

HANN-SÜRING
LEHRBUCH
DER METEOROLOGIE

FÜNFTE
VOLLSTÄNDIG NEUBEARBEITETE AUFLAGE

unter Mitwirkung zahlreicher Fachgelehrter

herausgegeben von

PROF. DR. R. SÜRING

Geh. Reg.-Rat

vormals Direktor des Meteorologischen Zentral-Observatoriums, Potsdam

ZWEITER BAND
LUFTBEWEGUNG · DAS WETTER
DAS GROSSWETTER
ELEKTRISCHE UND VERWANDTE ATMOSPHERISCHE STÖRUNGEN

Mit 226 Abbildungen im Text und 7 Tafeln

1951

S. HIRZEL / LEIPZIG

Inhalt

Sechster Teil. Luftbewegung

Seite

Erstes Kapitel. Messung und Darstellung des Windes	481
1. Definition und Einteilung des Windes	481
2. Messung des Windes	482
3. Schätzung der Windstärke und Vergleich mit den gemessenen Windstärken	487
4. Beziehungen zwischen Windgeschwindigkeit und Winddruck	489
5. Höchstwerte der Windgeschwindigkeit	490
6. Grundlagen der Vektorrechnung	491
7. Darstellung und Berechnung des Windes	492
8. Das räumliche Bewegungsfeld	496
9. Die räumliche Bewegung in zeitlicher Veränderung. Luftbahnen	498
Zweites Kapitel. Dynamik der reibungslosen Luftbewegungen	499
1. Der Druckgradient	499
2. Die Entstehung von horizontalen Luftdruckunterschieden und die Einleitung von Bewegungen	503
3. Die Einwirkung der Erddrehung auf die Bewegungen	507
4. Der geostrophische Wind	514
5. Abweichungen der Bewegung vom geostrophischen Kräftegleichgewicht	516
6. Die Kontinuitätsgleichung	525
7. Grenzflächen und Gleitflächen	527
8. Die Zirkulationsbeschleunigung	532
Drittes Kapitel. Einflüsse des Geländes auf den Wind	536
1. Land- und Seewinde	536
2. Berg- und Talwinde	546
3. Monsune	556
4. Mechanische Beeinflussung des Windes durch das Gelände	563
5. Föhn und Bora	565
Viertes Kapitel. Turbulenz und Reibung	578
1. Böigkeit des Windes und Turbulenz	578
2. Der Massenaustausch	591
3. Die Scheinreibung in der Atmosphäre	599
4. Reibung in der bodennahen Luftschicht	604
5. Einfluß von Höhe und Unterlage auf die Windgeschwindigkeit in Bodennähe	613
Fünftes Kapitel. Der tägliche und jährliche Gang des Windes	615
1. Der tägliche Gang des Windes	615
2. Der jährliche Gang des Windes	626
Sechstes Kapitel. Die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre	627
A. Die Beobachtungen	627
1. Die an der Erdoberfläche vorherrschenden Winde	627
2. Die Strömungen in der freien Atmosphäre	637
3. Schematische Bilder der allgemeinen Zirkulation	648
B. Die Ursachen der allgemeinen Zirkulation	649
4. Die zonale Zirkulation	649
5. Die meridionale Reibungszirkulation	654
6. Die Energiequellen und die thermische meridionale Zirkulation	655
7. Der tropische (Passat-)Kreislauf	657
8. Die Polargrenze des tropischen Kreislaufes und die Zirkulation der gemäßigten Breiten	660
9. Die Zirkulation der gemäßigten Zone als Austauschvorgang	665

