Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 35 (1977)
Heft: 162

Artikel: Montierungen aus Holz zum Nachführen einer Kleinbildkamera
Autor: Laager, E.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899423

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Montierungen aus Holz zum Nachführen einer Kleinbildkamera

von E. Laager

Wer als Amateur-Astronom südliche Länder bereist, wird den Wunsch verspüren, dort die neu auftauchenden Himmelsregionen nicht nur zu beobachten, sondern auch zu fotografieren, besonders wenn er günstige Wetter- und Luftverhältnisse vorfindet. So mag es nicht erstaunen, wenn immer wieder nach leichten «Reise-Montierungen» gesucht wurde, die ein Nachführen bei länger belichteten Astroaufnahmen ermöglichen. Verschiedene Artikel in unserer und in andern astronomischen Fachzeitschriften vermitteln uns eine Vielfalt von Ideen zur Lösung dieses Problems[1]).

Wenn hier ein weiteres Mal von einer transportablen Nachführeinrichtung die Rede ist, dann aus einem besondern Grund: Mein primitives Lattenkreuz, das hier vorgestellt werden soll, ergab nämlich in Afrika derart gute Ergebnisse, dass ich mich entschloss, es nach der Reise auf «europäische Verhältnisse» umzubauen. Diesem Umbau ist der zweite Teil des Artikels gewidmet.

Die Montierung für Afrika

Die SAG-Sonnenfinsternisreise 1976 führte uns in relativ äquatornahe Gegenden. In erster Näherung konnte man sich also denken, dass die Sterne am Westhorizont senkrecht untergehen. Ich beabsichtigte deshalb, mein ganzes Fotostativ mit Kamera auf einen einfachen Unterbau aus Dachlatten zu setzen, der sich am nach Westen weisenden Ende mit der richtigen Geschwindigkeit absenken liess. – Und genau an dieser Stelle begannen meine Probleme: Irgend eine «Mechanik aus Metallteilen» ist offenbar unvermeidlich, nur bin ich leider für die Metallbearbeitung nicht eingerichtet (dagegen recht gut für Holzarbeiten). In Herrn E. Wenger (Erbauer einer eigenen Sternwarte in Schwarzenburg) fand ich den technischen Berater und Helfer. Er stellte mir die drei einzigen einfachen Metallteile her, die ich brauchte (Fig. 1):

1. Einen Messingstab von 10 cm Länge und 8 mm Durchmesser, in den ein Gewinde von 1 mm Steigung geschnitten ist und der am obern Ende einen Knebelgriff (K) trägt. Dies ergibt die «Nachführschraube» (S).

2. Das Gegenstück dazu: Ein zweiteiliger Messingring (R) mit Innengewinde, in dem zwei Stahlstifte als Achsen (A) befestigt sind. Diese senkrecht zur Schraube liegende Achse ist nötig, weil sich beim Nachführen der Winkel zwischen Holzlatte (L) und Schraube ändert.

3. Ein kleiner Messingzylinder (Z) mit einer Ansenkung. Er dient als genau definierter Auflageort für das untere Schraubenende.
   Dieses Stück wird in ein kleines Bodenbrettchen (B) versenkt, Ring und Schraube werden in eine Latte des Stativ-Untersatzes eingebaut. Wenn wir diese Latte (L) aus vier Teilen verleimen, kann der Ring problemlos eingesetzt werden. Er soll in der rechteckigen Aussparung knapp sitzen und doch leicht um die Achse drehbar sein.

Diese Teile bilden das Kernstück der Montierung. Sie wurden hier aus zwei Gründen recht ausführlich beschrieben:

- Genau dieselben Bauteile habe ich in der Einrichtung wiederverwendet, welche im zweiten Abschnitt beschrieben wird.
- Ausser dieser «Spezialanfertigung» wurden sämtliche benötigten Metallteile in der Eisenwarenhandlung gekauft und der Rest aus Holz gebaut.

