

Inhalt

1	Krane	1
1.1	Belastungsgrenzen.....	1
1.2	Modelle im Kran	5
1.2.1	Daten	5
1.2.2	Standfestigkeit	5
1.2.3	Biegebelastung des Auslegers	6
1.2.4	Das Kranupdate	8
1.3	Unfälle.....	9
2	Grundlagen	13
2.1	Terminologie	13
2.2	Modellentwicklung	15
2.2.1	Systemgrenze	15
2.2.2	Datenverfügbarkeit und Messwerte	16
2.2.3	Modellvalidierung.....	17
2.2.4	Grenzen von Modellen	17
2.2.5	Sprache	17
2.2.6	Implementierung	18
2.3	Andere Verwendungen des Begriffs Modell	19
2.3.1	Modell im Sinne von „klein“ oder „groß“	19
2.3.2	Modelle als Metaphern	20
2.4	Das Modell in unserem Kopf	21
3	Modellarien	23
3.1	Analytische Modelle	23
3.2	Numerische Modelle	25
3.2.1	Diskretisierung	26
3.2.2	Finite-Elemente-Methode	27
3.2.3	Wetter- und Klimamodelle.....	34
3.2.4	Numerische Verfahren.....	35
3.2.5	Plausibilisierung.....	37
3.2.6	Rechenaufwand und Genauigkeit	38
3.2.7	Implementierung auf Supercomputern.....	40

3.3	Parametrische Modelle	42
3.3.1	Eigenschaften	42
3.3.2	Wolkenbildung	44
3.3.3	Vorteile und Nachteile parametrischer Modelle	46
3.3.4	Kombination mit anderen Modellarten	49
3.4	Logische Modelle	50
3.5	Struktur-Modelle	54
4	Vereinfachungen, Gültigkeitsbereiche und Abstraktion	57
4.1	Vereinfachungen	57
4.2	Gravitationswellen	60
4.3	Meereis	63
4.4	Kernfusion	64
4.5	Abstraktion	67
5	Zweck von Modellen	71
5.1	Szenarienmodellierung	71
5.2	Modelle zur Optimierung	73
5.3	Erklärende Modelle	78
5.4	Welche Modellart für welchen Zweck?	80
5.4.1	Analytische und numerische Modelle	80
5.4.2	Parametrische Modelle	82
5.5	Weitere Zwecke von Modellen	87
5.5.1	Interpretation von Rohdaten	87
5.5.2	Steuern und Regeln	90
5.5.3	Design und Herstellung	92
6	Modellvalidierung	95
6.1	Experimente und Statistik	96
6.1.1	Die Entdeckung des Higgs-Bosons	97
6.1.2	Der Large Hadron Collider	98
6.1.3	Experimente am LHC	100
6.1.4	Rekonstruktion der Kollisionsprodukte	101
6.1.5	Modellierung von Kollision, Teilchenbewegung und Detektor	104
6.1.6	Massenbestimmung	106
6.1.7	Standardabweichung und Normalverteilung	108
6.2	Beobachtung	109
6.2.1	Lernen aus Statistik	111
6.2.2	Lernen aus Erfahrung	116
6.2.3	Lernen aus dem Rückblick	117
6.3	Modell- und Variabilitätsanalysen	118
6.3.1	Sensitivitätsanalyse	118
6.3.2	Monte-Carlo-Simulation	122
6.3.3	Ensemble-Forecasting	123
6.3.4	Emergent Constraints	124
6.3.5	Unsupervised Learning	125

6.4	Erklärung.....	126
6.4.1	Fitting und Overfitting.....	126
6.4.2	Das Bild vom schwarzen Loch.....	128
6.4.3	Atommüllendlager	134
6.5	Kombinationen verschiedener Validierungsmethoden	134
6.5.1	Modell und Empirie.....	134
6.5.2	Verschiedene Modelle des gleichen Systems	135
6.6	Wie weit kann man Modellen vertrauen?.....	136
7	Komplexität und die Grenzen von Modellen	141
7.1	Komplexität.....	141
7.1.1	Kompliziertheit und Komplexität	141
7.1.2	Komplexe Systeme	142
7.1.3	Versteckte Verknüpfungen	143
7.1.4	Verborgener Zustand	144
7.1.5	Hysterese	145
7.1.6	Rückkopplungen	145
7.1.7	Kipppunkte	148
7.1.8	Pfadabhängigkeiten.....	150
7.1.9	Zufall	150
7.2	Chaos.....	151
7.2.1	Nichtlineare Systeme	151
7.2.2	Chaos in der Mathematik	153
7.2.3	Chaotische Systeme in der Praxis	156
7.2.4	Durchschnittliches Verhalten und Statistik.....	157
7.2.5	Charakterisierung der Chaotizität	158
7.2.6	Kommunikation der Unsicherheit	159
7.3	Emergenz	159
7.3.1	Emergenz in der Praxis	161
7.3.2	Emergenz in der Mathematik	161
7.3.3	Emergenz und Modellierung	162
7.4	Blinde Flecken.....	164
8	Modelle im Kontext.....	169
8.1	Die Rolle von Modellen in der Wissenschaft	169
8.1.1	Modelle als Basis weiterführender Forschung	169
8.1.2	Dokumentation des Status quo	171
8.1.3	Ein objektives Werkzeug der Wissenschaft?	171
8.2	Modelle und Gesellschaft.....	173
8.2.1	Fach- und Methodenwissen	173
8.2.2	Wahrheitserwartung	174
8.2.3	Langer Atem und schnelle Aussagen	174
8.2.4	Modelle in den Medien	174
8.2.5	Politik	175
8.3	Modellkompetenz	176
	Podcastepisoden	177
	Literatur	181