

Ausschalten von Störfaktoren bei Sternfeldaufnahmen

WOLFRAM FISCHER

Die wesentlichsten Erfahrungen, die hier wiedergegeben sind, sammelte ich während meiner alljährlichen Aufenthalte in der Schul- und Volkssternwarte „Bruno H. Bürgel“ in Sohland an der Spree. Dort beschäftigte ich mich vorwiegend mit der Astrofotografie und ganz besonders mit Sternfeldaufnahmen. Als Kameras dienten ein Zeiss-Astrograph Tessar 3,5/250 (9×12 cm) und eine selbstgebaute Kamera der Sternwarte mit einem Tessar 4,5/360 (6×9 cm). Als Montierungen waren eine Zeiss I b und eine mechanisch hochwertige selbstgebaute Montierung in der Sternwartenkuppel, die lange Zeit einen Newton-Spiegel 100/1000 trug, vorhanden. Für Leitrohrzwecke ließen sich unterschiedliche Instrumente einsetzen, wie der Newtonspiegel 100/1000, ein C.-Spiegel 150/900/2250 und ein Refraktor AS 63/840, den ich am meisten benutzte.

Bei Sternfeldaufnahmen kommt es immer wieder vor, daß die Sterne nicht punktförmig, sondern als mehr oder weniger lange Striche abgebildet werden. Man sagt dann allgemein, die Nachführung war zu ungenau. Doch was verbirgt sich alles hinter dieser Feststellung.

Beim Nachführen einer Kamera auf einer geeigneten Montierung mittels eines Leitrohres versuchen wir, die tägliche Drehung der Erde (des Sternhimmels) auszuschalten. Haben wir eine exakt paralaktisch justierte Montierung, so brauchen wir beim Nachführen lediglich geringfügige Abweichungen des Stundenachsenantriebs, der über das Leitrohr kontrolliert wird, mittels der Feinbewegungen auszugleichen. Sind nun Aufnahmen mit Strichform der Sterne entstanden, so wird jeder, der nicht eingehender mit den Tücken dieser Problematik vertraut ist, glauben, es liege an zu großen Differenzen, die er sich beim Ausgleichen der Stundenantriebsabweichungen erlaubt hat.

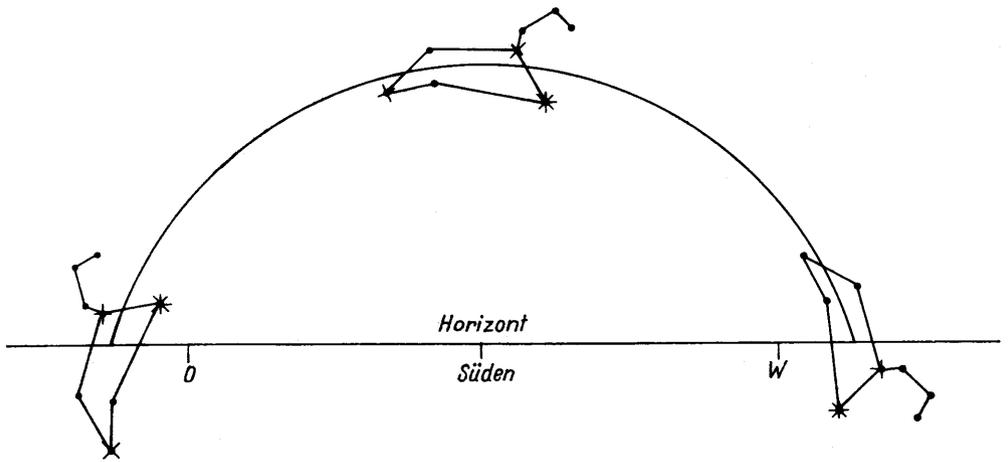


Abb. 1: Lageveränderung von Sterngruppen zum Horizont. (Mit zunehmender geographischer Breite verringert sich diese Erscheinung.)

