Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 32 (1974)
Heft: 143

Artikel: Standlinienberechnung mit dem Taschenrechner
Autor: Frick, Martin
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899660

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: 04.02.2026

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

Struktur, die mit einer solchen Wechselwirkung nicht in Widerspruch stehen würde.

Ein weiteres auffallendes Zusammentreffen ist die Tatsache, dass die Spektrallinien des schwachen Quasars fast eine Verdoppelung der Wellenlänge im Vergleich zum helleren aufweisen. Schliesslich ähneln sich die Spektren in vielen Zügen so sehr, dass man sie einem gegenseitigen Strahlungsaustausch zuschreiben könnte. Bisher ist nichts gefunden worden, was einen geringen Abstand im Raum beweisen würde, doch lassen alle diese Zufälligkeiten auf eine Nähe schliessen, die der HUBBLE-Beziehung völlig zuwiderläuft.

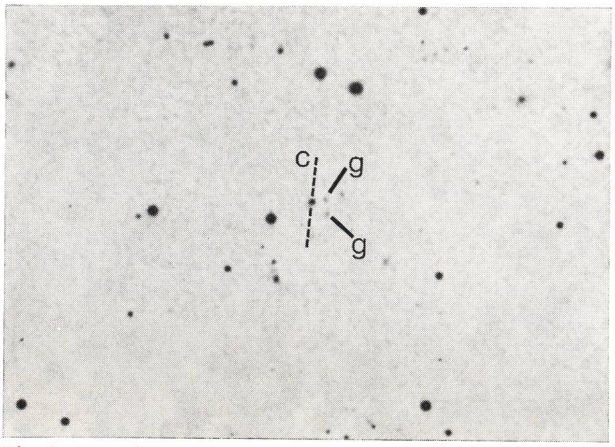


Fig. 2: Der durch die gestrichelten Linien gekennzeichnete Quasar scheint Teil eines schwachen Galaxienhaufens zu sein. Zwei Galaxien sind durch (g) hervorgehoben und der Quasar durch (c). Der Quasar hat eine viel stärkere Rotverschiebung als die Galaxien.

Abweichende Rotverschiebungen

Ausser dem Doppelquasar haben die Forscher noch drei Beispiele «abweichender Rotverschiebungen» gefunden – Quasare, bei denen die gemessene Rotverschiebung anscheinend nicht mit ihren sonstigen Eigenschaften zusammenpasst. Als Resultat des Identifizierungsprozesses ergab sich die Entdeckung dreier Quasare in Anlagerung an Galaxienhaufen.

Das überzeugendste Beispiel für die Verbindung von Quasaren mit Galaxien bietet 4C 24.23. Hier liegt ein Quasar an der Grenzlinie einer Gruppe von fünf Galaxien. Die Rotverschiebung des Quasars beträgt 1,27, während die Galaxien-Rotverschiebungen mit Sicherheit unter 0,4 liegen. In einem anderen Fall umschliesst ein Galaxienhaufen mit geringer Rotverschiebung einen Quasar mit einer Rotverschiebung von 2,17. In einem dritten Fall befindet sich ein Objekt mit einer Rotverschiebung von 0,78 nahe an einer schwachen Galaxie, die eine Rotverschiebung von höchstens der Hälfte dieses Wertes haben kann.

Da unter der Leitung von Sir MARTIN RYLE an der Universität Cambridge vorgenommene Radiointerferometermessungen die richtige Erkennung der Quasare auf den Photographien bestätigt haben, liegen jetzt drei Fälle echter Quasare in merkwürdiger Anlagerung an Galaxien vor. Sind diese drei Fälle alle als zufälliges optisches Nebeneinanderliegen aufzufassen?

Beschleunigungstheorie

Die Astronomen sind sich bewusst, dass Argumente, die sich nur auf das zufällige Zusammentreffen weniger Objekte im Raum stützen, leicht in die Irre führen können. Die Wahrscheinlichkeit, dass alle diese Anlagerungen zufällig sind, ist gering, aber nicht gleich Null. Wenn einige Objekte uns näher sind, als ihre Rotverschiebung anzeigt, dann muss die Ursache anderswo liegen als in der Expansion des Universums. Die einfachste Erklärung wäre, dass die Quasare eine sehr hohe Beschleunigung erhalten haben, vielleicht durch Explosionen.

Eine andere Erklärung geht dahin, dass das ungeheuer starke Gravitationsfeld der Quasare das Licht auf dem Wege zu uns verzerrt und so die Rotverschiebung verstärkt.

