Zeitschrift: Cartographica Helvetica : Fachzeitschrift für Kartengeschichte

Herausgeber: Arbeitsgruppe für Kartengeschichte ; Schweizerische Gesellschaft für Kartographie

Band: - (2006)

Heft: 33

Artikel: Längenfehler und Ausgangsmeridiane in alten Landkarten und Positionstabellen

Autor: Forstner, Gustav / Brunner, Kurt

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-16150

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: 08.07.2025

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

Längenfehler und Ausgangsmeridiane in alten Landkarten und Positionstabellen

Gustav Forstner und Kurt Brunner

Bisher wurden lediglich zwei Untersuchungen von Karten auf ihre Ausgangsmeridiane der Längenzählung durch Eduard Imhof (1945) und Hans Kleinn (1981) veröffentlicht. Eine nähere Betrachtung der Ergebnisse zeigte überdies, dass in diesen Arbeiten die Ausgangsmeridiane fehlerhaft bestimmt wurden. Als Ursache dieser Fehler ergab sich die Methode der Rückrechnung. Die alten Längenwerte wurden als fehlerfrei angenommen und in einem modernen Längensystem abgetragen. Bei den alten Kartographen traten aber bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts mehr oder minder ausgeprägte Längenfehler auf. Durch die Vernachlässigung der fehlerhaften Vorstellungen der alten Kartographen über die Längenverhältnisse im Atlantik, in dem die die Ausgangsmeridiane festlegenden Inseln liegen, und über jene auf dem Festland musste diese Methode zu fehlerhaften Schlüssen führen.

Die Voraussetzung einer sinnvollen Rückrechnung von mitteleuropäischen Längenwerten auf die ihnen entsprechenden Ausgangsmeridiane der Längenzählung ist daher, die Vorstellungen der Kartographen über den Längenverlauf vom Ausgangsmeridian bis ins östliche Europa zu kennen. Es wurden daher erstmals die Längenfehler alter Karten von den atlantischen Inseln bis zum Ostende des Mittelmeeres am Festland zwischen dem 32. und 56. Breitengrad systematisch untersucht. Der zeitliche Rahmen der Untersuchung erstreckte sich von einer Ptolemäus-Ausgabe des 15. bis zum Ende des 18. Jahrhunderts, als die Genauigkeit der Karten bereits eine problemlose Feststellung der Ausgangsmeridiane zuliess. Für die verschiedenen Kartographen wurden geschlossene Reihen von Längenwerten über den gesamten Untersuchungsbereich erstellt. Als Quellen dieser Untersuchung wurden geographische Positionstabellen, Erdteil- und Weltkarten in Atlanten, Einzelkarten und Globenstreifen verwendet.

Bei den Untersuchungen stellte sich heraus, dass die Vorstellungen über die geographischen Längen der atlantischen Inseln bis ins 18. Jahrhundert völlig unvorhersehbaren Schwankungen unterworfen waren. Am Festland zeigten die Längenfehler jedoch eine systematische Komponente, die noch zusätzlich von den individuellen Fehlern der Ortslängenwerte überlagert wurde. Für eine Untersuchung von Längenfehlern ist ein Referenzmeridian erforderlich. Hierfür wurde der Meridian von Lissabon gewählt, da dieser die Grenze zwischen dem atlantischen und dem festländischen Bereich der Untersuchung darstellt. Die Längenfehler am europäischen Festland wurden ursprünglich durch die Festlegung der Länge der Mittelmeerachse zwischen Gibraltar und Alexandretta durch Ptolemäus mit 62° verursacht. Damit wurde ihre Länge um 20° beziehungsweise um etwa 50% überschätzt. Dieser Fehler wurde, gestützt auf die grosse Autorität des Ptolemäus, auf dessen *Cosmographia* die spätmittelalterliche europäische Geographie wieder aufbaute, in langsam abnehmendem Masse noch lange tradiert. Einige Karten und Tabellen, die bereits ab Beginn des 16. Jahrhunderts die Längenverhältnisse Europas wesentlich besser darstellten, hatten keine Wirkung auf die zeitgenössische Kartographie.

