
Konrad Balzer · Wolfgang Enke · Werner Wehry

Wettervorhersage

Mensch und Computer – Daten und Modelle

Mit 92 Abbildungen und 16 Tabellen



Springer

Inhaltsverzeichnis

1	Falsche Propheten	1
2	Wetter jeder Art – wie wird das Wetter?	5
2.1	Erst Diagnose – dann Prognose	7
3	Voraussetzung für die Wettervorhersage – Beobachten und Messen	9
3.1	Meteorologische Größenordnungen (Scales)	9
3.2	Messen der Wetterelemente in Bodennähe – eine Wetterstation	14
3.3	Messen der Wetterelemente in der Atmosphäre – die 3. Dimension . <i>Geschichtliches: Meßverfahren für die ganze Atmosphäre</i>	16
	<i>Vom Boden aus wird die dritte Dimension erschlossen</i>	17
	<i>Flächenhafte Messung aus der Ferne – vom Satelliten aus</i>	18
	<i>Meßgeräte der neuen Generation</i>	20
3.4	Meßnetze	22
4	Nowcasting – die ersten zwei Stunden	25
4.1	Großer Aufwand für Nowcasting – Wetterüberwachung (Monitoring)	25
4.2	Wann löst sich der Nebel auf? Wie gefährlich wird das Gewitter?	26
4.3	Nutzung empirischer Verfahren	28
5	Meilensteine der modernen Wettervorhersage	31
5.1	Die Suche nach dem wahren Zustand der Atmosphäre	31
5.2	Die geniale Idee des Breslauer Physikers Brandes	32
5.3	Ist der Krieg doch “der Vater aller Dinge”?	34
5.4	Wetterdienste in Aktion – Warum Deutschland Schlußlicht war ...	36
5.5	Das Bjerknes-Programm – die Geburtsstunde der modernen Wettervorhersage	39
5.6	Richardson – der Rückschlag und die Konsequenzen	44
5.7	Charney und Neumann – der Durchbruch	48
5.8	Hinkelmann – der deutsche Aufbruch	50
6	Grundlagen und Besonderheiten der mittelfristigen Wettervorhersage	55
6.1	Das EZMW-Modell näher betrachtet	55
6.2	Das Prognosemodell	55
6.3	Datenassimilation	58
6.4	Noch einmal zum Maßstabsproblem	62
6.5	Instabilitäten wohin man schaut	64

6.6	Unvermeidliche Fehlerquellen	67
7	Aktuelle Herausforderungen und erste Antworten	71
7.1	Die Entdeckung der Grenzen in der Vorhersage	71
7.2	Die Antwort heißt: Stochastik	73
7.3	EPS – der gesteuerte Zufall	76
	<i>Steigerung der Vorhersagegüte</i>	78
	<i>Quantifizierung der Unbestimmtheit</i>	78
7.4	Muß das EPS erweitert werden?	79
7.5	Die Automatisierung der Wettervorhersage	84
	<i>AFREG</i>	86
7.6	Die MIX-Philosophie	89
8	Prognosenprüfung – Wie gut oder schlecht sind Wettervorhersagen?	93
8.1	Verifikation tut not	93
8.2	Wozu Prognosenprüfung?	94
8.3	Interessen contra Objektivität	95
8.4	Wie erkennt man Blindlingsprognosen?	97
	<i>Was heißen nun Persistenz und Klimaerwartung?</i>	98
8.5	Die Geister scheiden sich	99
8.6	Zahlen statt Begriffe – die Wende	100
8.7	Maßzahlen der Güte	101
	<i>Wirtschaftsprognosen – ist da etwas dran?</i>	103
	<i>Bewertung von Alternativprognosen</i>	104
8.8	Zur aktuellen Güte der Wettervorhersage	106
	<i>1. Schwankt die Prognosegüte im Laufe eines Jahres?</i>	106
	<i>2. In welchem Monat sind die Wettervorhersagen am genauesten?</i> ..	106
	<i>3. Wie gut werden Niederschläge vorhergesagt?</i>	107
	<i>4. Wie verhalten sich Mensch und Maschine bei der Vorhersage anderer Wetterelemente?</i>	108
	<i>5. Wie gut sind mittelfristige Wettervorhersagen?</i>	110
	<i>6. Wo liegt gegenwärtig die zeitliche Grenze der Vorhersagbarkeit?</i> ..	111
	<i>7. Zum Trend der Prognosegüte.</i>	112
	<i>8. Wird der Fortschritt anhalten?</i>	114
9	Wettervorhersage – Einblick und Ausblick	117
9.1	Das Mensch-Maschine-Problem in der Wettervorhersage	117
9.2	Die Zukunft der Wettervorhersage	121
10	Langfristvorhersage	125
10.1	Einige historische Anmerkungen zu Langfristvorhersagen	125
10.2	Gegenwärtiger Stand der Langfristvorhersage	126
	<i>Extratropische Langfristvorhersagen</i>	129
11	Klimaprognosen	133

11.1	Der Klimabegriff	133
11.2	Komponenten unseres Klimasystems	134
	<i>Wenigstens auf die Sonne ist Verlaß</i>	134
	<i>Die Atmosphäre – ein warmer Mantel</i>	135
	<i>Der Mantel ist vielschichtig</i>	137
	<i>Es wird noch komplexer!</i>	139
	<i>Der Kohlenstoffkreisl. als Schlüssel zum Verständnis unseres Klimas</i>	139
	<i>Physikalischer Kohlenstoffkreislauf</i>	139
	<i>Der organische Kohlenstoffkreislauf – Ozeane als Schlüsselfaktor</i> ...	141
11.3	Mögliche Ursachen von Klimaänderungen	143
	<i>Historische und prähistorische Klimaänderungen</i>	143
	<i>Historische Aufzeichnungen.</i>	144
	<i>Laminierte Sedimente (Warven)</i>	144
	<i>Ablagerungen in Großstagebauten.</i>	144
	<i>Kohlenstoffisotope von Bäumen als Klimaindikatoren</i>	145
	<i>Untersuchungen der Eisbohrkerne auf Grönland.</i>	145
	<i>Klimabedingungen aus Rattenkot.</i>	145
	<i>Samen- und Pollenanalysen.</i>	146
	<i>Wo ist das CO₂ der Uratmosphäre geblieben und warum gibt es überhaupt noch CO₂?</i>	146
	<i>Einige Eiszeittheorien</i>	148
11.4	Methoden der Klimaprognose	151
	<i>Statistische Modelle</i>	151
	<i>Boxmodelle</i>	152
	<i>Zirkulationsmodelle</i>	152
11.5	Regionalisierung von großräumigen Klimaprognosen	158
	<i>1. Regionale Klimamodelle.</i>	159
	<i>2. Statistische Verfahren.</i>	159
	<i>3. Gekoppelte dynamische und statistische Verfahren.</i>	160
11.6	Ergebnisse von Klimaprognosen	160
	<i>Werden wir den CO₂-Ausstoß wirklich weltweit reduzieren?</i>	161
	Literatur	165
	Glossar	169
	Index	179