

**Untersuchung
zum internationalen Stand
und der Entwicklung
Alternativer Wassersysteme**

Verantwortlich für den Inhalt sind die Verfasser

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Referat 421

Heinemannstraße 2

53175 Bonn

Telefon: 01888 / 57-0

Telefax: 01888 / 57 8-3601

Internet: <http://www.bmbf.de>

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH

Technik und Umwelt

Projekträger für Wassertechnologie und Entsorgung

Postfach 3640

76021 Karlsruhe

Telefon: 07247 / 82-0

Telefax: 07247 / 825070

Internet: <http://www.fzk.de>

Verfasser

Prof. Dr.-Ing. Dr. rer. pol. Karl-Ulrich Rudolph

Dipl.-Ing. Dirk Schäfer



Institut für Umwelttechnik und Management
an der Universität Witten/Herdecke gGmbH

Alfred-Herrhausen-Strasse 44

58455 Witten

Tel: 02302 / 91401-0, Fax: 02302 / 91401-11

e-mail: mail@uni-wh-utm.de

<http://www.uni-wh-utm.de>

Bonn - Karlsruhe - Witten, Oktober 2001

Druck

Lonnemann GmbH

Ludgerstraße 13

59379 Selm

Zu diesem Bericht ist eine ausführliche englische Zusammenfassung erhältlich.

INHALTSVERZEICHNIS

I	EINLEITUNG	1
II	DEFINITIONEN, SYSTEMKRITERIEN UND ANWENDUNGSPOTENZIAL	4
III	STRUKTURÜBERSICHT DER WASSERSYSTEME	9
IV	KOMPONENTEN UND OPERATIONEN DER WASSERSYSTEME	13
0	VORGEHENSWEISE	13
1	WASSERVERSORGUNG	15
	<i>1.1 Wassergewinnung.....</i>	<i>15</i>
	<i>1.1.2 Oberflächenwasser</i>	<i>16</i>
	<i>1.1.3 Regenwasser</i>	<i>16</i>
	1.2 WASSERAUFBEREITUNG.....	17
	1.2.1 Zentrale Versorgung.....	17
	1.2.2 Dezentrale Versorgung.....	19
	1.2.3 Gemischt zentrale und dezentrale Ver- und Entsorgung	21
	1.3 WASSERVERTEILUNG.....	22
	1.3.1 Rohrleitung.....	22
	1.3.2 Tankwagen.....	23
	1.3.3 Wasserflaschen.....	24
2	WASSERNUTZUNG.....	25
	2.1 TRINKWASSER	25
	2.2 BRAUCHWASSER.....	26
3	ABWASSERERZEUGUNG	27
	3.1 NIEDERSCHLAGSWASSER.....	27
	3.2 GRAUWASSER UND SONSTIGE ABWÄSSER.....	27
	3.3 SCHWARZWASSER.....	27
4	ABWASSERENTSORGUNG.....	28
	4.1 ABWASSERABLEITUNG	28
	4.1.1 Natürliches Gefälle.....	28
	4.1.2 Künstliches Gefälle.....	29
	4.1.3 Tankwagen.....	29

