

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
Einleitung . . . . .	7
Symbolverzeichnis . . . . .	9
<b>1 Grundgleichungen . . . . .</b>	<b>11</b>
1.1 Gleichungen der Thermodynamik . . . . .	11
1.2 Die Bewegungsgleichungen . . . . .	11
<b>2 Beziehungen zwischen Wind-, Druck- und Temperaturfeld . . . . .</b>	<b>13</b>
2.1 Größenordnung der synoptischen Systeme . . . . .	13
2.2 Hydrostatisches Gleichgewicht . . . . .	13
2.3 Gleichgewichtsformen bei horizontaler Bewegung . . . . .	14
2.4 Trajektorien und Stromlinien . . . . .	16
2.5 Der Druck als vertikale Koordinate . . . . .	18
2.6 Die vertikale Änderung des geostrophischen Windes . . . . .	19
2.7 Temperaturadvektion und lokale Temperaturänderung . . . . .	20
2.8 Änderungen der Schichtungsstabilität . . . . .	22
2.9 Vertikaler Aufbau der Druckgebilde . . . . .	23
2.10 Ageostrophische Windkomponenten . . . . .	24
2.11 Dynamische Stabilität . . . . .	27
<b>3 Grundlagen der Dynamik . . . . .</b>	<b>29</b>
3.1 Eigenschaften des horizontalen Stromfelds . . . . .	29
3.1.1 Translation . . . . .	29
3.1.2 Deformation . . . . .	29
3.1.3 Divergenz . . . . .	31
3.1.4 Rotation (Vorticity) . . . . .	32
3.1.5 Bestimmung der Vorticity . . . . .	34
3.2 Die Kontinuitätsgleichung . . . . .	35
3.3 Die Vorticitygleichung . . . . .	37
3.4 Potentielle Vorticity . . . . .	39
3.5 Zirkulation und Zirkulationstheorem . . . . .	39
<b>4 Luftmassen . . . . .</b>	<b>42</b>
4.1 Entstehung, Klassifikation und Eigenschaften der Luftmassen . . . . .	42
4.2 Luftmassentransformation . . . . .	45
<b>5 Fronten und Frontalzonen . . . . .</b>	<b>48</b>
5.1 Gleichgewichtsbedingungen an Frontflächen . . . . .	48
5.2 Gleichgewichtsbedingungen an Frontalzonen . . . . .	49

5.3	Die Struktur der Polarfront . . . . .	51
5.4	Klassifikation der Bodenfronten; Frontverlagerung . . . . .	56
5.5	Erscheinungsform der Fronten . . . . .	57
5.6	Frontmodelle . . . . .	60
5.6.1	Die Warmfront . . . . .	60
5.6.2	Kaltfronten . . . . .	61
5.6.3	Okklusionsfronten . . . . .	63
5.6.4	Mesoskalige Strukturen im Bereich von Frontensystemen . . . . .	64
5.7	Frontenanalyse . . . . .	65
<b>6</b>	<b>Jetstreams (Strahlströme)</b> . . . . .	<b>67</b>
6.1	Erscheinungsform . . . . .	67
6.2	Horizontale und vertikale Windscherung . . . . .	68
6.3	Verlauf der Jetachse . . . . .	69
<b>7</b>	<b>Frontogenese und Frontolyse</b> . . . . .	<b>72</b>
7.1	Allgemeine Aspekte . . . . .	72
7.2	Frontogenese und Frontolyse im horizontalen Stromfeld . . . . .	72
7.3	Querzirkulationen bei Frontogenese und Frontolyse . . . . .	73
7.3.1	Theorie . . . . .	73
7.3.2	Anwendung auf frontogenetische Felder . . . . .	75
7.3.3	Der Einfluß diabatischer Wärmeübergänge . . . . .	78
7.4	Verhältnisse in Bodennähe . . . . .	79
7.5	Beispiele für frontogenetische Prozesse . . . . .	79
<b>8</b>	<b>Die Struktur der Zyklonen und Antizyklonen der Westwindzone</b> . . . . .	<b>90</b>
8.1	Geschichtlicher Rückblick . . . . .	90
8.2	Der Lebenszyklus der Zyklonen . . . . .	91
8.3	Thermische Struktur und vertikaler Aufbau der Zyklonen während ihrer Entwicklung . . . . .	95
8.4	Zyklonen-Familien . . . . .	97
8.5	Antizyklonen . . . . .	97
<b>9</b>	<b>Die troposphärischen Wellen</b> . . . . .	<b>99</b>
9.1	Erscheinungsform . . . . .	99
9.2	Identifikation und Verhalten der langen Wellen . . . . .	99
9.3	Höhenzyklonen und -antizyklonen . . . . .	103
9.4	Der Index-Zyklus . . . . .	106
<b>10</b>	<b>Kinematik der Strukturen des "Large scale"</b> . . . . .	<b>109</b>
10.1	Kinematik der Druckgebilde . . . . .	109

