

Stimmzettels vorgelegt wird. Erstmals wird zusätzlich zur weiteren Information eine Wahlzeitung erscheinen, in der sich alle Kandidaten mit Bild und kurzem beruflichem Werdegang vorstellen.

Neben der Direktwahl während der Mitgliederversammlung ist die Stimmabgabe durch Briefwahl möglich. Die Unterlagen für die Briefwahl sind ab 14. April 1975 beim Wahlausschuß erhältlich. Letzter Absendetermin der Wahlbriefe ist der 19. Mai 1975 (Poststempel).

Der Wahlausschuß hofft, daß möglichst viele Mitglieder an der Vorstandswahl teilnehmen.

Für den Wahlausschuß
WOLFRAM POBANZ

DK 528.94(084.122):65.011.56

Kartographische Darstellung dynamischer Vorgänge in computergenerierten Filmen

von WOLF-DIETER RASE, Bonn - Bad Godesberg *)

1. Trickfilme als Darstellungsmittel zeitabhängiger Vorgänge

Die Karte dient in einem räumlich orientierten Informationssystem hauptsächlich der Visualisierung eines räumlichen Sachverhalts. Auf einem verkleinerten und generalisierten Abbild der Erdoberfläche in zwei Dimensionen des Raumes werden statistische Informationen durch Zeichen und Superzeichen dargestellt, deren Bedeutung als bekannt vorausgesetzt oder in einer Legende erklärt wird. Rein schematisch betrachtet wird eine zweidimensionale Zahlenmatrix in ein Modell des Raumes umgesetzt. Diese Matrix gibt aber nur den Zustand der Wirklichkeit zu einer bestimmten Zeit wieder, sie ist sozusagen eine Momentaufnahme, in der die Veränderungen auf der Zeitachse eingefroren sind. In vielen Fällen benötigt man aber mehrere Matrizen mit unterschiedlichem Ort auf der Zeitachse, z. B. für räumliche Prognosen, zur Analyse von zeitabhängigen Prozessen, etwa Innovationsvorgängen oder auch von geomorphologischen Entwicklungen. Die kartographische Wissenschaft hat eine Reihe von Darstellungsmethoden für solche zeitdynamischen Phänomene entwickelt, die aber wie Einzelkarten für jeden Zeitschnitt den großen Nachteil haben, daß sie bei steigender Anzahl der Zeitschnitte nicht mehr überschaubar und damit direkt vergleichbar sind (1).

Es ist natürlich kein Problem, die Daten der Volkszählungen von 1950, 1961 und 1970 kartographisch so aufzubereiten, daß sie auch dem weniger geübten Betrachter einen sinnvollen Vergleich ermöglichen. Aber schon bei mehr als fünf Zeitschnitten wird die unmittelbare visuelle Erfassung problematisch. Bei Modell-

simulationen, wo die Zeitschnitte sehr schnell aufeinanderfolgen, ist die Darstellung der Entwicklung in Karten und Diagrammen fast unmöglich.

Die Natur hat dem Menschen einen physiologischen Defekt belassen, der sich in einer gewissen Trägheit des Gesichtssinns äußert. Das wird im kinematographischen Film ausgenutzt, wo bekanntlich eine Bildfrequenz von 18 Bildern/sec schon als kontinuierlich wahrgenommen wird. Neben der kinematographischen Aufnahmetechnik, wo eine Bewegung mit der entsprechenden Bildfrequenz abgefilmt wird, gibt es das Prinzip der Zeichentrickfilme. Viele Einzelzeichnungen, „Phasen“ genannt, die sich nur geringfügig voneinander unterscheiden, werden einzeln fotografiert, so daß beim Vorführen der Eindruck der kontinuierlichen Bewegung entsteht.

Die Anwendung des gleichen Prinzips kann man sich für kartographische Darstellungen mit pseudokontinuierlicher Bewegung auf der Zeitachse vorstellen. Es sind solche Filme bereits im Handel erhältlich, allerdings ist der Preis selbst bei hohen Auflagen sehr hoch, weil die Einzelzeichnungen von Hand ausgeführt werden müssen. Die dabei entstehenden Kosten sind für Einzelstücke oder kleinere Auflagen finanziell nicht vertretbar.

