

Kurzanleitung zur Handhabung des Quadranten

Michael Uhlemann
Juli 2001 / Feb. 2008

– Vorabversion –

© 2001, 2008 Michael Uhlemann, Jan Schormann
Vorabversion 11.2.2008

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung der Autoren in irgendeiner Form durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren reproduziert oder in eine für Maschinen verwendbare Sprache übertragen werden. Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk und Fernsehen sind vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	2
2	Grundlegende Schritte	3
2.1	Messung einer Höhe	3
2.2	Einstellen des Datums	3
2.3	AbleSEN der Stundenlinien (Stundenwinkel)	4
3	Messungen mit der Sonne	4
3.1	Messung der Sonnenhöhe	4
3.2	Messung der Uhrzeit mit Hilfe der Sonne	5
3.3	Wann erreicht die Sonne eine bestimmte Höhe?	6
3.4	Wann geht die Sonne auf oder unter?	6
3.5	Wann wird es hell oder dunkel?	6
3.6	Messung der Himmelsrichtung der Sonne	7

Weitere Kapitel (z.B. Sterne) folgen im Laufe der Zeit...

1 Vorwort

Quadranten dienten im Mittelalter vor Erfindung des Fernrohrs und auch noch in der späteren Zeit als hochpräzise Geräte zur Vermessung des Sternenhimmels. Der vorliegende Quadrant ist jedoch kein „historischer Quadrant“ in dem Sinne, daß er einen Nachbau darstellt. Vielmehr haben wir uns inspiriert durch einen Workshop über historische Astronomie die Funktionsweisen selbst überlegt und ausgearbeitet. In über sieben Jahren ist ein Quadrant entstanden, der Sonnenuhr, Meßgerät, Rechenschieber, Sternatlas, Kalender und Schmuckstück zugleich ist.

In dieser Kurzanleitung wollen wir Hinweise geben, wie die wichtigsten Messungen mit dem Quadranten durchführbar sind. Auf die Erklärung astronomischer Begriffe wird hier völlig verzichtet. An einer umfangreichen Erklärung mit der Beschreibung aller Funktionen und astronomischer Verhältnisse wird gearbeitet. Sollten Unklarheiten bleiben oder weitergehende Fragen, Verbesserungsvorschläge oder andere Wünsche auftauchen, freuen wir uns sehr über Ihre Anmerkungen.

Entwickelt wurde dieser Quadrant von Jan Schormann und Michael Uhlemann, wir sind erreichbar über die Adressen „Jan.Schormann@t-online.de“ und „muh@ffis.de“, bzw. „quadrant@mumpf.infodrom.north.de“.

Diese Ausgabe ist leider noch eine Rohfassung.

2 Grundlegende Schritte

In diesem Abschnitt sind einige Handhabungen erklärt, die Grundlage aller Messungen mit dem Quadranten sind.

2.1 Messung einer Höhe

1. Richtiges Halten des Quadranten

Stellen Sie sich ins Freie und halten Sie den Quadranten mit einer Hand so, daß die Kurvenfläche vertikal ausgerichtet ist, die runde Seite in Richtung Boden zeigt und Sie auf das Kurvenfeld sehen können. Ob Sie den Quadranten richtig halten, sehen Sie daran, daß der Lotfaden nicht durch die Quadrantenkante geknickt wird und auch nicht von der Kurvenfläche absteht.

2. Peilen des Gestirns

Es gibt einen Unterschied, ob man die Sonne oder andere Objekte peilen möchte.

Sonne: Drehen Sie Ihren Körper nun um Ihre eigene Achse, bis die Kurvenfläche gerade eben (oder gerade nicht mehr) von der Sonne beschienen wird. Dabei muß die Quadrantenfläche weiterhin so gehalten werden, daß das Lot gerade frei an der Fläche pendeln kann.

