

# Inhaltsverzeichnis

Teil I · Physik der Atmosphärischen Grenzschicht .....	1
<b>1 Der Grenzschicht-Begriff .....</b>	<b>3</b>
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 $\delta$ aus dem Profilverlauf .....	14
1.8 Typen der Atmosphärischen Grenzschicht .....	15
<b>2 Flussdichten .....</b>	<b>17</b>
2.1 Turbulenz .....	17
2.2 Formulierung von Flussdichten .....	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
<b>3 Die hydrodynamischen Grundgleichungen .....</b>	<b>25</b>
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

<b>4</b>	<b>Haushaltsgleichungen von Größen, die die Turbulenz beschreiben</b>	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
<b>5</b>	<b>Die Parametrisierung</b>	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
<b>6</b>	<b>Dynamik der Ekman-Schicht</b>	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
<b>7</b>	<b>Die Prandtl-Schicht</b>	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
<b>8</b>	<b>Die Rossby-Zahl-Ähnlichkeitstheorie</b>	97
8.1	Grundlagen	97
8.2	Die Widerstandsgesetze der AGS	98
8.3	Einfache Modelle für die gesamte AGS	100
<b>9</b>	<b>Die konvektive Grenzschicht</b>	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
<b>10</b>	<b>Die stabile Grenzschicht .....</b>	<b>117</b>
10.1	Das Phänomen .....	117
10.2	Der nächtliche Grenzschicht-Strahlstrom .....	121
	<b>Teil II · Mikrometeorologie .....</b>	<b>125</b>
<b>11</b>	<b>Die Energiebilanz an der Erdoberfläche .....</b>	<b>127</b>
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
<b>12</b>	<b>Mikroklimata .....</b>	<b>145</b>
12.1	Definition .....	145
12.2	Beispiele .....	146
12.3	Interne Grenzschichten .....	154
<b>13</b>	<b>Das Bestandsklima .....</b>	<b>161</b>
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
<b>14</b>	<b>Mikrometeorologie über Schnee- und Eisoberflächen .....</b>	<b>177</b>
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
	<b>Anhang · Zur Geschichte der Grenzschicht-Meteorologie .....</b>	<b>189</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>199</b>
	<b>Sachverzeichnis .....</b>	<b>205</b>