

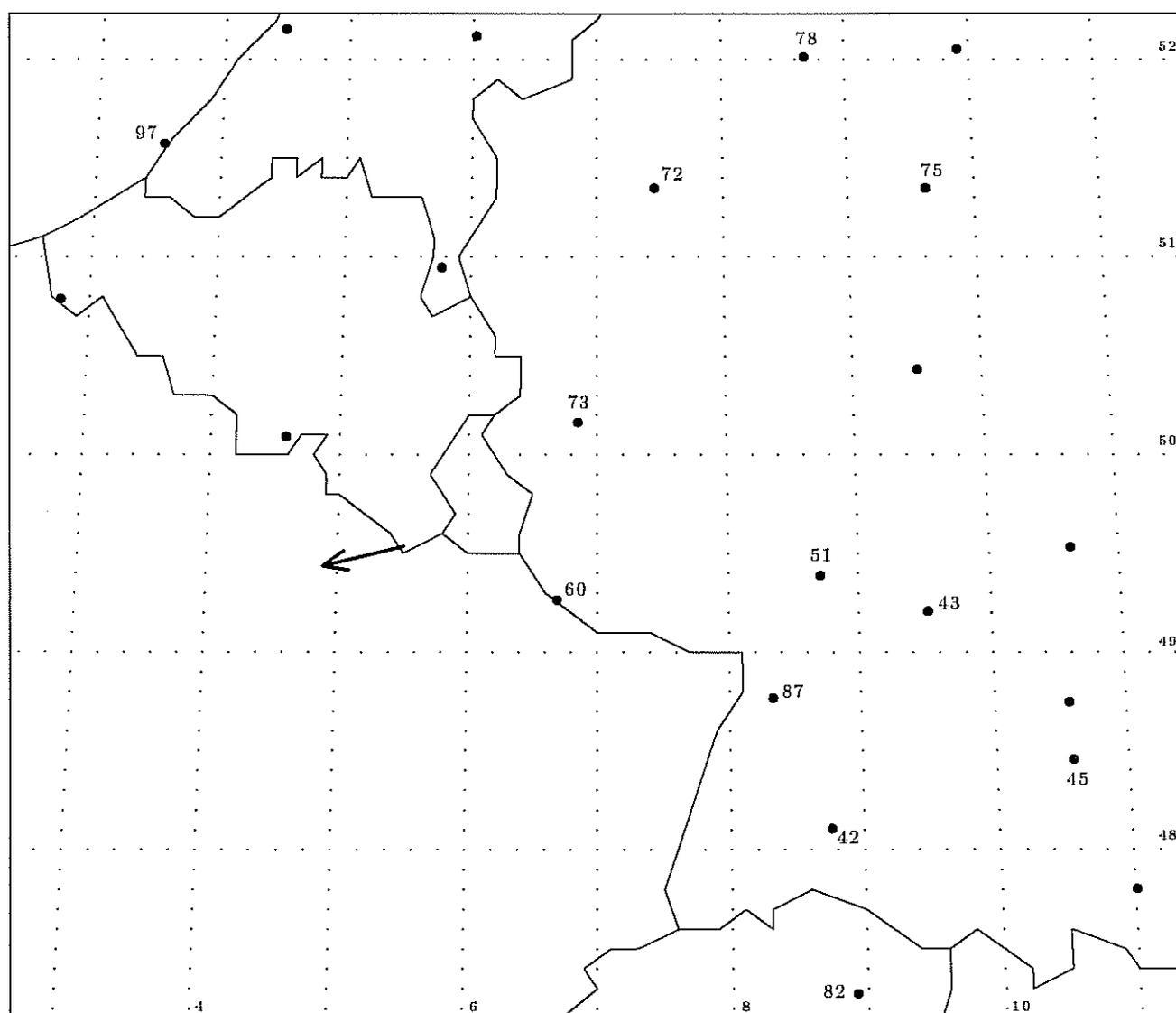
---

# STERNSCHNUPPE

---

Mitteilungsblatt der VdS-Fachgruppe METEORE

---



Trajektorie der Feuerkugel vom 22. Februar 1993 über Belgien und Frankreich ⇒ Seite 68f

# VORWORT DES HERAUSGEBERS & HINWEISE

Dieter Heinlein

Das vorliegende Exemplar der STERNSCHNUPPE wurde erstmals auf einem AT 386 DX 40 Rechner und einem HP Laserjet 4L Drucker erstellt. Dies bedeutet eine wesentliche Verbesserung der Qualität der Druckvorlagen, die zu einem noch attraktiveren Erscheinungsbild unseres Mitteilungsblattes beiträgt. Erstmals zum Einsatz kam bei dieser Ausgabe auch *emTeX*, die PC-Implementation von TeX und METAFONT durch Eberhard Mattes, welche mir freundlicherweise von der Deutschsprachigen Anwendervereinigung TeX e.V. (DANTE) zur Verfügung gestellt worden ist.

Da ich die Adressen aller STERNSCHNUPPE-Abonnenten in einer Computer-Datenbank verwalte, konnte die Umstellung auf die, seit dem 1. Juli 1993 in der Bundesrepublik Deutschland geltenden, *neuen Postleitzahlen* recht rasch und problemlos erfolgen. Für ihre Mithilfe bei dieser Arbeit und das Korrekturlesen der Druckfahnen möchte ich an dieser Stelle meiner Mutter Elfriede Heinlein bestens danken.

Achtung: Bitte beachten Sie bei Zuschriften an die Redaktion oder die Autoren der STERNSCHNUPPE die geänderten Adressen auf der letzten Seite des Heftes!

Die Deutsche Bundespost hat uns aber heuer nicht nur die – durchaus begrüßenswerte – Neustrukturierung des Postleitzahlensystems und somit etwas zusätzliche Arbeit beschert. Nein, der Postdienst hat uns auch mit der Reform seiner Tarifstruktur beglückt. Dank dem zukunftsweisenden Konzept *Brief 2000* haben wir nun die Ehre, unserem Postminister noch finanzkräftiger unter die Arme zu greifen. Für den Versand der STERNSCHNUPPE – innerhalb der Bundesrepublik als *Büchersendung* und ins Ausland als *Sendung zu ermäßigtem Entgelt* – bedeutet dies eine drastische Erhöhung der Portogebühren von 0,60 DM (Inland) bzw. 0,80 DM (Ausland) auf einheitlich 1,50 DM pro Heft!

In diesem Zusammenhang ist es sicherlich einmal interessant aufzuzeigen, wo die STERNSCHNUPPE überall gelesen wird: Unser Mitteilungsblatt hat, bei einer momentanen Auflage von 125 Exemplaren, derzeit 115 Abonnenten. Hiervon wohnen 88 in Deutschland (davon 4 in den neuen Bundesländern), 13 in Österreich, je 3 in Belgien und den Niederlanden, sowie 2 in der Schweiz. Jeweils einen Leser hat die STERNSCHNUPPE sogar in der Tschechischen Republik, Dänemark, Kroatien, Jordanien, Kanada und Japan.

Ankündigung: Der Preis der STERNSCHNUPPE konnte seit Erscheinen des 1. Heftes bisher stabil gehalten werden. Aufgrund der enorm gestiegenen Portogebühren und anderer Kosten läßt sich allerdings eine Anhebung des Abobetrages nun leider nicht mehr umgehen. Mit Wirkung vom 6. Jahrgang (1994) an, beträgt der Preis künftig 25 DM für 4 Hefte.

Hinweis: Einem Teil dieser Auflage liegt eine *Liste aller Betreuer* unserer EN-Stationen des Feuerkugelnetzes, mit den aktualisierten Adressen und Telefonnummern, bei. Dadurch soll der Kontakt und der Erfahrungsaustausch der Kamerabetreuer untereinander ermöglicht bzw. gefördert werden.

Termin: Alle Interessenten sollten sich bereits jetzt das Wochenende 26./27. März 1994 vormerken. An diesen beiden Tagen findet voraussichtlich das 7. Treffen unserer Meteor-Fachgruppe statt. Die Sternfreunde in *Bielefeld* um Jörg Strunk haben sich bereiterklärt dieses Meteortreffen zu organisieren.

□

# METEORSTRÖME IM HERBST 1993

Bernhard Koch

Ganz egal wie die Perseiden kurz vor Erscheinen dieses Heftes „ausgegangen“ sein werden, stellt sich die Frage, wie potentielle Meteorbeobachter für das folgende Quartal motiviert werden können: Entweder war dieses Großereignis der totale Flop mit miesem Wetter und/oder enttäuschender Aktivität (wahrscheinlich!) oder alle Hoffnungen wurden erfüllt und der große Meteorsturm des Jahrhunderts beobachtet (sehr unwahrscheinlich!) So bleibt entweder ein zutiefst deprimierter Beobachter zurück, der von der Meteorastronomie nichts mehr wissen will oder ein Beobachter der absolut gesättigt ist und sich mit solchen „Mickerströmen“ wie den folgenden nicht mehr abgeben will. Doch das Leben geht auch nach den Perseiden weiter, deshalb die Übersichtstabelle zur Meteoraktivität in den nächsten drei Monaten:

Tabelle 1		Übersicht der Meteorströme im Herbst 1993								
Strom	$\alpha_R$	$\delta_R$	Periode	Max	zhr	r	$v_\infty$	Mond	$\Delta\alpha_R$	$\Delta\delta_R$
$\iota$ -Aquariden N	327°	-6°	11.8.-20.9.	20.8.	3	3.2	31	+	+1.0°	+0.2°
$\pi$ -Eridaniden	52°	-15°	20.8.-5.9.	29.8.	?	2.8	59	o	+0.8°	+0.2°
$\alpha$ -Aurigiden	84°	+42°	24.8.-5.9.	1.9.	15	2.5	66	-	+1.1°	$\pm 0.0^\circ$
$\delta$ -Aur./Sep.-Per.	60°	+47°	5.9.-10.10.	9.9.	7	3.0	64	o	+1.0°	+0.1°
Pisciden S	8°	$\pm 0^\circ$	15.8.-14.10.	20.9.	3	3.0	26	o	+0.9°	+0.2°
$\kappa$ -Aquariden	339°	-2°	8.9.-30.9.	21.9.	3	3.0	16	o	+1.0°	+0.2°
Okt.-Capricorn.	303°	-10°	20.9.-14.10.	2.10.	3	2.8	15	--	+0.8°	+0.2°
$\sigma$ -Orioniden	86°	-3°	10.9.-26.10.	4.10.	3	3.0	65	--	+1.2°	$\pm 0.0^\circ$
Draconiden	262°	+54°	6.10.-10.10.	10.10.	var	2.6	20	+		
$\varepsilon$ -Geminiden	104°	+27°	14.10.-27.10.	20.10.	5	3.0	71	+	+1.0°	$\pm 0.0^\circ$
Orioniden	95°	+16°	2.10.-7.11.	21.10.	25	2.9	66	+	+1.2°	+0.1°
Tauriden S	50°	+14°	15.9.-25.11.	3.11.	10	2.3	27	-	siehe Tab.2	
Tauriden N	60°	+23°	13.9.-25.11.	13.11.	8	2.3	29	+	siehe Tab.2	
Leoniden	152°	+22°	14.11.-21.11.	17.11.	10	2.5	71	++	+0.7°	-0.4°
$\alpha$ -Monocerot.	117°	-6°	15.11.-25.11.	21.11.	5	2.7	60	o	+1.1°	-0.1°

Die Bedeutung der einzelnen Spalten in obiger Tabelle wurde in Heft 5-1 auf Seite 2 erläutert.

$\delta$ -Aurigiden:

Zwischen dem 5.9. und dem 10.10. können die noch wenig erforschten  $\delta$ -Aurigiden wahrgenommen werden, die mit einer geozentrischen Geschwindigkeit von  $v_\infty = 64$  km/s sogar noch etwas schneller als die Perseiden und damit recht auffällig sind. Die höchsten Fallraten mit einer ZHR von etwa 10 scheinen ganz am Anfang des Aktivitätsintervalls um den 9.9. erreicht zu werden, wenn sich der Radiant noch im Perseus befindet (deshalb auch der Name „September-Perseiden“). Leider stört in diesem Zeitraum der Halbmond doch merklich, die Beobachtungsbedingungen werden erst einige Tage später, wenn sich die ZHRs nur noch bei 3 bis 4 bewegen, besser. Die beträchtliche Radiantdrift ins Sternbild Auriga kann Tab.1 und Abb.1 entnommen werden. – Die ebenfalls in Abb.1 aufgeführten  $\alpha$ -Aurigiden sind heuer wegen des Mondes leider nicht zu beobachten. – Verlässliche Ergebnisse zu den  $\delta$ -Aurigiden sind nach wie vor Mangelware!