Ich kann aus meiner Erfahrung sagen, daß die Anforderungen an die Genauigkeit des Stundenantriebes meist überschätzt werden. Die erforderliche Genauigkeit ist mit den eingangs angeführten Kameras auf einer Ib-Montierung ohne weiteres, prinzipiell für beliebig lange Belichtungszeiten, erreichbar. Man muß lediglich den Antrieb durch das Leitrohr, das möglichst stark vergrößern sollte, öfters kontrollieren und eventuelle Abweichungen an der Rutschkupplung ausgleichen. Hat man besonders schwere Geräte auf einer Ib-Montierung im Einsatz und glaubt, daß der 5-W-Motor der Montierung die Antriebsleistung nur schwer erreicht, so genügt eine geringe Verschiebung des Ausgleichgewichts, so daß die Geräteanordnung in Antriebsrichtung etwas überlastig wird. Damit erreicht man, daß der Antrieb sogar etwas zu schnell läuft, was sich beim Korrigieren des Antriebes einer Ib-Montierung an der Rutschkupplung sehr vorteilhaft macht. Man braucht die Rutschkupplung bei der Korrektur nur kurz festzuhalten. Dadurch wird die Antriebsübertragung unterbrochen und der Leitstern wandert durch die tägliche Bewegung wieder langsam an die richtige Stelle im Fadenkreuz des Leitrohres.

Das eben Geschilderte setzt jedoch annähernd den Idealfall voraus, nämlich die exakte parallaktische Aufstellung der Montierung. Jeder Anfänger auf diesem Gebiet wird sich zunächst mit einer einigermaßen genauen Ausrichtung der Montierung zum Meridian und zur Polhöhe begnügen und wird froh sein, daß er dies soweit erreicht hat. Führt man nun mit einer solchen Anlage eine fotografische Beobachtung durch, so stellt man bereits nach wenigen Minuten fest, daß der Leitstern im Fadenkreuz des Leitrohres nicht nur in der Stundenantriebsrichtung, sondern auch in der Höhe abweicht. Nun ist natürlich nichts leichter, als diese Abweichungen mittels der Deklinationsfeinbewegung auszugleichen. Belichtet man so eine Aufnahme eine oder gar zwei Stunden und ist begeistert von der Genauigkeit, mit der man alle aufgetretenen Abweichungen nachgestellt hat, so ist es für denjenigen um so bestürzender, wenn er die Fotoplatte entwickelt hat und das Resultat stundenlanger Mühe und Geduld sieht: ... Striche!

Ein Grund dafür will zunächst gar nicht einleuchten, da man der Meinung sein kann, wenn sich der Leitstern immer exakt im Fadenkreuz befindet, müßte auch eine genaue Nachführung der ganzen Anlage erreicht werden. Von dieser Überlegung ausgehend kommt man zu dem Trugschluß, daß der Stundenantrieb nicht genau genug läuft und die Korrekturen einen zu großen Spielraum ließen. So wird man nichtsahnend weiterexperimentieren.

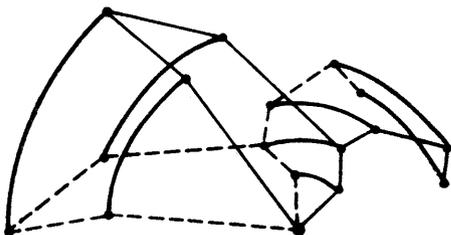


Abb. 2: Verdrehung einer Sterngruppe um den Leitstern (auf einer Fotoplatte) bei azimuthaler Nachführung. Belichtungszeit vom Aufgang bis zur Kulmination.

Man kann sich aber viele Enttäuschungen sparen, wenn man folgendes weiß: Treten im obigen Sinne bei gut nachgeführten Sternfeldaufnahmen Striche auf, so liegt in den meisten Fällen der Hauptgrund in der noch zu ungenau parallaktisch justierten Montierung.