Figur 2 zeigt, wie die eben beschriebene Latte mit einer zweiten verbunden wird (Überblattung der Holzteile, Verbindung mit Schloßschraube und Flügelmutter bei F, daher leicht zerlegbar). W, N, S be-

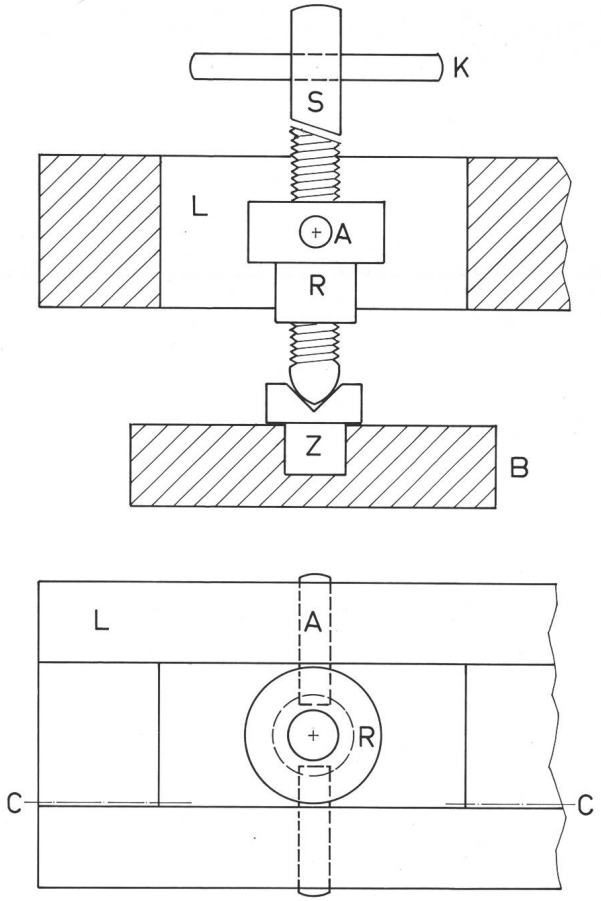

Fig. 1: Die Bauteile für die Nachführung. Unten: Lattenende mit eingebautem Ring (Aufsicht). Oben: Schnitt C-C, mit Schraube und Bodenbrett. Weitere Erklärungen im Text.

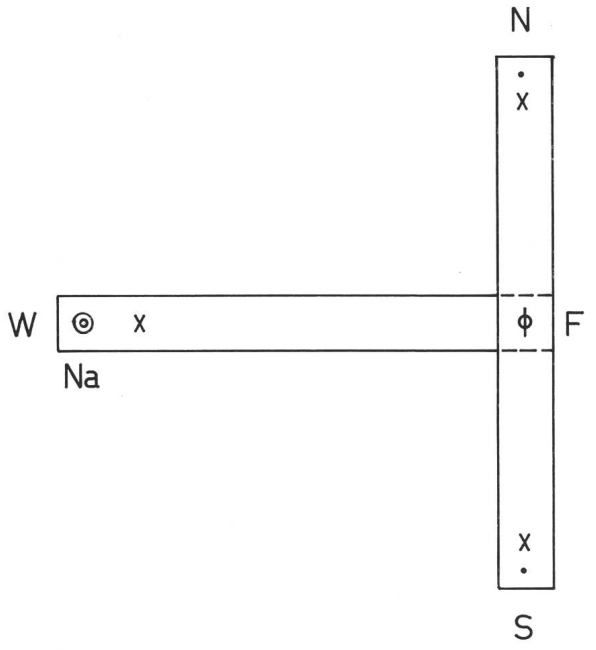

Fig. 2: Der Latten-Unterbau. Erklärung im Text.

zeichnen die Himmelsrichtungen bei richtiger Aufstellung, Na die Nachführeinrichtung, und die drei Kreuze markieren die Auflagepunkte für die Füsse des Fotostativs.

Soll mit dieser Einrichtung fotografiert werden können, müssen drei Bedingungen erfüllt sein:

1. Richtige Nachführgeschwindigkeit.
2. Richtige Orientierung einer genau definierten Drehachse im Raum.
3. Unveränderte Lage der Aufnahmeoptik in Bezug auf den nachgeführten Unterbau.

Bei meiner Reisemontierung wurden diese Forderungen folgendermassen zu erfüllen versucht:

1. Eine gute Nachführung kann z. B. mit diesen Daten erreicht werden:
   - Steigung des Schraubengewindes 1 mm.
   - Drehung der Schraube: 2 Umdrehungen pro Minute (mit Knebelgriff leicht zu kontrollieren).
   - Länge des Drehradius = 457 mm (Abstand der Achsenmitte A von der Drehachse)[4]).
2. a) An den Enden der Nord-Süd orientierten Holzlatte habe ich je eine Schraube angebracht. Die auf der Unterseite etwa 2 cm herausragenden Schraubenenden sitzen in der Vertiefung eines Unterlagebrettchens (die Vertiefung verhindert das Verrutschen während des Nachführens). Die Verbindungsgerade der beiden Schraubenspitzen ist die Drehachse.

   b) Die korrekte Ausrichtung dieser Achse auf den Pol bildet im praktischen Gebrauch das Hauptproblem.

