

# Handbuch der Geophysik

Band VIII

herausgegeben von

Professor Dr. Franz Linke, Frankfurt a. M.

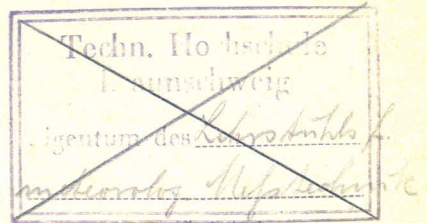
Lieferung 1 mit 94 Abbildungen

## Vorbereitende Betrachtungen

Die Theorie der Zerstreung, Extinktion und  
Polarisation des Lichtes in der Atmosphäre

Die Sonnenstrahlung und ihre Schwächung in  
der Atmosphäre

48, 15, Gründmann



Berlin-Zehlendorf

Verlag von Gebrüder Borntraeger

1942

551.521

Dieser Titel und das Inhaltsverzeichnis sind beim Einbinden des ganzen Bandes zu entfernen

INSTITUT F. MET. U. KLIMAT.  
TECHN. HOCHSCHULE HANNOVER

E 1

# Inhaltsübersicht

Seite

## Abschnitt I. Vorbereitende Betrachtungen, von Professor Dr. F. LINKE, Frankfurt a. M.

### Kapitel 1. Die Sonne als primäre Strahlungsquelle:

§ 1. Die Sonne, allgemein . . . . .	1
§ 2. Die Solarkonstante . . . . .	3
§ 3. Die Sonnenflecken . . . . .	4
§ 4. Die einzelnen Schichten der Sonne und ihre Rotation . . . . .	5
§ 5. Sonstige Vorgänge und Zustände in der Sonne . . . . .	7
§ 6. Das Spektrum der Sonne . . . . .	8
§ 7. Korpuskulare und extrem-kurze UV-Strahlung der Sonne . . . . .	11

### Kapitel 2. Das atmosphärische Aerosol:

§ 8. Die kolloidale Struktur der Atmosphäre . . . . .	14
§ 9. Beobachtungsmethoden und -ergebnisse . . . . .	16
§ 10. Herkunft der Aerokolloide . . . . .	19
§ 11. Abhängigkeit von Luftkörpern und Höhenschichten . . . . .	23
§ 12. Einfluß der Aerokolloide auf Strahlung und Luftelektrizität . . . . .	24

### Kapitel 3. Grundgesetze der Strahlungskunde:

§ 13. Die Strahlungsarten . . . . .	28
§ 14. Die Strahlungsgrößen, ihre Einheiten und Dimensionen . . . . .	29
§ 15. Die wichtigsten Strahlungsgesetze . . . . .	30
§ 16. Die Strahlung eines schwarzen Körpers . . . . .	34
§ 17. Absorption und Reflexion der Strahlung . . . . .	37
§ 18. Licht und Helligkeit . . . . .	41
§ 19. Lichtgrößen . . . . .	42
§ 20. Helligkeit sehr kleiner oder sehr entfernter Lichtquellen . . . . .	46
§ 21. Farben . . . . .	49
§ 22. Dunkelleuchtdichte und Dunkelbeleuchtungsstärke . . . . .	51

### Kapitel 4. Meßmethoden und Meßgeräte:

§ 23. Einleitung . . . . .	52
§ 24. Kalorimetrische Messung der Sonnenstrahlung . . . . .	52
§ 25. Elektrische Meßverfahren . . . . .	58
§ 26. Kalorimetrische Messung der Himmelsstrahlung . . . . .	63
§ 27. Die Messung der Globalstrahlung . . . . .	67
§ 28. Helligkeitsmessungen . . . . .	71
§ 29. Lichtelektrische Photometer . . . . .	76
§ 30. Farbfilter . . . . .	85
§ 31. Photochemische Messungen des Lichtes . . . . .	93
§ 32. Meßmethoden im äußersten Ultraviolett . . . . .	94
§ 33. Spektralaktinometer . . . . .	102
§ 34. Die Messung der Effektivstrahlung . . . . .	104
Anhang 1. Galvanometer als Hilfsgeräte . . . . .	109
Anhang 2. Künstliche Strahlungsquellen zu Eichzwecken (Normallampen) . . . . .	117