10.2	Kinematik der Vorticityextreme . . . . .	111
10.3	Relativbewegungen der Luftteilchen innerhalb wandernder Druckgebilde . . . . .	116
<b>11</b>	<b>Modelle für Zyklogenese und Antizyklogenese . . . . .</b>	<b>120</b>
11.1	Mechanismus der Druckänderungen . . . . .	120
11.2	Modelle für Entwicklung und Verlagerung von Zyklonen und Antizyklonen . . . . .	121
11.3	Zur Divergenzverteilung in der Höhenströmung . . . . .	122
<b>12</b>	<b>Quasigeostrophische Diagnostik . . . . .</b>	<b>125</b>
12.1	Temperatur- und Potentialänderung . . . . .	125
12.2	Vorticity- und Potentialänderung . . . . .	125
12.3	Die Omega-Gleichung . . . . .	126
12.4	Q-Vektor-Diagnostik . . . . .	127
<b>13</b>	<b>Entwicklungsbetrachtungen in einem baroklinen Zweischichtenmodell . . . . .</b>	<b>129</b>
13.1	Modellgleichungen . . . . .	129
13.2	Barokline Instabilität . . . . .	130
13.3	Energetik . . . . .	132
13.4	Stabile barokline Wellen . . . . .	133
13.4.1	Wellen mit Potential- und Temperaturfeld in Phase . . . . .	133
13.4.2	Wellen mit 180° Phasendifferenz zwischen Potential- und Temperaturfeld (Frontalwellen) . . . . .	136
13.5	Labil anwachsende barokline Wellen; Zyklogenese – Antizyklogenese . . . . .	138
13.5.1	Allgemeines . . . . .	138
13.5.2	Entstehung . . . . .	139
13.5.3	Weiterentwicklung . . . . .	143
13.5.4	Endzustand . . . . .	144
13.5.5	Verknüpfungen mit Entwicklungen stromab und stromauf . . . . .	145
13.6	Gedämpfte barokline Wellen . . . . .	146
13.7	Wandernde Höhenzyklonen („Kaltlufttropfen“) . . . . .	147
13.8	Potentielle Vorticity und Zyklogenese . . . . .	147
<b>14</b>	<b>Zusatzeffekte für Zyklogenese und Antizyklogenese . . . . .</b>	<b>151</b>
14.1	Bodenreibung . . . . .	151
14.2	Übergänge fühlbarer Wärme . . . . .	152
14.3	Orographie . . . . .	152
<b>15</b>	<b>Dynamik konvektiver Wettersysteme . . . . .</b>	<b>161</b>
15.1	Potentielle Instabilität . . . . .	161
15.2	Auslösung durch Vertikalbewegungen . . . . .	162
15.3	Mesoskalige konvektive Systeme . . . . .	163
15.4	Beispiel der Entwicklung eines konvektiven Systems . . . . .	167

---

<b>16</b>	<b>Entwicklungsbeispiele</b>	<b>169</b>
16.1	Wetterlage vom 23.–25.03.1986	169
16.1.1	Ausgangssituation	169
16.1.2	Entwicklung zur Warmsektorzyklone	173
16.1.3	Rapide Zyklognese; Reifestadium	174
16.1.4	Endphase der Entwicklung	177
16.1.5	Die voll entwickelte Zyklone; fortschreitende Okklusion	182
16.1.6	Zusammenfassung	185
16.2	Wetterlage vom 17.–19.11.1986	186
16.3	Wetterlage vom 13./14.11.1987	188
16.4	Wetterlage vom 27.–30.10.1989	194
	Literatur	196