

Astronomie auf einer einsamen Halbinsel : fast ohne Hilfsmittel

Autor(en): **Laager, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **52 (1994)**

Heft 260

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-898772>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



Astronomie auf einer einsamen Halbinsel – fast ohne Hilfsmittel

E. LAAGER

Lieber Hugo Jost,

als ich im vergangenen Juli von einer Ferienreise zurückkam, fand ich im "Postberg" den ORION Nr. 257 mit Deinem Artikel "Mit Sonnenhilfe zur Ortsbestimmung" auf Seite 191ff. Ich habe ihn mit Interesse gelesen, und es drängt mich nun, Dir dazu eine Ergänzung zu schreiben.

Ich war während 2 Wochen in einem Blockhaus am Seeufer auf einer Halbinsel auf **62° 13' 20" nördlicher Breite und 28° 13' 7" östlicher Länge**. Dies konnte ich feststellen, weil wir in einem zivilisierten Land mit gutem Kartenmaterial (Massstab 1:20 000) Ferien verbrachten. Den Taschenrechner (zum Glück mit Winkelfunktionen) hatte ich bei mir, jedoch keine Sternkarte und kein astronomisches Jahrbuch. – Wozu auch, es war ja fast immer hell; ein einziges Mal habe ich um 01.30 Uhr Deneb gesehen, sonst keinen einzigen Stern. Übrigens: die Uhr mussten wir auf der Hinreise gegenüber MESZ um 1 Stunde vorstellen. Sie ging also jetzt gegenüber der Weltzeit 3 Stunden vor und zeigte osteuropäische Sommerzeit (OESZ).

Wo ist Süden?

Eines Tages tauchte unvermittelt die Frage auf, ob "unser" Sommerhaus wohl genau Nord-Süd orientiert sei. Dass es ungefähr so war, konnten wir aus der Karte sehen. Ich stellt mir nun die Aufgabe, mit den vorhandenen Hilfsmitteln, die Frage so genau als möglich zu beantworten.

Lieber Hugo, auch in Deinem Artikel taucht die Frage nach der Genauigkeit auf. Hier liegt für die Aufgaben, die Du auf der einsamen Insel lösen willst, wohl auch die praktische Schwierigkeit. Ich hatte mit meiner Aufgabenstellung in dieser Beziehung etwas weniger Mühe, wie wir später sehen werden. (Die in der Einsamkeit gewonnenen Ergebnisse habe ich in diesem Artikel numeriert und im letzten Abschnitt in einer Tabelle zum Vergleich mit den genauen Daten zusammengefasst.)

Wann steht die Sonne genau im Süden? Diese Frage muss ich beantworten. Wenn wir die Zeitgleichung vernachlässigen, ist die Rechnung einfach:

Sonnenkulmination für die mittlere (fiktive) Sonne

wo?	wann in WZ?	wann in OESZ?
Greenwich	12.00 h	15.00 h
15° östl. Länge	11.00 h	14.00 h
30° östl. Länge	10.00 h	13.00 h
28° 13' 7" östl. Länge		13.07 h

Ich weiss, dass die wahre Sonne bis zu einer Viertelstunde vor oder nach dieser Zeit kulminiert. Wie gross die Zeitgleichung jedoch an einem bestimmten Tag ist, kann ich nicht sagen, da ich keine Angaben zur Verfügung habe. Also muss ich den Zeitpunkt der Sonnenkulmination experimentell bestimmen.

Im Geräteschuppen finde ich ein Reststück eines gehobelten Täferbrettes, einen Hammer und zwei Nägel. Daraus bastle ich mir einen Schattenmesser (siehe Abb. 1). Am 17. Juli 1993

