

Fotografische Meteorbeobachtung - eine kurze Einführung

von Ulrich Sperberg

Gerade ist der Leonidenschauer vorüber und schon findet man in Zeitschriften oder im Internet eine Vielzahl schöner Aufnahmen dieses Ereignisses. Vielleicht sind auch dem einen oder anderem Leser einige Fotos gelungen. Leider sind solche herausragenden Ereignisse mit Zenitraten über Tausend selten. Sind so viele helle Meteore wie bei den Leoniden im November 2001 zu sehen, kann man bei der Fotografie praktisch nichts falsch machen. Aber wie ist vorzugehen, wenn die Rate, wie im Normalfall, gering (10-20 Meteore pro Stunde und Beobachter) oder durch die Aktivität eines oder mehrerer Ströme wie der Quadrantiden, Perseiden oder Geminiden vielleicht die Marke 100 pro Stunde und Beobachter erreicht. Dazu sollen hier einige Hinweise gegeben werden.

Einleitung

Die Fotografie von Meteoren unterscheidet sich von der anderer astronomischer Objekte besonders durch den Fakt, dass der Beobachter nicht weiß, wann und an welchem Ort ein Ereignis stattfindet, also die nächste Sternschnuppe oder Feuerkugel erscheint. Die Position eines planetarischen Nebels kann im Sternatlas gefunden werden, ein Meteor kann überall am Himmel auftauchen. Der Nebel steht auch morgen und übermorgen noch an der gleichen Stelle und hat sein Erscheinungsbild im Normalfall nicht verändert, ein Meteor ist eine kurzlebige Erscheinung, deren Dauer nur selten länger als ein oder zwei Sekunden ist. Somit ist die Belichtungsdauer nicht von der Himmelhelligkeit oder der Meteorhelligkeit sondern allein von der Aufleuchtdauer der Sternschnuppe begrenzt. Dies macht das Fotografieren von Meteoren so schwer und so leicht zugleich. Schwer deswegen, weil der Zufall die Meteorspur immer neben dem Gesichtsfeld der Kamera erscheinen lässt, leicht weil die technischen und apparativen Anforderungen vergleichsweise gering sind. Eine normale Kleinbildkamera reicht aus um gute Ergebnisse zu erbringen. Aus diesem Grunde ist gerade die Meteorfotografie ein ideales Betätigungsfeld für Einsteiger in die Astrofotografie.

Welchen Sinn macht es eigentlich Meteore aufzunehmen? Erster Punkt: Es macht

Spaß! Zweiter Punkt: Man kann mit den Bildern auch noch „was machen“. Das ist z. B. die Bestimmung der genauen Position des Radianten von schwachen Meteorströmen, die Bestimmung der atmosphärischen Bahn, die gerade bei hellen Feuerkugeln wichtig ist, bei denen auch Meteoritenfälle möglich sind. Des weiteren ist eine Bestimmung des Orbits des Meteoroiden vor der Kollision mit der Erde möglich.

Kamera und Objektiv

Die Anforderung an die Kamera sind denkbar gering, da sie im wesentlichen nur als Filmhalter fungiert. Wichtig ist die Möglichkeit der Dauerbelichtung, in der Regel mit „B“ bezeichnet. Außerdem sollte ein Drahtauslöser oder ähnliches anschließbar sein. Je weniger Elektronik die Kamera hat, desto weniger kann schief gehen. Also möglichst alle automatischen Funktionen abschalten. Gerade in kalten Winternächten versagen elektronische Kameras oft ihren Dienst, da die Batterien nicht ausreichen, den Verschluss offen zu halten. Eine einfache, gebrauchte, mechanische Kamera reicht aus, ist oft sogar die beste Lösung. Ein Stativ ist hilfreich, notfalls kann die Kamera aber auch auf den Boden gelegt werden. Dann kann natürlich nur in Zenitrichtung fotografiert werden. Eine Montierung mit Nachführung ist nicht notwendig.

