

Bemessung von Kläranlagen für warme und kalte Klimate - Validierung an technischen Anlagen

Prof. Dr.-Ing. habil. Holger Scheer

Dipl.-Ing. Tim Fuhrmann

Dipl.-Ing. Peter Wulf

**Innovationsforum Wasserwirtschaft am 10.05.2012
im Rahmen der IFAT ENTSORGA 2012,
ausgerichtet von DBU, BMBF und DWA**

BMBF-Projekte zu Kläranlagen in anderen Ländern

Seit 01.01.2012:

„Exportorientierte Forschung und Entwicklung im Bereich Abwasser
- Validierung an technischen Anlagen“ (EXPOVAL)

Vorprojekt:

„Exportorientierte Forschung und Entwicklung
auf dem Gebiet der Wasserver- und -entsorgung“,
Teil II: Abwasserbehandlung und Wasserwiederverwendung

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



2001 - 2005



2005 - 2009



Projekthalte

Anpassung und Erweiterung deutscher Bemessungsregeln an hohe und niedrige Abwassertemperaturen und hohe Salzgehalte

Fokus auf Verfahren der kommunalen Abwasserreinigung, die insbesondere auch für Entwicklungs- und Schwellenländer von Bedeutung sind:

- Belebungsanlagen und Belüftungstechnik
- Tropfkörper
- Anaerobverfahren
- Abwasserteiche

Weitere Schwerpunkte: Verwertung bzw. Entsorgung der Klärschlämme sowie Hygienisierung und Wiederverwendung des gereinigten Abwassers

Umsetzungsorientierte Ergebnisvalidierung an großtechnischen Anlagen, zu Vergleichszwecken und für spezielle Aufgabenstellung auch Untersuchungen an klein- und halbtechnischen Versuchsanlagen

Erarbeitung eines DWA-Themenbandes zur Bemessung von Kläranlagen in warmen und kalten Klimazonen



Projektkennndaten

Gefördert vom: BMBF

Projektgesamtkosten: 9,7 Mio. EUR, **BMBF-Zuwendung:** 7,5 Mio. EUR

Laufzeit: 2012 - 2015 (4 Jahre)

Struktur: 19 Teilprojekte in 7 Unterverbünden zzgl. Koordinationsvorhaben

Projektpartner:

- 6 Universitäten
- 11 Unternehmen der gewerbl. Wirtschaft

Wissenschaftlich-technische Projektbegleitung und Koordination:

- Gesamtkoordination: Emscher Ges. für Wassertechnik mbH (Prof. Dr.-Ing. Scheer)
- Wissenschaftliche Subkoordination:
TU Darmstadt (Prof. Dr.-Ing. Cornel) und LU Hannover (Prof. Dr.-Ing. Rosenwinkel)



Belebungsanlagen → Unterverbund 1

Projektpartner:

- Ruhr-Universität Bochum (Prof. Dr.-Ing. Wichern)
- Emscher Gesellschaft für Wassertechnik mbH
- Hach-Lange GmbH

Arbeitsschwerpunkte:

- Erweiterung der Bemessungsregeln für Belebungsanlagen
- Online-Analytik und Datenfernübertragung

Geplante Versuchsstandorte:

- China, VAE, Türkei



Kläranlage Fujairah, VAE (Foto: Emscher Wassertechnik)



Beleuchtungsanlagen

Beispiel aerobes Bemessungsschlammalter:

- Abweichungen von ATV-DVWK-A 131 (2000) nehmen mit zunehmenden Abstand zum mittleren Temperaturbereich (10 - 20 °C) stark zu
- Beziehung zw. Abwassertemperatur und aerobem Bemessungsschlammalter für die Nitrifikation (empirisch abgeleitetes Polynom):

$$t_{TS,aerob,Bem} = -1,5789 \cdot 10^{-6} \cdot T^5 + 0,2719 \cdot 10^{-3} \cdot T^4 - 17,165 \cdot 10^{-3} \cdot T^3 \\ + 0,5194 \cdot T^2 - 7,903 \cdot T + 52,98 \text{ [d]}$$

Quelle: RUB (Hrsg.), Leitfaden zur Abwassertechnologie in anderen Ländern, 2010

➡ ATV-DVWK-A 131 ist durch praxistaugliche Berechnungsformeln zu modifizieren und der vorhandene Bemessungsalgorithmus ist entsprechend zu überarbeiten und zu erweitern.



