

werden. So spricht man in Kartographenkreisen von „Fortführung“, wir sprechen lieber von „Aktualisierung“⁴⁾). Hier wird der Aspektwandel im Sprachgebrauch deutlich: Fortführen heißt verwalten, aktualisieren heißt, mitten „drin“ zu sein. Darüber hinaus wird mit dem anderen Begriff auch deutlich, daß eine fünf Jahre alte Karte nicht mehr für besonders aktuell gehalten werden kann. Bei den Straßenkarten sind zwei Jahre alte Karten bereits veraltet und werden aus dem Verkehr gezogen.

Im übrigen gelten die meisten Aussagen hier der TK 50. Es muß in diesem Zusammenhang noch ein Thema wenigstens kurz angesprochen werden. Wir erwarten von den Kartenherstellern, daß sie die *Einzelhausdarstellung* nicht der technischen Revolution opfern, jedenfalls was die genannten Maßstäbe angeht. Im Maßstab 1:100 000 sehen auch wir eine Verbesserung für den Nutzer in einer differenzierenden Flächendarstellung; die TK 50 sollte davon aber auf jeden Fall verschont bleiben. Hier bringt die Einzelhausdarstellung, unterstützt durch farbliche inhaltliche Differenzierungen, für den

Nutzer erheblich mehr, und die von uns angestrebten Legendenverbesserungen würden dies auch verdeutlichen.

Schließlich sehen auch konventionelle Nutzer im technischen Fortschritt, sprich: Computerherstellung, nicht nur Nachteile, sprich: inhaltliche Vereinfachungen, auf sich zukommen. Wir können uns sehr gut vorstellen, daß die erweiterten technischen Möglichkeiten gerade auch dem Nutzer zugute kommen, wenn es um raschere Aktualisierungen bzw. Fortführungszyklen, um thematisch begrenzte Auszüge, um blattschnitt-übergreifende Ausdrücke u. ä. geht. Hier bleiben ja heute noch häufig viele Wünsche offen.

⁴⁾ Die Fortschritte sollen nicht verschwiegen werden: So wird die Nutzerfreundlichkeit bereits durch Angabe des Erscheinungstermins auf dem Deckblatt, durch Hinweise und Formulierungen auf den Karten wie „letzte Nachträge“, „umfassende Aktualisierung“ u. a. gesteigert.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Armin Hüttermann, Schubartstraße 28, W-7142 Marbach a. N.

Kartographische Anamorphosen

Von WOLF-DIETER RASE, Bonn-Bad Godesberg

1 Die Abbildung der Erdoberfläche

Jeder Kartograph weiß, daß die möglichst genaue Abbildung der Erdoberfläche auf die zwei Dimensionen des Kartenblatts als eine wichtige Aufgabe der Geodäsie und Kartographie angesehen wird. Die Abbildung muß reversibel sein, um aus der Lage der Objekte auf dem Kartenblatt wieder auf ihre Lage auf der Erdoberfläche schließen zu können. Bei der Umrechnung der Koordinaten auf der Oberfläche in die Koordinaten des Kartenblatts und wieder zurück sind Fehler unvermeidbar. Zum Beispiel kann die Oberfläche der Erde nicht ohne Verzerrungen auf eine zweidimensionale Fläche abgebildet werden. Bei Welt- und Erdteilkarten sind die Abbildungsfehler sofort erkennbar, etwa das überproportional große Grönland auf einer Mercator-Karte. Abhängig vom Verwendungszweck wird deshalb ein Netzentwurf benutzt, der für ein bestimmtes Kriterium (Winkel, Fläche, Abstand) den geringsten Fehler aufweist oder der einen akzeptablen Kompromiß zwischen allen Abbildungsfehlern liefert.

Wird der Maßstab größer, verringert sich der Umfang der Abbildungsfehler. Ihr Anteil am Gesamtfehler wird im Vergleich mit den anderen Beschränkungen der graphischen Darstellung, etwa der Zeichengenauigkeit, der Auflösung des Auges, der Meßgenauigkeit oder des Papierverzugs, ver-

nachlässigbar gering. Die Fehler des Netzentwurfs verfälschen die Maße kaum, die zum Beispiel aus einer topographischen Karte 1:25 000 (TK 25) abgeleitet werden. Die Entfernung auf der Erdoberfläche wird durch einfache Multiplikation mit dem Abstand auf der Karte bestimmt. Ein Winkel, etwa der Kompaßkurs, wird durch Anlegen eines Winkelmessers an das in der Karte eingedruckte rechtwinklige Gitternetz ermittelt, ohne daß man Abweichungen aufgrund der Abbildungsfehler befürchten muß.*)

Es besteht allgemeiner Konsens, daß die lineare Abbildung im euklidischen Raum eine Grundvoraussetzung für Karten ist, mit der oben genannten Einschränkung für kleine Maßstäbe. Darstellungsformen, die dieser Forderung nicht entsprechen, etwa perspektivische Abbildungen, werden deshalb

