

**MITTEILUNGEN**  
**DES**  
**INSTITUTS**  
**FÜR WASSERBAU UND WASSERWIRTSCHAFT**

**der**  
**Rheinisch-Westfälischen**  
**Technischen Hochschule Aachen**

**herausgegeben**  
**von**

**Prof. Dr.-Ing. Gerhard Rouvé**

**Band 91**



Rainer Feldhaus

**Zur hydrodynamisch-numerischen  
Simulation  
von Mischwasserspeichern**

Bibliothek

INSTITUT FÜR WASSERBAU  
UND WASSERWIRTSCHAFT

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT  
PETERSENSTR. 13, 64287 DARMSTADT

Tel. 0 61 51 / 16 21 43 · Fax: 16 32 43

Jwb.-Nr.: 4454

10 JWB 91

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung	2
1.2 Aufgabenstellung und Vorgehensweise	5
2 Mischwasserspeicher: Systemanalyse und mathematische Formulierung der internen Prozesse	9
2.1 Grundlegende Strukturierung	9
2.1.1 Systematisierung	9
2.1.2 Anlagentypen	12
2.2 Schnittränder zu den umgebenden Teilsystemen	14
2.2.1 Zulauf	14
2.2.1.1 Schadenspotential von Mischwasserinhaltsstoffen	15
2.2.1.2 Transportcharakteristik suspendierter Stoffe	16
2.2.1.3 Parametrisierung des Mischwasserzuflusses	20
2.2.2 Drossel und Entlastung	22
2.3 Interne Prozesse	25
2.3.1 Grundlegende Charakteristik	25
2.3.2 Entkopplung von Strömung und Stofftransport	26
2.3.3 Strömung	27
2.3.3.1 Turbulenzmodellierung	30
2.3.4 Stofftransport	32
2.3.4.1 Turbulente Diffusion	33
2.3.4.2 Sedimentation	34
2.3.4.3 Erosion	35
3 Hydrodynamisch-numerische Simulation von Mischwasserspeichern: Stand und Ansatz zur Weiterentwicklung	44
3.1 Entwicklungsstand	44
3.1.1 Raumdiskretisierung	45
3.1.2 Modellierung der Hydrodynamik	47
3.1.2.1 Abfluß	47

3.1.2.2	Stofftransport	49
3.1.3	Diskussion	53
3.2	Ansatz zur Weiterentwicklung	57
4	Modellentwicklung	62
4.1	Breitenmittlung der Grundgleichungen	62
4.1.1	Strömungsgleichungen	63
4.1.2	Stofftransportgleichung	65
4.2	Numerische Approximation	66
4.2.1	Räumliche Diskretisierung	67
4.2.2	Zeitliche Diskretisierung	70
4.3	Lösungsalgorithmus	71
4.4	Randbedingungen	73
4.4.1	Druck	73
4.4.2	Geschwindigkeit	74
4.4.3	Konzentration	77
5	Modelltests	78
5.1	Transport gelöster Stoffe	78
5.2	Transport suspendierter Stoffe	80
6	Modellverifikation und Modellanwendung	82
6.1	Absetzbecken	83
6.1.1	Experimentelle Modelluntersuchungen	83
6.1.2	Verifikation	85
6.1.3	Berechnung der Absetzleistung	88
6.2	Stauraumkanal mit untenliegender Entlastung	90
6.2.1	Experimentelle Modelluntersuchungen	90
6.2.2	Verifikation	92
6.2.3	Mobilität von Ablagerungen	95
6.3	Rechenzeitbedarf des Modells	96
7	Zusammenfassung und Ausblick	98
8	Literaturverzeichnis	101

---

Anhang	113
A Finite-Elemente-Formulierungen	113
A.1 Strömungsgleichungen	114
A.2 Stofftransportgleichung	116
A.3 Randbedingungen im Normal-/Tangential-Koordinatensystem	116
B Verwendete Finite-Elemente-Netze	119
C Stauraumkanal-Labormodell	120
C.1 Modell- und Meßtechnik	120
C.2 Bilddatengestützte Strömungsanalyse	124