Die kartographischen Funktionen können operationalisiert und in Form eines Computerprogramms automatisiert werden. Die Herstellung eines kartographischen Films ist davon nicht ausgeschlossen. Zunächst zu den technischen Voraussetzungen.

*) Vortrag, gehalten am 24. 5. 1974 in Bonn - Bad Godesberg anläßlich des 23. Deutschen Kartographentages.

2. Interpolation

Bei den meisten Anwendungen für kartographische Filme ist die Anzahl der vorhandenen Zeitschnitte zu groß für eine konventionelle Darstellung, aber zu klein für eine Vorführung mit 18—24 Bildern pro Sekunde. Zwischen den vorhandenen Zeitschnitten müssen dann Zwischenbilder interpoliert werden. Man hat dazu eine Reihe von Möglichkeiten, die wichtigsten Gruppen seien hier genannt:

- a) Lineare Interpolation;
- b) lokale Prozeduren, wie Spline-Funktionen oder lokale Interpolationspolynome;
- c) Trendberechnung mit Approximationskurven, etwa Polynome oder Exponentialfunktionen.

Am einfachsten ist die lineare Interpolation, wo zwischen benachbarten Stützstellen gleichgroße Veränderungen angenommen werden. Bei lokalen Prozeduren werden nicht nur zwei, sondern mehrere Stützstellen für den Verlauf einer Kurve berücksichtigt. Die Kurve hat im allgemeinen einen stetig gekrümmten Verlauf ohne Diskontinuitäten an den Stützstellen. Die Werte der Stützstellen bleiben bei beiden Verfahren erhalten. Für eine Approximationskurve wird

die Funktion berechnet, deren Summe der Entfernungsquadrate von allen Stützstellen ein Minimum ist. Dazu verwendet man Polynome verschiedener Ordnungen, aber auch Exponential- und trigonometrische Funktionen. In unserem Beispiel wurde je ein Polynom ersten, zweiten und dritten Grades berechnet. Die Kurve geht nicht mehr durch die ursprünglichen Stützstellen, es ist aber möglich, sie über die Stützstellen hinaus zu verlängern und dadurch Annahmen für die Vergangenheit, oder für Planungszwecke viel bedeutsamer, für die Zukunft zu machen. Für den Bevölkerungszuwachs ist allerdings ein Polynom nicht die geeignete Extrapolationsfunktion. Die Bevölkerung nimmt nämlich nicht mehr linear oder quadratisch zu. Eine Exponentialfunktion mit Anschmiegung an eine Asymptote wäre geeigneter.

Bei iterativen Modellsimulationen, z. B. bei Denudationsmodellen in der physischen Geographie oder Planungsmodellen, sind die Zeitabstände meistens so klein, daß die Simulationsschritte direkt für die kartographische Ausgabe benutzt werden können. Dafür gibt es bereits im nordamerikanischen Bereich einige Vorbilder, insbesondere die Arbeiten von WALDO TOBLER (6).