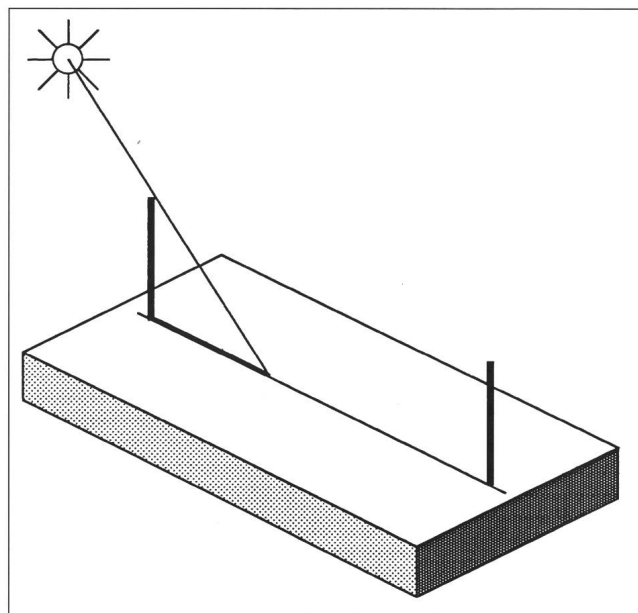


Abb. 1. **Einfacher Schattenmesser**, hergestellt aus einem gehobelten Brettchen und zwei Nägeln. Das Brettchen schwimmt in einem Becken mit Wasser, was eine horizontale Lage garantiert. Dank des zweiten Nagels bleibt der Schwerpunkt in der Mitte. Auf der Mittellinie ist eine Millimeter-Skala angebracht.

messe ich während des ganzen Tages ab und zu die Länge des Schattens, welchen der eine Nagel auf die Linie wirft, die auf dem Brett aufgezeichnet ist. Leider hat niemand einen Massstab bei sich, ich finde jedoch eine gedruckte Zentimeter- und Millimeterskala am Rande eines Pospektes, der über die Bewilligungen für den Fischfang orientiert. Ich mache also aus dem Forellenmesser einen Schattenmesser. Damit mein Messgerät immer waagrecht ist, lasse ich es in einem Wasserbecken schwimmen (dank des zweiten Nagels liegt das Brett nicht schräg). Tabelle 1 enthält die Messresultate und in der hintersten Kolonne die daraus berechneten Sonnenhöhen (dazu später mehr). Für die Auswertung brauchen wir eine grafische Darstellung. Abbildung 2 zeigt die Veränderung der Schattenlänge an diesem Tag. Ein erster Blick zeigt, dass die berechnete Kulminationszeitzeit 13.07 h einigermaßen stimmt.

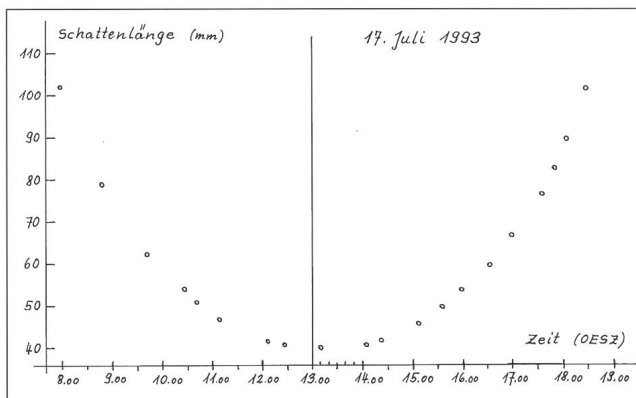
Wann erreicht die gedachte Kurve tatsächlich ihren untersten Punkt? Die "Spiegelungsmethode" hilft hier weiter: An einer Fensterscheibe, die von aussen hell beleuchtet ist, kopiere ich Abbildung 2 auf ein zweites Blatt (zu Hause würde ich dazu eine Projektor-Folie verwenden). Die beiden Achsen, die 13 Uhr-Linie und alle Messpunkte werden auf das neue Blatt übertragen. Nun wende ich das zweite Blatt (Rückseite oben), dann werden beide Blätter so aufeinandergelegt, dass die beiden Punktescharen möglichst gut ineinander passen (Abb. 3: Kreislein = Originalpunkte, Kreuzlein = gespiegelte

**Schattenlängen am 17. Juli 1993****Geographische Breite = 62,2° Nord****Länge des Schattenstabes = 46 mm**

Zeit (OESZ)	Schatten (in mm)	Sonnenhöhe (in Grad)
7.57	102	24.3
8.47	79	30.2
9.42	62.5	36.4
10.25	54	40.4
10.41	51	42.1
11.07	47	44.4
12.06	42	47.6
12.27	40.5	48.6
13.09	40	49.0
14.04	41	48.3
14.22	42	47.6
15.08	46	45.0
15.35	50	42.6
15.59	54	40.4
16.32	60	37.5
16.58	67	34.5
17.34	77	30.9
17.49	83	29.0
18.05	90	27.1
18.27	102	24.3