Die Erscheinung hängt damit zusammen, daß die Sterne am Himmel scheinbar Kreisbögen beschreiben, deren Lage zum Horizont durch die geographische Breite bestimmt wird. Daher kommt es auch, daß die Sternbilder im Osten eine andere Lage zum Horizont haben, als später im Süden und im Westen. So taucht das Sternbild Löwe schräg mit dem Kopf zuerst über dem Osthorizont hervor. Im Süden hat es sich gedreht und ergibt waagrecht das gewohnte Bild. Im Westen versinkt es mit dem Kopf voran am Horizont (Abb. 1). Wollen wir nun das Experiment machen und mit einer azimutalen Montierung mit Feinbewegungen und Azimutantrieb das Sternbild Löwe fotografieren. Die Belichtungszeit soll vom Aufgang bis zur Kulmination reichen, und der Leitstern soll Regulus sein. Um den Leitstern gut im Fadenkreuz zu halten, müßten wir pausenlos Höhenabweichungen korrigieren. Es ist leicht einzusehen, daß der Leitstern punktförmig abgebildet werden muß, jedoch alle anderen Sterne einen Kreisbogen um den Leitstern beschreiben. (Aus demselben Grund übrigens muß die Fotoplatte bei dem azimutal montierten 6-m-Spiegelteleskop in der SU zusätzlich zum Teleskop gedreht werden.) Der Umfang dieser Kreisbögen nimmt mit zunehmendem Abstand vom Leitstern zu (Abb. 2).

Die gleiche Erscheinung tritt auch bei einer fehlerhaft zum Himmelspol justierten parallaktischen Montierung auf. Jedoch werden die Sternstrichbögen (infolge der geringeren Belichtungszeit und weit besseren Aufstellungsbedingungen) natürlich einen nicht so großen Winkel zum Leitstern beschreiben. Ungenauigkeiten in der Polhöhenjustierung machen sich besonders stark bei aufgehenden und untergehenden Sternen bemerkbar, deren steile Bahn zum Horizont gerade aus der geographischen Breite (also Polhöhe) resultiert. Beim Arbeiten am Südhimmel wirkt sich jedoch eine Fehlerhaftigkeit in der Ausrichtung der Fernrohranlage zum Meridian weit unangenehmer aus. Das Bahnstück in der Kulminationshöhe ist eben beinahe waagrecht zum Horizont. In diesem Bereich kommt selbst eine azimutal aufgestellte Anlage der tatsächlichen scheinbaren Bewegung sehr nahe. Ist jedoch die parallaktische Anlage nicht exakt nach Süden ausgerichtet, so kann es passieren, daß sich die Kamera bereits nach Westen neigt, das zu fotografierende Sterngebiet jedoch noch im Aufsteigen begriffen ist. Dies wiederum führt zu einer Lageverdreherung aller fotografierten Sterne um den Leitstern. Diese beiden Fehler in der parallaktischen Aufstellung werden deutlich sichtbar, da der Leitstern im Fadenkreuz des Leitfernrohres Höhen-, also Deklinationsabweichungen, zeigt. Diese Abweichungen sind der Tod jeder längerbelichteten Sternfeldaufnahme. Mit jeder Korrektur dieser Abweichungen dreht man die Anlage ein Stück um den Leitstern herum. Je länger man belichtet, umso länger müssen folglich auch die Striche auf der Aufnahme werden. Es ist der klug beraten, der bei Deklinationsabweichungen des Leitsterns beizeiten die Belichtung abbricht.