Um zweifelsfrei festzustellen, dass einige Quasare nicht dem HUBBLEschen Gesetz folgen, wird das Auffinden von noch viel mehr Paaren und Gruppen mit abweichenden Eigenschaften sowie eine genauere Untersuchung solcher Verbindungen durch die grössten Teleskope der Welt erforderlich sein. Nichtsdestoweniger dürfte es schon jetzt sicher sein, dass als Resultat dieser internationalen Zusammenarbeit eine entscheidende Überprüfung der herkömmlichen Auffassung mindestens in Sicht ist.

Adresse des Autors:
Dr. SIMON MITTON, Institut für Astronomie, Cambridge, England.

Standlinienberechnung mit dem Taschenrechner

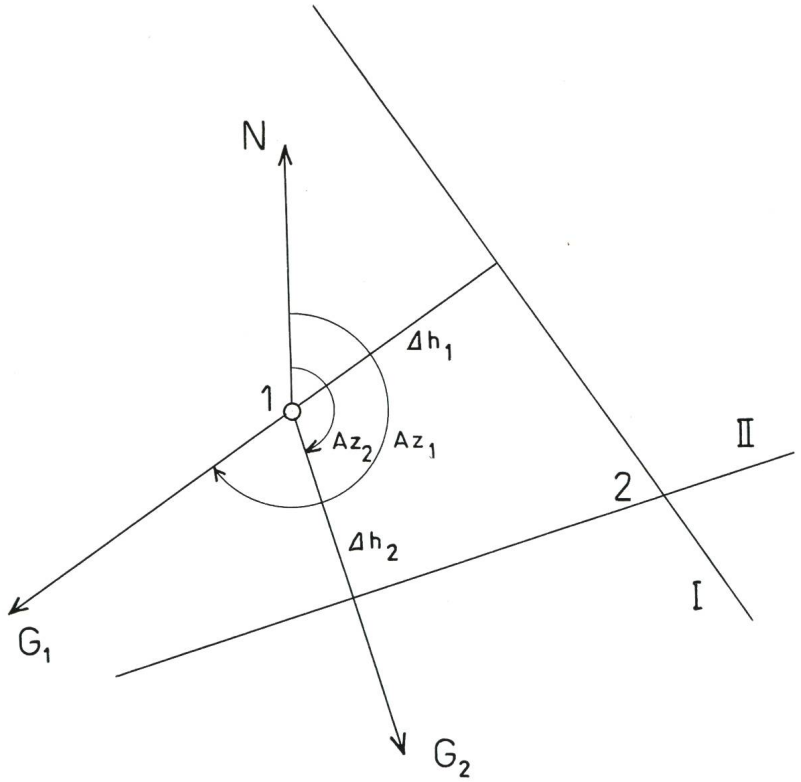
von MARTIN FRICK, Bremen

Eine astronomische Standlinie zur Ortsbestimmung gewinnt man üblicherweise so, dass man die Höhe h_B eines Gestirns G_1 oder G_2 *beobachtet* und hinsichtlich Refraktion und eventuell Kimmtiefe korrigiert (beschickt). Dann *berechnet* man die Höhe h_R unter der Annahme, man befinde sich am Ort 1 mit der Breite φ und der Länge λ. Wäre dieser angenommene (gegisste) Ort der tatsächliche Ort, dann müsste natürlich die berechnete Höhe gleich der beobachteten sein. Das wird nicht der Fall sein. Vielmehr wird $h_B > h_R$ darauf hinweisen, dass sich der wahre Ort 2 vom angenommenen 1 aus gesehen in Richtung zum Gestirn hin befindet; während umgekehrt $h_B < h_R$ bedeutet, dass wir vom Projektionsort des Gestirns auf der Erdoberfläche in Wirklichkeit weiter entfernt sind als der angenommene Ort 1.

Für die Zeichnung der Standlinie braucht man noch das Azimut des Gestirns. Mit einem fest aufgestellten Theodoliten könnte man dasselbe messen, mit dem in der Hand zu haltenden Sextanten hingegen ist das nicht möglich, weshalb man das Azimut ebenfalls berechnet.