Belüftungstechnik → Unterverbund 2

Projektpartner:

- Technische Universität Darmstadt (Prof. Dr.-Ing. Wagner)
- Passavant Geiger GmbH

Arbeitsschwerpunkte:

- Bemessung feinblasiger Druckbelüftungssysteme
- Untersuchung des Temperatureinflusses insbesondere auf den Grenzflächenfaktor α und die erforderliche Sauerstoffzufuhr

Geplanter Versuchsstandort:

- China

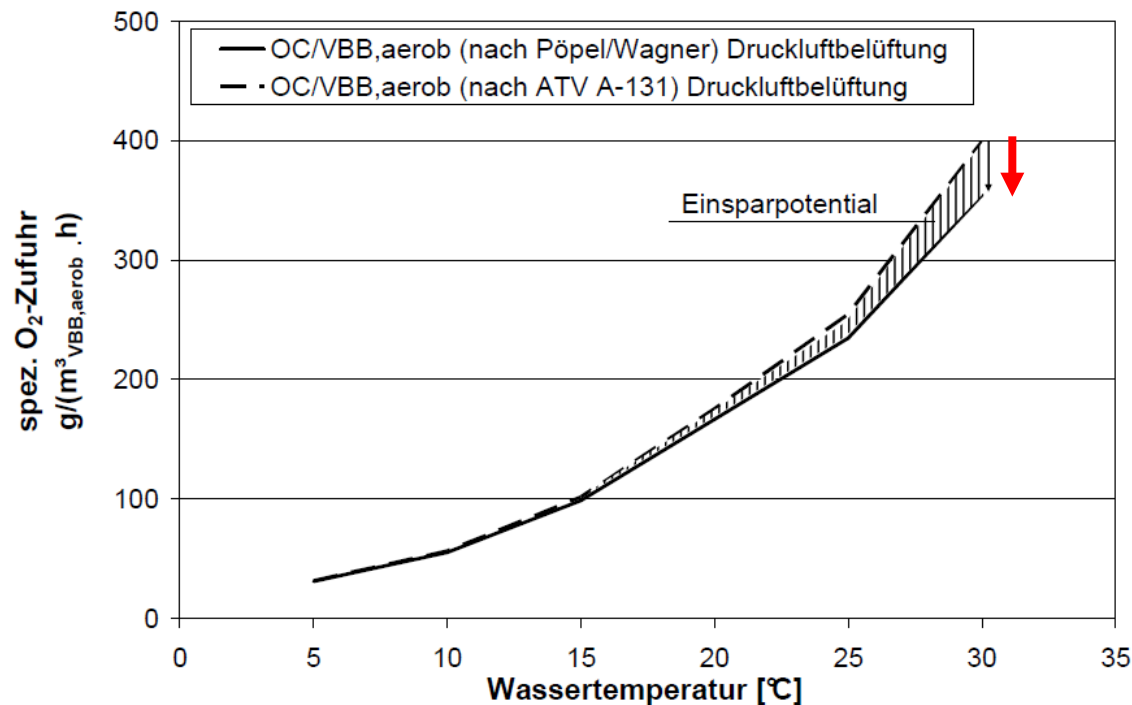


Kläranlage Qingdao, China (Foto: IWAR)



Belüftungstechnik

Spez. Sauerstoffzufuhr nach ATV-DVWK-A 131 und dem Ansatz nach Pöpel/Wagner



Quelle: RUB (Hrsg.), Leitfaden zur Abwassertechnologie in anderen Ländern, 2010



Niedrigere O₂-Zufuhr bei Wassertemperaturen von 20 °C und höher,
z. B. bei 30 °C ca. 10 %



Tropfkörper → Unterverbund 3

Projektpartner:

- Universität Stuttgart (Frau Prof. Dr.-Ing. Steinmetz)
- GEA 2H Water Technologies GmbH

Arbeitsschwerpunkte:

- Erweiterung der Bemessungsregeln für Tropfkörper

Geplante Versuchsstandorte:

- Namibia
- optional:
VAE, Nicaragua, Italien, Georgien

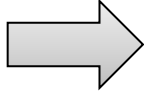


Tropfkörper (Foto: GEA 2H)