   Wie bereits Hugo Blikisdorf in seinem Artikel[2]) berichtete, bestimmten wir Nord- oder Südrichtung mit Hilfe der Kulmination geeigneter Sterne. (Der Polarstern ist unsichtbar. Die Sonne kulminiert praktisch im Zenit). Von Fachleuten in der Eidgenössischen Landestopografie und in der Meteorologischen Zentralanstalt wurde uns auch vom Gebrauch des Kompasses abgeraten, da für die Grösse der magnetischen Deklination an einem bestimmten Beobachtungsort keine zuverlässigen Angaben gemacht werden könnten und allenfalls mit Überraschungen gerechnet werden müsse.
   - Am Äquator muss die Drehachse waagrecht liegen. Unsere Beobachtungsorte lagen etwas südlich davon. Entsprechend der jeweiligen geografischen Breite wurde das südliche Unterlagebrettchen erhöht. Dieses Unterlegen (mit geeigneten Brettchen verschiedener Dicke) hat natürlich praktische Grenzen, weshalb das hier beschriebene Prinzip nur bis etwa 10 Grad Entfernung vom Äquator brauchbar ist.

Fig. 3: So wurde der Latten-Unterbau im Mombasa verwendet. Beim südlichen Ende (links) die Holzunterlagen (entsprechend 4° südl. Breite), beim westlichen Ende (hinten) die Nachführschraube.

3. Drei Vertiefungen in den Latten ergaben einen praktisch unverrückbaren Stand für die Stativfüsse. Weil keine starken Neigungen der Montierung vorkamen, war diese Aufstellung bei nicht zu starkem Wind starr genug.

Figur 3 zeigt die Aufstellung des Gerätes in Mombasa (4 Grad südliche Breite).

Die «europäisierte» Montierung

Bei mir zu Hause kann ich auf die «übliche» Art Astro-Aufnahmen mit der Kleinbildkamera machen: Fotoapparat auf dem Fernrohrstativ durch Motor automatisch nachgeführt, Korrektur nach Kontrolle am Fadenkreuz-Okular des Newton-Reflektors. Das sollte doch wohl den Ansprüchen genügen, könnte man denken!

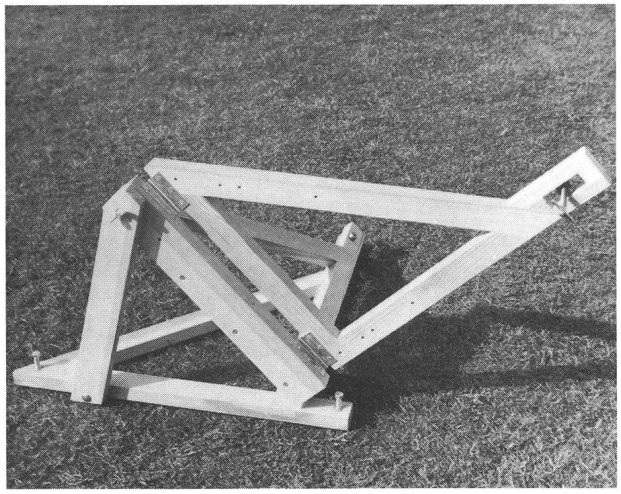

Fig. 4: Aus diesen Lattendreiecken besteht die Nachführeinrichtung. Der bewegliche Teil ist zur Verdeutlichung ganz nach oben geklappt. Zum Transport kann die Stütze links abgeschraubt werden.

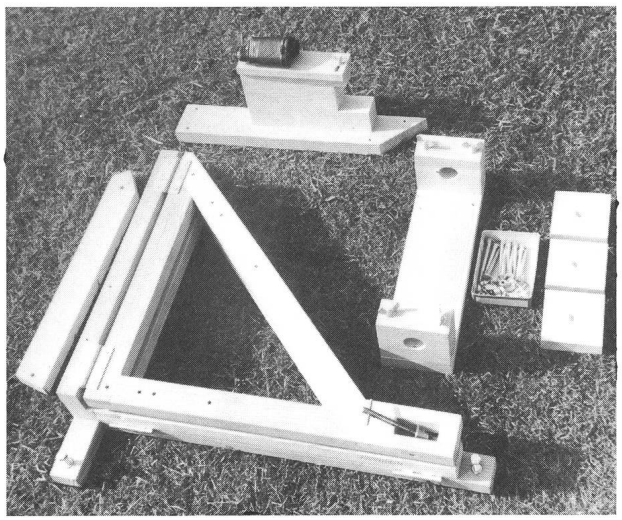

Fig. 5: Montierung zerlegt und zusammengeklappt. Oben Sucher, links Unterlagebretter und Halterung für Fotostativ-Oberteil.