^{*)} In diesem Zusammenhang eine Kuriosität am Rande: Die Staaten des Warschauer Paktes haben in den fünfziger Jahren eine Vereinbarung getroffen, alle topographischen Karten nur in verzerrter Form zu veröffentlichen. Die aus solchen Karten berechneten Entfernungen und Winkel sind mit einem zufälligen Fehler behaftet. Dem Gegner sollte dadurch die Möglichkeit der militärischen und geheimdienstlichen Nutzung der Karten genommen werden. Es ist anzunehmen, daß diese Praxis bis in die jüngste Zeit fortgesetzt wurde, obwohl sie seit langem angesichts der Genauigkeit ziviler und militärischer Fernerkundungsverfahren absurd war. Bei der kartometrischen Auswertung solcher Karten ist entsprechende Sorgfalt angebracht.

in den kartographischen Handbüchern als „kartenverwandte Darstellungen“ bezeichnet. Wenn nun die Dimensionen der topographischen Basiskarte als graphische Variablen für thematische Karten benutzt werden, ist das auf den ersten Blick ein Verstoß gegen die allgemein anerkannten Regeln. Der geometrische Ort von Objekten auf dem Kartenblatt ist nicht mehr linear proportional zur Lage auf der Erdoberfläche. Entfernungen lassen sich nicht mehr wie auf „normalen“ Karten durch Ausmessen und Umrechnen ermitteln, denn der Maßstab ist an jedem Punkt verschieden und meistens auch richtungsabhängig. Linienförmige oder flächenförmige Objekte verlieren durch die nicht-lineare Abbildung ihre gewohnte Form, sie werden möglicherweise nicht mehr wiedererkannt. In den folgenden Ausführungen soll gezeigt werden, daß sich diese „regelwidrigen“ Karten dennoch unter bestimmten Umständen für die effektive Übermittlung von Informationen eignen.

2 Räumliche Perzeption

Es gehört zur allgemeinen Lebenserfahrung, daß wir unsere nächste Umgebung besser kennen als weiter entfernte Regionen. Was weiter entfernt ist, erscheint uns kleiner, wird weniger differenziert oder gar verfälscht gesehen. Die Erklärung dafür ist, daß die Kontakte mit anderen Menschen oder Institutionen mit zunehmender Entfernung geringer werden. Die Intensität der Interaktionen auf der Erdoberfläche verhält sich also umgekehrt zur Entfernung. Aufgrund dieser grundlegenden Einsicht haben die Geographie und andere Raumwissenschaften versucht, qualitative und quantitative Modelle zu entwickeln, mit denen sich entfernungsabhängige Verhaltensweisen und Prozesse im Raum erklären und vorhersagen lassen (zusammenfassende Darstellungen in BUNGE, 1966; CHORLEY und HAGGETT, 1967).

Die Intensität der Interaktion ist nicht homogen über die Fläche verteilt, sondern abhängig von der Gestalt der Erdoberfläche und der natürlichen und anthropogenen Ausstattung. Auf Straßen, Schienen und Flüssen ist der Transport von Gütern einfacher; natürliche Hindernisse wie Gebirge, Wüsten oder große Wasserflächen erschweren dagegen den Austausch. Die Interaktionsfelder sind in der Regel inhomogen und anisotrop und im Vergleich mit dem euklidischen Raum verzerrt. Das Bild von der Welt in unseren Köpfen, insbesondere in bezug auf die Entfernungen, orientiert sich an den Interaktionsfeldern, die wir direkt oder indirekt, aus eigener Erfahrung oder durch die Beschreibung anderer kennengelernt haben. Die individuelle oder auch gruppenspezifische Perzeption des Raumes läßt sich durch empirische Untersuchungen belegen (HEINEKEN, 1991).

Die Vorstellung von der näheren und fernerer Umgebung ist bei jedem Individuum unterschiedlich ausgeprägt, abhängig etwa von der Ausbildung, dem kulturellen Hintergrund, der Lebenserfahrung und noch vielen anderen Faktoren. Die „geistigen Karten“ (*mental maps*) sind weit entfernt von der linearen Abbildung einer ordentlichen amtlichen Karte (viele Beispiele bei DOWNS und STEA, 1977). Vielen Menschen ist dieses Phänomen intuitiv bewußt. Zum Beispiel werden vielerorts Ansichtskarten, Poster und T-Shirts angeboten, insbesondere in Universitätsnähe, deren Überschrift „Die Sicht des x-ers von der Welt“ oder so ähnlich lautet. Für x steht der jeweilige Verkaufsort, etwa Bochum, Bonn, Berlin oder Boston. Die Graphik entspricht grob dem Modell der Entfernungsabhängigkeit; die nächste Umgebung ist besonders groß und ausführlich dargestellt, mit zunehmender Entfernung nimmt die Genauigkeit der dargestellten Objekte ab, unter witziger Übertreibung der wachsenden Unkenntnis.