4.2	ABWASSERKLÄRUNG	30
4.2.1	<i>Zentrale Anlagen</i>	30
4.2.2	<i>Dezentrale Anlagen</i>	30
4.2.3	<i>Gemischte Systeme</i>	33
4.3	ABWASSERVERBLEIB	33
4.3.1	<i>Untergrundverbringung</i>	33
	Exkurs zu Kapitel 4.3.1 (Untergrundverbringung).....	34
4.3.2	<i>Oberflächeneinleitung</i>	36
4.3.3	<i>Abwasserwertung</i>	36
4.3.3.1	Abwasserwertung für die Wasserversorgung	36
	Exkurs I zu Kapitel 4.3.3.1 (Abwasserwertung für die Wasserversorgung).....	39
	Exkurs II zu Kapitel 4.3.3.1 (Abwasserwertung für die Wasserversorgung).....	47
	Exkurs III zu Kapitel 4.3.3.1 (Abwasserwertung für die Wasserversorgung).....	58
	Exkurs IV zu Kapitel 4.3.3.1 (Abwasserwertung für die Wasserversorgung).....	59
	Exkurs V zu Kapitel 4.3.3.1 (Abwasserwertung für die Wasserversorgung)	60
4.3.3.2	Stoffliche Verwertung / Integrierte Systeme	61
	Exkurs I zu Kapitel 4.3.3.2 (stoffliche Verwertung)	66
	Exkurs II zu Kapitel 4.3.3.2 (stoffliche Verwertung).....	70
	Exkurs I zu Kapitel 4.3.3.2 (stoffliche Verwertung)	70
V	ÜBERSICHT DER RECHERCHIERTEN PILOTPROJEKTE.....	74
VI	ZUR WIRTSCHAFTLICHKEIT „ALTERNATIVER WASSERSYSTEME“	79
1	KAPITALKOSTEN (CAPEX – CAPITAL EXPENDITURES).....	79
2	ARBEITS- UND ZEITKOSTEN	83
VII	ERGEBNIS.....	85
1	AWS FÜR DICHT BESIEDELTE BALLUNGSZENTREN.....	85
2	AWS FÜR BEREICHE MIT MITTLERER EINWOHNERDICHTE (SIEDLUNGEN UND VORSTÄDTE)	87
3	AWS FÜR DÜNN BESIEDELTE UND ENTLEGENE VERSORGUNGSGEBIETE	91
4	RESSOURCENABHÄNGIG EINGESETZTE AWS	92
5	SITUATIONSABHÄNGIG EINGESETZTE AWS	93
6	GENERELLE BEDENKEN	95
VIII	FAZIT	96
IX	LITERATURQUELLEN	98

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	Internationale Recherche über alternative Wassersysteme	10
Abbildung 2:	Anteil verschiedener Rohwassertypen an der Wassergewinnung in Deutschland	15
Abbildung 3:	Zentrale Ver- und Entsorgung.....	18
Abbildung 4:	Dezentrale Ver- und Entsorgung.....	20
Abbildung 5:	Gemischt zentrale und dezentrale Ver- und Entsorgung	21
Abbildung 6:	Wasserversorgung in den größten Städten: durchschnittlicher Prozent- satz der Bevölkerung nach Art der Versorgung, nach Region	22
Abbildung 7:	Zapfstelle in Afrika	23
Abbildung 8:	Wasserverkäufer in Peru	24
Abbildung 9:	Anteile verschiedener Trinkwassernutzungen im Haushalt.....	25
Abbildung 10:	Abwasserentsorgung in den größten Städten: durchschnittlicher Prozentsatz nach Art der Einrichtung, nach Region.....	28
Abbildung 11:	Schema eines Membran Jokhasous.....	32
Abbildung 12:	Aufbereitung des Kläranlagenablaufs für die Versickerung in der Water Factory 21	35
Abbildung 13:	Grauwasseraufbereitungsanlage der Firma Hans Grohe.....	41
Abbildung 14:	Fließbild der Recyclinganlage des Ohtemachi Financial Centre	49
Abbildung 15:	Makuhari New City und Shinjuku	51
Abbildung 16:	Fließbild der Recyclinganlage in Fukuoka	52
Abbildung 17:	The water cycle management strategy for Homebush Bay.....	53
Abbildung 18:	Abwasserrecycling-Anlage des Ministry of Social Services	55
Abbildung 19:	Abwasserrecycling-Anlage im Salt Spring Island Village Resort.....	57
Abbildung 20:	Anlage der Huband Park Elementary School	58
Abbildung 21:	Denver Potable Reuse Demonstration Treatment Plant Processes	59
Abbildung 22:	Beispielhaftes Schema eines integrierten Entsorgungssystems.....	63
Abbildung 23:	Separate Teilstrombehandlung des Urins	67
Abbildung 24:	Separationstoilette.....	69