

Zeitschrift:	Cartographica Helvetica : Fachzeitschrift für Kartengeschichte
Herausgeber:	Arbeitsgruppe für Kartengeschichte ; Schweizerische Gesellschaft für Kartographie
Band:	- (2002)
Heft:	25
Rubrik:	Forum

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: 15.01.2026

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

Forum

Verfahren zur Genauigkeitsanalyse für Altkarten von Dieter Beineke

Eine Kurzbeschreibung zur gleichnamigen Dissertation

Diese Dissertation beschäftigt sich mit der zahlenmässigen Bestimmung der Genauigkeit (bzw. Ungenauigkeit) alter Karten sowie deren Visualisierung. Erste Untersuchungen dieser Art gibt es seit ungefähr Ende des 19. Jahrhunderts, wobei die angewendete Methode, über einen Kartenvergleich zwischen einer alten Karte und einer genauen modernen Karte Genauigkeitsaussagen abzuleiten, im Prinzip bis heute gleich geblieben ist.

Bis heute sind eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden für Genauigkeitsanalysen alter Karten publiziert worden. Diese Veröffentlichungen machen aber auch deutlich, dass moderne Verfahren, die auf vorwiegend digitaler Ebene arbeiten, nur vereinzelt eingesetzt worden sind. Die Ursachen dafür sind vielfältig, denn sie verlangen vom Bearbeiter bei den rechnerischen Verfahren neben mathematischen Kenntnissen auch programmiertechnische Umsetzungen (z.B. C++), da nicht alle spezifischen Aufgabenstellungen mit professionellen Mathematikprogrammen (z.B. Mathematica) zufriedenstellend gelöst werden können. Zudem ist eine rechnerische Realisierung auf Basis einer graphischen Benutzeroberfläche immer sehr aufwendig.

Ziel der Arbeit war es, einerseits die grundlegenden Verfahren zur Bestimmung des Massstabes und dessen Genauigkeit sowie zur graphischen Darstellung der Genauigkeit alter Karten zusammenzustellen und andererseits Möglichkeiten und Ansätze neuer Rechen- und Visualisierungsverfahren zu entwickeln. Die Realisierung sollte dabei ausschliesslich rechnerisch bzw. grafisch-rechnerisch erfolgen.

Ein weiteres Anliegen dieser Arbeit war – in einer kompakten, einheitlichen und zeitgemässen Schreibweise – die Zusammenstellung der wichtigsten elementaren Rechenverfahren, wie sie bei Genauigkeitsuntersuchungen für Altkarten anfallen (z.B. Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, Koordinatentransformationen usw.), wobei in vielen Fällen der prägnanten modernen Matrizen-Schreibweise auch die traditionelle Schreibweise gegenübergestellt wurde. Dies erschien zum einen notwendig, da sich die Arbeit nicht nur an Geodäten richten sollte, die mit den mathematischen Methoden naturgemäss vertraut sind, sondern auch gleichermaßen an Kartographen, Geographen und Kartenhistoriker. Zum anderen gibt es aber auch kein Lehr- oder Fachbuch, in dem in einheitlicher Form sämtliche mathematischen Rechenverfahren, die für die speziellen Aufgabenstellungen bei Altkarten anfallen, detailliert und nachvollziehbar zu finden sind.

