

SHORTER CONTRIBUTION

Kartenmässige Darstellung atmosphärischer Felder auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre¹

Von F. WIPPERMANN, Technische Hochschule Darmstadt, Meteorologisches Institut

(Original manuscript received August 8, 1958; revised manuscript September 15, 1958)

Abstract

Short description of a program which allows to display on the screen of a cathode ray tube by iso-lines an atmospheric field given for discrete grid-points only.

1. Einleitung

Die heute zur Verfügung stehenden elektronischen Hochgeschwindigkeits-Rechenautomaten ermöglichen bereits einen wesentlichen Gewinn an derjenigen Zeit, die zwischen der Anstellung der synoptischen Beobachtung und der Fertigstellung der hierauf beruhenden Wettervorhersagen verstreicht. Diese Maschinen gestatten — zunächst nur für die 500 mb Fläche — eine vollständigere und rationellere Ausschöpfung des Beobachtungsmaterials, eine schnellere Erstellung der (objektiven) Analysen und durch Vorausberechnung auch eine schnellere und bessere Erstellung von Vorhersagekarten. Diese Vorzüge werden in absehbarer Zeit auch für die andern Druckflächen ausgenutzt werden können.

In einem Missverhältnis zu den Leistungen dieser Automaten steht jedoch, was die Zeitdauer anbetrifft, die Ausgabe der Rechenresultate aus der Maschine. Hierfür verwendet man an die Maschine angeschlossene, durch

Programm gesteuerte Zeilen-Schnelldrucker welche die errechneten atmosphärischen Feldfunktionen an den Punkten des verwendeten Gitternetzes in Tabellenform ausgeben. Diese Ausgabe macht ein manuelles Einzeichnen der Iso-Linien erforderlich. Dieses lässt sich teilweise durch ein Ausgabeprogramm umgehen, welches den Druckapparat derart steuert, dass die Areale zwischen bestimmten Iso-Linien mit bestimmten Symbolen des Druckers ausgefüllt werden. Vergl. STAFF MEMBERS MET. INST. STOCKHOLM (1954). Auf diese Weise wird bereits die Konfiguration des betreffenden Feldes sichtbar.

2. Ein Bildschirm-Ausgabeprogramm

Von den grossen Rechenautomaten sind verschiedene Typen, so zum Beispiel die Type IBM 704, für welche das beschriebene Programm erstellt wurde, mit einer Kathodenstrahlröhre versehen. Auf deren Schirm können die Resultate in Diagrammform dargestellt zum Aufleuchten gebracht und photographiert werden. Die Darstellung eines aus der Maschine auszugebenden atmosphärischen Feldes durch Iso-Linien auf dem Schirm einer

¹ Die Durchführung nachstehender Untersuchung wurde ermöglicht durch Unterstützung des Air Research and Development Command, United States Air Force unter Kontrakt Nr. AF 61-(514)-1211-C mit dem Deutschen Wetterdienst, Zentralamt Offenbach/Main.

derartigen Röhre erweist sich als ein weiteres, noch schnelleres, dem Zeilen-Drucker überlegenes Ausgabemittel.

Döös und EATON (1957) geben bereits ein Verfahren von BRING an, atmosphärische Felder auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre darzustellen; hierbei erscheinen jedoch die Iso-Linien diskontinuierlich und von ungleicher Stärke.

Auf dem zur Type IBM 704 gehörenden Kathodenstrahlschirm IBM 740 CRT können 1024×1024 verschiedene, durch entsprechende Koordinaten ansprechbare Rasterpunkte zum Aufleuchten gebracht werden. Abzüglich des für die Bezifferung des Gitters (siehe Abb. 2) und die Beschriftung des Bildes benötigten Platzes verbleibt bei einer aus programmtechnischen Gründen zweckmässigen Wahl von $2^5 = 32$ Rasterpunkten für die Gittermaschenweite Raum für ein Gitter von 31×28 Gitterpunkten. Da in den numerischen Vorhersageverfahren die Gittermaschenweite zumeist einer Entfernung von 300 km auf der Erdoberfläche entspricht, kann durch das Gitter auf dem Bildschirm noch ein Bereich von ca. $7,3 \cdot 10^7 \text{ km}^2$ überdeckt werden. Siehe hierzu Abb. 1. Das Programm vermag jedoch Felder beliebiger Grösse, gegebenenfalls in mehreren beliebig ausgewählten Teilen (von maximal 31×28 Gitterpunkten) auszugeben, sofern das auszugebende Feld nur rechteckig ist und systematisch hintereinander gespeichert wurde.

