Zur Wahl der Netzentwürfe in der thematischen Kartographie

Mit 8 Abbildungen auf den Tafeln XIII bis XVIII

Ingrid Kretschmer, Wien

Inhalt

Einleitung 272
I. Die Bedeutung der Netzentwürfe in der thematischen Kartographie . 273
II. Die Abhängigkeit der Netzentwurfswahl 275
1. vom Maßstab 276
2. vom Zweck der thematischen Karte 277
3. von der Lage, Gestalt und Größe des darzustellenden Gebietes . . 278
III. Netzentwürfe für thematische Karten kleiner Teile der Erdoberfläche 279
IV. Netzentwürfe für Karten großer Teile der Erdoberfläche 281
1. Flächentreue Netze für Verbreitungskarten 281
2. Winkeltreue Netze für Navigationskarten und Sonderzwecke . . 283
V. Netze für die Darstellung der gesamten Erde 285
1. die Erde auf Planigloben 286
2. die Erde auf Planisphären 286
3. die Erde auf zerlappten Entwürfen 288
4. das Zusammenfügen verschiedener Systeme für thematische Weltatlanten 289
Zusammenfassung 290
Summary 290
Résumé 291

Einleitung

Bringen wir mit E. Arnberger in der thematischen Kartographie „auf einer inhaltlich entsprechend reduzierten und überarbeiteten topographischen Grundlage spezielle Themen zum Ausdruck, die auf einen ganz bestimmten Aussagezweck abgestimmt sind“ [1], so ist zweifellos das Vorhandensein geeigneter topographischer Grundlagen „eine Voraussetzung für die Erarbeitung thematischer Karten“ [2]. So gesehen werden sich alle Fachwissenschaften, die sich der kartographischen Ausdrucksmittel, im speziellen der Karte als Aussageform bedienen, mit der Beschaffung geeigneter Grundkarten und deren Prüfung auf entsprechende Eignung für den thematischen Zweck beschäftigen

[1] ARNBERGER, E.: Handbuch der thematischen Kartographie. Wien, Deuticke 1966. S. 5.

[2] Vgl. auch WITT, W.: Thematische Kartographie. Hannover, Gebrüder Jänecke. 1967. S. 18.

müssen. Jede topographische Grundkarte kann nun in Einzelelemente zerlegt werden. Wir unterscheiden primäre (Gradnetz, Gewässernetz, Höhendarstellung, Siedlungen, Verkehrswege, Verwaltungsgrenzen) und sekundäre (Geländeformdarstellung, Waldverbreitung, Fels- und Gletschergebiete, Ödland) Grundkartenelemente [3], die je nach Anpassung an die spezielle thematische Aussage getrennt oder kombiniert werden können. Jedem Grundkartenelement sollte die gleiche Aufmerksamkeit gezollt werden. Nun hat wohl die ständig steigende Bedeutung der Karte als Aussageform zu einer immer stärkeren Beachtung der Grundkartengestaltung geführt, doch haben einzelne Fragen in der Literatur wenig Niederschlag gefunden.

So reichhaltig nämlich die Diskussion um die vorteilhafteste Geländedarstellung in thematischen Karten der verschiedensten Maßstäbe geführt wurde, so fruchtbar die Auseinandersetzung mit Fragen der Situations- und Schriftgestaltung geworden ist, eine Analyse der Darstellung des Gradnetzes (Analyse des geometrischen Lagebezugsnetzes), welches jeden Punkt P der Erdoberfläche als P' in der Kartenebene eindeutig fixiert, wurde bisher noch kaum als spezielles Anliegen einer eingehenden Grundkartenprüfung in der thematischen Kartographie angesehen. Dennoch sind in der Praxis auch auf diesem Gebiet bedeutende Fortschritte erzielt worden, sodaß gedankenloses Übernehmen irgendeiner mehr oder weniger geeigneten topographischen Grundlage vielfach vergangenen Perioden thematischen Kartenschaffens angehört. Die wissenschaftliche Kartographie hat sich den Notwendigkeiten angepaßt. Bedauerlich ist allerdings der Eindruck, daß vor allem in der Geographie, die in mehrfacher Weise auf das innigste mit der thematischen Kartographie verbunden ist, über das Problem des geeigneten Netzes kaum eine Diskussion gewünscht wird. Es sei deshalb versucht, auch dieses Element topographischer Grundlagen thematischer Karten einer kurzen Betrachtung zu unterziehen.

I. Die Bedeutung der Netzentwürfe in der thematischen Kartographie

Die Möglichkeit einer Beurteilung der Bedeutung der Netzentwürfe für die thematische Kartographie ist ohne Hinweis auf das eigentliche Problem nicht gegeben. Es muß daher kurz etwas weiter ausgeholt werden.

Innerhalb der topographischen Kartographie, die der allgemeinen Orientierung dient, ist die Aufgabe gelöst, wenn die von der Geodäsie erbrachten und von der Topographie im Gelände ergänzten Unterlagen in ein geometrisches Lagebezugsnetz eingebaut wurden. Dieses Einbauen kann mathematisch auf verschiedendste Weise vor sich gehen, weil keiner der zur Verebnung der Erdoberfläche in der Karte heranzuziehenden Bezugskörper, sei dieser je nach Maßstab und damit Genauigkeitsansprüchen das Ellipsoid oder die Kugel, in der Ebene abwickelbar ist. Daraus ergibt sich die bekannte Tatsache, daß allein der Globus als verkleinertes Erdmodell in der Lage ist, sämtliche Teile der Erdoberfläche maßstabentsprechend sowohl im Hinblick auf Entfernung als auch Winkel und Flächen getreu widerzugeben. Bei jeder Überführung der Punkte in die Ebene hingegen treten Verzerrungen auf, deren Vorhandensein die entsprechende Karte unterschiedlich brauchbar machen.

Das Verebnungsproblem kann verschieden gelöst werden, indem man vorstellungsmäßig eine kontinuierliche Fläche oder einen einfach abwickelbaren

[3] ARNBERGER, E.: a. a. O., S. 203.

Körper (Zylinder, Kegel) mit dem Erdmodell in Berührung bringt. Daraus ergibt sich die bekannte Einteilung der Netzentwürfe nach der Abbildungsfläche. Wichtig ist es jedoch festzuhalten, daß es aus genannten Gründen keine Darstellung der Erdoberfläche oder Teilen von dieser geben kann, die alle Treueeigenschaften verwirklicht. Diese sind immer nur in gewisser Hinsicht gegeben: wir kennen flächen-, winkel- und abstandstreue Übertragungen des Gradnetzes der Erdoberfläche in die Ebene und damit flächen-, winkel-, und abstandstreue Karten. Während sowohl die Eigenschaft der Flächen- und Winkeltreue immer mit einer gewissen Längentreue verbunden werden kann, schließen sich Flächen- und Winkeltreue ihrerseits aus. Hier beginnt die Überlegung beim Einsatz topographischer Grundlagen in der thematischen Kartographie. Wenn W. WITT feststellt, „es wäre Zeitvergeudung, den Entwurf einer thematischen Karte mit dem Entwurf eines Kartennetzes beginnen zu wollen“ [4], so ist dies zweifellos richtig in allen jenen Fällen, in denen eine entsprechende Anzahl von topographischen Grundlagen in geeigneten Netzen vorhanden ist. Hier obliegt der thematischen Kartographie lediglich die Auswahl des geeignetsten Netzes. Soll hingegen ein thematischer Atlas für ein Gebiet geschaffen werden, für welches keine oder keine geeignete Karte im gewünschten Netzentwurf greifbar ist, so wird die Redaktion nicht umhin kommen, diese Sammlung thematischer Karten eben mit der Konstruktion eines geeigneten Netzes und damit der passenden Grundkartenkonstruktion zu beginnen [5].

Gerade aus der unterschiedlichen Verwendbarkeit der einzelnen Kartennetze und damit der zugehörigen Karten im Hinblick auf ihren weiteren Einsatz in der thematischen Kartographie erhellt auch die Verantwortung jeder Redaktion bezüglich des verwendeten Netzentwurfes. Es sei deshalb bei diesen Überlegungen auch nicht bei thematischen Einzelkarten, Regional- oder Nationalatlanten, die sich im allgemeinen in mittleren Maßstäben bewegen, Halt gemacht, sondern der ganze Bogen bis zu den Navigationskarten, Weltatlanten und Wandkarten gespannt.

Sowohl für den Fall der Auswahl aus einer Reihe schon bestehender Karten in verschiedenen Netzen als auch der Neukonstruktion für einen bestimmten Zweck muß jedes Netz in zweifacher Weise betrachtet werden:

a) im Hinblick auf das Ausmaß der Verzerrungen
b) im Hinblick auf das Erscheinungsbild der Meridiane und Breitenkreise, des Poles und der Umrißgestalt.

ad a) Da die Aufgabe der thematischen Kartographie in erster Linie darin bestehen wird, unter mehreren Möglichkeiten den für einen bestimmten Zweck geeignetsten Netzentwurf auszuwählen, müssen die Grundprinzipien der Verebnung so weit bekannt sein, um die heute großteils vertafelten Verzerrungswerte für die Nutzanwendung in der thematischen Kartographie interpretieren zu können. Wir müssen also so auswählen, daß für das darzustellende Gebiet die geforderte Treueeigenschaft vorhanden ist und die übrigen auftretenden Verzerrungen auf ein Minimum beschränkt sind. Diese Untersuchung kann allein auf mathematischem Wege geführt werden, wir sprechen von quantitativer Analyse der Netzentwürfe [6].

[4] WITT, W.: a. a. O., S. 147.
[5] Vgl. z. B.: BREU, J.: Der „Atlas der Donauländer“ des Österreichischen Ost- und Südosteuropa-Institutes. Mitteilungen der Österr. Geograph. Gesellschaft, Bd. 109, Heft I—III, Wien 1967, S. 244.
[6] WAGNER, K. H.: Kartographische Netzentwürfe. Mannheim, Bibliographisches Institut, 1962, S. 231.

ad b) Die Vielfalt der mathematischen Lösungsmöglichkeiten wird in der Praxis durch das Erscheinungsbild des Netzes stark eingeschränkt, wobei dieser Gesichtspunkt umso schwerwiegender wird, je kleiner der Maßstab ist. Es spielt somit auch der Wunsch nach möglichster Urbildtreue eine bedeutende Rolle. Netze, deren Erscheinungsbild nicht mehr akzeptiert werden kann (z. B. herz-, apfel- oder schmetterlingsförmige Umrißgestalten) scheiden ebenso aus, wie Netze mit bedeutenden Konstruktionsschwierigkeiten. Für die einzelnen Teile der Erdoberfläche haben sich deshalb für die Erreichung der Treueeigenschaften ganz bestimmte Verebnungssysteme als zweckmäßig erwiesen.

Zu diesen grundsätzlichen Erwägungen, die uns die Verantwortung beim Einsatz bestimmter Netze erkennen ließen, muß noch hinzugefügt werden, daß diese vor allem für thematische Karten gelten, die nach dem Lage- oder topographischen Prinzip entworfen werden. Bei anderen Darstellungsprinzipien [7], auch bei kleinstmaßstäbigen Kartogrammen kann die Bezeichnung des Gradnetzes bewußt weggelassen werden.

Stellen wir abschließend die Bedeutung der Netzentwürfe in der topographischen und thematischen Kartographie gegenüber: Die topographische Kartographie verfolgt den Zweck der Orientierung. Ihre Aufgabe ist daher in großen Maßstäben die eindeutige Fixierung sämtlicher Punkte der Erdoberfläche in der Ebene und damit die unmittelbare Zuordnung der geographischen Koordinaten zu ebenen Koordinaten. In kleinen und kleinsten Maßstäben, die hauptsächlich in der Atlaskartographie vertreten sind, sollen die einzelnen Länder und Kontinente einen vorteilhaften Überblick vermitteln.