Erst als Gerhard Mercator die Achslänge des Mittelmeeres, wahrscheinlich gestützt auf arabische Kartographen, in seiner 1554 erstellten Europakarte auf 53° verkürzte, konnte sich dieser verbesserte Wert durchsetzen. Obwohl der Längenfehler der Mittelmeerachse noch immer 11° betrug, wurde er bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts in der Atlaskartographie nur in kleinen Schritten korrigiert. Allerdings machten sich diese Fehler in Mitteleuropa nicht mehr so gravierend bemerkbar, da sie ab Lissabon nicht mehr linear, wie noch bei Ptolemäus, anstiegen. Der Anstieg der Längenfehler erfolgte jetzt parabelförmig von West nach Ost erst langsam und dann immer stärker bis zum Ost-Ende des Mittelmeeres. Jo-

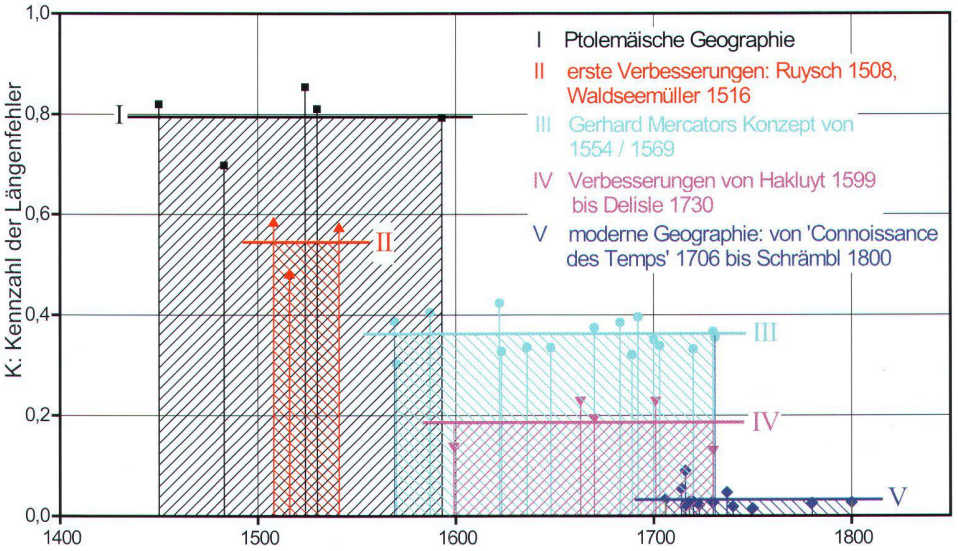

Abb. 1: Die Kennzahl K ist ein Mass für die Güte der Längenangaben einer alten Landkarte oder Positionstabelle. Das Diagramm zeigt die Änderungen dieser Kennzahl über den Untersuchungszeitraum von 300 Jahren.

Abb. 2: Nord-Ost-Ausschnitt der Amerikakarte von Guillaume Delisle (1722) mit dem über Ferro verlaufenden Ausgangsmeridian und Paris auf 20° Ost.

hannes Kepler stellte schon 1627 in den *Tabulae Rudolphinae* die Längenverhältnisse zwischen Lissabon und Budapest weitgehend fehlerfrei dar, erreichte jedoch am Ost-Ende des Mittelmeeres wieder den alten Fehler Gerhard Mercators von etwa 10°.

Die nächste durchgreifende Verbesserung erfolgte gegen Ende des 17. Jahrhunderts, vor allem auf Initiative der Königlichen Akademie der Wissenschaften in Paris. Sie veranlasste Expeditionen zur wissenschaftlichen Längenbestimmung von damals schwer zugänglichen Orten im östlichen und südlichen Mittelmeerbecken und auf den Inseln Ferro (Kanaren) und Gore (am Kap Verde) im Atlantik. Damit war das Grundgerüst der europäischen Längenwerte auf eine sichere Basis gestellt. Auf Karten treten allerdings die alten Werte, wahrscheinlich bedingt durch kommerzielle Überlegungen, noch lange auf. Die in dieser Arbeit erstellten Fehlerverlaufskurven sind für verschiedene Gruppen von Kartographen beziehungsweise von Kartenverlagen charakteristisch. Sie lassen die Weiterverwendung alter Kupferplatten noch um die Mitte des 18. Jahrhunderts erkennen, auch wenn in denselben Atlanten bereits wesentlich verbesserte Karten mit eingebunden wurden.

