

Manfred Reiber

Moderne Flugmeteorologie

Wissen

Praxis

Flugsicherheit



Verlag Harri Deutsch

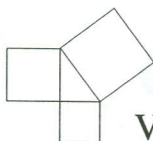
Manfred Reiber

Moderne Flugmeteorologie

**Wissen
Praxis
Flugsicherheit**

2., überarbeitete und erweiterte Auflage

328/4019 INSTITUT
FÜR METEOROLOGIE U. KLIMATOLOGIE
UNIVERSITÄT HANNOVER
HERRENHÄUSER STR. 2 · 30419 HANNOVER



Verlag Harri Deutsch

Inhalt

1	Warum ist dieses Buch für Flugsportler und Piloten nützlich?	1
2	Die Zusammensetzung der Luft	3
3	Die Stockwerkgliederung der Atmosphäre	4
3.1	Die Troposphäre einschließlich ihrer Grundschicht	5
3.2	Die Stratosphäre	7
3.3	Die Mesosphäre	7
3.4	Die Thermosphäre und Exosphäre	7
3.5	Die ICAO-Standardatmosphäre	8
3.6	Gliederung der Atmosphäre nach ihrem radio-physikalischen Zustand	9
4	Meteorologische Grundelemente und ihre Bedeutung für die Flugmeteorologie	10
4.1	Der Luftdruck	10
4.1.1	Definition und Maßeinheiten	10
4.1.2	Die Abnahme des Luftdruckes mit zunehmender Höhe und barometrische Höhenmessung	11
4.1.3	Luftdruckreduktion und Einstellung des barometrischen Höhenmessers	14
4.1.4	Horizontale Luftdruckverteilung und Darstellung des Luftdruckfeldes auf Boden- und Höhenwetterkarten	17
4.1.5	Der Sauerstoffpartialdruck und seine Bedeutung für das Leistungsvermögen von Piloten	20
4.2	Die Luftdichte	22
4.2.1	Definition und Maßeinheit der Luftdichte	22
4.2.2	Die Bedeutung der Luftdichte für das Fliegen	23
4.3	Der Wind	28
4.3.1	Definition und Maßeinheiten	28
4.3.2	Wie entsteht der Wind?	29
4.4	Lufttemperatur, Strahlung und adiabatische Vertikalbewegung	36
4.4.1	Die Lufttemperatur und ihre Bedeutung für das Fliegen	36
4.4.2	Sonnenstrahlung und Ausstrahlung der Erde	38
4.4.3	Der Treibhauseffekt und das Ozonloch, ihre Bedeutung für das Wetter und das Fliegen	42
4.4.3.1	Der Treibhauseffekt und sein Einfluß auf das Flugwetter	42
4.4.3.2	Das Ozonloch und seine Bedeutung für das Fliegen	45
4.4.4	Adiabatische Zustandsänderungen und Stabilität der Atmosphäre	46
4.5	Die Luftfeuchtigkeit	54
4.5.1	Die Luftfeuchtigkeit, ihre Maßgrößen und Maßeinheiten	54
4.5.1.1	Der Wasserdampfdruck	55
4.5.1.2	Die relative Luftfeuchtigkeit	56
4.5.1.3	Der Taupunkt	57
4.5.1.4	Die Taupunktdifferenz (Spread)	57
4.5.1.5	Die virtuelle Temperatur	58