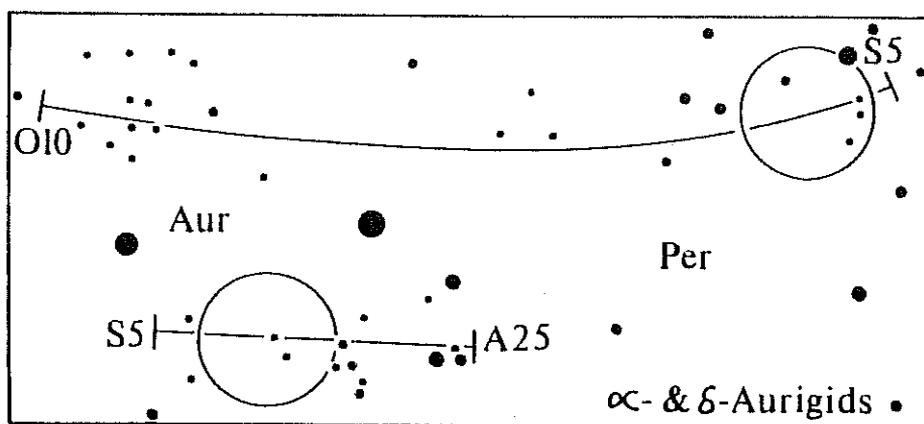


Abb.1: Radiantdrift der  $\alpha$ -Aurigiden (unten) sowie der  $\delta$ -Aurigiden (oben) zwischen dem 25. 8. (A25) und dem 10. 10. (O10). Die Kreise markieren die Radiantposition zum Maximum, nahe der Bildmitte ist Capella zu erkennen.

### Orioniden:

Zwischen dem 2. 10. und dem 7. 11. können ab etwa Mitternacht die Orioniden beobachtet werden. Während des Maximumszeitraums um den 21. 10. wird der zunehmende Mond nur wenig stören, ein ausreichendes Beobachtungsfenster wird bis zum 26./27. 10. offengehalten. Wie bei den  $\eta$ -Aquariden, die ja ebenfalls auf den Kometen P/Halley zurückgeführt werden können, treten diverse Submaxima auf, die mit maximalen Fallraten von ca. 25 pro Stunde und Beobachter aufwarten. Folglich sind die Orioniden nur etwa halb so ergiebig wie die Aquariden, haben jedoch diesen gegenüber den unschätzbaren Vorteil, auch in unseren Breiten sichtbar zu sein. Um die komplexe Radiantenstruktur aufzulösen, bieten sich besonders teleskopische Beobachtungen an, da visuelle Plots zu ungenau und fotografische Aufnahmen zu rar sind. Orioniden sind mit einer geozentrischen Geschwindigkeit von 66 km/s sehr schnell, sie sind oft recht hell und zeigen häufig ein Nachleuchten. Der Radiant befindet sich am 21. 10. bei  $\alpha = 95^\circ$ ,  $\delta = +16^\circ$  und bewegt sich um  $+1.2^\circ$  pro Tag in  $\alpha$  und um  $+0.1^\circ$  pro Tag in  $\delta$  (siehe auch Abb.2).

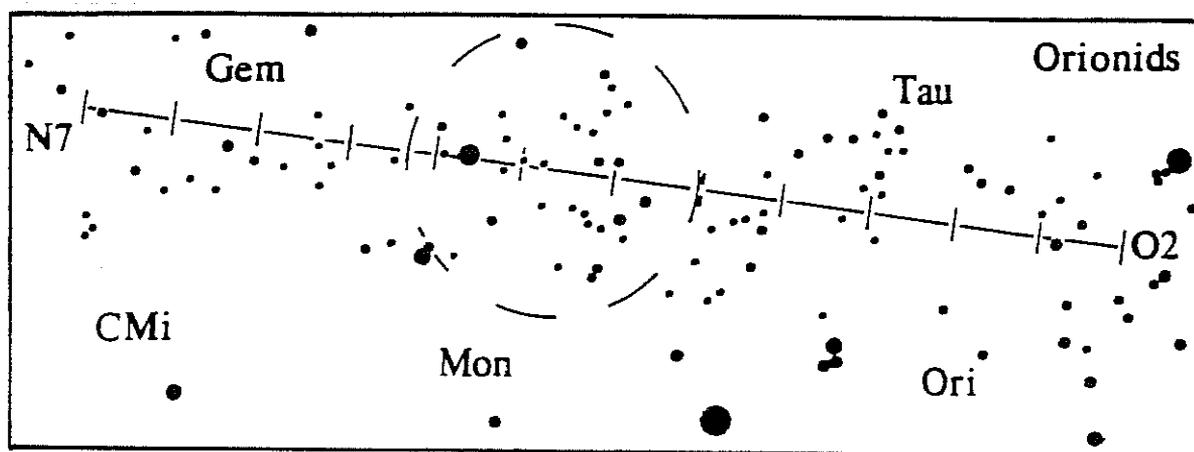


Abb.2: Radiantposition der Orioniden vom 2. 10. bis zum 7. 11. in Abständen von 3 Tagen. Der Kreis bezeichnet Ort und Durchmesser des Radianten zum Zeitpunkt des Maximums. Die hellsten Sterne sind Betelgeuze ( $\alpha$ Ori, unten Mitte) und Aldebaran ( $\alpha$ Tau, ganz rechts).

Tauriden:

Während des ganzen Oktobers und Novembers können die Tauriden verfolgt werden, deren Existenz dem Kometen P/Encke zu verdanken ist. Der Strom teilt sich in die recht schwer unterscheidbaren Komponenten der Südlichen Tauriden (Max. am 3. 11.) und der Nördlichen Tauriden (Max. am 13. 11.) auf, die zusammen für stündliche Fallraten von 3–4 zwischen Ende Oktober und Ende November sorgen. In den Tagen um die breiten Maxima verdoppeln sich dagegen die Werte in etwa. Dabei sollte das Gesichtsfeldzentrum etwa 20°–30° westlich oder östlich (nicht aber nördlich!) der Radianten gewählt werden, um bestmöglich zwischen den beiden Komponenten unterscheiden zu können. Heuer bietet sich durch den Neumond am 13. 11. vor allem der nördliche Zweigstrom an, wobei sich aufgrund der geringen Geschwindigkeit von 28 km/s und des hohen Anteils an hellen Schnuppen die fotografische Beobachtung besonders aufdrängt. Die beträchtliche Radiantdrift ist Tab.2 und Abb.3 zu entnehmen.

Date	Taurids S		Taurids N	
	$\alpha$	$\delta$	$\alpha$	$\delta$
Sep 15	11°	+01°	08°	+06°
20	15°	+02°	12°	+07°
30	23°	+05°	21°	+11°
Oct 10	31°	+08°	29°	+14°
20	39°	+11°	38°	+17°
30	47°	+13°	47°	+20°
Nov 10	56°	+15°	58°	+22°
20	64°	+16°	67°	+24°
25	69°	+17°	72°	+24°

Tab.2: Radiantpositionen der Nördlichen und Südlichen Tauriden.

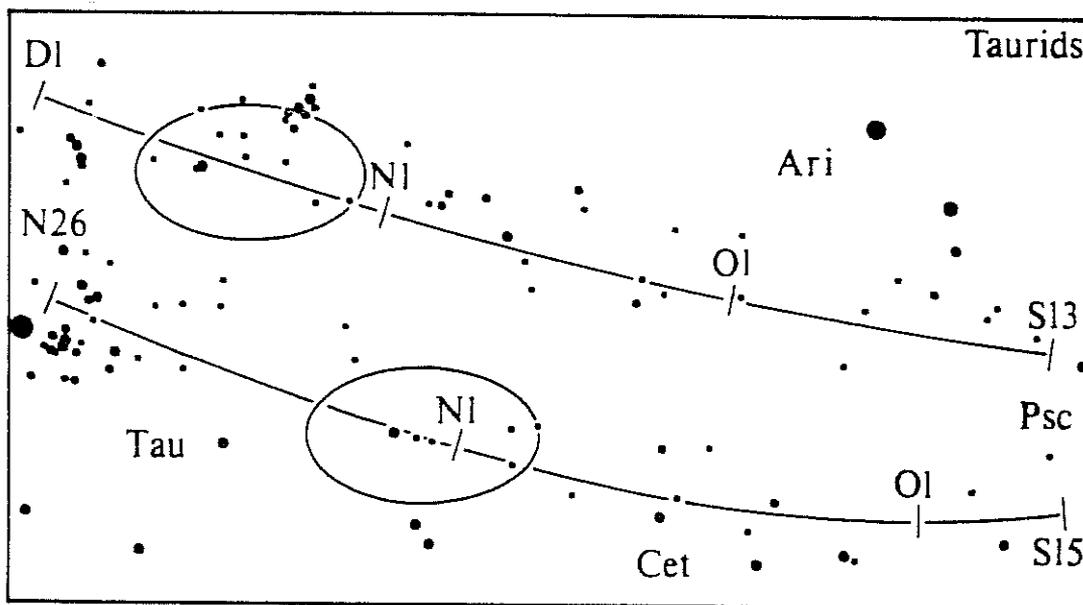


Abb.3 Radiantpositionen der nördlichen und südlichen Tauriden von Mitte September bis Ende November (S13=13. 9.; O1=1. 10.; N1=1. 11.; D1=1. 12.). Die Ellipse markiert die Radiantlagen zur Maximumszeit. Am linken Bildrand sind die Hyaden zu erkennen.

Leoniden:

Es sind nur noch wenige Jahre bis zum erhofften Supermaximum 1998–2000, wenn der Ursprungskomet P/Tempel–Tuttle nach 33 Jahren zurückkehrt. Folglich kann in den nächsten Jahren mit einem allmählichen Anstieg der Raten gerechnet werden und selbstverständlich ist es ein wichtiges Ziel der Meteorastronomen, diesen Anstieg genauestens zu verfolgen. Da der Radiant erst in der 2. Nachthälfte zu sehen ist, stört der Mond während des Aktivitätszeitraums vom 14. 11. bis 21. 11. heuer überhaupt nicht. Leider ist der Löwe dann auch während des vorausgesagten Maximumszeitpunkts um 20<sup>h</sup> UT am 17. 11. noch nicht aufgegangen, so daß der Peak von ca. 15 Schnuppen pro Stunde in unseren Längen nicht verfolgt werden kann. Da die Leoniden–Meteoroiden praktisch frontal auf die Erde treffen, ist ihre Geschwindigkeit von 71 km/s sehr nahe an der theoretischen Maximalgeschwindigkeit von Meteoroiden (72 km/s). Der Radiant liegt im „Kopf“ des Löwen bei  $\alpha = 152^\circ$ ,  $\delta = +22^\circ$  (am 18. 11.), die Drift beträgt  $+0.7^\circ$  pro Tag in  $\alpha$  und  $-0.4^\circ$  pro Tag in  $\delta$  (siehe auch Abb.4).

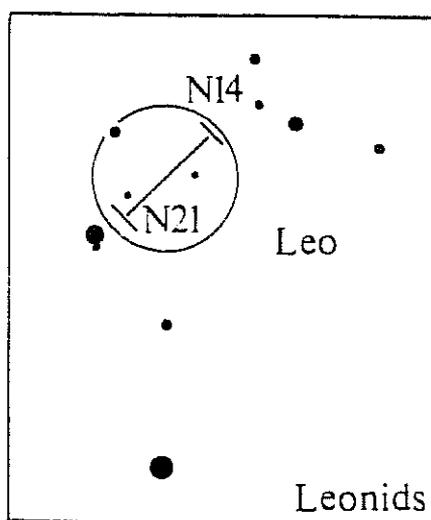


Abb.4: Position des Leonidenradianten im sog. „Kopf“ des Löwen Mitte November. Der helle Stern unten ist Regulus.

Weitere Ströme:

Zwischen Mitte August und Mitte Oktober kann eine schwache und diffuse Aktivität recht langsamer Schnuppen aus dem Sternbild der Fische wahrgenommen werden, die vor allem auf die Südlichen Pisciden zurückzuführen ist. Auch sei auf die  $\kappa$ -Aquariden (8. 9.–30. 9.) hingewiesen, die mit einer maximalen ZHR von ca. 3 nur sehr geringe Fallraten liefern, jedoch durch ihre außerordentlich geringe geozentrische Geschwindigkeit von  $v_\infty = 16$  km/s auffallen dürften. Von den Draconiden am 10. 10. wird erst wieder im Jahr 1998 etwas zu sehen sein, wenn der Ursprungskomet P/Giacobini–Zinner zurückkehrt. Die  $\varepsilon$ -Geminiden (14. 10.–27. 10., Max. am 20. 10.,  $\alpha = 104^\circ$ ,  $\delta = +27^\circ$ ,  $v_\infty = 71$  km/s) sind oft nur schwer von den Orioniden zu unterscheiden, erzeugen jedoch nur geringe Fallraten. Darüberhinaus sollten in der Woche um den 21. 11. einige  $\alpha$ -Monocerotiden auftauchen, die einem Radianten bei  $\alpha = 117^\circ$ ,  $\delta = -6^\circ$  entspringen und die mit 60 km/s recht schnell sind. Die Oktober-Capricorniden und die  $\sigma$ -Orioniden schließlich werden dieses Jahr dem Mondlicht zum Opfer fallen, was wegen der sehr geringen Raten allerdings nicht weiter bedauerlich ist.

