

# Praktisches Einscheinern – für Anfänger!

David Troyer

Herumgesprochen hat's sich schon. Für die Astrofotografie mit dem Teleskop auf einer deutschen Montierung ist eine genaue Ausrichtung der Zeitachse auf den Himmelspol unerlässlich. Sonst gibt's Astrofotos mit hässlichen, eierförmigen Sternen! Die Methode der Wahl hierfür ist die Sterndriftmethode nach Scheiner. Nun, die praktische Astronomieliteratur und das Internet wimmeln geradezu von leicht bis schwerer verdaulichen Beschreibungen dieses geheimnisvollen Verfahrens, des ‚Einscheinerns‘. Wieso maße ich mich an, Euch noch ein weiteres Rezept dafür auf den Weg zu geben? Das ist schnell erklärt! Die meisten Anleitungen gehen beharrlich von Optikkombinationen aus, die bei uns nicht immer zutreffen. Zudem werden wir Alzheimer-gefährdete immer wieder dazu genötigt, irgendwelche Korrekturrichtungen auswendig zu lernen und die Prinzipien der Prozedur tiefgründig zu begreifen. Diese Hindernisse werden im Folgenden komplett entschärft! Lest weiter und Ihr werdet jedes beliebige Instrument einscheinern können, ob Refraktor oder Reflektor, mit oder ohne Zenitspiegel, notfalls sogar mit Bauernfeind - wer ihn mag! Ihr müsst nichts

auswendig lernen, nichts Theoretisches nachvollziehen und Ihr werdet quasi sofort zu Scheiner-Experten! Seid aber bitte ein wenig geduldig mit mir, denn das Beschreiben des Einscheinerns ist erheblich komplizierter als die Durchführung.

## Aufstellen von Stativ und Montierung

Beim Einscheinern sind nur Azimut und Polhöhe einzustellen, mehr auch nicht. Im Idealfall beeinflusst die eine Einstellung die Andere nicht, praktisch aber doch. Und je mehr sie dies tun, desto iterativer wird das Verfahren, also desto länger dauert. Man soll daher versuchen, den Grad der gegenseitigen Beeinflussung von Azimut- und Polhöhenjustage auf ein Minimum zu halten.

Das fängt gleich mit dem Aufstellen des Stativs an. Manchen Behauptungen zum Trotz muss der Stativkopf *nicht* waagrecht stehen, um die Montierung einzuscheinern. Aber je waagerechter, desto geringer ist nachher die gegenseitige Beeinflussung von Änderungen des Azimuts und der Polhöhe - umso weniger Iterationen werden benötigt. Eine Wasserwaage oder eine Dosenlibelle ist hier angesagt, um den Stativkopf exakt in die Waage zu bringen. Ihr sollt darüber hinaus darauf achten, dass das Stativ so gedreht wird, dass der

Gegenblock für die Azimutschrauben ziemlich genau in Richtung Pol zeigt, bevor die schwere Montierung darauf kommt. Voraussetzungen dafür sind ein auf dem Stativkopf zentrierbarer Kompass und genaue Kenntnisse der magnetischen Missweisung für den Standort. Eure ganze Mühe beim anschließenden Einscheinern kommt dann beim nächsten Mal ganz angenehm zum Tragen, denn da werden Azimut und Polhöhe nur noch geringfügig nachzustellen sein, und das geht recht fix, vorausgesetzt man hat inzwischen an den Einstellschrauben nicht mehr gefummelt. Beim nächsten Mal ist nämlich direkt nach dem Aufstellen des Stativs - ohne einzuscheinern - die erlangte Genauigkeit zumindest für relativ kurze Belichtungszeiten und kurze Teleskopbrennweiten durchaus zu gebrauchen. So kann man Teleskop und Montierung schon vor der Dunkelheit aufbauen, bevor sich der Polarstern überhaupt blicken lässt, um z. B. den hübschen Sonnenuntergangskometen geschwind zu knipsen, ehe dieser unter den Horizont schlüpfte.

Nach dem Aufstellen von Stativ und Montierung wird die Rektaszensionsachse so gut wie nur möglich mittels Polsucher, sofern vorhanden, auf den Himmelspol ausgerichtet. Das ist für jeden Astrofotografen selbstverständlich und wahrlich die halbe Miete nachher beim Einscheinern.

