

# Einsatz technischer und natürlicher biologischer Verfahren zur Behandlung lösungsmittelhaltiger Abwässer

Verbundvorhaben **Med-zeroSolvent** · Neue Wege im medizintechnischen Wassermanagement – Etablierung innovativer Methoden für die abwasserfreie Produktion durch energieeffiziente Behandlung von stark belasteten Prozesswässern aus der Membranherstellung (Fkz: 02WV1566A)

Kontakt: Dr.-Ing. T. Schalk · Institut für Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft · thomas.schalk@tu-dresden.de · +49 351 46333684

## Projektbeschreibung

### Ziel

Primäres Ziel des Verbundvorhabens Med-zeroSolvent ist die Entwicklung eines energieoptimierten, mehrstufigen Verfahrens zur Aufbereitung lösungsmittelhaltiger Prozesswässer aus der Herstellung von Dialysmembranen, mit der Möglichkeit, aufbereitete Prozesswässer im Kreislauf zurück in den Herstellungsprozess zu führen.

### Projektaufbau

Das Verbundvorhaben besteht aus sieben Arbeitspaketen (Abb. 1). In diesem Rahmen werden u. a. Prozessanalysen zur Bestandsaufnahme in verschiedenen Werken zur Herstellung von Dialysatoren durchgeführt sowie durch die Projektpartner B. Braun Avitum Saxonia GmbH und CUP Laboratorien Dr. Freitag GmbH chemische Analysemethoden zum Nachweis der relevanten Substanzen erarbeitet.

Das Institut für Hydrobiologie der TU Dresden entwickelt ökotoxikologische Methoden zur Bewertung der behandelten und unbehandelten Prozesswässer. In Verbindung mit Versuchen zum Lösungsmittelabbau werden die Ergebnisse zur Auswahl einer geeigneten Verfahrenskette genutzt, die an einer Pilotanlage umgesetzt wird.

### Laborversuche zur Technologieauswahl

Die Versuche werden exemplarisch mit den organischen, stickstoffhaltigen Lösungsmitteln N,N-Dimethylacetamid (DMAc) und N-Methyl-2-pyrrolidon (NMP) durchgeführt.

Schwerpunkte bilden die Untersuchung biologischer Verfahren zum Lösungsmittelabbau und die weitergehende Behandlung mit Membranverfahren zur Rückführung des gereinigten Abwassers in den Produktionsprozess. Die Versuche zum biologischen Abbau werden von der TU Dresden durchgeführt, die Entwicklung der Membranverfahren von Me-Sep.

Neben aeroben Biofilmverfahren werden anaerobe Verfahren zur Bestimmung des Biogaspotentials aus Lösungsmittelkonzentraten durchgeführt.