Von größerer Bedeutung ist das Objektiv. Für jedes Objektiv sind zwei Werte entscheidend:

- Die Grenzhelligkeit (LM) des Objektivs, also mit welcher Helligkeit ein Meteor gerade noch aufgenommen werden kann
- Die Effektivität (E) des Objektivs, die einen Vergleich mit anderen Objektiven erlaubt. Ein Objektiv mit $E = 2$ bildet in der selben Zeit doppelt so viele Meteore ab wie eines mit $E = 1$.

Die Grenzhelligkeit des Objektivs hängt von der Brennweite f ab. Je größer die Brennweite, desto geringer das Gesichtsfeld. Somit hat das Licht vom Meteor weniger Zeit eine bestimmte Stelle des Films zu belichten. Ein weiterer Faktor ist die freie Öffnung d . Je größer die Öffnung, desto

mehr Licht kommt in die Kamera. Natürlich spielt auch die Filmempfindlichkeit (g) eine Rolle. Empfindlichkeiten von ISO 800 sind ausreichend, höhere natürlich effektiver.

Die Grenzhelligkeit kann dann näherungsweise nach folgender Formel (Hawkins 1964) berechnet werden. Sie gilt nur für perfekten Himmel!

$$LM = 2,512 \cdot \log_{10}(d^2 \cdot f^{-1} \cdot g) - 9,95 \quad (1)$$

Erläuterungen zur Formel siehe oben, LM in mag, d und f in mm, g in ISO.

Die Effektivität kann im Brennweitenbereich 15 mm bis 80 mm mit folgender Formel berechnet werden:

$$E = d^2/f \quad (2)$$

Für einige gebräuchliche Objektive sind in Tabelle 1 die Grenzhelligkeiten angegeben.

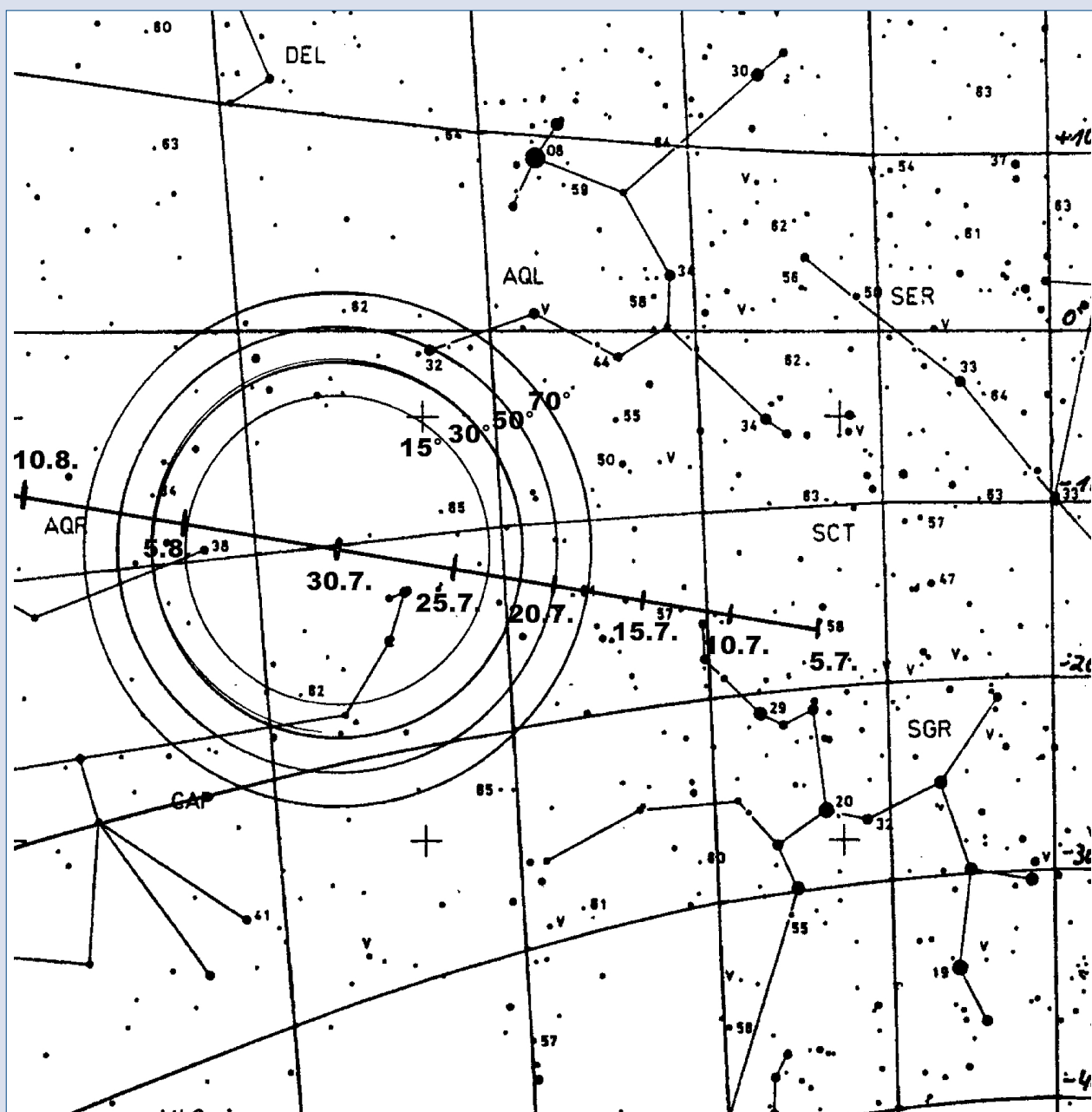
f in mm	f · d ⁻¹	d in mm	LM in mag
28	2,8	10,0	-1,3
35	1,8	19,4	-0,1
35	2,8	12,5	-1,0
50	1,4	35,7	+0,9
50	1,7	27,8	+0,3
50	2,8	17,9	-0,6
75	4,5	16,7	-1,2

