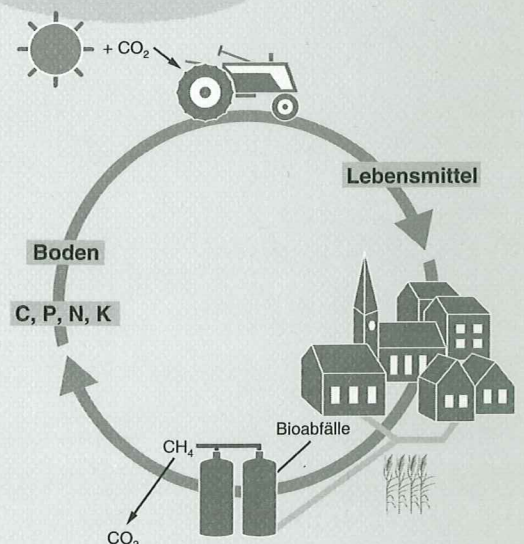


Ökologie aktuell  
**Abwasser**

Jörg Lange, Ralf Otterpohl

# Abwasser

*Handbuch  
zu einer  
zukunftsfähigen  
Wasserwirtschaft*



# Ökologie Aktuell

## ABWASSER

### Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft

von

Jörg Lange & Ralf Otterpohl

#### Impressum

Herausgeber: MALLBETON GmbH, DS-Pföhren  
Autor: DIPL. BIOL. JÖRG LANGE  
Mिताutor: Univ. Prof. Dr. Ing. Ralf Otterpohl  
Mit Beiträgen von Dr. rer. nat. Thomas Steger-Hartmann  
Harte Chemie I: Textilabwässer und  
Harte Chemie II: Arzneimittel  
Dipl. Biol. Nik Geiler (Mitarbeit an Kap.3)  
Grafik: Susanne Görke / Jörg Lange  
Gesamtherstellung: W/O/G/E Druck, Karlsbad

2. überarbeitete Auflage

Gedruckt in Deutschland

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit ausdrücklicher Genehmigung des  
MALLBETON-Verlags, 78166 DS-Pföhren, Hüfingerring Straße 39-45 oder der Autoren.

ISBN 3-9803502-1-5

Die Deutsche Einheitsbibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Lange, Jörg:**

Abwasser : Handbuch zu einer zukunftsfähigen  
Wasserwirtschaft / Jörg Lange ; Ralf Otterpohl. Hrsg.: MALL-  
BETON GmbH, Donaueschingen-Pföhren. - 2. Aufl. -  
Donaueschingen-Pföhren : Mall-Beton-Verl., 2000

(Ökologie aktuell)

ISBN 3-9803502-1-5

NE: Otterpohl, 4208 97.01.01Ralf:

# Inhalt

<b>1. Die Geschichte des Abwassers</b>	<b>13</b>
1.1 Die vorindustrielle Behandlung von Fäkalien und häuslichen Flüssigabfällen	13
1.2 Urin und Fäkalien: Vom (persönlichen) Eigentum zum Tabu	14
1.3 Abfuhr oder Schwemmkanal - eine Auseinandersetzung mit falschen Argumenten ?	17
1.4 Die rechtlichen und institutionellen Rahmenbedingungen bei der Einführung der Schwemmkanalisation	23
1.5 Die ökologischen Konsequenzen - „Die Flussverunreinigungsfrage“	26
1.6 Über 100 Jahre „end-of-pipe“	29
1.7 Zusammenfassende Schlussfolgerungen	36
<b>2. Spülklo, Schwemmkanal und Zentrale Kläranlage</b>	<b>39</b>
2.1. Abwasser	41
2.2. Siedlungsentwässerung heute - Schwemmkanal und Zentralkläranlage	46
2.3. Lineare Stoffströme durch einheitliche Schwemmkanalisation für kommunales Abwasser	50
2.3.1. Was hat Abwasser mit der globalen Klimaveränderung zu tun ?	
2.3.2. Das Meer und der Klärschlamm - Endlager für die Nährstoffe Phosphor, Stickstoff und Kalium	
2.4. Das ökologische Risiko von Spurenstoffen	61
2.4.1. Vermeidung naturfremder Stoffe - „Sanfte Chemie“	
2.4.2. Harte Chemie Beispiel I: Textilabwässer	
2.4.3. Harte Chemie Beispiel II: Arzneimittel und Klinikabwässer	
2.5. Gefährdung des Grundwassers	75
2.5.1. Viel hilft viel - Eintrag aus der Landwirtschaft	
2.5.2. Regen, Staub und Aerosole - Eintrag aus der Luft	
2.6. Stoffumsätze in privaten Haushalten	79
2.6.1. Waschen und Reinigen	
2.7. Einfluss der privaten Haushalte auf die Stoffeinträge in Boden und Grundwasser im Vergleich zum Eintrag durch die Luft und die Landwirtschaft	87
2.8. Zusammenfassende Schlussfolgerungen	88
<b>3. Recht und Gesetz</b>	<b>91</b>
3.1 Was kostet Abwasser wirklich ?	111
3.2 Zur Situation in den neuen Bundesländern	115
<b>4. Vom Wassersparen zur Abwasservermeidung</b>	<b>117</b>
4.1 Wassersparende Armaturen	119
4.2 Wassersparende Wasch- und Spülmaschinen	120
4.3 WC-Unterbrechertaste und wassersparende WCs	123
4.4 Wassersparende bzw. wasserfreie Urinale	124
4.5 No-Mix-, Urin-Separierungs-, Trenntoiletten	127
4.6 Kompost-Toiletten - Trockenklos	128
4.7 Wassersparende Verhaltensweisen	133
<b>5. Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung</b>	<b>137</b>
5.1. Versickerung von Niederschlagswasser	138
5.1.1 Anhaltswerte für die Bemessung von Versickerungseinrichtungen	
5.1.2 Verfahren der dezentralen Versickerung	
5.2 Regenwassernutzung	150
5.3 Gründächer	158