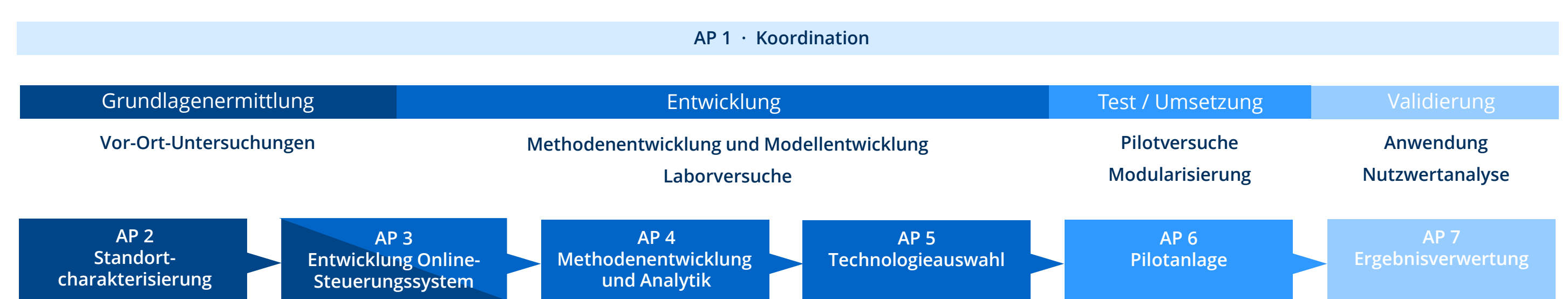


Abbildung 1: Projektaufbau



Abbildung 2: MBBR-Anlage



Abbildung 3: Bepflanzter Vertikalfilter

## Randbedingungen für die Abbauprobversuche

Grundsätzlich werden Versuche mit MBBR-Verfahren (Moving Bed Biofilm Reactor, Abb. 2) und mit zweistufigen Vertikalfiltern durchgeführt (Abb. 3). Beide Verfahren haben sich in Voruntersuchungen bei der Behandlung verdünnter lösungsmittelhaltiger Abwässer als besser geeignet erwiesen als Verfahren mit suspendierter Biomasse.

Anhand der Ergebnisse werden die Belastungsbereiche eingegrenzt, bei denen ein vollständiger Lösungsmittelabbau mit weitgehender Nitrifikation des in den Lösungsmitteln enthaltenen Stickstoffs möglich ist sowie die Bereiche, in denen die Lösungsmittel zwar abgebaut, Stickstoff aber nicht bzw. unvollständig nitrifiziert wird.

Die Versuche dienen zur Abbildung von zwei Szenarien:

- Behandlung von konzentrierten Abwässern durch Kombination technischer und natürlicher Biofilmverfahren.
- Behandlung von verdünnten Abwässern durch Einsatz technischer oder natürlicher Biofilmverfahren.

## Untersuchung naturnaher Verfahren

Vertikalfilter werden insbesondere zur Behandlung von kommunalen und häuslichen Abwässern in ländlich strukturierten Gebieten eingesetzt sowie zur Behandlung gewerblicher Abwässer. Kennzeichen sind u. a. ein niedriger Energiebedarf, ein hohes Puffervermögen, ein geringer Steuerungsaufwand, aber auch ein höherer Flächenbedarf. Im industriellen Bereich werden Vertikalfilter im Vergleich zu technischen Verfahren selten genutzt.

Es werden ausschließlich zweistufige Verfahren betrachtet, da diese als Resultat von Vorversuchen auch bei deutlich höherer Flächenbelastung ein stabileres Betriebsverhalten aufwiesen als einstufige Filter.

Kernpunkt der Untersuchungen ist die Bestimmung der zulässigen Flächenbelastung für die genannten beiden Szenarien und die Auswahl geeigneter Kiese bzw. Sande. Zusätzlich wird die Nitrifikationsleistung stickstoffhaltiger, organisch schwach belasteter Abwässer untersucht. Dies entspricht dem Fall, dass eine Vertikalfilteranlage als zweite Stufe einer Hochlastanlage nachgeschaltet wird.



# Einsatz von in vitro Biotests zur ökotoxikologischen Bewertung Lösungsmittel- und Bisphenol-haltiger Abwässer aus der medizintechnischen Industrie

Verbundvorhaben **Med-zeroSolvent** · Neue Wege im medizintechnischen Wassermanagement – Etablierung innovativer Methoden für die abwasserfreie Produktion durch energieeffiziente Behandlung von stark belasteten Prozesswässern aus der Membranherstellung (Fkz: 02WV1566A)

Kontakt: Dipl.-Biol. Sara Schubert · Institut für Hydrobiologie · sara.schubert@tu-dresden.de · +49 351 463 33067

## Projektbeschreibung

### Ziel

Primäres Ziel des Verbundvorhabens Med-zeroSolvent ist die Entwicklung eines energieoptimierten, mehrstufigen Verfahrens zur Aufbereitung lösungsmittelhaltiger Prozesswässer aus der Herstellung von Dialysemembranen, mit der Möglichkeit, aufbereitete Prozesswässer im Kreislauf zurück in den Herstellungsprozess zu führen.

Das Verbundvorhaben besteht aus sieben Arbeitspaketen (Abb. 1). Im 1. Projektposter (Dr.-Ing. Thomas Schalk: Einsatz technischer und natürlicher biologischer Verfahren zur Behandlung lösungsmittelhaltiger Abwässer) wird auf den Projektaufbau und im Besonderen auf die Arbeitspakete zur Technologiewahl speziell auf Biofilm- und naturnahe Verfahren eingegangen.