Siebenter Teil. Das Wetter

	Seite
Einleitung. Witterung und Wetter, Grundzustand und Störungen	672
A. Der Grundzustand und die quasi-stationären Druckgebilde	673
Erstes Kapitel. Der atmosphärische Grundzustand	673
1. Der Aufbau der Atmosphäre im Meridianschnitt (schematischer Grundzustand)	673
2. Das Bewegungsfeld des Grundzustandes, die Westdrift	675
3. Das Gleichgewicht des Grundzustandes als Ergebnis des Bewegungsfeldes	677
4. Die Aufrechterhaltung und fortwährende Erneuerung des Grundzustandes durch den Wärmehaushalt.	681
Zweites Kapitel. Der erweiterte Grundzustand. Die stationären Druckgebilde	686
1. Die Aktionszentren des Grundzustandes	686
2. Der thermische Aufbau der beständigen Hoch- und Tiefdruckgebiete	687
3. Das Verhalten der bodennahen Luftschicht im Hoch und Tief, Strahlungsnebel und Hochnebel	693
4. Die Asymmetrie des Temperaturfeldes in den selbständigen Druckgebilden. Luftmassenversetzung	697
5. Die Vertikalbewegungen im Hoch- und Tiefdruckgebiet. Schrumpfen und Strecken	700
6. Das stratosphärische Massenfeld und die Entstehung der hochreichenden Antizyklonen und Zyklonen	707
7. Anwendung der statischen Grundgleichung zur Bestimmung des Luftdrucks und seiner Änderungen in der freien Atmosphäre	711
8. Beobachtungsergebnisse und Korrelationen der Druck- und Temperaturschwankungen	714
9. Wandernde und stationäre Druckgebilde. Erhaltungstendenz der hochreichenden Druckgebilde und ihre Rolle im Wärmehaushalt der Atmosphäre	717
Drittes Kapitel. Die Steuerung der hochreichenden Druckgebilde	720
1. Die Steuerung der Steig- und Fallgebiete (passive Steuerung).	720
2. Über das Wesen der Bewegungssteuerung	723
3. Druckkarten der Höhe, die 500-mb-Fläche, mittlere Druckkarten	726
4. Die aktive Steuerung durch die Steig- und Fallgebiete. Die Nordsteuerung	730
5. Die Südsteuerung, latente Labilität	737
6. Stärkegrad der Südsteuerung, Zusammenhang mit dem solenoidalen Massenaufbau	742
7. West- und Oststeuerung	744
B. Die zyklonalen Störungen	748
Viertes Kapitel. Die zyklonalen Wettererscheinungen	748
1. Die Entwicklung des synoptischen Wetterdienstes.	748
2. Die zyklonalen Störungen im Wetterkartenbild	753
3. Die Wettererscheinungen am Erdboden beim Vorübergang einer Zyklone.	764
4. Vertikaler Aufbau der Zyklone in der unteren Troposphäre	768
Fünftes Kapitel. Die Polarfronttheorie und die Luftmassenlehre	773
Vorbemerkung	773
1. Die Idealzyklone, Warmfront und Kaltfront	775
2. Aktive und passive Gleitvorgänge, die beiden Hauptwettertypen	783
3. Die Erscheinungsformen der Kaltfront.	791
a) Die zyklonal beschleunigten Kaltfronten	792
b) Sommerliche Kaltfronten (Frontgewitter)	796
c) Das antizyklonale Einfließen von Kaltluft	800
d) Die Kaltfront erster und zweiter Art	801
4. Die Lebensgeschichte der Zyklone und die Okklusion	802
5. Energiebetrachtung der Polarfronttheorie, Wellen und Wirbel	808
6. Die Luftmassenlehre	813
7. Die aerologische Luftmassenbestimmung und die Typhomologen nach G. Schinze	821
8. Die Ausbildung der Frontalzonen in den großzügigen Strömungsfeldern	823
9. Gleitvorgänge im stetigen Temperaturfeld	826
Literatur zum 5. Kapitel	830
Sechstes Kapitel. Die Beteiligung der oberen Troposphäre und Stratosphäre an den zyklonalen Störungen	832
Vorbemerkung	832
1. Obere und untere Druckwellen	833
2. Das Höhentief und der Tropopausentrichter	840
3. Die dynamische Zyklonentheorie nach Palmén.	846