□

# GNOMPLOT: EIN PC-PROGRAMM ZUR DARSTELLUNG VON STERNKARTEN IN GNOMONISCHER PROJEKTION

Dieter Heinlein

Das folgende Computerprogramm verdankt seine Existenz eigentlich einem bedauerlichen Notstand. Nämlich dem Mangel an geeignetem Kartenmaterial zum Einzeichnen von Meteor-Leuchtpuren. Doch Not macht ja bekanntlich erfinderisch.

Versucht man, die Bahnen von Meteoren in handelsübliche Sternkarten zu übertragen, so stößt man rasch auf Hindernisse. Polständig azimutale Karten, welche die ganze Himmelssphäre auf zwei Kreisflächen abbilden sind unzweckmäßig, da hierin die Meteorspuren als Hyperbeln erscheinen. Ebensowenig geeignet sind die zu großmaßstäblichen Karten aus Sky-Katalogen.

Die atmosphärischen Leuchtpuren von Meteoren sind nichts anderes als Großkreise auf der Himmelskugel. Möchte man diese Großkreise nun als Geraden zeichnen, so benötigt man Sternkarten in sogenannter *gnomonischer Projektion*. Bei dieser Projektionsvariante handelt es sich um eine Zentralprojektion, welche die Positionen aller Sterne vom Mittelpunkt der Himmelskugel auf eine beliebige Tangentialebene der Kugel abbildet. Diesen Berührungspunkt bezeichnet man als Zentrum der gnomonischen Projektion.

Um einen kompletten Satz gnomonischer Karten zu erstellen, müssen für die Umgebungen von möglichst vielen Projektionszentren (Rektaszension  $\alpha_o$ , Deklination  $\delta_o$ ) die äquatorialen Sternpositionen auf ein kartesisches Koordinatensystem  $(x, y)$  umgerechnet werden.

Zwar gibt es inzwischen einige kommerziell vertriebene gnomonische Kartensätze, doch haben diese den gravierenden Nachteil, nur für einige *wenige* Projektionszentren verfügbar zu sein. Denjenigen Himmelsausschnitt, den man gerade bräuchte, um die beobachteten Meteorspuren sinnvoll einzeichnen zu können, sucht man oft vergeblich. So besteht z.B. der über die IMO erhältliche *Atlas Brno* aus nur 9 Sternkarten im unhandlichen Großformat von  $35 \times 28$  cm mit recht seltsam ausgewählten Projektionsmittelpunkten:

T.1 Projektionszentren der 9 gnomonischen Karten des Atlas Brno									
$\alpha_o$	2 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup>	18 <sup>h</sup>	6 <sup>h</sup>	14 <sup>h</sup>	22 <sup>h</sup>	2 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup>	18 <sup>h</sup>
$\delta_o$	+55.7°			+4.9°			-4.9°		

Aus diesem Dilemma heraus entstand die Idee, ein Computerprogramm zu entwickeln, mit dessen Hilfe es möglich sein sollte, gnomonische Karten für jedes beliebige Projektionszentrum  $(\alpha_o, \delta_o)$  und mit frei wählbarem Maßstabsfaktor R berechnen und ausdrucken zu können.

Herleitung der allgemeinen Projektionsgleichungen:

Betrachten ein Koordinatensystem  $(\xi, \eta, \zeta)$ , dessen  $\zeta$ -Achse auf der Ebene des Himmelsäquators senkrecht steht und dessen  $\xi$ -Achse um den Winkel  $\alpha_o$  gegen die Richtung des Frühlingspunktes  $\Upsilon$  gedreht ist (siehe Abb. 1). Hierin ist der Richtungsvektor eines Sternortes mit der Rektaszension  $\alpha$  und der Deklination  $\delta$  gegeben durch:

$$\begin{pmatrix} \cos(\alpha_o - \alpha) \cdot \cos \delta \\ \sin(\alpha_o - \alpha) \cdot \cos \delta \\ \sin \delta \end{pmatrix}$$

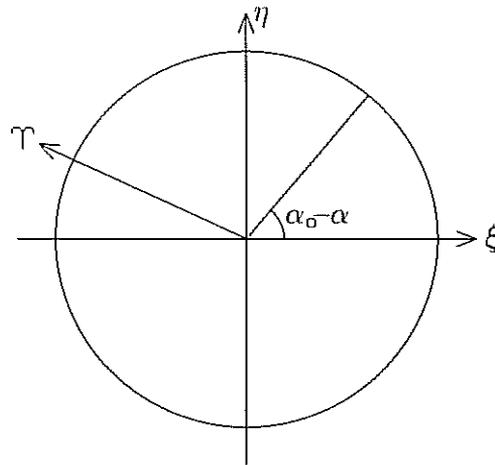


Abb.1: Draufsicht auf die  $\xi$ - $\eta$ -Ebene des geozentrischen Äquatorialsystems ( $\xi, \eta, \zeta$ ). Die  $\xi$ -Achse ist um den Winkel  $\alpha_\sigma$  gegen die  $\Upsilon$ -Richtung gedreht.

Kippt man nun das KS um den Winkel  $\delta_\sigma$  um die  $\eta$ -Achse, so erhält man ein KS ( $\xi', \eta', \zeta'$ ), dessen  $\xi'$ -Achse genau auf das Projektionszentrum ( $\alpha_\sigma, \delta_\sigma$ ) ausgerichtet ist. Infolge dieser Drehung lauten die Transformationsgleichungen von normalen Äquatorialkoordinaten ( $\alpha, \delta$ ) auf modifizierte Äquatorialkoordinaten ( $\alpha', \delta'$ ) vermöge der Drehmatrix:

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} \cos(\alpha_\sigma - \alpha') \cdot \cos \delta' \\ \sin(\alpha_\sigma - \alpha') \cdot \cos \delta' \\ \sin \delta' \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \cos \delta_\sigma & 0 & \sin \delta_\sigma \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \delta_\sigma & 0 & \cos \delta_\sigma \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos(\alpha_\sigma - \alpha) \cdot \cos \delta \\ \sin(\alpha_\sigma - \alpha) \cdot \cos \delta \\ \sin \delta \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} \cos(\alpha_\sigma - \alpha) \cdot \cos \delta \cdot \cos \delta_\sigma + \sin \delta \cdot \sin \delta_\sigma \\ \sin(\alpha_\sigma - \alpha) \cdot \cos \delta \\ -\cos(\alpha_\sigma - \alpha) \cdot \cos \delta \cdot \sin \delta_\sigma + \sin \delta \cdot \cos \delta_\sigma \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (1)$$

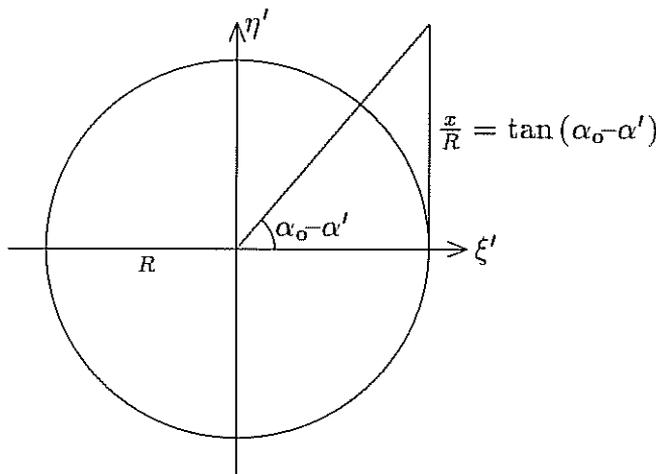


Abb.2: Draufsicht auf die  $\xi'$ - $\eta'$ -Ebene des modifizierten Äquatorialsystems ( $\xi', \eta', \zeta'$ ).

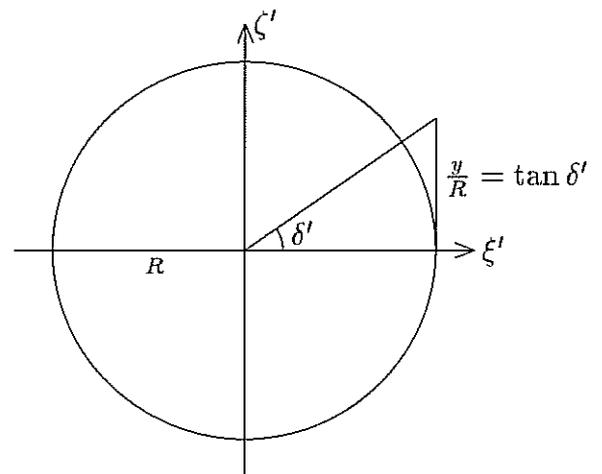


Abb.3: Blick auf die  $\xi'$ - $\zeta'$ -Ebene und Skizzierung des Spezialfalles  $\alpha_\sigma - \alpha' = 0$ .

In diesen Koordinaten nehmen die *gnomonischen Projektionsgleichungen* die folgende einfache Form an, wobei  $R$  den Maßstabsfaktor der Karte darstellt:

$$\frac{x}{R} = \tan(\alpha_\sigma - \alpha') \quad \text{und} \quad \frac{y}{R} = \frac{\tan \delta'}{\cos(\alpha_\sigma - \alpha')} \quad \text{bzw.} \quad \frac{y}{\sqrt{R^2 + x^2}} = \tan \delta' \quad (2, 3a, 3b)$$

Durch Einsetzen der Koordinatentransformation (1) erhält man hieraus mittels elementarer Umformungen die allgemeinen Grundgleichungen der gnomonischen Projektion in Abhängigkeit von  $\alpha$  und  $\delta$ :

$$\frac{x}{R} = \frac{\sin(\alpha_\sigma - \alpha)}{\cos(\alpha_\sigma - \alpha) \cdot \cos \delta_o + \tan \delta \cdot \sin \delta_o}$$

$$\frac{y}{R} = \frac{-\cos(\alpha_\sigma - \alpha) \cdot \sin \delta_o + \tan \delta \cdot \cos \delta_o}{\cos(\alpha_\sigma - \alpha) \cdot \cos \delta_o + \tan \delta \cdot \sin \delta_o}$$
(4, 5)

Jetzt bliebe nur noch zu zeigen, daß diese Projektionsmethode Meteorbahnen auch wirklich als Geraden abbildet... Die Bedingung für Großkreistrajektorien (mit den Parametern  $\rho$  und  $\psi$ ) lautet in äquatorialen Koordinaten:

$$\sin(\rho - \alpha) = \cot \psi \cdot \tan \delta \quad (6)$$

Verknüpft man die Projektionsgleichungen (4) und (5) durch die Großkreisbedingung (6), so erhält man daraus nach kurzer Rechnung tatsächlich die gewünschte lineare Abhängigkeit:

$$y = m(\alpha_o, \delta_o, \rho, \psi) \cdot x + b(R, \alpha_o, \delta_o, \rho, \psi)$$

Graphische Darstellung von Koordinatenlinien:

Zur Berechnung des *gnomonischen Gradnetzes* forme man nun die Funktionen der rechtwinkligen Koordinaten  $x(\alpha, \delta)$  und  $y(\alpha, \delta)$  um in die Funktionen  $\alpha(x, y)$  und  $\delta(x, y)$ .