Durch kubische Interpolation werden die Werte der Feldfunktionen an einem verfeinerten Gitter (halbe Maschenweite, 16 Rasterpunkte) erhalten. Nur unmittelbar am Rande der Felder wird diese Interpolation quadratisch durchgeführt. Der Reihe nach wird Zeile für Zeile in jedem der so entstandenen 60×54 Quadrate für alle 4 Quadratseiten festgestellt, ob sie und gegebenenfalls von wievielen Iso-Linien geschnitten werden. Der Funktionswert der jeweiligen Iso-Linie sowie die genauen Koordinaten des zugehörigen Schnittpunktes werden ermittelt und im Speicher notiert. Ein weiterer Programmteil sucht dann für jedes dieser Quadrate die jeweils zusammengehörenden Schnittpunkte auf den anliegenden oder der gegenüberliegenden Quadratseite auf; zwischen beiden kommt eine geradlinige Verbindung zum Aufleuchten. Hierbei muss eine von der Neigung der Verbindungsgeraden unabhängige gleichmässige Leuchtintensität

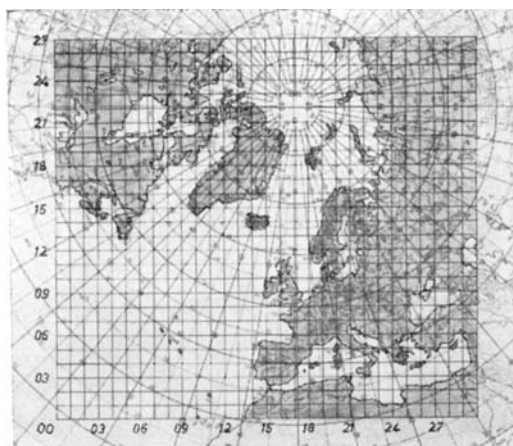


Abb. 1. Wetterkartenbereich, der auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre zur Darstellung gebracht werden kann.

der Linie sichergestellt werden. Die Iso-Linien ergeben sich somit als Polygonenzug, was nur bei einer stärkeren Krümmung der Linien noch zu erkennen ist.

Die Wertdifferenz zwischen zwei benachbarten Iso-Linien ist verhältnismässig frei wählbar und wird mittels einer Parameterkarte eingegeben. Ein spezieller Programmteil bewirkt zunächst eine Kontrolle der Liniendichte, deren Maximalwert so festgelegt ist, dass höchstens 8 Iso-Linien eine Seite eines interpolierten Quadrates schneiden können. Übersteigt die Liniendichte diesen Wert an nur einer Stelle, so verdoppelt das Programm automatisch die Wertdifferenz zwischen zwei benachbarten Iso-Linien. Sollte die sich so ergebende Liniendichte immer noch zu gross sein, so wiederholt sich der vorgenannte Vorgang nochmals.

Die Identifizierung der einzelnen Iso-Linien erfolgt durch Heraushebung einer Grundlinie, deren Wert ebenfalls mit der Parameterkarte eingegeben wird. Sie erscheint mit stärkerer Intensität und gestattet es, von ihr aus abzuzählen. Bei Ausgabe eines weniger einheitlichen, gradientschwachen Feldes bietet das Programm die Möglichkeit die Linien abwechselnd mit starker und schwacher Intensität darzustellen. Hierdurch können relative Maxima und Minima besser mit ihren Werten erfasst werden. Es ist aber auch eine Darstellung möglich, bei der die Intensität der Linien vom Vorzeichen ihres Wertes abhängt.