	Seite
Siebentes Kapitel. Druckänderungen und Wettergeschehen	849
1. Zusammenhang der Fall- und Steiggebiete mit der Steuerung	849
Die Bewegung der Antizyklogen	852
Zugbahnen	853
2. Wetterwirksame Mechanismen (Dynamik des Wetters).	856
Achtes Kapitel. Das Höhenwetter	866
1. Höhenwetterkarten	866
2. Die Scherhagsche Divergenztheorie	868
3. Begründungen des Divergenzeffektes	870
4. Das Dreimasseneck nach Rodewald	872
5. Das Zusammenwirken der vertikalen und horizontalen Labilität in den Frontalströmungen	877
6. Neuere Ergebnisse der Höhenwetterkarten	880
Neuntes Kapitel. Die tropischen Wirbelstürme	886
1. Erscheinungsformen der tropischen Zyklonen	886
2. Örtliches Auftreten der tropischen Wirbelstürme	893
3. Die Bildungsstätten der tropischen Wirbelstürme und die Erklärungsversuche ihrer Entstehung	900

Achter Teil. Die Erscheinungen des Großwitters

Erstes Kapitel. Großwetter und Erhaltungsneigung	903
1. Großwetter, Großwetterlage, Weltwetter, Weltwetterlage	903
2. Die Messung der Erhaltungsneigung	905
3. Beobachtungstatsachen	908
4. Deutung der Erhaltungsneigung	915
Zweites Kapitel. Die Großwettertypen	918
1. Witterungsgepräge und mittlere Luftdruckverteilung	918
2. Die Großwetterlagen Europas	920
3. Die Großwetterlagen des Nordatlantischen Ozeans	923
Drittes Kapitel. Eine empirische Modellmenge für verkettete Ereignisse	924
Viertes Kapitel. Die Existenz des Großwitters	926
Fünftes Kapitel. Periodische Erscheinungen	929
1. Luftdruckwellen	929
2. Symmetriepunkte	934
3. Mehrjährige Perioden	937
Sechstes Kapitel. Kalendermäßige Bindungen (Singularitäten)	940
1. Singularitäten einzelner Wetterelemente	940
2. Häufungsstellen bestimmter Großwetterlagen im Jahreslauf	943
Siebentes Kapitel. Beziehungen zwischen dem Witterungsgepräge verschiedener Teile der Erdoberfläche	945
1. Gleichzeitige Korrelationen	945
2. Beziehungen zwischen zeitlich folgenden Zuständen und Vorgängen	950
Achtes Kapitel. Beziehungen des Großwitters zu kosmischen Vorgängen	957
1. Die Bedeutungslosigkeit von Mond- und Planetenstellungen für das Großwetter	957
2. Beziehungen zu den Sonnenflecken	958
3. Beziehungen zu den Strahlungsschwankungen der Sonne	967
4. Versuch einer Deutung der bisherigen Erfahrungstatsachen.	971

Neunter Teil. Elektrische Erscheinungen und verwandte atmosphärische Störungen

Erstes Kapitel. Der normale elektrische Zustand der Atmosphäre	977
1. Quellen der Ionisierung und Leitfähigkeit der Luft	977
2. Das lufterlektrische Feld	988
Zweites Kapitel. Das gestörte elektrische Feld	1001
1. Ladungen von Wolken	1001
2. Elektrizität der Niederschläge	1003
3. Elektrischer Bau der Gewitterwolken	1006

	Seite
Drittes Kapitel. Das Gewitter	1011
1. Blitz und Donner	1011
2. Die meteorologischen Vorgänge beim Gewitter	1022
3. Die örtliche Verteilung und die Bewegung der Gewitter	1031
4. Die zeitliche Verteilung der Gewitter	1037
Viertes Kapitel. Der Hagel	1047
1. Physikalische Eigenschaften des Hagels	1047
2. Häufigkeit, örtliche und zeitliche Verteilung der Hagelfälle	1051
Fünftes Kapitel. Tromben und Tornados	1055
1. Kleintromben	1056
2. Wind- und Wasserhosen (Tromben)	1056
3. Tornados	1058

Nachträge und Zusätze

Nachtrag zum Ersten Teil, Seite 22, Ozon. Von F. W. Paul Götz, Arosa	1063
Nachtrag zum Neunten Teil, Elektrische Erscheinungen und verwandte atmosphärische Störungen. Von Johannes Goldschmidt, Wahnsdorf	1065
Ergänzungen und Berichtigungen zum Sechsten Teil, Luftbewegung. Von Fritz Möller, Frankfurt a. M.	1075
Berichtigung zu Seite 966. Von Franz Baur, Bad Homburg v. d. H.	1076
Register	1077