

7 CA

HANDBUCH  
DER  
KLIMATOLOGIE

Band 1

---

Teil A

# Handbuch der Klimatologie

in fünf Bänden

herausgegeben von

**W. Köppen, Graz und R. Geiger, München**

---

---

**Band I**

## Allgemeine Klimalehre

von

**W. Borchardt, V. Conrad, R. Geiger, W. Köppen,  
M. Milankovitch, A. Wagner, K. Wegener**

Mit 175 Abbildungen

Berlin 1936

KRAUS REPRINT  
Nendeln/Liechtenstein

1972

# Handbuch der Klimatologie

in fünf Bänden

Verfaßt von Prof. E. Alt, Dresden; Prof. L. Berg, Leningrad; Dr. B. J. Birkeland, Oslo; Dr. W. Borchardt, Hamburg; Dr. C. Braak, De Bilt; Prof. Ch. F. Brooks, Worcester; Prof. G. Castens, Hamburg; Dr. A. J. Connor, Toronto; Prof. V. Conrad, Wien; G. W. Cox, Pretoria; Dr. N. J. Föyn, Oslo; Dr. S. Fujiwhara, Tokio; Dr. R. Geiger, München; Prof. A. Kaminskij, Leningrad; Dr. E. Kidson, Wellington; Prof. K. Knoch, Berlin; Prof. W. Köppen, Graz; Prof. E. Kuhlbrodt, Hamburg; Prof. W. Meinardus, Göttingen; Prof. M. Milankovitch, Belgrad; Dr. C. W. B. Normand, Poona; Prof. T. Okada, Tokio; H. Petersen, Kopenhagen; C. L. Robertson, Salisbury; E. Rubinstein, Leningrad; Prof. K. Sapper, Würzburg; N. P. Sellick, Salisbury; Prof. T. Gr. Taylor, Chicago; Prof. O. Tetens, Lindenberg; Prof. A. Wagner, Innsbruck; Sir Gilbert T. Walker, Cambridge (Engl.); Prof. R. De C. Ward, Cambridge (U. S. A.); Prof. A. Wegener, Graz; Prof. K. Wegener, Porto Alegre; Prof. L. Weickmann, Leipzig.

Herausgegeben von

**W. Köppen, Graz und R. Geiger, München**

---

---

Band I, Teil A

## Mathematische Klimalehre

und

## Astronomische Theorie der Klimaschwankungen

von

**M. Milankovitch**

o. Professor der Himmelsmechanik und der theoretischen Physik  
an der Universität Belgrad

Berlin 1930

KRAUS REPRINT  
Nendeln/Liechtenstein

1972

# Inhalt

	Seite
Einleitung . . . . .	1
Literatur . . . . .	3
Erster Abschnitt: Die Bestrahlung der Erde durch die Sonne ohne Berücksichtigung des Einflusses der Atmosphäre. . . . .	5
§ 1. Die Solarkonstante. — Das Bestrahlungsgesetz . . . . .	5
§ 2. Die Bestrahlung der Erde in einem gegebenen Zeitpunkte . . . . .	7
§ 3. Der tägliche Gang der Bestrahlung . . . . .	11
§ 4. Die täglichen Strahlungsmengen . . . . .	12
§ 5. Der jährliche Gang der Bestrahlung . . . . .	13
§ 6. Die Diskontinuität des Bestrahlungsganges und deren Elimination . . . . .	19
§ 7. Reihenentwicklungen . . . . .	23
§ 8. Quantitäten der Bestrahlung während beliebiger Zeitabschnitte des Jahres . . . . .	27
§ 9. Quantitäten der Bestrahlung während der astronomischen Jahreszeiten . . . . .	29
§ 10. Die den beiden Hemisphären während beliebiger Intervalle des Jahres zugestrahlten Wärmemengen . . . . .	32
§ 11. Die ungleiche Dauer astronomischer Jahreszeiten. . . . .	34
§ 12. Die säkularen Änderungen der Bahn- und Rotationselemente der Erde . . . . .	35
§ 13. Hilfstabellen zur Berechnung der säkularen Änderungen der Erdbestrahlung . . . . .	37
§ 14. Der säkulare Gang der Erdbestrahlung . . . . .	40
§ 15. Die mathematische Darstellung des säkularen Ganges der Erdbestrahlung . . . . .	43
§ 16. Zusammenfassung der Ergebnisse des ersten Abschnittes . . . . .	51
Zweiter Abschnitt: Die Beeinflussung der Erdbestrahlung durch die Atmosphäre und der Zusammenhang zwischen Einstrahlung und Temperatur. — Das mathematische Klima der Erde . . . . .	55
§ 17. Grundtatsachen . . . . .	55
§ 18. Das BOUGUER-LAMBERTSche Gesetz . . . . .	56
§ 19. Die mathematische Darstellung des Einflusses der Atmosphäre auf den Bestrahlungszustand der Erde . . . . .	57
§ 20. Numerische Resultate . . . . .	63
§ 21. Die Strahlungsbilanz der Erde . . . . .	66
§ 22. Die Schichtung der Atmosphäre. Das BEERSche Gesetz . . . . .	68
§ 23. Die Ausstrahlung der Erdoberfläche und die Gegenstrahlung der Atmosphäre . . . . .	72
§ 24. Die Differentialgleichungen des Strahlungsvorganges in der Atmosphäre . . . . .	74
§ 25. Das erste Grundproblem der mathematischen Klimalehre. Die Integration der Gleichungen des Strahlungsvorganges für den Fall des stationären Bestrahlungszustandes . . . . .	76
§ 26. Die solaren Temperaturen der Breitenkreise . . . . .	78
§ 27. Der Aufbau der Atmosphäre im Strahlungsgleichgewicht . . . . .	82
§ 28. Stabilitätsfragen . . . . .	84
§ 29. Der Einfluß des Wasserdampfes auf den Strahlungsvorgang in der Atmosphäre . . . . .	87
§ 30. Die Wärmeleitung des Erdbodens. . . . .	90
§ 31. Wärmeumsatz des Bodens, Verspätung der Temperaturextreme . . . . .	94
§ 32. Die Form der täglichen Temperaturkurve . . . . .	98
§ 33. Das zweite Grundproblem der mathematischen Klimalehre. Die Integration der Gleichungen des Strahlungsvorganges für den Fall des variablen Bestrahlungszustandes . . . . .	100
§ 34. Numerische Resultate . . . . .	107
§ 35. Der jährliche Wärmeumsatz der Atmosphäre . . . . .	110
§ 36. Zusammenfassung der Ergebnisse des zweiten Abschnittes . . . . .	113

	Seite
Dritter Abschnitt: Die astronomische Theorie der Klimaschwankungen	118
§ 37. Geschichtliches . . . . .	118
§ 38. Über die numerischen Berechnungen der säkularen Änderungen der astronomischen Elemente . . . . .	121
§ 39. Die numerische Ausrechnung des säkularen Ganges der Erdbestrahlung .	124
§ 40. Forschungsergebnisse der Klimatologen und Geologen über die Auswirkung des säkularen Bestrahlungsganges im klimatischen Bilde der geologischen Vorzeit. . . . .	134
§ 41. Der zum säkularen Bestrahlungsgang zugehörige Temperaturgang . . . .	151
§ 42. Die Eiszeiten . . . . .	161
§ 43. Zusammenfassung der Ergebnisse des dritten Abschnittes; Schlußbetrachtungen. . . . .	173

---