### Auswahl und Einsatz einer in vitro Biotestbatterie

Während der Herstellungsprozesse der Dialysatoren können Prozesswässer mit Lösungsmitteln wie N,N-Dimethylacetamid (DMAc) und N-Methyl-2-pyrrolidon (NMP), aber auch Bisphenole in unterschiedlichen Konzentrationen anfallen.

Im Rahmen dieses Projektes werden ökotoxikologische Methoden zur Bewertung der unbehandelten und behandelten Prozesswässer entwickelt. Der Fokus liegt hier in der Anwendung einer in vitro Biotestbatterie (Tabelle 1), die auf die Erfassung von hormonaktiven (Abb. 2), mutagenen (Abb. 3) und gentoxischen Effekten zielt. Des Weiteren wird der ROS-Test angewendet, der oxidativen Stress in den zu untersuchenden Prozesswässern identifizieren kann.

Zur Untersuchung von Regenwasser und Oberflächengewässern in den 3 Werken wird zusätzlich der Kombinierte Algentest angewendet, der die toxische Wirkung von herbiziden Substanzen anzeigt. Diese können sowohl von versiegelten Flächen als auch von Fassadenfarben über Regenabspülungen in umliegende Oberflächengewässer gelangen.

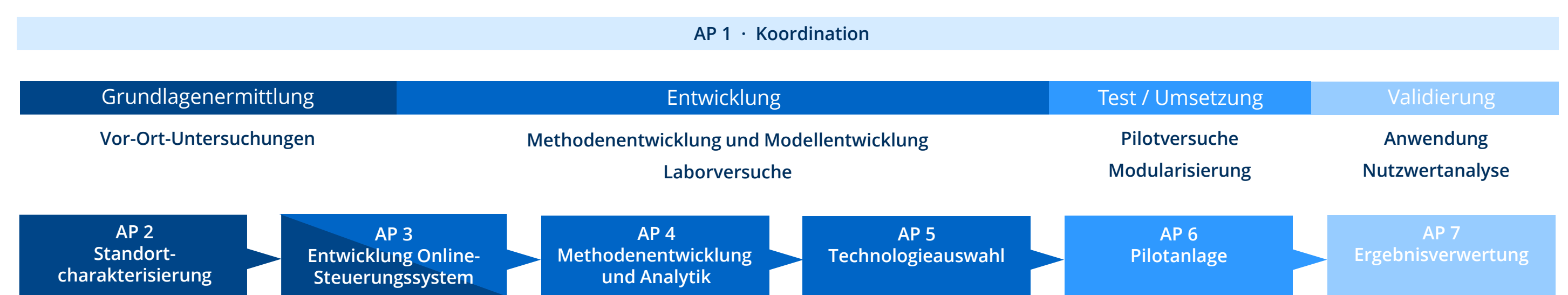


Abbildung 1: Projektaufbau

Tabelle 1: Übersicht der angewendeten in vitro Biotests

In vitro Biotest	Toxische Effekte	zu untersuchende Probenmatrix
Hefereporterassays <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ISO 19040-1 (YES)	Hormonaktive Toxizität (anti-)östrogen, (anti-)androgen)	Prozesswasser Regenwasser Oberflächengewässer Proben aus Laborversuchen Pilotanlage
<i>Arxula adenivorans</i> *	Bisphenol-aktive Toxizität	Prozesswasser Proben aus Laborversuchen Pilotanlage
Ames Test <i>Salmonella typhimurium</i> OECD 471, ISO/CD 11350:2012	Mutagenität	Prozesswasser Proben aus Laborversuchen Pilotanlage
Mikrokern-Test HepG2 (humane Leberkarzinomzellen) OECD 487, ISO 21427-2:2006	Gentoxizität	Prozesswasser Proben aus Laborversuchen Pilotanlage
ROS-Test HepG2 (humane Leberkarzinomzellen) ISO/TS 19006:2016	Oxidativer Stress (Reactive oxygen species)	Prozesswasser Proben aus Laborversuchen Pilotanlage
Kombinierte Algentest <i>Raphidocelis subcapitata</i>	Wachstumshemmung, Herbizid-Toxizität (Photosynthese-II-Hemmung)	Prozesswasser Regenwasser Oberflächengewässer