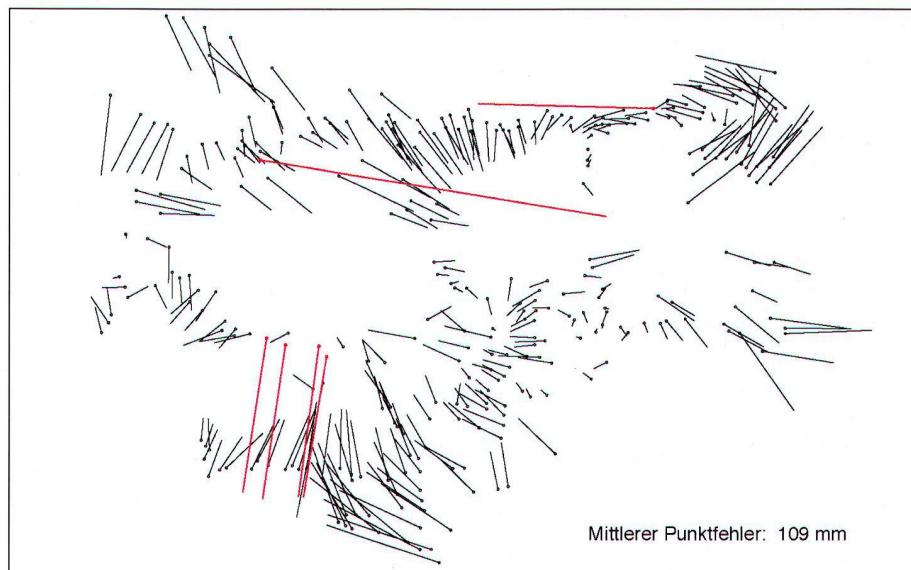


Abb. 1: Restklaffungsvektoren nach der Methode der kleinsten Quadrate für die Tirolkarte von Matthias Burgklechner aus dem Jahre 1611. Von 316 Punkten werden sechs grobe Fehler erkannt.

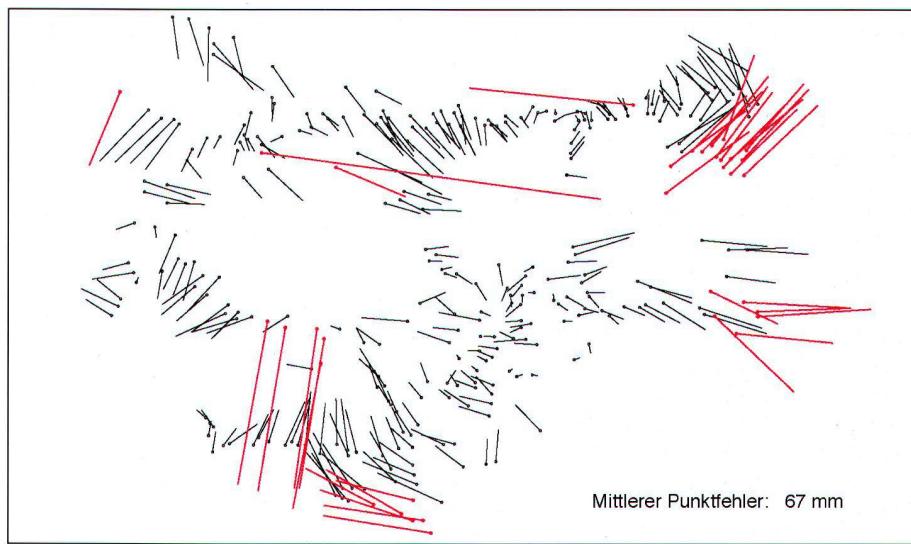


Abb. 2: Restklaffungsvektoren nach dem robusten Schätzverfahren (Dänische Methode) für die Tirolkarte von Matthias Burgklechner aus dem Jahre 1611. Von 316 Punkten werden neben sechs groben Fehlern noch weitere 29 ausreisserverdächtige Punkte erkannt.