## Einstellen des Azimuts

Eingescheinert wird bei laufendem Nachführmotor, sonst kriecht jeder Stern ständig davon. Als Erstes stellt man den Azimut ein. Man könnte natürlich mit der Polhöhe beginnen, nur dazu müsste man einen Stern im Osten oder im Westen anschauen. Leider kann dieser Stern nicht genau im Osten oder Westen und bei  $0^\circ$  Deklination sein, was theoretisch ideal wäre, denn da sind meist Bäume o. a. im Weg, zudem wäre bei dieser Stellung der Einfluss von Refraktion durch die niedrigen Luftmassen nicht zu vernachlässigen. Aus diesen Gründen ist die Justierung der Polhöhe *nie* exakt durchzuführen! Beginnt man mit der Polhöhe, nimmt man auf jeden Fall zusätzliche Iterationen zwischen Azimut- und Polhöhenjustagen in Kauf. Trotzdem schlagen manche Anleitungen die Einstellung der Polhöhe als Erstes vor. Klar geht das, aber ich rate Euch davon ab.

Zum Glück kann man stattdessen zuerst den Azimut bei idealer  $0^\circ$  Deklination und ausreichender Höhe, in der die Luftrefraktion eine untergeordnete Rolle spielt, präzise justieren. Wie gesagt, das bedeutet insgesamt weniger Iterationen. Auf jeden Fall soll man schon im Vorfeld entscheiden, ob man später zum Polhöhen einstellen einen Stern im Westen oder lieber einen im Osten nimmt. Dies hängt davon ab, in welcher

Himmelsrichtung die Sterne besser zu sehen sind. Hat man sich für einen Stern z. B. im Westen entschieden, dann achtet man darauf, bevor es los geht, dass das Teleskop bereits auf der Ostseite der Montierung liegt, und umgekehrt. Dies vermeidet ein späteres Umschwenken des Tubus von einer Seite der Montierung zur anderen. Sonst müsste man sich eigentlich auf den Boden legen und nach oben gucken, um überhaupt in den Zenitspiegel zu sehen, wenn man einen verwendet. Das ist unbequem. Für die aktuelle Beschreibung gehen wir von einem Stern im Westen aus.

Als Erstes peilt man einen Stern im Süden nahe des Himmelsäquators und des Meridians an. Um diesen Stern auszusuchen, muss man keineswegs einen Himmelsatlas oder eine Planisphäre zu Rate ziehen, wie gelegentlich beschrieben wird. Man bringt einfach die Gegengewichtsstange in die Waagerechte, stellt den Deklinationskreis auf  $0^\circ$  ein, klemmt Deklinations- und Rektaszensionsachse fest und stellt im Teleskop einen nahgelegenen, ausreichend hellen Stern ein. Man verwendet ein Fadenkreuzokular - unbedingt mit Beleuchtung - und evtl. dazu eine Barlowlinse. Den ausgewählten Stern mangels Okularbeleuchtung zu defokussieren, um das Fadenkreuz überhaupt sehen zu können, ist absolut kontraindiziert, denn dies führt unweigerlich zu Ungenauigkeit und schließlich zu

längeren Einstellzeiten, weil kleine Sternbewegungen kaum wahrnehmbar sind. Eine relativ hohe Vergrößerung kommt der Genauigkeit der Prozedur zugute, jedoch ist es keinesfalls förderlich, z. B. bei einem 3-Zöller eine 200fache Vergrößerung anzustreben. Die Optik soll lediglich eine Vergrößerung nahe der höchst sinnvollen für die gegebene Öffnung des Teleskops hergeben (ca. 1,25-1,5 mal Öffnung in mm). Zur Arbeitserleichterung kann ein Zenitspiegel oder auch sonstiges optisches Zubehör benutzt werden, wie es der Typ, die Größe und die Lage des Teleskops diktieren. Meistens wird von solchen Hilfsmitteln, wie einem Zenitspiegel, abgeraten. Ich bin da ganz anderer Meinung. Zumindest um Refraktoren einzuscheinern, empfehle ich Euch wärmstens einen Zenitspiegel. Besonders bei niedrigeren Instrumenten entlastet das den alternden Rücken erheblich. Im Folgenden benutzen wir einen Zenitspiegel für unserem Refraktor.

