

Diss. ETH Nr. 7680

**Koordinatentransformation
für digitale kartographische Daten
mit Lagrange- und Spline-Interpolation**

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines
Doktors der technischen Wissenschaften

der

**EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH**

vorgelegt von
Christoph Gotthold Brandenberger
Dipl. Vermessungsingenieur ETH
von Olten (SO) und Buckten (BL)

Angenommen auf Antrag von
Prof. E. Spiess, Referent
Prof. R. Konzett, Korreferent



Zürich 1985

11. Zusammenfassung

Das vorgestellte Verfahren gestattet, die Transformation von digitalen kartographischen Daten von einer Projektionsart in eine andere vorzunehmen. Dies kann ohne Kenntnis der jeweiligen Abbildungsgleichungen, resp. ihrer inversen Form erfolgen. Es lassen sich daher auch mathematisch nicht definierte oder unbekannte Projektionen behandeln. Der Zusammenhang zwischen der Ausgangs- und Zielprojektion wird über die Koordinaten von identischen Punkten hergestellt, wobei aus verschiedenen Gründen die Schnittpunkte von Meridianen und Parallelkreisen benützt werden. Die einzige notwendige Bedingung ist, dass die Ausgangsdaten in digitaler Form und geeignete homologe Stützpunkte in der Ausgangs- und in der Zielprojektion vorhanden sind. Bis jetzt erweist sich das Digitalisieren von Vorlagen zur Umwandlung von analoger zu digitaler Darstellungsform als relativ zeitaufwendig. Doch in Anbetracht der in zunehmendem Masse entstehenden Datenbasen ist mit einem vermehrten Vorrat an digitalen Daten zu rechnen. In Zukunft wird deshalb der Aufwand für diese arbeitsintensive Phase sinken, oder entfallen. Datenbasen können als Vorlagen in digitaler Form aufgefasst werden. Elemente daraus lassen sich dann mit den erarbeiteten Programmen leicht in andere Projektionsarten transformieren, sofern genügend geeignet verteilte Netzkpunkte in der Datenbasis enthalten sind.

Das entsprechende Computerprogramm ist in PASCAL geschrieben und enthält einige wenige in FORTRAN abgefasste Subroutinen. Es kann auf jeder Rechenanlage, die mit einem PASCAL- und FORTRAN-Compiler ausgestattet ist, benutzt werden, vorausgesetzt, dass keine unlösbaren Formatprobleme bestehen. Gegenüber der manuellen Transformation mit Hilfsnetzen, lässt sich eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit und Genauigkeit erzielen. Der Kartograph hat ein Arbeitsmittel zur Hand, das ihn von einer bis anhin anspruchsvollen, mühsamen und in vielen Fällen unbefriedigenden Tätigkeit erlöst.

Es hat sich bei der Lösung der vorliegenden Fragestellung gezeigt, dass sich die elektronische Datenverarbeitung für die Durchführung von Koordinatentransformationen sehr gut einsetzen lässt. Es gibt daneben auch Anwendungen, bei denen andere, einfachere Methoden, schneller und kostengünstiger zu einem in der Genauigkeit ebenfalls ausreichenden Resultat führen. Letzlich kommt es immer darauf an, dass der

Anwender aus dem Angebot der Möglichkeiten, die für ihn beste auswählt. Nach wie vor entbinden die modernen Hilfsmittel den Kartenhersteller nicht von einer sorgfältigen gedanklichen Planung seiner Arbeit.

Abstract

In this study a procedure is outlined which enables the transformation of digital cartographic data between different projections based on a twodimensional interpolation-method.

In the introductory chapter the transformation stage is explained in the context of the whole map production process. Various other existing transformation methods are examined, compared and their advantages and disadvantages are evaluated in terms of their cartographic usefulness. The mathematical principles of the new method of transformation with interpolation proposed are presented in detail. The transformation can be carried out without knowledge of the projections, exact mapping equations or their inverse formulae. Instead of equations, Lagrange-polynomials are used. Thus, projections that are not mathematically defined can also be treated. The relationship between the projections is given by the coordinates of common points. The intersections between main meridians and parallels are used for different reasons as distinct points (break points), because they are mostly known or can be easily calculated. Moreover, it is necessary that the original data are provided in digital form. Digitization is thus required in most cases because the original data are taken from maps, i.e. exist in an analogue form.

To demonstrate the feasibility and the efficiency of the transformation method presented, a computer program was developed. It is written in PASCAL and also contains a few FORTRAN subroutines. Detailed checks were made on the accuracy of this interpolation method and further parameters: maximal transformation area, best order of polynomial function, transformation time, number of iterations etc.

In addition some transformation applications are shown to prove the appropriateness of this method for transforming ten thousand and more points.

In conclusion it has been found that the transformation of digital cartographic data is feasible with the interpolation method presented and that it lends itself well to computer processing. In comparison to a manual transformation with the aid of a small grid this new method is more efficient, accurate and economical. Now the cartographer has a tool in hand which releases him from a demanding laborious and unsatisfying task.