Zur «Glanzzeit» des Kometen Kohoutek sassen wir zum Beispiel während Tagen im Nebel. In wenigen Minuten Autofahrt war zwar die Nebelobergrenze erreicht; leider ist aber mein Fernrohrstativ zu unhandlich für einen Autotransport... Was ich also brauchte, war eine relativ leichte, schnell aufgestellte und ausgerichtete Nachführeinrichtung. Diese sollte aber doch für den Einsatz eines 400 mm-Teleobjektivs noch geeignet (d. h. präzis und starr genug) sein. Für den Selbstbau kam nur Holz in Frage, die Nachführmechanik hatte ich bereits.

Mein Gerät besteht zur Hauptsache aus drei fast gleichen Holzrahmen (rechtwinklig-gleichschenklige Dreiecke), die im zusammengelegten Zustand aufeinander liegen (Fig. 4 und 5).

Der unterste Rahmen liegt waagrecht am Boden. Drei Schrauben in den bei den Ecken etwas verlängerten Latten ermöglichen eine genaue Justierung (Kontrolle mit aufgelegter Wasserwaage). Die eine Kathete des Holzdreiecks zeigt dabei Richtung Norden.

Das zweite Rahmen-Dreieck ist mit dem darunterliegenden an der «Ost-West-Kathete» mit zwei Scharnieren befestigt. Es wird um deren Achse gedreht und so weit nach oben geklappt, bis seine «Nord-Süd-Kathete» zum Himmelspol zeigt. Eine seitlich mit Schloßschrauben und Flügelmuttern befestigte Latte fixiert den schräg gestellten Rahmen während des Gebrauchs des Gerätes in dieser Lage. Bei anderer geografischer Breite müssen nur die Abstände der Bohrlöcher in dieser Stütze verändert werden.

Das nun schräg im Raum fixierte Dreieck bildet den Unterbau für den letzten, den beweglichen Teil.

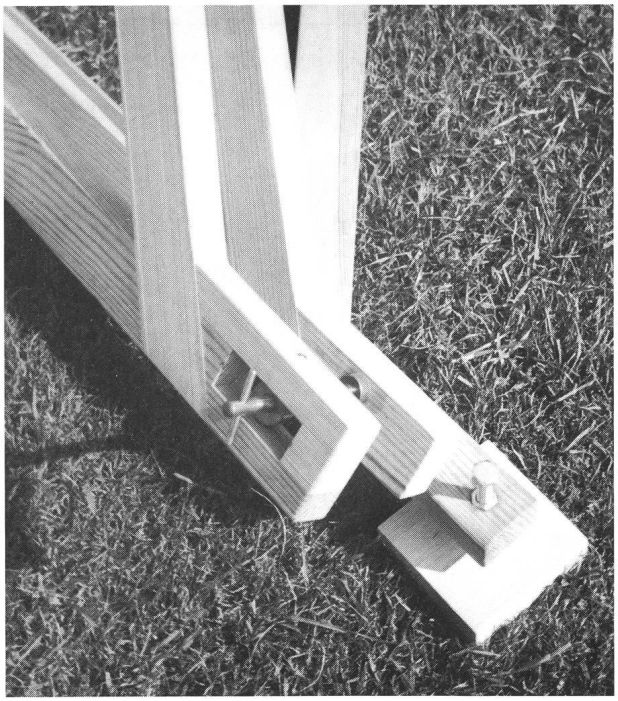

Fig. 6: Das bewegliche Ende mit den Metallteilen für die Nachführung.

Dieser dritte Rahmen wird mit dem mittleren wiederum durch Scharniere verbunden, aber diesmal mit Hilfe eines Vierkantholzes an der Nord-Süd-Kathete (Fig. 5 und 7). Die Gerade durch die Scharnierachsen weist bei richtiger Aufstellung zum Himmelspol. Nachführschraube und Ring sind im nach Osten weisenden Ende der andern Kathete eingebaut (Fig. 6). Beim Nachführen wird dieses Ende durch drehen der Schraube angehoben, das oberste Rahmen-Dreieck bewegt sich dabei um die Stundenachse.