Tabelle 1:

Grenzhelligkeiten für gebräuchliche Objektive für Kleinbildkameras, bezogen auf ISO 800/30° Film.

Film und Belichtungszeit

An dieser Stelle ein Wort zum Film. Wichtig ist, sich im Vorfeld klar darüber zu werden, welches Ziel man mit seinen Aufnahmen verfolgt. Will man nur „schöne“ Bilder, ist man sicherlich mit einem Farbpositiv- oder -negativfilm gut bedient. Sollen jedoch Lichtkurven der Meteore bestimmt werden, so ist dies nur mit Schwarzweiß-Filmen möglich. Gute Ergebnisse sind z. B. mit dem Ilford HP5 erzielbar. Er lässt sich von ISO 400 problemlos auf ISO 6400 pushen. Bei Objektiven mit geringerer Öffnung oder unter exzellenten Bedingungen ist auch der

α -Capricorniden (CAP)

Radiantposition	α	307° (20 ^h 28 ^m)	δ	-10°
Drift	$\Delta\alpha$	+0°.9	$\Delta\delta$	+0,3°
Sichtbarkeit		03. 07. - 15. 08.		
Maximum	λ_{Θ}	127° (30. 07.)		
Populationsindex	r	2,5		
Zenitrate	ZHR	4		
Geozentrische Geschwindigkeit	v_{∞}	25 km/s		
Anfangshöhe		98 km		
Endhöhe		86 km		
Mutterkörper		(2101) Adonis oder 45P/Honda-Mrkos-Pajdušáková		

Radiantenhöhen für verschiedene geografische Breiten				
Geografische Breite				
Ortszeit	30°N	40°N	50°N	60°N
22	42	34	25	17
23	48	39	29	19
00	50	40	30	20
01	47	38	28	19
02	40	32	24	15
03	25	20	14	8
04	18	14	9	9

Bahnelemente	Ω	ω	i	e	q [AE]	a [AE]	t [a]
α-Capricorniden	126°.9	270°.2	7°.3	0,758	0,587	2,421	3,8
(2101) Adonis	350°.58	41°.69	1°.36	0,764	0,443	1,87	2,6
45P/Honda-Mrkos-Pajdušáková	89°.17	326°.02	4°.2	0,824	0,533	3,03	5,3



Abb. 1:
Geminid im Dezember 1996, Aufnahme von Jürgen Rendtel,
Potsdam.