Als nächstes müssen wir die Neigung des Quadranten ändern, bis Licht aus der oberen Peilvorrichtung (bei der Lotaufhängung) auf die Mitte der unteren Peilvorrichtung (bei den Skalen) fällt. Das Lot sollte nun immer noch gerade eben frei über der Kurvenfläche pendeln und zum Stillstand kommen (notfalls mit der freien Hand etwas bremsen).

andere Objekte: Peilen Sie das Objekt über die Oberkanten der Peilvorrichtungen und achten Sie darauf, daß das Lot weiterhin frei an der Kurvenfläche entlangpendeln kann ohne davon abzustehen.

3. Ablesen der Höhe

Halten Sie den Lotfaden vorsichtig an der rungen Quadrantenkante fest, ohne es zu verschieben, um den Quadranten in einer angenehmeren Position halten und ablesen zu können.

An welcher Skala oder Kurve sie ablesen, hängt davon ab, was Sie messen möchten.

2.2 Einstellen des Datums

1. Datumskala lesen

Halten Sie den Quadranten in angenehmer Ablesehaltung und betrachten Sie die *Datumskalen*. Jede Jahreszeit ist in einer eigenen Skala untergebracht. Während des Sommers und Winters steigt das Datum von links nach rechts, in Herbst und Frühjahr von rechts nach links an. Der jeweilige Monatserste ist durch den durchgezogenen Trenner der Monate gekennzeichnet.

2. Jahreszeiten

Am rechten Ende der Datumskalen finden Sie zu jeder Jahreszeit noch einen schwarzen oder weißen Kreis, der sich entweder links oder rechts vom Schrägstrich befindet. Die Kreise sind wichtig für viele Messungen. Ein schwarzer Kreis bedeutet, daß sich die Sonne in der nördlichen Hemisphäre befindet, ein weißer, daß sie südlich des Himmelsäquators ist.

Bitte merken Sie sich bitte das Aussehen des Kreises, der sich neben der Skala befindet, in der sich das aktuelle Datum befindet. Wenn Sie eine nächtliche Messung mit Sternen machen, merken Sie sich bitte auch, ob der Kreis links oder rechts vom Schrägstrich befindet.

3. Datum einstellen

Um das Datum einzustellen, legen Sie den Lotfaden langgezogen derart über den Quadranten, daß der Faden genau über dem aktuellen Datum liegt. Sofern Sie keine Uhrzeit mit Hilfe der Sterne messen möchten, ziehen Sie nun die „Perle“ auf die „Sonnenlinie“ – das ist die Linie, die auf dem Kurvenfeld von links unten nach rechts oben läuft.

2.3 Ablesen der Stundenlinien (Stundenwinkel)

1. Das Kurvenfeld

Im Kurvenfeld finden Sie zwei Arten von fast-parallelen Stundenlinien: Diejenigen, die von links unten nach rechts oben laufen und die, die von rechts unten nach links oben verlaufen.

Unten und oben sind die Stundenlinien mit Stundenzahlen beschriftet. Am äußeren Rand, wo man die Null erwarten würde, finden wir den weißen oder schwarzen Kreis, den wir aus der Datumsskala kennen. Er zeigt an, an welchen Linien abzulesen sind.

Vorsicht: Die Kreise innerhalb des Stundenlinien-Feldes haben eine andere Bedeutung.

2. Ablesen eines Meßwertes

Halten Sie (etwa nach einer Peilung) den Lotfaden fest, so daß er sich nicht verschiebt. Die „Perle“ ist nun irgendwo zwischen zwei Stundenlinien zum Liegen gekommen.

Betrachten Sie nun die richtigen Stundenlinien (orientieren Sie sich am hellen oder dunklen Kreis). Ihre Aufgabe ist es nun, die Abstände in Minuten zwischen den Linien und der Perle abzuschätzen. Durchgezogene Linien stehen für halbe Stunden, gestrichelte Linien (so vorhanden) für Viertelstunden. Schätzen Sie ab, wieviele Minuten zwischen Perle und den Stundenlinien liegen könnten. Verfolgen Sie nun die Linien bis zum Rand des Stundenlinien-Feldes und lesen Sie die Stundenzahl ab. Wenn Sie Stundenzahl und die geschätzten Minuten richtig miteinander verrechnen, erhalten Sie eine Zeitangabe, die angibt, wieviel Zeit zwischen Ihrem Meßzeitpunkt und Sonnenhöchststand liegt. Diesen Wert nennt man „Stundenwinkel“.

