Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 41 (1983)
Heft: 197

Artikel: Berechnung geografischer Koordinaten
Autor: Wirz, P.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899239

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: 16.07.2025

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

Berechnung geografischer Koordinaten

P. WIRZ

Ein Beobachter kann gelegentlich vor dem Problem stehen, die Lage seiner Station nach geografischer Länge λ und geografischer Breite β mit hoher Genauigkeit zu bestimmen; damit soll hier gemeint sein: mit Fehlern von höchstens etwa einer Winkelsekunde*).

Es dürfte in den meisten Fällen nicht schwierig sein, den Ort der Station mit einem Fehler von weniger als einem Millimeter in die «Landeskarte der Schweiz 1:25 000» einzuzeichnen. Diese Karten besitzen aber kein Netz geografischer Koordinaten. Wohl sind solche Koordinaten längs den Blatträndern mit Intervallen von einer Winkelminute durch kurze Striche markiert. Da aber die Meridiane und die Breitenkreise auf der Karte als gekrümmte Linien erscheinen würden**), ist es bei der hier angestrebten Genauigkeit nicht zulässig, gleich bezeichnete Marken an gegenüberliegenden Blatträndern über die Karte hinweg mit einer geraden Linie zu verbinden und die gesuchten Koordinaten an Hand solcher Linien herauszulesen.

Nun tragen die Landeskarten aber ein rechtwinkliges Netz von sog. Landes- oder Kilometer-Koordinaten. Die bei diesen geraden Linien angeschriebenen Zahlen reichen (ungefähr) von y_{min} = 485 km im äussersten Westen unseres Landes bis y_{max} = 835 km im äussersten Osten; von x_{min} = 75 km im Süden bis x_{max} = 295 km im Norden. Der Punkt x = 200 km, y = 600 km bezeichnet das sogenannte Kartenzentrum, nämlich die alte Sternwarte in Bern. Nach dem weiter oben Gesagten dürfte es in den meisten Fällen nicht schwierig sein, den Ort der Station relativ zu diesem Kilometer-Koordinatennetz auf wenige Meter genau anzugeben. 1 mm in der Karte entspricht ja nur 25 m in der Natur und damit etwa einer Winkelsekunde in den geografischen Koordinaten.

Wir stehen also vor der Aufgabe, die bekannten Kilometer-Koordinaten x und y in die gesuchten geografischen Koordinaten λ und β umzurechnen.

Mit Rücksicht auf die angestrebte Genauigkeit ist es nicht zulässig, die Erde als Kugel zu betrachten. Die nächstbessere Annäherung an die wirkliche Gestalt der Erde ist ein Rotationsellipsoid, dessen Durchmesser längs der Erdachse etwas kleiner ist als der Durchmesser am Äquator. Die schweizerischen Landeskarten stützen sich auf das schon 1841 von F. W. BESSEL angegebene Ellipsoid. Zum Abbilden des Ellipsoids auf die Kartenebene ging man in zwei Schritten vor (hierzu Lit.[1])): Zuerst wurde das Gebiet der Schweiz vom Ellipsoid winkeltreu auf eine Kugel abgebildet, welche das Ellipsoid im Kartenzentrum berührt und deren Radius gleich dem mittleren Krümmungsradius des Ellipsoids im Kartenzentrum ist. Sodann wurde diese Kugel winkeltreu auf einen geraden Kreiszylinder abgebildet, welcher die Kugel in einem Kreis berührt, der durch das Kartenzentrum geht und auf dessen Meridian senkrecht steht. Der zweite Schritt ist also die bekannte schiefachsige Mercator-Projektion. Der abgewickelte Zylinder ist die Kartenebene, welche das rechtwinklige Netz der Kilometerkoordinaten aufgelegt erhält.

*) Eine Winkelsekunde entspricht im Gebiet der Schweiz einer Strecke von rund 30 m in Nord-Süd-Richtung und von rund 20 m in Ost-West-Richtung.