Warum werden solche „Karten“ gekauft? Der Einheimische erkennt wahrscheinlich seine individuelle, nicht-lineare Perzeption des Raumes wieder. Er ist stolz darauf, daß sein Wohnort in der Mitte der Welt liegt, wenn auch nur auf dem T-Shirt. Der ortsfremde Besucher findet möglicherweise seine Vorurteile über die beschränkte Weltsicht der Einwohner der betreffenden Stadt bestätigt. Die karikaturistische Überhöhung beruhigt in beiden Fällen das durch die eigene Überheblichkeit verursachte schlechte Gewissen.

3 Traditionelle Darstellung nichteuklidischer Räume

Die Darstellung von nichteuklidischen Räumen ist kein neuer Gegenstand der Kartographie. In jedem Handbuch zur thematischen Kartographie findet man zum Beispiel Techniken für die Visualisierung von Zeitentfernungen. In der Praxis waren ihrer Nutzung wegen des hohen Aufwandes für die Datenbeschaffung und Zeichnung wirtschaftliche Grenzen gesetzt. Mit der zunehmenden Verfügbarkeit von Elektronischer Datenverarbeitung und Geo-Informationssystemen sind die Kosten für die Bereitstellung und die Analyse von statistischen und geometrischen Informationen kein bedeutender Faktor mehr. Ein wirtschaftlicher Hintergrund für die Anwendung solcher Darstellungen ist damit entfallen.

Isochronen, also Linien gleicher Zeitentfernung von einem Bezugspunkt, werden am häufigsten benutzt. Isochronen-Karten sind auch für den unübten Kartenbetrachter leicht zu verstehen, zum einen wegen der Analogie zur Geländedarstellung mit Höhenlinien, zum anderen, weil der Unterschied zwischen Wegentfernung und Zeitentfer-

nung jedem Verkehrsteilnehmer geläufig ist. Für die Realisierung kann man auf die Techniken zurückgreifen, die für Isolinien entwickelt wurden. GOULD und WHITE (1974) haben eine Reihe von Beispielen für „Karten im Kopf“ und ihre graphische Transkribierung zusammengetragen.

Isochronen-Karten sind deshalb auch einfach zu verstehen, weil die Zeitentfernung von einem Punkt aus gemessen wird. Insbesondere in Raumplanung und Raumordnung sind viele Fragestellungen zu bearbeiten, die „multizentrisch“ sind. Für eine planerische Entscheidung ist es zum Beispiel wichtig, wie die zeitliche Erreichbarkeit vom Wohnort zu mehreren benachbarten Zentren aussieht. Die Überlagerung mehrerer Zeitoberflächen und ihre Darstellung mit Isolinien ist zwar möglich, aber kaum noch in einer Karte lesbar. Man behilft sich mit der Kartierung von zusammengesetzten Indikatoren, Bewertungsziffern oder Rangfolgen zur Erreichbarkeit. Das Erkenntnis- und Verständnisproblem wird damit von der kartographischen Darstellung in das Berechnungsverfahren verlegt.

4 Graphische Variablen

In der überwiegenden Anzahl der Fälle werden allein die graphischen oder visuellen Variablen Größe, Helligkeit, Farbe, Orientierung und Form für die graphische Transkribierung räumlich verteilter Informationen genutzt. Die Transformation mit den Abbildungsfunktionen einer der üblichen Netzentwürfe ergibt das gewohnte Bild einer topographischen oder thematischen Karte. Die Dimensionen des Kartenblatts können ebenfalls als graphische Variablen dienen. Die Transformation der geometrischen Orte von der Erdoberfläche auf das Kartenblatt ist nicht mehr linear, sondern eine Funktion der Variablenwerte. Zur Unterscheidung von „normalen“ Karten spricht man von *kartographischen Anamorphosen* (BERTIN, 1974). Der in der anglo-amerikanischen Literatur gebräuchliche Terminus *cartogram* würde in seiner wörtlichen Übersetzung zu Mißverständnissen führen, weil *Kartogramm* in der deutschsprachigen Literatur mit einer anderen Bedeutung belegt ist.

Der Gebrauch der Dimensionen des Kartenblatts als graphische Variablen ist relativ selten, vor al-

lem, weil die manuelle Konstruktion der Abbildung sehr aufwendig ist. In den Geo-Informationssystemen stehen nun die geometrische Datenbasis und die Werkzeuge zur Verfügung, um die Zeichnung von Anamorphosen zu wirtschaftlich vertretbaren Kosten zu ermöglichen.