Auf diesem beweglichen Teil wird die Kleinbildkamera befestigt. Dabei ist auf eine Konstruktion zu achten, die eine möglichst feste Verbindung ergibt, aber doch ein leichtes Ausrichten der Kamera auf das gewünschte Himmelsobjekt ermöglicht. Der Oberteil meines Fotostativs erfüllt die zweite Forderung in idealer Weise. Wie er auf dem Rahmen montiert wurde, zeigen die Figuren 5, 7 und 8. Das Brett mit den beiden Halteklötzen ist leicht abschraubbar, wenn dies für den Transport nötig sein sollte.

Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung eines Kugelkopfs (Fotogeschäft!). Allerdings wird hier beim Gebrauch schwerer Teleobjektive die Grenze der Belastbarkeit bald erreicht.

Wie die Figur 8 zeigt, hat mein Gerät auch einen Sucher (halber Occasion-Feldstecher). Dieser dient aber nicht dazu, das zu fotografierende Objekt zu suchen oder gar die Nachführung zu kontrollieren, wie man auf den ersten Blick etwa vermuten könnte. Es ist ein Hilfsmittel, um die Montierung in kurzer Zeit mit der nötigen Genauigkeit aufstellen zu können. Das Prinzip dieses Suchers wurde bereits in andern, technisch wesentlich aufwendigeren und dementsprechend auch genaueren Varianten verwirklicht[3]): Zum Bestimmen des Himmelspols benützt man den Polarstern, berücksichtigt dabei dessen Deklination[5]) und seinen Stundenwinkel zur Zeit der Instrumentenaufstellung. – Ich baute in die Feldstecherhälfte – zwischen Objektiv und Okular – ein «Miniatur-Zifferblatt» ein, wie es Figur 9 zeigt. Das Original dieser Kreis-Skala wird schwarz auf weiss aufgezeichnet und mit Dia-Film fotografiert. Ein kreisförmiger Ausschnitt aus dem Dia kann in der Brennebene des Objektivs montiert werden und