Die Ausgangsmeridiane von alten Welt- und Erdteilkarten sowie von Positionstabellen lassen sich auf verschiedene Weise bestimmen. In den geographischen Ortstabellen ist der Ausgangsmeridian entweder beschrieben, oder er lässt sich durch den Ort mit der Längenangabe 0°0' feststellen. Auf Karten ist der Ausgangsmeridian nur sehr selten schriftlich vermerkt. Der Verlauf des Ausgangsmeridians der Längenzählung mit den Längen 0° oder 360° lässt sich jedoch meist einfach verfolgen und führt durch den Ort oder über die Insel, durch die er festgelegt wurde. In Atlanten findet man im Textteil manchmal auch Hinweise, ab welchem Meridian die Längen gerechnet werden. Diese Hinweise haben aber eher programmatischen Charakter und wurden meist nur in den Erdteil- oder Weltkarten realisiert. Die Regionalkarten, die bei den meisten Atlanten aus unterschiedlichen Quellen übernommen wurden, zeigen oft mehrere davon abweichende Ausgangsmeridiane.

Die Bestimmung der Ausgangsmeridiane von Regionalkarten ist beim Fehlen entsprechender Hinweise nur durch einen Vergleich mit verschiedenen, zwischen dem Ausgangsmeridian und dem Längenbereich der betreffenden Karte geschlossenen Reihen von Längenwerten

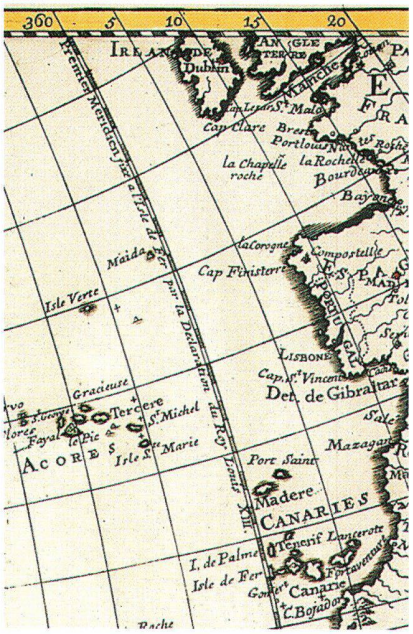

Abb. 3: Ausschnitt aus der Abb. 2.

möglich. Um eine Vergleichsbasis zu gewinnen, wurden daher aus über 3000 Einzelwerten zahlreiche Längenverlaufskurven ab bekannten Ausgangsmeridianen ermittelt und graphisch dargestellt. Es zeigte sich aber, dass auch bei gleichen Ausgangsmeridianen bei manchen Kartographen für bestimmte Orte sehr unterschiedliche Längenwerte auftreten können. Die Ursache dafür liegt in den im Laufe der Zeit sich durch neue Erkenntnisse ändernden Annahmen über die Längenverhältnisse zwischen dem Ausgangsmeridian und dem betrachteten Ort auf dem europäischen Festland. Ein anderes Problem ist die grosse Anzahl der Ausgangsmeridiane, die sich, oft mit nur sehr geringen Längenunterschieden, im Bereich der Kanarischen Inseln drängen. Es wird, ohne besondere Hinweise, kaum möglich sein, zwischen diesen Meridianen, die manchmal nur um wenige Minuten differieren, zu unterscheiden. Bei den meisten dieser Ausgangsmeridiane handelt es sich aber um verdeckte Meridiane der Pariser Sternwarte. Die Abbildungen 2 und 3 zeigen einen solchen Ausgangsmeridian auf einer Karte von Guillaume Delisle aus dem Jahre 1722. Der Meridian verläuft auf der Karte, nach einem Dekret König Ludwigs XIII., über das West-Kap der «Isle de Fer». Er ist jedoch, durch eine von Delisle durchgesetzte Definition, mit 20° westlich der Pariser Sternwarte festgelegt und verläuft daher etwas östlich dieser Insel durch den Atlantik. Der Meridian wurde mit dieser Definition noch häufig im 20. Jahrhundert als Ausgangsmeridian der Längenzählung verwendet.