<b>6. Dezentrale Abwasserbehandlung für ländliche und städtische Gebiete</b>	<b>161</b>
6.1 Überblick über verschiedene Abwasserreinigungsverfahren	163
6.2 Bemessung dezentraler Verfahren	170
6.3 Kosten dezentraler Verfahren	172
6.4 Vorrotte - eine Alternative zur Vorklärung	174
6.5 Abwasserteiche	175
6.6 Kleine Belebungsanlagen	176
6.7 Sequencing Batch Reactor (SBR)	177
6.8 Tropfkörper und andere Biofilm- bzw. Festbettverfahren	181
6.9 Pflanzenkläranlagen, Bodenfilter	184
6.10 Retention und/oder Behandlung von Regenwasser und/oder Mischwasser in Bodenfiltern und Teichen	189
6.11 Klärschlammvererdung in Schilfbeeten, Solare Klärschlamm Trocknung	190
6.12 Elektrolyse und Elektroflotation - Beispiel für die Reinigung von gewerblichen Abwässern	191
6.13 Membranbelebung (-biologie), Mikro-, Nanofiltration - Abwasserreinigung der Zukunft?	191
<b>7. Grau-, Betriebs- und Nutzwasser reinigen und verwenden</b>	<b>193</b>
7.1 Grauwasserrecycling	196
7.2 Duschwasserrecycling	198
<b>8. Zukunftsfähige Wasserwirtschaft - Vom Stoffdurchfluss zum Stoffkreislauf</b>	<b>201</b>
8.1 Leitbilder zukünftiger Konzepte	202
8.2 Vom Stofffluss zum Stoffkreislauf häuslichen Abwassers	204
8.3 Teilstromorientierte Sanitärkonzepte	208
8.3.1 Komposttoilette und Grauwasserbehandlung	
8.3.2 Separate Teilstrombehandlung von „Anthropogenic Nutrient Solutions“ (ANS=Urin)	
8.3.3 Vakuumsammlung und anaerobe Behandlung von menschlichen Fäkalien, Urin und organischem Hausmüll zu Biogas	
8.3.4 Aufkonzentrierung der Nährstoffe durch Kreislaufführung des oxidierten Schwarz- oder Braunwassers	
8.3.5 Nutzung der Resource Abwasser in Aquakulturen	
8.4 Zukünftige Entwässerungsstrategien und ihre Bedeutung für Wohnen und Umwelt	228
8.5 Zusammenfassung zukünftiger Maßnahmen der Wasserwirtschaft	230
8.6 Zukunftsfähige Wasserwirtschaft - Ausblick	232
8.7 Referenzprojekte	236
<b>9. Vorbild für Länder mit geringerer Industrialisierung und für andere Klimaverhältnisse ?</b>	<b>241</b>
<b>10. Institutionen, Tagungen &amp; Adressen</b>	<b>245</b>
10.1 Adressenverzeichnis	246
10.2 Anbieterverzeichnis (Planer und Hersteller)	253
<b>11. Quellen und weiterführende Literatur</b>	<b>257</b>
<b>Abkürzungen und Stichwortverzeichnis</b>	<b>299</b>