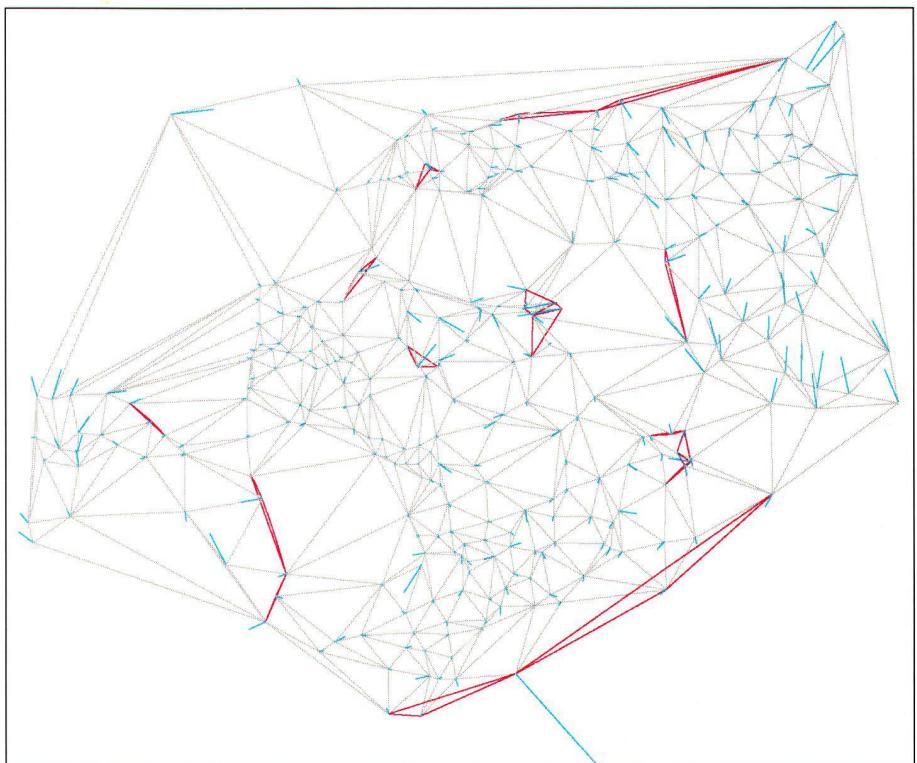
Die Arbeit ist folgendermassen aufgebaut: Nach einer Einleitung und Zielsetzung (*Kapitel 1*) werden die für Altkartenuntersuchungen elementaren rechnerischen Methoden in zeitgemäßer Terminologie zusammengestellt (*Kapitel 2*). Anschliessend wird auf die systematische Vorgehensweise bei der Erfassung sämtlicher für die Untersuchungen relevanten Daten (z.B. Auswahl der Punkte, Methoden der Koordinaten erfassung usw.) eingegangen sowie Verfahren zur Plausibilitätsprüfung der ermittelten Rohdaten beschrieben (*Kapitel 3*). Das folgende *Kapitel 4* beschäftigt sich mit der Bestimmung adäquater Netzentwürfe für Altkarten, da der (vermutete) Netzentwurf einer zu untersuchenden Altkarte einen wesentlichen Einfluss auf die Berechnungsergebnisse haben kann. Da dieser Aspekt in der Literatur bislang vernachlässigt wurde, wird hier detailliert darauf eingegangen. Ausserdem werden die Abbildungsgleichun-

gen für die häufig in Altkarten vorkommende Trapezabbildung vorgestellt. Einen breiten Raum wird in *Kapitel 5* der Zusammenstellung der wichtigsten herkömmlichen Methoden zur Massstabs- und Genauigkeitsbestimmung (z.B. das Vergleichsstrecken- und das Vergleichspunktverfahren) mit detaillierten Berechnungsformeln gewidmet, wobei u.a. auch die Problematik der Genauigkeitsbestimmung von Teilgebieten in Altkarten beschrieben wird. Die bei Altkartenuntersuchungen typisch auftretenden Streuungen von Stichproben sowie ihre Häufigkeitsverteilungen (z.B. Massstabsbestimmungen aus Streckenvergleichen) werden im *Kapitel 6* an praktischen Beispielen graphisch dokumentiert, wobei nachgewiesen wird, dass bei Stichproben für Altkartenuntersuchungen generell keine Normalverteilung erwartet werden kann. Die tatsächliche Verteilung ist im Einzelfall immer unbekannt, so dass daher das traditionel-



Abb. 3: Restklaffungsvektoren (Vektormassstab 1:1) in Kombination mit dem Verzerrungsnetz (Generierung aus den Restklaffungsvektoren mit Hilfe des multiquadratischen Interpolationsverfahrens) für die Ostfrieslandkarte von Ubbo Emmius aus dem Jahre 1599.

Abb. 4: Dreiecksvermaschung des Punktfeldes der Ostfrieslandkarte von Ubbo Emmius aus dem Jahre 1599, wobei die Dreiecks-Punktverbindungen auf der Grundlage einer Delaunay-Triangulation mit den Referenzpunkten nach einer modernen Karte eingezeichnet wurden. Topologisch widersprüchliche Dreiecksmaschen sind rot markiert. Die Restklaffungsvektoren (blau) nach einer Helmert-Transformation zeigen auf die Ortspositionen der (lagerichtigen) Referenzpunkte hin und können als Entscheidungshilfe zur Überprüfung der Rohdaten und Eliminierung von grob fehlerhaften Punkten herangezogen werden.



