

EXP VAL

Exportorientierte Forschung und Entwicklung im Bereich Abwasser – Validierung an technischen Anlagen



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

NaWaM

Nachhaltiges Wassermanagement





Impressum

Herausgeber, Editor und Gesamtkoordinator des Verbundprojekts:

Emscher Wassertechnik GmbH
Brunnenstr. 37, 45128 Essen
Tel.: 0201/3610-0
Fax.: 0201/3610-100
E-Mail: info@ewlw.de

Die Erstellung dieser Broschüre erfolgte im Rahmen des Verbundprojekts „Exportorientierte Forschung und Entwicklung im Bereich Abwasser – Validierung an technischen Anlagen (EXPOVAL)“. Das Verbundprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter den Förderkennzeichen 02WA1252A – 02WA1252S gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Broschüre liegt beim o. g. Gesamtkoordinator des Verbundprojekts.

Download unter <http://www.expoval.de/informationmaterial>. Die Broschüre ist nicht für den gewerblichen Vertrieb bestimmt.

Foto Deckblatt: Emscher Wassertechnik. Fotos Rückseite: FUCHS (3 x); Fuhrmann; GEA 2H; HUBER; ISAH, LU Hannover; ISWW, TU Braunschweig.

Mai 2014

1. Zielsetzung und Aufgaben	4
2. Projektstruktur	6
3. Internationale Untersuchungsstandorte.....	7
4. Unterverbünde	8
4.1 Unterverbund 1: Belebungsanlagen.....	8
4.2 Unterverbund 2: Belüftungstechnik	10
4.3 Unterverbund 3: Tropfkörper	12
4.4 Unterverbund 4: Anaerobtechnik.....	14
4.5 Unterverbund 5: Abwasserteiche	16
4.6 Unterverbund 6: Klärschlammmanagement.....	18
4.7 Unterverbund 7: Wasserwiederverwendung und Hygienisierung.....	20
5. Koordination und Begleitung.....	22
Anhang: Liste der Teilprojekte	23

1. Zielsetzung und Aufgaben

Internationale Anwendung deutscher Bemessungsregeln

In Deutschland bewährte Bemessungsalgorithmen für Technologien der Abwasser- und Schlammbehandlung sind ausgerichtet auf die im Inland vorherrschenden Randbedingungen. Zur Erzielung kosteneffizienter Lösungen in anderen Klimazonen ist daher eine Anpassung der Bemessungsansätze an die dortigen Verhältnisse notwendig.

Erweiterung und Validierung von Bemessungsregeln

Das vom BMBF geförderte EXPOVAL-Verbundprojekt („Exportorientierte Forschung und Entwicklung im Bereich Abwasser – Validierung an technischen Anlagen“) zielt auf die Erweiterung der deutschen Bemessungsvorschriften für Abwasseranlagen, wie sie beispielsweise im DWA-Regelwerk festgelegt sind, an die Randbedingungen in anderen Ländern ab. Dies betrifft insbesondere höhere und niedrigere Abwassertemperaturen (5 – 30 °C) sowie erhöhte Salzgehalte.



Die entwickelten Bemessungsregeln sollen anwendungsorientiert an großtechnischen Anlagen validiert und konkrete Praxisempfehlungen zu Auslegung und Betrieb abgeleitet werden. Zu Vergleichszwecken und für spezielle Fragestellungen sind ergänzende Untersuchungen an

klein- und halbtechnischen Versuchsanlagen vorgesehen. Die Untersuchungen finden auf Kläranlagenstandorten in unterschiedlichen Klimazonen statt.

In das laufende Projekt fließen u. a. auch Ergebnisse aus früheren BMBF-geförderten Vorhaben des Verbundprojekts „Exportorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet Abwasser“ ein.

Fokus auf kommunaler Abwasserreinigung

Der Untersuchungsschwerpunkt liegt auf international gängigen Verfahren der kommunalen Abwasserreinigung, wie z. B. Belebungsverfahren, Tropfkörperverfahren, Anaerobverfahren und Abwasserteichen.

Neben der Auslegung dieser Verfahren werden auch Fragen der Belüftungstechnik, die Verwertung bzw. Behandlung von Klärschlämmen und die Abwasserdesinfektion betrachtet.

Projektlaufzeit

Das Verbundprojekt ist auf eine Laufzeit von vier Jahren angelegt (01/2012 – 01/2016).



Kläranlage in den Vereinigte Arabische Emirate (Foto: EW)

Erarbeitung eines DWA-Themenbandes

Die Ergebnisse, insbesondere die praxistauglichen Bemessungsalgorithmen, sollen in Form eines international orientierten Themenbandes aufbereitet werden und das bestehende Regelwerk der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) ergänzen. In dem Themenband werden Bemessungsregeln und Betriebshinweise sowie Beispielberechnungen für gängige Abwasserverfahren zusammengestellt. Die Erarbeitung erfolgt durch die projektbegleitend

tätige DWA-Arbeitsgruppe BIZ-11.3 „Bemessung von Kläranlagen in warmen und kaltem Klimazonen“, die im Mai 2012 gegründet wurde.

Stärkung der Exportposition deutscher Akteure im Abwassersektor

Die Erweiterung der deutschen Bemessungsregeln soll eine angepasste und wirtschaftliche Auslegung von Abwasseranlagen in anderen Ländern ermöglichen. Damit trägt das Projekt auch zu einer besseren Positionierung deutscher Anbieter beim weltweiten Export von Abwassertechnologien bei.

Förderung durch das BMBF

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert das Verbundprojekt im Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Wassermanagement“ (NaWaM) mit einer Zuwendung von 7,5 Mio. € (Förderkennzeichen 02WA1252A – 02WA1252S). Die Gesamtprojektkosten liegen bei 9,7 Mio. €.



Weitere Informationen:

www.expoval.de

2. Projektstruktur

17 Partner in sieben Unterverbänden

In das Verbundprojekt sind 17 deutsche Industrie- und Hochschulpartner aus dem Abwassersektor in sieben Unterverbänden (UV 1 – 7) mit insgesamt 19 Teilprojekten eingebunden (siehe unten und Anhang auf S. 23). Die Unterverbände repräsentieren jeweils einen Themenschwerpunkt aus dem Bereich der Abwasser- und Schlammbehandlung.