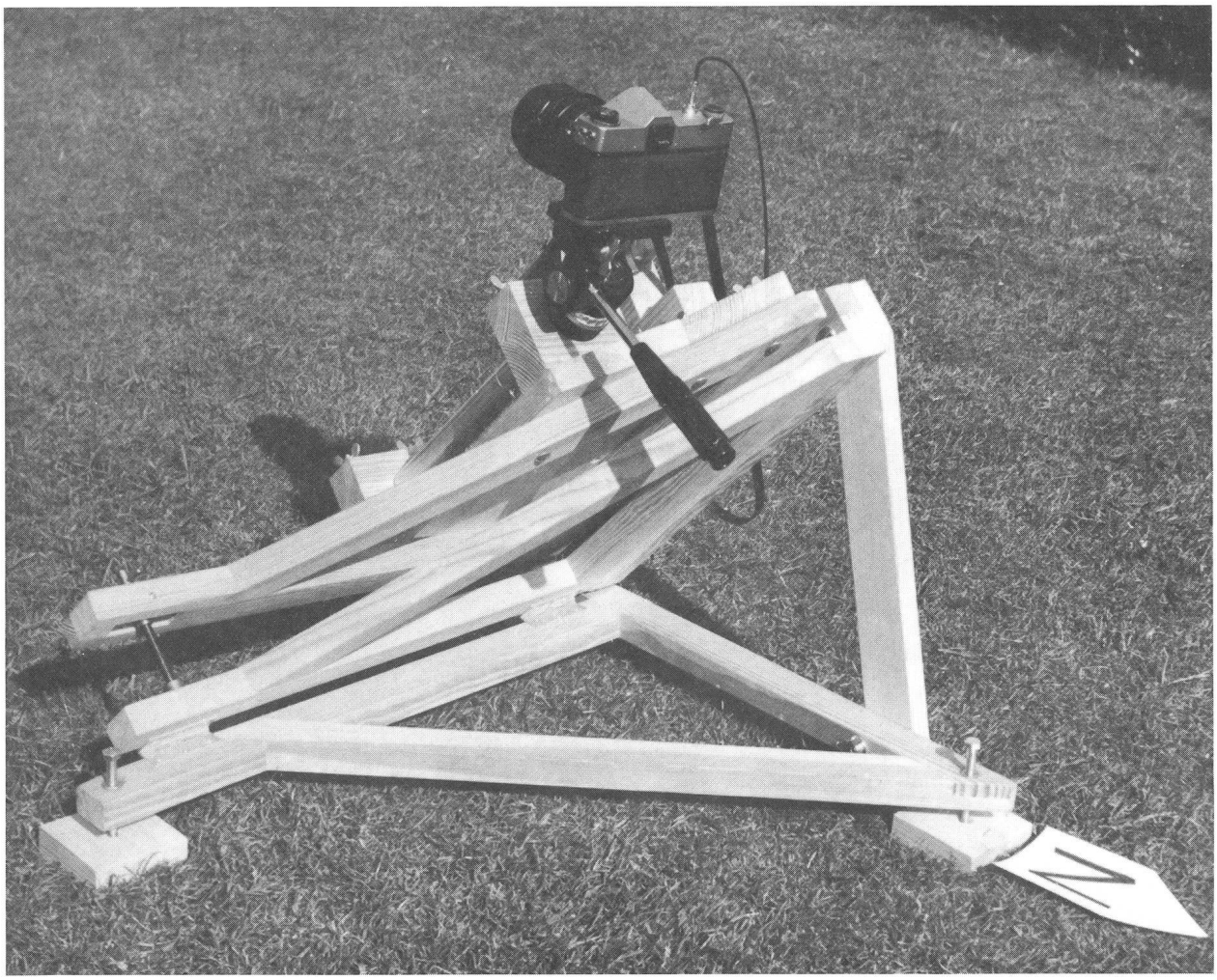

Fig. 7: Die vollständige Montierung.

zwar so, dass die Zahl 12 im fertigen Sucher oben steht. Blickt man jetzt durch den Feldstecher, muss der Radius des Zifferblattes möglichst genau einem Gesichtswinkel von 0,82 Grad entsprechen, was dem gegenwärtigen Abstand Pol–Polarstern entspricht. Wie diese richtige Kreisgrösse im Sucher erreicht werden kann, zeigt ein Rechnungsbeispiel am Schluss des Artikels[5]). Es dürfte ratsam sein, den Kreis im fertigen Sucher schlussendlich auf seine richtige Grösse zu prüfen (z. B. durch Kontrolle mit einem Winkelmessgerät oder mit der Durchlaufzeit eines äquatornahen Sterns).

Als nächstes muss der Sucher auf unserer Montierung befestigt und genau justiert werden: Ein Gegenstand, der im Kreiszentrum erscheint, muss in der Verlängerung der Stundenachse liegen (wegen Parallaxfehlern einen weit entfernten Gegenstand anvisieren). Dies ist dann der Fall, wenn er beim Drehen des Nachführ-Dreiecks samt Sucher nicht aus dem Kreiszentrum heraus wandert.

Jetzt ist unsere Montierung betriebsbereit. Wir visieren über die Nord-Süd-Latte den Polarstern an und bringen das Grunddreieck in waagrechte Lage. Mit Hilfe der drehbaren Sternkarte wird der Stundenwinkel des Polarsterns bestimmt. Im Sucher muss nun dieser Stern an der entsprechenden Stelle auf die Kreis-Skala zu liegen kommen. Wenn er während den nächsten Stunden brav auf der Kreislinie weiterwandert, hat diese die richtige Grösse.

Ist ein so primitives Gerät brauchbar?

Lohnt sich der Aufwand für den Bau einer derartigen Einrichtung überhaupt? Kann man von Hand genau genug nachführen? Derartige Fragen mögen dem einen oder andern Leser durch den Kopf gegangen sein.

Wenn jemand stundenlang belichten will oder Aufnahmen wünscht, auf denen die Sterne in jedem Fall rund sind, soll er diese Nachführungsart vergessen. Wir können aber sehr wohl «einigermassen punktförmige» Sternabbildungen auch bei Belichtungszeiten von mehr als 20 Minuten erwarten. Setzen wir uns eine konkrete Fehlergrenze: Die Strichspuren auf dem Film sollen maximal 0,1 mm lang werden.