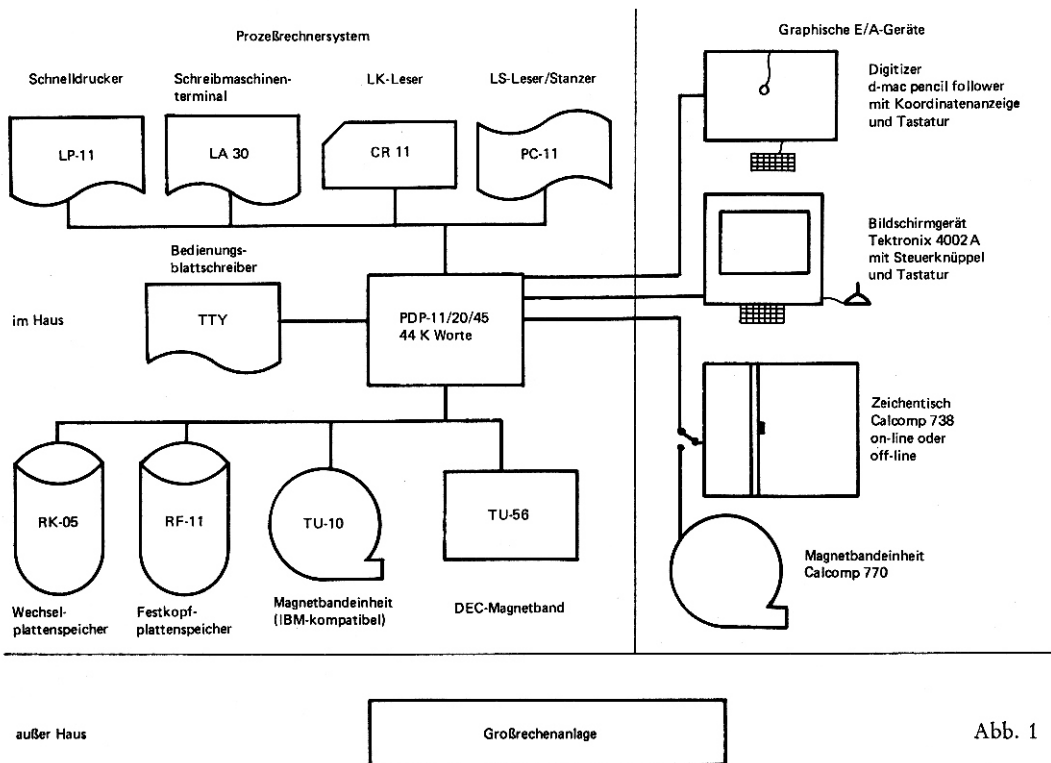


Abb. 1

3. Grafische Ausgabegeräte

Die Umsetzung der berechneten Werte in grafische Bilder erfolgt über die bekannten grafischen Ausgabegeräte: *Zeichentische* und andere mechanische Geräte sind für Trickfilme nur bedingt geeignet, weil sie für die Menge der benötigten Bilder zu langsam sind und außerdem die präzise Justierung der Einzelbilder zu Problemen führt.

Computergesteuerte Bildschirmgeräte mit ihren hohen Zeichengeschwindigkeiten und schnellem Bildwechsel haben diese Nachteile nicht. Ideal sind *Mikrofilmplotter*, wo eine in das Gerät integrierte Kamera die Schirmbilder direkt fotografiert.

Die Programmierung der Interpolation und der grafischen Ausgabe ist relativ einfach, wenn man auf den EDV-Herstellern gelieferte Bauteile in Form von Unterprogrammen zurückgreifen kann.

4. Beispiele

Anhand von Beispielen sollen die theoretisch erläuterten Möglichkeiten des bewegten Films aufgezeigt werden, gleichzeitig aber auch die technischen und perzeptionellen Schwierigkeiten bei der Anwendung dieses Mediums.

Zuerst zu den Versuchen, die in der Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung gemacht wurden. Das Nahziel der Untersuchung war nicht die Herstellung eines Films über ein bestimmtes Thema, sondern nur die Erkundung der technischen Möglichkeiten, die zur Verfügung stehen, einschließlich der Bestimmung der anfallenden Kosten. Deshalb ist das vorliegende Ergebnis nur unter diesem Gesichtspunkt zu werten; die thematische Aussage wurde zwar nicht ganz vor der Tür gelassen, sie tritt aber gegenüber der technischen Realisierung in den Hintergrund. Es ist ganz klar, daß das Rohmaterial vom Computer erst mit Hilfe der filmtechnischen Mittel, etwa Titel und Zwischentitel, Schnitte und Ton, zum vorführreifen Film wird. Dazu sind Geräte und Personal notwendig, über die eine Bundesforschungsanstalt nicht verfügt. Wie eine solche Weiterverarbeitung aussehen kann, soll an einem Film gezeigt werden, der zum Schluß des Vortrages vorgeführt wird.

Der erste Versuch bestand darin, die Einzelbilder auf dem Speicher-Sichtgerät des grafischen Ein/Ausgabe-Systems der BfLR zu zeichnen und von dort mit einer simplen Super-8-Amateurkamera abzufilmen (Abb. 1). Der Versuch scheiterte an der zu geringen Helligkeit des Bildes, an der geringen Filmempfindlichkeit oder an der zu kurzen Belichtungszeit der Kamera.