Das Verbundvorhaben wird durch die Emscher Wassertechnik GmbH, Essen, koordiniert. Öffentlichkeitsarbeit und Ergebnisverbreitung werden durch die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Hennef, unterstützt (siehe S. 22).

UV 1: Belebungsanlagen

- Ruhr-Universität Bochum (Prof. Dr.-Ing. Wichern)
- Emscher Wassertechnik GmbH, Essen
- Hach-Lange GmbH, Düsseldorf

UV 2: Belüftungstechnik

- Technische Universität Darmstadt (Prof. Dr.-Ing. Wagner)
- Bilfinger Passavant Water Technologies GmbH, Aarbergen

UV 3: Tropfkörper

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

UV 4: Anaerobtechnik

- Leibniz Universität Hannover (Prof. Dr.-Ing. Rosenwinkel)
- STULZ-PLANAQUA GmbH, Grafenhausen
- aqua & waste International GmbH, Hannover
- Hach-Lange GmbH, Düsseldorf

UV 5: Abwasserteiche

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

UV 6: Klärschlammmanagement

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

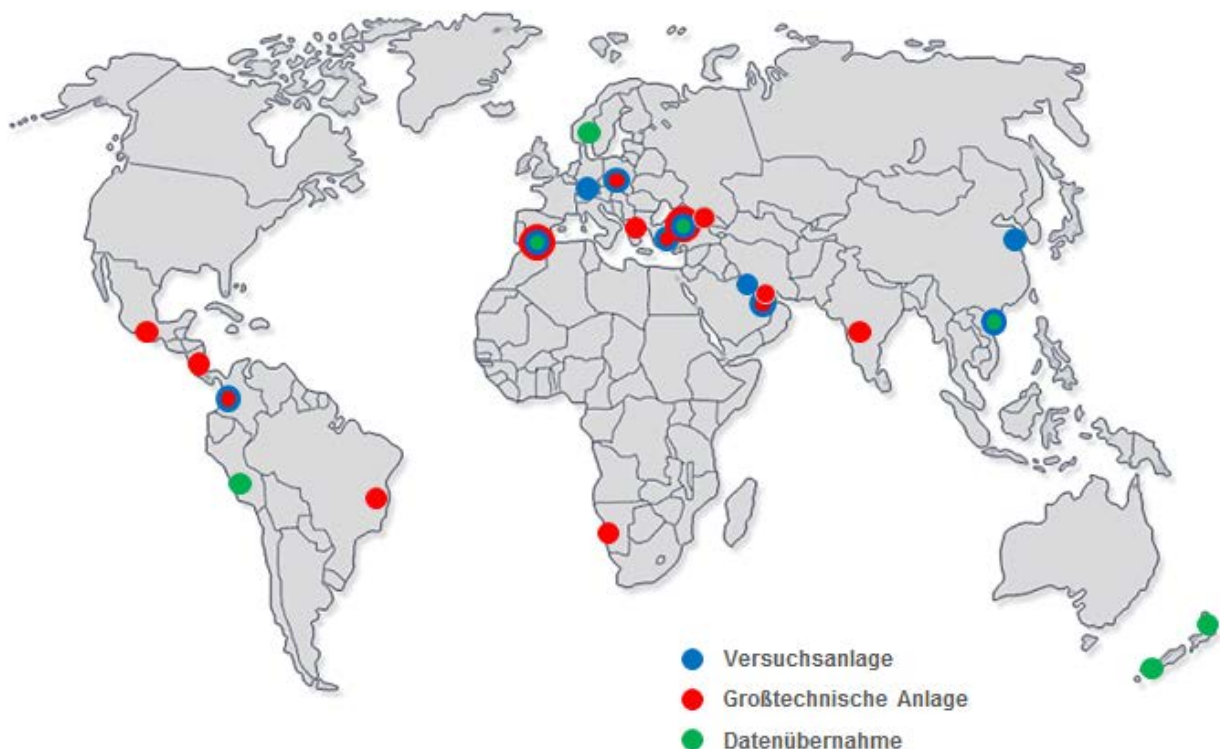
UV 7: Hygienisierung und Wasserwiederverwendung

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

3. Internationale Untersuchungsstandorte

Aufbauend auf Labor- und kleintechnischen Untersuchungen in Deutschland finden die weitergehenden Untersuchungen zur Erweiterung und Validierung von Bemessungsansätzen wie auch zu verfahrensspezifischen Fragestellungen auf großtechnischen Anlagen und Kläranlagenstandorten in unterschiedlichen Ländern und Klimazonen statt (siehe Karte). Damit soll eine möglichst praxisrelevante Fundierung der Ergebnisse für die Übertragung von Bemessungsregeln und Auslegungsempfehlungen auf andere Länder erzielt werden. Die Standortauswahl beruht auf Vorerkundungen der einzelnen Unterverbünde.

Die Benennung der Standorte erfolgt in den folgenden Erläuterungen zu den sieben Unterverbänden.



Projektstandorte mit habtechnischen Versuchsanlagen, mit Großanlagen sowie mit Kläranlagen, von denen Daten zur weiteren Auswertung herangezogen werden

4. Unterverbünde

4.1 Unterverbund 1: Belebungsanlagen

LAUFZEIT	01/2012 – 12/2015
PROJEKTPARTNER	<p>Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft und Umwelttechnik Universitätsstr. 150, 44801 Bochum Prof. Dr.-Ing. Marc Wichern, Tel. 0234/32-23049, marc.wichern@rub.de</p> <p>Emscher Wassertechnik GmbH Brunnenstr. 37, 45128 Essen Prof. Dr.-Ing. Holger Scheer, Tel. 0201/3610-0, scheer@ewlw.de Dipl.-Ing. Peter Wulf, 0201/3610-110, wulf@ewlw.de</p> <p>Hach-Lange GmbH Willstätterstr. 11, 40549 Düsseldorf Danny Jung, Tel. 02421/123832, danny.jung@hach-lange.de</p>
	  

KURZBESCHREIBUNG

Bedarf an angepassten Bemessungsansätzen für hohe und niedrige Temperaturen

Trotz verschiedener Untersuchungen zum Einfluss der Temperatur auf die Prozesse der biologischen Abwasserreinigung fehlen bisher angepasste Bemessungsempfehlungen für Belebungsanlagen im hohen Temperaturbereich, sodass weitestgehend auf Bemessungsempfehlungen für den mittleren Temperaturbereich (z. B. ATV-DVWK-Arbeitsblatt 131) zurückgegriffen wird bzw. diese extrapoliert werden müssen.