le Genauigkeitsmass (die Standardabweichung) schwer zu interpretieren ist. Im Hinblick darauf, aber vor allem um den Einfluss inkonsistenter Beobachtungen (z.B. grobe Fehler) auf die Parameterschätzungen, wie beispielsweise den Massstab zu minimieren, werden robuste Schätzverfahren vorgeschlagen, die weitgehend verteilungsunabhängig sind (Kapitel 7). Die Vorteile dieser Methode im Vergleich zu den traditionellen Verfahren der Parameterschätzung (Methode der kleinsten Quadrate) werden aufgezeigt (Abb. 1 und 2) und die rechentechnische Realisierung ausführlich beschrieben. Im Kapitel 8 werden neue Möglichkeiten und Ansätze zur Visualisierung der Ergebnisse von Genauigkeitsanalysen vorgestellt. Neben den Berechnungs- und Darstellungsmethoden von Isodeformaten und neuen Verfahren zur Generierung von Verzerrungsgittern (Abb. 3), wird auch ein einfaches, aber effektiv arbeitendes Verfahren zur Erkennung von topologischen Unstimmigkeiten in Altkarten auf der Grundlage einer optimalen Dreiecksvermaschung (Delaunay-Triangulation) entwickelt (Abb. 4). Schliesslich wird im Kapitel 9 eine Zusammenfassung und ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen und Optimierungen gegeben. Zur Komplettierung der Arbeit werden zudem in einem Anhang u.a. die Rechen- und Visualisierungsergebnisse am Beispiel von drei Regionalkarten (Tirolkarte, Schlesienkarte, Ostfrieslandkarte) wiedergegeben.

Die vorliegende Dissertation erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da die gesamte Thematik zu komplex ist, als dass sie umfassend in einer einzigen Arbeit abgehandelt werden könnte. So bleiben noch eine ganze Reihe von Problempunkten offen (z.B. grundlegende Untersuchungen zu alten Messverfahren und deren Einfluss auf die Genauigkeitsbestimmung von Altkarten), für die Entwicklungs- und Forschungsbedarf bestehen. Dieter Beineke

Die Dissertation ist als Heft 71 der Schriftenreihe des Studienganges Geodäsie und Geoinformation der Universität der Bundeswehr München erschienen und kann über folgende Adressen bestellt werden:

Dr.-Ing. Dieter Beineke, Fakultät für Bau- und Vermessungswesen, Studiengang Geodäsie und Geoinformation, Universität der Bundeswehr München, Werner-Heisenberg-Weg 39, D-85577 Neubiberg
E-mail: dieter.beineke@unibw-muenchen.de

Die komplette Arbeit kann auch als Adobe-PDF-File unter dem Namen Dissertation.pdf (ca. 8 MB) von folgender Web-Seite [Stand: Sept. 2001] heruntergeladen werden:

<http://www.bauv.unibw-muenchen.de/institute/inst10/wwwSites/Kartographie/Personalseiten/Beineke/Beineke.html>

Leserbrief

Zu Johannes Müller's Stadtplan von Zürich 1788–1793

(siehe CD-Rom-Beilage in Heft 24)

Schon 1974, anlässlich der ersten Faksimile-Ausgabe dieses Stadtplans, habe ich mich über den Massstab von 1:916 gewundert. In der Begleitbroschüre (S. 4) schrieb Heinrich Steinmann: *Natürlich hat Ingenieur Müller den Faktor der Verkleinerung nicht als arithmetische Arbeitsgrundlage gewählt, sondern einfach auf einem Blatt einen Massstab gezeichnet, der einer bestimmten Strecke in der Natur entsprechen soll.*

An dieses «einfach» konnte ich nicht glauben und habe in meinem 1979 in Zürich erschienenen Buch *Zürich – Stadt zwischen Mittelalter und Neuzeit: Gedruckte Gesamtansichten und Pläne 1540–1875* (S. 31) eine Erklärung angeboten. Müller zeichnete unterhalb des Planes einen Massstab, bezeichnet als *Maastab von 700 Z. (Zürcher) Schuh*. Dazu vermerkte er *Dergleichen 1000 die Laenge eines Französischen Schuhs ausmachen*. Damit war die Verkleinerung definiert: 1 Franz. Schuh : 1000 Zürcher Schuhe = 1:916.

Wozu aber die Kombination der beiden Schuh-Arten? Dafür musste ein praktischer Grund bestanden haben. Geplant war offensichtlich eine auf 1/1000 verkleinerte Wiedergabe. Ebenso offensichtlich stand Müller aber bereits ein Zeichenlineal mit auf 1/1000 reduzierten französischen Schuhen zur Verfügung. Da ein «runder» Massstab zu jener Zeit nicht gefordert war und die Umrechnung unzähliger Masse äußerst aufwendig gewesen wäre, übertrug Müller die im Feld gemessenen Zürcher Schuhe kurzerhand mit dem vorhandenen Lineal.