Damit man Deklinationsabweichungen stets von Stundenantriebsschwankungen unterscheiden kann, ist es ratsam, das Fadenkreuzokular des Leitrohres in der Steckhülse so zu drehen, daß eine Koordinatenrichtung immer an einem Strich des Kreuzes entlangläuft. Arbeitet man nach dieser Methode, weiß man bereits nach kurzer Zeit, die Abweichungen richtig zu deuten. Man kann trotzdem mit einer halbwegs genau justierten Ib-Montierung und einer Kamera 4,5/360 nach 30 Minuten Belichtung noch fast punktförmige Sterne erzielen (siehe Abb. 3, S. II). Man muß eben die Höhenabweichungen trotz allem immer korrigieren. Will man aber noch länger erfolgreich belichten, so ist es unvermeidbar, die Aufstellungsgenauigkeit noch weiter zu erhöhen. Mit äußerster Akribie muß die Anlage nach der schon oft beschriebenen Scheinerschen-Methode parallaktisch justiert werden. Die oben beschriebenen Höhen- oder Deklinationsabweichungen sind dabei die Grundlage und der Prüfstein bei der Justierarbeit. Eine solche Arbeit kann bei wenig Erfahrung Stunden in Anspruch nehmen. Das Ziel ist, auch kleinste Deklinationsabweichungen auszuschalten. Ist eine sehr hohe Genauigkeit erreicht, so wird man bei einer Zeiss Ib-Montierung feststellen, daß selbst ein verhältnismäßig geringer Druck gegen die Montierung genügt, um eine winzige Verlagerung der Anlage zu erzeugen, die bereits eine merkliche Verschlechterung der Aufstellungsgenauigkeit zur Folge hat. Es ist also nach erfolgter Justierung sehr behutsam die zu fotografierende Gegend einzustellen. Am besten ist es, man hat bereits vor der Justierarbeit die Kamera mit Kassette und das richtige Leitfernrohr aufgestellt. So vermeidet man alle unnötigen Erschütterungen. Eine ortsfeste Anlage hat natürlich den enormen Vorteil, daß die Justierung eine einmalige Sache ist, die man eventuell von Zeit zu Zeit überprüft und evtl. korrigieren muß. Bei nicht ortsfesten Anlagen ist vor jeder Aufnahme die parallaktische Aufstellung sorgfältigst zu überprüfen, das heißt, 10 bis 15 Minuten lang ein eventuelles Abweichen des Leitsterns in der Deklination zu beobachten. Ist erst nach dieser Zeit eine geringe Korrektur nötig, so kann man, nach meinen Erfahrungen, ohne weiteres 60 bis 90 Minuten mit Erfolg belichten, da dann die auftretenden Abweichungen noch unter der Auflösungs-grenze der Optik und Fotoplatte liegen, also nicht oder kaum erkennbar sind.

Im Gegensatz zu diesen Deklinationsabweichungen, die sich mit zunehmender Belichtungszeit immer verheerender auswirken, sind die kleinen Schwankungen im Stundenachsenantrieb, die man gelegentlich mit kleinen Rucken nachstellt, eine konstante Störgröße, die nicht im Verhältnis zur Belichtungszeit anwächst. Ob wir 5 Minuten oder 2 Stunden belichten, ist bei gleichbleibender Größe der Nachführungskorrekturen ohne Bedeutung, wenn man sich nicht zu große Differenzen, die man bei nötiger Sorgfalt und den eingangs erwähnten Kamerabrennweiten auf einer Zeiss Ib-Montierung nicht zu befürchten braucht, in der Stundennachführung „zu Schulden“ kommen läßt.

Weiterhin ist erwähnenswert, daß die Anforderungen an die genaue parallaktische Aufstellung bei Sternfeldaufnahmen mit Kleinbildkameras praktisch ebenso hoch sind, wie mit schon größeren Astrokameras. Der Grund ist darin zu sehen, daß ein Kleinbildobjektiv, hauptsächlich bedingt durch den winzigen Abbildungsmaßstab, zwar eine viel geringere Auflösung besitzt, jedoch durch das enorm große Blickfeld so weit vom Leitstern entfernte Himmelsgebiete mit erfaßt, daß eine Verdrehung der Kamera auch bei so kurzer Brennweite schon zu Strichbildungen führt.

Nebenbei bemerkt: Arbeitet man an einer schlecht aufgestellten Montierung, so muß man also beim Fotografieren laufend die Höhe, den ablesbaren Betrag der Deklination, verändern. Das bedeutet aber auch, daß das Beobachten mit Hilfe von Teilkreisen zu Fehlern und Mißerfolgen führen muß.

Wer Sternfeldaufnahmen anhand der Originalplatten genau untersucht, der wird unter Umständen entdecken, daß das Zentrum relativ bester Punktstärke nicht immer beim Leitstern, sondern mehr oder weniger weit von diesem entfernt liegt. Sind Leitrohr und Kamera parallel angeordnet, so kann es sogar auftreten, daß sich das Zentrum, worum die Kreisbogenstriche der Sterne auf einer Platte angeordnet sind, außerhalb der Platte befindet (Abb. 4, S. II). Außerdem kann es noch geschehen, daß die Sternstriche nicht kreisbogenförmig, sondern als senkrechte Striche zum Zentrum relativ bester Punktstärke hinzeigen.

