

HANN-SÜRING
LEHRBUCH
DER METEOROLOGIE

FÜNFTE
VOLLSTÄNDIG NEUBEARBEITETE AUFLAGE

MITARBEITER:

*Prof. Dr. Julius Bartels, Berlin | Dr. Paul Götz, Arosa | Dr. Fritz
Möller, Frankfurt a. M. | Prof. Dr. Ratje Mügge, Frankfurt a. M.
Dr. Hans Gerhard Müller (Reichsamt für Wetterdienst, Berlin) | Prof.
Dr. Max Robitzsch, Berlin) | Prof. Dr. Ludwig Weickmann, Leipzig*

Herausgegeben von

PROF. DR. R. SÜRING

Geh. Reg.-Rat

vormals Direktor des Meteorologischen Observatoriums, Potsdam

ERSTER BAND

ATMOSPÄRE · STRAHLUNG · TEMPERATUR · LUFTDRUCK
LUFTFEUCHTIGKEIT · KONDENSATION
WOLKEN · NIEDERSCHLAG

Mit 77 Abbildungen im Text und 11 Tafeln

1939

VERLAG VON WILLIBALD KELLER IN LEIPZIG

Inhalt

	Seite
Einleitung	I
Erster Teil. Die Atmosphäre. Beschaffenheit. Schichtung und Erstreckung	
Erstes Kapitel. Kosmische Stellung und Energiequellen	3
1. Die Atmosphären der Planeten	3
2. Die Strahlung der Sonne	4
3. Energiequellen untergeordneter Bedeutung	6
Zweites Kapitel. Zusammensetzung der permanenten Atmosphäre	8
1. Die Zusammensetzung nach direkten Messungen	8
2. Berechnung der Zusammensetzung und Dichte der höheren Schichten	11
3. Masse und Grenzen der Atmosphäre	14
Drittes Kapitel. Luftbestandteile mit Sonderstellung	15
1. Kondensationsvorgänge und kolloidale Struktur der Luft	15
2. Die Lufttrübung nach optischen Gesichtspunkten	19
3. Ozon	22
Viertes Kapitel. Erscheinungen der Stratosphäre	25
1. Sternschnuppen und Meteore	25
2. Die Schallausbreitung	26
3. Dämmerungserscheinungen und leuchtende Nachtwolken	28
Fünftes Kapitel. Die Ionosphäre	29
1. Das Polarlicht	29
2. Das Nachthimmelslicht	31
3. Die elektrischen Schichten	32
Zweiter Teil. Strahlung	
Erstes Kapitel. Sonnenstrahlung	35
1. Physikalische Grundlagen	35
2. Die „Solarkonstante“	37
3. Einfluß der Atmosphäre auf die Intensität der Sonnenstrahlung	38
4. Trübungsfaktor und Trübungskoeffizient	44
5. Anomale Trübungen	47
6. Methoden und Instrumente für Strahlungsmessung, Pyrheliometerskalen	49
7. Abhängigkeit der Sonnenstrahlung von Ort und Zeit. Messungsergebnisse	50
8. Spektrale Verteilung der Sonnenstrahlung	58
Zweites Kapitel. Himmels- und Bodenstrahlung	61
1. Physikalische Grundlagen	61
2. Meßmethoden und Instrumente	65
3. Meßergebnisse der Himmelsstrahlung und der Gesamtstrahlung von Sonne und Himmel	66
4. Langwellige Strahlung des Bodens und des Himmels	71
5. Strahlungshaushalt der Atmosphäre	75
Dritter Teil. Temperatur	
Erstes Kapitel. Begriffsbestimmungen, Beobachtungs- und Berechnungsverfahren	77
1. Begriff der Lufttemperatur, Meßmethoden, Aufstellung, Geschichtliches	77
2. Berechnung periodischer Erscheinungen	81
3. Auffindung von Periodizitäten und Korrelationen. Korrelationsfaktor und Periodogramm	92

	Seite
Zweites Kapitel. Temperatur der unteren Luftschichten in ihrer Abhängigkeit von den Temperaturverhältnissen der Erdoberfläche	96
1. Erwärmung und Abkühlung der festen Oberfläche	96
2. Die Erwärmung und Abkühlung der flüssigen Erdoberfläche	107
3. Beziehungen zwischen der Temperatur der festen und flüssigen Erdoberfläche und der Lufttemperatur darüber	114
4. Vorgänge bei der Erwärmung der Luftschichten von der erwärmten (aber auch wärmeausstrahlenden) Unterlage aus	118
5. Theorie der vertikalen Temperaturverteilung in der Atmosphäre	124
Drittes Kapitel. Die periodischen und unperiodischen Änderungen der Lufttemperatur.	131
1. Charakteristische Elemente des Temperaturganges	131
2. Der tägliche Gang der Lufttemperatur	134
3. Tages-, Monats- und Jahresmittel der Temperatur.	143
4. Der jährliche Gang der Lufttemperatur.	145
5. Die unperiodischen Änderungen der Temperatur.	154
Viertes Kapitel. Die Verteilung der Lufttemperatur über der Erdoberfläche in vertikaler und horizontaler Richtung	164
1. Die Temperaturänderungen mit der Höhe an der Erdoberfläche, besonders in Bergländern	164
2. Horizontale Verteilung der Lufttemperatur	173
3. Theoretische Untersuchungen über die Temperaturverteilung auf der Erdoberfläche	188
Fünftes Kapitel. Die Temperaturverhältnisse der oberen Luftschichten	198
1. Geschichtliches. Einteilung der Atmosphäre und Methodisches	198
2. Mittlere Temperaturen und Temperaturgradienten in der freien Atmosphäre	200
3. Täglicher Gang der Temperatur und des vertikalen Temperaturgradienten	208
4. Jährlicher Temperaturgang in der freien Atmosphäre	211
5. Temperaturunterschiede zwischen freier Atmosphäre und Bergen	217
6. Die Stratosphäre	218