In der thematischen Kartographie kommt den verwendeten Netzentwürfen eine weitere Aufgabe zu, nämlich für einen ganz bestimmten Zweck unmittelbar einsatzfähig zu sein. Das absolute Vorhandensein ganz bestimmter Treueeigenschaften in gewissen Netzbereichen wird entscheidend und ausschlaggebend. Mit der richtigen Wahl des Netzentwurfes steht und fällt die Brauchbarkeit der thematischen Karte. Dazu kommt, daß Quellensammlungen der thematischen Kartographie in Zukunft wohl immer mehr nach Koordinaten erhoben werden, womit die Kartennetze geradezu Schlüsselpositionen erlangen werden.

II. Die Abhängigkeit der Netzentwurfswahl

Wann immer an die thematische Kartographie die Aufgabe einer geeigneten Grundkartenbeschaffung herantritt, wird man sich fragen, auf welche Treueeigenschaft das größte Gewicht zu legen sei. Die Netzentwurfslehre ihrerseits bietet eine Fülle von Möglichkeiten an, die allgemeine Methodenlehre der thematischen Kartographie nimmt nur kurz Bezug [8]. Eine vergleichsweise Orientierung an eingeführten „Regeln" durch längere Epochen des Kartenschaffens hilft wenig weiter, da in älteren Zeiten allein die Winkeltreue als wichtigste Treueeigenschaft akzeptiert wurde, bis diese der Flächentreue das Feld zu räumen begann. E. v. HAMMER [9] und M. ECKERT [10] schließlich

[7] ARNBERGER, E.: Das topographische, graphische, bildstatistische und bildhafte Prinzip in der Kartographie. IJK IV. Gütersloh, Bertelsmann, 1964, S. 30—52.
[8] ARNBERGER, E.: Handbuch 1966, S. 202.
[9] HAMMER, E.: Über die geographisch wichtigsten Kartenprojektionen, insbesondere die zenitalen Entwürfe. Stuttgart 1889, S. 12.
[10] ECKERT, M.: Neue Entwürfe für Erdkarten. Petermanns Mitteilungen 1906, S. 109.

stellten vermittelnde Entwürfe in den Vordergrund. Aus der Geschichte der Netzentwürfe und dem jeweiligen Einsatz in der Praxis sind somit für die heutige Verwendung in der thematischen Kartographie wenig Anhaltspunkte gegeben.

Nach eingehender Umschau unter den Notwendigkeiten der heutigen Erfordernisse zeigt sich die Netzentwurfswahl für die moderne thematische Kartographie von folgenden Faktoren abhängig:

a) vom Maßstab
b) vom Zweck der thematischen Karte
c) von der Lage, Gestalt und Größe des darzustellenden Gebietes.

Obwohl bisher in den kurzen Bezugnahmen der Verwendung der Netzentwürfe lediglich auf den Zweck, dem die Karte dienen soll, hingewiesen wurde, sollen hier auch die beiden übrigen Abhängigkeiten mit der nötigen Ausführlichkeit behandelt werden. Die Reihenfolge der Aufzählung ist bewußt gewählt.

1. Die Abhängigkeit vom Maßstab

Der Festlegung des Maßstabes kommt in der thematischen Kartographie die vielleicht grundlegenste Bedeutung zu. Denn jedem Maßstab sind ja nicht nur Eigengesetzlichkeiten im Hinblick auf Tragfähigkeit und Generalisierung eigen, sondern er bestimmt grundsätzlich jedes weitere Vorgehen. Aus diesem Grunde soll diese Abhängigkeit auch bei der Frage der Netzentwurfswahl den übrigen Beziehungen vorangestellt werden.

Ist der Maßstab für eine thematische Karte, ein Kartenwerk oder auch einen Atlas festgelegt, so ist die Entscheidung auch darüber gefallen, ob die Frage des auszuwählenden Kartennetzes überhaupt gegeben ist. Es liegt in der Natur der Sache, daß im Bereich der Plan- und Spezialkartenmaßstäbe das Problem von vornherein wegfällt, denn wir greifen auf die Grundlagen der Originalkartographie zurück und bewegen uns daher im Bereich der geodätischen Netze, die in ihrer Exaktheit und dem Bestreben nach kleinster Verzerrung unüberbietbar sind. Sofern wir daher so großmaßstäbig arbeiten, steht die Frage der Anwendung eines anderen Netzes nicht zur Diskussion, denn keines ist geeigneter als das in der Originalkartographie verwendete, das für den dargestellten kleinen Ausschnitt der Erdoberfläche die höchste Präzision erbringt.

Selbst noch im Bereich der Maßstäbe für Übersichtskarten ist die Frage der Auswahl des geeignetsten Netzentwurfes für die thematische Kartographie relativ bedeutungslos. Die Maßstabsbereiche 1 : 100.000 bis größer als 1 : 1 Million werden in den meisten Kulturstaaten von der dortigen amtlichen Kartographie betreut, sie sind die Folgekarten der Originalaufnahmen.

Die entscheidenden Überlegungen beginnen in den kleinen und kleinsten Maßstäben. Dies aus einem zweifachen Grunde: Zunächst wird in den Maßstabsbereichen ab ca. 1 : 1 Mill. im allgemeinen der Übergang von den geodätischen (Bezugsfläche Ellipsoid, rechtwinkelige Koordinaten) zu den kartographischen Netzen (Bezugsfläche Kugel) berechtigterweise vollzogen, da die Unterschiede in der Berechnung unter die Zeichengenauigkeit zu fallen beginnen [11]. Kartographische Netze, die nun Meridiane und Breitenkreise graphisch veranschau-

[11] Vgl. HEISSLER, V.: Kartographie. Sammlung Göschen, Bd. 30/30 a, Berlin, Walter de Gruyter, 1966, S. 71.

lichen, bringen somit große Teile der Erdoberfläche in kleinen Maßstäben zur Darstellung. Je kleiner wiederum der Maßstab, umso größere Gebiete und schließlich die ganze Erde können abgebildet werden. Umso mehr kommen nun aber zugleich die den einzelnen Netzentwürfen innewohnenden Verzerrungen zum Tragen. Eines der größten Probleme war daher bis in die jüngste Zeit die Veranschaulichung der ganzen Erde als Planisphäre.

Aus dem Gesagten ergibt sich somit, daß die Wahl des Netzentwurfes in der thematischen Kartographie im allgemeinen erst in kleinen und kleinsten Maßstäben besondere Überlegungen fordert. Damit ist auch angedeutet, daß ein großer Aufgabenbereich, nämlich die Erstellung von thematischen Regionalatlanten von dieser Frage im allgemeinen nicht, von thematischen Nationalatlanten nur zum Teil betroffen ist. Das Schwergewicht liegt im Bereich der kleinmaßstäbigen Kartographie der Welt- und Schulatlanten und spezieller thematischer Kartenwerke weltweiter Ausdehnung.

2. Die Abhängigkeit vom Zweck der Karte

Der unmittelbare Einsatz der topographischen Grundlage und damit des zugehörigen Netzes in der thematischen Kartographie muß im allgemeinen dessen Treueeigenschaften bestimmen. Sehen wir davon ab, daß auch heute noch gelegentlich „Relikte" aus vergangenen Perioden des Kartenschaffens auch in der thematischen Kartographie auftauchen, die ganz und gar fehl am Platze sind, so lassen sich zwei Teilbereiche scheiden: Fragestellungen nämlich, die auf Grund ihrer inhaltlichen Ausrichtung flächentreue Netze fordern und jene, die winkeltreu anzulegen sind. Der ersten Gruppe gehören alle Verbreitungskarten, der zweiten Gruppe alle Navigationskarten an. Ist somit die Grundeigenschaft festgehalten, so gelten die weiteren Überlegungen der Kombination mit möglichst günstiger Längentreue und dem Kampf gegen die Winkelverzerrung im ersten, jenem gegen die Flächenverzerrung im anderen Fall. Aus dieser Ausschließlichkeit der beiden Grundeigenschaften wird auch die in der Netzentwurfslehre aktuelle Frage, ob in gewissen Fällen unbedingt Flächentreue zu erzwingen sei oder gelegentlich auch ein vermittelnder Entwurf genüge, verständlich. Die moderne Richtung hat sich heute auch für Verbreitungskarten über große Erdräume mehr für vermittelnde Eigenschaften des Kartennetzes ausgesprochen, die vor allem eine günstige gegenseitige Lage der Kontinente und möglichste Anpassung an das darzustellende Gebiet erstreben. In diesem Zusammenhang sei besonders auf die von K. H. Wagner entwickelten Formen mit vorgeschriebener Flächenverzerrung hingewiesen, die die Flächenverzerrung im Sinne einer bestmöglichen Vermittlung regulieren.

Für Spezialzwecke der thematischen Kartographie, die im Verkehrswesen vertreten sind, können weitere Netzeigenschaften gefordert werden: die geradlinige Abbildung der kürzesten Verbindung zweier Punkte der Erdoberfläche (Orthodrome) oder die geradlinige Abbildung der Kursgleiche (Loxodrome). Beide Linien sind für den Weltverkehr von außerordentlicher Bedeutung, wir sprechen von orthodromischer und loxodromischer Navigation. Da jedoch beide, von zwei ausgezeichneten Netzentwürfen, auf die ich noch zurückkomme, abgesehen, in jeder Abbildung anders, meist als Kurven höherer Ordnung in Erscheinung treten, deren Verlauf gesondert zu untersuchen wäre, sind sowohl für die Navigation auf See als auch für die Luftfahrt diese ent-

sprechenden Netze unentbehrlich, obwohl ihnen in den übrigen Bereichen der thematischen Kartographie wenig praktische Bedeutung zukommt.

3. Die Abhängigkeit von der Lage, Gestalt und Größe des darzustellenden Gebietes

Die vorausgehenden Gedankengänge haben unsere Überlegungen bereits auf bestimmte Teilbereiche festgelegt: wir bewegen uns meist im Bereich kleiner und kleinster Maßstäbe, der Zweck der Karte und damit die zu gewinnende grundlegende Treueeigenschaft sind bestimmt. Die weitere Modifikation ist nun lediglich vom darzustellenden Gebiet abhängig, und zwar sowohl von seiner Lage auf der Erdoberfläche als auch von seiner Gestalt.

Hinsichtlich seiner Lage ist die Feststellung, ob es sich um polare, äquatoriale, Gebiete in mittleren Breiten etc. handelt, ebenso bedeutungsvoll, wie das Festhalten, ob ein thematisches Kartenwerk oder ein Atlas eben weltweiter Ausdehnung geschaffen werden soll.

Bezüglich der Gestalt sind spezielle Charakteristika einer kennzeichnenden Nord-Süd- oder West-Ost-Erstreckung oder einer eher gleichmäßigen Ausdehnung nach allen Richtungen entscheidend. Diese vorbereitenden Gedanken bestimmen ja im wesentlichen das Verebnungsprinzip, nach dem die geforderten Treueeigenschaften erreicht werden. Denn wir können ja, nun rein mathematisch gesehen, sowohl die Flächen- als auch die Winkeltreue in jedem der drei Abbildungsprinzipien (unmittelbar auf eine Tangentialebene, auf Zylinder- oder Kegelmantel) entwickeln, als auch diese Eigenschaften in jedem Abbildungsprinzip wiederum in drei verschiedenen Achsenlagen gestalten. Welches Abbildungsprinzip und welche Achsenlage nun in der Praxis für eine thematische Karte eingesetzt wird, hängt, von den innewohnenden Verzerrungen und dem sich ergebenden Erscheinungsbild abgesehen, in erster Linie eben von der Lage und Gestalt des darzustellenden Gebietes ab. Jede Achsenlage und jedes Abbildungsprinzip eignet sich für die einzelnen Ausschnitte der Erdoberfläche in unterschiedlichem Maße.