**) Ausnahme ist nur der Meridian, der durch die alte Sternwarte in Bern verläuft.

Zum Übertragen eines in der Kartenebene gegebenen Punktes in das Koordinatensystem des Ellipsoids ist das beschriebene Verfahren sinngemäss in umgekehrter Reihenfolge durchzuführen.

Eine kleine Korrektur ist noch nötig: Da auch das Rotationsellipsoid nicht genau der wirklichen Gestalt der Erde entspricht, gilt für das Gebiet der Schweiz, dass die geografische Breite eines Ortes (welche gleich ist der Höhe des Himmelspols über dem theoretischen Horizont dieses Ortes) um rund 0,8 Winkelsekunden kleiner ist als seine Breite auf dem Ellipsoid, die sogenannte geodätische Breite.

Obwohl dies alles recht kompliziert klingt, sind die Berechnungen so einfach, dass sie leicht mit jedem sogenannten technischen oder wissenschaftlichen Taschenrechner ausgeführt werden können. Benötigt werden ausser den elementaren mathematischen Operationen die Exponentialfunktion e^x, die trigonometrischen (sin, cos mit Winkelgraden als Argument) und die inversen trigonometrischen Funktionen (arcsin, arctan mit Resultaten in Winkelgraden). Vorteilhaft, wenn auch keineswegs unbedingt nötig, sind zahlreiche Speicher (für maximalen Komfort deren 15), damit man sich das handschriftliche Notieren von Zwischenresultaten ersparen und Konstanten leicht und rasch in den Rechnungsablauf einführen kann.

Der Rechnungsablauf (Grundlagen hierzu in Lit.[2])) ist im Folgenden in mehrere kleine Schritte unterteilt. Die gewählte Darstellung erleichtert bei Bedarf das Programmieren eines Rechners.

Es werden 7 Konstanten benötigt, bezeichnet mit a, b, c, d, f, g und h. Während der Berechnung erscheinen 8 Zwischenresultate, bezeichnet mit k, m, n, p, q, r, s und t.

Konstanten

a = 0,999 271	b = 7,439 583	c = 46,952 195
d = 46,907 731	f = 1,001 564	g = 0,000 088
	h = 6378,816	

Gegebene Werte

x und y, anzugeben in Kilometern mit Dezimalen

Rechnungsablauf

$$k = \frac{180 \cdot (y - 600)}{\pi \cdot h}$$

$$m = e^{\left(\frac{x - 200}{h}\right)}$$

$$n = 2 \cdot \arctan m - 90$$

$$p = \cos d \cdot \sin n + \sin d \cdot \cos n \cdot \cos k$$

$$q = \arcsin p$$

$$r = q - d$$

$$\beta = \mathbf{c} + \mathbf{f} \cdot \mathbf{r} + \mathbf{g} \cdot \mathbf{r}^2$$ gesuchte geogr. Breite in Grad mit Dezimalen

$$s = \frac{\sin k \cdot \cos n}{\cos q}$$

$t = \arcsin s$

$\lambda = \mathbf{b + a \cdot t}$ gesuchte geogr. Länge in Grad mit Dezimalen

$s = 0{,}015\,139$
$t = 0{,}867\,441$
$\lambda = 8{,}306\,392° = \mathbf{8°\,18'\,23''}$ gesuchte geografische Länge

In der Sternwarte sind deren geodätische Koordinaten angeschrieben (übertragen von dem in unmittelbarer Nähe befindlichen Signal Nr. 553 der kantonalen Vermessung):

- für die Breite: 47° 02′ 17″
- für die Länge: 8° 18′ 23″

Die geografische Breite ist, wie weiter oben schon angegeben, um rund 0,8 Winkelsekunden kleiner als die geodätische. Rechnung und Vermessung stimmen also innerhalb der angestrebten Genauigkeit überein.

Zum Schluss noch ein Hinweis:
Lit.[1]) enthält eine Anleitung zum Lösen der vorliegenden Aufgabe mit einer Genauigkeit, welche die oben angestrebte noch weit übertrifft. Natürlich ist die Anwendung des dort beschriebenen Verfahrens nur sinnvoll, wenn die Kilometerkoordinaten eines Ortes mit viel höherer Genauigkeit bekannt sind, als man sie beim Herauslesen aus einer Karte erwarten darf.