4.5.2	Die Aggregatzustände des Wassers in der Atmosphäre und ihre Phasenumwandlungen	60
5	Flugmeteorologische Grundelemente und wetterbedingte Fluggefahren	63
5.1	Die Sicht	63
5.1.1	Die meteorologische Sichtweite und ihre Bestimmung	63
5.1.2	Die Flugsicht und die Sicht in den Wolken	64
5.1.3	Ursachen für den Sichrückgang	66
5.1.4	Die Entstehung von Nebel, Nebelarten, Nebelvorhersage, Nebelauflösung	67
5.2	Die Wolken	71
5.2.1	Die Entstehung von Wolken	71
5.2.2	Klassifikation der Wolken	73
5.2.3	Die Höhe der Wolkenuntergrenze, ein entscheidendes flugmeteorologisches Element	75
5.3	Der Niederschlag	80
5.3.1	Die Entstehung von Niederschlag	81
5.3.2	Die Arten des Niederschlages und Formen von Niederschlagsteilchen	81
5.4	Wetterbedingte Fluggefahren	83
5.4.1	Flugzeugvereisung	83
5.4.2	Turbulenz und Windscherung	88
5.4.3	Das Gewitter und seine Fluggefahren	93
5.4.3.1	Bedingungen für die Entstehung von Gewittern	93
5.4.3.2	Klassifizierung von Gewittern	95
5.4.3.3	Entwicklungsstadien einer Gewitterzelle	96
5.4.3.4	Strukturen von Gewittern	97
5.4.3.5	Gewitter und seine Fluggefahren	100
5.4.3.6	Möglichkeiten der Gewittervorhersage sowie Gewitterüberwachung	101
5.4.3.7	Gewitterhäufigkeit	104
5.4.3.8	Schlußfolgerungen für das Fliegen bei Gewitterlagen	104
6	Die Grundschicht der Troposphäre und ihre flugmeteorologischen Besonderheiten	108
6.1	Inversionen der Grundschicht	108
6.1.1	Die Peplopause und ihre flugmeteorologische Bedeutung	109
6.1.2	Bodeninversionen, ihre Bildung und Auflösung	112
6.1.2.1	Bodeninversionen und ihr Einfluß auf Nebel- und Hochnebelbildung	113
6.1.2.2	Bodeninversionen und SMOG	114
6.1.2.3	Bodeninversionen und Schallausbreitung	116
6.2	Der Wind in der Grundschicht	117
7	Luftmassen und ihre Eigenschaften	122
7.1	Entstehung von Luftmassen	122
7.2	Klassifikation der Luftmassen (nach R. Scherhag)	123
7.3	Eigenschaften von Luftmassen	123
8	Atmosphärische Druckgebilde und Wetterfronten	126
8.1	Tiefdruckgebiete	126

8.1.1	Wind und Vertikalbewegung im Tief	126
8.1.2	Fronten im Tiefdruckgebiet und ihre typischen Wettererscheinungen	127
8.1.2.1	Die Warmfront und ihre Wettererscheinungen	129
8.1.2.2	Die Kaltfront und ihre Wettererscheinungen	132
8.1.2.3	Die Okklusion und ihre Wettererscheinungen	135
8.1.2.4	Regeln für die Abschätzung der Intensität von Wetterfronten	137
8.1.2.5	Fluggefahren im Bereich von Wetterfronten (eine tabellarische Übersicht)	138
8.1.2.6	Frontbewölkung im Satellitenbild	138
8.1.3	Der Wetterablauf im Tief	140
8.1.4	Der Kaltlufttropfen	143
8.2	Hochdruckgebiete	144
9	Kleinräumige Windsysteme	145
9.1	Thermischer Aufwind	145
9.2	Der Hangwind	160
9.3	Der Berg- und Talwind	163
9.4	Stau und Föhn - ein relevantes Wetterphänomen für den Luftsport	164
9.4.1	Der Stau und der Föhn - Entstehungsbedingungen, Charakteristika und Fluggefahren	165
9.4.2	Leewellen, ihre Entstehungsbedingungen, Vorhersage und fliegerische Nutzung	170
9.5	Die Land- und Seewindzirkulation	174
9.6	Der Wald- und Feldwind; der Flurwind	179
9.7	Der Einfluß der Geländeform und der Bebauung auf den Wind	180
9.8	Beispiele für markante örtliche Windsysteme	186
9.8.1	Der Lausitzer Wind	186
9.8.2	Der Mistral	187
9.8.3	Die Bora	188
10	Die Flugwetterberatung für die Allgemeine Luftfahrt	190
10.1	Die automatische Flugwetteransage (AFWA) nach dem GAFOR-System	191
10.2	Die Flugweterschlüssel METAR (METeological Aerodrome Routine Report) und TAF (Terminal Aerodrome Forecast)	199
10.3	Die Wetterschlüssel SIGMET und AIRMET (Warnungen vor dem Auftreten signifikanter Wettererscheinungen)	206
11	Das Lesen von Wetterkarten	214
11.1	Die synoptische Bodenwetterkarte	214
11.2	Die Significant weather chart (SWC)	219
12	Die Konzentration von Insekten	222
13	Wetterbedingte Flugunfälle in der Allgemeinen Luftfahrt	224
14	Nachwort	228
	Index	229