Die Rücktransformation von modifizierten Äquatorialkoordinaten ( $\alpha', \delta'$ ) auf normale Äquatorialkoordinaten ( $\alpha, \delta$ ) führt man einfach mit Hilfe der zu (1) inversen Drehmatrix aus:

$$\begin{pmatrix} \cos(\alpha_\sigma - \alpha) \cdot \cos \delta \\ \sin(\alpha_\sigma - \alpha) \cdot \cos \delta \\ \sin \delta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \delta_o & 0 & -\sin \delta_o \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \delta_o & 0 & \cos \delta_o \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos(\alpha_\sigma - \alpha') \cdot \cos \delta' \\ \sin(\alpha_\sigma - \alpha') \cdot \cos \delta' \\ \sin \delta' \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} \cos(\alpha_\sigma - \alpha') \cdot \cos \delta' \cdot \cos \delta_o - \sin \delta' \cdot \sin \delta_o \\ \sin(\alpha_\sigma - \alpha') \cdot \cos \delta' \\ \cos(\alpha_\sigma - \alpha') \cdot \cos \delta' \cdot \sin \delta_o + \sin \delta' \cdot \cos \delta_o \end{pmatrix} \quad (7)$$

Durch Division der 2. mit der 1. Zeile der Matrixgleichung erhält man die Auflösung nach  $\alpha$ :

$$\tan(\alpha_\sigma - \alpha) = \frac{\sin(\alpha_\sigma - \alpha') \cdot \cos \delta'}{\cos(\alpha_\sigma - \alpha') \cdot \cos \delta' \cdot \cos \delta_o - \sin \delta' \cdot \sin \delta_o} =$$

$$= \frac{\tan(\alpha_\sigma - \alpha')}{\cos \delta_o - \frac{\tan \delta'}{\cos(\alpha_\sigma - \alpha')} \cdot \sin \delta_o} = \frac{\frac{x}{R}}{\cos \delta_o - \frac{y}{R} \cdot \sin \delta_o}$$

$$\tan(\alpha_\sigma - \alpha) = \frac{x}{R \cdot \cos \delta_o - y \cdot \sin \delta_o} \quad (8)$$

Durch eine trickreiche Umformung der 3. Zeile der Matrixgleichung folgt schließlich auch  $\delta$ :

$$\sin \delta = \cos(\alpha_\sigma - \alpha') \cdot \cos \delta' \cdot \sin \delta_o + \sin \delta' \cdot \cos \delta_o$$

$$\frac{\sin \delta}{\sin \delta'} = \frac{\cos(\alpha_o - \alpha')}{\tan \delta'} \cdot \sin \delta_o + \cos \delta_o = \frac{R}{y} \cdot \sin \delta_o + \cos \delta_o$$

Mit  $\frac{1}{\sin \delta'} = \sqrt{1 + \frac{1}{\tan^2 \delta'}} = \sqrt{1 + \frac{R^2 + x^2}{y^2}} = \sqrt{\frac{R^2 + x^2 + y^2}{y^2}}$  erhält man:

$$\sin \delta = \frac{R \cdot \sin \delta_o + y \cdot \cos \delta_o}{\sqrt{R^2 + x^2 + y^2}} \quad (9)$$

Mit Hilfe der Gleichungen (8) und (9) ist nun auch das Zeichnen eines gnomonischen Gradnetzes möglich. Die Koordinatenlinien konstanter Rektaszension sind Geraden:

$$\alpha = \text{const:} \quad x = (R \cdot \cos \delta_o - y \cdot \sin \delta_o) \cdot \tan(\alpha_o - \alpha) \quad (10)$$

während die Linien gleichbleibender Deklination vermöge

$$\delta = \text{const:} \quad x^2 \cdot \sin^2 \delta = y^2 \cdot \tau + y \cdot 2R \cdot \sin \delta_o \cdot \cos \delta_o + R^2 \cdot (\sin^2 \delta_o - \sin^2 \delta) \quad (11)$$

mit  $\tau = \cos^2 \delta_o - \sin^2 \delta$

durch Kegelschnitte repräsentiert werden. In Abhängigkeit von dem Parameter  $\tau$  handelt es sich um Ellipsen ( $\tau < 0$ ), Parabeln ( $\tau = 0$ ) oder Hyperbeln ( $\tau > 0$ ).

Vom Konzept zum Computer-Programm:

Die Umsetzung der oben beschriebenen Programmidee erfolgte im Laufe der letzten Jahre auf dem Personal Computer Atari ST, welcher mit seinem hoch auflösenden s/w-Monitor (640 × 400 Pixels) ideale Voraussetzungen für dieses Vorhaben bot. Entwickelt wurde das Programm GNOMPLOT mit dem GfA-BASIC Interpreter.

In der Standardversion von GNOMPLOT 6.3 werden die äquatorialen Koordinaten von 5093 Sternen bis 6<sup>m</sup> aus dem SAO-Sternkatalog (Äquinoktium B 1950) verwendet, was für visuelle Beobachtungen völlig ausreichend ist. Für spezielle Anwendungen – wie z.B. Auswertung von teleskopischen Wahrnehmungen oder Aufnahmen mit Videotechnik – kann das Programm ggf. auf einen umfangreicheren Datensatz (von 38991 Sternen bis 7.9<sup>m</sup>) zurückgreifen.

Mit Hilfe von GNOMPLOT wurde mittlerweile, in enger Zusammenarbeit mit der Ulmer Meteorbeobachtergruppe (Michael Nolle, Bernhard Koch), ein unseren Anforderungen möglichst gut entsprechender Satz von 16 gnomonischen Karten zusammengestellt.

Die Projektionszentren dieses Sternkartensatzes sind aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich. Der Maßstabsfaktor wurde übrigens so gewählt (R=185), daß eine ideale Überlappung angrenzender Karten gewährleistet ist. Durch die Festlegung der Deklinationen  $\delta_o = 20^\circ$  bzw.  $\delta_o = 70^\circ$  konnte eine ausreichende Überdeckung des Sternhimmels bis hinunter zu  $\delta = -20^\circ$  erreicht werden, so daß nunmehr genügend Karten für alle in unseren Breiten sinnvollen Beobachtungsgebiete vorliegen.

T.2 Projektionszentren der 16 gnomonischen Karten der VdS-Fachgruppe Meteore																
$\alpha_o$	0 <sup>h</sup>	2 <sup>h</sup>	4 <sup>h</sup>	6 <sup>h</sup>	8 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup>	12 <sup>h</sup>	14 <sup>h</sup>	16 <sup>h</sup>	18 <sup>h</sup>	20 <sup>h</sup>	22 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	6 <sup>h</sup>	12 <sup>h</sup>	18 <sup>h</sup>
$\delta_o$	+20°												+70°			

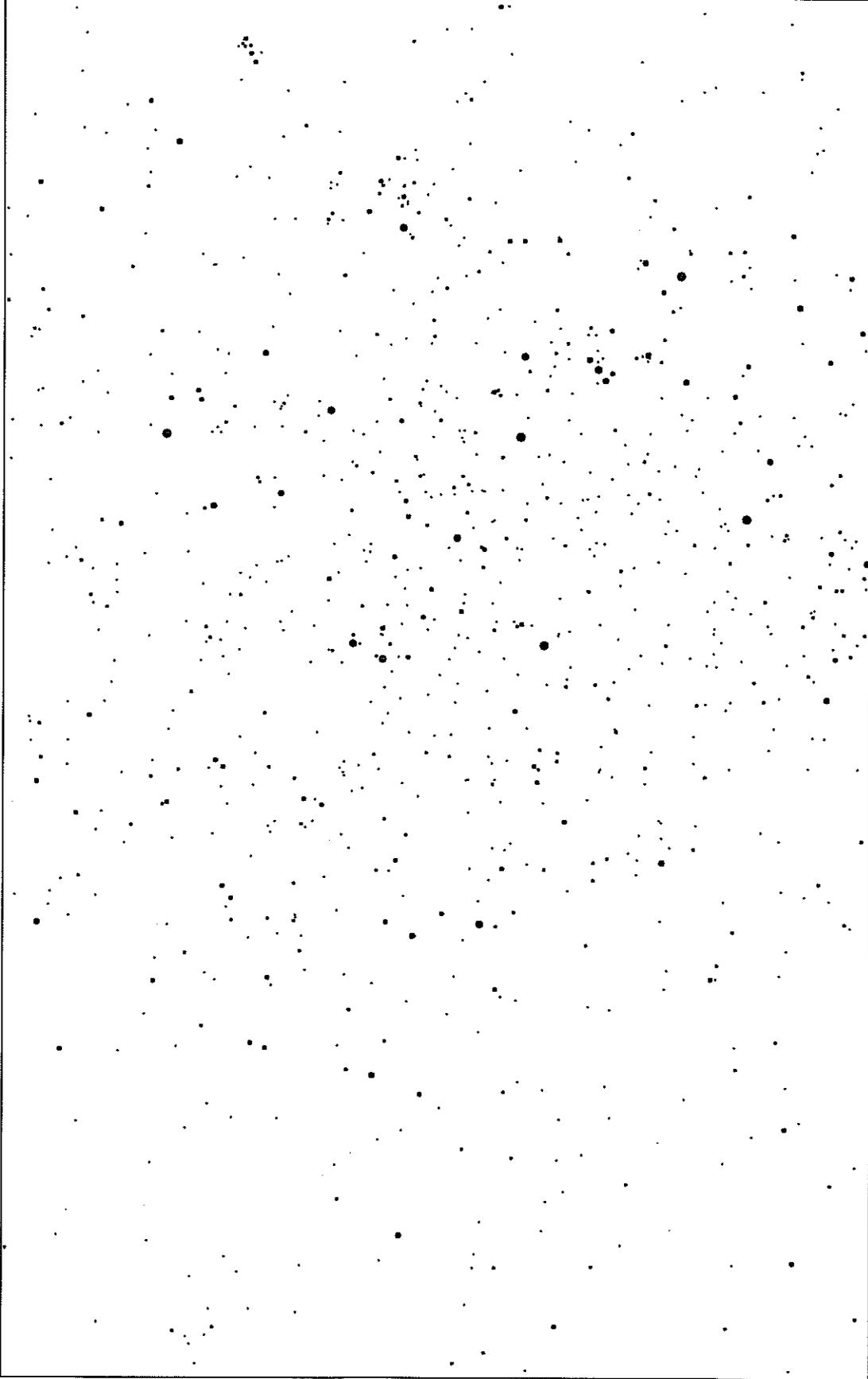


Abb.4: Gnomonische Sternkarte No. 5 mit dem Zentrum  $\alpha_o = 8^h$  und  $\delta_o = 20^\circ$ .

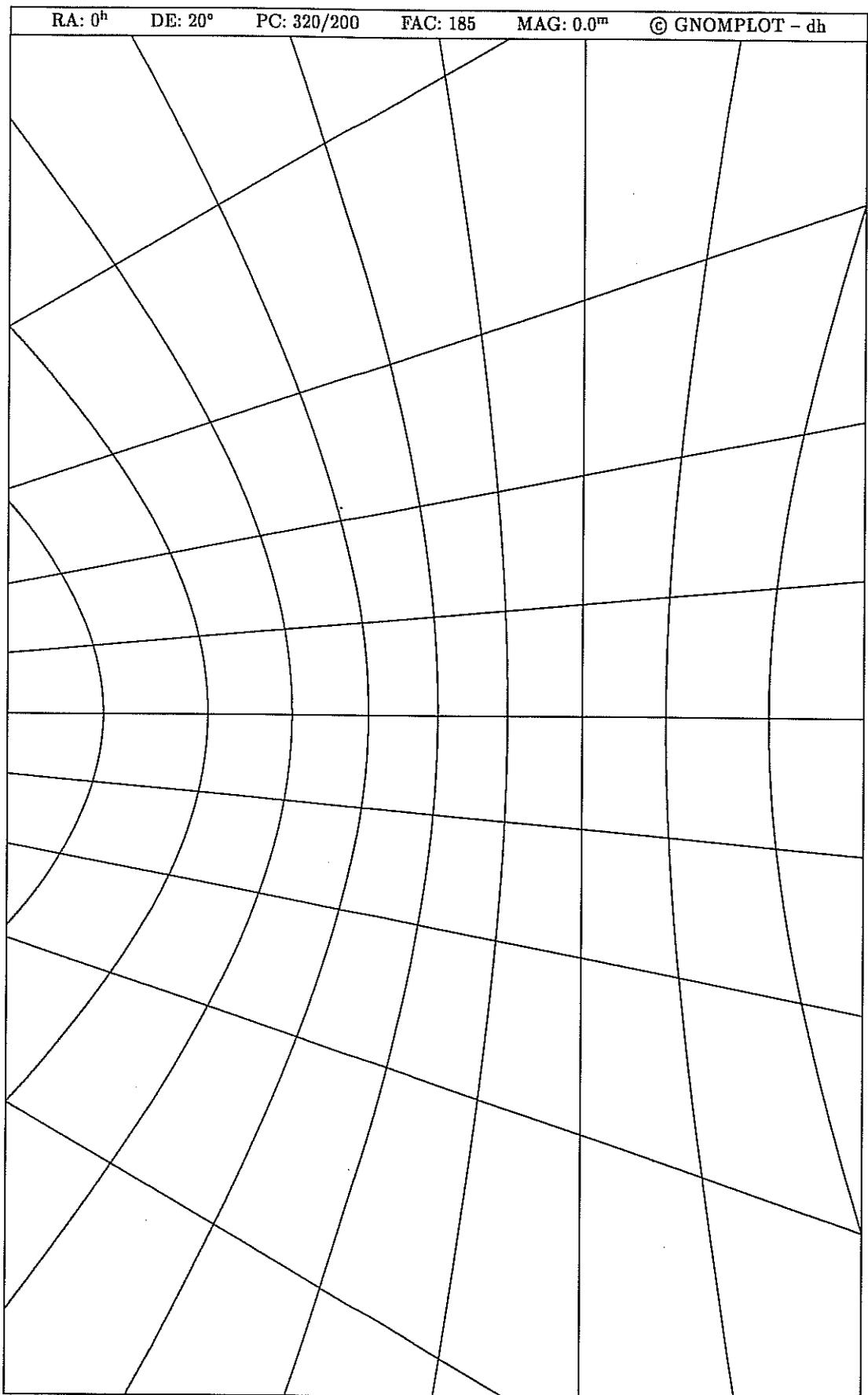


Abb.5: Gradnetz im Abstand  $\Delta\alpha = 1^h$  bzw.  $\Delta\delta = 10^\circ$  für alle Karten mit  $\delta_o = 20^\circ$ .

