
Inhaltsverzeichnis

Teil I · Physik der Atmosphärischen Grenzschicht	1
1 Der Grenzschicht-Begriff	3
1.1 Die Atmosphärische Grenzschicht, der unterste Teil der Troposphäre	3
1.2 Der Grenzschicht-Begriff in der allgemeinen Strömungslehre	4
1.3 Anwendung der Bewegungsgleichung	6
1.4 Gedanklicher Übergang zur Atmosphärischen Grenzschicht	10
1.5 Skalenanalyse	11
1.5.1 Beispiel 1: Thermische Diffusion bei vorgegebener charakteristischer Länge	11
1.5.2 Beispiel 2: Höhe einer stationären Laborgrenzschicht	13
1.5.3 Beispiel 3: Höhe einer stationären Atmosphärischen Grenzschicht	13
1.6 Dimensionsanalyse	13
1.7 Unterschiedliche Definitionen der Grenzschichthöhe δ aus dem Profilverlauf	14
1.8 Typen der Atmosphärischen Grenzschicht	15
2 Flusssichten	17
2.1 Turbulenz	17
2.2 Formulierung von Flusssichten	19
2.2.1 Die transportierte Eigenschaft ist ein Skalar	20
2.2.2 Die transportierte Eigenschaft ist die Komponente eines Vektors	22
2.2.3 Der molekulare Impulstransport	24
3 Die hydrodynamischen Grundgleichungen	25
3.1 Die Komponentenschreibweise	25
3.2 Die Kontinuitätsgleichung	26
3.3 Die Gasgleichung	26
3.4 Skalenanalyse von mit Fluktuationsgrößen gebildeten Termen	26
3.5 Die Bewegungsgleichung	29
3.6 Die Haushaltsgleichungen für die fühlbare Wärme und den Wasserdampf	30
3.7 Die Randbedingungen	32

4	Haushaltsgleichungen von Größen, die die Turbulenz beschreiben	35
4.1	Die Haushaltsgleichung für die turbulente kinetische Energie	35
4.2	Weitere Gleichungen für kinetische Energien	41
4.3	Allgemeines über Haushaltsgleichungen für Momente zweiter Ordnung	43
4.4	Spektraler Transfer	44
4.5	Quantitative Beispiele	46
5	Die Parametrisierung	49
5.1	Das Problem	49
5.2	Die Schließung erster Ordnung	51
5.2.1	Der K -Ansatz und die Theorie des Mischungsweges	51
5.2.2	Der Differenzen-Ansatz	54
5.3	Schließungen höherer Ordnung	55
6	Dynamik der Ekman-Schicht	57
6.1	Die Ekman-Spirale in der Atmosphäre	57
6.1.1	Die Ekman-Gleichungen	57
6.1.2	Lösung der Ekman-Gleichungen mit $K_M = \text{const.}$	59
6.1.3	Lösung der Ekman-Gleichungen mit höhenabhängigem K_M	60
6.1.4	Darstellung und Interpretation der Lösungen	60
6.2	Die vertikale Struktur der Atmosphärischen Grenzschicht	66
6.2.1	Die Höhe der Prandtl-Schicht	66
6.2.2	Die Höhe der dynamischen Grenzschicht	68
6.2.3	Das Gesamtbild der Struktur der horizontal homogenen dynamischen Grenzschicht	69
6.3	Die Ekman-Spirale im Ozean	70
7	Die Prandtl-Schicht	75
7.1	Das logarithmische Windprofil bei neutraler Schichtung	75
7.2	Überlegungen zum diabatischen Windprofil	81
7.3	Stabilitätsbetrachtungen	82
7.4	Das Turbulenzkriterium von L.F. Richardson	86
7.5	Die Ähnlichkeitstheorie von Monin und Obukhov	87
7.6	Das aus der Ähnlichkeitstheorie folgende Windprofil	89
7.7	Allgemeine Formulierung der Profilbeziehungen	91
7.8	Die Bestimmung der Funktionen $\varphi(\zeta)$ und $j(\zeta)$	91
7.9	Die Bulk-Transportkoeffizienten oder -widerstände	94
7.10	Weitere Gesetzmäßigkeiten der Prandtl-Schicht	96
8	Die Rossby-Zahl-Ähnlichkeitstheorie	97
8.1	Grundlagen	97
8.2	Die Widerstandsgesetze der AGS	98
8.3	Einfache Modelle für die gesamte AGS	100
9	Die konvektive Grenzschicht	103
9.1	Einordnung in die Grundtypen der AGS	103
9.2	Ähnlichkeitsbetrachtungen	105

9.3	Die beobachtete Struktur der konvektiven Grenzschicht	106
9.4	Konzeptionelle Modelle	109
9.4.1	Die Grundstruktur der konvektiven Grenzschicht	109
9.4.2	Die trockene konvektive Grenzschicht	110
9.4.3	Die konvektive Grenzschicht mit Wolken (feuchte CBL)	112
10	Die stabile Grenzschicht	117
10.1	Das Phänomen	117
10.2	Der nächtliche Grenzschicht-Strahlstrom	121
	Teil II · Mikrometeorologie	125
11	Die Energiebilanz an der Erdoberfläche	127
11.1	Die Strahlungsbilanz	127
11.2	Der Bodenwärmestrom	129
11.3	Die Energiebilanzterme über wirklichen Oberflächen	136
11.4	Zusammenhänge zwischen den Energiebilanztermen	138
11.5	Messung der Energiebilanzterme	140
11.6	Beispiele	144
12	Mikroklimata	145
12.1	Definition	145
12.2	Beispiele	146
12.3	Interne Grenzschichten	154
13	Das Bestandsklima	161
13.1	Eigenschaften einer Vegetationsdecke	161
13.2	Die Verdunstung	163
13.2.1	Photosynthese und Respiration	163
13.2.2	Die potentielle Verdunstung	165
13.2.3	Die aktuelle Verdunstung	168
13.3	Boden-Vegetation-Atmosphäre-Wechselwirkung (SVAT)	170
14	Mikrometeorologie über Schnee- und Eisoberflächen	177
14.1	Problematik und einige Phänomene	177
14.2	Freie und bedeckte Ablation	179
14.2.1	Grundlagen für ein einfaches Modell	179
14.2.2	Freie Ablation	181
14.2.3	Bedeckte Ablation	182
14.2.4	Ablationsdiagramme	183
	Anhang · Zur Geschichte der Grenzschicht-Meteorologie	189
	Literaturverzeichnis	199
	Sachverzeichnis	205

Grundlagen der Grenzschicht-Meteorologie
Einführung in die Physik der Atmosphärischen
Grenzschicht und in die Mikrometeorologie

Kraus, H.

2008, IX, 211 S., Hardcover

ISBN: 978-3-540-75980-5