Tabelle 1

Abb. 2. Grafische Auswertung der Schattenmessungen vom 17. Juli 1993 (Zahlen aus Tabelle 1, erste und zweite Spalte.) Die senkrechte Linie markiert 13.00 h OESZ. - Wann ist der Schatten am kürzesten, d.h. wann kulminiert die Sonne?



Kopien der Punkte). Hätte die Kulmination um 13.00 h stattgefunden, würde die kopierte 13 Uhr-Linie jetzt auf ihrem Original liegen. Das tut sie jedoch nicht. Sie ist um etwa 25 bis 26 Minuten verschoben. (Hinweis zur Genauigkeit: in der Originalzeichnung auf kariertem 4mm-Papier entsprechen 10 Zeitminuten einer Strecke von 4 mm. Man kann also noch knapp die Minute abschätzen.) Die Symmetriachse (S) der kombinierten Figur liegt also etwa bei 13.13 h, d.h. die wahre Sonne kulminiert 6 Minuten nach der mittleren Sonne. Ich habe für die Zeitgleichung einen Wert von -6 Minuten gefunden (Ergebnis Nr. 1).

Am nächsten Tag stelle ich bei einer der vielen, schön senkrecht stehenden Tannen um 13.13 Uhr fest, in welche Richtung der Schatten des Stammes weist, womit ich die Nord-Süd-Richtung recht genau (vermutlich auf mindestens 1 Grad genau) festgelegt habe.

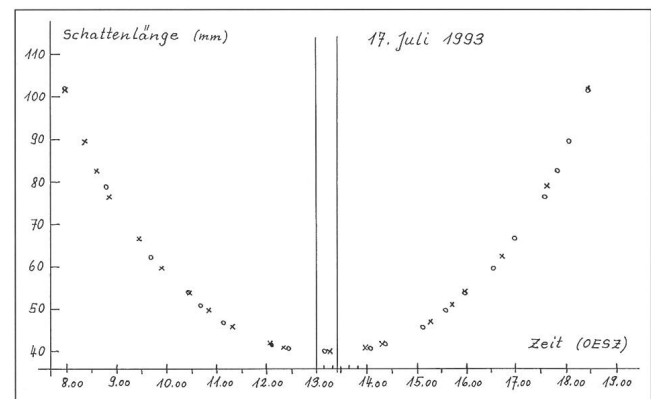


Abb. 3. Ergänzung von Abb. 2 (Messpunkte als Kreislein) durch die gespiegelten Messpunkte (Kreuzlein). Die gespiegelte 13 h-Linie liegt etwa bei 13.26 h auf der Original-Zeitskala. Die Mittelparallele wäre demnach etwa bei 13.13 h; sie markiert den Zeitpunkt der Sonnenkulmination.

Wann geht die Sonne unter?

Das Ferienhaus liegt im Wald, gegen Norden erhebt sich ein kleiner Hügel. Wir können vom Haus aus den Sonnenuntergang nicht beobachten. Dazu müssen wir auf den See hinausrudern, wo wir einen recht niedrigen Horizont erhalten. Die Bäume am gegenüberliegenden Ufer sind um 21.45 Uhr noch deutlich von der Sonne beschienen. - Wann ist wohl Sonnenuntergang? Ich versuche, dies annäherungsweise herauszufinden, und zwar möchte ich dazu die Sonnenhöhe bei der oben und bei der untern Kulmination und meine Schattenmessungen benutzen.

Ich erinnere mich an Hans Bodmers Monatsdiagramme (z.B. in ORION Nr. 257 auf Seite 177 oben), in welchen der jährliche Sonnenlauf mit einer Linie dargestellt ist, die einer Sinuskurve gleicht. Zufällig weiss ich noch, dass die Ekliptik in dieser Darstellung keine genaue Sinuskurve ist, aber von dieser nur wenig abweicht.