Die Zeichnung geht so vor sich, dass man in der Seekarte durch den Ort 1 mit dem berechneten Azimut Az eine Gerade zieht, auf der man die Differenz $\Delta h = h_B - h_R$ je nach ihrem Vorzeichen zum Gestirn hin oder vom Gestirn weg abträgt (wobei eine Bogenminute einer Seemeile entspricht). Die Senkrechte durch den so erhaltenen Punkt ist die Standlinie (I), auf ihr muss irgendwo der tatsächliche Ort liegen. Durch eine oder mehrere weitere Standlinien (II) erhält man den wahren Ort als Schnittpunkt dieser Linien. Dabei kann man eine solche astronomische Standlinie auch mit terrestrischen Standlinien (Peilung von Küstenmerkmalen oder Seezeichen) oder Funkstandlinien kombinieren. Ausserdem wollen wir uns daran erinnern, dass die als Geraden gezeichneten astronomischen Standlinien die Tangenten an die Höhengleichen um die Projektionsorte sind (vgl. Artikel im ORION 140, S. 12 f.).

Es handelt sich also stets darum, Azimut und Höhe eines Gestirns zu berechnen, und zwar aus der Gestirnsdeklination δ, der genäherten Breite φ und dem (ebenfalls genäherten) Ortsstundenwinkel t des Gestirns. Für den Mathematiker ist das mit Hilfe der Formeln der sphärischen Trigonometrie kein besonderes Problem, die Praxis aber stellt weitere Forderungen, die zum Problem werden können, nämlich die nach einer möglichst einfachen und narrensicheren Rechnung. Für diese Rechnung sind nebst den nautischen Tafelwerken auch eine Vielzahl interessanter Apparate erfunden worden. So zum Beispiel wurde von Dennert & Pape in Hamburg vor wenigen Jahren noch ein Höhenrechenschieber HR 1 hergestellt. Bei dem zylinderförmigen Gerät sind eine log cos- und eine log cotg-Skala beträchtlicher Länge auf zwei ineinander verschiebbaren Hülsen aufgewickelt. Das Problem ist nun, Azimut und Höhe mit den Winkelfunktionen cos und cotg allein zu berechnen. Ausserdem sollte man während der Rechnung nicht zu viele Zwischenergebnisse notieren müssen. Das Problem lässt sich mit dem folgenden Formelsatz bewältigen:



Zuerst berechnet man aus δ und t einen Hilfswinkel x aus:

$$\text{cotg}\ \delta \cos t = \text{cotg}\ x \qquad (1)$$

Dann rechnet man mit t, x sowie einer Hilfsgrösse $y = 90 - \varphi \pm x$ (das pos. Vorzeichen gilt, wenn φ und δ gleichnamig, das neg., wenn φ und δ ungleichnamig sind) aus:

$$\frac{\text{cotg}\ t \cos y}{\cos x} = \text{cotg}\ a \qquad (2)$$

das Azimut a, wobei dieses astronomisch festgelegt ist, also von Süd aus gerechnet wird. Zum Unterschied dazu haben wir das nautisch festgelegte (also von Nord aus gezählte) Azimut mit Az bezeichnet. Schliesslich bildet man die Höhe h aus y und a nach:

$$\frac{\text{cotg}\ y}{\cos a} = \text{cotg}\ h \qquad (3)$$

Man kann sich leicht davon überzeugen, dass diese Formeln richtig sind. Denkt man daran, dass

$\cos y = \cos(90 - \varphi + x) = \sin\varphi \cos x - \cos\varphi \sin x$
ist und setzt man dies in (2) ein, so erhält man:

$$\frac{\text{cotg } t}{\cos x}(\sin\varphi \cos x - \cos\varphi \sin x) = \text{cotg } a = -\text{cotg Az}.$$

Ausmultipliziert erhält man daraus unter Verwendung von (1):

$$\text{cotg } t \sin\varphi - \frac{\cos\varphi}{\sin t \,\text{cotg}\,\delta} = -\text{cotg Az}.$$

Dividiert man diese Gleichung durch $\cos\varphi$, so ergibt sich:

$$\text{cotg } t \,\text{tg}\,\varphi - \text{tg}\,\delta \,\text{cosec } t = -\text{cotg Az} \sec\varphi,$$

das ist die bekannte Gleichung, die den ABC-Tafeln zugrunde liegt. Nur wenig umständlicher ist es, die Gleichung (3) zu verifizieren, etwa so umzuformen, dass der Cosinussatz für das nautische Dreieck dabei herauskommt.