Den Zenitspiegel stellen wir am liebsten senkrecht nach oben, bevor wir ihn mit der Feststellschraube für die Dauer der Prozedur arretieren. Dann können wir bequem von oben ins Okular schauen. Bei einem hohen Instrument ist vielleicht eher eine andere Lage vorzuziehen. Aber denkt daran, dass der Zenitspiegel (und somit der Einblick) später beim Justieren der Polhöhe um

ca.  $35^\circ$  nach links bzw. rechts rotiert. Jetzt wird das Fadenkreuzokular so gedreht, dass beim Ändern der Deklinationsschraube der Stern *ziemlich parallel* zu einem Strich im Okular bewegt wird (also in der Deklinationsrichtung). Einmal so eingestellt, soll das Okular ebenfalls arretiert werden, bis man mit dem Einscheinern ganz fertig ist. Der andere Strich des Fadenkreuzes korrespondiert zur Rektaszensionachse. *Exakt* auf den Strich in Rektaszension und *nah* der Mitte des Fadenkreuzes schiebt man dann den ausgewählten Stern mittels Deklination- und Rektaszensionsbewegungen (Abb. 1a). Man stellt anfangs den Stern nicht genau in die Mitte des Fadenkreuzes, weil der Strich in Deklination ihn bzw. seine Bewegung teilweise oder ganz bedecken könnte – betrachtet in guten Teleskopen sind fokussierte Sterne alle nur kleine Punkte, im Gegensatz zu jenen auf Fotografien, und unter dem Strich im Fadenkreuz verschwinden sie gerne. Als Nächstes schaut man, ob mit der Zeit der Stern vom Strich wegwandert (d. h. in Deklination). Wie weit der Stern *entlang* diesem Strich (in Rektaszension) wandert, interessiert uns jetzt herzlich wenig – diese Bewegung resultiert lediglich aus dem periodischen Schneckenfehler des Rektaszensionsantriebs, und wir jagen wiederum nur der Abweichung in Deklination bzw. in der Azimutstellung hinterher.

Wandert der Stern weg vom Strich (Abb. 1b), muss die Stellung der Azimutschrauben geändert werden. Aber, in welcher Richtung? Fragt mich doch nicht, ich weiß's ja auch (noch) nicht! Auf jeden Fall merkt man sich sowohl die Magnitude und Richtung des Auswanderns als auch die ungefähre Zeit, die es gedauert hat. Eine Stoppuhr in der Tasche ist hier hilfreich. Dann dreht man die Azimutschrauben, so dass der Stern im Okular eine ziemliche Strecke *entlang* des Strichs, auf dem er ursprünglich war, verschoben wird (d. h. in Rektaszension), sagen wir mal fast bis zum Rand des Okularsichtfeldes hin (Abb. 1c): die Wirkung des Verschiebens soll zunächst richtig deutlich werden. Dann stellt man den Stern wieder mit Deklination- und Rektaszensionsbewegungen exakt auf den Strich nah der Mitte des Fadenkreuzes, wie eben gehabt (vgl. Abb. 1a), und guckt, was er *nun* macht. Bewegt er sich in einem vergleichbaren Zeitraum weniger vom Strich weg oder gar in die Gegenrichtung, dann war die Justierichtung eben korrekt, aber der Versatz zu wenig bzw. zu viel, und vice versa. Also, bereits kennt Ihr die Korrekturrichtung, ohne sie gewusst zu haben! Eingangs behauptete ich ja kühn, man müsse nichts auswendig wissen! Nun variiert man lediglich die Größe der Nachstellung im Azimut probeweise solange, bis der Stern *recht lange* und *genau* auf dem Strich verweilt – sagen

