Dynamischer Beitrag zur Niederschlagsprognose in der Schweiz

Autor(en): **Kuhn, W. / Quiby, J.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali**

Band (Jahr): **156 (1976)**

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-90719

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Literaturangaben

1) Fürbringer W. und Haydn R. 1974. Zur Frage der Orientierung nordalaskischer Seen mit Hilfe des Satellitenbildes. Polarforschung, **44**, p. 47 - 53.
Gfeller R.E. 1975. Untersuchungen zur automatisierten Schneeflächenbestimmung mit Multispektralaufnahmen des Erderkundungssatelliten ERTS-1. Dissertation, Universität Zürich.
Lee D.R. und Sallee G.T. 1970. A Method of Measuring Shape. The Geographical Review, **60**, 4, p. 555 - 563.
Seidel K. 1976. Digitale Bildverarbeitung. Technischer Bericht, Photographisches Institut der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich.
2) 1975. General LANDSAT Information Kit. Canadian Centre for Remote Sensing, Ottawa, Ontario, Canada.
3) Crettol R. und Good W. 1974. MSTER- Ein Programm zur Bestimmung von strukturellen Parametern mittels Computer - kompatibeln Abbildungen von Schneedünnschnitten. Interner Bericht No. 536. Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Weissfluhjoch/Davos.
4) Cooley W.W. und Lohnes P.R. 1971. Multivariate Data Analysis. John Wiley & Sons, Inc. New York.
5) Lebart L. und Fenelon J.P. 1973. Statistique et Informatique Appliquées. 2ème édition, Dunod, Paris.
6) Späth H. 1975. Cluster-Analyse-Algorithmen. R. Oldenbourg Verlag, München.
7) Romeder J.-M. 1973. Méthodes et Programmes d'Analyse Discriminante. Dunod, Paris.
8) 1970. IBM System/360 Scientific Subroutine Package. Version III. 5th edition. IBM Corporation, Technical Publications Departement, New York.
9) 1973. dec-11-SSP Reference Manual. Digital Equipment Corp., Maynard, Mass.
10) Good W. 1976. Multivariate Data Analysis to Describe Intra- and Inter-Granular Relations in Thin Sections. Proceedings of the Fourth International Congress for Stereology, NBS, Gaithersburg, Maryland, September 1975, p. 75 - 78.

3. W. Kuhn und J. Quiby (Schweiz. Meteorologische Zentralanstalt, Zürich): Dynamischer Beitrag zur Niederschlagsprognose in der Schweiz

Die numerischen Prognosen, die wir von den Wetterdiensten der BRD und der USA zweimal täglich erhalten, beruhen auf physikalischen Simulationsmodellen der Atmosphäre, deren Differentialgleichungen nach der Methode der finiten Differenzen in Gittern mit etwa 350 km horizontaler Maschenweite gelöst werden. Prognostiziert wird in erster Linie die Höhe von Standard-Isobarenflächen über der ganzen Nordhemisphäre, und zwar auf 24, 48 und 72 Stunden, teils auch auf 5-6 Tage im voraus. Entsprechend der Maschenweite können mit einem solchen Verfahren Tief- und Hochdruckgebiete und Wellen des Druckfeldes mit charakteristischen horizontalen Abmessungen von 1'000 km und mehr erfasst werden, während kleinere Gebilde verfälscht oder gar nicht wiedergegeben werden. Die Vorhersage des Wetters in der Schweiz auf Grund der grossräumigen Prognosenkarten bleibt Aufgabe der Meteorologen.

Um diese Aufgabe objektiver zu gestalten, wurden in den letzten Jahren auf Grund vergangener Wetterlagen *statistische* Zusammenhänge zwischen grossräumigen Parametern und lokalem Wetter ermittelt mit dem Ziel, diese Zusammenhänge auf die als richtig angenommenen Prognosenkarten anzuwenden.

Als Ergänzung zu diesen bereits bewährten statistischen Verfahren haben die Autoren in Zusammenarbeit mit einem vom Nationalfonds besoldeten Mathematiker, Herrn Peter Fink, ein *dynamisches* Verfahren entwickelt, bei welchem auf Grund der grossräumigen Topographie von Isobarenflächen zunächst die gleichzeitige *vertikale Windkomponente* im Alpenraum berechnet wird. Da zwischen der vertikalen Windkomponente und der Entstehung von Niederschlägen eine enge Beziehung besteht, wurde dieses Verfahren als Hilfe für die Niederschlagsprognose konzipiert.

Es handelt sich um ein diagnostisches Modell, d.h. die Zeit tritt in den Differentialgleichungen nicht explizit auf. Bei einem diagnostischen Verfahren gibt es keine rechnerische Instabilität, und die zur Durchführung der Rechnungen erforderliche Computerzeit ist viel kleiner als bei einem prognostischen Verfahren.

Für unser meso-synoptisches Modell verwenden wir ein Gitter, dessen horizontale Maschenweite einen Zehntel derjenigen des hemisphärischen Gitters, also rund 35 km, beträgt. Die entsprechende Topographie der Alpen wurde durch Mittelung der Geländehöhe im gleichen 35 km-Raster erhalten.