3 Messungen mit der Sonne

3.1 Messung der Sonnenhöhe

Messen Sie die Höhe der Sonne wie in Abschnitt 2.1 beschrieben und lesen Sie an der mit „Höhe“ beschrifteten Skala die Höhe der Sonne in Winkelgrad ab.

3.2 Messung der Uhrzeit mit Hilfe der Sonne

Die Berechnung der Uhrzeit beinhaltet zunächst die Berechnung der Uhrzeit, wann die Sonne an Ihrem Standort ihren Höchststand erreicht. Anschließend wird aus der Höhe der Sonne die aktuelle Uhrzeit bestimmt, indem die zeitliche Differenz zum Mittag gemessen wird.

1. Mittleren Sonnenhöchststand berechnen

Wir berechnen zunächst den mittleren Sonnenhöchststand für Ihren Standort. Berechnen Sie die Differenz aus der geogr. Länge Ihres Standortes (λ) und der geogr. Länge des Längengrades, für den Ihre Zonenzeit definiert ist (l). Multiplizieren Sie danach die Differenz mit 15, um die Anzahl der Minuten zu erhalten, die die Sonne nach 12 Uhr (wenn Sie westlich des Zonenlängengrades sind) bzw. vor 12 Uhr (wenn Sie östlich des Längengrades sind) im Süden steht. In Formeln:

$$t = (l - \lambda) \cdot 15 \frac{\text{m}}{\circ} + 12^{\text{h}}, \quad (1)$$

wobei l und λ Richtung Osten positiv sind.

Bsp.: Oldenburg ist auf $\lambda = 8^{\circ} 12'$ ö. L., die MEZ ist auf $l = 15^{\circ}$ ö.L. definiert. $t = (15^{\circ} - 8.2^{\circ}) \cdot 15 \text{m}/^{\circ} + 12^{\text{h}} = 12^{\text{h}} 27^{\text{m}}$ In Oldenburg geht die Sonne im Mittel um 12 Uhr 27 durch den Meridian.

2. Beachtung der Sommerzeit

Zwischen dem letzten Sonntag im März und dem letzten Sonntag im Oktober gilt in der EU die Sommerzeit. In diesem Zeitraum ist eine Stunde zu dem Ergebnis zu addieren.

Bsp.: Im Sommer geht die Sonne in Oldenburg im Mittel nicht um $12^{\text{h}} 27^{\text{m}}$, sondern um $13^{\text{h}} 27^{\text{m}}$ durch den Meridian.

3. Datum einstellen

Stellen Sie zunächst das Datum ein, wie in Abschnitt 2.2 beschrieben.

Bsp.: 30.10.

4. Zeitgleichung einstellen

Um die Uhrzeit zu ermitteln, wann die Sonne ihren Höchststand am aktuellen Tag erreicht, muß die Zeitgleichung berücksichtigt werden. Legen Sie dazu den Lotfaden nun gestrafft über die „rosenförmige“ Linie im rechten Bereich des Kurvenfeldes. Die im vorigen Schritt eingestellte Perle muß über der Linie zum Liegen kommen, die mit der aktuellen Jahreszeit beschriftet ist.

Bsp.: Für 30.10. ist das die Herbstlinie.

5. Zeitgleichung ablesen

Lesen Sie die Zeitgleichung nun *an der Skala am äußersten Rand des Quadranten* ab (ignorieren Sie bitte die Zahlen an der Linie!). Die Zahl sollte zwischen -16 und $+15$ liegen und hat die Einheit Minute. Addieren Sie diese Minuten zum berechneten mittleren Sonnenhöchststand, um die Uhrzeit zu erhalten, um wieviel Uhr die Sonne an diesem Tag im Süden steht.