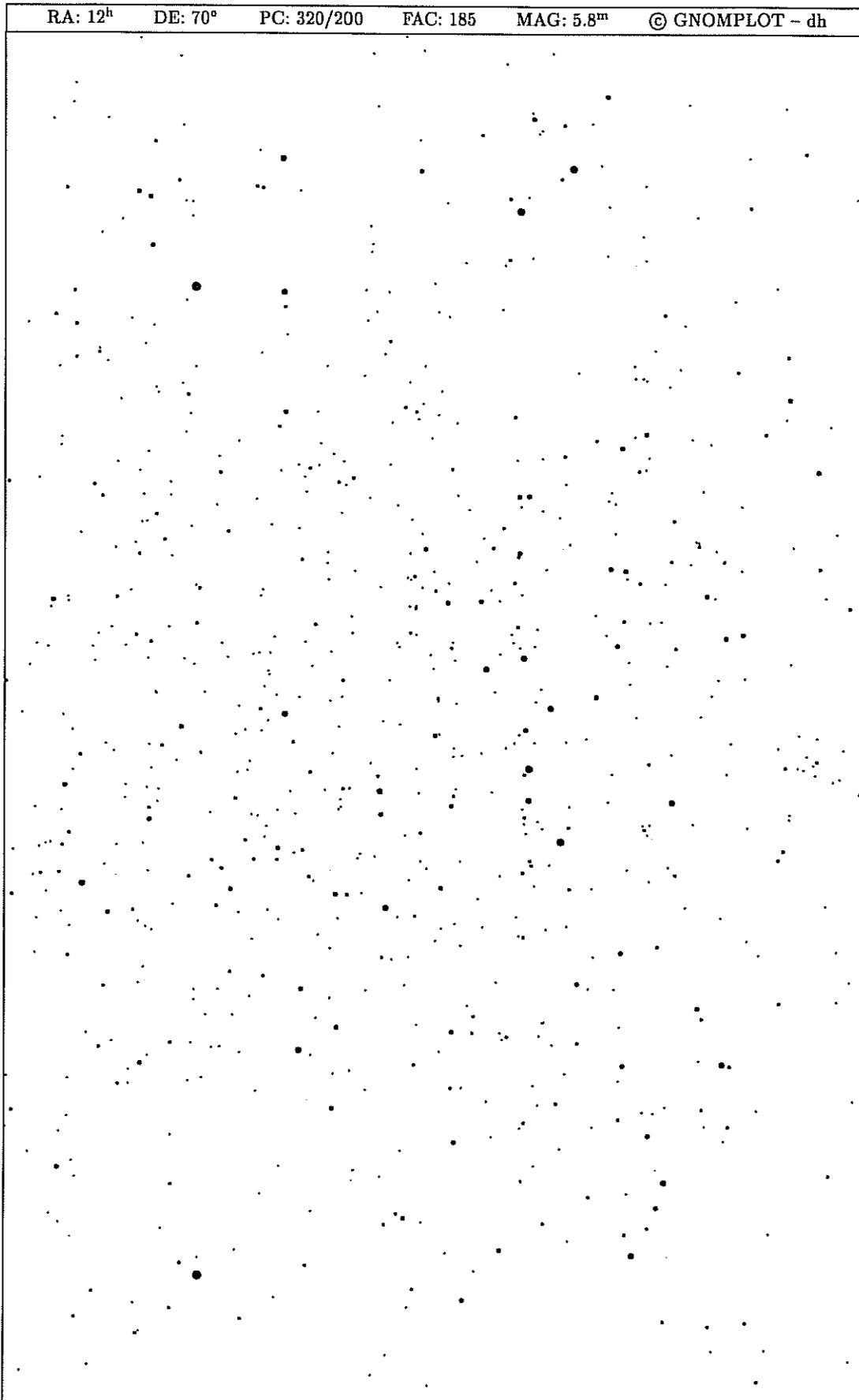


Abb.6: Gnomonische Sternkarte No. 15 mit dem Zentrum  $\alpha_o = 12^h$  und  $\delta_o = 70^\circ$ .

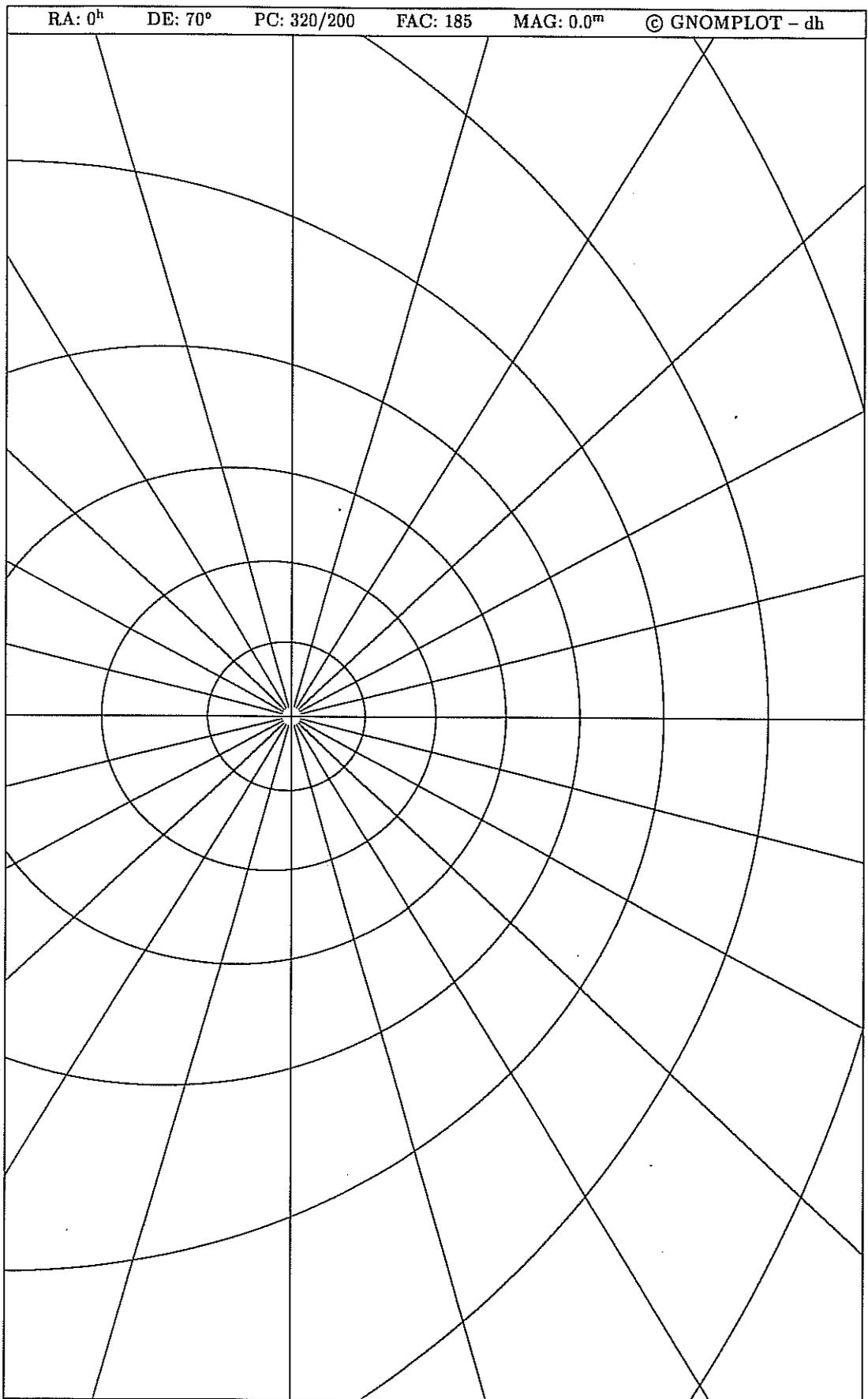


Abb.7: Gradnetz im Abstand  $\Delta\alpha = 1^h$  bzw.  $\Delta\delta = 10^\circ$  für alle Karten mit  $\delta_o = 70^\circ$ .

In GNOMPLOT sind zahlreiche features implementiert, welche ich auf dem Meteortreffen im April 1993 in Violau vorstellen konnte, deren Auflistung den Rahmen dieses Artikels jedoch sprengen würde. Die wichtigste Möglichkeit, die GNOMPLOT 6.3 bietet, ist zweifellos die Ausgabe der *Sternkarten* und *Gradnetzen* in gnomonischer Projektion. Beim Plotten dieser Karten wurde besonderer Wert auf höchstmögliche Auflösung gelegt, weswegen anstelle einer Bildschirm-Hardcopy der etwas umständlichere Weg einer Ausgabe als METAFONT-Datei gewählt wurde. Dieser METAFONT-Quelltext kann mit Hilfe des professionellen Textsatzprogramms T<sub>E</sub>X in bester Druckqualität ausgegeben werden. Die mit GNOMPLOT 6.3 erzeugten und hier z.T. abgebildeten Karten wurden beispielsweise mit einem STAR Laserprinter (300 dpi) gedruckt.

Die Originale, aus denen der Satz unserer gnomonischen Sternkarten besteht, haben das handliche Format  $26.0 \times 16.3$  cm. Zur Reproduktion in der STERNSCHNUPPE mußten allerdings die zwei Musterkarten (Abb.4 und 6), sowie die beiden Gradnetze (Abb.5 und 7) auf 88% der Originalgröße verkleinert werden. Der Übersichtlichkeit halber wurde die Sterngrößen dieses Kartensatzes, welcher vor allem für visuelle Meteorbeobachter konzipiert ist, auf  $5.8^m$  festgelegt. In welcher Lage und Orientierung sich das gnomonische Koordinatensystem  $(x, y)$  innerhalb der hochkant geplotteten Sternkarten befindet, ist aus der nachfolgenden Skizze ersichtlich.

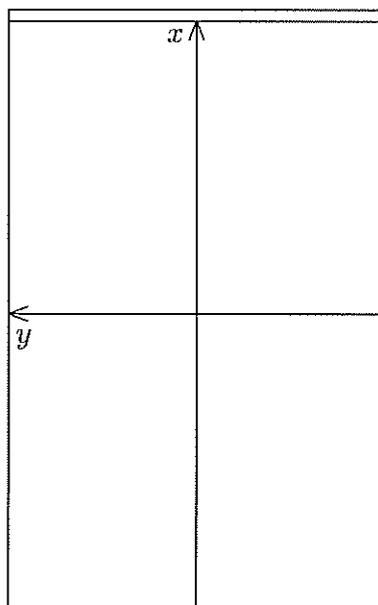


Abb.8: Orientierung des  $x$ - $y$ -Koordinatensystems innerhalb der gnomonischen Karten.

Verfügbarkeit des GNOMPLOT-Kartenmaterials:

Unser kompletter Satz von 16 gnomonischen Sternkarten mit den beiden dazugehörigen Gradnetzen steht allen interessierten Meteorbeobachtern gegen Erstattung von Druck- und Versandkosten zur Verfügung!

Die 18 Din A4-Blätter mit den in Laserdruckqualität geplotteten Karten im Originalformat  $26.0 \times 16.3$  cm sind vom Autor dieses Beitrages zum Selbstkostenpreis von 8,- DM erhältlich. Über Erfahrungsberichte im Umgang mit diesem Kartensatz und ggf. konstruktive Verbesserungsvorschläge würde ich mich besonders freuen.