Ohne auf bekannte Tatsachen der Netzentwurfslehre hier eingehen zu wollen, sei kurz Folgendes in Erinnerung gerufen. Von den drei zur Verfügung stehenden Achsenlagen (polständig, äquatorständig, schiefständig) genießt die polständige oder normale Lage eine bevorzugte Stellung. Sie ist am leichtesten zu konstruieren und zeigt im Entwurf jeweils das diesem Abbildungsprinzip typische Erscheinungsbild. Sie wird daher, wenn immer möglich angewandt. Aus der polständigen Achsenlage ergibt sich jedoch, daß in den einzelnen Abbildungssystemen nur ganz bestimmte Teile der Erdoberfläche vorteilhaft dargestellt werden und zwar bei den Entwürfen unmittelbar auf die Ebene (Azimutalentwürfe) die Polkappen, bei den Zylinderentwürfen Gebiete in niederen und bei den Kegelentwürfen Gebiete in mittleren Breiten. Die äquatorständige Achsenlage bildet bei den Azimutalentwürfen äquatornahe Gebiete ab und hat im System der Zylinderentwürfe als geodätisches Netz Bedeutung erlangt. Die zwischenständige Achsenlage eignet sich bei den Azimutalentwürfen für mittlere Breiten, sie steht im System der Zylinder- und Kegelentwürfe weniger in Verwendung.

Aus dem Gesagten ließe sich nun für sämtliche Ausschnitte der Erdoberfläche ein geeignetes Netz mit den gesuchten Treueeigenschaften finden, sofern wir auch den Gesichtspunkt der richtigen Wahl des Mittelmeridians

und Mittelparallels berücksichtigen. Da diese meist längentreu abgebildet werden, die Verzerrungen somit mit Entfernung von diesen zunehmen, wirkt sich deren richtige Wahl umso mehr aus, je größer das darzustellende Gebiet ist.

Handelt es sich darum, große und größte Teile der Erdoberfläche, die Nord- oder Südhemisphäre, die Land- oder Wasserhalbkugel und schließlich die gesamte Erde darzustellen, so können wir allerdings mit den bisher genannten Möglichkeiten, die alle unmittelbar auf eine echte geometrische Vorstellung zurückgehen, nicht zufrieden sein. Im System der echten Azimutalentwürfe läßt sich ja beispielsweise niemals die gesamte Erdoberfläche in einem abbilden und selbst die Ausdehnungen über die Halbkugel sind entweder mit unakzeptablen Flächen- oder Winkelverzerrungen verbunden. Dieser Tatbestand ist zwar im System der Zylinderentwürfe nicht gegeben, doch rät in jedem Fall ein Blick auf die Verzerrungstabelle von zu großen Ausdehnungen ab. Kegelentwürfe sind bestenfalls in der Lage, die halbe Erdoberfläche zu veranschaulichen. Nicht wenige Autoren haben sich daher mit der Entwicklung von unechten Entwürfen befaßt, die vor allem das Ziel der Darstellung der gesamten Erdoberfläche verfolgen. Wir kommen später auf die günstigsten Planisphärendarstellungen zurück.

Zuletzt sei auch hier betont, daß für den tatsächlichen Einsatz in der Praxis das Erscheinungsbild immer ein wesentlicher Gesichtspunkt bleiben wird. Diese Aspekte sind umso gravierender, wenn wir im Bereich der Schulatlaskartographie und Wandkartenerstellung zu arbeiten haben.

III. Netzentwürfe für thematische Karten kleiner Teile der Erdoberfläche

Sowohl bei der Ausarbeitung thematischer Kartierungen (thematischer Plankarten) als auch bei deren schrittweiser Generalisierung zum Zweck der Herstellung thematischer Karten in großen Maßstäben greifen wir unmittelbar nach den Unterlagen, die uns die Originalkartographie bietet. Damit übernehmen wir das verwendete geodätische Netz auch in die thematische Kartographie. Dies ist ohne besondere Überlegung möglich, da alle geodätischen Netze die Forderung nach kleinstmöglicher Verzerrung der geometrischen Elemente erfüllen. Besonderes Augenmerk wird hierbei der Erhaltung der Winkel zugewandt. Aus diesem Grunde wählen die Landesaufnahmen und Katastralvermessungen der neueren Zeit jeweils winkeltreue Methoden, die so angelegt sind, daß für kleinste Teile die Urbildähnlichkeit im Abbild gegeben ist. Die geodätischen Netze sind so eingerichtet, daß die Längenverzerrung und die damit verbundene Flächenverzerrung ein Minimum werden. Die Ermittlung des besten winkeltreuen Netzes für die Originalaufnahmen eines Staatsgebietes bleibt in allen Fällen eine Aufgabe der Geodäsie. Die thematische Kartographie kann die Ergebnisse übernehmen.

Heute werden für großmaßstäbige Originalaufnahmen im allgemeinen die Gauß-Krüger Koordinaten (transversale Mercatorkoordinaten) verwendet, die auch in Österreich 1921 sowohl für die Landesaufnahme als auch die Katastralvermessung eingeführt wurden [12]. Sie garantieren ein Minimum der Längen- und Flächenverzerrung für ein bestimmtes Gebiet.

[12] ROHRER, H.: Zum Neuen Projektionssystem Österreichs. ÖZV, XXXII. Jg., Nr. 5, Wien 1934, S. 89—97 und NF 6, S. 116—123. — KRAULAND, R.: Die Gauß'sche konforme Abbildung als einheitliche Grundlage für die neuen Topographischen Karten und die neuen Katastralmappen. ÖZV, XXXIII. Jg. Nr. 5, Wien 1935, S. 106—107. — LEVASSEUR, K.: 50 Jahre Gauß-Krüger Koordinaten in Österreich. ÖZV, XLVIII. Jg. Nr. 4, Wien 1960, S. 120—135, 7 Abb. und Nr. 5, S. 145—160, 5 Abb.; — Die Österreichischen

Alle großmaßstäbigen thematischen Karten, die unmittelbar auf den Originalgrundlagen aufbauen, verwenden somit auch deren Netze. Die Möglichkeiten beginnen bei den großmaßstäbigen Kartierungen auf Katasterbasis und erstrecken sich bis in mittlere Maßstäbe. Als besonderes Beispiel aus der thematischen Kartographie sei der „Atlas der deutschen Agrarlandschaften“ [13] genannt, der in allen Fällen auf die Unterlagen der Vermessungsämter zurückgreift. Er baut im einzelnen auf der Katasterplankarte und der Deutschen Grundkarte 1 : 5000, auf Verkleinerungen der Deutschen Grundkarte, auf Ausschnitten aus der Topographischen Karte 1 : 25.000 und deren Vergrößerung auf 1 : 10.000 und auf Ausschnitten aus der Topographischen Karte 1 : 50.000 und 1 : 100.000 auf.

Im Maßstabsbereich der Regionalatlanten oder auch der Planungsatlanten greift man ebenfalls auf die amtlichen topographischen Unterlagen zurück. Mit dem Maßstab 1 : 1 Mill. und den vielfach sich daran knüpfenden Nationalatlanten beginnt z. T. der eigenständige Weg der thematischen Kartographie. Eine Reihe von schon bestehenden Nationalatlanten allerdings lehnt sich durchaus an die dortige großmaßstäbige amtliche Kartographie an und übernimmt deren Netz, wie beispielsweise der „Atlas of Britain and Northern Ireland“ [14], dessen sämtliche Karten im Maßstab 1 : 500.000 bis 1 : 6 Mill. in der transversalen Mercatorprojektion entworfen sind, wie sie vom Ordnance Survey verwendet wird. Ähnlich handelt der „Atlas der Schweiz“ [15], der seine Übersichtskarte 1 : 500.000 unter Zugrundelegung der Schweizerischen Landeskarten [16] auf einer winkeltreuen schiefachsigen Zylinderprojektion aufbaut. Einen anderen Weg schlug der „Atlas der Republik Österreich“ [17] ein. Er legt seiner Topographischen Karte im Maßstab 1 : 1 Mill. eine flächentreue Kegelprojektion mit zwei längentreuen Parallelkreisen (48° 30′ und 46° 30′) nach H. Ch. ALBERS (1805) zugrunde. Von diesen beiden Wegen der winkeltreuen und flächentreuen Entwicklung abgesehen, existiert nunmehr auch die Möglichkeit, einen Nationalatlas im Maßstab 1 : 1 Mill. auf der Internationalen Weltkarte und damit auf der modifizierten polykonischen Projektion aufzubauen, wie dies beispielsweise der „National Atlas of India“ [18] vornimmt. Auf die Bedeutung, die die Internationale Weltkarte 1 : 1 Mill. als Grundlage für thematische Karten hat, soll damit nur kurz hingewiesen sein [19].

Abschließend sei vermerkt, daß auch längentreue Entwürfe ganz ausgezeichneten thematischen Atlanten dienen können, wenn das dargestellte Gebiet nicht allzu groß ist und durch zwei längentreue Schnittparallelen die Flächenverzerrung in Schranken gehalten wird. Dies fand beim „Atlas des

---

Meridianstreifen (Gauß-Krüger Projektion) (= Dienstvorschrift Nr. 8), 4. Auflage, Wien, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, 1962, 55 S.

[18] Hrsg. von E. OTREMBA. Wiesbaden, Franz Steiner Verlag, 1962 ff.

[14] Oxford, Clarendon Press 1963.

[15] Hrsg. im Auftrage des Schweizerischen Bundesrates, 1. Lfg. 1965.

[16] BOLLIGER, J.: Die Projektionen der schweizerischen Plan- und Kartenwerke. Verlag Druckerei Winterthur A.G. 1967, 130 S. mit 29 Abb. und 8 kartograph. Tafeln, dazu als Beilage 13 Seiten Rechenformeln.

[17] Hrsg. von der Kommission für Raumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften unter der Gesamtleitung ihres Obmannes Hans BOBEK. Kartographische Betreuung Erik ARNBERGER. Wien, Freytag-Berndt und Artaria, 1961 ff.

[18] Government of India, 1959.

[19] KOSACK, H. P.: Die Internationale Weltkarte als Grundlage angewandter Karten. Berichte z. dt. Landeskunde, 6. Bd. Stuttgart 1949, S. 91—95. — Vgl. auch: GOESSLER, P.: Tabula Imperii Romani auf der Grundlage der Internationalen Karte 1 : 1 Mill. Bl. M 32 Mainz. Frankfurt, Röm. germ. Kommission 1940. — Die Internationale Weltkarte liegt z. B. auch einer Reihe thematischer Regionalatlanten in Deutschland zugrunde: dem Klima-Atlas von Bayern, Bad Kissingen, 1952; dem Klima-Atlas von Baden-Württemberg, ebenda 1953; dem Klima-Atlas von Nordrhein-Westfalen, Offenbach a. M. 1960.

deutschen Lebensraumes in Mitteleuropa“ [20] Anwendung, der den abstandstreuen Schnittkegel nach De l'Isle (1745) verwendet. Bei größeren Bereichen und Maßstäben 1 : 5 Mill. oder 1 : 7,5 Mill. gelangt jedoch vorteilhaft eher der flächentreue Schnittkegelentwurf für thematische Atlanten mittlerer Breiten zum Einsatz [21].