5 Unifunktionale Anamorphosen

Die einfachste Form der kartographischen Anamorphose ist die unifunktionale Transformation. Für alle Punkte in der Karte, etwa in einem Grenznetzwerk, wird eine Transformationsfunktion mit einem vorgegebenen Zentral- oder Referenzpunkt festgelegt. Das Rechenverfahren läuft folgendermaßen ab:

- Für jeden Punkt wird die Länge der Strecke zum Referenzpunkt und der Winkel der Strecke berechnet.
- die Streckenlänge $dist$ wird mit einer Funktion umgerechnet, die den Raum nichtlinear verzerrt.
- Mit dem transformierten Entfernungsbetrag $dist_{neu}$ und dem Winkel werden neue Koordinaten für den Punkt berechnet.

Die Umrechnung der Entfernung kann zum Beispiel nach der einfachen Formel erfolgen:

$$dist_{neu} = (dist / dmax)^{exp} \cdot dmax$$

Der Parameter $dmax$ gibt die maximale Entfernung vom Zentralpunkt an. Je kleiner das Verhältnis von $dist$ zu $dmax$ ist, um so größer ist die Verdrängung vom ursprünglichen Ort. Ist $dist$ gleich $dmax$, bleiben die Koordinaten unverändert. Hat der Exponent exp den Wert 1.0, bleibt die Entfernung unverändert. Ein Exponent mit dem Wert 0.5 entspricht der Quadratwurzel, der Wert 0.3333 der Kubikwurzel. Je kleiner der Exponent ist, um so größer ist die Verdrängung von der ursprünglichen Position (s. Abb. 1).

Die Abbildung 2 mit den Grenzen der Bundesländer aus verschiedenen Blickwinkeln ist ein Beispiel für eine einfache unifunktionale Anamorphose. Auch im Kartenlesen ungeübte Betrachter (oder gerade diese) erkennen intuitiv die humoristische Übertreibung der föderalen Eigenheiten in der Bundesrepublik Deutschland. Die Exponenten für die Umrechnung der Entfernungen für jeden Blickwinkel bewegen sich im Bereich von 0.33 bis 0.6. Der Referenzpunkt entspricht jeweils dem Flächenschwerpunkt des Landes. Diese Abbildung ist na-