Tropfkörper

- **Regelwerke in Deutschland:** ATV-DVWK-A 281 (2001), EN 12255-7 (202)
- **Bemessung** der Reinigungsleistung auf Basis der organischen Raumbelastung
⇒ bisher keine Berücksichtigung des Temperatureinflusses
- **Großes Potenzial für warme Klimazonen**, in denen je nach Reinigungsziel **deutlich höhere Raumbelastungen** möglich sind als nach ATV-DVWK-A 281 zugelassen (Pressinotti et al., 2011)
- **Verbesserte Reinigungsleistung bei zunehmender Raumbelastung**
 - Abwassertemperatur 25°C
 - Lavaschlacke-Tropfkörper

Raumbelastung $B_R = 1,0 \text{ kg BSB}_5/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$
entspr. 60 % Volumenersparnis
gegenüber ATV-DVWK-A 281
(dort: $B_R \leq 0,4 \text{ kg BSB}_5/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$)



Anaerobtechnik → Unterverbund 4

Projektpartner:

- Leibniz Universität Hannover (Prof. Dr.-Ing. Rosenwinkel)
- STULZ-PLANAQUA GmbH
- aqua & waste International GmbH

Arbeitsschwerpunkte:

- Verifizierung und Erweiterung von labor- und halbertechnischen Ergebnissen mit unterschiedlichen Temperaturen, Abwasserkonzentration und Feststofffrachten unter besonderer Berücksichtigung von Feststoffumsetzung und Methanemissionen
- Aufbau eines praxisorientierten Berechnungsmodells
- Erweiterter Bemessungsansatz für UASB-Reaktoren

Geplante Versuchsstandorte:

- Indien, Brasilien, VAE

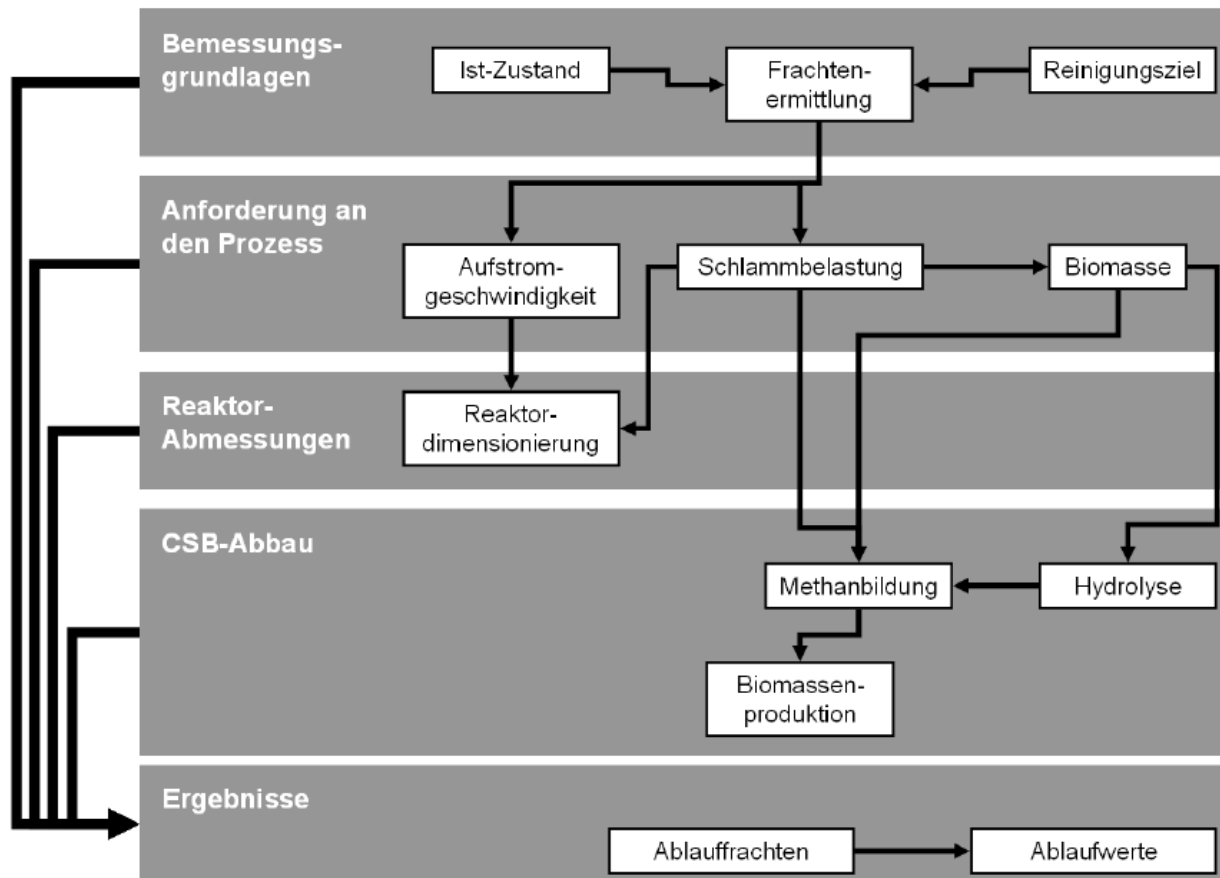


Anaerobanlage in Indien (Foto: LU Hannover)



Anaerobtechnik

Ablaufplan der Reaktorbemessung



Quelle: Urban, 2009



Anaerobtechnik

Neben Aufstromgeschwindigkeit ist Schlammbelastung bzw. Biomassegehalt maßgebend für Reaktorbemessung → hohe Temperaturabhängigkeit

Max. Schlammbelastung (SLR):

$$SLR = [(35 / \Delta CSB) \cdot 1,05^{(T-30)}] - 0,6$$

Spez. Methanaktivität (SMA):

$$SMA = [(0,35 \cdot SLR) / (0,6 + SLR)] \cdot 1,05^{(T-30)}$$

Biomasse im Reaktor (M_{oTR}):

$$M_{oTR} = (B_{d,Zulauf,CSB} / SLR)$$

Quelle: Urban, 2009; RUB (Hrsg.), Leitfaden zur Abwassertechnologie in anderen Ländern, 2010

Reaktorgeometrie wird aus vorgenannten Parametern abgeleitet



Abwasserteiche → Unterverbund 5

Projektpartner:

- Institut für Umwelttechnik und Management an der Universität Witten/Herdecke gGmbH (Prof. Dr. mult. Rudolph)
- Ultrawaves Wasser- und Umwelttechnologien GmbH
- FUCHS Enprotec GmbH
- WEDECO / Xylem Water Solutions Herford GmbH

Arbeitsschwerpunkte:

- Bemessung Abwasserteiche, belüftet unbelüftet
- Algen-Bakterien- Symbiose
- UV-Desinfektion

Geplanter Versuchsstandort:

- Spanien

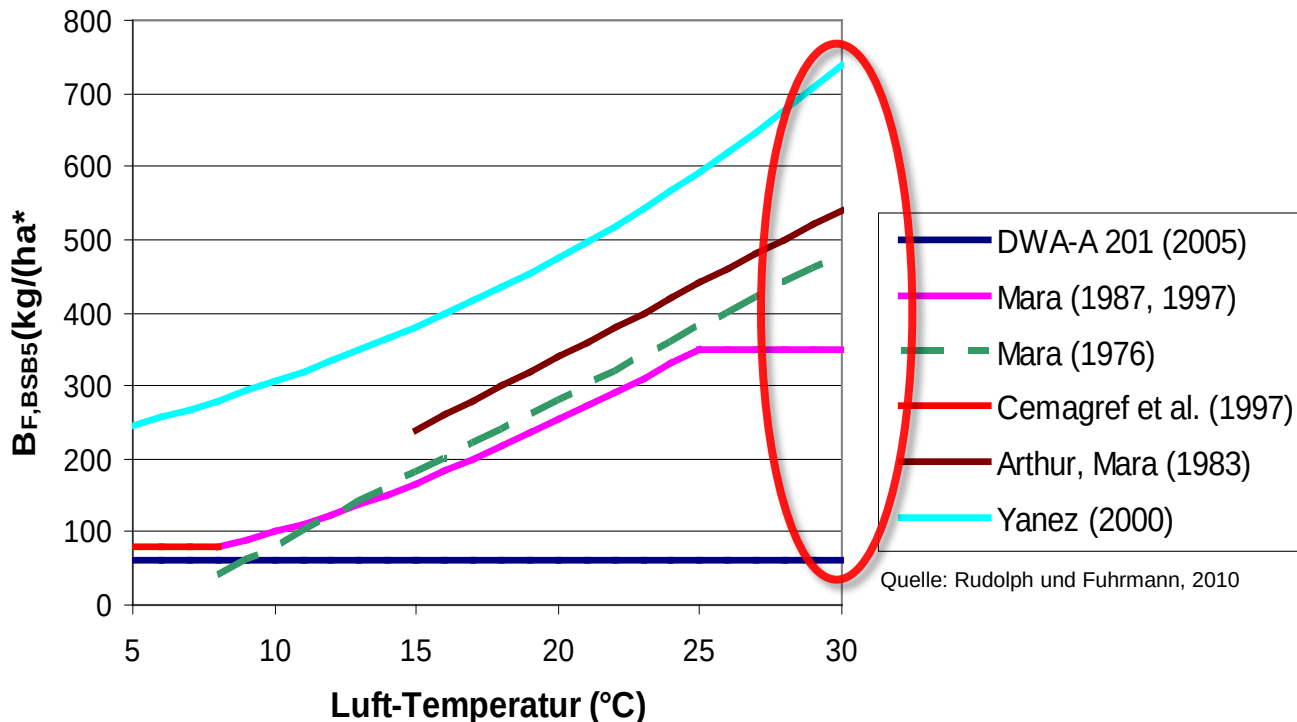


Abwasserteichanlage in Algerien, 275.000 EW (Foto: FUCHS)



Abwasserteiche

Vergleich verschiedener internationale Bemessungsansätze für Fakultativteiche:



Pauschalansatz nach DWA-A 201 (2005) führt zu deutlichen Überbemessungen bei hohen Temperaturen



Klärschlammmanagement → Unterverbund 6

Projektpartner:

- Technische Universität Braunschweig (Prof. Dr.-Ing. Dichtl)
- Huber SE
- Oswald Schulze Umwelttechnik GmbH

Arbeitsschwerpunkte:

- Behandlung von Klärschlämmen, u. a. Optimierung solarer Klärschlamm-trocknung und anaerobe Schlammstabilisierung
- Verwertung und Entsorgung von Klärschlämmen

Geplante Versuchsstandorte:

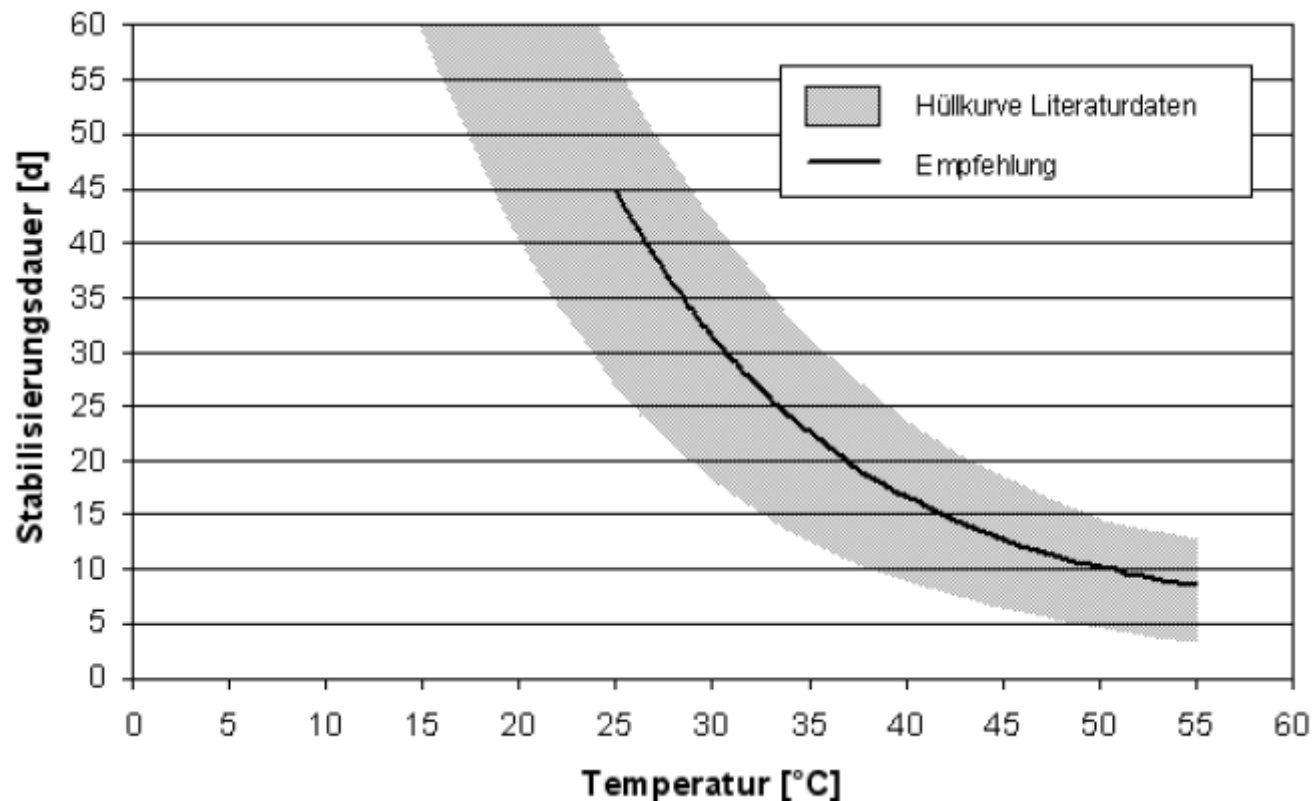
- Türkei, Polen, Kolumbien





Klärschlammmanagement

Abhängigkeit der Stabilisierungszeit vom Temperaturniveau bei der anaeroben Stabilisierung von Rohschlamm



Quelle: RUB (Hrsg.), Leitfaden zur Abwasser-
technologie in anderen Ländern, 2010

Hygienisierung und Wasserwiederverwendung → Unterverbund 7

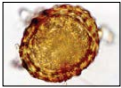
GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Projektpartner:

- Technische Universität Darmstadt (Prof. Dr.-Ing. Cornel)
- Huber SE

Arbeitsschwerpunkte:

- Abwasserdesinfektion mit Schwerpunkt auf der Abscheidung von Helmintheneiern 
- Weiterentwicklung der Mikrosiebung
- Wiederverwendung von aufbereitetem Abwasser

Geplante Versuchsstandorte:

- VAE, Spanien, China



Mikrosiebanlage in Lie De, China (Foto: Huber SE)



Hygienisierung und Wasserwiederverwendung

In Regionen mit hohen Temperaturen
sind oftmals andere/weitere Parameter
für die Abwasserreinigung relevant

Bei Wasserwiederverwendung resultieren
besondere Anforderungen aus Art der Nutzung

Hygienische Parameter
(Bakterien, Viren,
Helmintheneier etc.)

Hygienische Parameter in Deutschland nur in Sonderfällen relevant

Verschiedene Verfahrensansätze zur **Entfernung** oder **Abtötung/Inaktivierung**:

- **Bakterien, Viren:** Abtötung (Chlor, Ozon etc.) oder Inaktivierung (UV)
⇒ Bemessungsalgorithmen vorhanden
- **Helmintheneier:** Entfernung über Sedimentation (Abwasserteiche)
oder mechanische Siebung
⇒ Ausgereifter Bemessungsalgorithmus für
mechanische Siebung fehlt



Neue DWA-Arbeitsgruppe

Ergänzungsbedarf der bestehenden Bemessungsregeln für deutsche Verhältnisse auf die Verhältnisse in anderen Ländern

**Neugründung einer zugehörigen DWA-Arbeitsgruppe am 09.05.2012 beschlossen:
BIZ-11.2 „*Bemessung von Kläranlagen in warmen und kalten Klimazonen*“
im Fachausschuss BIZ 11 „*Internat. Zusammenarbeit in der Wasserwirtschaft*“**

Arbeitsziel: Erarbeitung eines neuen DWA-Themenbandes zur Bemessung von Kläranlagen in warmen und kalten Klimazonen



Konkrete Bemessungsvorschriften für:

- Belebungsanlagen
- Belüftungstechnik
- Tropfkörper
- Anaerobtechnik
- Abwasserteiche
- Klärschlammmanagement
- Hygienisierung und Wasserwiederverwendung





Weitere Informationen

Hinweise und Anregungen sind gerne erwünscht.

Projekt-Website (im Aufbau):

www.expoval.de

Kontakt über Gesamtkoordinator:

Emscher Gesellschaft für Wassertechnik mbH



- Prof. Dr.-Ing. habil. Holger Scheer: scheer@ewlw.de
- Dipl.-Ing. Tim Fuhrmann: fuhrmann@ewlw.de
- Dipl.-Ing. Peter Wulf: wulf@ewlw.de



Danksagung

Die Realisierung des EXPOVAL-Verbundvorhabens ist nur Dank der Förderung durch das BMBF (FKZ 02WA1252A ff.) möglich!