Walter Mathis, Zürich

Anmerkung der Redaktion: Der Massstab 1 französischer Schuh (0,32484 cm) : 1000 Zürcher Schuh (301,4 m) ergibt aufgerundet ein Verhältnis von 1:928 und nicht wie auf dem Plan gemessen 1:916. Die Abweichung könnte vom Papierverzug oder ungenauen Messungen herrühren.

Richtigstellung zum Artikel «Arabischer Ursprung europäischer Karten» von Fuat Sezgin in *Cartographica Helvetica*, Heft 24.

Wir kommen gerne dem Wunsch von Prof. Fuat Sezgin nach, seine ursprüngliche Einleitung zum Beitrag «Arabischer Ursprung europäischer Karten», wie sie zuvor auch in der Zeitschrift *Forschung Frankfurt* 4/2000 erschienen ist, im vorliegenden Heft abzudrucken. Die Redaktion hatte in seinem Artikel eine unautorisierte Einleitung, die sich an der ebenfalls in der Zeitschrift *Forschung Frankfurt* erschienenen Zusammenfassung bzw. an einem Verlagsprospekt orientiert, vorangestellt. Dies geschah in der

Absicht, dem LeserInnenkreis unserer Fachzeitschrift den Einstieg in das Thema zu erleichtern. Prof. Sezgin besteht darauf, dass die *Aussage, al-Bīrūnī, al-Idrīsī und Abu l-Fidā' hätten etwas mit «Entstehung der so genannten Portolankarten mit ihren Liniennetzen» zu tun, unter meinem Namen so nicht bestehen bleiben darf. Der einzige der drei genannten, der mit den Mittelmeerportolanan in Verbindung gebracht werden darf, ist al-Idrīsī. al-Bīrūnī und Abu l-Fidā' haben absolut nichts damit zu tun. Es würde meiner Vorstellung total widersprechen.* Mit dem Abdruck des ursprünglich vorgesehenen einleitenden Textes wollen wir dies berichtigen.

Die Redaktion

Einleitender Text von Fuat Sezgin zum Artikel *Arabischer Ursprung europäischer Karten*:

Das kartographische Bild der Erdoberfläche, das wir im 20. Jahrhundert vorgefunden haben, dürfte weitestgehende Exaktheit erreicht haben. Sein Wirklichkeitsgrad wurde jedoch noch nicht nachgeprüft. Erst jetzt wird es durch die sich parallel zum heutigen Weltbild entwickelnden Wissenschaften, namentlich durch die dank der Raumfahrttechnik ermöglichten Beobachtungen und Messungen, möglich sein, diese noch austehende Arbeit zu bewerkstelligen. Auch wenn uns Korrekturen nicht erspart bleiben, so werden sie doch die allgemeine Genauigkeit des bisherigen Bildes, dieses gemeinsamen Erbes der Menschheit, nicht erschüttern. Den Vorzug dieser Erfahrung hatten unsere Vorgänger in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts noch nicht.

Die Aufgabe der noch jungen Disziplin Historiographie der Kartenkunst, die einzelnen Stufen der Entwicklung und die von unterschiedlichen Kulturreihen geleisteten Beiträge einigermaßen der Wirklichkeit entsprechend darzustellen, ist ungemein schwierig. Wann und wo der erste Versuch unternommen wurde, einen Teil der Erdoberfläche von Menschenhand abzubilden, wird sicherlich für immer verborgen bleiben. Die Versuche der Babylonier und der alten Ägypter, ihre Vorstellung von der bewohnten Erde zu skizzieren, sind uns zum Glück bekannt. Auch ist bekannt, dass schon um das Jahr 530 v.Chr. der Karthager Hanno von seiner Heimatstadt aus bis in den inneren Golf von Guinea, etwa bis zum Äquator, vordringen konnte. Herodot erzählt von einer phönizischen Umsegelung Afrikas im Auftrag des Pharaos Necho (etwa 596–584 v.Chr.). Dieser Herrscher soll seinen Seelehrern den Befehl erteilt haben, vom Roten Meer aus südlich den Küsten entlang so weit zu segeln, bis sie die Säulen des Herakles kreuzen und durch das Mittelmeer nach Ägypten zurückkehren würden. Sie sollen den Auftrag innerhalb von drei Jahren ausgeführt haben.