IV. Netzentwürfe für thematische Karten großer Teile der Erdoberfläche

Die Darstellung von Großräumen und schließlich ganzer Kontinente stellt an die Kartographie besondere Anforderungen, die mit der Netzentwicklung beginnen. Je größer der Raum, umso sorgfältiger sind Mittelmeridian oder auch die Schnittparallelen zu wählen.

1. Flächentreue Netze für Verbreitungskarten

Aus dem Zweck der Karte ergibt sich, wie bereits betont, die geforderte grundlegende Treueeigenschaft, die mit einem Minimum an sonstigen Verzerrungen im darzustellenden Gebiet zu entwickeln ist. Im Falle von Verbreitungskarten wird Flächentreue zu fordern sein und zwar nicht Totalflächentreue, sondern Flächentreue in den einzelnen Teilen (erarbeitet für jede Kugelzone der Erdoberfläche). In welcher Achsenlage und in welchem Abbildungssystem die Konstruktion erfolgt, ist wiederum von der Lage und Gestalt des darzustellenden Gebietes abhängig.

Da die Flächentreue der Netze als eine der wesentlichsten Eigenschaften für viele Bereiche angesehen wurde, galten seit jeher die weiteren Entwicklungen einer Verminderung der Winkelverzerrung. Denn ein flächentreues Netz kann, obwohl beispielsweise auch mit längentreuem Mittelmeridian und längentreuen Parallelen ausgestattet (deshalb auch abweitungstreues Netz genannt) infolge der großen Winkelverzerrungen vollständig unbrauchbar sein. Dieser Tatsache war nicht immer genügend Aufmerksamkeit gezollt worden, woraus erklärbar erscheint, daß z. B. der unechte flächentreue Kegelentwurf von R. Bonne (1752) sehr weite Verbreitung erlebte, obwohl seine Verzerrungsverhältnisse durchaus nicht günstig liegen [22]. Wir sollten davon absehen, dieses als schlecht zu bezeichnende Netz in die thematische Kartographie zu übernehmen, wenn auch eine Reihe sehr bedeutender topographischer Kartenwerke wie z. B. die „Übersichtskarte von Mitteleuropa 1 : 750.000“ oder die „Carte de France 1 : 80.000“, der „Siegfried-Atlas der Schweiz“ 1 : 50.000 und 1 : 25.000, Vogels Karte von Deutschland 1 : 500.000 etc. in diesem Netz entstanden sind und z. T. heute noch in Verwendung stehen. Für die thematische Kartographie bieten sich wesentlich günstigere Netze an. Betont sei allerdings, daß die Schwierigkeit mit zunehmender Größe des Gebietes wächst.

Da Verbreitungskarten nicht nur von der Geographie sondern auch einer Reihe anderer Fachwissenschaften heute verwendet werden, da geologische und Klimakarten, Boden- und Vegetationskarten, Bevölkerungsdichte-

[20] Im Auftrag der Preussischen Akademie der Wissenschaften hrsg. von Prof. Norbert KREBS. Leipzig, Bibliographisches Institut, 1937.

[21] So verwendet diesen der „Atlas östliches Mitteleuropa“ hrsg. von H. KRAUSE, E. MEYEN, H. MORTENSEN, H. SCHLENGER. Bielefeld, Velhagen & Klasing, 1959 für seine Karte „Die Lage des östlichen Mitteleuropa im europäischen Raum“ 1 : 5 Mill. — Auch der „National Atlas of the United States“ Washington 1966 bevorzugt Albers Equal Area Projection (= flächentreuer Schnittkegel nach Albers).

[22] Vgl. Tabelle bei K. H. WAGNER, a. a. O., S. 161.

und -verteilungskarten, jede Art von Bodennutzungs- und Wirtschaftskarten usw. flächentreue Netze fordern, seien die zur Verfügung stehenden Netzentwicklungen für Großraumdarstellungen im Detail untersucht.

Zunächst die echten Entwürfe:

Unter den Entwürfen unmittelbar auf die Tangentialebene bietet sich der von LAMBERT 1772 vorgeschlagene flächentreue Azimutalentwurf an, der sowohl graphisch zu konstruieren als auch rechnerisch zu ermitteln ist. Ob das eine oder andere Vorgehen zur Anwendung gelangt, ist allein vom Maßstab abhängig. Jeder flächentreue Azimutalentwurf ist in der Lage, Kugelabschnitte darzustellen und zwar je nach Achsenlage die Polkappen oder Abschnitte in mittleren oder äquatorialen Breiten. Er kann maximal auf die Darstellung einer Halbkugel ausgedehnt werden und reduziert in diesem Fall die größte auftretende Winkelverzerrung auf ein Minimum. Diese Eigenschaft läßt den flächentreuen Azimutalentwurf, als einer der besten flächentreuen Entwürfe überhaupt bekannt, auch für die thematische Kartographie als sehr empfehlenswert erscheinen. Von seiner Verwendung in verschiedensten Welt- und Schulatlanten abgesehen, wurde beispielsweise im „Welt-Bevölkerungs-Atlas“ [23] die Karte „Bevölkerungsverteilung in Europa um 1950“ im Maßstab 1 : 10 Mill. in polständiger Achsenlage, die Karte „Bevölkerungsverteilung in Afrika um 1950“ im Maßstab 1 : 20 Mill. in äquatorständiger Achsenlage, die Karte „Bevölkerungsverteilung in Nordamerika 1950/51“ im Maßstab 1 : 15 Mill. mit dem Hauptpunkt 45° n. B. und die Karte „Bevölkerungsverteilung in Südamerika 1950/54“ mit dem Hauptpunkt 15° s. B. in ihm erstellt. Selbst für die Karte „Bevölkerungsverteilung in Australien und Neuseeland 1954“ bot sich vorteilhaft dieser Entwurf in polständiger Achsenlage an. Variiert wird lediglich der Berührungspunkt der Tangentialebene, der zugleich Konstruktionsmittelpunkt ist. Auf diese Weise wird jedes Gebiet der Erdoberfläche durch den flächentreuen Azimutalentwurf nach LAMBERT erfaßbar.

Im System der echten Zylinderentwürfe hat allerdings das gleiche Verfahren weder für den Fall des Berührungszylinders (längentreuer Äquator) noch für den Fall des Schnittzylinders (längentreue Schnittparallelen) zu einem für die thematische Kartographie empfehlenswerten flächentreuen Netz geführt. Beide Entwicklungen müssen wegen der großen Winkelverzerrungen und damit Lageversetzungen ausscheiden, wenn auch die längentreuen Schnittparallelen die Verhältnisse mildern.

Erst im System der echten Kegelentwürfe erhalten wir wieder ein empfehlenswertes flächentreues Netz. Es ist hier vor allem die Entwicklung auf den Schnittkegel, somit der flächentreue Kegelentwurf mit zwei längentreuen Schnittparallelen, der so hervorragende Ergebnisse liefert, daß die Anwendung eines anderen flächentreuen Kegelentwurfes als ungerechtfertigt betrachtet werden muß. Das 1805 von H. Ch. ALBERS erstmals veröffentlichte Netz hat nicht nur in der topographischen Kartographie Verbreitung gefunden (unvollendete Übersichtskarte von Mitteleuropa 1 : 750.000 des Militärgeographischen Institutes in Wien), sondern ist vor allem für den Einsatz in der thematischen Kartographie hervorragend geeignet. Als Anwendungsbeispiele seien genannt: „Bevölkerungsverteilung in Mitteleuropa um 1950“ 1 : 2,5 Mill., „Bevölkerungsverteilung im Mittelmeerraum

[23] Verteilung der Bevölkerung der Erde um das Jahr 1950, hrsg. v. Friedrich BURGDÖRFER. Hamburg, Falk Verlag, 1954.

um 1950" 1 : 5 Mill. und „Bevölkerungsverteilung in den Vereinigten Staaten 1950" 1 : 7,5 Mill. im „Welt-Bevölkerungs-Atlas" oder die Darstellung von Süd- und Südostasien im Maßstab 1 : 40 Mill. im „Atlas of Distribution of Diseases" [24]. Auch hier spielt die günstige Wahl der Schnittparallelen eine entscheidende Rolle.

Unter den unechten Entwürfen sind für die Darstellung von Großräumen kaum Entwürfe geeignet. Der bereits genannte abweitungstreue flächentreue Kegelentwurf (Entwurf von R. Bonne) erscheint als unakzeptabel, obwohl durchaus auch thematische Karten in ihm entworfen wurden [25]. Geringfügig verwendbar für Teilgebiete der Erdoberfläche in äquatorialen Breiten wäre letztlich noch der abweitungstreue flächentreue Zylinderentwurf (Mercator-Sanson-Entwurf), wenn die Abbildungen nicht allzu große Ausmaße erreichen. Doch tritt auch dieser Entwurf in der Gegenwart stark zurück.

Die Analyse zeigt somit, daß trotz der Vielfalt der mathematischen Lösungen für den Einsatz im thematischen Bereich im wesentlichen nur zwei Entwürfe in Frage kommen. Diese sollten jedoch infolge ihrer Überlegenheit durch keine anderen ersetzt werden. Es ist daher abzuraten, wenn auch in jüngster Zeit noch der winkeltreue Zylinderentwurf (Mercator-Projektion) für Verbreitungskarten auftaucht, wie wir dies beispielsweise auf der Karte „Afrique carte politique situation au 15. Octobre 1968" im Maßstab 1 : 10 Mill. vorfinden.

Nicht abzulehnen ist wiederum die Verwendung polykonischer Netze, da diese verschiedenste Forderungen zu erfüllen in der Lage sind. Es lassen sich in diesem System auch flächentreue Netze entwickeln. Polykonische Netze haben auch in thematischen Atlanten Eingang gefunden, von denen als Beispiele der „Atlas of American Agriculture" 1936, der „Atlas of Australian Resources" 1954 oder der „Atlas Nacional do Brasil" 1966 genannt seien.

2. Winkeltreue Netze für Navigationskarten und Sonderzwecke

Wie Verbreitungskarten, von der Darstellung der gesamten Erde zunächst noch abgesehen, infolge ihrer inhaltlichen unmittelbaren Bezugnahme auf die Fläche flächentreue Netze fordern, so verlangen wir von allen Kartenunterlagen, die der Navigation auf See [26] oder in der Luft dienen und die infolge ihrer zahlreichen Sondereintragungen ebenfalls zur thematischen Kartographie zu zählen sind, die Winkeltreue als wichtigste Netzeigenschaft. Für den unmittelbaren Einsatz werden daher jene Netzentwürfe aufzusuchen sein, die die für die Navigation wichtigen Schnittlinien (Orthodrome und Loxodrome) günstig darstellen. Ob hingegen umgekehrt diese winkeltreuen Entwicklungen mit mehr oder weniger großen Flächenverzerrungen verbunden sind, spielt in diesen Einsatzbereichen kaum eine entscheidende Rolle. Allgemeine Richtlinien der Weltluftfahrtorganisation geben daher vielfach an, daß jede winkeltreue Abbildung nach Anpassung an das darzustellende Gebiet verwendet werden kann. Dies gilt z. B. für die „Luftfahrtkarte ICAO 1 : 500.000",

[24] New York, The American Geographical Society, 1951.
[25] Vgl. z. B. „Population Distribution Map of the Union of South Africa 1951", Pretoria 1954, 1 : 1,5 Mill.
[26] FREIESLEBEN, H. C.: Karten für die Seenavigation. Netzentwürfe für Seekarten. Truppenpraxis 1958, 5, S. 373—376.

die „Luftfahrtkarte ICAO 1 : 250.000", die Ortungskarten für den Sichtflug, die ICAO-Anflug- und die ICAO-Landekarten. Allerdings wird man für noch zu nennende Gebiete jenem winkeltreuen Netz den Vorzug geben, das die größtmögliche Längentreue erhält und gleichzeitig die Orthodrome möglichst annähernd als gerade Linie abbildet.

