

Methoden und Probleme der Wettervorhersage

Von

Dr. Heinz Reuter

Privatdozent an der Universität Wien, Observator an der Zentralanstalt
für Meteorologie und Geodynamik in Wien

Mit 46 Textabbildungen



Springer-Verlag Wien GmbH

1954

Alle Rechte,
insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten

Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages
ist es auch nicht gestattet, dieses Buch oder Teile daraus
auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie)
zu vervielfältigen

Copyright 1954 by Springer-Verlag Wien
Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag in Vienna 1954
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1954

ISBN 978-3-662-23288-0 ISBN 978-3-662-25321-2 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-25321-2

Vorwort.

Die Methodik der Wettervorhersage wird immer eine weitgehende Abhängigkeit von dem jeweiligen Stand des Wetterbeobachtungsnetzes aufweisen. In dieser Hinsicht wurden in den letzten Jahren gewaltige Fortschritte erzielt. Die Aufstellung ortsfester Wetterschiffe auf den Weltmeeren, die Errichtung zahlreicher neuer Wetterstationen in den unwegsamem Gebieten der Arktis und die Erweiterung des Radiosondennetzes haben die früher vorhandenen empfindlichen Lücken im weltweiten Beobachtungsnetz wesentlich verringert. Der moderne Wetterdienst ist heute in der Lage, mehrmals täglich die flächenmäßige und räumliche Verteilung der verschiedenen meteorologischen Elemente durch eine eingehende dreidimensionale Analyse des synoptischen Wetterzustandes in hinreichend großen Gebieten zu studieren. Durch diese rein organisatorischen Fortschritte wurde auch die Methodik der Wetterprognose vor neue Aufgaben und neue Möglichkeiten gestellt. Insbesondere die systematische Verarbeitung des von den Radiosonden gelieferten aerologischen Materials erwies sich als sehr wichtig für die Entwicklung neuer Methoden. Zu den bewährten älteren Theorien, die sich im wesentlichen auf das Bodenbeobachtungsnetz stützten, sind auf Grund zahlreicher Untersuchungen über die Strömungsfelder in der freien Atmosphäre und über die Wechselwirkung zwischen Boden- und Höhendruckfeld andere getreten, die einen tieferen Einblick in den Mechanismus der atmosphärischen Vorgänge vermittelten. Ihren sichtbaren Ausdruck fand diese Entwicklung in der Ableitung objektiver Methoden für die Voraussage der Boden- und Höhendruckverteilung, d. h. für die Konstruktion von sogenannten Vorhersagekarten.

Das Studium der großräumigen von den orographischen Verhältnissen der Erdoberfläche bedeutend weniger beeinflussten Strömungsfelder der mittleren und hohen Troposphäre hatte überdies noch den Vorteil, daß die Erfassung der zeitlichen und räumlichen Veränderlichkeit solcher Bewegungen durch rein theoretische Überlegungen unter Zuhilfenahme der (vereinfachten) Gleichungen der atmosphärischen Dynamik ermöglicht wurde. Auf diese Weise gelangte die theoretische (dynamische) Meteorologie in jüngster Zeit für die Belange der Wetterprognose zu nicht zu unterschätzender Bedeutung. Es hat sich eine rein theoretische Forschungsrichtung entwickelt, die sich neuerdings wieder ernsthaft mit dem Problem der mathematischen Wettervorhersage beschäftigt, wobei zur Bewältigung der großen Rechenarbeit von den modernen schnell arbeitenden Elektronenrechenmaschinen Gebrauch gemacht wird. Noch ist das Ende dieser Entwicklung nicht abzusehen; doch scheint es durchaus wünschenswert,

daß sich der Praktiker der Wetterprognose in Hinkunft etwas mehr als bisher mit theoretischen Problemen abzugeben bereit ist. Allerdings dürfte dies nicht immer ganz einfach sein, da die Literatur hierüber für den nicht entsprechend geschulten Leser vielfach schwer verständlich ist.

Das vorliegende Buch will einen Überblick über die wichtigsten objektiven Vorhersagemethoden geben, wobei den eben erwähnten modernen empirischen und theoretischen Forschungsergebnissen ein besonderer Platz eingeräumt wurde, zumal darüber noch keine zusammenhängenden Darstellungen vorliegen. Es wurde getrachtet, die in den verschiedenen Ländern Europas und Amerikas größtenteils unabhängig voneinander entwickelten Methoden und Theorien in gleicher Weise zu berücksichtigen. Daß dabei die theoretische Meteorologie stärker hervortritt als in den meisten älteren Darstellungen der Probleme der Wettervorhersage, wird nach den obigen Ausführungen verständlich sein.