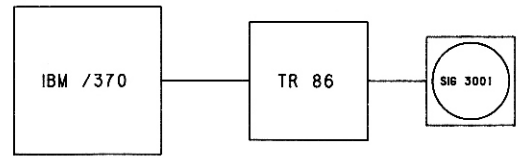


Abb. 2: Systemdiagramm

Im zweiten Versuch wurde das grafische System im Rechenzentrum der Universität Bonn benutzt, das mit einem Sichtgerät mit Bildwiederholung und damit größerer Helligkeit ausgestattet ist (Abb. 2). Die Einzelbilder wurden mit der gleichen Super-8-Kamera fotografiert. Die Rechanlage nahm in beiden Versuchen die Kameraauslösung vor, an der PDP-11-Anlage über ein direktes TTL-Signal, an der TR 86 durch einen Lichtpunkt auf dem Bildschirm, der über einen Fotowiderstand und ein Relais die Kamera bediente.

Die Ergebnisse des zweiten Versuchs sind zwar sichtbar, aber nicht sehr befriedigend. Die Vektoren auf dem Bildschirm sind unterschiedlich hell, abhängig von ihrer Länge und Wiederholungsfrequenz. Das menschliche Auge kann diese Helligkeitsunterschiede sehr gut ausgleichen, der Film nicht. Zudem, das überraschte ganz besonders, dauerte die Ausgabe länger als beim Kleinrechner PDP-11, trotz der Großrechenanlage im Hintergrund. Die Fehlerwahrscheinlichkeit ist durch die Kopplung von Rechnern verschiedener Hersteller schon relativ hoch und wird durch die langen Verweilzeiten noch vergrößert. Es traten dann auch unerwartet viele Störungen auf, sowohl auf der Hardware- als auch auf der Software-Seite.

Als elegantester und sicherster Weg hat sich die Benutzung eines Mikrofilmplotters mit 16-mm-Kamera herausgestellt. Die reinen Filmkosten sind zwar höher, dafür die Personalkosten wesentlich geringer. Die Kosten für die Rechenzeit sind die gleichen wie für 8 mm. Allerdings steht nicht überall ein solches Gerät zur Verfügung, weil die Anschaffungskosten eine ziemlich hohe Auslastung erfordern. Wir konnten den Mikrofilmplotter der Kernforschungsanlage Jülich benutzen.

Der thematische Bezug des Films ist die Darstellung der Bevölkerungsentwicklung im Regierungsbezirk Köln, basierend auf Daten aus den Jahren 1839, 1870, 1905, 1939, 1950, 1961 und 1970. Neben einer rein linearen Interpolation wurde versucht, mit Hilfe von Trend-Extrapolationen die Entwicklung bis zum Jahre 2000 vorzuschätzen (Abb. 3).