Rufen wir uns kurz die Bedeutung von Orthodrome und Loxodrome ins Gedächtnis. Die Orthodrome stellt die kürzeste Verbindung zweier Punkte der Erdoberfläche dar und ist daher für das Verkehrswesen von grundlegender Wichtigkeit. Ihre Bedeutung wächst mit zunehmender Größe der Entfernungen. Obwohl sie nun auf dem Globus dann leicht aufzufinden ist, wenn man durch diese beiden Punkte den Großkreis legt, ist ihre Darstellung in Karten von dem verwendeten Netzentwurf abhängig. Um den kürzesten Weg zwischen zwei Punkten ausfindig zu machen, bedürfen wir deshalb eines Netzes, das die Orthodrome als gerade Linie abbildet. Verbinden wir nämlich in einem solchermaßen ausgezeichneten Netz zwei Punkte durch eine Gerade, so ist damit der kürzeste Weg festgelegt und die Großkreisbestimmung in der Ebene erreicht.

Die Loxodrome, jene schiefläufige Linie, die die Meridiane immer unter dem gleichen Winkel schneidet, verdankt ihre Bedeutung vor allem dem Bestreben in der Seefahrt, den einmal bestimmten Kurs möglichst lange beizubehalten. Somit wird klar, daß nur jener Netzentwurf, der die Loxodrome als gerade Linie abbildet, für die Navigation auf See ausgezeichnete Bedeutung besitzt, da aus ihm der Kurs unmittelbar abgelesen werden kann. Da allerdings bei der Bewegung über größere Entfernungen der Unterschied zwischen Orthodrome und Loxodrome immer stärker klafft, wird der Großkreis in der Kartenebene des entsprechenden Netzes aufgesucht und dieser durch Loxodromenstückchen approximiert.

Welche Netzentwürfe können nun diese an sie gestellten Forderungen erfüllen?

Schon das System der Azimutalentwürfe bringt zwei Projektionen im eigentlichen Sinne (zu erreichen durch die Gesetze der projektiven Geometrie) hervor, die für den Einsatz in der Navigation hervorragend geeignet sind.

Die Zentralprojektion (gnomonische Projektion) veranschaulicht die Orthodrome als gerade Linie, da ja die Ebene des Großkreises immer durch den Kugelmittelpunkt verläuft und die Projektionsstrahlen in diesem Fall stets in dieser Ebene liegen. Dieses Netz mit Großkreisdarstellung durch gerade Linien wird daher in allen Fragen der orthodromischen Navigation herangezogen. Es ist im übrigen allerdings nur vom Berührungspunkt der Tangentialebene aus gesehen winkeltreu.

Für die Zwecke der Kursübertragung benötigt die Navigation allerdings Netze, die die Eigenschaft der Winkeltreue in den einzelnen Teilen besitzen.

Die schon im Altertum bekannte „stereographische Azimutalprojektion", deren Winkeltreue man später entdeckte und mathematisch nachwies, eignet sich speziell in polständiger Achsenlage für die Darstellung der Polkappen. Sie wird deshalb von der ICAO für die Weltluftfahrtkarten im Maßstab 1 : 1 Mill. zwischen 80° und 90° verwendet. Spezielle Bedeutung kommt ihr für die Aufgaben der Polarnavigation zu.

Die winkeltreue Entwicklung im System der Zylinderentwürfe (sog. Mercatorprojektion) führte zu einer Darstellung, die bis in jüngste Zeit die bedeutungsvollste Navigationskarte gewesen ist. Sie ist durch ein

leicht überschaubares System von Meridianen und Breitenkreisen (diese sind Gerade, die aufeinander senkrecht stehen), vor allem aber durch die Darstellung der Loxodrome als gerade Linie ausgezeichnet. Der gesuchte Kurs kann unmittelbar abgelesen, die Länge des Reiseweges mit Hilfe eines Maßstabes der wachsenden Breiten bestimmt werden. Sämtliche der Seefahrt dienenden Karten, von der Großkreisbestimmung abgesehen, sind daher heute in diesem Netz entwickelt. Auch in der Luftfahrt spielte sie lange Zeit eine hervorragende Rolle, wurde jedoch nach dem 2. Weltkrieg durch die noch zu nennende winkeltreue Entwicklung auf den Schnittkegel verdrängt. Dennoch sind vor 1949 geplante Blätter der Weltluftfahrtkarte ICAO 1 : 1 Mill. zwischen 0° und 4° Breite und die einfärbigen Navigations-Arbeitskarten in den Maßstäben 1 : 1 Mill. und kleiner in der Mercatorabbildung dargestellt. Für Flugstreckenkarten, jene Luftfahrtkarten also, „die in Streifenform eine Flugstrecke zwischen zwei Flughäfen mit großer Verkehrsdichte umfassen und auf denen alle erforderlichen Angaben sowohl für die Navigation nach Sicht als auch für die Funknavigation enthalten sind“ [27], wird eine schiefachsige winkeltreue Mercatorabbildung empfohlen, wenn der allgemeine Streckenverlauf einem Großkreis entspricht. Auch für Karten, die Navigationssystemen über große Entfernungen dienen (Loran-Karten) kann die Mercator-Abbildung verwendet werden. Desgleichen benützt beispielsweise das Bundesamt für Flugsicherung in der Deutschen Bundesrepublik das Mercatornetz für die Darstellung der Luftstraßen und Funkeinrichtungen und des Luftfahrtgeländes 1 : 2 Mill.

Schon während des Zweiten Weltkrieges verwendete man in den Vereinigten Staaten Luftfahrtkarten, die auf einem winkeltreuen Schnittkegel aufgebaut waren. Dieses Netz wurde schließlich auch von der ICAO als Entwurfsart gewählt. Die speziellen Vorzüge dieser Abbildung, 1772 ebenfalls von dem deutschen Mathematiker Lambert vorgeschlagen, ergeben für die Luftnavigation außerordentliche Vorteile. „Sie kann für die Bestimmung loxodromischer Kurse ebenso verwendet werden wie für die Großkreisnavigation und zur Auswertung von Funkpeilungen. Die auftretenden Verzerrungen sind wesentlich geringer als die praktisch erreichbare Genauigkeit der Navigation“ [28]. Die von der ICAO betreute Weltluftfahrtkarte 1 : 1 Mill. verwendet daher zwischen dem Äquator und dem 80. Breitengrad diese Lambertsche winkeltreue Kegelprojektion in getrennten Streifen. Auch für die Luftfahrtkarte 1 : 500.000, für die die ICAO nur allgemeine Richtlinien gibt, gelangt diese winkeltreue Kegelabbildung vielfach zur Anwendung.

Winkeltreue Karten dienen auch verschiedenen Sonderzwecken, wie z. B. der Meteorologie. Ebenso werden Strömungs-, Isogonen- und Isoklinenkarten gerne in der Mercatorabbildung entworfen.

V. Netze für die Darstellung der gesamten Erde

Mit der Aufgabe, die gesamte Erde in kleinsten Maßstäben in einem geeigneten Netz zu umfassen, bewegen wir uns sowohl im Bereich der Weltatlas- und Schulatlas-Kartographie als wir uns auch damit bei der Erstellung thematischer Spezialatlanten konfrontiert sehen können. Die Schwierigkeiten,

[27] MEINE, K. H. — E. REENTS: Die neuzeitlichen Luftfahrtkarten und ihre Anwendungsbereiche. Frankfurt a. M., R. Eisenschmidt, 1957, S. 74.
[28] MEINE-REENTS: a. a. O., S. 16.

denen eine ganze Reihe projektionstheoretischer Arbeiten galten, ergeben sich hier vor allem aus der Größe des darzustellenden Gebietes. Da von den Themen her meist flächentreue Netze gewünscht werden, absolute Flächentreue jedoch mit Größerwerden des darzustellenden Gebietes erhebliche Winkelverzerrung hervorruft, sucht die moderne Richtung die Vermittlung der Eigenschaften. Schließlich stehen noch die Zerlappung der Netze und das Zusammenfügen verschiedener Abbildungssysteme als ausgleichende Methoden zur Verfügung.

1. Die Erde auf Planigloben

Unter Planigloben verstehen wir bekanntlich die Darstellung der gesamten Erdoberfläche in zwei gleichgroßen geschlossenen Teilkreisen, von denen jeder die Oberfläche einer Halbkugel abbildet. Planigloben werden vor allem für die einleitenden Teile der Weltatlanten benötigt. Man gibt die physische Geographie, die Land- und Wasserhalbkugel etc. in dieser Form wider.

Allgemein eignet sich als Netz vor allem das System der Azimutalentwürfe mit Ausnahme der Zentralprojektion, da diese nicht auf eine Halbkugel ausgedehnt werden kann, d. h. in polständiger Lage der Äquator, in äquatorständiger der Pol im Unendlichen liegt. Die geeignetsten Formen sind:

a) der schon bekannte flächentreue Azimutalentwurf nach LAMBERT, der bei Ausdehnung auf eine Halbkugel die größte Winkelverzerrung zu einem Minimum macht und durch das Engerwerden der Abstände nach außen auch einen perspektivischen Eindruck vermittelt.
b) der abstandstreue Azimutalentwurf, der zu den besten vermittelnden Entwürfen gehört, da bei Ausdehnung auf eine Halbkugel die größte Längenverzerrung ein Minimum wird.
c) In der mathematischen Geographie kommt ferner der Parallelprojektion eine gewisse Bedeutung zu.

   Alle drei Formen sind selbstverständlich je nach Fragestellung in allen drei Achsenlagen anwendbar. Die Konstruktion ist in polständiger Lage am einfachsten.
d) Für untergeordnete Zwecke werden mit Berechtigungen die Globularprojektion (mit längentreuem Äquator und Mittelmeridian) sowie NELLS modifizierte Globularprojektion eingesetzt.

2. Die Erde auf Planisphären

Soll die gesamte Erde als Weltkarte zusammenhängend geboten werden, so greift die thematische Kartographie zu Planisphären. Sie spielen für Übersichtszwecke in jedem Atlas eine Rolle, kommen aber vor allem auch in Schulatlanten und bei der Wandkartengestaltung vor.

An eine günstige Planisphärengestaltung werden heute folgende Forderungen gestellt:

a) Möglichste Erhaltung der Flächentreue oder Gestaltung mit vorgeschriebener Flächenverzerrung,
b) Günstige Umrißgestalt und Darstellung der Breitenkreise durch ein System von gleichlaufenden geraden oder leicht geschwungenen Linien
c) Auflockerung der Polgebiete durch Pollinie.

Überblicken wir nach diesen Gesichtspunkten die zur Verfügung stehenden Planisphären, so ergibt sich eine immerhin beträchtliche Vielfalt an Möglichkeiten. Allen ist gemeinsam, daß die Symmetrieachsen von Äquator und Mittelmeridian gebildet werden.