Die Strömung in der Grundschicht beeinflusst die dreidimensionale Verteilung der vertikalen Windkomponente durch das erzwungene Auf- und Absteigen der Luft in geneigtem Gelände und durch die Reibung. Die Obergrenze der Grundschicht wird willkürlich mit der 850mb-Fläche identifiziert, und die im 850mb-Niveau aus den Grundschichteffekten sich ergebende Vertikalbewegung wird im Prinzip als untere Randbedingung für die Vorgänge in der darüberliegenden freien Atmosphäre angesehen. Oberhalb der Grundschicht werden die Gesetze der reibungsfreien Dynamik, wie sie über dem Ozean gelten, als erfüllt betrachtet.

Wir haben nebeneinander zwei Verfahren mit verschiedenem Freiheitsgrad entwickelt. Das erste stützt sich auf das sogenannte äquivalent-barotrope Modell der Atmosphäre, bei welchem oberhalb der Grundschicht die Windrichtung von der Höhe bzw. vom Druck unabhängig ist; das zweite auf die Omegagleichung, eine lineare Differentialgleichung zweiter Ordnung zur Bestimmung der vertikalen Windkomponente auf hydro- und thermodynamischer Grundlage. Diese beiden Modelle werden im weiteren abgekürzt als *barotrop* und *baroklin* bezeichnet.

Das barotrope Modell verwendet ausschliesslich Eingabedaten aus dem 500mb-Niveau; der Bodenwind wird anhand des geostrophischen 500mb-Windes parametrisiert. Beim baroklinen Modell werden Daten vom 850-, 700-, 500- und 300mb-Niveau gebraucht, wobei der geostrophische 850mb-Wind als Grundlage für die Parametrisierung des Bodenwindes dient.

Bei der Parametrisierung des Bodenwindes wird in Anlehnung an ein von Reuter und Pichler beschriebenes Näherungsverfahren die Deformation der Vertikalprojektion der Stromlinien durch die Alpen berücksichtigt.

Als Ausgangsmaterial für die Entwicklung und Prüfung der Methoden wurden Magnetbänder mit numerischen Analysen, die uns das Zentralamt

des Deutschen Wetterdienstes verschafft hatte, benützt. Aus diesem Material wählten wir zwanzig 00h-Termine (GMT) des Jahres 1971 so aus, dass ein möglichst breites Spektrum von typischen Grosswetterlagen Mitteleuropas vertreten war. Zu jedem dieser zwanzig Termine wurden aus dem Klimaarchiv der MZA die von 18h des Vortages bis 06h des Stichtages gefallenen Niederschläge von 130 Klimastationen herausgesucht und im feinen Raster felderweise gemittelt.

Von Anfang an war eine gewisse Entsprechung von berechneten Aufwinden und gemessenen Niederschlägen erkennbar. Eine Analyse der Resultate zeigte jedoch bald, dass die aus dem groben Gitter und die aus dem feinen Gitter gewonnenen Parameter wegen ungleicher "truncation"- und Glättungseffekte nicht aufeinander abgestimmt waren. Insbesondere erwies sich der grossräumige Anteil der Vertikalgeschwindigkeit im Vergleich zum kleinräumigen, orographisch bedingten als viel zu klein, was wohl hauptsächlich den in den numerischen Analysen enthaltenen Glättungsoperationen anzulasten ist. Dies zwang uns zur Einführung von *Gewichtsfaktoren* für die verschiedenen Parameter. Im Hinblick auf den Zweck unserer Arbeit ermittelten wir die Gewichte empirisch, indem wir durch eine Regressionsanalyse den Einfluss der einzelnen Parameter auf den Niederschlag bestimmten.

Dieses gemischt dynamisch-statistische Modell liefert nun nicht mehr Aufwinde, sondern einen theoretischen Niederschlagsbetrag für jeden Gitterpunkt. Wie bei der Kompliziertheit der dynamischen Vorgänge und der Niederschlagsbildung zu erwarten, ist allerdings die Streuung der beobachteten um die berechneten Niederschläge noch recht gross. Als bisherige *Ergebnisse* dieser Untersuchung stellen wir fest:

1) In den meisten Fällen besteht eine angenäherte Uebereinstimmung in der geographischen Verteilung zwischen berechneten und beobachteten Niederschlägen.
2) In Kerngebieten des Niederschlags werden zu kleine Beträge errechnet, was wohl eine Folge der Regressionstechnik ist.
3) Das barokline Verfahren ergibt bei der Mehrzahl der Wetterlagen, wenn auch nicht in jedem Fall, etwas bessere Resultate als das barotrope. Dem steht allerdings der Nachteil gegenüber, dass das barokline Verfahren 5-10 mal mehr Rechenaufwand erfordert.

Die *prognostische Anwendung* setzt numerische Prognosen in digitaler Form voraus, wobei die Höhen der Isobarenflächen auf Meter genau gegeben sein sollten. Solche Unterlagen werden uns frühestens nach Inbetriebnahme des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wetterprognosen zur Verfügung stehen.

4. K. Lenggenhager (Bern): Ueber Eiszapfenbildungen

Nach jahrelangen Eigenbeobachtungen weist die überwiegende Mehrzahl der in unseren Gegenden zu beobachtenden Eiszapfen stumpfe Enden auf, während seltener ideal spitze Eiszapfen gesehen werden.