

Leitfäden für die Ausbildung
im Deutschen Wetterdienst

S31270

8

Synoptische Meteorologie

Zweite, vollständig neu bearbeitete Auflage

von

Manfred Kurz

(mit 189, häufig mehrteiligen Abbildungen im Text)

Offenbach am Main 1990

Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes

C V 37

DK 551.509.3

Leitfäden für die Ausbildung
im Deutschen Wetterdienst

8

Synoptische Meteorologie

Zweite, vollständig neu bearbeitete Auflage

von

Manfred Kurz

(mit 189, häufig mehrteiligen Abbildungen im Text)

Offenbach am Main 1990
Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes

Inhalt	Seite
Einleitung	7
Symbolverzeichnis	9
1 Grundgleichungen	11
1.1 Gleichungen der Thermodynamik	11
1.2 Die Bewegungsgleichungen	11
2 Beziehungen zwischen Wind-, Druck- und Temperaturfeld	13
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
3 Grundlagen der Dynamik	29
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
4 Luftmassen	42
4.1 Entstehung, Klassifikation und Eigenschaften der Luftmassen	42
4.2 Luftmassentransformation	45
5 Fronten und Frontalzonen	48
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
6	Jetstreams (Strahlströme)	67
6.1	Erscheinungsform	67
6.2	Horizontale und vertikale Windscherung	68
6.3	Verlauf der Jetachse	69
7	Frontogenese und Frontolyse	72
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
8	Die Struktur der Zyklonen und Antizyklonen der Westwindzone	90
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
9	Die troposphärischen Wellen	99
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
10	Kinematik der Strukturen des "Large scale"	109
10.1	Kinematik der Druckgebilde	109

10.2	Kinematik der Vorticityextreme	111
10.3	Relativbewegungen der Luftteilchen innerhalb wandernder Druckgebilde	116
11	Modelle für Zyklogenese und Antizyklogenese	120
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
12	Quasigeostrophische Diagnostik	125
12.1	Temperatur- und Potentialänderung	125
12.2	Vorticity- und Potentialänderung	125
12.3	Die Omega-Gleichung	126
12.4	Q-Vektor-Diagnostik	127
13	Entwicklungsbetrachtungen in einem baroklinen Zweischichtenmodell	129
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
14	Zusatzeffekte für Zyklogenese und Antizyklogenese	151
14.1	Bodenreibung	151
14.2	Übergänge fühlbarer Wärme	152
14.3	Orographie	152
15	Dynamik konvektiver Wettersysteme	161
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

16	Entwicklungsbeispiele	169
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 Zyklogenese; 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