

**SYSTEMLÖSUNGEN FÜR WASSER-
VERSORGUNG, WASSERAUFBEREITUNG
UND ABWASSERREINIGUNG**



WASSER – EIN KOSTBARES GUT

Wasser bedeckt drei Viertel der Erdoberfläche, doch nur etwa ein Prozent davon steht uns als Süßwasser zur Verfügung. Weltweit haben immer noch 780 Millionen Menschen keinen Zugang zu sauberem Wasser. 1,1 Milliarden leben ohne sanitäre Anlagen und 2,5 Milliarden Menschen sind nicht an eine funktionierende Abwasserreinigungsanlage angeschlossen. Selbst in Mitteleuropa wird immer noch das Abwasser ganzer Städte ungeklärt ins Mittelmeer geleitet. Aufgrund von Leckagen in den Rohrleitungen gehen in den Industriestaaten bis zu 25 Prozent des wertvollen Trinkwassers verloren, in den Schwellen- und Entwicklungsländern sind es zum Teil über 50 Prozent.

Wassermanagement – eine globale Herausforderung

Die Wasserinfrastruktursysteme der heutigen Industrieländer entstanden vor über 100 Jahren, das heißt sie basieren auf den damaligen technologischen Ansätzen und sind nach heutigen Kriterien ineffizient und teuer. Konventionelle Wasserinfrastruktursysteme im überwiegenden Teil der Industrieländer sind für den einmaligen Gebrauch von Wasser ausgelegt. Eine Wiedernutzung ist bis auf internes Wasserrecycling in industriellen Produktionsstätten und erste Ansätze zur regenerativen Wasserversorgung nicht vorgesehen.

Der Wert der installierten Wasserinfrastruktur in der Bundesrepublik Deutschland beträgt über 1500 Euro pro Einwohner; allein die Kanalsysteme sind mehr als 330 Milliarden Euro wert. Die aktuellen Kosten für dringend erforderliche Sanierungen werden auf 55 Milliarden Euro geschätzt. Zudem fließt in der herkömmlichen Mischkanalisation relativ sauberes Regenwasser mit Schmutzwasser zusammen. Die anschließende Reinigung des dadurch verdünnten Abwassers ist daher nicht nur energie- und kostenintensiv, sondern auch ineffektiv (Mischwasserentlastung). Problematisch ist die Mischkanalisation bei sehr starkem Regen, wenn das Fassungsvermögen der Regenauffangbecken in der Kläranlage nicht ausreicht und die

Überlast des Mischwassers ungeklärt in ein Gewässer geleitet wird. Dieser Systemansatz kann nicht als Vorbild für Entwicklungs- und Schwellenländer dienen.

Wasser ist das wichtigste Lebensmittel überhaupt und nach Expertenmeinung werden die knapper werdenden Ressourcen an sauberem Wasser im Laufe des 21. Jahrhunderts zunehmend zu nationalen und internationalen Konflikten führen. Wassermanagement – das heißt der Zugang zu sauberem Wasser, eine gesicherte Wasserversorgung, die Installation hygienisch einwandfreier Sanitäre Systeme und eine effiziente und kompakte Abwasserreinigung – ist daher eine der wichtigsten globalen Herausforderungen dieses Jahrhunderts.

Um diese Herausforderungen zu meistern, brauchen wir Innovationen in allen Bereichen der Wasserwirtschaft. Dies gilt sowohl für Industrieländer als auch für Schwellen- und Entwicklungsländer. Dabei müssen geographische und klimatische Gegebenheiten, wie der jahreszeitlich bedingte Wassermangel in ariden und semi-ariden Gebieten, berücksichtigt werden (Seite 5).



Neue Wege, neue Technologien

Die technologischen Herausforderungen rund um das Thema Wasser sind vielfältig. Sollen die vorhandenen Ressourcen besser genutzt oder neue erschlossen werden, müssen innovative Wege beschritten werden: Dezentrale und anpassbare Infrastruktursysteme, die Wasser sammeln und verteilen, spielen hierbei eine ebenso entscheidende Rolle wie Möglichkeiten der Mehrfachnutzung. Regenwasser sollte aufbereitet und als neue Wasserressource erschlossen werden. Eine bedarfsgerechte Reinigung von Abwasser kann mit moderner, kostengünstiger Filtertechnik und angepassten biologischen Prozessen erreicht werden. Im Idealfall werden die Inhaltsstoffe des Abwassers bei der Reinigung nahezu vollständig energetisch und stofflich verwertet.