Planisphären, die nicht flächentreu sind und gleichzeitig den Pol als Punkt abbilden, wie z. B. die aus dem abstandstreuen azimutalen Entwurf hergeleitete Aitoffsche Planisphäre, haben weder in der topographischen Kartographie Verbreitung gefunden noch sind sie für den thematischen Bereich empfehlenswert. Das gleiche gilt für die Planisphäre nach Mercator-Sanson, die infolge ihrer starken Schiefschnittigkeit für höhere Breiten ausscheidet. Beide Entwürfe sind aus anderen Gründen beachtenswert. Die Aitoffsche Planisphäre hat die Hammersche Planisphäre, aus dem flächentreuen Azimutalentwurf abgeleitet, angeregt. Dieser Entwurf, selbst flächentreu, wurde vielfach verwendet, hat sich jedoch durch die von K. H. Wagner vorgenommene Gestaltung mit Pollinie oder mit Pollinie und vorgeschriebener Flächenverzerrung [29] einen hervorragenden Platz in der thematischen Kartographie erobert [30].

Das Netz nach Mercator-Sanson dient als Ausgangsnetz zum Umbeziffern, wodurch sich brauchbare Entwürfe ableiten lassen. Seine Schiefschnittigkeit wurde 1805 von K. Mollweide verbessert, doch ist auch dieser Entwurf, da der Pol als Punkt abgebildet wird, für viele thematische Aussagen nicht geeignet. Größere Bedeutung für den thematischen Bereich kommt den von M. Eckert entwickelten Formen mit Pollinie [31] zu, von denen vor allem der Entwurf IV und VI für die Praxis bedeutungsvoll geworden sind. Beide sind im Detail flächentreu. Noch moderner als die Entwicklungen von M. Eckert ist eine Mischkarte von O. Winkel [32], die leicht gekrümmte Breitenkreise mit einer Pollinie vereint. Obwohl der Entwurf nicht flächentreu ist, sondern bestenfalls vermittelnde Eigenschaften aufweist, ist er das moderne Netz für Wandkarten geworden und wird mit Berechtigung auch in der thematischen Kartographie mit Vorteil eingesetzt. Jüngste thematische Weltatlanten [33] sind ebenso auf ihm aufgebaut wie Einzelkarten in verschiedenen Bänden des Lehrbuches der Allgemeinen Geographie [34].

Neben diesen existieren eine größere Zahl von Entwürfen, die man durch Umformungen herleitet. Hierher gehört das Netz von van der Grinten, beispielsweise angewandt in der „Karte der Religionen und Missionen der Erde" 1 : 32 Mill. [35] oder die von W. Boggs beschriebene Planisphäre [36] (s. Abb. 1). die die Grundlage für den „Atlas of the World's Resources" [37] bildet. Nicht

---

[29] WAGNER, K. H.: a. a. O., S. 205 ff.

[30] Vgl. Weltkarten zur Klimakunde, hrsg. von E. RODENWALDT und H. J. JUSATZ. Berlin, Heidelberg, New York, 1965. Sämtliche Karten sind in Hammers flächentreuer Projektion mit Pollinie von K. WAGNER entworfen. — Auch die Karte „Jahreszeitenklimate der Erde" 1 : 45 Mill. in: BLÜTHGEN, J.: Allgemeine Klimageographie. Lehrbuch der Allgemeinen Geographie, Bd. II. Berlin, Walter de Gruyter, 2. Auflage 1966 ist in diesem Entwurf erstellt.

[31] ECKERT, M.: Neue Entwürfe für Erdkarten. Petermanss Mitteilungen 1906, S. 97—109, Tafel 8 und 9.

[32] WINKEL, O.: Neue Gradnetzkombinationen. Petermanns Geograph. Mitteilungen, 67. Bd. 1921, S. 248—252, Tafel 24. — DERS.: Übersicht der Gradnetzkombinationen. Ebenda, 74. Jg. 1928, S. 201—204.

[33] Z. B. Agrarwirtschaftsatlas der Erde in vergleichender Darstellung. Gotha, VEB Hermann Haack, 1958. — Weltatlas. Die Staaten der Erde und ihre Wirtschaft. Gotha, VEB Hermann Haack, 8. Auflage 1964.

[34] Vgl. z. B. Karte „Klimatypen der Erde" in Bd. II oder Karte „Der Verkehr zu Lande, auf dem Meer und in der Luft" in Bd. VII. Beide sind im Maßstab 1 : 50 Mill. gestaltet.

[35] Stuttgart, evang. Missionsverlag 1960.

[36] Geographical Journal 73, 1929, 241—245.

[37] Volume I. The Agricultural Resources of the World. New York, pub. by Prentice Hall, 1954.

unerwähnt soll die von W. BRIESEMEISTER[38] für die Amerikanische Geographische Gesellschaft entworfene Projektion (= Briesemeisters elliptische flächentreue Projektion der Welt (s. Abb. 2) bleiben, die zwar eine etwas ungewohnte Gestalt besitzt, doch eine günstige graphische Gewichtsverteilung erreicht. Sie wurde zunächst nur in den Vereinigten Staaten und dort vorzüglich für den „Atlas of Distribution of Diseases" angewandt. Wegen ihrer guten Darstellung speziell der nördlichen Hemisphäre fand dieser Entwurf auch bei der kartographischen Abteilung der U.N. und bei amtlichen Kartenstellen der USA günstige Aufnahme. Folgende weitere Themen sind in den USA auf diesem Entwurf aufgebaut worden: Schätzung der Welttriangulation, Verbreitung der Topographischen, Nautischen und der Aeronautischen Karten, Petroleum-Reserven, Angaben über die Schwerkraft, Angaben über die Anziehungskraft und eine Darstellung der Uranium-, Thorium- und Berylliium-Lager[39]. H. BOESCH erachtet diesen Entwurf für so vorzüglich geeignet, daß er ihn sogar seinem „Wirtschaftsgeographischen Atlas"[40], der für den Unterrichtsgebrauch an Schulen gedacht ist, zugrundelegt.

3. Die Erde auf zerlappten Entwürfen

Die vielfältigen Verzerrungen, die meist umso mehr zunehmen, je weiter wir uns in einer Abbildung von den längentreu widergegebenen Elementen entfernen, haben den Gedanken reifen lassen, die Netze an den für das entsprechende Thema unbedeutenden Stellen zu zerlappen. R. E. DAHLBERG hat sich 1962 der Mühe unterzogen, die Entwicklung dieser Netze durch die Literatur zu verfolgen und diese an Hand repräsentativer Beispiele zu analysieren[41]. Neben den älteren symmetrischen Formen, die nach der Zone der Kontinuität gegliedert werden können, haben vor allem die asymmetrischen Anordnungen manchen Vorteil gebracht. Nunmehr werden Netzstücke ungleicher Größe so aneinandergefügt, daß speziell die Land- oder auch die Wassermassen der Erde kontinuierlich und mit möglichst geringer Verzerrung zur Darstellung gelangen. Die Netze haben mehrere Achsen, die meist durch die Mitte der darzustellenden Gebiete verlaufen.

Vom System her eignen sich sowohl der Entwurf von MERCATOR-SANSON als auch K. MOLLWEIDE (s. Abb. 3, 4), selbst ECKERTsche Entwürfe und die Planisphäre von W. BOGGS wurden in zerlappter Anordnung erstellt. In den USA errang J. P. GOODE durch solche asymmetrische Anordnungen zerlappter Netze große Erfolge. Mit der Möglichkeit, die Achsen und Zerlappungen den speziellen Erfordernissen der zu erstellenden Karte anzupassen, waren denn auch neue Entwicklungen angebahnt. Die Entwürfe von J. P. GOODE sind von besonderem Interesse geblieben, weil sie den Einsatz dieser speziellen Netzmodifikationen praktisch vorführten. In der Zwischenzeit haben solche und ähnliche

[38] BRIESEMEISTER, W.: A New Oblique equal-area Projection. The Geographical Review. Volume XLIII. New York 1953, S. 260—261.

[39] BRIESEMEISTER, W.: Eine flächentreue Weltkarten-Projektion für die Zukunft. Die Wahl einer flächentreuen Weltkarten-Projektion, die sich am besten für den Zweck eignet, weltweite statistische Angaben der heutigen Zeit und der Geschwindigkeit der Düsenjäger sowie der ferngelenkten Raketen aufzuzeichnen. Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen. Reihe I: Deutsche Beiträge und Informationen. Heft Nr. 7. Frankfurt, Institut für Angewandte Geodäsie, 1958, S. 72—74.

[40] Bern, Kümmerly & Frey, 1968.

[41] DAHLBERG, R. E.: Evolution of Interrupted Map Projections. Internationales Jahrbuch für Kartographie II, 1962, S. 36—54.

Anordnungen auch in der thematischen Kartographie Eingang gefunden. Als Beispiele seien der „Oxford Economic Atlas of the World“ [42] (s. Abb. 5), und der „Atlas of Economic Development“ [43] von Norton GINSBURG genannt.

4. Das Zusammenfügen verschiedener Systeme für thematische Weltatlanten

Abschließend soll noch auf neuartige Netzkombinationen hingewiesen sein, die K. H. WAGNER zunächst für die beiden großen Kartenwerke der deutschen Weltkarte und Deutschen Seekarte erstellte [44].

Das neuartige Verfahren besteht darin, zur Erfassung großer und größter Erdräume und deren günstigsten Darstellung nicht nur einen Entwurf zu verwenden, sondern zwei oder mehrere aus demselben oder aus verschiedenen Systemen zu verbinden. Zugrundegelegt wird dabei die Annahme, daß nur echte Entwürfe, die alle die Meridiane als gerade Linien veranschaulichen, und unter diesen nur abstandstreue Formen herangezogen werden. Auf diese Weise kann die Überführung der einzelnen Systeme an den Nahtstellen ohne Sprünge erreicht werden, d. h. die einander zugehörigen Punkte in System I und II decken sich vollständig. Dadurch wird beispielsweise die Darstellung von Nord- und Südamerika einschließlich der Polkappen durch zwei gegensinnig aneinandergesetze schiefachsige, abstandstreue Schnittkegel am vorteilhaftesten durchgeführt. Oder ein Netz von Afrika, Eurasien und Australien wird durch zwei Kegel und einen angesetzten Zylinder erreicht (s. Abb. 6).

Solche und ähnliche Kombinationen können auch der thematischen Kartographie nutzbar gemacht werden. Das im Kartographischen Institut MEYER im Bibliographischen Institut Mannheim in Arbeit befindliche Gesamtwerk „Meyers Großer Physischer Weltatlas“, das in 8 Teilatlanten Biogeographie, Bodenkunde, Geologie, Geomorphologie, Himmelskunde, Klimatologie, Orographie und Ozeanographie weltweit behandeln wird, soll in übereinstimmendem Maßstab 1 : 25 Mill. und in einem von K. H. WAGNER erarbeiteten Netzentwurf entwickelt werden. Das Netz ist ein vermittelndes, das die einzelnen Kontinente ohne störende Unterbrechung unmittelbar aneinanderfügt. Dem bereits erschienenen Band „Atlas zur Oceanographie“ [45] ist auf S. 76 eine Veranschaulichung des im Atlas verwendeten Projektionssystems beigefügt, die die maximale Winkel- und Flächenänderung angibt (vgl. Abb. 7 und 8).

Hiermit sei unsere kurze Umschau beendet. Es besteht kein Zweifel, daß der rasche Fortschritt der thematischen Kartographie und auch ihr Einsatz in noch zu erschließende Bereiche der Weltraum-Kartographie auch hinsichtlich der verwendeten Netzentwürfe noch manche Änderung bringen wird.

