raten beobachten kann, während man beim Plotting bei mehr als etwa 20 Meteoriten pro Stunde an Grenzen stösst (bei den Leoniden 2002 beobachtete ich bis zu 20 Meteore in der Minute; da ist Plotting unmöglich).

Die Beobachtung

Das Beobachten von Sternschnuppen kann jede/r lernen, für Amateurastronomen ist es aber wesentlich einfacher, weil sie die Sternbilder schon etwas kennen.

Zu jeder Beobachtung gehören auf die Minute genaue Zeitangaben (Beginn und Ende der Beobachtung in «Universal Time» UT), sowie Dauer, während der man effektiv beobachtet hat (« t_{eff} ») und eine stellare Grenzgrösse. Die Grenzgrösse bestimmt man durch Auszählen von mindestens 3 vordefinierten Sternfeldern. Für diese Felder gibt es Tabellen (Quelle (1)), welche für jede mögliche Anzahl gezählter Sterne die Grenzgrösse liefern. Eine Beobachtung ohne Grenzgrösse ist wertlos. Auch die Bewölkung muss man schätzen, falls man bei teilweiser Bewölkung überhaupt noch beobachten möchte.

Beobachten kann man bei gutem Wetter und mondloser Nacht fast immer. Beobachtete Ströme sollten höher als 20° über dem Horizont stehen. Die meisten Ströme sind gegen den Morgen besser beobachtbar (es ist dann kurzweiliger, weil es mehr Meteore gibt).

Tab. 1: Beispiel für die Anzahl berechneter und beobachteter Meteore für $r=3$.

Helligkeit	0m	1m	2m	3m	4m	5m	6m
berechnete Anzahl	1	3	9	27	81	243	729
beobachtete Anzahl	1	2	7	19	19	8	2

Man lege sich zum Beobachten möglichst bequem auf den Rücken (und warm! Ich nutze einen Liegestuhl mit im Winter Daunenschlafsack, zweitem Schlafsack mit Hülle sowie eine Bettflasche für die Füße). Zum Schreiben und Zeichnen eignet sich eine rote LED-Taschenlampe, damit man einigermaßen dunkeladaptiert bleibt. Der Kopf muss aufgestützt sein und darf sich nicht bewegen, während sich die Augen bewegen sollen. So können Bewegungen leicht wahrgenommen werden. Natürlich ist nicht jedes bewegte Objekt ein Meteor: Vor allem am Rand des Gesichtsfelds können funkelnde Sterne oder blinkende Flugzeuge ziemlich stören.

Das Blickfeld-Zentrum wählt man meist in einiger Distanz zu den beobachteten Radianten und so, dass die Radianten in verschiedenen Richtungen liegen. Ausserdem muss es so hoch sein, dass das Blickfeld nicht durch den Horizont eingeengt wird (mindestens 30° über Horizont).

Die Entscheidung über Plotting und Counting ist einfach: Wenn immer möglich plotten! Counting empfiehlt sich dann, wenn die stündliche Rate über etwa 20 Meteore steigt.

Plotting

Für das Plotting verwendet man gnomonische Karten wie den Atlas Brno (siehe Quelle (1)). Er besteht aus 12 A3-formatigen Karten, auf denen Meteore als Geraden abgebildet werden, so dass sie zur Stromzuordnung verwendet werden können. Oft reicht eine Karte für eine Beobachtung weitgehend aus.

Tritt ein Meteor auf, merkt man sich zuerst Anfangs- und Endpunkt vor dem Sternenhintergrund. Dann stellt man sich vor, wie weit sich der Meteor in einer Sekunde bewegt hätte und schätzt diese Distanz ab (zuerst etwa mit Handbreiten, die man an bekannten Sternabständen eichen kann; mit der Zeit kann man die Winkelgeschwindigkeit direkt schätzen). Dann bestimmt man die Helligkeit des Meteors, durch Vergleich mit Sternen (der Atlas Brno enthält Vergleichsgrößen). Massgebend ist die hellste Stelle des Meteors. Falls entlang der Spur ein Nachleuchten sichtbar gewesen ist, kann man sich merken, wie lange es sichtbar war (bei Nachleuchten, das weniger als eine Sekunde dauert, spricht man von ‚wakes‘ und notiert ein +, sonst die Zeit in Sekunden). Wer will, kann sich auch noch die Farbe des Meteors merken.

Hat man all diese Daten im Kopf (und es ist kein weiterer Meteor aufgetreten), zeichnet man den Meteor mit einer Nummer in die richtige Karte ein (siehe Fig.1) und notiert sich Zeit, Hel-

ligkeit, Dauer eines allfälligen Nachleuchtens, Winkelgeschwindigkeit und geschätzte Genauigkeit der Zeichnung (von 1 bis 3; 1 ist sehr genau, 3 sehr ungenau) auf ein Blatt Papier oder gleich auf die Karte (Achtung, dass die Beobachtungen nicht durcheinandergeraeten!). Dann ist man bereit für den nächsten Meteor. Die Datenstruktur zum hypothetischen Beispiel in Fig.1 zeigt Tab. 2.