Zunächst läßt sich bei solchen Fällen feststellen: Wenn ein punktscharfes Zentrum auf der Platte vorhanden ist, war die Stundenachsenachführungsgenauigkeit ausreichend. Wäre dies bei einer exakt aufgestellten Anlage nicht der Fall, so wären alle Sterne einer Aufnahme als gleichlange und gleichgerichtete Striche abgebildet. Sind die Sterne kreisbogenförmig um ein Schärfezentrum außerhalb des Leitsterns gruppiert (siehe Abb. 5, S. III), so liegt der Hauptfehler wiederum in der zu ungenau justierten parallaktischen Anlage. Es tritt jedoch eine weitere störende Nebenerscheinung auf. Kamera und Leitfernrohr behalten ihre Ausgangsstellung während der ganzen Belichtungszeit nicht exakt bei. Auf diese Weise bewegt sich das Zentrum relativ bester Schärfe im Laufe der Belichtung vom Leitstern weg. Ist die Belichtung relativ kurz, und gibt das Leitrohr in der Lage zur Kamera besonders stark nach, so kann es sein, daß diese Erscheinung stärker wirkt, als die Abweichungen durch die Fehljustierung der Anlage. In diesem Falle bilden sich senkrechte Striche, die auf ein Zentrum hindeuten. Im allgemeinen tritt dieser Störeffekt besonders dann zutage, wenn die Belichtungszeit lang ist und große Höhenunterschiede überwunden werden. Diesen Effekt habe ich auch immer wieder an einer Zeiss Ib-Montierung mit handelsüblich aufgebautem Leitrohr festgestellt. Sicherlich ist die Prismenhalterung nicht kräftig genug, um jegliches Nachgeben, besonders bei schwereren Leitrohren (wie Cassegrain-Spiegel oder gar Meniskas) zu verhindern. Hier hilft nur eine radikale Änderung der Kamera-Leitrohr-Anordnung. Am besten ist es, wenn Kamera und Leitrohr miteinander fest verbunden auf die Montierung aufgesetzt werden. Ein eventuelles Nachgeben in der Halterung wird dann von beiden Geräten gleichermaßen ausgeführt und kann nicht mehr schaden.

Wer es erreicht, seine Montierung weitestgehend genau parallaktisch aufzustellen, jegliches Nachgeben zwischen Leitrohr und Kamera zu unterbinden und mit Sorgfalt den Stundenantrieb kontrolliert, muß mit Sternfeldaufnahmen, vom Aufnahmetechnischen her gesehen, Erfolg haben. Voraussetzung ist natürlich, daß die Kamera gut fokussiert ist.

