

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Neuronale Netze zur Modellierung von Trinkwasseraufbereitungsanlagen	1
1.2	Problemstellung und Zielsetzung	4
2	Stand der Technik	7
2.1	Neuronale Netze	7
2.1.1	Entstehung und Anwendung	7
2.1.2	Aufbau und Eigenschaften	9
2.1.3	Der Backpropagation-Algorithmus	16
2.2	Der Flockungsprozess und seine Modellierung mit neuronalen Netzen	22
2.2.1	Die Bedeutung der Flockung in der Trinkwasseraufbereitung	22
2.2.2	Mechanismen der Flockung	23
2.2.3	Die Kinetik der Flockung	28
2.2.4	Einflussfaktoren auf den Flockungsprozess	29
2.2.5	Modellierung von Flockungsprozessen	36
3	Modellierung eines Flockungsprozesses	42
3.1	Vorgehen bei der Modellierung	43
3.2	Datenakquise und Aufbereitung der Datenbasis	45
3.2.1	Beschreibung des Wasserwerks	45
3.2.2	Festlegung der Modellgrenzen	48
3.2.3	Auswahl der Modellierungsparameter und -zeiträume	51
3.2.4	Analyse des Verweilzeitverhaltens	55
3.2.5	Umgang mit Zeitverhalten	59

3.3	Trübungsmodellierung	60
3.3.1	Prüfung der Modellierbarkeit und Vergleich der Verweilzeitmodelle	63
3.3.2	Einfluss von Zeitverhalten	64
3.3.3	Vergleich verschiedener Modellierungsansätze	66
3.3.4	Prüfung des Einflusses des pH-Werts nach Flockungsmitteldosierung	69
3.3.5	Reduktion der Eingangsgrößen	72
3.3.6	Spezialistenmodell	78
3.3.7	Vergleich des neuronalen Netzes mit Regressionsmodellen	81
3.4	Partikelzahlmodellierung	83
4	Optimierung des Flockungsprozesses	86
4.1	Optimierungsansätze	86
4.2	Umsetzung der Optimierungsansätze im Wasserwerk Obermaubach	87
4.3	Kostenfunktion	90
4.4	Bestimmung der optimalen Flockungsmittelkonzentrationen für die Optimierungsansätze im Vergleich	97
4.5	Abschätzung des Optimierungspotentials	99
4.6	Umsetzung im Online Betrieb	103
5	Evaluierung von Zusammenhängen	111
5.1	Einfluss einer Mittelwertbildung	111
5.2	Vergleich der Talsperrenwässer untereinander	114
6	Potentiale neuronaler Netze in der Trinkwasseraufbereitung	124
7	Zusammenfassung	133

8	Anhang	136
8.1	Zu neuronalen Netzen	136
8.1.1	Beschreibung der Vorgehensweise bei der Modellierung unter Berücksichtigung der Software NeuroModel	136
8.1.2	Radiale-Basisfunktionen Netze	161
8.1.3	Self organizing Maps	163
8.1.4	Optimierung von Prozessen auf Basis neuronaler Netze mit Hilfe Genetischer Algorithmen	165
8.1.5	Bestimmung des Optimierungspotentials	166
8.2	Zum modellierten Wasseraufbereitungsprozess	170
8.2.1	Beschreibung des Wasserwerks Obermaubach	170
8.2.2	Messgeräte	176
8.2.3	Modellierte Zeiträume	177
8.3	Glossar	178
9	Abkürzungsverzeichnis	182
10	Literatur	188