Vierter Teil. Luftdruck

Erstes Kapitel. Allgemeines	223
1. Begriff und Maß des Luftdruckes	223
2. Die gebräuchlichen Barometer	225
3. Luftdichte	228
Zweites Kapitel. Physikalische Grundlagen der Luftdruckänderung mit der Höhe	230
1. Statik der Atmosphäre	230
2. Homogene Atmosphäre. Isobare Flächen	234
3. Ableitung der genauen barometrischen Höhenformel	236
4. Abnahme der Luftdichte mit der Höhe.	246
Drittes Kapitel. Die Verteilung des Luftdruckes auf der Erdoberfläche und in der Höhe	248
1. Isobaren	248
2. Mittlerer Luftdruck unter verschiedenen Breitengraden	255
3. Luftdrucktypen und ihr jährlicher Verlauf	259
Viertes Kapitel. Veränderlichkeit, Häufigkeit und Extreme von Luftdruckschwankungen	261
1. Durchschnittliche und absolute Veränderlichkeit	261
2. Häufigkeitsverteilung	265
3. Periodische und unperiodische Luftdruckschwankungen	266
4. Die interdiurne Veränderlichkeit des Luftdruckes	272
5. Die absolut tiefsten und höchsten Barometerstände	274
Fünftes Kapitel. Sonnen- und mondentägige Luftdruckschwankungen	276
1. Einleitung	276
2. Der durchschnittliche sonnentägige Gang	276
3. Geschichtliches über die Beobachtungen und Materialsammlungen für die sonnentägigen Luftdruckschwankungen	278
4. Planetarischer und lokaler Anteil, heitere und trübe Tage	278
5. Harmonische Analyse	280
6. Die Periodenuhr	282
7. Formaler Charakter der harmonischen Analyse	282
8. Die Punktwolke	282
9. Berg- und Talstationen; das „Barometer als Thermometer“	285

	Seite
10. Inseln, Küsten und Inland	290
11. Die halbtägige wandernde Welle	291
12. Die stehende halbtägige Welle	292
13. Die dritteltägige Welle	293
14. Die vierteltägige Welle	296
15. Die mondentägige Druckwelle: Berechnung	296
16. Die mondentägige Druckwelle: Ergebnisse	299
17. Die mondentägige Temperaturwelle	301
18. Theorien über die tagesperiodischen Druckschwankungen	301
19. Erdmagnetischer Nachweis der Druckwelle in der Höhe	306
20. Schlußbemerkung	306

Fünfter Teil. Luftfeuchtigkeit. Kondensation. Wolken. Niederschlag

Erstes Kapitel: Der Wasserdampfgehalt	307
1. Der Dampfdruck	307
2. Die Meßzahlen für den Dampfgehalt der Luft	310
3. Messung des Wasserdampfgehaltes der Luft. Hygrometrie	315
4. Der Verdunstungs- und Kondensationsvorgang	320
5. Empirische Verdunstungsformeln	324
6. Die Resultate der Verdunstungsmessungen	325
7. Die Verbreitung der atmosphärischen Feuchtigkeit längs der Erdoberfläche	330
8. Abnahme des Dampfdruckes mit der Höhe	332
9. Der tägliche und jährliche Gang der Luftfeuchtigkeit	335
10. Die Feuchtigkeitsverhältnisse im aufsteigenden Luftstrom	343
Zweites Kapitel. Die aerologischen Arbeitsmethoden und die Adiabatenblätter	350
1. Allgemeines und Höhenmessung	350
2. Dynamisches Meter und Millibar	356
3. Adiabatenblätter	359
Drittes Kapitel. Elementarvorgänge der Wasserdampfkondensation und Niederschlagsbildung	374
1. Ursachen der Kondensation	374
2. Niederschlag an festen Gegenständen der Erdoberfläche: Tau	375
3. Besondere Niederschlagsformen an festen Gegenständen: Rauhreif, Rauhrost	377
4. Kondensationsvorgang und Kondensationskerne	380
5. Anwachsen der Kerne und Übersättigung	382
6. Größe und Anzahl der Wolkenelemente	385
7. Koagulation und Niederschlagsbildung	387
Viertes Kapitel. Die Wolken	391
1. Wolkenformen und ihre Klassifikation	391
2. Wolkenarten und Unterarten (Spielformen, Varietäten)	396
3. Entstehung der Wolkenformen	399
4. Wolkensysteme, Himmelsansicht und Wolken Schlüssel	405
5. Höhe, Bewegung und Häufigkeit der Wolken	407
6. Nebel	413
7. Die Wolken als Himmelsbedeckung (Bewölkung)	417
8. Sonnenscheindauer	424
Fünftes Kapitel. Die Niederschläge	429
1. Allgemeines	429
2. Messung und Berechnung der Niederschläge	436
3. Der tägliche Gang der Niederschläge	448
4. Der jährliche Gang der Niederschläge	454
5. Verteilung der Niederschläge über die Erdoberfläche	466
6. Maxima des Regenfalles in kürzerer Zeit, Dauerregen, Platzregen	472