---

[42] Oxford University Press 1959.
[43] The University of Chicago Press 1961.
[44] Vgl. WAGNER, K. H.: Über das Zusammenfügen von geographischen Kartennetzen und die Netze der „Deutschen Weltkarte“ und „Deutschen Meereskarte“. Die wissenschaftliche Redaktion. Heft 2, Mannheim 1966, S. 89—117, 28 Abb. und Heft 3, S. 7—55, 31 Abb.
[45] Günter DIETRICH — Johannes ULRICH: Atlas zur Oceanographie. BI-Hochschulatlanten 307 a — 307 m. Mannheim, Bibliographisches Institut 1968. — Ferner sind erschienen: Robert GANSEN — Friedhelm HÄDRICH: Atlas zur Bodenkunde. Ebenda 1965. Erich BEDERKE — Hans Georg WUNDERLICH: Atlas zur Geologie. Ebenda 1968. Karl SCHAIFERS: Atlas zur Himmelskunde. Ebenda 1969.

Zusammenfassung

Die Wahl der Netzentwürfe in der thematischen Kartographie unterscheidet sich mehrfach grundsätzlich von jener in topographischen Karten. Während nämlich diese nur der allgemeinen Orientierung zu dienen haben und somit in großen Maßstäben die unmittelbare Zuordnung der geographischen zu ebenen Koordinaten, in kleinen und kleinsten Maßstäben einen vorteilhaften Überblick erstreben, müssen die Netzentwürfe im thematischen Bereich für ganz bestimmte Zwecke unmittelbar einsatzfähig sein.

Die Netzentwurfswahl zeigt sich im speziellen von folgenden Faktoren abhängig:

a) vom Maßstab,
b) vom Zweck der thematischen Karte,
c) von der Lage, Gestalt und Größe des darzustellenden Gebietes.

Aus den folgenden Ausführungen wird deutlich, daß in großem Maßstab die Frage an sich nicht existiert, da man auf die Unterlagen der Originalkartographie zurückgreift. Der eigenständige Weg der thematischen Kartographie ist auf kleine und kleinste Maßstäbe festgelegt. Der Zweck, dem die Karte dient, wird im Ferneren die grundlegende Treueeigenschaft bestimmen, die nun, je nach Lage, Gestalt und Größe des darzustellenden Gebietes mit einem Minimum an sonstigen Verzerrungen zu entwickeln ist. Flächentreue Netze dienen in erster Linie den Verbreitungs-, winkeltreue den Navigationskarten. Die Darstellung der gesamten Erde, eines der größten Probleme, kann in Form von Planigloben, Planisphären, in zerlappter Anordnung oder durch das Zusammenfügen verschiedener Systeme günstig erzielt werden.

Summary

On the Choice of Projections in Thematic Cartography

The choice of projections in thematic cartography differs fundamentally and repeatedly from that used for topographic maps. Because these should only serve for a general orientation they aspire therefore in large scales an immediate relation of geographic coordinates to those of GAUSS-KRÜGER or transverse MERCATOR coordinates. In small and smallest scales they aim for an advantageous view without distortions. Projections in thematic cartography should be immediately useable for certain aims.

What projection is selected depends on the following factors:

a) scale,
b) purpose of the thematic map,
c) position on the globe, shape and extent of the area to be mapped.

In the following description it is shown that there are no problems in large scales because one may refer to the topographic maps of national cartography. The independent way of thematic cartography is bound to small and smallest scales. The purpose of the map defines the fundamental spatial property, which is now to develop with a minimum of other distortions according to position, shape and extent of the area to be mapped. Equal-area projections are mostly used for maps of distributions whereas conformal projections are used for navigation maps. The representation of the whole sphere, one of the greatest problems, is possible in form of planiglobes, spheres, interrupted maps or by connection of various systems of projections.

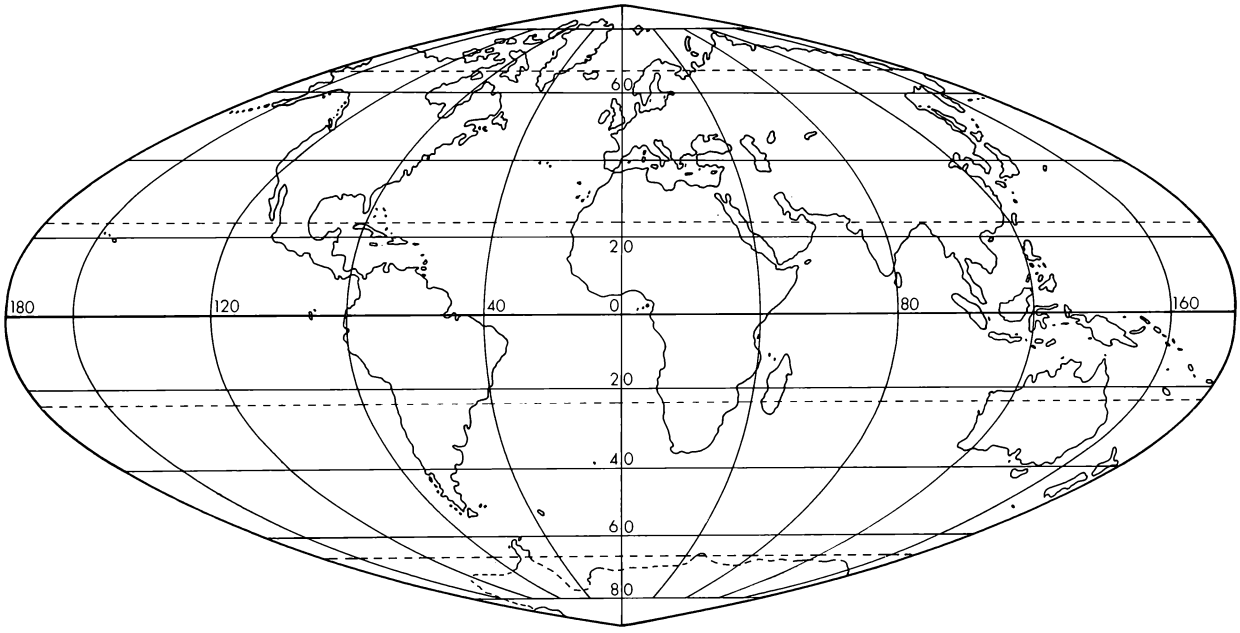


Abbildung 1.
Flächentreue Planisphäre nach Whittemore Boggs (= „the Eumorphic Projection"), loc. cit.

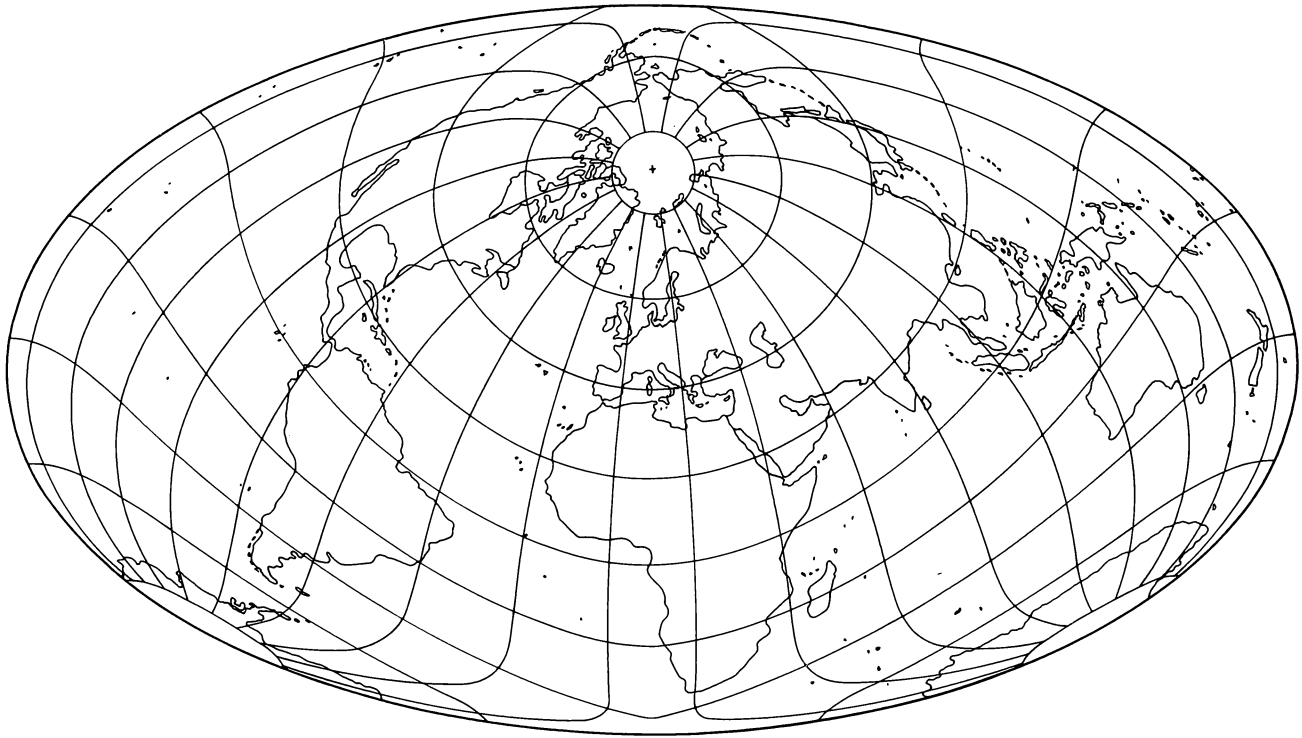


Abbildung 2.
Elliptische flächentreue Projektion der Welt nach W. Briesemeister, loc. cit.

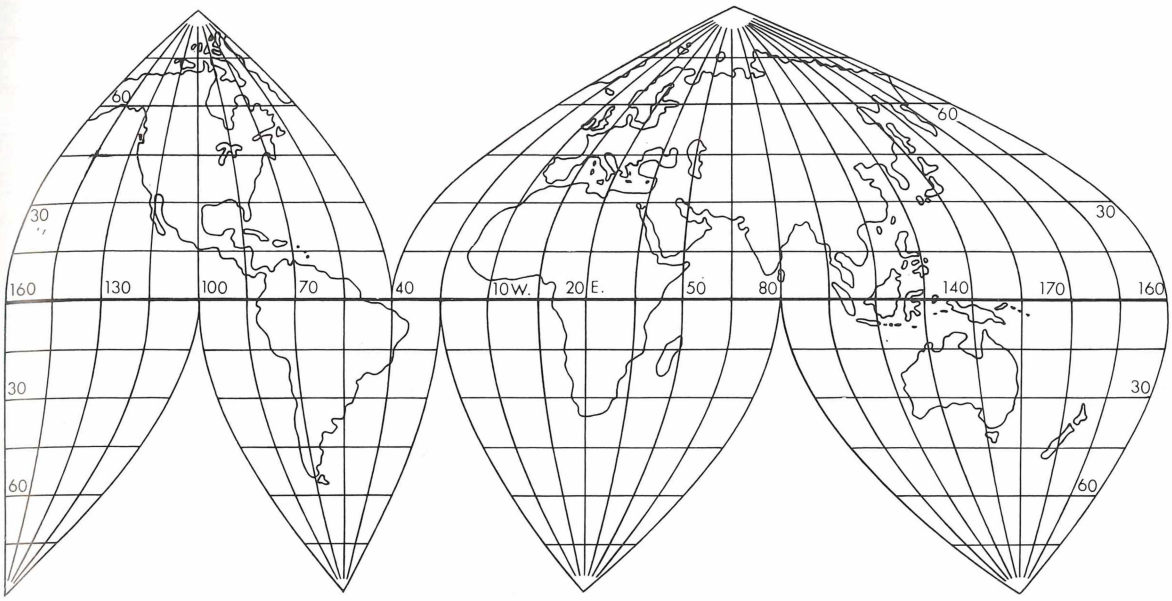


Abbildung 3.
Entwurf von Mercator — Sanson in zerlappter Anordnung, konstruiert für Kontinentbereiche.