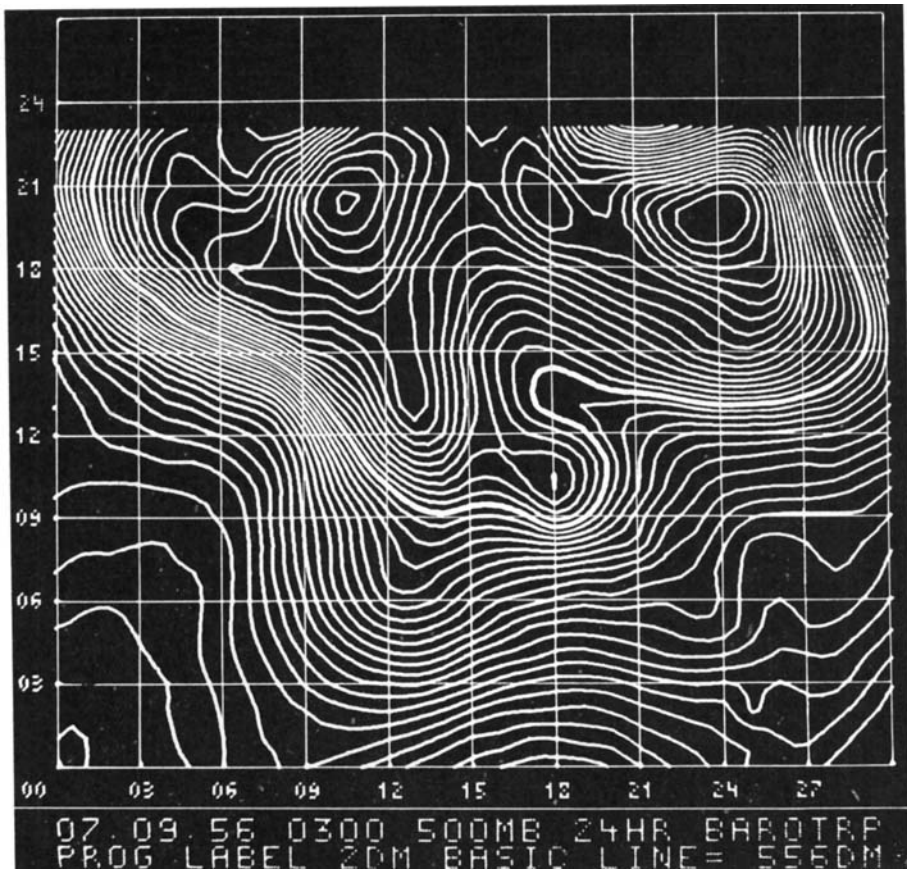


Abb. 2. Photographie eines Isohypsenfeldes auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre.

Durch Hebelstellung kann über das ausgegebene Feld zur Orientierung ein feines (jede Linie) oder ein grobes (jede dritte Linie) Gitter gelegt werden. Die Beschriftung am unteren Bildrand setzt die vorherige Eingabe der sich von Bild zu Bild ändernden Schriftzeichen mittels einer Parameterkarte voraus. Das Programm selbst enthält einen Katalog zur alphanumerischen Beschriftung, in dem jedes der gebräuchlichen Symbole durch ein Wort dargestellt ist.

Das Programm enthält 1 826 Befehle. Der Zeitbedarf liegt je nach der Liniendichte zwischen $\frac{1}{2}$ und 1 Minute. Für die Darstellung (Abb. 2) der absoluten Topographie 500 mb mit Isohypsen von 2 zu 2 dm werden 58 sec benötigt. Bei Darstellung der gleichen Karte mit Isohypsen von 4 zu 4 dm, dem Linienabstand, wie er im allgemeinen synop-

tischen Dienst verwendet wird, beträgt die Ausgabezeit 44 Sekunden.