Erklärungen: UT ist Universal Time, in diesem Fall (Winterzeit) MEZ minus 1h; bei der effektiven Beobachtungszeit t_{eff} wurden 4 Minuten abgezogen, also 30s pro Meteor; das Blickfeldzentrum wird in Rektaszension (in °) und Deklination angegeben; YYYYZ ist ein (noch) nicht existierender IMO-Code für die Beobachterin; 16530 ist ein bestehender Ortscode; w steht für weiss, r für rot; spo: sporadische Meteore; ORI sind Orioniden, das Maximum ist um diese Zeit

ziemlich viele Meteore «genau in einem Punkt schneiden», ohne dass ein neuer Strom vorliegt. Neue Ströme sucht man besser in Videodaten.

Counting

Das Counting hat den Vorteil, dass man nicht durch Zeichnen Zeit verliert. Deshalb ist es vorwiegend bei grossen Strömen (und Meteorstürmen wie die Leoniden der letzten Jahre!) angezeigt, während bei schwachen Strömen die Stromzuordnung zu wenig genau ist. Das Counting sieht einfach aus, ist aber schwieriger als das Plotting: Man muss nicht nur alle beobachteten Ströme, ihre Radianten und Geschwindigkeiten der Meteore kennen, man muss auch eine genaue Vorstellung davon haben, in welcher Höhe und in welchem Winkelabstand ein Meteor wie schnell sein muss, um zu einem Strom dazuzugehören. Wenn man bei einem Perseidenmaxi-

Beobachtung vom 20.10.XX, 1:00 bis 1:30 UT; $t_{eff}=0.41$ h, Grenzhelligkeit 5.95m, CFV [58°, 28°]; Beobachter YYYYZ, Beobachtungsplatz 16530 (Ibergereg, Schweiz).

Nr	Zeit	Helligkeit [m]	Winkelgeschw. [°/s]	Spur [s]	Farbe	Genauigkeit	Strom
1)	1:02	-1	15	2	w	1	spo
2)	1:09	4	8			2	ORI
3)	1:16	0	6		r	2	STA
4)	1:19	3	2	+		2	ORI
5)	1:20	4	20			3	spo
6)	1:22	2	12	3		2	ORI
7)	1:25	5	8			3	EGE
8)	1:28	1	18	+		1	spo

Tab. 2: Datenstruktur zur hypothetischen Beobachtung in Fig. 1. Die Stromzuordnung wurde nachträglich hinzugefügt. «CFV» bezeichnet das Blickfeldzentrum, auf das die Beobachterin eine halbe Stunde lang geschaut hat.

herum; EGE sind Epsilon Geminiden, STA südliche Tauriden. Man beachte, dass Meteor 8) als sporadisch klassifiziert wurde, obwohl er das Radiantenkriterium erfüllt; jedoch ist er eher zu lang und bestimmt zu schnell, um ein ORI zu sein.

Anfänger sollen sich mit dem Zeichnen Zeit lassen und lieber auf die Genauigkeit beim Zeichnen achten. Eine typische Zeit zum Zeichnen wird am Ende der Beobachtung von der Beobachtungszeit abgezogen, da man während des Zeichnens Meteore hat verpassen können. Die typische Zeit pro Zeichnung sollte man hin und wieder mit einer Stoppuhr messen. Anfänger brauchen manchmal mehrere Minuten; unter etwa 30 Sekunden schafft es auch ein erfahrener Beobachter nicht.

Plottings können nicht nur bestehende Ströme überwachen, man kann auch in alten Daten nach neuen Strömen suchen. Aber Vorsicht: Es können sich

num nur „Perseiden“ von «Nicht-Perseiden» trennen muss, ist das noch relativ einfach. Will man aber alle zu jener Zeit aktiven Ströme zählen, muss man bis zu 7 Ströme gleichzeitig im Auge behalten. Zu voreiliges Counting führt leider oft dazu, dass die Aktivität der kleineren beobachteten Ströme über- oder unterschätzt wird, so dass man zu ihrer Auswertung besser Plottingdaten verwendet.

Schlussfolgerung

Visuelle Meteorbeobachtungen sind eine schöne Möglichkeit, als AmateurIn astronomische Daten zu liefern. Gleichzeitig kann man den Himmel sehr genau kennen lernen. Dabei ist es wichtig, dass man der eigenen Wahrnehmung immer ein Stück weit misstraut.

Die Situation bei der IMO ist, dass viele Beobachter die Maxima der grossen Ströme (Perseiden, Geminiden, Quadrantiden und manchmal Leoniden)

beobachten, während es über kleinere Ströme viel zu wenig Daten gibt. Dabei gibt es gerade bei kleinen Strömen oft grosse Überraschungen: So lieferten die Alpha-Monocerotiden, die jährlich maximal 5 Meteore pro Stunde zeigen, im November 1995 plötzlich kurzzeitig 400 Meteore pro Stunde, ohne dass das jemand vorausgesehen hätte. Aber es gibt auch jenen zweiten Typ von Beobachtern, die einfach bei den grossen Maxima Daten liefern, falls sie sie erwischen. Leider kann man die Daten von Anfängern dann oft nicht brauchen, weil sie die einfachen Regeln missachten.

