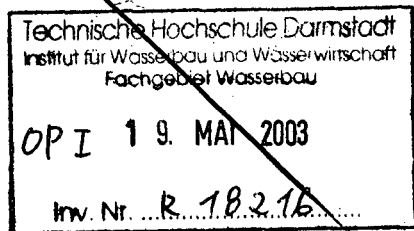


Veröffentlichungen des Institutes für  
Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der  
Universität Hannover

## **Integrierte Bewirtschaftung von Kanalnetz und Kläranlage zur Reduzierung der Gewässerbelastung**

Dr.-Ing. Katja Seggelke



Hannover 2002



# Inhalt

<b>1 Einführung</b>	<b>1</b>
1.1 Aktuelle Situation in der Stadtentwässerung	1
1.2 Integrierte Bewirtschaftung als alternativer Lösungsansatz	2
1.3 Zielsetzung der Arbeit	4
1.4 Vorgehensweise/Untersuchungsmethode	6
<b>2 Anfall, Behandlung und Einfluss von Mischwasser - Stand der Wissenschaft und Technik</b>	<b>7</b>
2.1 Übersicht und Abgrenzung der ineinandergreifenden Fachgebiete	7
2.2 Mischwasseranfall und –zusammensetzung	8
2.3 Auswirkungen von Mischwasserabflüssen	12
2.3.1 Einfluss auf die Kläranlage	12
2.3.2 Einfluss von Mischwasser auf das Gewässer	16
2.3.2.1 <i>Maßgebende Belastungen und Wirkungsmechanismen</i>	16
2.3.2.2 <i>Immissionsorientierte Bewertungskonzepte / gesetzliche Vorgaben</i>	21
2.3.2.3 <i>Zusammenfassung bisheriger Untersuchungsergebnisse</i>	22
2.4 Behandlungsmöglichkeiten von Mischwasser	24
2.4.1 Übersicht über mögliche Verfahren im Kanalnetz	24
2.4.2 Erhöhte Mischwasserbehandlung auf der Kläranlage	26
2.4.2.1 <i>Ermittlung des maximalen Drosselabflusses zur Kläranlage</i>	26
2.4.2.2 <i>Bisherige Untersuchungen: Mischwasserzuflüsse größer <math>2 \cdot Q_s + Q_r</math></i>	28
2.5 MSR-Technik auf Kläranlagen	30
2.5.1 Allgemeine Begriffe	30
2.5.2 Abgrenzung zwischen konventionellen und innovativen Methoden	32
2.5.3 Modellbasierte Systeme	34
2.5.4 Messtechnik	37
2.6 MSR-Konzepte auf der Kläranlage bei Mischwasserbelastung	42
2.6.1 Übersicht über mögliche Konzepte	42
2.6.2 Optimierung der Nitrifikation	43
2.6.3 Optimierung der vorgeschalteten Denitrifikation	46

2.6.4	Optimierung der biologischen P-Elimination	47
2.6.5	Optimierung des Schlammhaushaltes	48
2.6.6	Regelung des Drosselabflusses	52
2.7	Integrierte Betrachtung eines Stadtentwässerungssystems	54
2.7.1	Allgemeines	54
2.7.2	Entwicklung und Stand der integrierten Modellierung	54
2.7.3	Modelle in den Teilsystemen	56
	2.7.3.1 Kanalnetz	56
	2.7.3.2 Kläranlage	57
	2.7.3.3 Gewässer	59
2.7.4	Problemstellungen bei der Modellkopplung	60
2.7.5	Beispiele zur integrierten Betrachtung	62
	2.7.5.1 Sequentielle Modellierung	62
	2.7.5.2 Simultane Modellierung	63
2.8	Fazit aus der Literaturrecherche	65
<b>3</b>	<b>Systembeschreibung und Modellbildung – VKA Gümmerwald und Stadtentwässerung Hildesheim</b>	<b>67</b>
3.1	Versuchskläranlage Hannover Gümmerwald	67
3.1.1	Abmessungen, Bauwerkskenndaten und Messstellen	67
3.1.2	Mittlere Betriebskenndaten	70
3.1.3	Steuerung und Regelung der Anlage	72
3.1.4	Versuche zur erhöhten Mischwasserbeaufschlagung	74
3.1.5	Abbildung der Anlage im Modell	76
3.2	Kanalnetz Hildesheim	81
3.2.1	Beschreibung des Kanalnetzes	81
3.2.2	Messstellen im Bereich des Kanalnetzes	83
3.2.3	Abbildung des „Mischsystems“ im Modell	86
	3.2.3.1 Wesentliche Modellgrundlagen	86
	3.2.3.2 Erstellung und Kalibrierung	87
	3.2.3.3 Verifikation und Modellgüte	90
	3.2.3.4 Schwachstellen und Aussagekraft des Modells	97
3.2.4	Abbildung des Regenwassers aus dem Trennsystem im Modell	98
3.3	Kläranlage Hildesheim	100
3.3.1	Beschreibung der Kläranlage	100
3.3.2	Messstellen im Bereich der Kläranlage	102
3.3.3	Mittlere Betriebskenndaten	103
3.3.4	Abbildung der Kläranlage Hildesheim im Modell	106
	3.3.4.1 Einsatz des Modells im Rahmen der Untersuchungen	106
	3.3.4.2 Wesentliche Modellkomponenten	106
	3.3.4.3 Modellgüte	110
3.4	Vorfluter Innerste	113