3. Wetterkartenfilm

Mit der Ausgabe atmosphärischer Felder in Iso-Linien-Darstellung auf einem Bildschirm ergibt sich die Möglichkeit, die voraussichtlichen Veränderungen mittels eines Filmes zu studieren. Hierzu liegen die Erfahrungen bei der Herstellung des Isobarenfilmes von MÜGGÉ (1938/39) vor, für welchen allerdings eine lange Serie zeitlich interpolierter Bodendruckkarten (also die tatsächlich eingetretene Wetterentwicklung) photographiert wurde. Danach muss, um einen kontinuierlichen Ablauf zu gewährleisten, das Feld nach jeweils $3\frac{1}{4}$ Minuten Weiterentwicklung wieder dargestellt werden; die Zeitraffung, d. h. das Verhältnis von Ablaufgeschwindigkeit des Filmes zur

Ablaufgeschwindigkeit der Vorgänge in der Natur beträgt dann ungefähr 2 000. Bedenkt man, dass die Verwendung eines nichtgeostrophischen Prognosenmodelles, in dem die internen Gravitationswellen nicht eliminiert sind, Zeitschritte von 15 oder sogar $7\frac{1}{2}$ Minuten erfordert, so bedeutet die Rechnung mit Zeitschritten von $3\frac{3}{4}$ Minuten nur noch eine Vervierfachung oder Verdoppelung des Aufwandes an Rechenarbeit. Der jeweilige Filmvorschub kann einprogrammiert werden.

Einer praktischen Anwendung steht jedoch zunächst noch eine zu lange Erstellungszeit

für einen derartigen Film entgegen. Die zum Ablauf einer 72-stündigen vorausberechneten Entwicklung erforderlichen 1152 Kartenbilder benötigen alleine 13,87 Stunden lediglich zur Darstellung auf dem Bildschirm (pro Bild 45 sec gerechnet).

4. Schlussbemerkung

An der Ausprüfung des Programmes hat Frl. CH. HÜBNER entscheidenden Anteil gehabt, wofür ihr an dieser Stelle gedankt sei.

SCHRIFTTUM

DÖÖS, B. R., EATON, M. A., 1957: Upper-air analysis over ocean areas. *Tellus* 9, pp. 184—194.
MÜGGE, R., 1953: Zyklonenbildung auf der Wetterkarte. Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht, Hochschulfilm c 581/1951.

STAFF MEMBERS INSTITUTE OF METEOROLOGY, UNIVERSITY OF STOCKHOLM, 1954: Results of Forecasting with the Barotropic Model on an Electronic Computer (BESK), *Tellus* 6, pp. 139—149.

LETTERS TO THE EDITOR

Statistical Forecasting

"Statistical Forecasting Operators Based on Dynamical Equations" by Duane S. Cooley, *Tellus*, 10, pp. 331—341 (1958).

Dear Sir,

In this valuable article Dr. Cooley reports that the non-linear terms as predictors of 24-hour height change in a linear regression scheme add insignificantly to the reduction of variance obtained by the linear terms alone. He states (p. 339) that "one should not infer directly that their value is small in dynamical forecasting. However, it is not believed that statistical and dynamical forecasting techniques are so greatly different that there are not some serious implications about the relative importance of these non-linear terms for dynamical forecasting also."

It seems evident to me that there are no implications whatever about any such relative importance. Dr. Cooley has already pointed out (pp. 337—338) that the dynamical forecasts are made in one-half-hour time steps. If they were made with a 24-hour

forward time-difference, the forecasts would undoubtedly achieve on the average an insignificant reduction of variance. Everyone who has worked with maps in the laboratory will testify that a mechanical forecast from a single tendency computation is without value. Dr. Cooley's statistical method should be compared in this regard not with the JNWP forecasts, but with the graphical technique originated by R. FJÖRTOFT (*Tellus*, 4, No. 3, 1952). Here again the instantaneous velocity field is never used for advection, but a space-mean velocity field, and for best results even this field is modified in accordance with the intuitive expectation of the forecaster. It would be interesting to know the contribution to reduction of variance in Dr. Cooley's method of Fjörtoft's advection term $\bar{V} \frac{\delta \zeta}{\delta s}$. It would also be interesting to see the results of applying the operators to independent data.