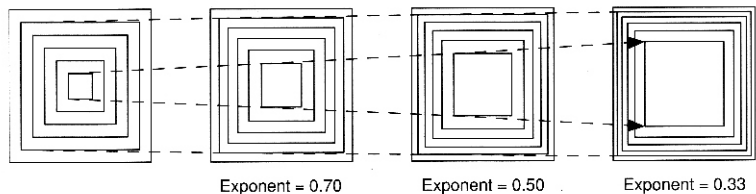


Abb. 1: Wirkung des Exponenten-Betrages auf die Abbildung

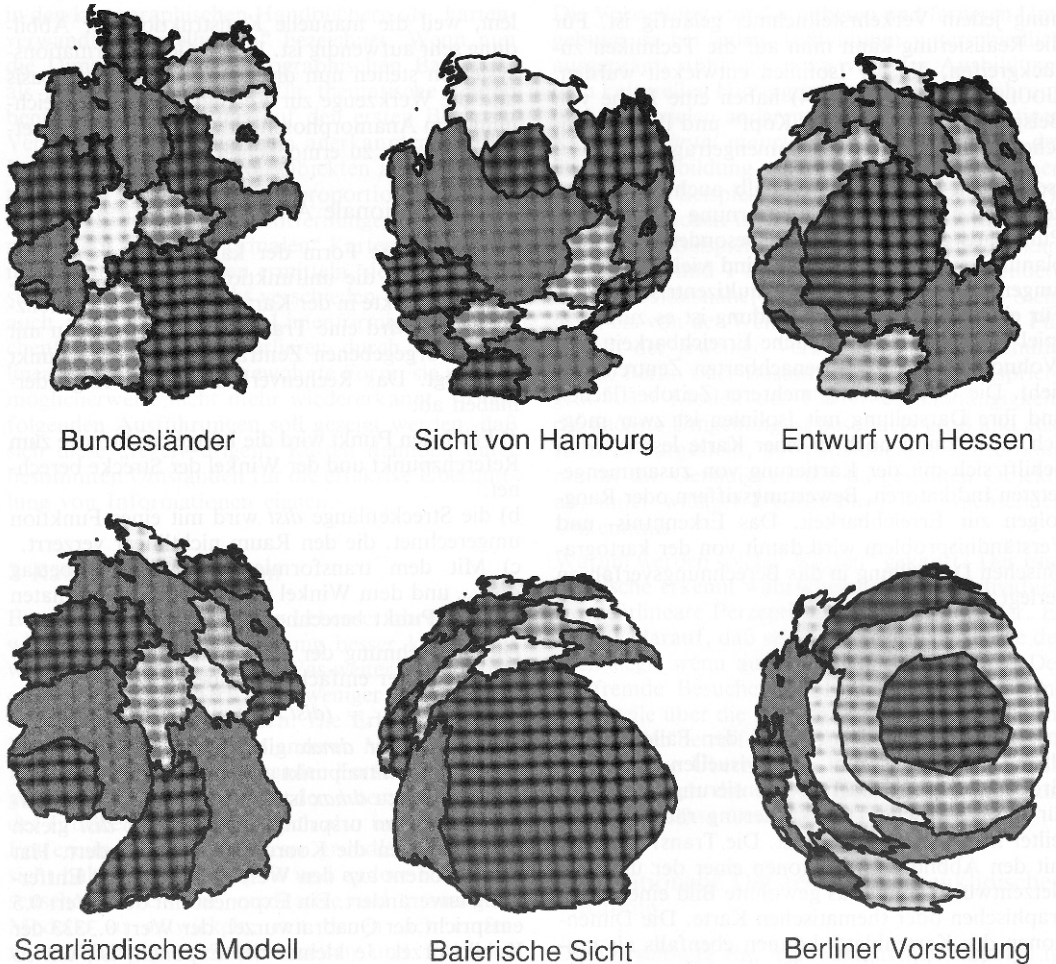


Abb. 2: Verschiedene Ansichten der Bundesrepublik Deutschland

türlich ein Spaß, ohne empirischen Beleg für die Transformationsfunktion, die Lage des Referenzpunktes und die Größe der Exponenten. Für die ernsthafte wissenschaftliche Arbeit wird eine Transformationsfunktion als Annahme in einem Modell festgelegt oder empirisch ermittelt. Die Entfernungsfunktion muß auch nicht wie in diesen Beispielen isotrop sein, sondern kann sich mit der Richtung der Verbindungsstrecke zum Zentralpunkt ändern.

6 Multifunktionale Anamorphosen

Wie schon erwähnt, gibt es in der räumlichen Planung viele Fragestellungen, die nicht nur auf einen Punkt bezogen sind, sondern bei denen mehrere Punkte oder Bezugseinheiten Einfluß auf die Form des Interaktionsfeldes nehmen. Das nicht-

euklidische Interaktionsfeld wird durch Verzerrung der Dimensionen des Kartenblatts dargestellt, indem die Achsenabschnitte des Kartenblatts als graphische Variablen verwendet werden. MULLER (1983) hat versucht, Räume mit nichteuklidischen Metriken kartographisch darzustellen, indem er unter anderem einen richtungsabhängigen Maßstab benutzte. Diese Darstellungsform stellt hohe Ansprüche an das mathematische Vorwissen und die Interpretationsfähigkeit der Kartenleser.

Die flächenproportionalen Anamorphosen dagegen werden von vielen Betrachtern ohne lange Erklärungen intuitiv verstanden. Die Grenzen von flächenhaften Bezugseinheiten werden so verzerrt, daß der Flächeninhalt jeder Einheit möglichst proportional zu einem zugeordneten Wert ist. Dabei sollte die Form der Einheit so weit wie möglich und die topologische Struktur des Netzwerks (die Nach-

barschaftsverhältnisse) immer erhalten bleiben: Dadurch ist es leichter, den geistigen Bezug zur ursprünglichen Form der Flächeneinheiten herzustellen. Die ursprüngliche, unverzerrte Form muß dem Kartenleser zum Vergleich vorliegen, entweder als Bild in seiner Vorstellung oder als Karte auf einem Zeichnungsträger.

Das Verfahren zur Konstruktion von Anamorphosen muß man sich wie eine Karte auf einem Gummituch vorstellen, das an manchen Stellen auseinandergezogen, an anderen Stellen gestaucht wird. Die „Gummituch-Technik“ wird seit langem in der Geodäsie und in Geo-Informationssystemen für die Transformation von Koordinaten angewendet. Das Ziel ist zum Beispiel der Ausgleich von Ungenauigkeiten bei der Messung, Zeichnung und Digitalisierung oder die Transformation von einem Netzentwurf in einen anderen (FISCHER, 1979). Bei Anamorphosen wird das Gegenteil angestrebt, nämlich die kontrollierte Verzerrung des Raumes als Funktion der Attribute für die Bezugseinheiten. Man kann die flächenbezogenen Anamorphosen auch als Projektion auffassen. Die Zielfunktion der Abbildung ist die Erzeugung von Flächen gleicher Dichte („density equalizing map projection“; MERRILL, SELVIN und MOHR, 1991).

Die Stärke und Richtung des Feldes, das die nicht-lineare und anisotrope Transformation des Kartenbilds bewirkt, kann auch durch andere Parameter als die Attribute von Bezugsflächen definiert sein. Die flächenproportionalen Anamorphosen haben den Vorteil, daß sie sehr anschaulich sind und deshalb auch von weniger geübten Kartenlesern verstanden werden.