wir mal mindestens 5 bis 10 Minuten. Diese Zeit verlängert sich, wenn man ein Teleskop mit langer Brennweite verwendet, oder beim Fotografieren besonders lange belichten möchte oder ein großes Kameraformat verwendet. Wie vorhin erwähnt, benutze ich beim Einscheinern ganz gerne einen senkrecht gestellten Zenitspiegel mit unserem Refraktor. Wenn in *unserem* Fall der Stern nach unten im Okular (zum Amateurastronomen hin) wandert, weiß ich, dass ich ihn mit den Azimutschrauben nach links im Okular verschieben muss, um den Deklinationsfehler zu verringern (vgl. Abb. 1c). Wieso weiß ich das doch? Schon bei einem früheren Mal Einscheinern habe ich die Korrekturrichtung im Beobachtungsbuch notiert - für die besagte Optikkombination gilt das immer noch! Das empfehle ich Euch auch! Wenn man die Justierrichtungen endlich mal raus hat, soll man sie mittels einer kleinen Skizze verewigen (Abb. 2), dann geht's beim nächsten Mal entschieden flotter! Ich finde das keineswegs gemogelt.

## Einstellen der Polhöhe

Zur Justage der Polhöhe kippt man den Tubus lediglich in Rektaszension abwärts, also in Richtung Westen bzw. Osten, bis zu einer Höhe von ca. 15 oder 20°, ohne die Deklinationsachse zu lösen, also etwa 5 Stunden. Wegen Hindernisse und erhöhter Luftrefrak-

tion soll man nicht zu tief gehen, wie schon besprochen. Das Fadenkreuz im Okular rotiert entsprechend mit oder entgegen, je nachdem, ob man mit oder ohne Zenitspiegel o. a. arbeitet (Abb. 3). Man verfährt dann genauso, wie für den Azimut beschrieben. Eine solche langatmige Erklärung, wie oben, werde ich Euch daher ersparen. In welcher Richtung Ihr nachstellen müsst, das findet Ihr jetzt ganz schnell heraus. Bezüglich unserer Lieblingsoptik, des Refraktors mit dem anfangs nach oben gerichteten Zenitspiegel, der aber jetzt gen Westen geneigt ist, geht aus unseren Notizen folgendes hervor: haben wir einen Stern im Westen anvisiert, und ist der nach rechts oben im Okular (d. h. in Deklination) gewandert (Abb. 3b), dann müssen wir die Polhöhe so ändern, dass der Stern im Okular noch weiter nach rechts oben verschoben wird (Abb. 3c), also in die gleiche Richtung, in der er gewandert ist. Wir stellen also die Polachse steiler, mit einem Stern im Osten wär's bei dieser Sternbewegung umgekehrt. Aber Ihr wisst ja schon, diese Dinge müsst Ihr Euch überhaupt nicht merken, bei Euerer Optik ist eh alles anders. Und denkt an die Skizze, wenn Ihr fertig seid!

Halt, wir sind noch nicht fertig! Noch eine Kleinigkeit: immer wenn man die Polhöhe mehr als 1 oder 2° geändert hat, ist die Azimuteinstellung noch einmal zu kontrollieren (danach auch

schon wieder die Polhöhe, falls eine weitere Korrektur des Azimuts nötig war - die besagten Iterationen). Das war's!

## Nachtrag

Und beim Abbauen nachher – dreht an den Einstellschrauben für den Azimut und die Polhöhe nur so wenig wie nötig! Am besten löst man nur *eine* und immer nur dieselbe Azimutschraube. Diese Schraube dreht man dann wieder zurück, wenn man das nächste Mal die Montierung wieder aufs Stativ setzt, und schon stimmt die Azimutstellung in etwa, vorausgesetzt man hat *dieses und letztes* Mal den Stativkopf mit dem Kompass ordentlich eingenordet. Dem Kometenbild steht jetzt nichts mehr im Wege! Und wenn man einmal ohne Kenntnisse der magnetischen Missweisung hat einscheinern müssen, so soll man sofort nach Abnahme der Montierung den Kompass geschwind in den Stativkopf setzen und die Missweisung notieren, bevor man das Stativ abbaut – Ihr braucht diese Information fürs nächste Mal.