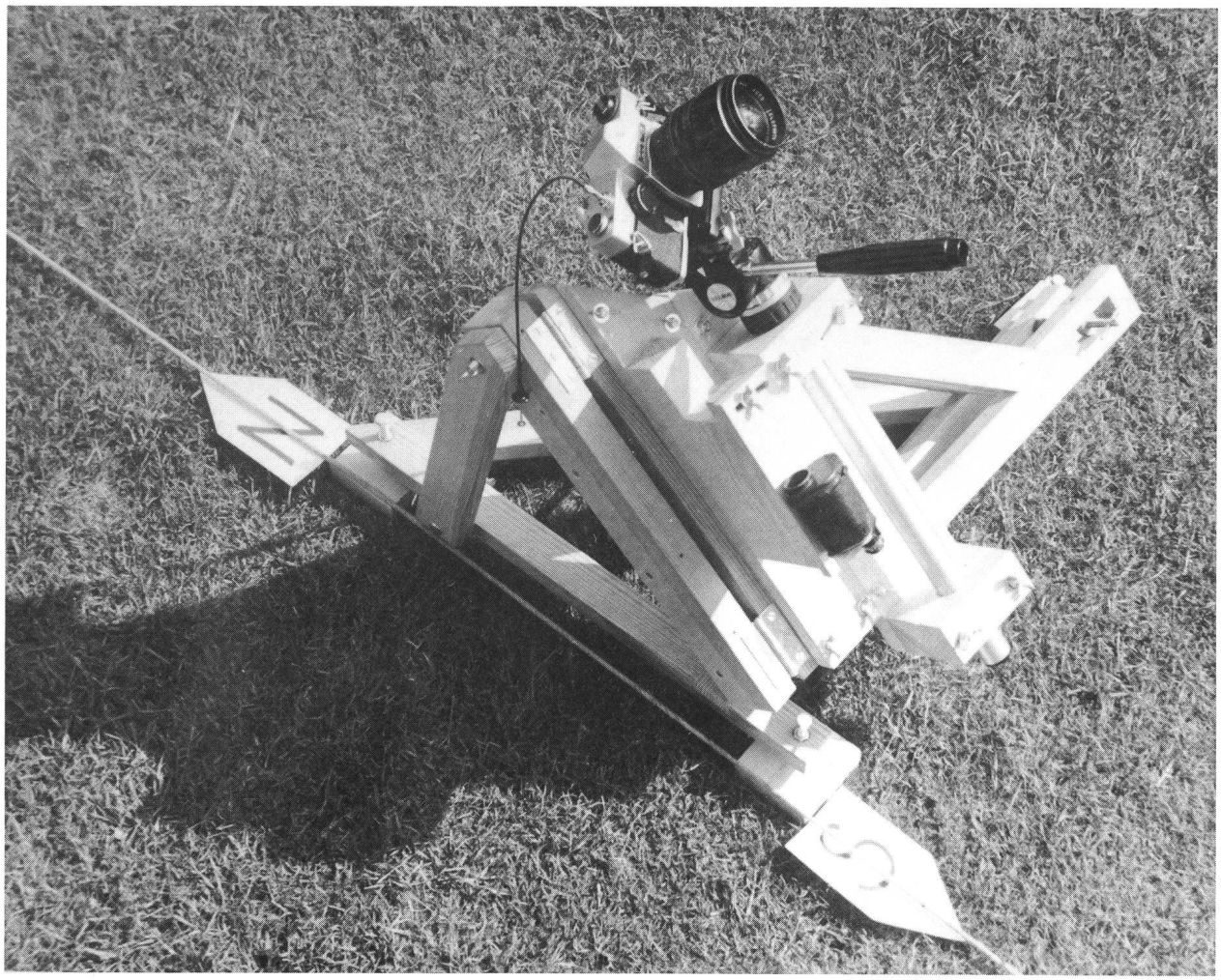

Fig. 8: Die vollständige Montierung.

Handelt es sich um ein Dia, dann werden die Sterne in der Projektion etwa als 0,5 cm lange Strichlein erscheinen. Die Brennweite unseres Objektivs bestimmt nun die nötige Nachführ- und Aufstellgenauigkeit um die geforderte Bildqualität zu erreichen. Nachfolgende Tabelle gibt dazu einen Überblick:

Brennweite (f) des Objektivs	Maximal erlaubte Abweichung	
	in Winkelmin. (w)	in Zeitsek. (t)
35 mm	9,8	39
50 mm	6,9	27
135 mm	2,5	10
200 mm	1,72	6,9
300 mm	1,15	4,6
400 mm	0,86	3,4

In der Zeit t legt ein Stern am Himmelsäquator den Winkel w zurück. Diese Bewegung erzeugt mit Brennweite f auf dem Film ein Strichlein von 0,1 mm Länge. Bei der Handnachführung sollte die Stellung der Schraube zeitlich nie mehr als t Sekunden von der idealen kontinuierlichen Drehbewegung abweichen. Dies kann mit etwas Übung auch bei grösseren Brennweiten erreicht werden. In der Regel werden Ungenauigkeiten bei der Geräteaufstellung die grösseren Fehler ergeben.

Trotzdem: Unsere Einrichtung ist – sogar ohne «Luxus-Sucher» – durchaus brauchbar. Man erfinde ein Visier, mit dem die Achse einigermassen genau auf den Polarstern ausgerichtet werden kann und beginne zu fotografieren. Zumindest Aufnahmen mit kleinen Brennweiten werden auch so bestimmt gut gelingen!