Eine weitere Ressource für die Gewinnung von Trink- oder Prozesswasser höchster Qualität ist die Luftfeuchte. Aktuelle Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf die Umsetzung von Konzepten, die es ermöglichen, die Luftfeuchte in einer hygroskopischen Salzlösung zu binden und als nutzbares Wasser abzugeben.

Das Fraunhofer IGB hat bereits eine breite Palette technischer Neuerungen für ein nachhaltiges Wassermanagement entwickelt. Diese sind in ein ganzheitliches Infrastrukturkonzept eingebunden, das auch Energieversorgung und Abfallwirtschaft berücksichtigt. Wir passen einzelne Entwicklungen den jeweiligen Anforderungen der Region an und kombinieren verschiedene Bausteine zu einem individuellen Lösungskonzept.

Nachhaltige, energieeffiziente Wasserwirtschaft

Die Ver- und Entsorgung von Wasser steht immer in einem direkten Zusammenhang mit dem Verbrauch von Energie. Ein erheblicher Anteil der in industrialisierten Volkswirtschaften verbrauchten Energie geht als elektrische Energie in den Betrieb der Wasserwirtschaft. So sind in vielen Orten Kläranlagen der größte kommunale Stromverbraucher. In vielen internationalen Märkten ist bereits die Versorgung und Aufbereitung von Trinkwasser mit einem erheblichen Energiebedarf verbunden. Daher stellt die Entwicklung energieeffizienterer Technologien zur Wasseraufbereitung eine Herausforderung dar, der wir uns am Fraunhofer IGB stellen. So sollen die von uns entwickelten elektrophysikalischen Technologien durch die Möglichkeiten einer flexiblen Prozessführung die Anforderungen der einspeiseabhängigen Auslastung elektrischer Netze im Rahmen der Energiewende unterstützen. Hierzu zählt beispielsweise der flexible Betrieb von Aufbereitungsanlagen in Abhängigkeit von der Stromnetzauslastung.

- 1 *Im anaeroben Abwasserreaktor wird Wasser gereinigt und Biogas erzeugt.*
- 2 *Das Wasserhaus in Knittlingen enthält die komplette Technik für ein semidezentrales Wassermanagement.*

WASSERMANAGEMENT- UND INFRASTRUKTURSISTEME

DEUS 21 – Semidezentrales urbanes Wasserinfrastruktursystem

Das am Fraunhofer IGB konzipierte Wasserinfrastruktursystem DEUS 21 umfasst Technologien, die ein ebenso kostengünstiges wie effizientes Wassermanagement in urbanen Strukturen durch semidezentrale Aufbereitung von Wasser- und Abwasserströmen ermöglichen. So bieten wir Systemlösungen für ein zukunftsfähiges kommunales Wassermanagement in ländlichen Regionen, Neubaugebieten und Stadtteilen mit Sanierungsbedarf sowie für Freizeitressorts, Touristikzentren und Hotelkomplexe. Das System kommt überall dort zum Tragen, wo noch keine Wasserinfrastruktur mit Kanalisationsnetz und Zentralkläranlage vorhanden ist. Oder dort, wo die Altinfrastruktur an neue Herausforderungen, die sich durch Klimawandel oder Wegzug der Bevölkerung ergeben, nicht mehr angepasst werden kann. Das in Demonstrationsprojekten in Heidelberg-Neurott und Knittlingen realisierte Wassermanagementkonzept DEUS 21 eignet sich besonders auch für den Export in Wassermangelgebiete, weil es speziell auf die Bedürfnisse arider und semi-arider Regionen angepasst werden kann.

Wasser und Kosten sparen

Industrienationen gehen in der Regel verschwenderisch mit Trinkwasser um. Mit entsprechenden Vorrichtungen wie Wasserspararmaturen oder -toiletten kann in jedem Haushalt Wasser gespart werden. Vakuum- oder Drucksysteme sind gangbare Alternativen zur herkömmlichen Schwemmkanalisation. Wasserspültoiletten können durch Vakuumtoiletten ersetzt werden, wie sie in Flugzeugen, Schiffen und Zügen oder in Haushalten einiger skandinavischer Länder bereits üblich sind.

Regenwassernutzung

In zahlreichen Fällen, beispielsweise bei der Gartenbewässerung und der Toilettenspülung, muss das verwendete Wasser keine Trinkwasserqualität aufweisen. Besonders in wasserarmen Regionen lohnt es sich daher, Regenwasser und

aufbereitetes Waschwasser für den Eigenbedarf zu nutzen. Das Fraunhofer IGB hat entsprechende Technologien entwickelt, um Regenwasser zur Verwendung im Haushalt aufzubereiten.