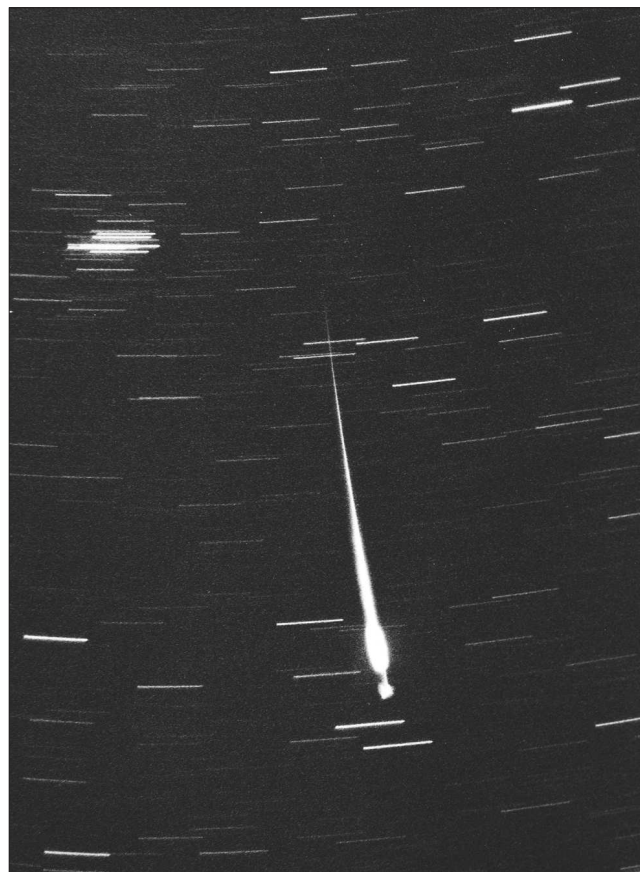


Abb. 2:
Typischer Perseid

Iford Delta 3200 eine gute Wahl, der sich wiederum bis ISO 12500 pushen lässt. Vorteil dieser Filme ist, dass nach der Belichtung durch die Entwicklung die Empfindlichkeit festgelegt werden kann und so auf die speziellen Umstände bei der Belichtung reagiert werden kann.

Die Belichtungszeit richtet sich natürlich nach den örtlichen Gegebenheiten, zum Teil auch nach dem Zweck der Aufnahmen. Sollen vor allem schwache Meteore aufgenommen werden, benötigt man einen empfindlichen Film und belichtet eher kürzer, wenn es darum geht z. B. nur Feuerkugeln, also sehr helle Meteore ab etwa -5 mag aufzunehmen, kann man auch deutlich überbelichten, die Feuerkugel ist trotzdem noch zu sehen. In diesem Fall langen auch zwei bis drei Aufnahmen über die ganze Nacht. Auf jeden Fall sollte man mit Probebelichtungen die optimale Zeit bestimmen. Die nachfolgende Tabelle 2 kann als Anhaltspunkt dienen.

Wann und wo sollte fotografiert werden?

Auch hier ist wieder das Ziel entscheidend. Je öfter Aufnahmen gemacht werden, desto öfters sind auch Meteore auf dem Film zu erwarten. Betrachtet man die Zeit außer-

halb der großen Ströme, kann man etwa mit einem Meteor pro hundert Stunden Belichtungszeit rechnen. Natürlich ist die Ausbeute in Zeiträumen mit aktiven großen Strömen höher, aber auch über das ganze Jahr können helle Meteore und Feuerkugeln auftreten. Gerade die sind wichtig zu dokumentieren, könnte es doch sein, dass es sich um einen sogenannten Meteoritendroper handelt, also um eine helle Feuerkugel, bei der nach dem Verlöschen die restliche Masse als Meteorit zur Erde fällt. Oft sind diese gewiss nicht, aber leider sind, wenn sie dann vorkommen, oft nur visuelle Beobachtungen, meist von Zufallsbeobachtern vorhanden und die sind zwangsläufig ungenauer. Das

Auffinden von Meteoriten ist z. B. ein Ziel des DLR-Feuerkugelnetzes [3]. Für Überwachungszwecke eignen sich am besten Fish-Eye-Objektive, die fast den ganzen Himmel abdecken können.