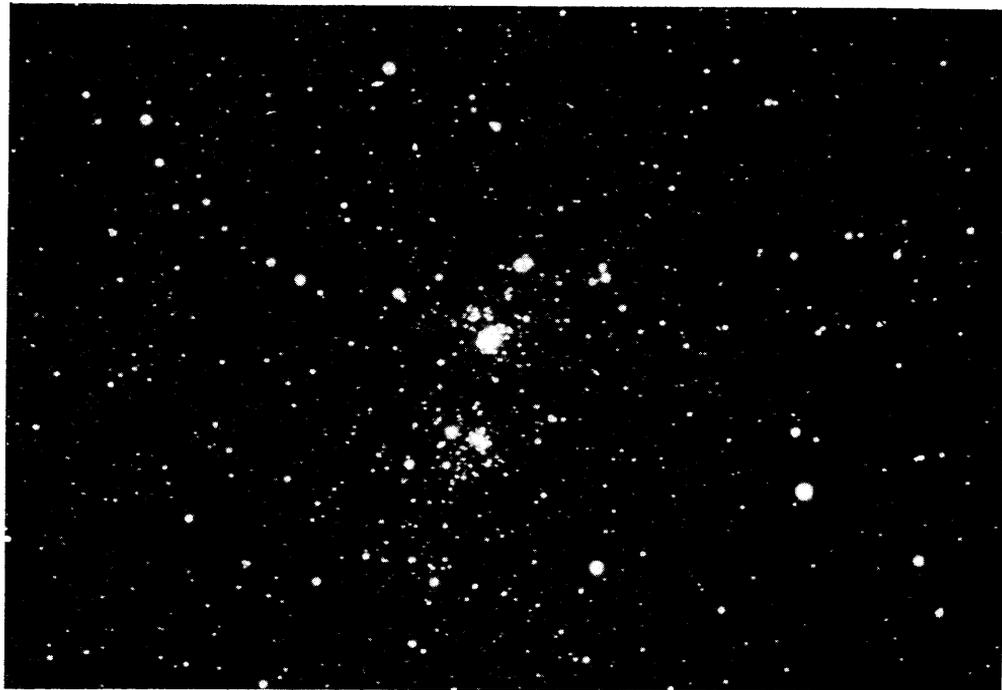


Abb. 3: Doppelsternhaufen h/chi Persei mit Tessar 4,5/360, Platte ZU 2 – FAH behandelt, auf Zeiss Ib-Montierung. Belichtung 30 Minuten. Aufgenommen am 21. 8. 1973. — Trotz geringer Ungenauigkeiten in der parallaktischen Justierung bei dieser Belichtungszeit noch fast völlig runde Sternscheibchen.

Abb. 3, 4, 5 zum Beitrag „Störfaktoren bei Sternfeldaufnahmen“ S. 19

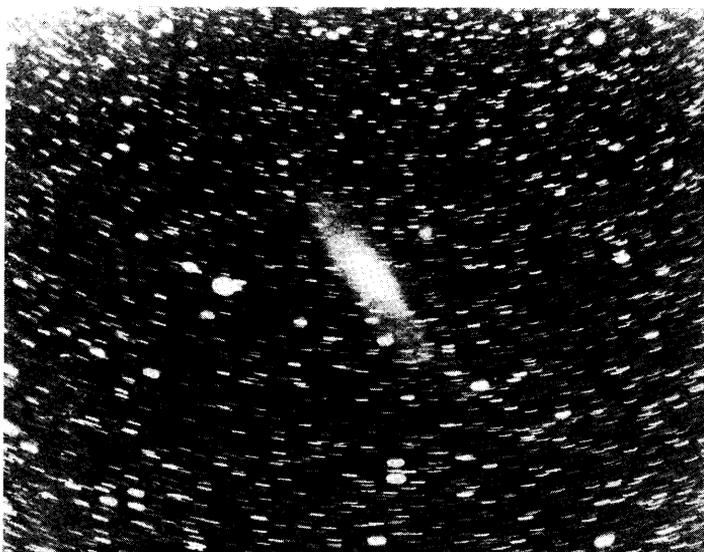


Abb. 4: Fehlbelichtung des Andromedanebelgebietes mit Tessar 4,5/360, Platte ZU 2, auf Zeiss Ib-Montierung. Belichtung 4 Stunden, am 26. 8. 73.

Die Strichspuren entstanden durch ungenügende parallaktische Aufstellung und durch Nachgeben zwischen Leitfernrohr (C.-Spiegel 150/2250) und Kamera. Der Leitstern (ny Andromedae) ist selbst als Strich abgebildet. Das Schärfezentrum liegt außerhalb der Fotoplatte.

Abb. 5:
Sternfeld im Nordamerika-
nebelgebiet mit Tessar
3,5/250, Platte ZU 2 (9 mal
12 cm) auf Zeiss Ib-Mon-
tierung. Belichtung 2 Stun-
den, aufgenommen am
23. 7. 71.

Sterne drehen sich scheinbar
um das Leitsterngebiet. Der
Leitstern (Deneb) selber
befindet sich schon außer-
halb des Schärfezentrums.
Der dominierende Fehler ist
auch hier, bei der Länge der
Belichtung, eine noch zu un-
genaue parallaktische Auf-
stellung, die überlagert wird
durch ein fehlerhaftes Nach-
geben der Kamera-Leitrohr-
anordnung während der Be-
lichtung.