## Abschnitt II. Sonnen- und Himmelsstrahlung

## Kapitel 5. Die Theorie der Zerstreuung, Extinktion und Polarisation des Lichtes in der Atmosphäre:

§ 35.	Einleitung . . . . .	120
§ 36.	Allgemeine Problemstellung . . . . .	121
§ 37.	Die Atmosphäre als natürliches trübes Medium. (Das atmosphärische Aerosol) . . . . .	122
§ 38.	Die diffuse Zerstreuung . . . . .	123
§ 39.	Anfänge der Theorie des Himmelslichtes. (Erklärung der blauen Farbe des Himmels) . . . . .	124
§ 40.	Die RAYLEIGHsche Theorie:	
	a) Ableitung der Intensität des zerstreuten Lichtes aus der MAXWELLSchen Theorie des elektromagnetischen Feldes. (Das $\lambda^{-4}$ -Gesetz) . . . . .	126
	b) Ableitung der Extinktionsformeln . . . . .	131
	c) Extinktion und LOSCHMIDTSche Zahl . . . . .	132
	d) Anfänge und Erweiterung der Theorie für größere Teilchen . . . . .	134
§ 41.	Die strenge elektromagnetische Beugungstheorie nach MIE-DEBYE:	
	a) Problemstellung, Grundlage, Anwendungsbereich . . . . .	137
	b) Die MAXWELLSchen Gleichungen in Polarkoordinaten . . . . .	140
	c) Feststellungen der Grenzbedingungen . . . . .	142
	d) Lösungen der MAXWELLSchen Gleichungen . . . . .	142
	e) Die Funktionen $K_\nu$ und $I_\nu$ (Zylinderfunktionen) und $P_\nu$ und $\mathfrak{P}_\nu$ (Kugelfunktionen) . . . . .	144
	f) Integralwerte der Kugelfunktionen . . . . .	145
	g) Berechnung der ebenen Welle . . . . .	145
	h) Berechnung der gebrochenen und reflektierten Welle . . . . .	146
	i) Bestimmung der Koeffizienten $a_\nu$ (elektrische Eigenschwingungen) und $p_\nu$ (magnetische Eigenschwingungen) . . . . .	148
	j) Darstellung der Feldstärken mittels skalarer Potentiale $\Pi$ nach DEBYE . . . . .	149
	k) Die Koeffizienten $a_n^1$ und $a_n^2$ nach DEBYE und ihre Umrechnung auf die Koeffizienten $a_\nu$ und $p_\nu$ nach MIE . . . . .	149
	l) Formeln zum praktischen Rechnen . . . . .	150
	m) Sehr kleines $\alpha$ : RAYLEIGHsche Strahlung . . . . .	151
	n) Die Partialwellen . . . . .	152
	o) Die diffus zerstreute Strahlung . . . . .	152
	p) Die Intensität des senkrecht zum durchgehenden Strahl zerstreuten Lichtes . . . . .	154
	q) Die Strahlung vieler Teilchen . . . . .	154
§ 42.	Beispiele:	
	a) Die RAYLEIGHsche Strahlung verschiedener Goldteilchen-Trübungen . . . . .	156
	b) Die Beugung des Lichtes an kolloidalen Kohlenstoffteilchen . . . . .	158
	c) Die Zerstreuungsgesetze dielektrischer Kügelchen in Medien von fast gleichem Brechungsindex (nach JOBST) . . . . .	159
	d) Diffuse Zerstreuung an großen Wassertröpfchen . . . . .	160
§ 43.	Die Zerstreuungsfunktion . . . . .	161
	a) Allgemeines . . . . .	161
	b) Optische Behandlung des Problems:	
	1. Unter bloßer Berücksichtigung der Reflexion und Refraktion . . . . .	162
	2. Unter bloßer Berücksichtigung der Beugung . . . . .	164
	3. Nach der neuen Regenbogentheorie . . . . .	165