Wie versprochen, könnt Ihr nun jedes Teleskop einscheinern, egal welchen Typs, ohne auswendig gelernte Korrekturrichtungen und ohne großartig etwas Theoretisches zu verstehen. Scheinert man zum ersten Mal, sollte man gut zwei Stunden dafür einplanen, beim dritten Mal dauert's, wenn man

Glück hat, vielleicht nur eine halbe Stunde. Was hat man davon? Bei guter Nachführung, punktförmige Sterne im Astrofoto! Und weil man beim Fotografieren in Deklination kaum nachstellen muss, werden Physis und Psyche merklich geschont. Man könnte sich sogar fragen, wenn man richtig gut einscheinern kann, wozu braucht man denn eigentlich einen motorischen Antrieb zur Korrektur von Nachführabweichungen in Deklination? Ach ja, der Einfluss der Luftrefraktion variiert mit der Höhe – ja eben deswegen.

### Literatur:

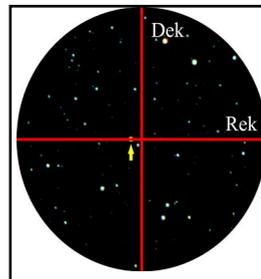
Paech, W. Das „Einscheinern“ von parallaktischen Montierungen nach der klassischen Methode.

<http://www.baader-planetarium.de/montierungen/htm/scheiner.htm>

### Nies, B. Die Scheiner-Methode.

<http://members.aon.at/estohr/scheiner.pdf>

**Abb. 1a** Einblick in das Fadenkreuzokular beim Justieren des Azimuts mit einem Stern (Pfeil) im Süden. **a**, Der Stern wird genau auf den Strich gestellt,



der Rektaszension entspricht. **b**, Er wandert mit der Zeit weg vom Strich nach unten (in Deklination). **c**, Zur Korrektur wird er nach links

(in Rektaszension) mit den Azimut-schrauben verschoben und dann mit Deklinations- und Rektaszensionsbewegungen in die Ausgangstellung (a) zurückgebracht.

**Abb. 3** Justierung der Polhöhe, Stern (Pfeil) im Westen. Das Fadenkreuz hat

sich nach rechts gedreht. **a**, Zu Beginn ist der Stern genau auf dem Strich (Rektaszension). **b**, Er wandert nach rechts oben (in Deklination) weg vom Strich. **c**, Zur Korrektur wird er weiter in dieselbe Richtung (nach rechts oben, in Deklination) durch Ändern der Polhöhe verschoben und dann mit Deklinations- und Rektaszensionsbewegungen in die Ausgangstellung (a) zurückgebracht.

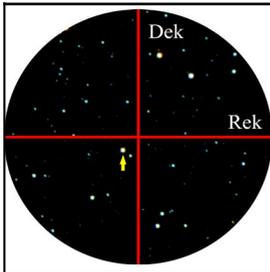


Abb. 1b

Abb. 1c

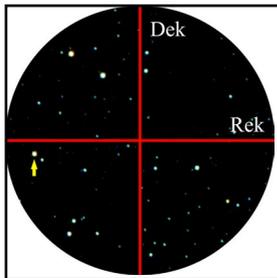


Abb. 3a

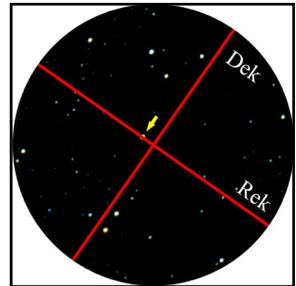


Abb. 3b

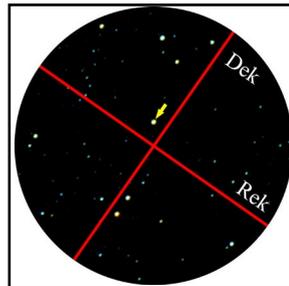
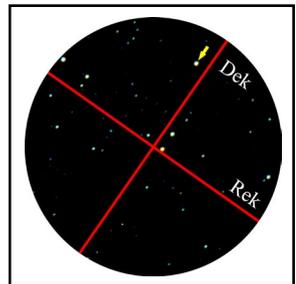


Abb. 3c



**Abb. 2** Skizze der Korrekturrichtungen für Azimut und Polhöhe bei bestimmten Sternbewegungen im Refraktor mit anfangs hochgestelltem Zenitspiegel.