Jedenfalls brauche ich diese Kurve jetzt "in der Not", um die Deklination der Sonne für den 17. Juli angenähert zu bestimmen. Im Kopf habe ich folgende Daten: der längste Tag ist am 21. Juni, die Herbst-Tag und Nacht-Gleiche am 23. September. Dieses Quartal dauert also 94 Tage. In dieser Zeit sinkt die Sonne zuerst langsam und dann immer rascher von

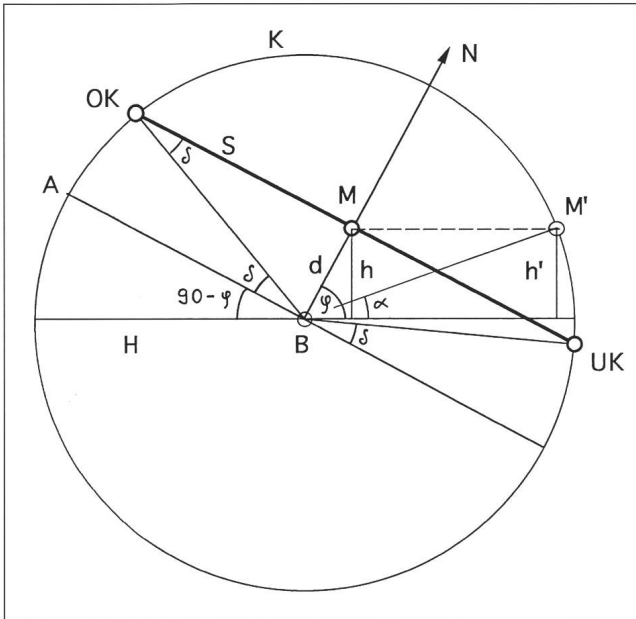


Abb. 4. Skizze als Hilfe zum Berechnen verschiedener Sonnenhöhen. Die Zeichnungsebene liegt im Ortsmeridian, der Betrachter der Zeichnung blickt «nach Westen». Über der Horizontebene (H) wölbt sich die Himmelskugel (K). Der Beobachter (bei B) blickt in Richtung N zum Himmelspol (φ = geogr. Breite = Polhöhe); senkrecht zu dieser Richtung liegt die Ebene des Himmelsäquators (A). Die Figur zeigt die Situation zur Zeit des längsten Tages (δ = Deklination der Sonne); OK: Sonne in oberer Kulmination. UK: Sonne in unterer Kulmination. - Weitere Erklärungen im Text.

23,5° auf 0° Deklination, fast genau so wie der Sinus von 1 auf 0 abnimmt, wenn der zugehörige Winkel von 90° auf 0° abnimmt. Ich ersetze jetzt in diesem Intervall der Kurve die Winkelskala von 90° durch eine Zeitskala von 94 Tagen. Am 17. Juli dauert es noch 68 Tage, bis die 94 Tage verstrichen sind, dies sind 72,3 Prozent der Quartalslänge. Nun deute ich um: 72,3 Prozent von 90° sind 65°. Der Sinus von 65° ist 0,906. Am 17. Juli ist also die **Deklination** noch 0,906 mal 23,5 Grad, was ungefähr **21,3°** ergibt (Ergebnis Nr. 2). Abb. 4 zeigt, wie man weiter aus der Deklination die Kulminationshöhen findet:

Obere Kulmination = $(90^\circ - \text{geogr. Breite}) + \text{Deklination}$
 = $27,8^\circ + 21,3^\circ = 49,1^\circ$.

Untere Kulmination = $-(90^\circ - \text{geogr. Breite}) + \text{Deklination}$
 = $-27,8^\circ + 21,3^\circ = -6,6^\circ$. (D.h. um 1 h wird etwa das Ende der bürgerlichen Dämmerung erreicht).

Dieses Ergebnis überprüfe ich mit Hilfe meiner Messergebnisse:

Der Nagel (Gnomon) meines Gerätes misst 46 mm, der Schatten zur Zeit der Sonnenkulmination 40 mm. Daraus lässt sich mit der Tangens-Funktion die Sonnenhöhe berechnen: $\tan(\text{Höhe}) = 46:40 = 1,15$, der dazugehörige Winkel (die Sonnenhöhe) ist 49 Grad, was mit dem oben berechneten Wert im Rahmen der Messgenauigkeit gut übereinstimmt.