Erweiterung der Bemessungsregeln

Der Unterverbund „Belebungsanlagen“ hat zum Ziel, einen an Großanlagen validierten Bemessungsansatz für Belebungsanlagen zu erarbeiten, der sowohl einfach anzuwenden ist, als auch für variable Randbedingungen belastbare Empfehlungen für die Dimensionierung und den Betrieb von Praxisanlagen liefert. Dazu sollen in einem früheren Projekt entwickelte Ansätze für Bemessungsregeln und Optimierungshinweise erweitert und an Belebungsanlagen im Praxismaßstab validiert werden. Der Schwerpunkt wird dabei auf dem Einfluss der Temperatur und des Salzgehaltes liegen.

Untersuchungen auf großtechnischen Anlagen

Zu diesem Zweck werden Kläranlagen in unterschiedlichen klimatischen Regionen analytisch untersucht. Ziel ist es, die Genauigkeit vorliegender

Bemessungsansätze gerade auch im jahreszeitlichen Verlauf bei unterschiedlichen Abwasserzusammensetzungen, Temperaturen und Salzgehalten zu validieren und – wenn nötig – wissenschaftlich fundierte Verbesserungen vorzuschlagen.

VERSUCHSSTANDORTE Großtechnische Untersuchungen sind in den Vereinigten Arabischen Emiraten und in Mexiko vorgesehen. Zusätzlich sollen Daten von Anlagen aus Norwegen, Spanien, der Türkei und China einbezogen werden.

ARBEITSSCHWERPUNKTE Folgende Arbeitsschritte sind geplant:

- **Messdatenerhebung:** An ausgewählten Praxisanlagen werden mittels Intensivmessphasen sowie unter Zuhilfenahme von Online-Sensorik in Kombination mit einem Telemetrieservice zur Fernübertragung Messdaten erhoben. Bereits vorhandene Messdaten relevanter Belebungsanlagen werden zur weiteren Auswertung aufbereitet.
- **Mathematische Simulation:** Die Messdaten der Praxisanlagen werden mit Hilfe eines kalibrierten Belebtschlammmodells ASM3 (Activated Sludge Model) simuliert. Anhand von Szenariorechnungen werden kritische Lastfälle identifiziert, um darauf aufbauend Sicherheiten abschätzen zu können. Zudem wird untersucht wie der Bemessungsalgorithmus bei einer Betriebsüberwachung anhand von 24-h-Mittelwerten bzw. von 2-h-Mittelwerten anzupassen ist.
- **Validierung des Bemessungsansatzes:** Die entwickelten Bemessungsregeln und Optimierungshinweise werden an den gewonnenen Daten der Praxisanlagen validiert. Zu validierende Parameter sind das aerobe Mindestschlammalter, die Überschussschlammproduktion, der Sauerstoffbedarf, CSB- und N-Abbauraten sowie die Denitrifikationsleistung. Bemessungsgrenzen des Arbeitsblatts ATV-DVWK-A 131 hinsichtlich Temperatur und Salzgehalt sollen herausgearbeitet werden.
- **Praktische Umsetzung:** Der Bemessungsansatz wird hinsichtlich der Praxistauglichkeit überprüft und ggf. weiter angepasst. Planerische Aspekte und Empfehlungen zur Überführung von Bemessungsergebnissen in eine Planungsgrundlage werden erarbeitet.

4.2 Unterverbund 2: Belüftungstechnik

LAUFZEIT	01/2012 – 12/2015
PROJEKTPARTNER	<p>Technische Universität Darmstadt, Institut IWAR, Fachgebiet Abwassertechnik Franziska-Braun-Str. 7, 64287 Darmstadt Prof. Dr.-Ing. Martin Wagner, Tel. 06151/16-3759, m.wagner@iwar.tu-darmstadt.de</p> <p>Bilfinger Passavant Water Technologies GmbH Passavant-Geiger-Straße 1, 65326 Aarbergen Dr.-Ing. Jiansan Zhang, Tel. 06120/28-2882, jiansan.zhang@passavant-geiger.de</p>
	 

KURZBESCHREIBUNG

Optimierung von Belüftungssystemen

Belüftungssysteme sind die Hauptenergieverbraucher bei der biologischen Abwasserbehandlung. Im Rahmen des Vorhabens sollen diese Systeme für den Einsatz in kalten und warmen Klimaten energetisch optimiert werden. Eines der maßgebenden Ziele ist ein im Vergleich zu den bisher geltenden Bemessungsregeln (z. B. DWA-Merkblatt 229) detaillierterer Berechnungsansatz zur Ermittlung der erforderlichen Sauerstoffzufuhr unter Berücksichtigung der Wassertemperatur.

Relevante Einflussgröße

Für diesen erweiterten Bemessungsansatz soll vor allem der Grenzflächenfaktor α (Verhältnis der Belüftungskoeffizienten bei Abwasser und Reinwasser) in Abhängigkeit der Wassertemperatur unter Berücksichtigung typischer abwassertechnischer Parameter untersucht werden.

Versuchsanlagen und -durchführung

Es werden praxisnahe Untersuchungen an Containeranlagen, die direkt mit großtechnischen Anlagen gekoppelt sind, durchgeführt. Dazu werden drei in einem Container untergebrachte Versuchssäulen neben Belebungsbecken positioniert und parallel neben den Becken mit realem Abwasser beschickt. Die Versuchssäulen simulieren somit Segmente der großtechnischen Anlagen.

VERSUCHSSTANDORTE

Die Durchführung der praktischen Untersuchungen erfolgt in Zusammenarbeit mit der Tongji University Shanghai und der Qingdao Technological University auf zwei lokalen Kläranlagen in China.



