

# Berechnung geografischer Koordinaten

Autor(en): **Wirz, P.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **41 (1983)**

Heft 197

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-899239>

## **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.

# Berechnung geografischer Koordinaten

P. WIRZ

Ein Beobachter kann gelegentlich vor dem Problem stehen, die Lage seiner Station nach geografischer Länge  $\lambda$  und geografischer Breite  $\beta$  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» einzuzichnen. 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  $\lambda$  und  $\beta$  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 abgewinkelte Zylinder ist die Kartenebene, welche das rechtwinklige Netz der Kilometerkoordinaten aufgelegt erhält.

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

$$\begin{array}{lll} a = 0,999\,271 & b = 7,439\,583 & c = 46,952\,195 \\ d = 46,907\,731 & f = 1,001\,564 & g = 0,000\,088 \\ & h = 6378,816 & \end{array}$$

## Gegebene Werte

$x$  und  $y$ , anzugeben in Kilometern mit Dezimalen

## Rechnungsablauf

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

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

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

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

$$q = \arcsin p$$

$$r = q - d$$

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

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

\*) 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.

$$t = \arcsin s$$

$$\lambda = b + a \cdot t$$

gesuchte geogr. Länge  
in Grad mit Dezimalen

$$s = 0,015\ 139$$

$$t = 0,867\ 441$$

$$\lambda = 8,306\ 392^\circ = 8^\circ 18' 23''$$

gesuchte geografi-  
sche Länge

In der Sternwarte sind deren geodätische Koordinaten an-  
geschrieben (übertragen von dem in unmittelbarer Nähe be-  
findlichen Signal Nr. 553 der kantonalen Vermessung):

- für die Breite:  $47^\circ 02' 17''$

- für die Länge:  $8^\circ 18' 23''$

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

Zum Schluss noch ein Hinweis:

Lit.) 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 Kilometer-  
koordinaten eines Ortes mit viel höherer Genauigkeit be-  
kannt sind, als man sie beim Herauslesen aus einer Karte er-  
warten darf.

#### Beispiel:

Es sollen die geografischen Koordinaten der Sternwarte Hu-  
belmatt 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:

$$x = 209,88 \text{ km}$$

$$y = 665,87 \text{ km}$$

#### Rechnungsablauf

$$k = 0,591\ 657$$

$$m = 1,001\ 550$$

$$n = 0,088\ 744$$

$$p = 0,731\ 273$$

$$q = 46,993\ 204$$

$$r = 0,085\ 473$$

$$\beta = 47,037\ 803^\circ = 47^\circ 02' 16''$$

gesuchte geogra-  
fische Breite

#### Literatur:

- 1) H. ODERMATT: Tafeln zum Projektionssystem der schweizeri-  
schen Landesvermessung (Nr. 8 der Mitteilungen aus dem geodä-  
tischen 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	Kuppellooses 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, unvermeidbar 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.