

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>iii</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Systemanalyse . . . . .	2
1.2 Was ist ein System? . . . . .	4
1.3 Was ist ein Modell? . . . . .	7
1.4 Modellbildung . . . . .	9
1.5 Fragen und Aufgaben . . . . .	13
<b>2 Mathematische Modelle</b>	<b>15</b>
2.1 Vom System zum Modell . . . . .	15
2.2 Statische Modelle . . . . .	16
2.3 Dynamische Modelle . . . . .	23
2.4 Zeitlich diskrete Modelle . . . . .	26
2.5 Räumlich kontinuierliche Modelle . . . . .	27
2.6 Stochastische Modelle . . . . .	27
2.7 Fragen und Aufgaben . . . . .	31
<b>3 Statische Modelle</b>	<b>33</b>
3.1 Gleichgewichtsverteilung zwischen Wasser und Luft . . . . .	33
3.2 Gleichgewichtsverteilung zwischen Wasser und Sediment . . . . .	35
3.3 Mehrdimensionale statische Modelle . . . . .	37
3.4 Fragen und Aufgaben . . . . .	39
<b>4 Lineare eindimensionale Modelle</b>	<b>43</b>
4.1 Bilanzgleichung . . . . .	44
4.2 Konstante Koeffizienten . . . . .	47
4.3 Modelle mit zeitabhängigen Koeffizienten . . . . .	59
4.4 Fragen und Aufgaben . . . . .	76
<b>5 Lineare mehrdimensionale Modelle</b>	<b>81</b>
5.1 Zweidimensionale Modelle . . . . .	82
5.2 Mehrdimensionale Modelle . . . . .	115
5.3 Fragen und Aufgaben . . . . .	122

<b>6</b>	<b>Nichtlineare Modelle</b>	<b>127</b>
6.1	Einbox-Modelle . . . . .	128
6.2	Mehrdimensionale Modelle . . . . .	146
6.3	Fragen und Aufgaben . . . . .	163
<b>7</b>	<b>Zeitdiskrete Modelle</b>	<b>167</b>
7.1	Zeitdiskrete Modelle mit einer Variablen . . . . .	167
7.2	Zeitdiskrete Modelle mit mehreren Variablen . . . . .	182
7.3	Fragen und Aufgaben . . . . .	188
<b>8</b>	<b>Modelle in Raum und Zeit</b>	<b>191</b>
8.1	Mischung und Transformation . . . . .	191
8.2	Advektion, Diffusion, Austausch . . . . .	194
8.3	Stationäre Modelle . . . . .	205
8.4	Zeitabhängige Lösungen . . . . .	216
8.5	Fragen und Aufgaben . . . . .	224
<b>A</b>	<b>Symbolliste</b>	<b>231</b>
<b>B</b>	<b>Dimensionen und Einheiten</b>	<b>235</b>
B.1	Dimensionen . . . . .	235
B.2	Einheiten . . . . .	235
<b>C</b>	<b>Formelsammlung</b>	<b>237</b>
C.1	Lineare inhomogene Differentialgleichung 1. Ordnung . . . . .	237
C.2	System von 2 linearen Differentialgleichungen 1. Ordnung . . . . .	238
C.3	Lineare Differentialgleichung 2. Ordnung . . . . .	239
C.4	Lineare Differentialgleichungen mit imaginären Eigenwerten	241
<b>D</b>	<b>Eigenwerte</b>	<b>243</b>
D.1	Das $n$ -dimensionale System . . . . .	243
D.2	Das zweidimensionale System . . . . .	244
<b>E</b>	<b>Zeitabhängige Diffusionsgleichung</b>	<b>247</b>
E.1	Normal- oder Gauss-Verteilung . . . . .	247
E.2	Error-Funktion . . . . .	248
E.3	Lineares Superpositionsprinzip . . . . .	248
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>251</b>
	<b>Index</b>	<b>253</b>