Belebungsbecken, China (Foto: IWAR)

ARBEITSSCHWERPUNKTE Der Arbeitsplan wird an den Projektstandorten nacheinander durchgeführt. Er sieht folgende Schritte vor:

- **Bestimmung des α -Werts.** Der Grenzflächenfaktor, der das Verhältnis zwischen Abwasser und Reinwasser beschreibt, wird in Abhängigkeit von der Abwassertemperatur und weiteren Einflussgrößen, wie dem Anteil oberflächenaktiver Substanzen, bestimmt.
- **Untersuchung der zeitlichen Variabilität des α -Werts.** Damit soll der Einfluss der schwankenden Zulaufkraft auf die Sauerstoffzufuhr in Abhängigkeit von der Wassertemperatur verifiziert werden.
- **Bestimmung der Sauerstoffverbrauchsrate** in Abhängigkeit der Abwassertemperatur, da die erforderliche Sauerstoffzufuhr im Betrieb auch durch den mikrobiellen Sauerstoffverbrauch beeinflusst wird.
- **Untersuchung der Zusammenhänge** zwischen den Parametern Abwassertemperatur, Belüftungsintensität und den Schlammabsetzeigenschaften. Ziel ist es, den Einfluss der Wassertemperatur auf die Schlammabsetzeigenschaften vor dem Hintergrund einer Minimierung des Feststoffanteils im Ablauf zu untersuchen.
- **Validierung bereits bekannter Abhängigkeiten** zwischen dem α -Wert und dem organischen Trockensubstanzgehalt bzw. des hydrostatischen Flockenvolumens des Belebtschlammes.

4.3 Unterverbund 3: Tropfkörper

LAUFZEIT	01/2012 – 12/2015
PROJEKTPARTNER	<p>Universität Stuttgart, Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA), Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft und Wasserrecycling</p> <p>Bandtäle 2, 70569 Stuttgart</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Heidrun Steinmetz, Tel. 0711/685-63723, heidrun.steinmetz@iswa.uni-stuttgart.de</p> <p>RBM Dipl.-Ing. Carsten Meyer, Tel. 0711/685-63754, carsten.meyer@iswa.uni-stuttgart.de</p> <p>GEA 2H Water Technologies GmbH</p> <p>Kalscheurenerstr. 92, 50354 Hürth / Dieselstr. 5, 40493 Wettringen</p> <p>Dipl.-Wirtsch.-Ing. Martin Marggraff, Tel. 02233/6999-522, martin.marggraff@gea.com</p> <p>Dr. Dipl.-Ing. (FH) Christian-Dominik Henrich, Tel. 02233/6999-531, christian.henrich@gea.com</p>



Universität Stuttgart



KURZBESCHREIBUNG

Anwendung deutscher Bemessungsvorschriften im Ausland

Die in Deutschland üblichen Bemessungs- und Planungsvorschriften (ATV-DVWK-A 281) berücksichtigen andere klimatische Verhältnisse nicht und können daher in warmen Ländern zu unbefriedigenden Ergebnissen führen.

Entwicklung und Validierung eines praxistauglichen Bemessungsalgorithmus

Zentrales Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung und Validierung eines praxistauglichen Bemessungsalgorithmus zur Planung und Dimensionierung von Tropfkörperanlagen zur Kohlenstoffelimination und Teilnitrifikation für die Anwendung in heißen und kalten Klimazonen. Zusätzlich zur Dimensionierung werden auch praktische Hinweise für den Betrieb von Tropfkörpern in anderen Klimazonen erarbeitet.

Neben dem Einfluss der Temperatur mit dem Fokus auf heißen Klimaten sollen auch erhöhte Salzgehalte berücksichtigt sowie Anwendungsgrenzen des Tropfkörper-Verfahrens definiert werden. Dazu wird eine Entscheidungsmatrix erstellt, die alle relevanten Größen (z. B. Volumina, Bauhöhe, Spülkräfte etc.) für einen optimalen Einsatz der Tropfkörper in anderen Klimaten beinhaltet. Die Matrix soll Reinigungsziele (insbesondere bei Abweichungen von deutschen Standards), die Ermittlung der Überwachungswerte (qualifizierte Probe, Mischproben, statische

Mittelwerte etc.) und Kriterien für die Auswahl von Füllkörpertypen berücksichtigen.

VERSUCHSSTANDORTE Großtechnische Untersuchungen erfolgen in Nicaragua, Georgien und den Vereinigten Arabischen Emiraten sowie ggf. in Namibia und Albanien. Halbtechnische Versuchsanlagen kommen auf einer Kläranlage in Dubai zum Einsatz.

ARBEITSSCHWERPUNKTE Die Projektbearbeitung erfolgt in folgenden Schritten:

- **Validierungsstrategie:** Ergebnisse aus verschiedenen Untersuchungen sollen durch umfangreiche Datenerhebungen, Messungen und Analysen an großtechnischen Tropfkörperanlagen validiert werden.
- **Bestandsdatenerhebung:** Von ausgewählten Tropfkörper-Standorten werden die für den Validierungsprozess erforderlichen Bestandsdaten erhoben, gesichtet und ausgewertet.
- **Messkampagnen:** An mehreren großtechnischen Tropfkörperanlagen und einem Tropfkörper im halbtechnischen Maßstab werden intensive Messkampagnen durchgeführt.
- **Datenauswertung und Bewertung der Tropfkörper:** Der gewonnene Datenpool wird ausgewertet und anhand von Leitgrößen die Leistung der untersuchten Tropfkörper beurteilt.
- **Validierungsprozess:** Durch Abgleich und Ergänzung der Ergebnisse aus halbtechnischen Versuchen mit praxisbezogenen großtechnischen Daten und Messergebnissen werden die bestehenden Planungs-, Bemessungs- und Betriebshinweise für Tropfkörperanlagen unter anderen klimatischen Verhältnissen erweitert.