Verschiedene Ansätze für die Konstruktion von flächenproportionalen Anamorphosen wurden verfolgt. TOBLER (1973) bildet zuerst die Flächeneinheiten und die Attributwerte auf ein rechteckiges Gitternetz ab. Anschließend werden die Maschen des Netzes proportional zu den Attributwerten für jede Masche in einem iterativen Prozeß vergrößert oder verkleinert. Ist die vorgegebene Anzahl der Iterationen oder die Fehlergrenze erreicht, werden die Koordinaten der Bezugseinheiten auf das verzerrte Gitter zurücktransformiert. Der Algorithmus ist ziemlich aufwendig und der Restfehler relativ groß. Aus diesen Gründen sind seiner Anwendung auf Grenznetzwerke mit vielen Punkten und Flächeneinheiten technische und wirtschaftliche Grenzen gesetzt.

Der Algorithmus von DOUGENIK, CHRISMAN und NIEMEYER (1985) vermeidet den Umweg über ein regelmäßiges Gitter und alle damit verbundenen Probleme. Die „Kräfte“, die alle Bezugseinheiten auf das Liniennetzwerk ausüben, werden für jeden Punkt der Linien als Vektoren aufsummiert. Die Kräfte nehmen mit der Entfernung ab. Die Ver-

schiebung der Punkte erfolgt aufgrund der Beträge der Richtungsvektoren. Die Verdrängung wird in einem iterativen Prozeß durchgeführt. Am Anfang des Iterationsverfahrens ist der Betrag der Verschiebung etwas kleiner als berechnet, damit die Versetzungen nicht zu groß ausfallen und möglicherweise die topologische Struktur stören. In jedem Zyklus werden die Vektoren mit den veränderten Lagekoordinaten der Bezugseinheiten neu berechnet und die Punkte wieder verschoben. Die Iteration wird solange fortgesetzt, bis die maximale Anzahl der Schritte oder ein Grenzwert für den Restfehler erreicht ist. Durch Einsetzen von zusätzlichen Stützpunkten in lange Linien während der Iteration wird der visuelle Eindruck verbessert. Die Abbildung ist nicht umkehrbar: Aus der Lage der Punkte in der Anamorphose kann nicht mehr auf die Punktkoordinaten in der realen Welt geschlossen werden.

DOUGENIK und Mitautoren beschreiben den Algorithmus und die darin verwendeten Formeln sehr ausführlich. Die Umsetzung in ein Computerprogramm bereitet keine besonderen Schwierigkeiten. Der Rechenaufwand ist im Vergleich mit einer einfachen Choroplethenkarte recht hoch, da jeder Punkt im Grenznetzwerk mit jeder Flächeneinheit in Beziehung gesetzt wird, und das in jedem Iterationsschritt. Die Autoren machen einige Vorschläge zur Verringerung des Rechenaufwandes. Zum Beispiel könnten weit entfernte Punkte unberücksichtigt bleiben, da in diesem Fall die Verdrängungskräfte vernachlässigbar klein sind. Ob dieser zusätzliche Programmaufwand angesichts der immer höheren Rechnergeschwindigkeiten sinnvoll ist, steht auf einem anderen Blatt.

Bei der Implementierung des Algorithmus in ein Programm für die Zeichnung von Choroplethenkarten (CHOROS, RASE, 1991) wurde die Möglichkeit vorgesehen, die Position von ausgewählten Linien und die Form bestimmter Bezugseinheiten zu erhalten. Damit hat der Anwender zusätzliche Parameter zur Steuerung der Verzerrung zur Verfügung. Mit der letzteren Option läßt sich die Form von Inseln besser bewahren. Die Bezugseinheiten können wie bei einer „normalen“ Choroplethenkarte mit einer Signatur gefüllt werden, die eine Variablenklasse repräsentiert. In der Abbildung 3 sind das die Stufen der Bevölkerungsveränderung (eine farbige Darstellung ist natürlich anschaulicher).

Die Anamorphose für die Kreise der Bundesrepublik mit 571 Polygonen und anfangs 12 787, am Ende 16 512 Koordinaten benötigte 21 Minuten CPU-Zeit auf einem Rechner DEC VAXstation 3100/76. Die Restfehlerrate von 2,8 Prozent wurde nach elf Iterationsschritten erreicht.

Vor kurzem haben MERRILL, SELVIN und MOHR

(1991) einen neuen Algorithmus für flächenproportionale Anamorphosen vorgestellt, der die Probleme der bisherigen Algorithmen überwinden soll. Nach einer Datenreduktion in den Linien werden die Polygone in Dreiecke zerlegt (Delaunay-Triangulation) und die Polygonattribute auf die Dreiecke umgerechnet. Die Transformationsfunktion für das Dreiecksnetz wird durch eine Optimierungsrechnung ermittelt. Die Autoren benutzen dafür ein Programm aus einer weit verbreiteten mathematischen Unterprogramm-Bibliothek (Subroutine EV03VDF aus der NAG-Bibliothek). In

der Tat ist der Algorithmus aus mathematischer Sicht eleganter als etwa der Algorithmus von DOUGENIK, CHRISMAN und NIEMEYER. Die Abbildungsfunktion ist wie bei jedem ordentlichen Netzentwurf reversibel, d. h., aus dem geometrischen Ort in der Anamorphose kann die Lage eines Punktes auf der Erdoberfläche rekonstruiert werden. Beim Blick auf die Rechenzeiten der von den Autoren benutzten Beispiele gerät man allerdings ins Grübeln. Extrapoliert man diese Zeiten auf die Anzahl der Polygone und Koordinaten der Abbildung 3, würden selbst auf Großrechnern Laufzeiten von

