

Trinkwasseraufbereitung mit Ultraschall

T 2245

T 2245

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

WIENER MITTEILUNGEN

WASSER - ABWASSER - GEWÄSSER

BAND 85

SCHLUSSBERICHT ZUM FORSCHUNGSVORHABEN
"TRINKWASSERAUFBEREITUNG MIT ULTRASCHALL"
PROJEKT-ABSCHNITT I

gefördert aus Mitteln der Wohnbauforschung des Bundesministeriums für
Wirtschaftliche Angelegenheiten

Verfasser: H. FRISCHHERZ, J. ERNST, W. STUCKART
(Univ. f. Bodenkultur - Wien)

E. BENES, F. HAGER
(Technische Universität - Wien)

Herausgeber: O.UNIV.PROF.DIPL.ING.DR. W. BIFFL
Universität für Bodenkultur
Institut für Wasservorsorge, Gewässergüte und
Fischereiwirtschaft

INHALT

Vorwort.....	1
Wichtigste verwendete Symbole.....	2
1. KOAGULATION UND FLOCKUNG	3
1.1. Allgemeines	3
1.2. Theorie des Flockungsprozesses	4
1.2.1. Die Ursache der Oberflächenladung	4
1.2.2. Die Auswirkung der Oberflächenladung.....	5
1.2.3. Die Wechselwirkungsenergie zwischen kolloidalen Teilchen	7
2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN DER ULTRASCHALLINDUZIERTEN KOAGULATION.....	10
2.1. Der akustische Schallstrahlungsdruck auf eine kompressible Kugel.....	10
2.1.1. Einleitung.....	10
2.1.2. Die strengen nichtlinearen Grundgleichungen des Schallfeldes in einer Flüssigkeit	11
2.1.2.1. Die Bernoullische Gleichung	13
2.1.3. Der Schallstrahlungsdruck.....	17
2.1.3.1. Der Strahlungsdruck auf eine bewegte Grenzfläche	17
2.1.3.2. Streuung einer ebenen stehenden Schallwelle an einer kompressiblen Kugel	20
2.1.3.3. Der Strahlungsdruck auf eine kompressible Kugel	23
2.1.3.4. Der Schallstrahlungsdruck auf kleine Kugeln	26
2.2. Hydrodynamische Wechselwirkungen zwischen Schwebeteilchen in einem Schallfeld	32
2.2.1. Die Relativbewegung einer kleinen starren Kugel oder eines festen Schwebeteilchens in einer Schallwelle	32
2.2.1.1. Die effektive oder akustische Masse eines beliebig geformten Schallstreuers	32
2.2.1.2. Der Mitführungskoeffizient.....	34
2.2.2. Hydrodynamische Wechselwirkungskräfte	38
2.2.2.1. Zwei inkompressible Kugeln in einem oszillierenden Parallelstrom	38
2.2.2.1.1. Die Aktionsgeschwindigkeit und die spezielle Bedeutung der Geschwindigkeit $3/2v_p$	40
2.2.2.1.2. Das Aktionsmoment	42
2.2.2.2. Ein System von beliebig vielen Kugeln	48

3. GRUNDLAGEN DER BESCHALLUNG UND ERSTER	
VERSUCHSAUFBAU	53
3.1. Der piezoelektrische Schallsender	53
3.1.1. Die Theorie des piezoelektrischen Schwingers.....	53
3.1.1.1. Der piezoelektrische Effekt	53
3.1.1.2. Die piezoelektrischen Gleichungen	54
3.1.1.3. Das elektrische Ersatzschaltbild des piezoelektrischen	
Wandlers	55
3.1.1.4. Der Kopplungsfaktor.....	57
3.1.2. Kriterien zur Beurteilung der Eignung eines piezoelektrischen	
Materials als Schallsender	59
3.1.2.1. Die abgestrahlte Schallintensität.....	59
3.1.2.2. Der akustische Strahlungswiderstand	66
3.2. Die Versuchsanordnung	68
3.3. Berechnung der Schallfeldgrößen	70
3.3.1. Abschätzung mit Hilfe der abgestrahlten Schallintensität	70
3.3.2. Das Sandwich-Simulationsprogramm.....	74
3.4. Die elektrische Anpassung	82
4. EXPERIMENTE	86
4.1. Experimentelle Überprüfung der Schallstrahlungskraft.....	86
4.2. Experimente zur akustischen Koagulation.....	91
4.3. Aktivkohle-Fractionen mit schmalen Korngrößenbereich	101
4.3.1. Allgemeines	101
4.3.2. Energieeintrag	105
4.3.3. Betrachtung der einzelnen Fraktionen.....	106
4.4. Ausdehnung der Beobachtungen auf verschiedene Materialien	131
5. SYSTEMATISCHE UNTERSUCHUNG VERSCHIEDENER	
PRAXISORIENTIERTER SUSPENSIONEN	156
6. ZUSAMMENFASSUNG	162
7. LITERATURVERZEICHNIS	163
ANHANG	165
Beispiel eines Programmablaufes und Programmlisting	166