Untersuchungen an einem Tropfkörper, Georgien (Foto: GEA 2H)

4.4 Unterverbund 4: Anaerobtechnik

LAUFZEIT	02/2012 – 01/2016
PROJEKTPARTNER	<p>Leibniz Universität Hannover, Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik Welfengarten 1, 30167 Hannover Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Rosenwinkel, Tel. 0511/762-2778, rosenwinkel@isah.uni-hannover.de</p> <p>STULZ-PLANAQUA GmbH Beim Signauer Schachen 7, 79865 Grafenhausen / Jahnstr. 36, 88214 Ravensburg Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Knörle, Tel. 0751/359785-11, ulrich.knoerle@she-group.com</p> <p>aqua & waste International GmbH Mengendamm 16, 30177 Hannover Prof. Dr.-Ing. Peter Hartwig, Tel. 0511/96251-13, hartwig@aqua-consult.de</p>
	  

KURZBESCHREIBUNG	<p>„AnaKoma 2.0“ – Erweiterung des vorhandenen Bemessungsalgorithmus aus „AnaKoma“</p> <p>Das aktuelle Vorhaben basiert auf Ergebnissen des Vorgängerprojekts AnaKoma (Anaerobe kommunale Abwasserreinigung). Hauptziel ist es, den vorhandenen Bemessungsalgorithmus aus dem Vorläuferprojekt zu erweitern, zu validieren und auf großtechnische Anlagen zu übertragen. Damit soll ein praxistaugliches Werkzeug zur Planung, Dimensionierung und zum Betrieb von kommunalen UASB-Reaktoren (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) bereitgestellt werden. Neben dem Temperatureinfluss mit Fokus auf heiße Klimate sollen auch hohe Salzgehalte berücksichtigt werden und in die Definition von Anwendungsgrenzen einfließen.</p> <p>Maßnahmen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen</p> <p>Im Rahmen des Projektes werden auch geeignete Maßnahmen zur Gasrückgewinnung im Labor- sowie Pilotmaßstab entwickelt und getestet, um die Treibhausgasemissionen des Gesamtverfahrens weitestgehend zu reduzieren.</p>
VERSUCHSSTANDORTE	Eine halbtechnische Versuchsanlage kommt in Bahrain zum Einsatz. Untersuchungen an großtechnischen Anlagen erfolgen in Indien, den Vereinigten Arabischen Emiraten und Brasilien.
ARBEITSSCHWERPUNKTE	Grundlage des Bemessungsalgorithmus sind die im oben genannten AnaKoma-Projekt definierten Auslegungsparameter, die aus Messun-

gen an einem UASB-Reaktor im Labor- und Pilotmaßstab abgeleitet wurden. Die ermittelten Kennwerte sollen verifiziert, die Bandbreite erweitert sowie die Übertragung auf großtechnische Anlagen validiert werden. Folgende Arbeitsschritte werden durchgeführt:

- **Betrieb von UASB-Reaktoren im Labor- und Pilotmaßstab** mit Untersuchungen zum Einfluss von Temperatur, Salz- und Substratkonzentration auf kinetische Parameter sowie zum Einfluss hydraulischer Belastungen auf reaktorspezifische Kennwerte und der Feststoffhydrolyse im Schlammbett. Zudem werden Möglichkeiten zur Reduzierung der Methanemissionen im Abfluss von UASB-Reaktoren insbesondere durch Vakuumentgasung untersucht.
- **Durchführung von stationären und dynamischen Modellrechnungen** zur Erweiterung des entwickelten stationären UASB-Reaktor-Modells, sowie dem Aufbau eines dynamischen Modells auf Basis des Anaerobic Digestion Modell No. 1 (ADM1). Die Modelle sollen anhand ausführlicher Messphasen an drei großtechnischen Anlagen kalibriert und für verschiedene Belastungszustände nachgerechnet werden.
- **Erweiterung und Validierung des vorhandenen Bemessungsalgorithmus** mit Anpassung der Bemessungsparameter an die erweiterte Bandbreite der Belastungs- und Leistungskennwerte sowie Abgleich der Modellrechnungsergebnisse mit dem erweiterten Bemessungsansatz.



Anaerobanlage, Indien (Foto: LUH)

4.5 Unterverbund 5: Abwasserteiche

LAUFZEIT	02/2012 – 01/2016
PROJEKTPARTNER	<p>IEEM – Institut für Umwelttechnik und Management an der Universität Witten / Herdecke gGmbH Alfred-Herrhausen-Str. 44, 58455 Witten, Deutschland Prof. Dr. mult. K.-U. Rudolph, Tel. 02302/91401-0, mail@uni-wh-utm.de M.Sc. Sebastian Weil, Tel. 02302/91401-16, weil@uni-wh-utm.de</p> <p>Ultrawaves Wasser- und Umwelttechnologien GmbH Kasernenstr. 12, 21073 Hamburg, Deutschland Prof. Dr.-Ing. Uwe Neis, Tel. 040/32507-203, info@ultrawaves.de Dipl.-Ing. G. Klingspor, Tel. 040/32507-208, klingspor@ultrawaves.de</p> <p>FUCHS Enprotec GmbH Stocktal 2, 56727 Mayen, Deutschland Martin Fuchs, Tel. 0 26 51 80 04-0, info@fuchs-germany.com</p> <p>Xylem Water Solutions Herford GmbH (WEDECO) (assoz. Partner) Boschstr. 4-14, 32051 Herford, Deutschland Dipl.-Ing. Martin Preikschat, Tel. 05221/930-189, martin.preikschat@xyleminc.com</p>



KURZBESCHREIBUNG	<p>Erarbeitung eines praxistauglichen Bemessungsansatzes</p> <p>Ein wesentliches Ziel des vorliegenden Unterverbundes ist die Entwicklung und Validierung eines praxistauglichen Bemessungsalgorithmus zur Planung, Dimensionierung und zum Betrieb von Abwasserteichanlagen für die Anwendung insbesondere in heißen, aber auch in kalten Klimazonen. Dabei sollen neben einem weiten Temperaturbereich auch hohe Salzgehalte berücksichtigt und die Anwendungsgrenzen des Verfahrens erarbeitet werden. Speziell für Abwasserteiche spielen darüber hinaus zusätzliche exogene Einflussparameter wie Sonnenstrahlung und Wind eine Rolle.</p>
VERSUCHSSTANDORTE	<p>Die Untersuchungen bauen teilweise auf vorhandenen Daten auf. Zusätzlich werden eigene groß- und halbtechnische Untersuchungen in Spanien durchgeführt. Des Weiteren sollen Daten von Teichanlagen u. a. aus Neuseeland und Peru einbezogen werden.</p>
ARBEITSSCHWERPUNKTE	<p>Neben der Teichbemessung sollen in Zusammenarbeit mit den beteiligten Industriepartnern spezielle Fragstellungen aus den Bereichen der Algenbiologie, Belüftung und Desinfektion untersucht werden:</p>