	Seite
c) Elektromagnetische Behandlung des Problems; Die RAY- LEIGHsche Zerstreuungsfunktion . . . . .	165
d) Die Zerstreuungsfunktion nach MIE-DEBYE . . . . .	167
e) Die empirische Zerstreuungsfunktion nach SCHIRMANN . . . . .	171
f) Vergleich der exakten Zerstreuungsfunktion mit den Zer- streuungsfunktionen auf Grund von Reflexion und Refraktion bzw. von Beugung . . . . .	174
§ 44. Die MIE-DEBYESche Theorie der Extinktion des Lichtes in der Atmosphäre:	
a) Die Extinktion trüber Medien (nach MIE) . . . . .	176
b) Die Extinktion kolloidaler Goldlösungen . . . . .	177
c) Die Extinktion kolloidaler Kohlenstoffteilchen . . . . .	180
d) Die Extinktion großer Wassertröpfchen (STRATTON- HOUGHTON) . . . . .	180
e) Die Extinktion größerer Metallsuspensionen (JOBST) . . . . .	180
§ 45. Die PLANCKSche elektromagnetische Dispersionstheorie:	
A. Normale Dispersion in optisch homogenen Medien:	
a) Eigenperiode und Dämpfungsdekrement der Molekülschwin- gungen . . . . .	186
b) Formulierung des Problems . . . . .	186
c) Erhaltung und Zerstreuung der Energie . . . . .	187
d) Ebene periodische Wellen . . . . .	187
e) Normale Dispersion. Extinktionskoeffizient. Relaxations- strecke . . . . .	188
f) Vergleich mit der RAYLEIGHschen Theorie . . . . .	189
B. Normale und anomale Dispersion in nichtleitenden Medien variabler Dichte:	
a) Voraussetzungen der Theorie . . . . .	190
b) Vorstellungen über den Extinktionsvorgang im nichtleitenden Medium . . . . .	191
c) Behandlung der Dämpfung . . . . .	191
d) Resultate der Theorie . . . . .	192
e) Die PLANCKSche Theorie und die Extinktion des Sonnenlichtes in der Atmosphäre . . . . .	193
f) Zusammenfassung über die Extinktion des Lichtes . . . . .	193
g) Allgemeiner mathematischer Ausdruck für Brechungsexponent und Extinktionskoeffizient . . . . .	194
h) Dispersionskurve des ersten Typus . . . . .	194
i) Dispersionskurve des zweiten Typus . . . . .	198
k) Dispersionskurve des dritten Typus . . . . .	192
§ 46. Die Theorie der Polarisation des diffus zerstreuten Lichtes in der Atmosphäre:	
Problemstellung . . . . .	201
Die RAYLEIGHsche Theorie:	
a) Ableitung des Polarisationsgrades $P(\varphi)$ als Funktion des Zer- streuungswinkels $\varphi$ . . . . .	202
b) Erweiterung der Theorie. (Partielle Polarisation im Maximum, spektrale Polarisation) . . . . .	204
§ 47. Die Theorie der sekundären Diffusion:	
a) Ergänzung der RAYLEIGHschen Theorie. (Partielle Polarisation im Maximum, negative Polarisation und neutrale Punkte) . . . . .	205
b) Die SORETSche Theorie . . . . .	206
c) Erklärung der neutralen Punkte. (Spektrale Abhängigkeit); Polarisation im Schatten . . . . .	207

	Seite
d) Polarisationsgrad bei sekundärer Diffusion . . . . .	208
e) Die Theorie von AHLGRIMM . . . . .	208
f) Bedeutung spiegelnder und diffuser Reflexion an großen Teilchen und Flächen . . . . .	209
g) Einwände gegen die Theorie der sekundären Diffusion. (Um- fassende Erklärung der atmosphärisch-optischen Erscheinungen nach SCHIRMANN) . . . . .	210
h) Bedeutung der Anisotropie der diffus streuenden Teilchen (RAYLEIGH, GANS) . . . . .	212
§ 48. Die strenge elektromagnetische Beugungstheorie nach MIE-DEBYE:	
a) Die Polarisation des diffus zerstreuten Lichtes von verschie- denen Goldteilchen-Trübungen (nach MIE) . . . . .	215
b) Die Komponenten $I_I$ und $I_{II}$ in Abhängigkeit vom Winkel $\gamma$ . Polarisationskurven . . . . .	215
c) Die Polarisation vollkommen leitender und vollkommen die- lektrischer Kügelchen . . . . .	218
d) Die Dispersion der Polarisation des diffus zerstreuten Lichtes von metallischen und dielektrischen Kügelchen. Inversions- effekt . . . . .	219
e) Zwei Arten von Polychroismus bei Kügelchen. (Polychroismus der Himmelpolarisation) . . . . .	224
f) Verschiedene Strahlungsdiagramme für die beiden polarisierten Komponenten $I_I$ und $I_{II}$ (nach SCHIRMANN und BLUMER) . . . . .	225
g) Wellenlängenabhängigkeit der Komponenten $I_I$ und $I_{II}$ . . . . .	230
Literaturverzeichnis zum Kapitel 5 . . . . .	234
Kapitel 6. Die Sonnenstrahlung und ihre Schwächung in der Atmosphäre. . . . .	239

**Lieferung 2 wird enthalten:**

Kapitel 6. Schluß.

Kapitel 7. Die kurzwellige Himmelsstrahlung, von Prof. Dr. F. LINKE.  
Mit Anhang „Das Leuchten des Nachthimmels“, von Prof. Dr. F.W. PAUL  
GÖTZ, Arosa.Kapitel 8. Die Dämmerungserscheinungen, von Prof. Dr. PAUL GRUNER,  
Berlin.Kapitel 9. Die Polarisation des Himmelslichtes, von Prof. Dr. JENSEN,  
Hamburg. 527**Lieferung 3 wird enthalten:****Abschnitt III. Strahlungsvorgänge innerhalb der Atmosphäre.**

Kapitel 10. Sicht, von Prof. Dr. F. LINKE. 621

~~Kapitel 11.~~ Die Brechungs- und Beugungserscheinungen im Wasser-  
tropfen und Eiskristallen (Meteorologische Optik), von Prof. Dr.  
RUDOLF MEYER, Riga. *Lang 421192*Kapitel 12. Die dunklen Strahlungsströme in der Atmosphäre und  
die Strahlungsbilanz, von Prof. Dr. F. LINKE und Dozent Dr. FRITZ MÖLLER,  
Frankfurt a. M. 651  
-721*Kap. 11.*