□

# NEU ERSCHIENEN: „A. UND E. TOLLMANN: UND DIE SINTFLUT GAB ES DOCH – VOM MYTHOS ZUR HISTORISCHEN WAHRHEIT“

Alexander und Edith Tollmann: **Und die Sintflut gab es doch – vom Mythos zur historischen Wahrheit.** Droemer Knaur Verlag, München. 1993, 560 Seiten, 146 Abb., 8 Tabellen. Preis: 42,- DM. ISBN 3-426-26660-1.

„Um 3 Uhr früh mitteleuropäischer Zeit traf zu Beginn des Nordherbstes, an einem 23. September, vor  $9545 \pm$  wenigen Jahren bei Neumond ein gewaltiger Komet die Erde“, welcher eine unvorstellbare Katastrophe auslöste, der die Menschheit nur vereinzelt entronnen konnte. Am Beispiel des von L.W. Alvarez 1980 vorgestellten „Dinosaurier-Impaktes“ der Endkreidezeit, für den es eine Reihe belegbarer Daten gibt, werden die einzelnen Phasen wie der Einschlag, der Krater, das Impaktbeben, der induzierte Vulkanismus, der Feuersturm, die Flutwelle, die Impaktnacht und der Impaktwinter, Sturzregen und Schneeflut, die Giftproduktion und das folgende Massensterben beleuchtet.

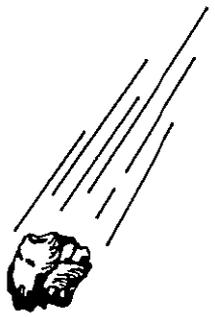
Ob es sich so oder ähnlich beim „Sintflutimpakt“ abgespielt haben mag, dafür tragen die beiden renommierten Geologen der Universität Wien eine Vielzahl naturwissenschaftlicher Indizien und Interpretationen aus den Mythologien rund um den Erdball zusammen.

Das Buch ist in gut lesbarem Druck gefällig und trotz einer Menge von Fakten flüssig geschrieben; die ausgesuchten Abbildungen findet man in Textnähe. Manchmal hat man den Eindruck, als wenn alle Thesen *zu gut* zusammenpassen würden.

Physikalisch betrachtet ist eine mehrere Tage anhaltende Flut kontinentalen Ausmaßes bei gleichzeitiger Senkung der Meeresspiegelhöhe an einer anderen Stelle der Erde ebenso unrealistisch wie Regentropfen mit Kubikmetervolumina Inhalt – was die Oberflächenspannung des Wassers übrigens auch gar nicht zuließe.

Außer einer geometrischen Verdünnung der Energiedichte der Flutwoge gibt es keine Hinweise auf die Berücksichtigung ihrer Dämpfung bei fortschreitender Ausbreitung. Zugleich wirkt die Darstellung eines Anstiegs der Radioaktivität nach einem größeren Impakt nicht überzeugend. Mag man auch gelegentlich weitere Ungereimtheiten entdecken, so stellt die Gesamtsicht der Autoren doch einen Gewinn dar, indem die erdgeschichtliche Entwicklung aus einer neuen Perspektive in das Bewußtsein des Lesers gerückt wird, so daß man diesem Werk gerne eine größere Verbreitung und viele Neuauflagen wünschen möchte. Vielleicht wird dieser Wunsch noch stimuliert durch die Bestätigung der einen oder anderen Prognose, denen man in diesem Werk mehrfach begegnet.

Jan van der Lip  
□



# VIDEOAUFZEICHNUNG VON METEOREN

## TEIL 3: DAS PROJEKT MOVIE

Sirko Molau, Mirko Nitschke

⇐ Fortsetzung von Teil 2 dieses Beitrags aus Heft 5-2 auf den Seiten 38-41

Nachdem in den Teilen 1 und 2 die theoretische Seite der Videoaufzeichnung von Meteoren untersucht wurde, geht es nun um die konkrete praktische Umsetzung, nämlich um unser Projekt MOVIE = Meteor Observation with Video Equipment. MOVIE ist ein Projekt von K. Düber, S. Molau, M. Nitschke und D. Przewozny (Archenhold-Sternwarte Berlin Treptow). Vor der Beschreibung technischer Einzelheiten der von uns verwendeten Anlage möchten wir nochmals die Vor- und Nachteile der Videobeobachtung gegenüberstellen.

### • Vorteile

1. relativ hohe Grenzhelligkeit im Vergleich zur Fotografie
2. hohe Meteorzahlen, vergleichbar mit denen eines visuellen Beobachters
3. exakte Bestimmung des Aufleuchtzeitpunktes
4. problemlose Stromzuordnung / Bestimmung von Stromraten
5. hohe Genauigkeit bei der Bestimmung von Bahnlage und Winkelgeschwindigkeit (durch mögliche mehrfache Auswertung des Videobandes)
6. Parallaxenvermessung mit zwei Stationen möglich
7. geringer Beobachtungsaufwand, die Videobeobachtung ist parallel zur visuellen Beobachtung durchführbar

### • Nachteile

1. Abhängigkeit von der Stromversorgung (Netz)
2. (noch) sehr teuer und technisch anspruchsvoll

Die Videobeobachtung von Meteoren vereinigt somit (theoretisch) eine Reihe von Vorteilen der visuellen Beobachtung mit denen der Meteorfotografie. Im Rahmen unseres Projektes MOVIE wurde (und wird) nun praktisch erprobt, wie es sich mit der Videobeobachtung in der Praxis verhält. Zur Bewältigung der komplexen Problemstellungen wurde das Projekt in drei Teilaufgaben zerlegt, 1) die Aufzeichnung des Himmels auf Videobänder, 2) die automatische Suche nach Meteoren auf den Bändern und 3) die interaktive Vermessung aufgefundenener Meteore.

### Aufzeichnung des Himmels

Die Anlage muß in der Lage sein, den Himmel automatisch in Echtzeit mehrere Stunden lang aufzuzeichnen. Dabei sollte bei Berücksichtigung der Erkenntnisse aus Teil 1 dieses Beitrages ein möglichst großer Himmelsausschnitt bei guter (Meteor-) Grenzgröße und gutem Signal-Rausch-Verhältnis abgebildet werden. Gleichzeitig ist die aktuelle Uhrzeit aufzuzeichnen.

Als zentrale Einheit verwenden wir einen einstufigen *Restlichtverstärker*. Ein einstufiger Restlichtverstärker der ersten Generation arbeitet wie folgt: Aus einer Fotokathode lösen

die einfallenden Photonen Elektronen heraus. Diese werden mittels einer angelegten Hochspannung durch eine Lochblende hindurch auf einen Leuchtschirm beschleunigt und erzeugen dort ein Bild (elektronenoptisches Gegenstück zur Lochkamera). Vor die Eintrittsöffnung dieses Restlichtverstärkers wurde für die Testphase ein beheiztes Weitwinkelobjektiv 2,8/20mm montiert. Ein handelsüblicher Camcorder mit MakroEinstellung filmt nun direkt den Bildschirm der Elektronenoptik. Die gesamte Apparatur wird mittels einer speziellen Halterung auf eine parallaktische Montierung Ib (Zeiss Jena) aufgesetzt und kann der täglichen Bewegung des Himmels nachgeführt werden.

Folgende Ergebnisse wurden erzielt: 1) *Aufzeichnung* von Meteoriten bis zu 4<sup>m</sup> und von Sternen bis 5<sup>m</sup>, jeweils etwa eine Größenklasse weniger als bei parallelen visuellen Beobachtungen. 2) *Zeitliche Auflösung des Aufleuchtzeitpunktes* entsprechend der Fernsehnorm 0.04 s, Anschluß an Absolutwerte mittels der permanent ins Bild eingeblendeten Uhr des Camcorders.

Die bedeutende Steigerung der Empfindlichkeit durch Einsatz des Restlichtverstärkers wird jedoch mit mehreren Nachteilen erkauft. Zunächst wäre ein starkes Rauschen, insbesondere in der Bildmitte, zu nennen. Dieses Rauschen macht die automatische Videoauswertung nahezu unmöglich. Zusätzlich kommt es zu geometrischen Verzerrungen sowie zu einer Abhängigkeit des Betrages der Lichtverstärkung von der radialen Position eines Objektes innerhalb des Bildfeldes.

#### Suche nach Meteoriten

Die auf den Videobändern enthaltenen Meteorite sollen möglichst vollständig aufgefunden und ihre Zeiten automatisch abgespeichert werden. Aus theoretischer Sicht handelt es sich dabei um eine Datenkompression unvorstellbaren Ausmaßes: Aus ca. 6 Megabyte Bilddaten pro Sekunde (das Videosignal) sind 1 Bit pro Sekunde Information (Meteor vorhanden / nicht vorhanden) zu gewinnen. Die Kompression beträgt also ungefähr 1 : 50 000 000.

Die einfachste vorstellbare Form der Auswertung besteht im nachträglichen Anschauen der Videobänder. Vorteile zur direkten Beobachtung ergeben sich dabei aus angenehmeren Beobachtungsbedingungen und -zeiten sowie der Möglichkeit des 'Replay' bei unsicheren Ereignissen. Der Zeitaufwand ist jedoch genauso groß wie bei direkten visuellen Beobachtungen. Die Suche wird daher unter Verwendung eines PC's mit eingebautem *Framegrabber* automatisiert: das ist ein Gerät, welches aus dem analogen Videosignal einer externen Quelle ein digitales, der Bildverarbeitung im Computer zugängliches Signal gewinnt. Framegrabber werden als PC-Steckkarten angeboten.

Die Entscheidung über das Vorhandensein eines Meteoriten in einem stark verrauschten Videobild geschieht in der gegenwärtigen Version unseres Auswerteprogramms über mehrere Teilschritte:

- *Digitalisieren und Speichern eines einzelnen Videobildes.* Das Bild enthält Sterne, Meteorite sowie ein zur Bildmitte stark ausgeprägtes Rauschen.
- *Bildung der Differenz zum vorhergehenden Bild.* Unveränderte Objekte (Sterne) verschwinden. Das Rauschen und bewegte Objekte wie Meteorite bleiben erhalten.
- *Übergang zu einer größeren Rasterung durch Mittelung benachbarter Pixel.* Mit dieser Maßnahme wird eine deutliche Rauschunterdrückung erzielt.
- *Subtraktion einer mittleren Rauschmaske.* Die Rauschmaske berücksichtigt insbesondere die ausgeprägte radiale Abhängigkeit der mittleren Rauschamplitude. Im Ergebnis ist das Bild fast rauschfrei, jedoch sind auch schwache Meteorite 'weggemittelt'.

- *Festlegung eines Helligkeitsgrenzwertes.* Es werden diejenigen Bildelemente ermittelt, deren zugeordneter Helligkeitswert einen bestimmten Schwellenwert übersteigt. Meteorereignisse werden damit vom Restrauschen separiert. Ein Ereignis gilt als Meteor, wenn in einem derart bearbeiteten Bild 1–5 Pixel den Schwellwert erreichen. Bei mehr als 5 Pixeln liegt per Definition eine Bildstörung vor. Der Betrag des Schwellwertes bestimmt ganz empfindlich die Zahl der aufgefundenen Meteore sowie die Zahl der Fehlidentifizierungen. Er wird daher den aktuellen Rauschverhältnissen dynamisch angepaßt.

Die künftig von uns verwendete Rechnerhardware besteht aus einem Hochleistungs-PC (CPU 80486 DX2/66MHz) mit einem relativ billigen, echtzeitfähigen Framegrabber. Die Software wurde selbst entwickelt. Sie besteht fast vollständig aus optimierten Assemblerrouninen, die jeweils die Digitalisierung und Auswertung der oberen oder unteren Videobildhälfte getrennt vornehmen. Nach zwei Durchläufen ist damit ein komplettes Videoband auf Meteore hin untersucht.

Mit dem derzeitigen Programm und der beschriebenen Hardware lassen sich 8 halbe Bilder pro Sekunde bei relativ sicherer *Erkennung* von Meteoren bis zur 2. Größenklasse verarbeiten. Die automatische Meteorerkennung ist damit momentan der Flaschenhals bei der Videobebachtung von Meteoren. Durch die ungeheuere Datenmenge schaffen selbst die schnellsten heutzutage käuflichen PC's nur die Verarbeitung von halben Videobildern in akzeptabler Geschwindigkeit (trotz optimierter Software und minimiertem Suchaufwand). Zusätzlich wird nur ein kleiner Teil der auf dem Video wirklich vorhandenen Meteore erkannt, was vor allem durch das starke Rauschen des Restlichtverstärkers verursacht wird.