Partner	Aufgabe	Untersuchungsart
IEEM	Validierung planungsrelevanter Parameter	Empirisch
Fuchs	Validierung des Sauerstoffeintrages bei unterschiedlichen Klimaverhältnissen	Großtechnische Versuchsanlage
Ultrawaves	Validierung des Einflusses der Algenbildung auf Abwasserteichsysteme und Untersuchungen zur Algen-Bakterien-Symbiose	Halbtechnische Versuchsanlage
Xylem (WEDECO)	Validierung von Keimzahlreduktionen in Abwasserteichen	Empirisch / experimentelle Untersuchungen

Unter anderem werden folgende Arbeitsschwerpunkte angegangen:

- **Ableitung eines erweiterten Bemessungsansatzes für Abwasserteichanlagen:** Die deutschen Bemessungsvorschriften für Abwasserteiche (DWA-A 201) beruhen auf vereinfachten, empirischen Ansätzen, die an die Verhältnisse in Deutschland angepasst sind und sich nur sehr begrenzt auf andere Klimazonen übertragen lassen. Aufbauend auf Voruntersuchungen in Vorläuferprojekten sowie internationalen Recherchen sollen daher geeignete und praxistaugliche Bemessungsansätze für einen Einsatz in unterschiedlichen Temperaturbereichen definiert werden.
- **Validierung des Sauerstoffeintrages:** Neben der Auswertung vorhandener Formeln und Daten werden gezielt zusätzliche, empirische Daten erhoben und darüber hinaus experimentelle Untersuchungen zum Sauerstoffeintrag mit und ohne technische Belüftung durchgeführt.
- **Validierung des Einflusses der Algenbildung auf Abwasserteichsysteme und zur Algen-Bakterien-Symbiose:** Aufbauend auf der Auswertung vorhandener Daten werden experimentelle Untersuchungen an einer Versuchsanlage zur Abwasserbehandlung mit symbiotischer Algen-Bakterien-Biomasse durchgeführt. Weiterhin sollen unter anderem Vergleiche der Abbauleistungen in Abwasserteichen mit unterschiedlichem Algeneinfluss erfolgen.
- **Desinfektion:** Zu diesem Aspekt sollen durch gezielte Messungen die empirische Datengrundlage erweitert und abgesichert werden. Darauf aufbauend lassen sich Richtwerte für die praktische Bemessung und Auslegung ableiten.
- **Validierung von Planungs- und Betriebsparametern:** Neben den oben erläuterten Forschungsbereichen gibt es weitere Aspekte und Parameter, die planungs- bzw. funktionsrelevant sind und zumindest im Sinne der Definition von Anwendungsgrenzen untersucht werden, wie Hydraulik, Wasserverdunstung, Gasemissionen, Schlamm Bildung und Ökonomie der Landnutzung.

4.6 Unterverbund 6: Klärschlammmanagement

LAUFZEIT	01/2012 – 12/2015
PROJEKTPARTNER	<p>Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, Institut für Siedlungswasserwirtschaft Pockelsstr. 2a, 38106 Braunschweig Prof. Dr.-Ing. Norbert Dichtl, Tel. 0531/391-7935, n.dichtl@tu-braunschweig.de Dr.-Ing. Dipl.-Geoökol. Katrin Bauerfeld, Tel. 0531/391-7939, k.bauerfeld@tu-braunschweig.de</p> <p>Huber SE Industriepark Erasbach A 1, 92334 Berching Dr.-Ing. Stefania Paris, Tel. 08462/201-744, ps@huber.de</p> <p>Oswald Schulze Umwelttechnik GmbH Krusenkamp 22-24, 45964 Gladbeck Dr.-Ing. Jürgen Oles, Tel. 02043/3160-343, droles@oswald-schulze.de</p>



KURZBESCHREIBUNG **Untersuchungen zu anaerober Schlammstabilisierung, solarer Trocknung und thermischer Desinfektion**

Aufbauend auf Ergebnissen früherer Vorhaben sollen mit Blick auf Behandlungserfolg und Wirtschaftlichkeit besonders vielversprechende Klärschlamm-Behandlungskonzepte wie die anaerobe Schlammstabilisierung, die solare Trocknung und die thermische Desinfektion unter den besonderen Randbedingungen in anderen Ländern im technischen Maßstab validiert und optimiert werden.

Zur anaeroben Schlammbehandlung und solaren Trocknung werden Bemessungsalgorithmen erarbeitet und mittels großtechnischer Anlagen anhand von Leistungsfähigkeit (Prozess- und Energiebilanzen), Qualität des behandelten Klärschlammes und betrieblicher Aspekte validiert. Für die nachgeschaltete thermische Desinfektion solargetrockneter Klärschlämme soll eine Pilotanlage entwickelt und betrieben werden.

Verfahrensauswahl und Anforderungen an die Klärschlammbehandlung sowie den Klärschlammverbleib sollen unter Berücksichtigung länder- und regionspezifischer Kriterien evaluiert werden.

VERSUCHSSTANDORTE Auf Kläranlagen in der Türkei kommen halbertechnische Versuchsanlagen zur anaeroben Stabilisierung zum Einsatz. Die Untersuchungen zur solaren Trocknung und thermischen Desinfektion erfolgen auf Anlagen in Deutschland, Kolumbien und Polen.