\*<https://new-diagnostics.com/a-ybs>

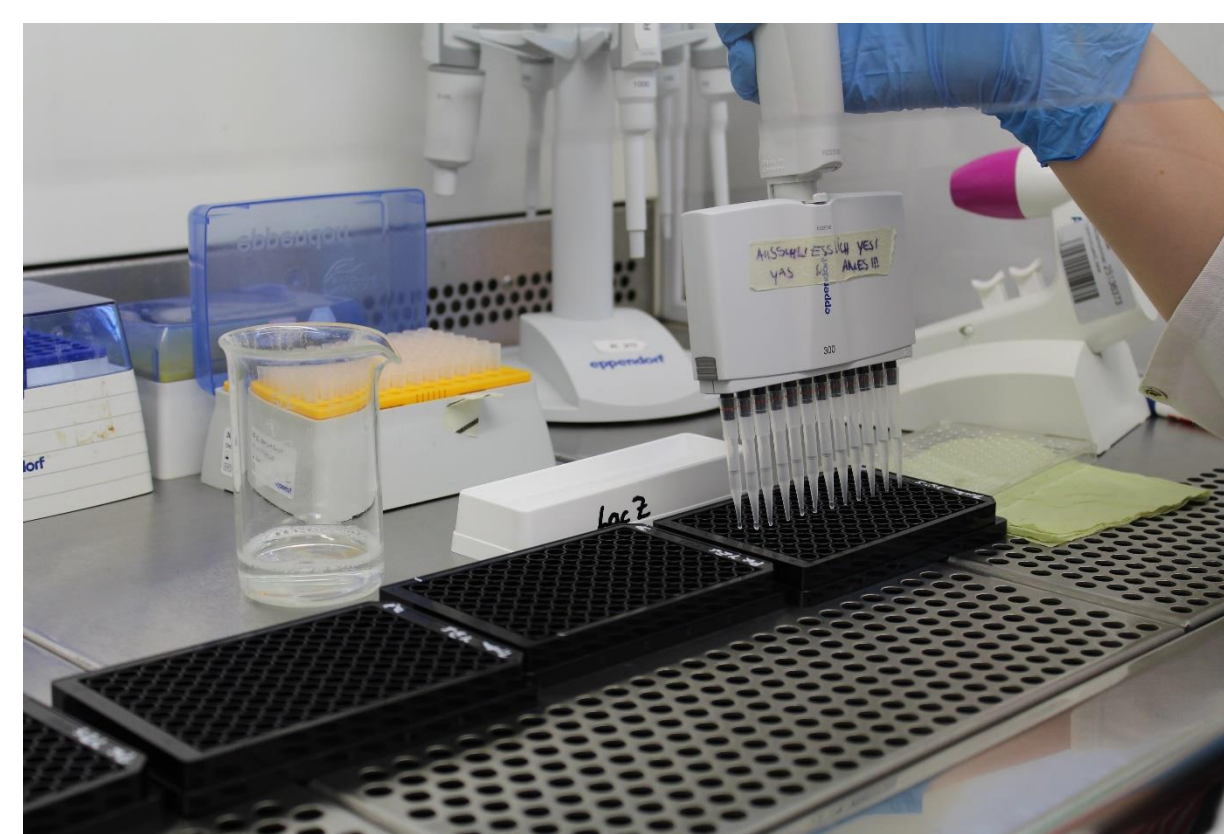


Abbildung 2: Hefereporterassays zur Bewertung von endokrinen Effekte Bsp. Östrogenität