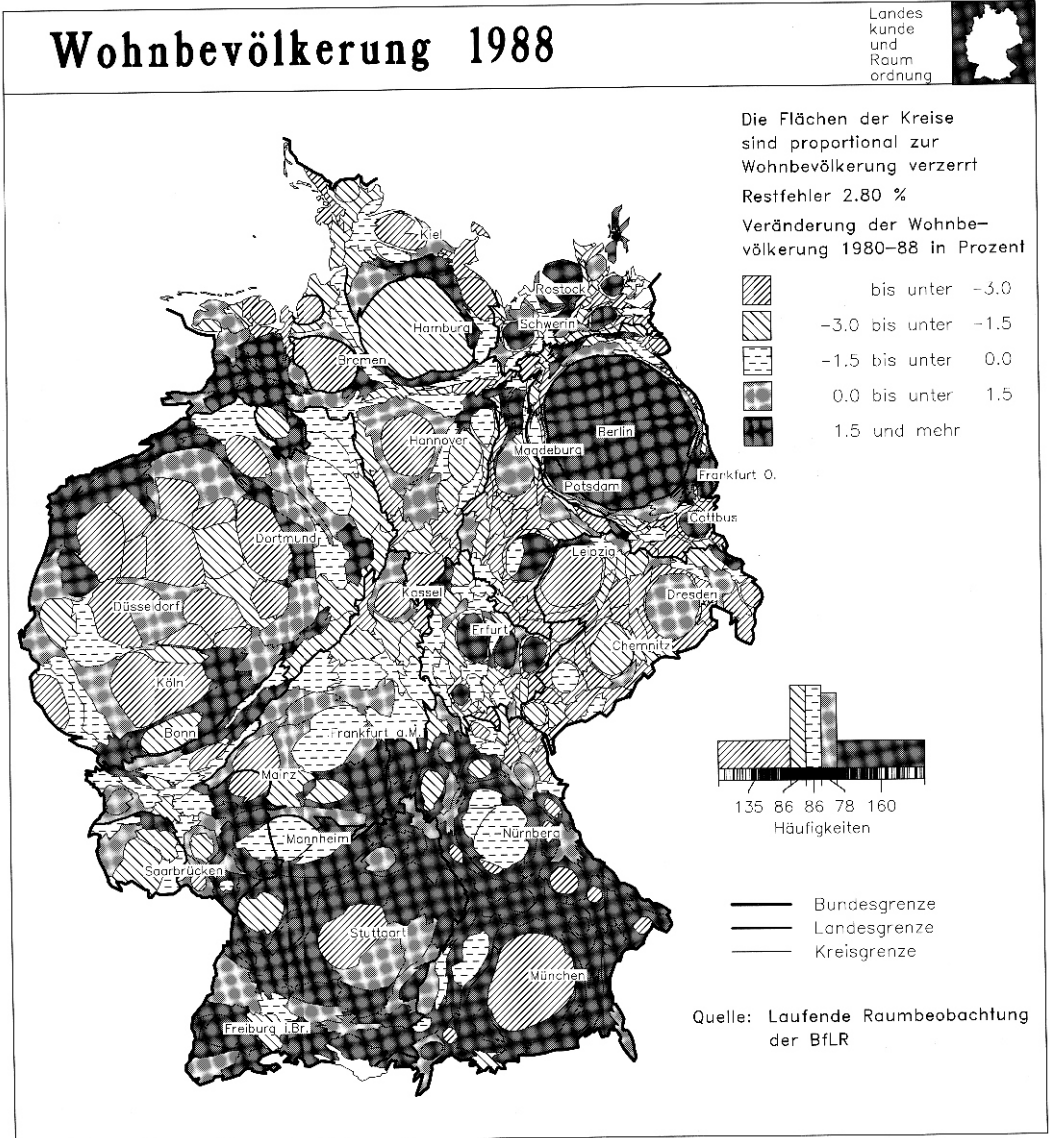


Abb. 3: Flächenproportionale Anamorphose der Bundesrepublik Deutschland

Tagen, wenn nicht Wochen, entstehen – ein nicht mehr tragbarer Aufwand. Dazu stellt sich die Frage, ob für diese Darstellungsform das Kriterium der Reversibilität wirklich unabdingbar ist.