Anhang und Literatur:

1) ORION: Nr. 156, S. 136 ff / Nr. 159, S. 68 ff / Nr. 160, S. 93. *Sterne und Weltraum:* Nr. 1 1977, S. 22 und S. 27 / Nr. 3 1977, S. 104 / Nr. 7–8 1977, S. 262 f.
2) ORION: Nr. 160, S. 93.
3) ORION: Nr. 132, S. 149 ff / Nr. 157, S. 172 ff.
4) *Berechnung der Hebelarmlänge für Nachführung nach Sternzeit:* Nachführung in 1 Minute 2 mm (2 Schraubenumdrehungen), in 23 Std. 56 Min. somit 2872 mm.

$$r = \frac{U}{2\pi} = \frac{2872\ \text{mm}}{2\pi} = 457{,}1\ \text{mm}$$

5) *Berechnung des Sucherkreises:*
Bekannte Grössen:

1. Deklination des Polarstern

Jahr	Deklination (gerundet)	Poldistanz (a) rund
1950.0	89° 02′	0,97 Grad
1978.0	89° 10′	0,82 Grad
1982.0	89° 11′	0,83 Grad

2. Brennweite des Sucherobjektivs $f_S = 120$ mm
3. Brennweite des Kameraobjektivs $f_K = 135$ mm
4. Radius der Zeichnung R = 7 cm.

Rechnungsbeispiel mit obenstehenden Zahlen für 1982:

a) Radius r des Zifferblattkreises im Sucher (d. h. auf dem Dia)

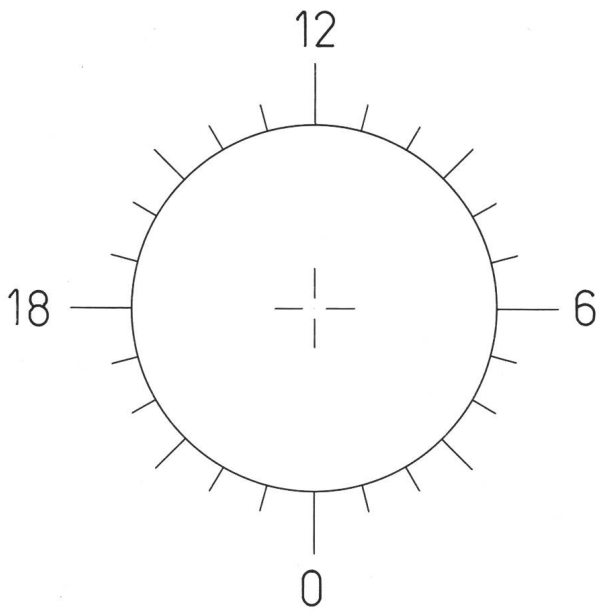

Fig. 9: Sucher-Zifferblatt zum Bestimmen des Himmelspols.

$$\frac{r}{f_S} = \sin(a);\ r = f_S \cdot \sin(a) = 120\ \text{mm} \cdot \sin(0{,}83°) = 1{,}74\ \text{mm}$$

b) Aus welcher Distanz (d) muss die Zeichnung fotografiert werden?
Gegenstandsgrösse G = 70 mm, Bildgrösse B = 1,74 mm.
B:G = 1,74:70 = 1:40,2 d.h. Verkleinerung ≈ 40 mal.
In der Gleichung

$f_K = \frac{bg}{b+g}$ ist g die Gegenstandsweite und b die Bildweite.
Weil B:G = b:g ≈ 1:40 ist g = 40 b.

$$\text{Somit } f_K = \frac{b \cdot 40b}{b + 40b} = \frac{40b}{41}$$

$$\text{oder } b = \frac{41}{40} f_K = \frac{41}{40} \cdot 135\ \text{mm} \approx 138\ \text{mm}$$

d = Distanz Zeichnung bis Filmebene = g + b = 41 b = 41 · 138 mm ≈ 566 cm

Adresse des Verfassers:
Erich Laager, Schlüchtern, CH-3150 Schwarzenburg.

Prof. Max Waldmeier
PANOPTIKUM DER STERNE
ca. 140 Seiten und etwa 30 Strichzeichnungen Fr. 22.—
15 Porträts von berühmten Sternen
Das «Panoptikum» ist eine Sammlung von 15 Aufsätzen über berühmt gewordene Sterne. Jeder von ihnen ist ein Repräsentant einer grossen Gruppe ähnlicher Objekte. Sowohl der Fachmann als auch der interessierte Laie erfährt hier viele neue wissenswerte Einzelheiten aus der Welt des Alls.
Hallwag Verlag Bern und Stuttgart