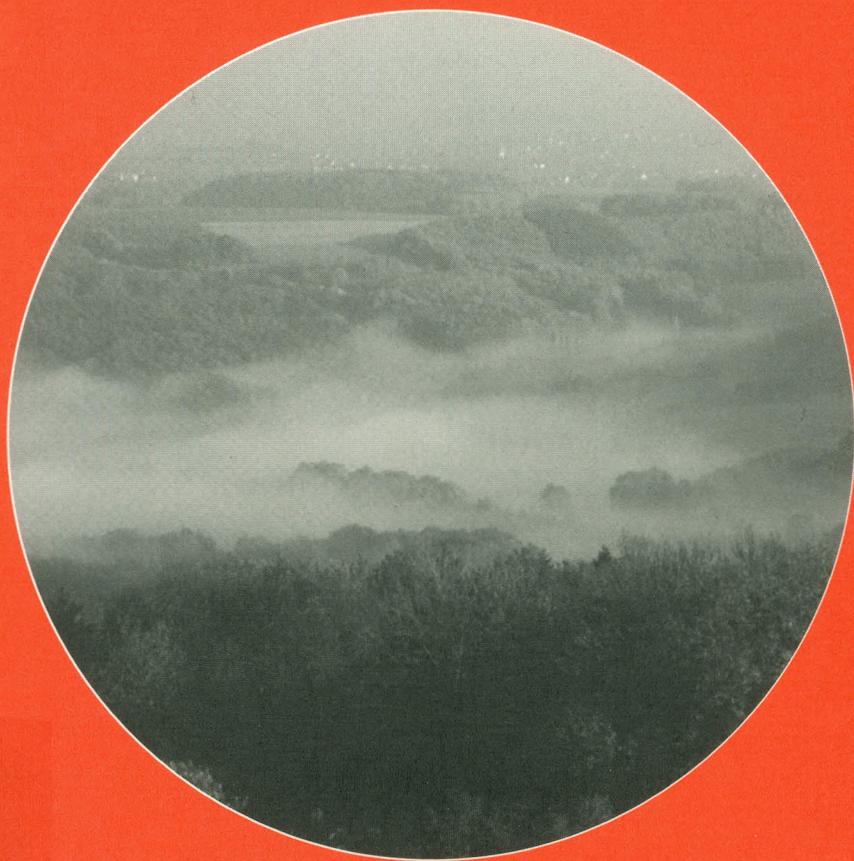


Jörg Bendix

Geländeklimatologie

Studienbücher der Geographie



Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung
Berlin · Stuttgart

Geländeklimatologie

Von

Dr. rer. nat. Jörg Bendix
Professor an der Philipps-Universität
Marburg

Mit 127 Abbildungen und 15 Tabellen

378 /
4439

Leibniz Universität Hannover
Institut für
Meteorologie und Klimatologie
Herrenhäuser Str. 2 · 30419 Hannover



Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung
Berlin · Stuttgart 2004

Inhalt

Vorwort	5
Abbildungsverzeichnis	11
Tabellenverzeichnis	17
1 Grundprinzipien der Geländeklimatologie	23
2 Die planetare Grenzschicht	31
2.1 Vertikale Schichtung	31
2.2 Mischungsschicht und Topographie	38
2.3 Austauschprozesse in der planetaren Grenzschicht	39
2.3.1 Molekularer Transport	39
2.3.2 Turbulenter Transport	40
3 Gelände und Strahlungsbilanz	45
3.1 Geländegehalt und solare Bestrahlungsstärke	46
3.1.1 Der Einfluss von Atmosphäre und Geländehöhe auf die solare Direktstrahlung	46
3.1.2 Geländeabschattung der Direktstrahlung	49
3.1.3 Einfluss von Hangneigung und Exposition auf die Direkt- strahlung	51
3.1.4 Einfluss des Geländes auf die diffuse Himmelsstrahlung	55
3.1.5 Oberflächentyp und Albedo	59
3.1.6 Beeinflussung der Reflexstrahlung durch Atmosphäre und Gelände	61
3.2 Geländegehalt und effektive Ausstrahlung	64
3.2.1 Die langwellige Ausstrahlung auf ebenen Flächen	65
3.2.2 Die atmosphärische Gegenstrahlung auf ebenen Flächen bei Strahlungswetterlagen	66
3.2.3 Effektive topographische Ausstrahlung	67
4 Gelände und Wärmebilanz	71
4.1 Oberflächenbeschaffenheit und Bodenwärmestrom	71
4.2 Geländeoberfläche und atmosphärische Wärmeströme	74
4.2.1 Der fühlbare Wärmestrom	75
4.2.2 Der latente Wärmestrom	77
4.3 Tagesgang der Wärmebilanz	78
4.4 Jahresgang der Wärmebilanz	81
5 Gelände und Lufttemperatur	85
5.1 Temperaturänderung der Luft	85
5.2 Dynamik von Temperaturinversionen	89
5.2.1 Strahlungsinversionen	90
5.2.2 Dynamische Inversionen und planetarische Grenzschicht	93