Bsp.: Für 30.10. liest man -16 Minuten ab. Addiert zu $12^{\text{h}} 27^{\text{m}}$ MEZ für Oldenburg erhält man $12^{\text{h}} 11^{\text{m}}$ MEZ. Um diese Zeit steht die Sonne am 30.10. in Oldenburg am höchsten. (Wenn noch die Sommerzeit gilt, ist es $13^{\text{h}} 11^{\text{m}}$ MESZ.)

6. Stundenwinkel der Sonne messen

Um die Uhrzeit zu ermitteln, messen wir nun den Stundenwinkel der Sonne, wie in Abschnitt 2.3 beschrieben.

7. Uhrzeit

Wenn es noch Vormittags ist, muß der ermittelte Stundenwinkel von der Sonnenhöchststand-Uhrzeit abgezogen werden. Nachmittags dagegen addieren sich

Sonnenhöchststand-Uhrzeit und Stundenwinkel. Wenn Sie unsicher sind, messen sie ein weiteres Mal. Steigt die Sonnenhöhe (bzw. wird der Stundenwinkel kleiner), ist es vormittags.

Bsp.: Es wurde ein Stundenwinkel von $1^{\text{h}}37^{\text{m}}$ gemessen in Oldenburg am 30.10. Wenn es noch vormittags ist, ist es $12^{\text{h}}11^{\text{m}} - 1^{\text{h}}37^{\text{m}} = 10^{\text{h}}34^{\text{m}}$ Uhr MEZ, Wenn es nachmittags ist $12^{\text{h}}11^{\text{m}} + 1^{\text{h}}37^{\text{m}} = 13^{\text{h}}48^{\text{m}}$ Uhr MEZ.

3.3 Wann erreicht die Sonne eine bestimmte Höhe?

Diese Frage ist relevant, wenn man den Sonnenauf- oder -untergang bestimmen möchte oder die Dämmerungszeiten.

1. **Datum einstellen und Sonnenhöchststand ermitteln**

Gehen Sie in Abschnitt 3.2 bitte alle Schritte bis einschließlich „Zeitgleichung ablesen / Sonnenhöchststand“ durch.

2. **Gewünschte Höhe einstellen**

Sie wissen nun, wann am aktuellen Tag der Sonnenhöchststand erreicht wird. Legen Sie nun den gestrafften Faden auf der Höhenskala auf die gewünschte Höhe.

3. **Stundenwinkel ablesen**

Lesen Sie den Stundenwinkel ab, wie in Abschnitt 2.3 beschrieben.

4. **Uhrzeit ermitteln**

Berechnen Sie nun die Uhrzeit wie in Abschnitt 3.2 unter „Uhrzeit“ beschrieben.

3.4 Wann geht die Sonne auf oder unter?

Ermitteln Sie mit Hilfe von Abschnitt 3.3 den Zeitpunkt, wann die Sonne die Höhe 0° erreicht.

3.5 Wann wird es hell oder dunkel?

Die Himmelhelligkeit hängt von der Höhe der Sonne unter dem Horizont ab:

Dämmerung	Höhe	Beschreibung
bürgerlich	-6°	hellste Fixsterne sichtbar
nautisch	-12°	erste Sternbilder erkennbar
astronomisch	-18°	keine Sonnenaufhellung mehr

Die Bestimmung der Zeitpunkte ist ähnlich, wie in Abschnitt 3.3, wobei jedoch „negative Höhen“ einzustellen sind. Die Schritte im einzelnen:

1. **Datum einstellen und Sonnenhöchststand ermitteln**

Gehen Sie in Abschnitt 3.2 bitte alle Schritte bis einschließlich „Zeitgleichung ablesen / Sonnenhöchststand“ durch.

2. **Gewünschte Höhe einstellen**

Sie wissen nun, wann am aktuellen Tag der Sonnenhöchststand erreicht wird. Um den Stundenwinkel für eine negative Höhe zu messen, tun Sie zunächst so, als sei die Höhe nicht negativ und legen Sie den gestrafften Faden auf der Höhenskala auf die gewünschte Höhe.