ARBEITSSCHWERPUNKTE Folgende Hauptarbeitspakete (AP 1 und 2) sind vorgesehen, denen sich eine wissenschaftlich-technische Bewertung des Behandlungserfolgs und der Betriebsstabilität (AP 3) anschließt:

- **Anaerobe Klärschlammbehandlung (AP 1):** In diesem Arbeitspaket soll die Auslegung von Faulungsanlagen bei niedrigen Betriebstemperaturen ab 25 °C validiert sowie ein geschlossener Bemessungsalgorithmus für die anaerobe Schlammstabilisierung erarbeitet werden. Dazu werden Leistungskenngrößen wie Abbaugrad und Biogasausbeute in Abhängigkeit von Temperatur und Faulzeit sowie Variationen von Schlammigenschaften und ggf. eine Co-Substrat-Beigabe für eine 1- und 2-stufige Prozessführung untersucht. Die Desinfektionsleistungen werden bewertet. Für kleine und mittelgroße Anlagen werden Betriebs- und Belastungsparameter entwickelt.



Solare Klärschlamm-trocknung, Kolumbien (Foto: Bauerfeld, ISWW)

- **Solare Klärschlamm-trocknung und thermische Desinfektion (AP 2):** Ziel dieses Arbeitspaketes ist die Validierung klimahydrologischer Verdunstungsmodelle (Modell nach Penman und Turc/Wendling) und ggf. deren Modifikation und Erweiterung sowie die Entwicklung einer Pilotanlage zur thermischen Desinfektion. Das Versuchsprogramm berücksichtigt dabei u. a. den Einfluss der Substratqualität auf die Trocknungsleistung und die Desinfektion in Abhängigkeit von Schlammfeststoffgehalt und mikrobieller Belastung. Des Weiteren werden Einflüsse auf die solare Trocknung (wie Sommer-/Winterbetrieb mit/ohne Fremdwärmeeinsatz, Schichtdicke des Schlammes, Wendintervalle, Fußbodentemperatur) sowie Einflüsse auf die Desinfektionsleistung (wie Temperatur, Füllvolumen, Durchmischung, Aufenthaltszeit) untersucht.

4.7 Unterverbund 7: Wasserwiederverwendung und Hygienisierung

LAUFZEIT 01/2012 – 12/2015

PROJEKTPARTNER **Technische Universität Darmstadt,
Institut IWAR, Fachgebiet Abwassertechnik**
Franziska-Braun-Str. 7, 64287 Darmstadt
Prof. Dr.-Ing. Peter Cornel, Tel. 06151/162148,
p.cornel@iwar.tu-darmstadt.de

Huber SE
Industriepark Erasbach A1, 92334 Berching
Dr. Stefania Paris, Tel. 08462/201744, ps@huber.de



KURZBESCHREIBUNG

Mikrosiebung als Teilschritt zur Hygienisierung von Abwasser

Im Rahmen des Vorhabens sollen Anwendungsregeln für Mikrosiebe unter dem Aspekt der Wasserwiederverwendung und Hygienisierung erarbeitet und validiert werden. Hierbei wird insbesondere die mechanische Abscheidung von Helmintheneiern wissenschaftlich untersucht.

Abscheidung von Helmintheneiern für die Wasserwiederverwendung

Die Verwendung von unbehandeltem Abwasser für Bewässerungszwecke ist vielerorts gängige Praxis, stellt jedoch häufig ein gesundheitliches Risiko dar. Insbesondere parasitisch lebende Würmer (Helminthen) sind bei der Wasserwiederverwendung von großer hygienischer Relevanz. Vor diesem Hintergrund stellt die mechanische Abscheidung von Helmintheneiern mittels Mikrosiebung ein vielversprechendes Verfahren zur Verringerung gesundheitlicher Risiken dar.

Erweiterung der Bemessungsvorschriften für Mikrosiebanlagen

Hauptziel des Vorhabens ist die Entwicklung und Validierung eines praxistauglichen Bemessungsalgorithmus für Planung, Dimensionierung und Betrieb von Mikrosieben im Rahmen der Aufbereitung von Abwasser zur Wasserwiederverwendung, vor allem für die Anwendung in heißen und damit meist wasserwarmen Klimazonen. Hierzu existieren bisher keine einheitlichen Bemessungsregeln.

VERSUCHSSTANDORTE

Praktische Untersuchungen sind in den Vereinigten Arabischen Emiraten, Spanien, Mexiko und China ins Auge gefasst, jeweils an großtechnischen Referenzanlagen des Industriepartners HUBER. Zusätzlich werden Containeranlagen voraussichtlich in China, den Vereinigten Arabischen Emiraten, Mexiko und Spanien eingesetzt.



Mikrosiebanlage, China (Foto: HUBER)

ARBEITSSCHWERPUNKTE Die Arbeitsplanung sieht folgende Bearbeitungsstufen vor:

- **Vertiefung fachspezifischer Kenntnisse:** Zur quantitativen Analyse von Helmintheneiern im Rahmen des Projekts soll ein praxistaugliches Standardverfahren zur Quantifizierung von Helmintheneiern im Abwasser erarbeitet werden.
- **Validierung an großtechnischen Anlagen:** Die Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit erfolgen an großtechnisch installierten Mikrosiebanlagen. Sie umfassen u. a. die Bestimmung der hydraulischen Leistungsfähigkeit bei unterschiedlichen Abwasserkonzentrationen und Maschenweiten, die Bestimmung der Abscheideleistung mit Schwerpunkt auf dem Rückhalt von Wurmeiern sowie das abwasser- und maschenweitespezifische Fouling der Mikrosiebe bzw. angepasste Reinigungsmaßnahmen. Auf Basis der Untersuchungen soll ein vorläufiger Bemessungsansatz formuliert werden.
- **Optimierung der Mikrosiebanlagen:** Ausgehend vom vorhergehenden Arbeitsschritt werden die Mikrosiebanlagen konstruktiv und verfahrenstechnisch weiterentwickelt. Dies betrifft insbesondere die Reduzierung des Foulingpotentials sowie die Erprobung neuartiger Filtermedien zur Erhöhung der Abscheide- und Durchsatzleistung.
- **Anpassung des Bemessungsansatzes:** Nach Auswertung der Gesamtergebnisse wird der Bemessungsansatz abschließend überprüft und ggf. überarbeitet.

5. Koordination und Begleitung



Gesamtkoordination und wissenschaftlich-technische Begleitung

Die Gesamtkoordination und wissenschaftlich-technische Projektbegleitung des Verbundprojekts obliegt im Auftrag des BMBF der Emscher Wassertechnik GmbH unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. H. Scheer. Dies schließt auch die Unterstützung bei der Kommunikation und Verbreitung der Ergebnisse ein.