Geht es bei der fotografischen Beobachtung aber mehr darum, Stromradianten genau zu bestimmen, eine Aufgabe, die heute mehr und mehr durch Videobeobachtungen wahrgenommen wird, sind am besten Felder um den Radianten des entsprechenden Stromes geeignet. Sinnvoll ist es, dazu verschiedene Felder zu nutzen, z. B. östlich und westlich des Radianten. Letzterer muss nicht im Gesichtsfeld der Kamera liegen. Je näher die Meteore am Radianten auftreten, desto langsamer sind

	ISO 400	ISO 800	ISO 1600	ISO 3200
sehr dunkler Himmel, kein Dunst	40	30	20	15
dunkler Himmel, kein Streulicht	30	20	15	10
klarer Himmel, entferntes Licht	20	15	10	5
dunstiger Himmel, Stadtnähe	10	5	-	-

Tabelle 2:
Mögliche Belichtungszeiten in Minuten für verschiedene Filmempfindlichkeiten unter verschiedenen Himmelsbedingungen für Objektiv f/1,8, f = 50 mm.

sie, im Radianten erscheinen sie punktförmig. In den Morgenstunden erscheinen mehr Meteore als in den Abendstunden. Wer also kann, sollte auch nach Mitternacht noch aktiv bleiben. Eine interessante Aufgabe sind sogenannte Double-Station-Beobachtungen. Dazu wird von zwei Beobachtern, die etwa 50 Kilometer entfernt voneinander beobachtet, dasselbe Atmosphärenvolumen fotografiert. Ein Meteor kann dann von beiden Kameras aufgenommen werden, natürlich an einer anderen Position am Himmel. Die Auswertung solcher Fotografien ermöglicht es dann, die Bahn des Meteoroiden zu berechnen. Um für zwei oder mehr Kameras die entsprechenden Areale berechnen zu können existiert das kleine DOS-Programm QRicht von Marc de Lignie, welches bei <ftp://ftp.imo.net/pub/software/qrlicht> zum Download bereitsteht [1].

Ein ganz wichtiger Aspekt ist bisher noch nicht zur Sprache gekommen. Es handelt sich um die Zeitbestimmung. Um aus nicht nachgeführten Aufnahmen die genauen Koordinaten des Meteors bei bekannter Aufleuchtzeit bestimmen zu können, sind exakte Zeitangaben unumgänglich. Es sollte zur Gewohnheit werden, sowohl Anfang als auch Ende der Belichtung mit Sekundengenauigkeit anzugeben. Das gleiche gilt für helle Meteore, die im Gesichtsfeld der Kamera beobachtet werden.

Sinnvolles Zubehör

Wer regelmäßig versuchen will, Meteore aufzunehmen, für den empfiehlt sich weiteres Zubehör. Erstens sollte die Kamera

dann auf einem sicheren Stativ betrieben werden. Sinnvoll ist auch eine Objektivheizung, da sich gerade bei langen Belichtungen Tau auf den Linsen niederschlägt.

Auf eine weitere Ergänzung soll etwas ausführlicher eingegangen werden. Es handelt sich dabei um einen rotierenden Shutter, der vor der Kamera platziert wird. Dieser besteht zumeist aus zwei oder vier Flügeln, die mit einem Synchronmotor betrieben vor der Linse rotieren und den Strahlengang etwa 15 mal in der Sekunde unterbrechen. Der Shutter bewirkt, dass das Meteor auf dem Bild in mehrere kleine Abschnitte „zerhackt“ wird. Bei bekannter Frequenz des Shutters ist so eine Bestimmung der Aufleuchtdauer und der Geschwindigkeit des Meteors möglich. Ein weiterer Vorteil ist, dass bei kontinuierlichen Aufnahmen, also Aufnahmen ohne Shutter, verschiedene andere Objekte am Himmel wie Meteore erscheinen, etwa Satelliten, Flugzeuge oder anderes. Besonders die Satelliten bewegen sich aber so langsam, dass sie bei geschutterten Aufnahmen weiter als Linie erscheinen, Meteore aber wie beschrieben unterbrochen werden.