3. Stundenwinkel ablesen

Wenn Sie den Stundenwinkel einer negativen Höhe bestimmen möchten, gehen Sie vor wie in Abschnitt 2.3 beschrieben, aber lesen Sie ihn an den Stundenlinien ab, die *nicht* für die aktuelle Jahreszeit gelten! (Also im Sommer an den Stundenlinien, die für den Winter gelten und umgekehrt.) **Bsp.:** In Oldenburg am 30.10. wird an den Sommerstundenlinien für -18° die Zeit $5^{\text{h}}15^{\text{m}}$ abgelesen.

4. Uhrzeit

Morgendämmerung: Ziehen Sie nun von der Sonnenhöchststandzeit 12 Stunden ab und addieren Sie den im vorigen Punkt ermittelten Stundenwinkelwert.

Abenddämmerung: Addieren Sie nun 12 Stunden zu der Sonnenhöchststandzeit und ziehen Sie davon den im vorigen Punkt ermittelten Stundenwinkelwert ab.

Bsp.: Die astronomische Morgendämmerung beginnt in Oldenburg am 30.10. um $12^{\text{h}}11^{\text{m}} - 12^{\text{h}} + 5^{\text{h}}15^{\text{m}} = 5^{\text{h}}26^{\text{m}}$ Uhr MEZ (bzw. $6^{\text{h}}26^{\text{m}}$ MESZ).

Die astronomische Abenddämmerung endet dort 30.10. um $12^{\text{h}}11^{\text{m}} + 12^{\text{h}} - 5^{\text{h}}15^{\text{m}} = 18^{\text{h}}56^{\text{m}}$ Uhr MEZ (bzw. $19^{\text{h}}56^{\text{m}}$ MESZ).

3.6 Messung der Himmelsrichtung der Sonne

Mit dem Quadranten kann man die Himmelsrichtung der Sonne messen.

1. Datum einstellen

Stellen Sie das Datum ein wie in Abschnitt 2.2 beschrieben.

2. Deklination der Sonne ablesen

Legen Sie nun den Faden an die Skala, die mit δ beschriftet ist (Deklinationsskala). Lesen Sie den Wert ab und merken Sie sich diesen Wert.

3. Sonnenhöhe messen

Messen Sie nun die Höhe der Sonne, wie in 2.1 beschrieben. Lesen Sie an der Höhenskala den Wert ab. Sollte er größer sein als $23^\circ,4$, können Sie die Himmelsrichtung der Sonne leider nicht mit dem Quadranten messen. Ansonsten fahren Sie in der Liste fort.

4. Tauschen von Deklinationwert und Höhenwert

Legen Sie nun den Faden wieder an die Deklinationsskala an und verschieben Sie die Perle so, daß sie an dem gemessenen Höhenwert zu liegen kommt.

Nun legen Sie den gestrafften Faden so über den Quadranten, daß er über dem ermittelten und gemerkten Deklinationwert auf der Höhenskala zu liegen kommt.

5. Ablesen des Azimutwinkels

Lesen Sie nun die Stundenwinkel-Linien ab, wie in Abschnitt 2.3 beschrieben.

6. Berechnen des Azimuts, bzw. der Himmelsrichtung

Multiplizieren Sie den ermittelten Wert mit 15, um von Stundenwinkel auf Grad zu kommen (1 Stunde = 15° , 4 Minuten = 1°).

Frühjahr/Sommer (dunkler Kreis): Der berechnete Winkel ist der Abstand in Grad von der Nordrichtung. In den Morgenstunden sind 0° N, 22.5° NNO, 45° NO, 67.5° ONO, 90° O, ... und in den Abendstunden sind 0° N, 22.5° NNW, 45° NW, 67.5° WNW, 90° W, ...

Herbst/Winter (heller Kreis): Der berechnete Winkel ist der Abstand in Grad von der Südrichtung. In den Morgenstunden sind 0° S, 22.5° SSO, 45° SO, 67.5° OSO, 90° O, ... und in den Abendstunden sind 0° S, 22.5° SSW, 45° SW, 67.5° WSW, 90° W, ...