Mit Hilfe der geschlossenen Reihen von Längenwerten konnte eine Anzahl früher verwendeter Ausgangsmeridiane von Regionalkarten identifiziert werden. Diese Methode zur Bestimmung der Ausgangsmeridiane durch Längenvergleiche wurde an drei Atlanten und an einer Sammlung alter Landkarten Kärntens erprobt. Die Ausgangsmeridiane der verschiedenen Datenreihen aus den Atlanten liessen sich einwandfrei identifizieren. So konnte zum Beispiel auch der meist als «willkürlich» bezeichnete Ausgangsmeridian, der bei einfacher Rückrechnung zwischen den Inselgruppen der Kanaren und Kap Verden durch den offenen Atlantik verläuft, einwandfrei als der Meridian des Pico de Teide auf Teneriffa identifiziert werden. Auch bei den Einzelkarten der Sammlung wurden die meisten Ausgangsmeridiane der Karten einwandfrei bestimmt, bei einigen Karten konnte die Zuordnung jedoch nur mit hoher Wahrscheinlichkeit erfolgen. Bei Datenreihen, wie sie in Atlanten ermittelt werden können und wo die Streuung der Einzelwerte weniger ins Gewicht fällt, lassen sich die Ausgangsmeridiane durch Vergleiche auch ohne besondere Kenntnis der Probleme bestimmen. Bei einzelnen Regionalkarten, wie sie in Sammlungen vorliegen, müssen neben den Vergleichen mit Datenreihen unter Umständen auch die Längenwerte von benachbarten Orten oder die Reststreuung der Längenwerte um die Ausgleichspolynome bei der Identifizierung der Ausgangsmeridiane mit berücksichtigt werden.

Um einen Überblick über die Entwicklung der Längen-Genauigkeit der Karten und Tabellen vom 15. bis zum Ende des 18. Jahrhunderts zu erhalten, wurden vier Kennzahlen der Längenfehler bestimmt. Es handelte sich um die Fehler der Längsachse des Mittelmeeres, der Längenunterschiede zwischen Ferro und Lissabon, des durchschnittlichen Längenfehlers Mitteleuropas und, als Mass für die lokalen Fehler, die Reststreuung der einzelnen Längenwerte um ihre Ausgleichspolynome. Die normierten Einzelwerte wurden dann zu der Gesamtkennzahl K zusammengefasst. Es zeigte sich, dass Verbesserungen nicht kontinuierlich, sondern, bedingt durch die kommerziellen Interessen der Verlage, eher in Stufen vor sich gingen und dass es manchmal lange dauerte, bis sich die besseren Werte durchsetzten. Abbildung 1 zeigt diese Entwicklung über 3 Jahrhunderte. Es liessen sich fünf Gruppen von Karten und Tabellen erkennen, die sich in ihrer Genauigkeit der Darstellung des Untersuchungsgebietes deutlich unterscheiden: die Tabellen und Karten der ptolemäischen Geographie und erste deutliche Verbesserungen in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts. Es folgen die Korrekturen Gerhard Mercators, die, in unveränderter Form, manchmal bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts hinein tradiert wurden. Im 17. Jahrhundert zeigen sich, zeitgleich mit dem Entwurf Mercators, bereits Verbesserungen einzelner Kartographen und ab Beginn des 18. Jahrhunderts lassen sich Karten und Tabellen der modernen Geographie, basierend auf den Tabellen der «Connoissance des Temps» der Pariser Sternwarte, feststellen.

Am 10.3.2005 promovierte Gustav Forstner an der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen der Universität der Bundeswehr München. Gutachter der Dissertationsschrift waren Prof. Dr. Kurt Brunner und Prof. Dr. Albert Schödlbauer, beide Universität der Bundeswehr München.
Die ganze Arbeit mit den Einzelheiten der Untersuchungen ist im Internet unter der Adresse http://137.193.200.177/ediss/forstner-gustav/meta.html zu finden.
Zudem ist die Arbeit in gedruckter Form als Heft 80 in der Schriftenreihe des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik der Universität der Bundeswehr erschienen.

Längenfehler und Ausgangsmeridiane in alten Landkarten und Positionstabellen

Von Gustav Forstner
Neubiberg: Universität der Bundeswehr München, 2005. 321 Seiten mit schwarzweissen Abbildungen, 21 x 29,5 cm. ISSN 0173-1009, broschiert.

Bestelladresse:
Universität der Bundeswehr München
Studiengang Geodäsie und Geoinformation
Werner-Heisenberg-Weg 39,
D-85577 Neubiberg

Gustav Forstner, Dr., Dipl.-Ing.

Peter-Tunnergasse 17
A-8605 Kapfenberg
E-Mail: gustav.forstner@aon.at