Fachliche Subkoordination

Unterstützt wird die Gesamtkoordination durch die beiden wissenschaftlichen Subkoordinatoren an der Technischen Universität Darmstadt, Prof. Dr.-Ing. P. Cornel, und der Leibniz Universität Hannover, Prof. Dr.-Ing. K.-H. Rosenwinkel. Aufgabe der Subkoordination ist u. a. die unterstützende fachliche Abstimmung bei der Erstellung des DWA-Themenbandes und die Durchführung von Veranstaltungen zum gezielten Capacity Development basierend auf den Projektergebnissen.



Unterstützung bei Öffentlichkeitsarbeit und Ergebnisverbreitung

Die Öffentlichkeitsarbeit und Ergebnisverbreitung wird durch die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) unterstützt. Dies umfasst auch die Betreuung der projektbegleitenden DWA-Arbeitsgruppe BIZ-11.3 „Bemessung von Kläranlagen in warmen und kalten Klimazonen“.



Beirat

Das Verbundprojekt wird von einem durch das BMBF eingesetzten Beirat begleitet. Dem Beirat gehören Vertreter von international ausgerichteten Institutionen der Entwicklungszusammenarbeit (KfW, GIZ) sowie unabhängige Fachleute aus dem Wassersektor an.

Kontakt

Als zentrale Ansprechpartner für das Verbundvorhaben stehen Ihnen bei der Gesamtkoordination gerne zur Verfügung:

- Prof. Dr.-Ing. Holger Scheer, Tel. 0201 3610-0, scheer@ewlw.de
- Dr.-Ing. Tim Fuhrmann, Tel. 0201 3610-555, fuhrmann@ewlw.de
- Dipl.-Ing. Peter Wulf, Tel. 0201 3610-110, wulf@ewlw.de

Anhang: Liste der Teilprojekte

Förderkennzeichen	Teilprojektname	Zuwendungsempfänger	Laufzeit
02WA1252A	Gesamtkoordination und wissenschaftlich-technische Projektbegleitung inklusive Darstellung und Verbreitung der Ergebnisse	Emscher Wassertechnik GmbH, Essen	01/2012-12/2015
02WA1252B	UV 1 Belebungsanlagen: Validierung von Bemessungs- und Betriebshinweisen für Belebungsanlagen	Ruhr-Universität Bochum	01/2012-12/2015
02WA1252C	UV 1 Belebungsanlagen: Ingenieurtechnische Prüfung und Ergänzung von Bemessungs- und Betriebshinweisen für Belebungsanlagen	Emscher Wassertechnik GmbH, Essen	01/2012-12/2015
02WA1252D	UV 1 Belebungsanlagen: Entwicklung einer Telemetriedienstleistung für Online Analytik	Hach Lange GmbH, Düsseldorf	01/2012-12/2015
02WA1252E	UV 2 Belüftungstechnik: Versuchsdurchführung und wissenschaftlich-technische Bearbeitung	Technische Universität Darmstadt	01/2012-12/2015
02WA1252F	UV 2 Belüftungstechnik: Konzeption, Erstellung und Betriebsbegleitung der Versuchsanlage	Bilfinger Passavant Water Technologies GmbH, Aarbergen	01/2012-12/2015
02WA1252G	UV 3 Tropfkörper: Wissenschaftliche Begleitung des Validierungsprozesses, Strategie, Messungen, Datenanalyse	Universität Stuttgart	01/2012-12/2015
02WA1252H	UV 3 Tropfkörper: Validierung der Auslegung und der Betriebsparameter für Tropfkörper unter anderen als mitteleuropäischen Einsatzbedingungen	GEA 2H Water Technologies GmbH, Hürth und Wettringen	01/2012-12/2015
02WA1252L	UV 4 Anaerobtechnik: Evaluierung und Verifizierung der Ergebnisse von AnaKomA an Laboranlagen und im Modell und wissenschaftliche Subkoordination	Leibniz Universität Hannover	02/2012-01/2016
02WA1252M	UV 4 Anaerobtechnik: Evaluierung und Verifizierung der Ergebnisse von AnaKomA an großtechnischen Anlagen	aqua & waste International GmbH, Hannover	02/2012-01/2016
02WA1252S	UV 4 Anaerobtechnik: Evaluierung und Verifizierung der Ergebnisse von AnaKomA an einer halbtechnischen Anlage	STULZ-PLANAQUA GmbH, Grafenhausen und Bremen	02/2012-01/2016
02WA1252I	UV 5 Abwasserteiche: Wissenschaftliche Validierung von Bemessungs- und Betriebsparametern	IEEM – Institut für Umwelttechnik und Management an der Universität Witten/Herdecke gGmbH	02/2012-01/2016
02WA1252J	UV 5 Abwasserteiche: Symbiotische Algen-Bakterien-Teiche	ULTRAWAVES – Wasser und Umwelttechnologien GmbH, Hamburg	02/2012-01/2016
02WA1252K	UV 5 Abwasserteiche: Belüftung und Emissionen	FUCHS Enprotec GmbH, Mayen	02/2012-01/2016
02WA1252P	UV 6 Klärschlammmanagement: wissenschaftlich-technische Begleitung	Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig	01/2012-12/2015
02WA1252Q	UV 6 Klärschlammmanagement: Optimierung der solaren Klärschlamm-trocknung mit anschließender Desinfektion	Huber SE, Berching	01/2012-12/2015
02WA1252R	UV 6 Klärschlammmanagement: Bemessungsansätze der anaeroben Schlammstabilisierung	Oswald Schulze Umwelttechnik GmbH, Gladbeck	01/2012-12/2015
02WA1252N	UV 7 Wasserwiederverwendung und Hygienisierung: Versuchsdurchführung und wiss.-techn. Bearbeitung und wissenschaftliche Subkoordination	Technische Universität Darmstadt	01/2012-12/2015
02WA1252O	UV 7 Wasserwiederverwendung und Hygienisierung: Weiterentwicklung der Mikrosiebung	Huber SE, Berching	01/2012-12/2015

