

10 IWW 123

Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft

Technische Universität Darmstadt



Bibliothek

**INSTITUT FÜR WASSERBAU
UND WASSERWIRTSCHAFT**

**TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
PETERSENSTR. 13, 64267 DARMSTADT**

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

Ino. - Nr. : 4298

MITTEILUNGEN

Heft 123

2002

Kraus, Thomas

**Rauheitsänderung durch Biofilmbewuchs in Druckrohr-
leitungen**

Inhalt

1 Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2 Was sind Biofilme?	3
2.1 Begriffsbestimmungen.....	3
2.2 Struktur und Bestandteile	4
3 Stand des Wissens und offene Fragen	11
3.1 Wachstum und Abtrag von Biofilmen.....	11
3.1.1 Oberflächenkonditionierung/Primäradhäsion.....	12
3.1.2 Wachstumsphase	13
3.1.3 Plateauphase.....	13
3.1.4 Abtrag.....	14
3.1.5 Verschiedene Experimente zu Wachstum und Abtrag.....	15
3.2 Biofilme unter verschiedenen Aspekten.....	18
3.2.1 Materialschutz Biofilm?	18
3.2.2 Biofilm im Kanalsystem.....	20
3.2.3 Industrielle und andere Biofilme	22
3.2.4 Biofilm-Modellierung	23
3.2.5 Kontrolle des Biofilmwachstums.....	24
3.2.6 Biofilmforschung	26
3.3 Biofilme und Rauheiten	27
3.3.1 Frühere Untersuchungen	27
3.3.2 Bland (1975).....	29
3.3.3 Characklis/Picologlou/Zelver (1980).....	30
3.3.4 Dallwig (1992).....	32
3.3.5 Neuere Arbeiten.....	33
3.4 Offene Fragen	36
3.4.1 Bedeutung für Grundsatzuntersuchung.....	36
3.4.2 Bedeutung für praktische Anwendung.....	36

4	Theoretische Ansätze	37
4.1	Schubspannungen	37
4.2	Rauheiten	42
4.3	Geschwindigkeitsverteilungsgesetze	45
4.4	Widerstandsgesetze	50
4.4.1	Widerstandsgesetz für die glatte Leitung	50
4.4.2	Widerstandsgesetz für die raue Leitung	51
4.4.3	Widerstandsgesetz für die technisch raue Leitung	54
5	Experimente	55
5.1	Entwicklung einer geeigneten Versuchstechnik	55
5.1.1	Kontrollierte Abwasser-Zusammensetzung	55
5.1.2	Versuchseinrichtung der Vorstudien	56
5.1.3	Ergebnisse der Vorstudien	56
5.2	Versuche	58
5.2.1	Prinzip der Messung	58
5.2.2	Versuchsaufbau	60
5.2.3	Messrohrleitungen	61
5.2.4	Messgeräte	62
5.2.4.1	Magnetisch-induktive Durchflussmessung	62
5.2.4.2	Differenzdruckmessung	62
5.2.4.3	Ultraschall-Doppler-Messung	63
5.2.4.4	Sonstige Messungen	67
5.2.5	Versuchsdurchführung	68
5.3	Experimente mit den sauberen Rohrleitungen	69
5.4	Experimente mit Biofilm	72
5.4.1	Glatte unbehandelte Versuchsleitung	72
5.4.2	Raue sandbeklebte Versuchsleitung	79
6	Ergebnisse und Bewertung	82
6.1	Wachstumsgrenzen	82

6.2	Biofilmdicken	85
6.3	Widerstandsverhalten	89
6.3.1	Messungen an der glatten Messrohrleitung	89
6.3.2	Messungen an der rauen Messrohrleitung	91
6.3.3	Messungen an glatter und rauer Messrohrleitung	92
6.3.4	Widerstandsverhalten der glatten Leitung	93
6.3.5	Widerstandsverhalten der rauen Leitung	96
6.4	Ergebniszusammenstellung	100
6.4.1	Ergebnisse zu den Grundsatzuntersuchungen	100
6.4.2	Praxisrelevante Ergebnisse	101
7	Zusammenfassung	102
	Anhang	103
	Literatur	111