7 Wozu kartographische Anamorphosen?

Es ist klar, daß sich kartographische Anamorphosen nicht zur Ermittlung von Winkeln und Entfernungen eignen. Die Flächeninhalte in Abbildung 3 wird man auch kaum nachmessen, sondern die Einwohnerzahlen aus einer Tabelle entnehmen. Wozu dann der ganze Aufwand? Die Karten haben ihren Nutzen an erster Stelle im *Überraschungseffekt*, der beim Betrachter durch die Abweichung von der gewohnten, unverzerrten Geometrie ausgelöst wird. Die erhebliche Vergrößerung der Flächen in den Ballungsräumen, insbesondere im Ruhrgebiet, macht deutlich, wie die Bevölkerung der Bundesrepublik in diesen Kreisen konzentriert ist. Auf der anderen Seite sind die Flächen der Kreise mit geringeren Einwohnerzahlen und niedrigerer Dichte geschrumpft. Die Darstellung der Gegensätze durch die Veränderung der Form löst einen Erkenntnisprozeß aus (so hoffen die Kartenentwerfer), der den Kartenleser veranlaßt, sich mit der Problematik der unterschiedlichen Siedlungsdichten zu beschäftigen. Kartographische Anamorphosen sind, wenn man so will, *Provokationen*, die auf bestimmte Probleme aufmerksam machen und den Betrachter zu weitergehenden Analysen anregen sollen.

Literatur

Bertin, J. (1974): Graphische Semiologie. Berlin, 1974.

Bunge, W. (1966): Theoretical geography. 2nd revised and enlarged edition. Lund Studies in Geography, Ser. C. No. 1.

Chorley, R. J. und P. Haggett (Ed.) (1967): Models in geography. London, 1967.

Dougenik, J. A., N. R. Chrisman und D. M. Niemeyer (1985): An algorithm to construct continuous area cartograms. In: Professional Geographer, 37 (1), 1985, 25–81.

Downs, R. M. und D. Stea (1977): Maps in minds. New York, 1977.

Fischer, E.-U. (1979): Zur Transformation digitaler kartographischer Daten mit Potenzreihen. In: Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Reihe I, Nr. 79, 23–42.

Gould, P. und R. White (1974): Mental maps, Harmondsworth, 1974.

Heineken, E. (1991): Der Einfluß nichträumlicher Merkmale auf die kognitive Deutschlandkarte West- und Ostberliner Schüler. In: Geographische Zeitschrift, Jg. 79, Heft 2 (1991), 59–74.

Merrill, D. M., S. Selvin und M. S. Mohr (1991): Analyzing geographic clustered response. Proceedings of the 1991 Joint Statistical Meetings of the American Statistical Association. Atlanta GA. Langfassung: Lawrence Berkeley Laboratory Report No. 30954, June 1991.

Müller, J.-C. (1983): Die nichteuklidische Darstellung funktionaler Räume. In: Kartographische Nachrichten 1/83, 10–19.

Rase, Wolf-Dieter (1991): Benutzerhandbuch für CHOROS V6.4. Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Bonn, 1991.

Tobler, W. R. (1970): Geographischer Raum und Kartenprojektionen. In: Bartels, D. (Hrsg.); Wirtschafts- und Sozialgeographie, Köln, 1970.

Tobler, W. R. (1973): Cartogram programs. Cartographic Laboratory Report No. 3, Department of Geography, University of Michigan, Ann Arbor, 1973.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Geogr. Wolf-Dieter Rase, Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Postfach 200130, W-5300 Bonn 2

Berichte

Dayrex – ein neues Material sorgt für Fortschritte in der Kartographie

Ein Praxisreport

Wie in jeder Stadtverwaltung hat auch die Reprografie des Hauptamtes der Stadt Krefeld eine Vielzahl verschiedener „Kunden“: Zum Beispiel das Vermessungs- und Katasteramt, das Bauordnungsamt, das Hochbauamt, das Tiefbauamt, das Planungsamt, das Umweltamt, das Grünflächenamt u.a.m. All diesen Ämtern ist gemeinsam, daß dort geplant, vermessen und gezeichnet wird und daß die dort entstehenden Zeichnungen den gesetzlichen Vorschriften folgend und anderen Bedürfnissen entsprechend aktualisiert, vervielfältigt und zu neuen Plänen zusammengefaßt werden. Vielfach müssen alte Pläne aus den Archiven erneuert und den heutigen Verhältnissen angepaßt werden. Dazu

dient ein umfangreicher reprografischer Gerätepark, der aber im wesentlichen auf das Hauptaufgabengebiet, die Druckvorbereitung und die Herstellung von Karten und Planungsunterlagen der Stadt Krefeld ausgerichtet ist.

In enger Kooperation mit der Kartographie des Vermessungs- und Katasteramtes entstand nachfolgender Ablaufplan für die Erstellung der Stadtkarte, die gleichzeitig Vorlage für die Deutsche Grundkarte im Maßstab 1:5000 ist:

1. 32 Flurkarten im Maßstab 1:500 bilden die Grundlage für ein Blatt der Stadtkarte 1:2500. Diese sich häufig verändernden Flurkarten werden