3.4.1	Allgemeine Beschreibung der Innerste	113
3.4.2	Messstellen in der Innerste	114
3.4.3	Gewässerqualität	116
3.4.4	Bisherige Untersuchungen der Innerste im Raum Hildesheim	117
3.4.5	Vereinfachte Abbildung im Modell	119
3.5	Gesamtsystem Hildesheim	122
3.5.1	Übersicht über die Messstellen	122
3.5.2	Stoffflüsse unter Trockenwetterbedingungen	123
3.5.3	Kopplung der Modelle	124
<b>4</b>	<b>Integrierte Betrachtung des EZG Hildesheim – Reaktionen und Interaktionen der Teilsysteme bei Regen</b>	<b>125</b>
4.1	Jahresabflüsse und –frachten im Gesamtsystem	125
4.2	Betrachtung der Einzelereignisse in den Teilsystemen	129
4.2.1	Reaktion des Kanalnetzes (Mischsystem) bei Regen	129
4.2.2	Reaktion der Kläranlage Hildesheim auf Regenereignisse	135
4.2.3	Reaktion der Innerste auf Regenereignisse	139
4.3	Bilanzierung der Abflüsse und Frachten im Gesamtsystem an ausgewählten Ereignissen	145
4.4	Bewertung und Fazit	154
<b>5</b>	<b>MSR-Konzepte zur Stützung kritischer Reinigungsprozesse bei Mischwasserzufluss</b>	<b>159</b>
5.1	Nitrifikation	159
5.1.1	Einfluss des Mischwassers auf die Nitrifikation	159
5.1.2	Regelungsstrategien zur Stützung der Nitrifikation	161
5.1.2.1	<i>Fakultative Belüftung zur Vergrößerung des aeroben Volumens</i>	161
5.1.2.2	<i>Abwasserspeicher zum Ausgleich von Belastungsspitzen</i>	165
5.2	Denitrifikation	165
5.2.1	Einfluss des Mischwassers auf die Denitrifikation	165
5.2.2	Regelungsstrategien zur Stützung der Denitrifikation	168
5.3	Schlammhaushalt und Absetzprozesse im Nachklärbecken	169
5.3.1	Einfluss des Mischwassers auf den Schlammhaushalt	169
5.3.2	Regelungsstrategien	170
5.4	Biologische P-Elimination	179
5.4.1	Einfluss Mischwasser auf die biologische P-Elimination	179
5.4.2	Regelungsstrategien zur Stützung der biologischen P-Elimination	181
5.5	Bewertung und Fazit	181

<b>6</b>	<b>Statische Optimierung des Systems Kanalnetz &amp; Kläranlage– Fallstudie am Beispiel Hildesheim</b>	<b>185</b>
6.1	Möglichkeiten zur Optimierung des Systems Kanalnetz und Kläranlage	185
6.2	Ziele und Vorgehensweisen in den simulativen Fallstudien	186
6.3	Lastfallstudie Kanalnetz	187
6.3.1	Ermittlung effektiver Variationsbandbreiten	187
6.3.2	Ergebnisse der Variantensimulation Kanalnetz	193
6.4	Lastfallstudie Kläranlage	195
6.4.1	Übersicht über die betrachteten Varianten	195
6.4.2	Veränderung der Zulaufsituation	195
6.4.3	Veränderungen der Ablaufkonzentrationen und –frachten	198
6.5	Gesamtbetrachtung Kanalnetz und Kläranlage	203
6.5.1	Emissionsorientierte Beurteilung der Fallstudien	203
6.5.2	Immissionsorientierte Beurteilung der Szenarien	209
6.6	Bewertung und Fazit der statischen Optimierung	212
<b>7</b>	<b>Modellbasiertes, prädiktives Konzept zur dynamischen Regelung des Kläranlagenzuflusses</b>	<b>217</b>
7.1	Hintergrund und Anforderungen	217
7.2	Entworfenes Konzept	218
7.2.1	Überblick	218
7.2.2	Regen- und Zuflussprognose	219
7.2.3	Entscheidungskriterien	221
7.3	Technische Voraussetzungen	221
7.4	Machbarkeitsuntersuchungen	224
7.4.1	Güte der Zuflussprognose	224
7.4.2	Güte der Kläranlagenablauf-Prädiktion	227
7.4.3	Betriebserfahrungen des Beobachtermodells in Hildesheim	229
7.5	Anwendung des Gesamtkonzepts an einem Beispiel	231
7.6	Bewertung und Fazit	234
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Fazit</b>	<b>237</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>243</b>

---

<b>10 Anhang</b>	<b>259</b>
10.1 Versuchsanlage Gümmerwald	259
10.2 Kanalnetz Hildesheim	260
10.2.1 Allgemeine Informationen	260
10.2.2 Regendaten im Hinblick auf die räumliche Verteilung	261
10.2.3 Ergebnisse der Messungen Kanalnetz	262
10.2.4 Modellierung des Kanalnetzes	263
10.3 Kläranlage Hildesheim	269
10.3.1 Abmessungen, Lageplan Zulaufbereich	269
10.3.2 Berechnung des Zuflusses aus dem Kanalnetz	269
10.3.3 Abbildung KA Hildesheim im Modell	271
10.4 Vorfluter Innerste	272
<b>11 Abkürzungs- und Symbolverzeichnis</b>	<b>273</b>