Grafik zur Bestimmung des Sonnenuntergangs

Für jeden Beobachtungszeitpunkt berechne ich aus der Schattenlänge auf die oben beschriebene Art die Sonnenhöhe (3. Kolonne in Tabelle 1). Mit diesen Werten zeichne ich eine

Grafik, die den Verlauf der Sonnenhöhe vom Mittag an darstellt (Abb. 5). Ausgerechnet für die Zeit um den Sonnenuntergang habe ich leider eine Lücke von 18.27 h bis 01.13 h (Zeit der untern Kulmination bei -6,6° Höhe). - Langsam wird die Sache mühsam! Wie finde ich den Rest der Kurve?

Zuerst habe ich die Idee, dass der Kurvenverlauf wohl symmetrisch sein müsse, nämlich so: OK ist der Punkt für die obere Kulmination, UK zeigt die untere Kulmination. Der Mittelpunkt der Verbindungsstrecke (Z) müsste dann das Symmetriezentrum für die Kurve sein. Führt man jedoch die Kurve in Gedanken nach dem letzten Messpunkt von 18.27 h weiter, sieht man sofort, dass sie den Punkt Z nicht trifft...! Ist denn die Sonnenhöhe 6 Stunden nach der Kulmination nicht gleich dem Durchschnitt aus den beiden Kulminationshöhen?

Jetzt muss ich (in Abb. 4) weiterzeichnen! Die Sonne läuft auf dem Kleinkreis S, wobei sie 6 Stunden nach der Kulmination beim Punkt M ist. Die Strecke h zeigt, wie hoch die Sonne über dem Horizont steht. (Man muss sich die Sonne auf der Kugeloberfläche, hinter der Zeichnungsebene vorstellen.) Würden wir die Himmelskugel von Norden her (Azimut!) betrachten, wäre die Sonne bei M', die Strecke h bei h'. Der Winkel α ist die gesuchte Sonnenhöhe.

Die Berechnung von α ist recht einfach. Im Einheitskreis (Radius = 1) ist:

$$\begin{aligned} d &= \sin \delta \\ h &= d * \sin \varphi = \sin \delta * \sin \varphi \\ \sin \alpha &= h \\ \alpha &= \arcsin(\sin \delta * \sin \varphi) \end{aligned}$$

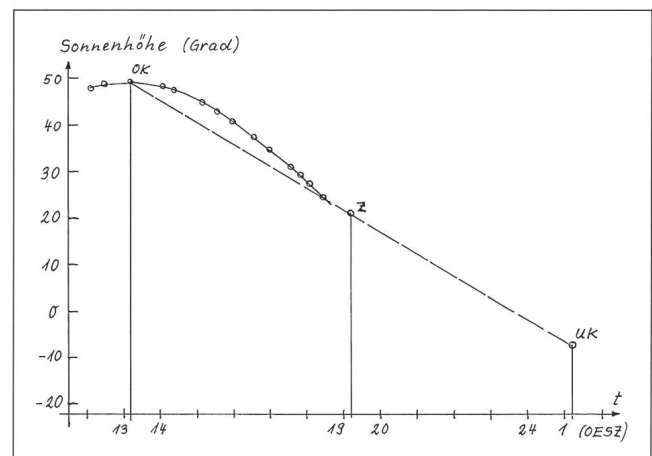
Am 17. Juli ist $d = 21,3^\circ$, die geogr. Breite φ ist $62,2^\circ$.

$\sin \alpha = \sin 21,3^\circ * \sin 62,2^\circ = 0,363 * 0,885 = 0,321$

Sonnenhöhe $\alpha = 18,7^\circ$ (Ergebnis Nr. 3).

Wir kehren zurück zu Abb. 5 und Abb. 6: Z gehört offenbar nicht zur Kurve, die Berechnung mit dem Durchschnitt ist nicht richtig. Der korrekte Punkt ist M (Höhe 18,7° um 19.13 h). Ich verlängere die Kurve durch M und führe sie so weiter, dass sie möglichst "glatt" verläuft und in UK richtig ankommt.