5.3	Thermische Differenzierung im Gelände	95
5.3.1	Temperatur und Landoberfläche	95
5.3.2	Temperatur und Topographie	98
6	Gelände und atmosphärischer Wasserdampf	109
6.1	Verdunstung	110
6.1.1	Verdunstung und Landoberfläche	113
6.1.2	Verdunstung und Geländehöhe	114
6.2	Luftfeuchte und Gelände	117
6.2.1	Luftfeuchte und Landoberfläche	118
6.2.2	Luftfeuchte und Topographie	120
7	Gelände, Wolken und Niederschlag	123
7.1	Wolken, Niederschlag und Landoberfläche	123
7.1.1	Räumliche Differenzierung während der Einstrahlungsperiode	123
7.1.2	Räumliche Differenzierung während der Ausstrahlungsperiode	128
7.2	Wolken, Niederschlag und Relief	137
7.2.1	Wolken, Niederschlag und thermische Auslösung	138
7.2.2	Wolken, Niederschlag und dynamische Auslösung	139
7.2.3	Wolken, Niederschlag und thermisch-dynamische Auslösung	142
8	Gelände und Wind	151
8.1	Thermische Systeme	151
8.1.1	Grundlagen	151
8.1.2	Thermische Systeme und Oberflächenbedeckung – Land-Seewind	154
8.1.3	Thermische Systeme in komplexer Topographie – Berg-Talwind .	160
8.1.3.1	Anabatische Hangaufwinde	160
8.1.3.2	Katabatische Hangabwinde bzw. Kaltluftabflüsse	162
8.1.3.3	Der Berg- Talwindzyklus	165
8.2	Dynamisch induzierte Systeme	175
8.2.1	Interaktion von Berg-/Talwind und synoptischer Strömung	175
8.2.2	Bergum- bzw. Bergüberströmung, Rotorbildung, Leewellen	179
8.2.3	Niedertroposphärische Maxima der Windgeschwindigkeit	181
9	Methoden der Geländeklimatologie	185
9.1	Direkte bodengebundene Messsysteme	186
9.1.1	Die automatische Klimastation	186
9.1.2	Temperaturmessung	190
9.1.3	Messung der Luftfeuchte	193
9.1.4	Erfassung des Windfelds	195
9.1.5	Messung von Niederschlag	197
9.1.6	Strahlungssensoren	199
9.1.7	Erfassung des Bodenwärmestroms	202
9.1.8	Luftdruckmessung	202

9.2	Indirekte bodengebundene Messsysteme	203
9.2.1	Messung der Bodenfeuchte mit TDR	203
9.2.2	Indirekte Luftfeuchtemessung mit Absorptionshygrometern	205
9.2.3	Indirekte Windmessung und Turbulenz – das Ultraschallanemo- meter	206
9.2.4	Messtechnische Erfassung der horizontalen Sichtweite	209
9.3	Indirekte Profilmessungen	211
9.3.1	Messung der Wolkenhöhe – Ceilometer	212
9.3.2	SODAR	213
9.3.3	Wind-RADAR	216
9.3.4	Ableitung von Temperaturprofilen – RASS	217
9.3.5	Profiling der Luftfeuchte	219
9.4	Spezielle Methoden der Weiterverarbeitung	219
9.4.1	Kombination von Sensoren – Bestimmung von Wärmeflüssen	219
9.4.2	Geostatistik und GIS	222
9.4.3	Satellitenfernerkundung	224
9.5	Numerische Simulationsmodelle	229
9.5.1	Grundlegende Modellarchitektur	230
9.5.2	Mesoskalamodelle	234
9.5.3	SVAT-Modelle	236
	Anhang	239
	Literatur	267
	Register	277