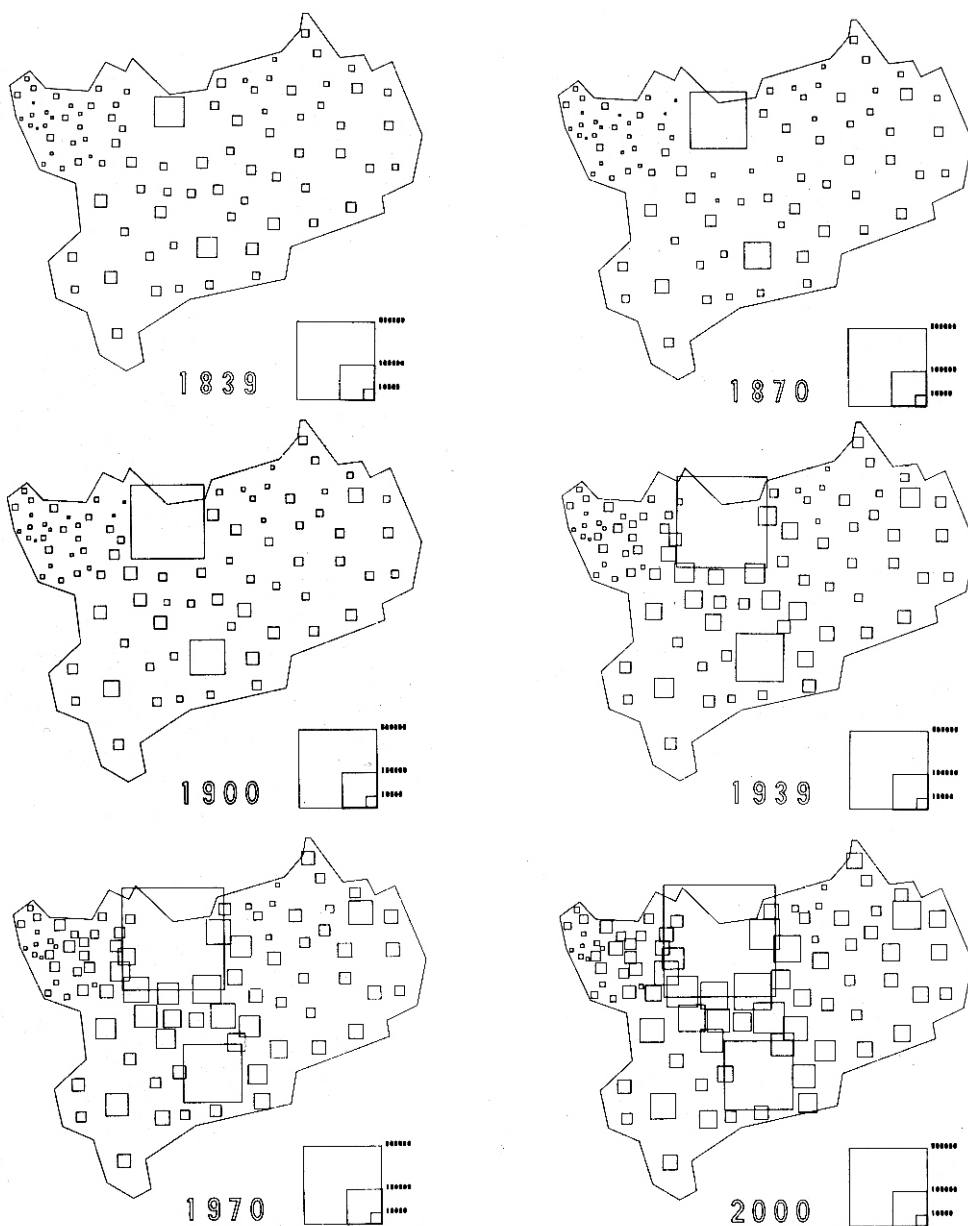


Abb. 3: Bevölkerungsentwicklung im Regierungsbezirk Köln 1839 bis 1970, extrapoliert bis zum Jahr 2000. Interpolation mit Polynom 2. Ordnung, sechs ausgewählte Karten der Filmfolge.

Die zweite Darstellungsart ist ein perspektivisches Blockbild mit Auslöschung verdeckter Linien. Die Höhe der Oberfläche ist proportional zur Bevölkerungszahl (Abb. 4).

Das letzte Beispiel ist ein Film^{*)}, der von HAROLD MOELLERING von der Universität von

Michigan in den USA hergestellt wurde. Es sollte versucht werden, die Verkehrsunfälle in und um die Stadt Ann Arbor in Abhängigkeit von der Zeit darzustellen. Die Daten wurden auf einer Großrechenanlage berechnet und auf

^{*)} Der Film konnte den Tagungsteilnehmern gezeigt werden.