Abb. 5. Grafische Auswertung der Sonnenhöhen vom 17. Juli 1993 aus Tabelle 1. OK = Obere Kulmination, UK = untere Kulmination der Sonne. Die Kurve läuft nicht durch Z, den Halbierungspunkt der Verbindungsstrecke! - Wie finde ich den Zeitpunkt des Sonnenuntergangs?





Sonnendeklination aus Sinuskurve						
Mon.	Tag	Kurve 1	Kurve 2	Ephem.	D1	D2
Juni	21	23.50000	23.44014	23.44014	3.59	0.00
Juni	22	23.49672	23.43885	23.43778	3.54	0.06
Juni	27	23.38198	23.33587	23.33028	3.10	0.34
Juli	2	23.10410	23.06882	23.05222	3.11	1.00
Juli	7	22.66503	22.63957	22.60667	3.50	1.97
Juli	12	22.06782	22.05116	21.99806	4.19	3.19
Juli	17	21.31664	21.30771	21.23194	5.08	4.55
Juli	22	20.41673	20.41445	20.31556	6.07	5.93
Juli	27	19.37438	19.37766	19.25806	6.98	7.18
Aug.	1	18.19685	18.20463	18.06833	7.71	8.18
Aug.	6	16.89236	16.90362	16.75611	8.17	8.85
Aug.	11	15.47001	15.48375	15.33056	8.37	9.19
Aug.	16	13.93972	13.95503	13.80250	8.23	9.15
Aug.	21	12.31218	12.32819	12.18278	7.76	8.72
Aug.	26	10.59874	10.61467	10.48361	6.91	7.86
Aug.	31	8.81135	8.82653	8.71556	5.75	6.66
Sept.	5	6.96248	6.97633	6.88972	4.37	5.20
Sept.	10	5.06503	5.07708	5.01639	2.92	3.64
Sept.	15	3.13224	3.14213	3.10667	1.53	2.13
Sept.	20	1.17760	1.18509	1.17306	0.27	0.72
Sept.	23	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.00
Kurve 1 = 1. Näherung (Freihandmethode)						
Kurve 2 = Kurve aus genauen Grundlagen						
Ephem. = Deklination aus Jahrbuch						
D1 = Differenz Kurve 1 - Ephem. (Minuten)						
D2 = Differenz Kurve 2 - Ephem. (Minuten)						

Tabelle 2

MILITÄROPTIK-SOFORT-VERKAUF

Militär-Optiken zur friedlichen Naturbeobachtung

(Preis in DM) Restlichtverstärker BGS 7 CE, 2200.-; Helikopter-Glas 7X50, elektr. Bildstabilisator 950.-; Grenzsichtspektiv 30x75/5Linser, 350.-; Stereo-Mik. 4,8-56-fach/Bel. und Zubeh. 560.-; Biolog.-Mik. Binokular 60-900-fach, 585.-; EDF/7x40 BGA Zeiss Jena, 650.-; Glas-Sonnenfilter MTO, Dichte 3,0 o 100, 140.-; Bedämpfung "Sternkrieger" Nr.154/W.Lille, 70.-; Präz. Fluchtvisier 1:1/Astrosucher, 90.-; 2" Okular/Steinheil F30/35, 200.-; 2" Okular Leitz F50, 300.-; 1 1/4" Zeiss F24/russ. Erfle F17,5, 120.-; Maksutov 100/1000, 1 1/4" Adapter, 450.-; Tele 8/500 Bert. Linsen-Spiegel-Optik, 320.-; Prismen/Zeiss von 10mm-850, 10.- bis 180.-; Feldstecher 20x60, 180.-; Binokular-Ansatz, 300.-

Wir liefern vom Mikrometerplättchen bis hin zu Operationsmikroskop über 200 Militär-Optiken. Kataloganfragen Schutzgebühr DM 5.-