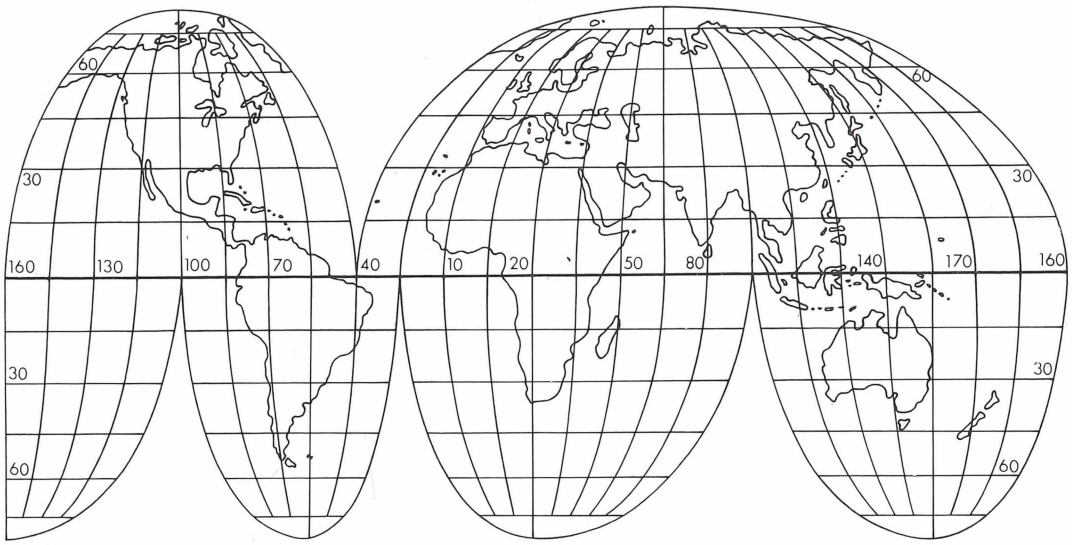


Abbildung 4.
Die Planisphäre von K. Mollweide in zerlappter Anordnung, konstruiert für Kontinentbereiche.

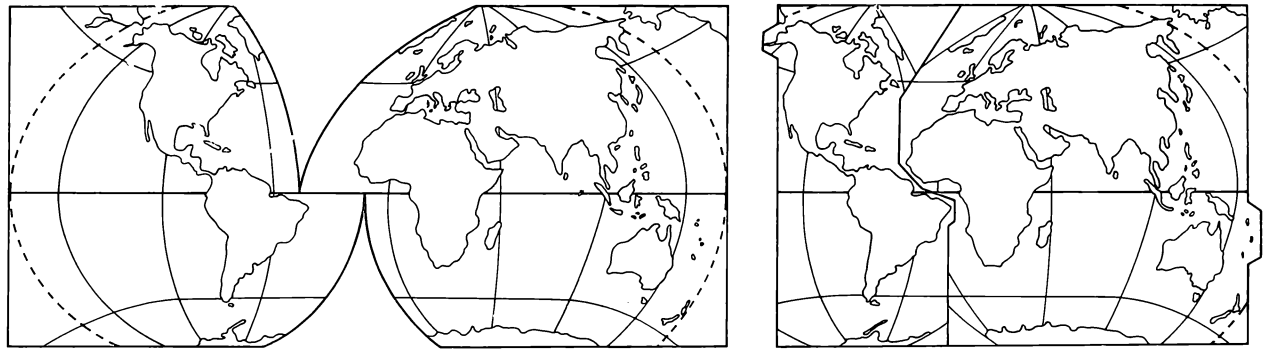


Abb. 5.

„Oxford"-Projektion. Der Entwurf ist flächentreu und bringt die Kontinentbereiche in dem zur Verfügung stehenden Raum im größt möglichen Maßstab.

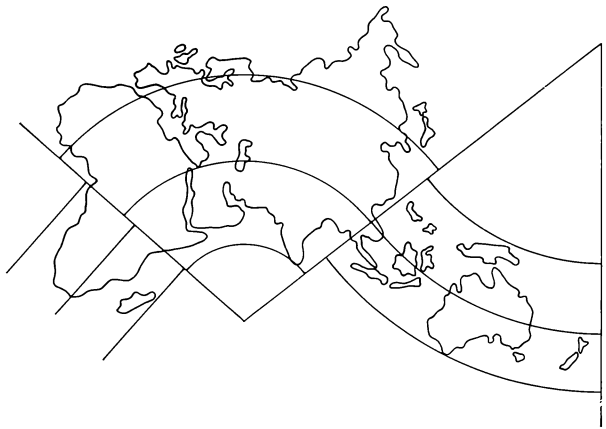
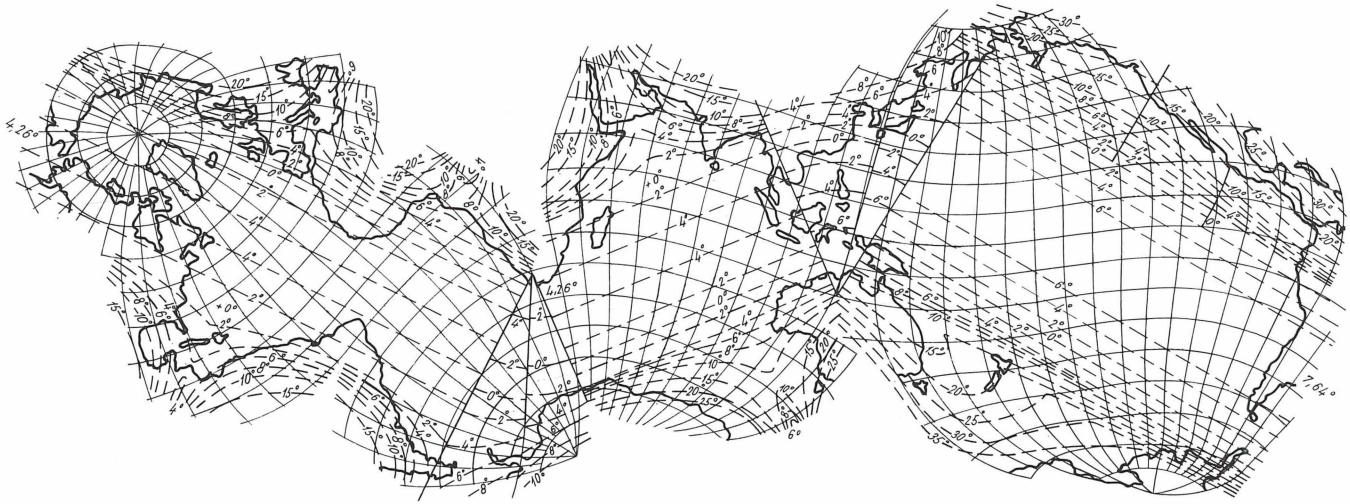


Abb. 6.

Darstellung von Afrika, Eurasien und Australien durch zwei Kegel und einen angesetzten Zylinder nach K. H. Wagner, loc. cit.

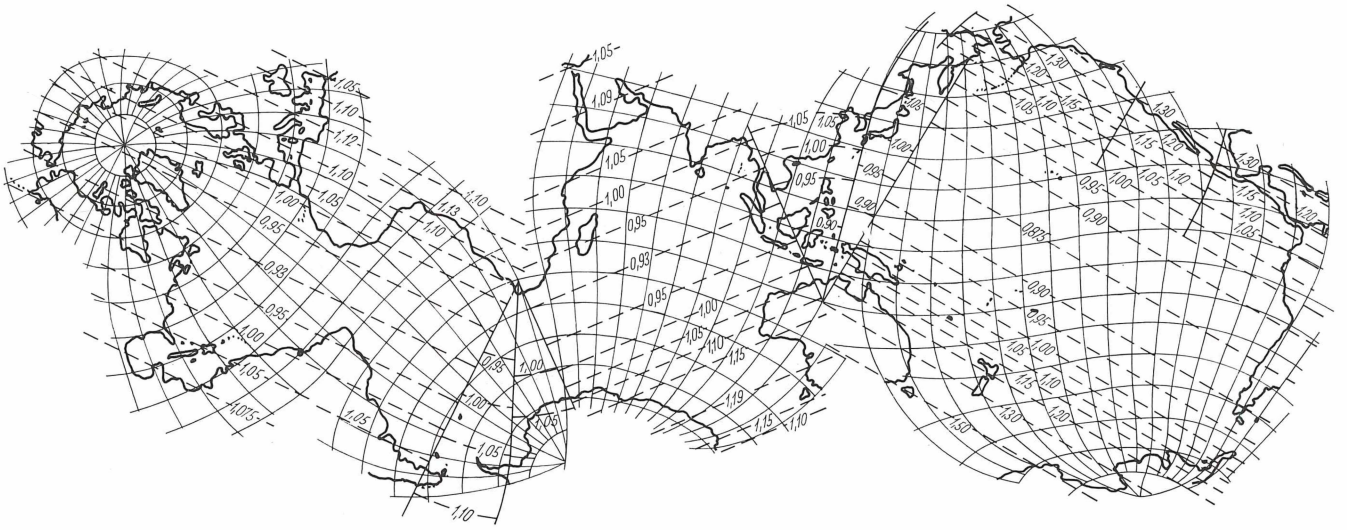


– – – – – – – Linien gleicher Winkeländerung $2\omega_x$

——————— Nahtlinien, an denen die einzelnen Netzteile zusammenstossen

Abbildung 7.

Verzerrungswerte des im „Atlas zur Oceanographie“ von K. H. Wagner verwendeten Projektionssystems. Darstellung der maximalen Winkeländerung $2\,w_{..}$.



– – – – – – – Linien gleicher Flächenänderung S

——————— Nahtlinien, an denen die einzelnen Netzteile zusammenstossen

Abbildung 8.

Verzerrungswerte des im „Atlas zur Oceanographie“ von K. H. Wagner verwendeten Projektionssystems. Darstellung der Flächenänderung S.

Résumé

Le choix des projections dans la cartographie thématique

Le choix des projections dans la cartographie thématique se distingue par principe en plusieurs points de celui dans la cartographie topographique. Tandis que les cartes géographiques ne servent qu'à établir une orientation générale — elles sont conçues pour donner soit une coordination immédiate des coordonnées géographiques avec des coordonnées planes dans les cartes à grande échelle, soit une information synoptique favorable par des cartes à petite échelle — la cartographie thématique a besoin de projections qui répondent à d'autres exigences. Ce choix dépend spécialement des facteurs suivants:

a) de l'échelle,
b) du but de la carte thématique,
c) de la situation, de la configuration et de l'extension du territoire à représenter.

A vrai dire ce problème n'existe pas dans les cartes à grande échelle qui s'appuient sur la base de la cartographie originale. Mais à petite et à très petite échelle, la cartographie thématique doit trouver son propre chemin. Le but pour lequel la carte est destinée détermine ensuite les propriétés géométriques fondamentales qui sont à construire avec un minimum d'altérations, suivant la situation, la configuration et l'extension de la surface à représenter. Des projections équivalentes servent surtout à construire des cartes de distribution; les cartes de navigation nécessitent des projections conformes. La représentation de la terre toute entière — un des problèmes les plus grands — peut être réalisée par la construction de planiglobes, de planisphères, de pans adjacents ou aussi par la réunion de plusieurs systèmes de construction.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1970

Band/Volume: 112

Autor(en)/Author(s): Kretschmer Ingrid

Artikel/Article: Zur Wahl der Netzentwürfe in der thematischen Kartographie 272-291