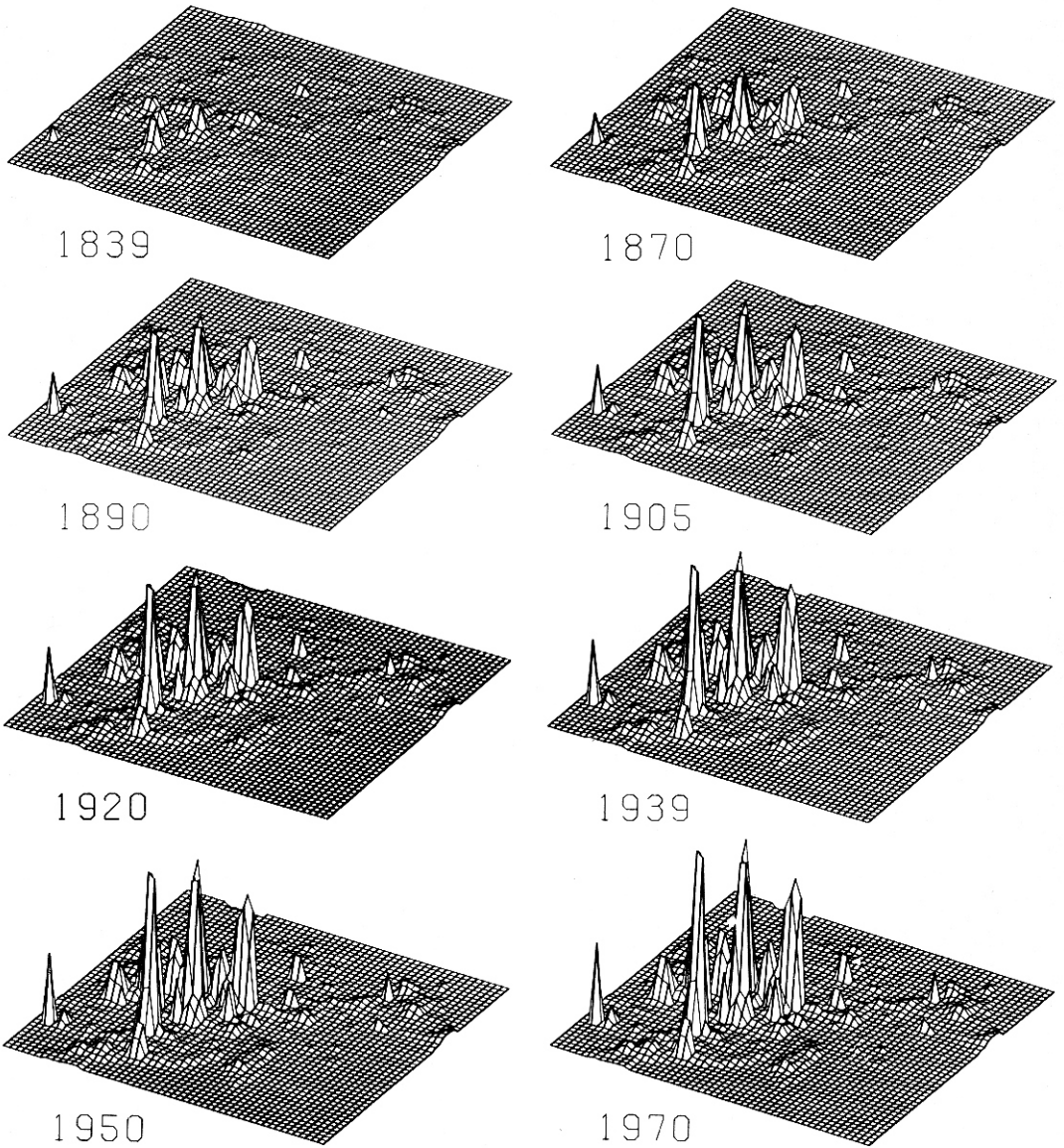


Abb. 4

einem Bildschirmgerät gezeichnet, das auch die 16-mm-Kamera auslöste. Die Größe des Sternsymbols ist proportional zur Schwere des Verkehrsunfalles. Symbole und Situation wurden getrennt aufgenommen und nach einer Reihe von „Säuberungsarbeiten“ optisch zusammenkopiert.

Die Kosten für die computergenerierten „dynamischen Karten“ können wie folgt abgeschätzt werden. Für 1000 Bilder mit Proportionalensymbolen wurden ca. 5 min reine Rechenzeit

auf einer Rechanlage IBM /370—168 benötigt, bei Netto-Kosten von DM 2000,— pro Stunde also ca. DM 170,—. Die Benutzung des Mikrofilmplotters kostete 10 Pfennig pro Bild, womit die Selbstkosten für Material, Anschaffung und Personal abgedeckt sind. Wenn man weiß, wieviel allein die tägliche Wetterkarte das deutsche Fernsehen kostet, sind diese Aufwendungen relativ niedrig.

Der Einsatz von kartographischen Filmen empfiehlt sich besonders für Lehrzwecke in allen

Schularten bis zur Universität. Weitere Zielgruppen sind die politischen Entscheidungsträger und die interessierte Öffentlichkeit, die in der Regel im Lesen von komplexen Karten nicht ausreichend geschult sind. Ich denke vor allem an das Medium Fernsehen einschließlich des Unterrichts im Medienverbund. Im Bereich der räumlichen Planung bietet sich hier ein Mittel an, wie die Informationsübermittlung im Dreieck von analysierender Wissenschaft, planender Verwaltung und „beplanter“ Öffentlichkeit verbessert werden kann.