BW Optik Versand LANGNER VOSS

Telefon+FAX: 0049 209/39 47 45

Lindenstr. 52 • 45894 Gelsenkirchen • Westdeutschland

Sonnenhöhe 6 h nach Kulmination					
Teil 1 Geogr. Breite = 60° N					
Deklination variabel					
Dekl.	O.K.	U.K.	Höhe 1	Höhe 2	Fehler
0	30	-30	0.0	0.0	0.0
3	33	-27	3.0	2.6	0.4
6	36	-24	6.0	5.2	0.8
9	39	-21	9.0	7.8	1.2
12	42	-18	12.0	10.4	1.6
15	45	-15	15.0	13.0	2.0
18	48	-12	18.0	15.5	2.5
21	51	-9	21.0	18.1	2.9
23	53	-7	23.0	19.8	3.2
Teil 2 Dekl. der Sonne = +23°					
Geogr. Breite variabel					
Gg.B.	O.K.	U.K.	Höhe 1	Höhe 2	Fehler
0	113	-67	23	0.0	23.0
10	103	-57	23	3.9	19.1
20	93	-47	23	7.7	15.3
30	83	-37	23	11.3	11.7
40	73	-27	23	14.5	8.5
50	63	-17	23	17.4	5.6
60	53	-7	23	19.8	3.2
70	43	3	23	21.5	1.5
80	33	13	23	22.6	0.4
90	23	23	23	23.0	0.0
O.K. = Obere Kulmination					
U.K. = Untere Kulmination					
Höhe 1 = Mittel = (O.K. + U.K.) : 2					
Höhe 2 = Tatsächliche Sonnenhöhe					
Fehler = Höhe 1 - Höhe 2					

Tabelle 3

Es dünkt mich reizvoll, zu erleben, wie man mit einigen elementaren Kenntnissen auch ohne Jahrbücher zu brauchbaren Resultaten kommen kann. Die Beschäftigung mit solchen Problemen bringt auch immer wieder Überraschungen, und man ist gezwungen, sich Fragen zu stellen, die man sonst wohl übergehen würde.

In diesem Sinne grüsse ich Dich freundlich und freue mich schon, von Dir wieder einen Beitrag im ORION zu finden.

ERICH LAAGER
Schlüchtern 9
3150 Schwarzenburg



DER STERNENHIMMEL 1994

FÜR KUNDIGE LAIEN UND VERSIERTE AMATEURASTRONOMEN

Jetzt mit zusätzlichem Referenzpunkt



Herausgegeben von
Ernst Hügli, Hans Roth, Karl Städeli
266 Seiten, zahlreiche Abbildungen,
broschiert
Fr. 44.-/DM 48,-/S 375,-
ISBN 3-7935-5004-4

Preisstand Januar 1994
Preisänderungen vorbehalten

«Der Sternenhimmel» gilt unter Sternfreunden als die Orientierungshilfe schlechthin. Mit diesem bekannten astronomischen Jahrbuch finden Sie sich rasch am klaren nächtlichen Himmel zurecht. Genaue Zeiten und Einzelheiten aller zu beobachtenden Erscheinungen sind für jeden Tag schnell und einfach nachzuschlagen.

Unser astronomisches Jahrbuch wird 1994 – neben Vitznau (Schweiz) – erstmals einen zweiten Referenzpunkt (südwestlich von Berlin) enthalten.

Damit werden die Daten auch im nördlichen und nordöstlichen Deutschland erleichtert nutzbar. Mit der Aufnahme der Anschriften der österreichischen und ostdeutschen astronomischen Vereine, liegt heute eine komplette Liste für den ganzen deutschsprachigen Raum vor.

«Der Sternenhimmel» erscheint 1994 bereits zum 54. Mal. Er ist ein bewährtes Werk für Amateure und Profis unter den Sternfreunden wie auch für den Unterricht ab Gymnasialstufe.

Salle + Sauerländer

Laurenzenvorstadt 89, 5001 Aarau
Telefon 064-26 86 26, Fax 064-24 57 80

TIEFPREISE für alle Teleskope und Zubehör / TIEFPREISE für alle Teleskope



Tel. 031/711 07 30

E. Christener

Meisenweg 5
3506 Grosshöchstetten

Grosse Auswahl
aller Marken

Jegliches Zubehör
Okulare, Filter

Telradsucher

Sternatlanten
Astronomische
Literatur

Kompetente
Beratung!

Volle Garantie

PARKS

Tele Vue

Meade

Vixen

Celestron

TAKAHASHI

Carl Zeiss