Ein weiterer nicht unwichtiger Aspekt ist, dass durch den Shutter die Hintergrundhelligkeit reduziert wird, da ja die Belichtungszeit des Himmelshintergrundes sich auch reduziert. Macht man seine Beobachtungen also oft an relativ hellem Himmel in der Nähe der Wohnung, ist es sinnvoll einen Shutter zu konstruieren, dessen Flügel z. B. je 120° abdecken. Dadurch wird der Himmel pro Einsatzstunde der

Kamera nur 20 Minuten belichtet. Auch die Helligkeit der Sternstrichspuren reduzieren sich im gleichen Maße. Auf die Empfindlichkeit für Meteore hat der Shutter aber keinen Einfluss, einzig, dass einige Details in der Helligkeitsentwicklung (z. B. Endblitz) verloren gehen. Ich hoffe mit diesem Artikel etwas Lust gemacht zu haben, Lust auf fotografierte Meteore. Wie wäre es mit dem vorgestellten Strom der Capricorniden? Auch wenn die Aktivität mit einer stündlichen Zenitrate von vier nicht gerade hoch ist, so ist er doch über einen langen Zeitraum aktiv, die geozentrische Geschwindigkeit der Meteore mit 25 km/s niedrig, sogar niedriger als die des ekliptikalen Stromsystems, wodurch die Wahrscheinlichkeit steigt, sie auf den Film zu bannen und der Populationsindex von 2,5 verspricht einige helle Schnuppen.

Literaturhinweise

- [1] de Lignie, M.: *Practical Meteor Photography Part V: Planning of Double-Station Photography*, WGN, the Journal of the IMO 24:6 (1996), 200
- [2] Hawkins, G.: *Meteors, Comets & Meteorites*. McGraw-Hill Book Co. 1964
- [3] Heinlein, D.: *Das Feuerkugelnetz des DLR*, VdS-Journal für Astronomie II/2001, 50
- [4] Rendtel, J.: *Handbook for Photographic Meteor Observations*. International Meteor Organization Monograph No 3, Potsdam 1993
- [5] Sperberg, U.: *Atlas der Meteorströme*, Arbeitskreis Meteore, Salzwedel 1998

Jupiterreport 2001

von André Nikolai

Seit August 2001 ist Jupiter wieder vom Morgenhimmel an beobachtbar und wurde zum Jahreswechsel 2001/02 zum am Himmel hochstehenden, lang beobachtbaren Objekt. Seine Oppositionsstellung war das erste astronomische Neujahrereignis, am 1. Januar 2002. Der maximale scheinbare Durchmesser wird zwar nicht mehr ganz erreicht, ist aber immer noch recht groß.

Die interessantesten Ereignisse sind derzeit die weitere Entwicklung des White Oval Spot WOS-BA. Es ist ja das letzte verblie-

bene Oval, das sich aus dem Verschmelzen der drei WOS-FA, BC und DE gebildet hat. Anfang Februar schickt sich das Oval an, den GRF zu passieren. Es gibt im Moment Spekulationen darüber, ob das WOS mit dem Große Rote Fleck (GRF) interagiert und sich eventuell auflösen könnte. Die weiteren Wochen werden zeigen, wie es weitergeht.

Der GRF ist derzeit bei etwa 80° (System II) und wandert langsam retrograd, d. h. in der entgegen gesetzten Rotationsrichtung Jupiters.

Auffällig sind mehrere Störungen. Die ersten beiden sind sogar sehr markant und relativ leicht zu beobachten. Einmal eine helle Unterbrechung (NEB-RIFT), die sich sehr lang quer durch das nördliche äquatoriale Band (NEB) zieht. Es hat sich in den letzten Wochen deutlich in die Länge gezogen, was zeigt, dass diese Störung von den beiden Rotationssystemen I und II beeinflusst wird. Gleiches gilt für die direkt benachbarte dunkle Störung, die am Nordrand des NEB mit einem dunklen Barren (Fleck) endet und sich nahezu parallel zur hellen Störung durch das NEB zieht.