Vermessung der aufgefundenen Meteore

Die Auswertung der gefundenen Meteore gliedert sich in folgende Teile:

- *Digitalisieren aller zu einem Meteor gehörigen Einzelbilder.* Erst die Gesamtheit mehrerer Einzelbilder zeigt die komplette Meteorspur und ermöglicht eine zur Auswertung von Meteorfotos analoge Vermessung.
- *Beseitigen von Bildstörungen und Hintergrundrauschen.* Diese beeinträchtigen sowohl den ästhetischen Eindruck als auch die Präzision einer Vermessung.
- *Bestimmung der Meteorposition in Bildkoordinaten sowie Umrechnung in äquatoriale Koordinaten.* Hier sind in erster Linie die Verzerrungen der primären Optik sowie der Elektrooptik rechnerisch zu kompensieren.
- *Ermittlung von Meteorhelligkeit und Winkelgeschwindigkeit.* Besonders die Bestimmung der Meteorhelligkeit ist weniger trivial als es zunächst erscheinen mag. Ein unmittelbarer Vergleich mit Sternhelligkeiten im digitalisierten Bild ist nicht möglich.
- *Speicherung der gewonnenen Daten in einem günstigen Format.* Möchte man neben den reinen Meteoraten auch schöne Bilder der Erscheinungen aufheben, wird man massiv mit dem Problem enormer Speicherplatzfordernisse konfrontiert. Erst die Verwendung moderner Packalgorithmen (JPeg) entschärft die Situation. Sie ermöglicht die Speicherung von mehreren hundert Meteoren auf einer Diskette.

Zur Bildverarbeitung kommt dieselbe Hardware wie zur Meteorsuche zum Einsatz. Die selbstgeschriebene Software besteht wieder zum großen Teil aus Assemblerrouninen, da verschiedene Algorithmen der Bildverarbeitung ziemlich komplex und rechenintensiv sind. Bei der Auswertung der Meteore sind alle 25 Bilder/s des Videosignals von Bedeutung. Der Rechner

kann sie jedoch nicht in dieser Geschwindigkeit verarbeiten, so daß als Wiedergabegerät ein Videorecorder mit Zeitlupenfunktion verwendet werden muß.

Nach der Bildaufbereitung werden automatisch Sternpositionen sowie die Position des Meteors in Bildkoordinaten bestimmt und unter Verwendung des PPM-Sternkataloges in äquatoriale Koordinaten umgerechnet (an diesem Programmteil wird noch gearbeitet). Die Koordinaten werden anschließend zusammen mit den anderen Informationen in dem von der *International Meteor Organization (IMO)* verwendeten PosDat-Format gespeichert. Das Bild selbst kann optional in komprimierter Form archiviert werden. Als Resultat der interaktiven Bildbearbeitung liegen ein rauschfreies Bild vom Meteor sowie seine wichtigsten Parameter in digitaler Form vor.

Probleme bereitet die Synchronisation zwischen der Zeitlupe des Videorecorders und der Digitalisierung durch den Rechner. Zusätzlich zittert das Standbild des Videorecorders, so daß vor der Überlagerung der Einzelbilder des Meteors eine aufwendige Mustererkennung zur Bildzentrierung durchgeführt werden muß.

#### MOVIE – Bilanz und Ausblick

Der elektronische Meteorbeobachter hat einen stolzen Preis. Im einzelnen müssen für die Komponenten folgende Beträge eingeplant werden: Objektiv 500 DM, Restlichtverstärker 2000 DM, Camcorder 1500 DM, Computer 3000 DM, Framegrabber 300 DM.

Die mit hohem zeitlichen Aufwand von derzeit ca. 200 Arbeitsstunden erstellte Software steht nach weiterer Perfektionierung allen Interessenten des Projektes zur Verfügung. Sie ist momentan jedoch direkt auf die von uns verwendete Hardware zugeschnitten.

Wollte man den gegenwärtigen Stand des MOVIE-Projektes in Worte fassen, könnte man dies optimistisch etwa so formulieren:

- *MOVIE findet Meteore ... Immer ?  
Nicht immer – aber immer öfter !*

Der Prototyp von MOVIE hat gezeigt, daß die Vorstellung eines elektronischen Meteorbeobachters nicht unrealistisch ist. In allernächster Zukunft wird der technische Fortschritt das beschriebene Verfahren auch weniger finanzkräftigen Interessenten zugänglich machen. Mit der schnellen Weiterentwicklung ist das eingangs genannte MOVIE-Team jedoch hoffnungslos überfordert. Dies betrifft in erster Linie den zeitlichen Rahmen, aber auch manche fachliche Fragestellung hat es in sich. Wer eigene Ideen beitragen möchte, ist herzlich eingeladen, sich dem MOVIE-Team anzuschließen.

#### Einsatz beim Perseidenmaximum

Als nächster Härtetest für die Videoaufzeichnung von Meteoren ist das Perseidenmaximum 1993 vorgesehen. Wenn sich die Prognosen über die außergewöhnliche Aktivität der '93er Perseiden auch nur annähernd bewahrheiten und das Wetter ausnahmsweise einmal mitspielt, erhält die MOVIE-Technik eine einzigartige Chance zu beweisen, was sie kann: Sie wird eiskalt aufzeichnen – inmitten von verzweifelt mit Karten kämpfenden oder einfach vom Naturschauspiel überwältigten menschlichen Beobachtern!

□

# BERICHT AN FIDAC NEWS: FEUERKUGEL EN 22 02 93

Pavel Spurný, Jiří Borovicka, Dieter Heinlein, Hans Betlem

Feuerkugel: Frankreich, 22. Februar 1993, 22<sup>h</sup> 12<sup>m</sup> 45<sup>s</sup> UT

Ein Meteor von mittlerer Geschwindigkeit und  $-21^m$  maximaler absoluter Helligkeit wurde von 11 deutschen all-sky Stationen des Europäischen Meteoritenortungsnetzes und 1 niederländischen fish-eye Kamera photographiert. Dies war eine der brillantesten Feuerkugelercheinungen, die jemals registriert worden sind! Der Bolide legte eine 72 km lange Leuchtspur in 3.1 Sekunden zurück und verlöschte in einer Höhe von 21.5 km.

Atmosphärische Leuchtspur des Meteors EN 22 02 93			
	Beginn	Max. Hell.	Ende
Geschwindigkeit $v$	26.73 km/s	22.5 km/s	7. km/s
Höhe $h$ über Geoid	77.3 km	30.7 km	21.5 km
Geogr. Breite $\varphi$ (N)	49.535°	49.45°	49.436°
Geogr. Länge $\lambda$ (E)	5.503°	4.99°	4.892°
Abs. Helligkeit $M$	$-3.^m$	$-21.^m$	$-5.^m$
Meteoroidmasse $m$	30 t	6 t	1 kg
Zenitdist. Radiant $z_R$	39.3°	-	39.7°

Feuerkugel-Typ: II

Ablations-Koeffizient:  $0.0105 \text{ s}^2/\text{km}^2$

Ein Meteoritenfall mehrerer Fragmente mit ca. 1 kg Gesamtmasse ist recht wahrscheinlich.

Radiantposition (J 2000) und Eintrittsgeschwindigkeit von EN 22 02 93			
	scheinbar	geozentrisch	heliozentrisch
Rektaszension	$\alpha = 189.4^\circ$	$\alpha = 191.3^\circ$	-
Deklination	$\delta = 43.3^\circ$	$\delta = 42.7^\circ$	-
Eklipt. Länge	-	-	$\lambda = 97.5^\circ$
Eklipt. Breite	-	-	$\beta = 28.17^\circ$
Geschwindigkeit	$v = 26.74 \text{ km/s}$	$v = 24.09 \text{ km/s}$	$v = 35.69 \text{ km/s}$

Bahnelemente (J 2000) von EN 22 02 93	
Große Halbachse der Ellipse	$a = 1.504 \text{ AE}$
Numerische Exzentrizität der Bahn	$e = 0.567$
Perihelabstand der Ellipse	$q = 0.651 \text{ AE}$
Aphelabstand der Ellipse	$Q = 2.36 \text{ AE}$
Perihelabstand vom aufst. Knoten	$\omega = 266.9^\circ$
Länge des aufsteigenden Knotens	$\Omega = 334.4071^\circ$
Bahnneigung gegen die Ekliptik	$i = 32.59^\circ$

□

# ANMERKUNGEN ZUM METEOR VOM 22. FEBRUAR 1993

Dieter Heinlein, Hans Betlem

Die Meldungen über die visuellen Beobachtungen dieser außergewöhnlich hellen Feuerkugel vom 22. 2. 1993 um 23<sup>h</sup> 12<sup>m</sup> 45<sup>s</sup> MEZ sind bereits in Ausgabe 5-2 der STERNSCHNUPPE auf den Seiten 46-47 und in diesem Heft auf Seite 70 ausführlich beschrieben worden.

Unmittelbar nach der Sichtung aller verfügbaren Aufnahmen wurden die besten der ereignis-tragenden Photos am Astronom. Institut in Ondřejov vermessen und eine vollständige Bahnbestimmung durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Reduktion sind im nebenstehenden Telexbericht an die „FIDAC news“ zusammengefaßt (Seite 68).

Wie aus der Skizze auf dem Titelbild dieser STERNSCHNUPPE ersichtlich ist, erschien die Feuerkugel demnach in 77 km Höhe über der Südspitze Belgiens und verlöschte nach einem brillanten Himmelsschauspiel 21.5 km hoch etwa zwischen den Städten Reims und Longwy. Diejenigen 12 EN-Kameras, die den Boliden registriert haben, sind auf dem Titelbild übrigens mit ihrer Stationsnummer gekennzeichnet.

Wie bereits in S. 5-2 erwähnt, haben Studenten am Observatorium Hoher List beim Photographieren des Orionnebel M42 zufällig einen Teil dieses Meteor abgelichtet (siehe Abb.1).



Abb.1: Astrographenaufnahme A 5625 vom Observatorium Hoher List, Daun am 22. 2. 1993 (Belichtungszeit: 23<sup>h</sup> 05<sup>m</sup> - 23<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> MEZ) mit Spur des Boliden.

Wahrscheinlich ist nicht alles Meteoroidenmaterial verglüht. Eine Restmasse von etwa 1 kg könnte in der Nähe der Stadt Vouziers in Nordostfrankreich niedergegangen sein. Die geringe Restmasse und die relativ weiten Fehlergrenzen bei diesem Fall lassen eine organisierte Suche nach dem Meteoriten jedoch ziemlich aussichtslos erscheinen. Eine *detaillierte Auswertung* dieses meteorite droppers wird erst im Heft 5-4 der STERNSCHNUPPE veröffentlicht.

□

# AKTUELLE MELDUNGEN: METEORE & FEUERKUGELN

Dieter Heinlein

• 05.01.1993, 19<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> UT

Michael Kohl beobachtete, laut Vermerk im Protokoll seiner schweizerischen Meteorkamera 82 Wald, eine  $-2^m$  helle Sternschnuppe von 1.5 s Dauer und 30° Bahnlänge um 20<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> 10<sup>s</sup> MEZ. Diese bewegte sich tief am Osthorizont parallel zu den Sternen  $\alpha$ Ori und  $\beta$ Ori.

• 22.02.1993, 22<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> UT

Zu diesem aufsehenerregenden Boliden (siehe STERNSCHNUPPE 5–2, p. 46–47) trafen mittlerweile noch weitere, präzise Beobachtungsberichte ein: (Meldungen: H. W. Peiniger)

So nahm Helmut Könitz während eines nächtlichen Spaziergangs mit seinem Hund von 34549 Edertal–Giflitz aus die Feuerkugel ebenfalls wahr. Um 23<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> MEZ sah er im Südwesten des Ortes einen extrem hellen Meteor, der senkrecht vom Himmel fiel und die umgebenden Berge in ein grelles Licht tauchte. Von dem Meteoroiden lösten sich grünorange Bruchstücke ab, die rasch verglühten und deutliche Rauchfahnen hinter sich herzogen.

Regina Griese sichtete den Boliden von 34454 Arolsen–Mengeringhausen aus gegen 23<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> MEZ bei einer Fahrt mit ihrem Auto. Der senkrecht abstürzende Feuerball, der etwa doppelt so groß wie der Vollmond, aber viel langsamer als eine normale Sternschnuppe war, ließ den Nachthimmel in einem neonhaften, grünen Licht erstrahlen.

Die Auswertung aller Aufnahmen dieses meteorite droppers in der Rosenmontagsnacht ist bereits in diesem Heft der STERNSCHNUPPE auf den Seiten 68 und 69 zu finden.