Anaerobe Abwasseraufbereitung

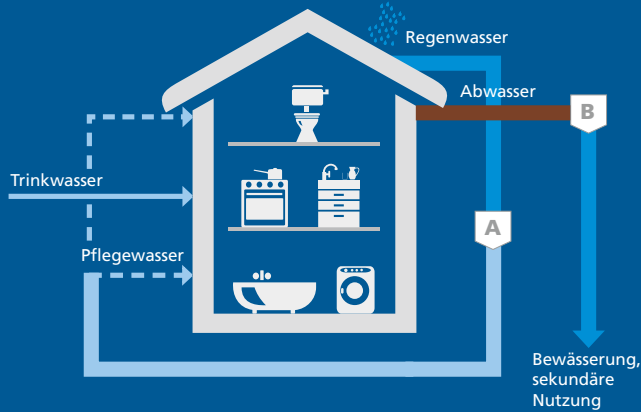
Eine attraktive Alternative zur heute üblichen aeroben Abwasserreinigung, speziell für dezentrale oder semidezentrale Wasserinfrastruktursysteme, bietet die anaerobe Biotechnologie, mit der organische Kohlenstoffverbindungen zu Biogas, einem Gemisch aus Kohlenstoffdioxid und Methan, umgewandelt werden. Biogas kann als regenerativer Energieträger in Blockheizkraftwerken zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden. Alternativ wird Biogas in das bestehende Erdgasnetz eingespeist. Zudem kann Biomethan, analog zu Erdgas, zur Verwendung als Kraftstoff für Fahrzeuge aufgereinigt werden.

Im Gegensatz zum herkömmlichen aeroben Belebtschlammverfahren verbleiben bei der anaeroben Abwasserreinigung in geschlossenen Bioreaktoren die Stickstoff- und Phosphorverbindungen im gereinigten Wasser und in den zurückbleibenden Feststoffen. Mikroorganismen werden durch Mikrofiltration mit Rotationsscheibenfiltern entfernt. Die Behandlung liefert Wasser, das hygienisch unbedenklich ist und sich zur Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen eignet. So wird nicht nur sauberes Wasser, sondern auch Dünger gespart. Alternativ ist es möglich, die Nährstoffe als Dünger aus dem gereinigten Wasser zurückzugewinnen (Seite 14). In diesem Fall kann das Wasser direkt in ein Gewässer eingeleitet oder wiederverwendet werden.

Gekoppelt mit nachhaltigen Abfallwirtschaftskonzepten, einer Energieversorgung aus regenerierbaren Quellen und zukunftsweisender Gebäudetechnik bietet das DEUS-21-Konzept eine ganzheitliche und autarke Versorgungsinfrastruktur, die unabhängig von zentralen Ver- und Entsorgungsnetzen funktioniert.

Weitere Informationen:

www.deus21.de



- A** Regenwasseraufbereitung
- B** Abwasserreinigung

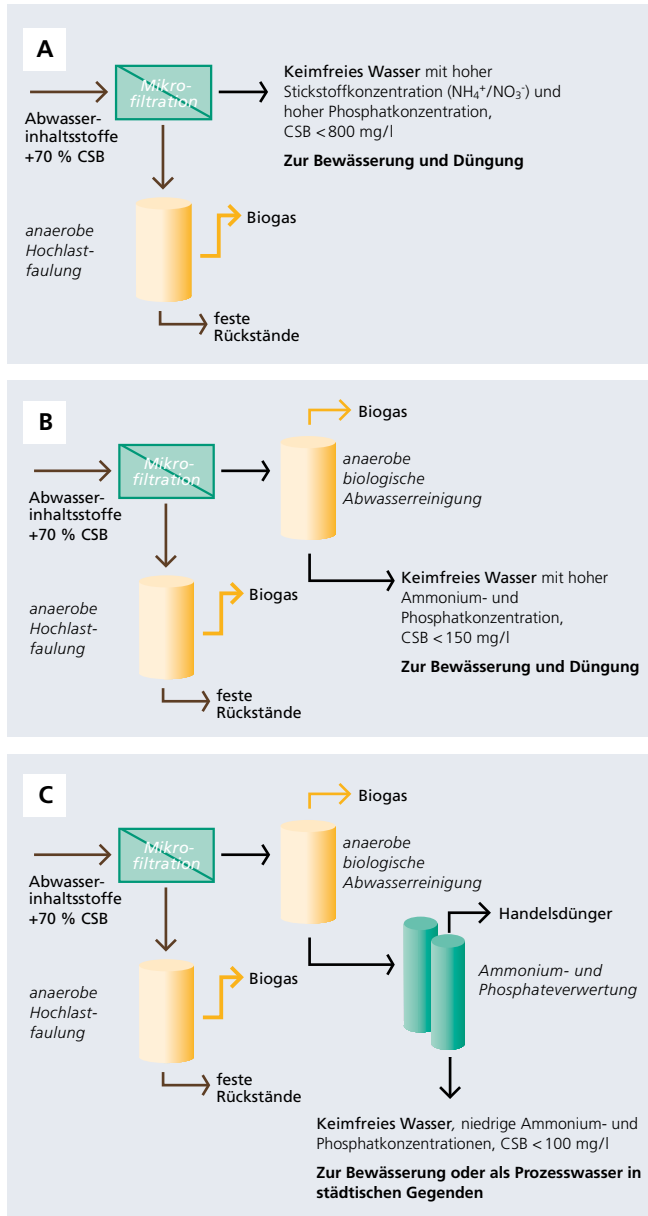
Lösungen für aride und semi-aride Regionen