Beispiel:
Es sollen die geografischen Koordinaten der Sternwarte Hubelmatt der SAG-Sektion Luzern bestimmt werden. Wenn man weiss, in welchem Gebäude der Hubelmatt-Schule und an welcher Stelle dieses Gebäudes die Sternwarte liegt, kann diese Stelle leicht mit einem Fehler von weniger als 0,5 mm auf der 1:25 000-Karte festgelegt werden. Man kennt also die Kilometerkoordinaten der Sternwarte auf rund 10 Meter genau:

x = 209,88 km **y = 665,87 km**

Rechnungsablauf
$k = 0{,}591\,657$
$m = 1{,}001\,550$
$n = 0{,}088\,744$
$p = 0{,}731\,273$
$q = 46{,}993\,204$
$r = 0{,}085\,473$
$\beta = 47{,}037\,803° = \mathbf{47°\,02'\,16''}$ gesuchte geografische Breite

Literatur:
1) H. Odermatt: Tafeln zum Projektionssystem der schweizerischen Landesvermessung (Nr. 8 der Mitteilungen aus dem geodätischen Institut der ETHZ). Verlag Leemann, Zürich, 1960.
2) F. Fiala: Mathematische Kartographie. VEB Verlag Technik, Berlin, 1957; insbesondere Kapitel 28 und 43.

Adresse des Autors:
Dr. Paul Wirz, Zentralschweiz. Technikum (Ing.-Schule) Luzern.

Die 6 grössten optischen Teleskope mit altazimutalen Montierungen

Ort	Land	Geogr. Breite	Inbetriebnahme	freie Öffnung	Brennweite	Instrumententyp	Bemerkungen	Literatur
Selentchuk	UdSSR (Kaukasus)	+44°	1976	6.10 m	24 m	Spiegelteleskop für allgemeine Beobachtungen	bewegliche Teile 840 t	Sky and Telescope November 1977, p. 356
La Palma (SERC-Teleskop)	Kanarische Inseln	+29°	1986	4.20 m		Spiegelteleskop für allgemeine Beobachtungen	Britisches Teleskop	Sky and Telescope September 1981, p. 201
Mount Hopkins	USA (Arizona)	+32°	1979	4.50 m	4.94 m	Multiple Mirror-Teleskop, 6 Spiegel, jeder 1,82 m Durchmesser	Montierung 90 t	Sky and Telescope July 1976, p. 14
Heidelberg	Bundesrepublik Deutschland	+49°	1980	0.75 m		Versuchsinstrument	Hersteller: Carl Zeiss, Oberkochen	Mitt. Astron. Ges. Nr. 54, 1981
Kyoto	Japan (Hokkaido)	+35°	1978	0.60 m	32 m	Kuppelloses Turmteleskop	Hersteller: Carl Zeiss, Oberkochen	Landolt/Börnstein Bd. 1 (Astronomy) p.15, 1982
Krim	UdSSR	+45°		0.50 m	8 m	Sonnenteleskop (Koronograph)	Coelostat altazimutale Montierung	Landolt/Börnstein Bd. 1 (Astronomy) p. 14, 1982

Erläuterungen: Bis etwa 1975 galt als ideale Aufstellungsweise für ein astronomisches Teleskop die parallaktische Montierung. Seitdem macht sich ein Sinneswandel bemerkbar. Bei grossen parallaktischen Teleskopen wird nämlich das Gewicht der Teile, die bewegt werden müssen, unvertretbar gross. Einen Ausweg bieten hier die altazimutalen Montierungen. In der Zukunft dürften alle grossen astronomischen Teleskope mit altazimutalen Montierungen gebaut werden. Zur Zeit liegen bereits viele neue Projekte für den Bau neuer grosser Teleskope mit altazimutalen Montierungen vor.