Die Daten der Bevölkerungsentwicklung von Nordrhein-Westfalen wurden von Prof. D. BARTELS (Kiel) aufbereitet und für die Untersuchung freundlicherweise zur Verfügung gestellt. Der Autor bedankt sich für die Unterstützung durch Herrn WUNDERLING (Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung) bei der Benutzung der TR—86.

Literatur

- (1) Bär, W.-F.: Zur Methodik der Darstellung dynamischer Karten. Vortrag beim 39. Deutschen Geographentag, Kassel 1973.
- (2) Cornwell, Bruce und Arthur H. Robinson: Possibilities for computer animated films in cartography, *Cart. Journal*, Vol. 3, 2/1962.
- (3) Knowlton, K. C.: Computer-produced movies, *Science*, Vol. 150, November 1965.
- (4) Moellering, Harold: The computer animated film: a dynamic cartography. Department of Geography, University of Michigan, Vervielfältigtes Manuskript, 1973.
- (5) Thrower, Norman, J. W.: Animated cartography in der United States, *Internationales Jahrbuch für Kartographie*, 1961.
- (6) Tobler, W. R.: A computer movie simulating urban growth in the Detroit region, *Economic Geography*, Vol. 46, 2 (Supplement), 6/1970.

Dynamic maps by computer-generated movies

Summary: The cartographic representation of spatial time series is a serious problem in thematic mapping. In spite of elaborate techniques to visualize spatial development in time the conventional map becomes cumbersome when a certain threshold in the number of time frames is reached. The solution is a cartographic movie simulating a dynamic development. Whereas a „hand-drawn“ movie is too costly for most applications the computer with graphic peripherals offers a possibility for low-cost production of cartographic films. Different interpolation techniques and graphical output devices (storage tube, refresh display, microfilm plotter) have been tested. As anticipated the microfilm plotter gave the most satisfactory results.

DK 528.93(23):551.324.43(433)

Die kartographische Darstellung von Schwankungen der bayerischen Gletscher

(Mit einer Kartenbeilage *)

Von KURT BRUNNER, München)

1. Einführung

Der bayerische Anteil an der Vergletscherung der Alpen ist zahlen- und flächenmäßig gering. Fünf kleine Gletscher — der Nördliche Schneeferner (ca. 37 ha) und der Südliche Schneeferner (ca. 17 ha), beide im Zugspitzplatt südlich der Zugspitze, der Höllentalferner (ca. 26 ha) nördlich der Zugspitze, das Blaueis (ca. 12 ha) am Hochkalter (Berchtesgadener Alpen) und schließlich der Watzmanngletscher (ca. 18 ha) im Watzmannkar — bedeckten 1970/71 insgesamt lediglich eine Fläche von ca. 110 ha.

Die Kleinheit der genannten Firn- und Eisflächen, sowie ihre tiefe Lage — lediglich der Nördliche Schneeferner ragt über die klimatische Schneegrenze ¹⁾ hinaus — lassen einerseits zwar offen, ob man sie überhaupt zu den Glet-

schern zählen darf, machen sie aber andererseits wegen dieser extremen Verhältnisse interessant. Ihr Vorhandensein verdanken die bayerischen Gletscher im wesentlichen ihrer geschützten Nordlage und der Ernährung durch Lawinen ²⁾.

*) Anmerkung:

Leider entstand bei der Herstellung von Blatt 3 (Watzmanngletscher) ein Fehler: Beim (unbezifferten) Gitterkreuz mit dem Hochwert 69 000 m und dem Rechtswert 70 250 m fehlt die graue Flächendeckung für Fels. Da dieses Flächenstück innerhalb der blauen Firnbegrenzung somit im Zeitraum 1959—1970 stets eisfrei war, müßte auch die Höhenlinie notwendigerweise in Schwarz wiedergegeben sein.

¹⁾ Die klimatische Schneegrenze verläuft am Nordrand der Alpen zur Zeit bei etwa 2700 m.

²⁾ Lediglich dem Südlichen Schneeferner fehlt die Ernährung durch Lawinen.