Es war nicht die Absicht des Verfassers, eine erschöpfende Aufzählung der in der umfangreichen Literatur angeführten zahllosen für Zwecke der Wetterprognose abgeleiteten Regeln und Formeln zu geben, sondern die verschiedenen *grundsätzlichen* Wege aufzuzeigen, die zur Lösung des schwierigen Problems beschritten wurden. Daß dabei eine gewisse subjektive Auswahl getroffen werden mußte, war sicher nicht vermeidbar. Das Buch soll daher kein Lehrbuch der synoptischen Meteorologie ersetzen, sondern in erster Linie mit den modernsten Problemen der Wettervorhersage bekannt machen. Die den einzelnen Kapiteln beigefügten Regeln sollen in gedrängter, für die Praxis verwendbarer Form die Ergebnisse der in den vorangegangenen Abschnitten behandelten Theorien zum Ausdruck bringen, ohne daß ein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben wird. Die etwas schwierigeren theoretischen Probleme sind in einem eigenen Kapitel (VI) behandelt. Dort finden sich auch Ableitungen bzw. Beweise für die meisten in den früheren Kapiteln verwendeten Formeln und Beziehungen. Allerdings war es nicht zu umgehen, ohne zu weitläufig zu werden, die grundlegenden Gleichungen der Dynamik, wie Bewegungsgleichungen, Kontinuitätsgleichung usw. als bekannt vorauszusetzen, zumal sich dafür Beweise in jedem leicht zugänglichen Lehrbuch der dynamischen Meteorologie oder der theoretischen Physik finden. Es wurde auch in dem rein theoretischen Teil versucht, mit einem möglichst geringen Aufwand an Mathematik auszukommen, um einem größeren Leserkreis die nicht immer einfachen Probleme zugänglich zu machen.

Das Buch wendet sich in erster Linie an den in der Praxis tätigen Fachmeteorologen, um ihn mit den modernen Problemen vertraut zu machen, ohne daß dabei die älteren bewährten Methoden zu vernachlässigen wären. Es ist aber auch für die Dozenten der Meteorologie als Unterstützung für die Vorbereitung von Vorlesungen gedacht und für die Studenten der höheren Semester als Einführung in die Problematik

der modernen Wetterprognose. Aus didaktischen Gründen weicht die Darstellung in vielem von den Originalarbeiten ab. Dies gilt sowohl für den empirischen als auch für den theoretischen Teil.

Auf rein technische Einzelheiten, wie Erklärung des für die Übermittlung der Wettermeldungen verwendeten Zahlenschlüssels oder der in der aerologischen Praxis benützten Diagramme (Adiabatenschemata) wurde verzichtet. Bei den Literaturhinweisen wurde nach Möglichkeit auf zusammenfassende Darstellungen bzw. Lehrbücher Wert gelegt, da die Originalarbeiten einen kaum mehr zu überblickenden Umfang angenommen haben.

Für wertvolle Ratschläge und Anregungen bin ich Herrn Univ.-Prof. Dr. H. FICKER und Herrn Direktor Univ.-Prof. Dr. F. STEINHAUSER zu großem Dank verpflichtet. Dr. J. DRIMMEL half mir beim Lesen der Korrekturen und der Anfertigung des Sachverzeichnisses, Herr Sekretär A. SOUCEK verfertigte den Großteil der Zeichnungen. Ihnen sei an dieser Stelle ebenfalls der herzlichste Dank ausgesprochen. Nicht zuletzt gebührt mein Dank dem Springer-Verlag in Wien, der dem Buch die bekannte gediegene Ausstattung gegeben hat.

W i e n, im Juli 1954.

H. Reuter.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Der synoptische Wetterzustand	1
1. Die Wetterkarte	1
2. Analyse des Druckfeldes	3
3. Analyse des Druckänderungsfeldes	8
4. Absolute und relative Topographie der Höhendruckflächen	10
5. Frontenanalyse	16
6. Bestimmung des zonalen Index.	26
7. Konstruktion zonaler Windprofile	29
II. Kinematische Analyse und Extrapolation des Druckfeldes	34
1. Theorie der kinematischen Analyse	34
2. Praxis der kinematischen Extrapolation	36
3. Regeln für die kinematische Extrapolation	39
III. Kopplung von Boden- und Höhendruckfeld. Steuerung der atmosphärischen Druckgebilde	44
1. Einleitung	44
2. Quasistationäre Druckgebilde als Steuerungszentren	44
3. Passive oder Bewegungssteuerung	54
4. Aktive Steuerung	59
5. Fickers Theorie der primären und sekundären Druckschwankungen	61
6. Statistische Untersuchungen über die Zugbahnen der Druckminima	64
IV. Entstehung und Entwicklung von Tiefdruckgebieten	68
1. Einleitung	68
2. Zyklonentheorien	68
3. Scherhags Divergenztheorie	76
V. Konstruktion von Vorhersagekarten	82
1. Geschichte der Vorhersagekarte	82
2. Methodik der Konstruktion	83
3. Beispiel der Konstruktion einer Vorhersagekarte	90
VI. Theorie der mathematischen Wettervorhersage. Vorausberechnung der Druckverteilung durch numerische Integration	98
1. Problemstellung	98
2. Modellvorstellungen über die Atmosphäre	100
3. Tendenzgleichung und Bedeutung von Divergenzen und Konvergenzen für die Druckänderungen	104
4. Theorie der barotropen Atmosphäre	109
5. Numerische Integration der barotropen Wirbelgleichung	117
6. Sutcliffes Entwicklungstheorie	125

	Seite
7. Beispiel einer Vorhersage der Höhenkarte mit Hilfe der barotropen Wirbelgleichung und des Sutcliffeschen Entwicklungskriteriums	130
VII. Vorhersage des tatsächlichen Wetters	140
1. Einleitung	140
2. Voraussage der Windrichtung und -geschwindigkeit	140
3. Voraussage der Temperatur	141
Berechnung der Maximumtemperatur 142. — Berechnung der Minimumtemperatur 145.	
4. Voraussage der Bewölkung	149
5. Voraussage des Niederschlages	151
6. Prüfung der Güte einer Vorhersage	153
Literaturverzeichnis	154
Namenverzeichnis	158
Sachverzeichnis	159