• 24.03.1993, 19<sup>h</sup> 47<sup>m</sup> UT

Gemäß den Eintragungen im Einsatzprotokoll der Meteoritenortungsstation 72 Hagen registrierten die Betreuer der Meteorkamera um 20<sup>h</sup> 47<sup>m</sup> MEZ eine  $-4^m$  helle Sternschnuppe.

• 08.04.1993, 20<sup>h</sup> 54<sup>m</sup> UT

Den Aufzeichnungen von Herrn Stadtfeld im Schaltplan seiner Meteorkamera 73 Daun zufolge, sah Hr Schumann um 22<sup>h</sup> 54<sup>m</sup> MESZ einen hellen, weißen Meteor von 1 Sekunde Leuchtdauer. Dieser bewegte sich vom Zenit in Richtung Nordwesten (zwischen den Sternbildern Großer Wagen und Fuhrmann).

• 10.04.1993, 19<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> UT

Zu dem, von Andreas Domenico gesichteten Boliden (siehe STERNSCHNUPPE 5–2, p. 47) gingen inzwischen noch weitere Beobachtungsberichte ein: (Meldungen: H. Middelhaue)

So nahm Lutz Hasse von 31028 Gronau aus um 19<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> 15<sup>s</sup>  $\pm$  5<sup>s</sup> UT die Feuerkugel von 1.5 s Leuchtdauer wahr, die von Osten kommend unweit von Sirius hinter den Wolken verschwand. Desweiteren berichteten per e-mail auch ein Computerfreak aus dem Raum Mainz und ein Funkamateuer aus Ingolstadt von ihrer Beobachtung dieser Erscheinung.

• 15.04.1993, 21<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> UT

Alex Scholten sah um 21<sup>h</sup> 13<sup>m</sup> 45<sup>s</sup> UT einen  $-8^m$  hellen, grünorangenen Meteor mit Endblitz im Westen der niederländischen Stadt Eerbeek (52° 06' 54'' N, 6° 03' 26'' E). Als Anfangs- und

Endpunkt der Bahn dieser spektakulären Sternschnuppe teilte er die Koordinaten ( $\alpha = 115^\circ$ ,  $\delta = 24^\circ$ ) bzw. ( $\alpha = 89^\circ$ ,  $\delta = 37^\circ$ ) mit. (Meldung: A. Knöfel)

Dieser Bolide wurde von der Meteoritenortungskamera 79 Westouter photographiert.

Nach einem Artikel in der niederländischen Zeitschrift RADIANT, wurde der Meteor noch von weiteren Augenzeugen um 21<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> 30<sup>s</sup> UT gesehen, und es liegt auch die Aufnahme eines holländischen Amateurs vor: Von Hoogmade aus glückte Ben Apeldoorn ein sehr schönes Photo mit einer Nikkor 16mm – f/4.0 Fischaugenoptik. (Meldung: H. Betlem)

• 21.04.1993, 21<sup>h</sup> 21<sup>m</sup> UT

Laut Eintrag im Einsatzplan seiner Meteoritenortungskamera 45 Violau beobachtete Martin Mayer um 22<sup>h</sup> 21<sup>m</sup> MEZ eine Feuerkugel südlich des Sternbildes Löwe.

Dieser Meteor wurde offensichtlich von den beiden EN-Stationen 42 Klippeneck und 82 Wald photographisch erfaßt.

• 11.05.1993, 19<sup>h</sup> 05<sup>m</sup> UT

Von Traunkirchen aus (etwa 10 km südöstlich der österreichischen Sternwarte Gahberg) sah Ludwig Kellerer um 21<sup>h</sup> 05<sup>m</sup> MESZ eine –3<sup>m</sup> helle Sternschnuppe unterhalb des Sternbildes Löwe, die sich in ost-westlicher Richtung bewegte. (Meldung: E. Filimon)

• 16.05.1993, 20<sup>h</sup> 38<sup>m</sup> UT

Die Sternfreunde Wolfgang Vogl, Peter Petz, Klaus Eder und Christian Kreutzer registrierten um 22<sup>h</sup> 38<sup>m</sup> MESZ eine Feuerkugel von –6<sup>m</sup> von der österreichischen Sternwarte Gahberg aus. Der gelbweiße Meteor bewegte sich von Osten nach Westen nahezu durch den Zenit der Beobachter. Recht spektakulär war die Nachleuchtspur, welche mit bloßem Auge 1 Minute lang wahrnehmbar war. (Meldung: E. Filimon)

• 22.05.1993, 21<sup>h</sup> 05<sup>m</sup> UT

Den Aufzeichnungen im Schaltplan seiner Meteorkamera 45 Violau zufolge, sah Martin Mayer um 22<sup>h</sup> 05<sup>m</sup> MEZ einen Meteor im Sternbild Großer Wagen unterhalb der Kastensterne.

• 24.06.1993, 20<sup>h</sup> 39<sup>m</sup> UT

Während Fernrohr-Beobachtungen an der Klostersternwarte St. Stephan in 86152 Augsburg registrierte Dieter Heinlein um 22<sup>h</sup> 39<sup>m</sup> MESZ eine besonders langsame Feuerkugel von –5<sup>m</sup> Helligkeit in südwestlicher Richtung unweit des Planeten Jupiter.

• 30.06.1993, 21<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> UT

Von seinem Balkon in 81373 München aus beobachtete der Hobbyastronom Siggie Thomasch um 23<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> MESZ im Südwesten einen sehr hellen Meteor, der zwischen den Sternbildern Waage und Jungfrau in Richtung Horizont zog.

# Meteoritenfall ins Meer in der Nacht 19./20.07.1993 ?

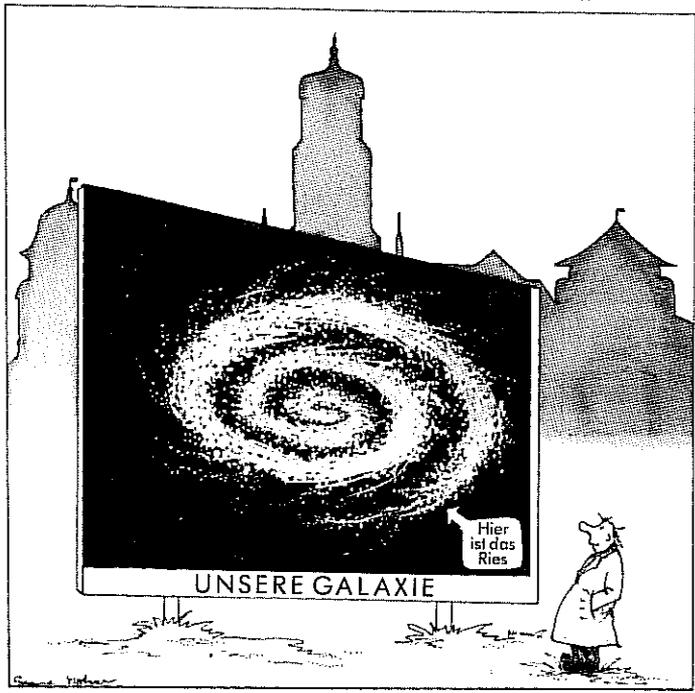
Einer DPA-Meldung zufolge, soll in dieser Nacht ein Meteorit vor der dänischen Küste ins Meer gefallen sein. Zahlreiche Augenzeugen an Land und auf Schiffen berichteten von Wahrnehmungen einer roten Feuerkugel und eines lauten Knalls, bevor der mutmaßliche Meteorit zwischen der jütländischen Stadt Ebeltoft und der Insel Hjelm ins Kattegat stürzte.

□

## KLEINANZEIGEN AUS DEM LESERKREIS

Unter dem Titel „*Astronomie im Nördlinger Ries*“ findet derzeit im Nördlinger Rieskrater-Museum eine sehr empfehlenswerte Sonderausstellung statt, die in Zusammenarbeit mit dem „Freundeskreis Astronomie im Ries“, unter Leitung von Uwe Bahadir, entstanden ist. Diese, am 14. Mai 1993 eröffnete, Sonderausstellung ist noch bis zum 3. Oktober 1993, dienstags bis sonntags, von 10<sup>h</sup> bis 12<sup>h</sup>, sowie von 13<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> bis 16<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> zu besichtigen.

- Rieskrater-Museum Nördlingen, Leitung: Dr. Michael Schieber  
Hintere Gerbergasse 3, D 86720 Nördlingen, Tel. 090 81 - 841 43



### **Astronomie im Nördlinger Ries**

**Sonderausstellung  
Rieskrater-Museum Nördlingen**

**in Zusammenarbeit mit dem  
Freundeskreis  
Astronomie im Ries**

#### *Werbeaktion für VdS-Zeitschrift STERNE UND WELTRAUM*

Biete für Mitglieder unserer Fachgruppe kostenlose Probehefte der Astronomischen Monatszeitschrift „Sterne und Weltraum“ zum Kennenlernen gegen Portoerstattung, u.a. Ausgaben mit (eigenen) Beiträgen über Meteorastronomie: SuW 4/90, 11/91, 2/92 und 11/92.

- Dieter Heinlein, Lilienstraße 3, D 86156 Augsburg

Biete für visuelle/teleskopische Meteorbeobachter kompletten Satz von 16 gnomonischen Sternkarten mit den dazugehörigen Gradnetzen (siehe GNOMPLOT-Artikel in diesem Heft der STERNSCHNUPPE auf den Seiten 54–62) zum Selbstkostenpreis von 8 DM.

- Dieter Heinlein, Lilienstraße 3, D 86156 Augsburg

#### *Steine, die vom Himmel fielen – zu Preisen, die am Boden bleiben.*

Der Traum aller Meteor-Freaks: ein Stück Gestein aus dem Weltraum! Biete METEORITE und TEKTITE zu vernünftigen Preisen. Eine kostenlose Angebotsliste ist zu beziehen von:

- Dieter Heinlein, Lilienstraße 3, D 86156 Augsburg

□

INHALTSVERZEICHNIS:

Vorwort des Herausgebers & Hinweise (D. Heinlein) . . . . .	49
Meteorströme im Herbst 1993 (B. Koch) . . . . .	50
GNOMPLOT: ein PC-Programm zur Darstellung von Sternkarten in gnomonischer Projektion (D. Heinlein) . . . . .	54
Neu erschienen: „A. und E. Tollmann: Und die Sintflut gab es doch – vom Mythos zur historischen Wahrheit“ (J. van der Lip) . . . . .	63
Videoaufzeichnung von Meteoren: Teil 3: Das Projekt MOVIE (S. Molau, M. Nitschke) . . . . .	64
Bericht an FIDAC news: Feuerkugel EN 22 02 93 (P. Spurný, J. Borovicka, D. Heinlein, H. Betlem) . . . . .	68
Anmerkungen zum Meteor vom 22. Februar 1993 (D. Heinlein, H. Betlem) . . . . .	69
Aktuelle Meldungen: Meteore & Feuerkugeln (D. Heinlein) . . . . .	70
Kleinanzeigen aus dem Leserkreis (M. Schieber, D. Heinlein) . . . . .	72

AUTOREN DIESER AUSGABE:

- Hans Betlem, Lederkarper 4, NL 2318 NB Leiden
- Dr. Jiří Borovicka, Astronom. Institut, ČSFR 25165 Ondřejov
- Dieter Heinlein, Lilienstraße 3, D 86156 Augsburg
- Bernhard Koch, Memelstraße 23, D 89231 Neu-Ulm
- Jan van der Lip, Wolfsbühl 25, D 88271 Wilhelmsdorf
- Sirko Molau, Straße 246, D 13086 Berlin
- Mirko Nitschke, Thüringer Weg 7/435, D 09126 Chemnitz
- Dr. Pavel Spurný, Astronom. Institut, ČSFR 25165 Ondřejov

IMPRESSUM:

ISSN 0936-2622

Herausgeber, Redaktion und ©:

VdS-Fachgruppe METEORE, c/o Dieter Heinlein  
Lilienstraße 3, D 86156 AUGSBURG

Die STERNSCHNUPPE erscheint vierteljährlich (Feb/Mai/Aug/Nov) im Eigenverlag. Das Mitteilungsblatt wird zum Selbstkostenpreis an Mitglieder der VdS-Fachgruppe METEORE abgegeben. Die Abonnentenbeiträge dienen lediglich zur Deckung der Druck/Kopier- und Versandkosten. Private Kleinanzeigen aus dem Leserkreis werden unentgeltlich veröffentlicht. Für gewerbliche Anzeigen wird eine Gebühr nach Tarif Nr. 5 erhoben. Der Nachdruck ist nur mit Genehmigung der Redaktion und gegen Übersendung eines Belegexemplars gestattet.

Redaktionsschluß für das Heft 5-4 ist der 31. Oktober 1993