Elektronische Taschenrechner werden vom Preis her immer reizvoller. Mancher Nautiker besitzt einen solchen, die Frage ist jeweils nur, ihn auch sinnvoll anzuwenden. Interessant ist ein Rechenschema, das es gestattet, bei möglichst nur einmaliger Eingabe jeder Grösse und ohne Zwischenergebnisse notieren zu müssen, Azimut und Höhe zu berechnen. Da bieten sich die obigen Formeln als geradezu ideal an.

Ein Rechner, der sich für diesen Zweck besonders eignet, ist der Hewlett-Packard HP 35. Er hat zwar keine cotg-Taste, doch schreiben wir die Formeln (1), (2) und (3) einfach reziprok auf, wodurch wir den Tangens hineinbekommen:

$$\frac{\text{tg}\,\delta}{\cos t} = \text{tg } x \qquad (1a)$$

$$\frac{\text{tg } t \cos x}{\cos y} = \text{tg } a \qquad (2a)$$

$$\text{tg } y \cos a = \text{tg } h \qquad (3a)$$

Der HP 35 ist zwar nicht programmierbar, doch schreibe man sich die Schritte auf ein Blatt Papier beziehungsweise vervielfältige sich ein entsprechendes Formular. Die sexagesimalen Winkelangaben sind vor der Eingabe in dezimale umzurechnen, was bei dem teureren Modell HP 45 etwas einfacher ist. Unser Programm läuft dann wie folgt:

1) Eingabe Deklination δ, 2) tan, 3) ENTER, 4) Eingabe Stundenwinkel t, 5) ENTER, 6) cos, 7) $x \rightleftarrows y$, 8) tan, 9) $R\downarrow$, 10) $\div$, 11) arc tan, 12) $x \rightleftarrows y$, 13) $R\downarrow$, 14) ENTER, 15) cos, 16) $x \rightleftarrows y$, 16a) CHS wenn φ und δ ungleichnamig, 17) $R\downarrow$, 18) $\times$, 19) $x \rightleftarrows y$, 20) CL X, 21) 90 eingeben, 22) $R\downarrow$, 23) $R\downarrow$, 24) CL X, 25) Eingabe Breite φ, 26) —, 27) +, 28) ENTER, 29) cos, 30) $x \rightleftarrows y$, 31) tan, 32) $R\downarrow$, 33) $\div$, 34) arc tan, 35) Azimut ablesen, 36) cos, 37) $x \rightleftarrows y$, 38) $R\downarrow$, 39) $\times$, 40) arc tan (ergibt h_R), 41) ENTER, 42) Beobachtete Höhe h_B eingeben, 43) —, 44) ENTER, 45) 60 eingeben, 46) $\times$, 47) Höhendifferenz Δ h ablesen.

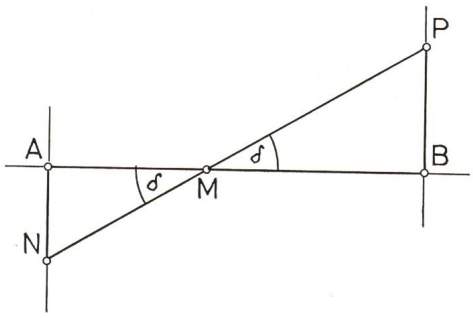
Zum Azimut wäre noch zu bemerken, dass es mit der Breite ungleichnamig zu rechnen ist, wenn $a > 0$, das heisst, es ist bei Nordbreite von Süd aus zu rechnen und bei Südbreite von Nord aus. Das Umgekehrte gilt für $a < 0$. Ergibt Schritt 40) $h_R < 0$, so ändere man das Vorzeichen (CHS).

Anschrift des Verfassers:
Martin Frick, Neu St. Jürgen, D-2862 Worpswede, BRD

Une détermination graphique des coefficients de précession

par P. Rossier, Moillesulaz

La nécessité de tenir compte de la précession apparaît dans le problème de la comparaison de coordonnées anciennes d'un astre avec les coordonnées actuelles. En pratique, il est exceptionnel qu'une grande précision soit nécessaire. Par contre, la période considérée peut être longue. Pour cela, choisissons le siècle comme unité de temps. Les formules donnant les corrections $\Delta\alpha$ en ascension droite et en déclinaison sont:

$$\Delta\alpha = t\,(5.14 + 2.23 \sin\alpha \,\text{tg}\,\delta) \text{ et}$$
$$\Delta\delta = t\; 33.4 \cos\alpha.$$

Les unités sont la minute de temps pour l'ascension droite et la minute d'arc pour la déclinaison.