

Helmut Kraus
Ulrich Ebel

Risiko Wetter

Die Entstehung
von Stürmen
und anderen
atmosphärischen
Gefahren



Springer

Helmut Kraus · Ulrich Ebel

Risiko Wetter

Die Entstehung von Stürmen
und anderen atmosphärischen Gefahren

Mit 126 Abbildungen

DIV 33

DK: 551.553.8, 551.515.1, 551.515.2, 551.515.3,
551.515.4

349/4195

INSTITUT
FÜR METEOROLOGIE U. KLIMATOLOGIE
UNIVERSITÄT HANNOVER
HERRENHAUSER STR. 2 - 30419 HANNOVER



Springer

Inhalt

| | | |
|----------|--|----|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 1.1 | Wetter: Faszination und Gefahr | 1 |
| 1.2 | Kann man das Wetter leicht verstehen? | 2 |
| 1.3 | Unwetter | 3 |
| 1.4 | Nehmen die atmosphärischen Gefahren zu? | 6 |
| 2 | Einige Grundlagen aus der Meteorologie | 11 |
| 2.1 | Die Zusammensetzung der Luft | 11 |
| 2.2 | Atmosphärische Bewegungssysteme | 14 |
| 2.3 | Der Luftdruck | 20 |
| 2.4 | Der Wind und seine Auswirkungen | 27 |
| 2.5 | Kräfte, die die horizontale Windgeschwindigkeit bestimmen | 35 |
| 2.5.1 | Druckgradientkraft und Corioliskraft | 35 |
| 2.5.2 | Der geostrophische Wind | 38 |
| 2.5.3 | Der Gradientwind | 39 |
| 2.5.4 | Der Einfluss der Reibung | 40 |
| 2.5.5 | Systeme, bei denen die Corioliskraft nur eine kleine Rolle spielt | 42 |
| 2.5.6 | Windprofile in der Atmosphärischen Grenzschicht .. | 42 |
| 2.6 | Temperaturänderung mit der Höhe | 43 |
| 2.6.1 | Die mittlere Temperaturschichtung | 44 |
| 2.6.2 | Die Temperaturänderung eines trocken auf- oder absteigenden Luftteilchens | 45 |
| 2.6.3 | Die Temperaturänderung eines mit Wasserdampf gesättigten auf- oder absteigenden Luftteilchens | 46 |
| 2.6.4 | Inversionen | 47 |
| 2.7 | Stabilität der Atmosphäre | 47 |
| 2.8 | Änderung der Temperatur in der Horizontalen | 50 |
| 2.8.1 | Warme und kalte Luftsäulen nebeneinander | 50 |
| 2.8.2 | Allmählicher Übergang | 53 |
| 2.8.3 | Fronten | 53 |
| 2.9 | Wolkenteilchen, Niederschlagsteilchen und Niederschlag | 54 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 3 | Die Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre | 61 |
| 4 | Lokale Stürme (Gewitter) | 79 |
| 4.1 | Entstehung der Lokalen Stürme (Gewitter) | 80 |
| 4.1.1 | Entwicklung von Cumulus-Wolken | 80 |
| 4.1.2 | Single-cell Storms | 89 |
| 4.1.3 | Multi-cell Storms | 93 |
| 4.1.4 | Supercell Storms | 98 |
| 4.1.5 | Tornados | 102 |
| 4.1.6 | Mesoskalige Konvektive Komplexe | 111 |
| 4.2 | Gefahren und Schäden durch Lokale Stürme | 119 |
| 4.2.1 | Downbursts und Sturm | 119 |
| 4.2.2 | Hagel | 126 |
| 4.2.3 | Starkregen und Überflutungen | 130 |
| 4.2.4 | Blitzschlag | 134 |
| 4.2.5 | Tornados | 135 |
| 5 | Tropische Zyklone | 143 |
| 5.1 | Das Phänomen | 143 |
| 5.2 | Entstehung | 155 |
| 5.3 | Gefahren und Schäden durch Tropische Zyklone | 164 |
| 6 | Mittelbreitenzyklone | 175 |
| 6.1 | Entstehung | 175 |
| 6.2 | Struktur | 177 |
| 6.3 | Zentral-, Rand- und Mesozyklone | 193 |
| 6.4 | Gefahren und Schäden durch Mittelbreitenzyklone | 199 |
| 6.4.1 | Stürme | 199 |
| 6.4.2 | Hochwasser, Überflutungen | 206 |
| 6.4.3 | Blizzards | 212 |
| 6.4.4 | Frontgewitter, große Schneefälle, Rauh frost und Rauheis | 213 |
| 7 | Risiken bei „friedlichem“ Wetter | 217 |
| 7.1 | Schwüle | 217 |
| 7.2 | Große Hitze und große Kälte | 218 |
| 7.3 | Nebel | 219 |
| 7.4 | Glätte | 223 |
| 7.5 | Luftverunreinigungen, Smog | 224 |

| | |
|--|-----|
| Anhang A: | |
| Der Atmosphäre innewohnende Energien | 227 |
| A.1 Definitionen, Einheiten und Umrechnungen | 227 |
| A.2 Leistung | 228 |
| A.3 Energie | 229 |
| A.4 Energieflussdichten | 229 |
| A.5 In der Atmosphäre enthaltene Energien (grobe Abschätzungen) | 230 |
| Anhang B: | |
| Unterschiedliche Angabe von Windstärken | 233 |
| Anhang C: | |
| Hochwasserschäden weltweit von 1993 bis 2002 | 235 |
| Anhang D: | |
| „Wetterversicherungen“ | 237 |
| Literaturverzeichnis | 241 |
| Sachwortverzeichnis | 245 |