Falls Sie gerne Meteore beobachten möchten und vielleicht noch Fragen haben oder einen kleinen Beobachtungs-

kurs absolvieren möchten, helfe ich gern.

Dank

An Dr. RAINER ARLT, für Kommentare zum Entwurf, und MICHAEL BUCHMANN für technische Hilfe.

Résumé

Observer des météores n'est pas très difficile mais très intéressant. L'organisation internationale IMO compile ces observations et les prête aux astronomes professionnels. J'ai décrit deux façons d'observer : Le «plotting», ça veut dire tracer les météores sur des cartes spéciales, et le «counting», ça veut dire noter seulement les magnitudes des mé-

téores en décidant sous le ciel, de quelle source un météore vient (ce qui est plus difficile que plotter). Si quelqu'un(e) a des questions sur l'observation des météores ou veut aide d'un petit cours, il (elle) peut s'adresser à mon adresse en bas.

ANDREAS BUCHMANN
Frohburgstr. 324, 8057 Zürich
abuchmann@mydiar.ch

Bibliographie

- (1) RENDTEL, J., ARLT, R. & McBEATH, A. (1995):
Handbook for visual meteor observers.
Erhältlich bei der IMO (siehe (2))
(2) <http://www.imo.net>

Einfache Astrofotographie mit Digitalkamera

Teleskop: 150mm f:5; Kamera: Nikon Coolpix 4500, direkt auf Okular 25mm; 4 ungeführte Aufnahmen von je 30", 800 ASA.

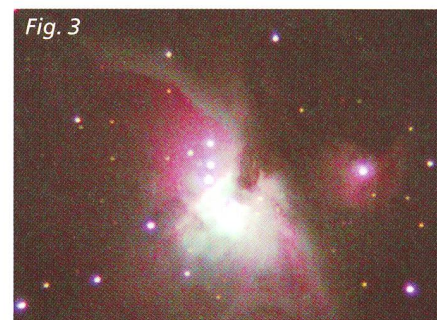
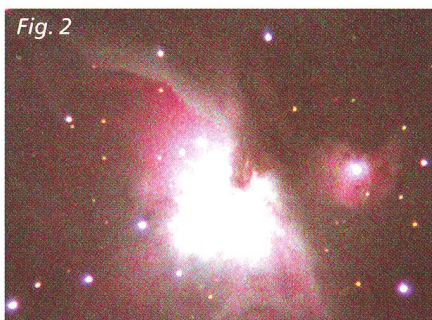
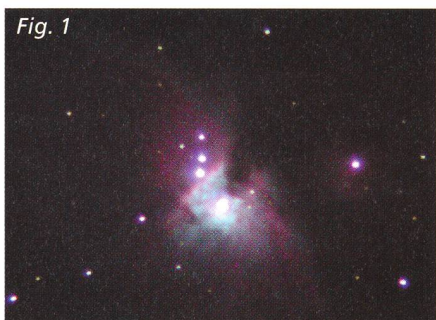
Mit freunlichen Grüssen

ALBERTO OSSOLA, CH-6933 Muzzano, E-mail: alosso@bluewin.ch

Fig. 1: Eine der 4 Originalaufnahmen.

Fig. 2: Summe der 4 Aufnahmen.

Fig. 3: Bearbeitung von der Summenaufnahme mit einer einzelnen Originalaufnahme, um die oberexponierten zentralen Regionen besser darzustellen.






in jedem Heft erwarten Sie:

- ▶ **aktuelle Daten** z.B. gegenseitige Erscheinungen der Jupitermonde 2003
- ▶ **Beobachtung** z.B. Fotografie und visuelle Beobachtung der Saturnringdetails
- ▶ **Testberichte** z.B. Produktvergleich 8"-GPS-Teleskope Celestron vs. Meade
- ▶ **Technik** z.B. Anleitung zur Justage eines Newton-Spiegelteleskops
- ▶ **Himmelstour** z.B. »Starhop« im Sternbild Stier mit detaillierten Aufsuchkarten

unsere Praxis-Pluspunkte:

- eigene Recherche, keine Übersetzungen
- alle Redakteure sind aktive und praxiserfahrene Amateurastronomen
- wir haben direkten Kontakt zur Astroszene
- interaktive Beobachtungsprojekte für Leser
- +30% Abonnenten im Jahr 2002 irren nicht

Mit Hilfe von oben



Castell. Enklave



Das goldene Tor der Ekliptik



Monatlicher Sternplan



6 Hefte im Jahr à 80 Seiten in Farbe, Jahresabo 40,- €

3 Hefte lesen, und dabei sparen! Jetzt Probeabo für 17,- € bestellen!

... die Zeitschrift für Ihr Astroerlebnis!

 **Bequem bezahlen – mit unserer Schweizer Bankverbindung**

interstellarum, Luitpoldstr. 3, D-91054 Erlangen, FAX: +49-9131-978596 • www.interstellarum.de