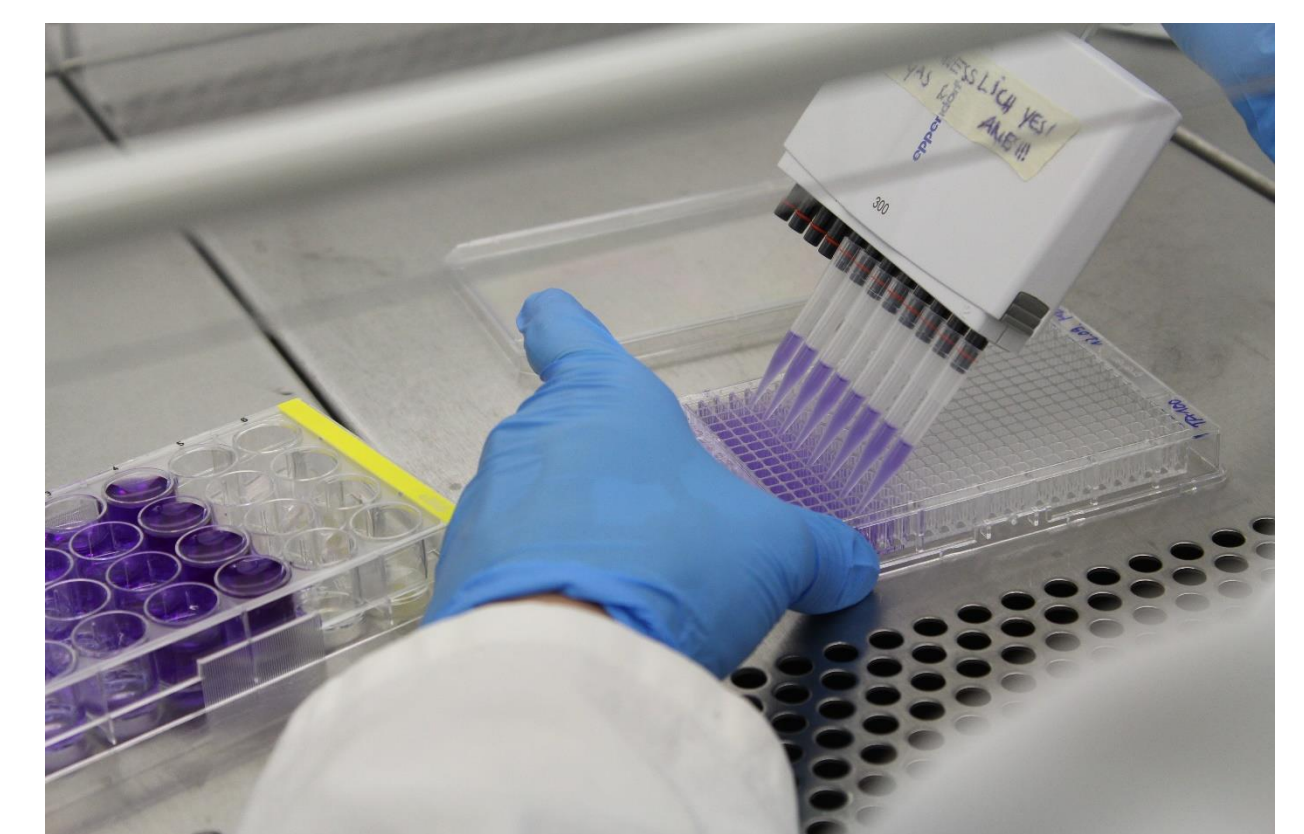


Abbildung 3: Ames-Test zur Bewertung mutagener Proben

### Bewertungsmöglichkeiten durch in vitro Biotests

Im Projekt soll die Anwendung der in vitro Biotestbatterie verschiedene Fragestellungen klären:

- Welche Prozessstufen zeigen toxische Effekte? Zeigen unterschiedlich Prozesswässer spezifische Effekte?
- Wie verändern die eingesetzten Verfahren zur Behandlung von Prozesswasser die Toxizität?

- Welchen Einfluss haben die unterschiedlichen Probenmatrizes auf die Ergebnisse? Welche Modifikationen sind in der Probenvorbereitung notwendig?
- Wie können die Ergebnisse aus den Biotests zur Risikoabschätzung spezifischer Prozesswässer eingesetzt werden?