Für die zuverlässige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in niederschlagsarmen Gebieten, die durch längere Trockenperioden und starke Sonneneinstrahlung charakterisiert sind, gelten andere Anforderungen an Wasserinfrastruktursysteme als in Mitteleuropa. Die am Fraunhofer IGB entwickelten Technologien können auch in ariden und semi-ariden Gebieten eingesetzt und entsprechend angepasst werden.

Die Mikrofiltration mit einem Rotationsscheibenfilter (Seite 17) als innovative Filtrationstechnik trennt Feststoffe und mit ihnen bis zu 70 Prozent des chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB) des Rohabwassers ab. Das filtrierte Wasser enthält keine pathogenen Bakterien mehr, jedoch Stickstoffverbindungen und Phosphat, und weist einen CSB von weniger als 800 mg/l auf. Das gefilterte Wasser kann direkt zur Bewässerung und Düngung genutzt werden. Die abgetrennten Feststoffe werden anaerob biologisch abgebaut und zu Biogas umgewandelt (Abb. 2 A). Alternativ kann das Abwasser nach vorheriger Entfernung der Feststoffe auch in einem anaeroben Bioreaktor behandelt werden. Hier werden die organischen Kohlenstoffverbindungen zu Biogas umgewandelt und die Stickstoffverbindungen zu Ammonium. Dieses Wasser ist dann zur Bewässerung und Düngung oder als Brauchwasser für geringwertige industrielle Nutzungen einsetzbar (Abb. 2 B).

Für höherwertige Nutzungen und in urbanen Gebieten mit größerer Bevölkerungsdichte müssen Ammonium und Phosphat aus dem Wasser zurückgewonnen und zur Herstellung von mineralischem Dünger verwendet werden (Abb. 2 C), um die Wasserqualität für eine behördliche Genehmigung zu erreichen. Der Grad der Reinheit und der Aufwand für die Reinigung des Wassers werden durch die beabsichtigte Verwendung definiert.

2 Anpassung verschiedener IGB-Technologien an aride und semi-aride Regionen



TRINKWASSERGEWINNUNG UND WASSERAUFBEREITUNG



In vielen Regionen der Erde haben Klimawandel, hoher Wasserverbrauch und eine wachsende Weltbevölkerung zu einer Verknappung der natürlichen Trinkwasserressourcen geführt. In küstennahen Gegenden, beispielsweise in Südeuropa und auf vielen Inseln des Mittelmeers, ist das Grundwasser bereits durch die Infiltration von Meerwasser versalzen. In vielen Gebieten sind die Niederschlagsmengen rückläufig, während gleichzeitig der Wasserbedarf steigt. Einige Inseln werden inzwischen durch Tankschiffe mit Trinkwasser versorgt. Bevölkerungswachstum und Tourismusindustrie werden die Lage zukünftig weiter verschlechtern. So wird die Trinkwassergewinnung aus sich erneuernden Süßwasserquellen zunehmend schwieriger.

Solare Meerwasserentsalzung mit gravitationsgestützter Vakuumverdampfung

In vielen Gebieten kann die Trinkwasserversorgung nur noch durch die Entsalzung von Meer- oder Brackwasser sichergestellt werden. Übliche Technologien zur Wasserentsalzung, wie Umkehrosmose und herkömmliche thermische Verfahren, sind allerdings energieintensiv und verbrauchen direkt oder indirekt große Mengen fossiler Energieträger – verbunden mit erheblichen CO₂-Emissionen.

Das Fraunhofer IGB entwickelt eine energieeffiziente und kostengünstige Alternative, mit der Wärmeenergie auch bei vergleichsweise niedriger Temperatur für eine mehrstufige Vakuumverdampfung von Wasser genutzt werden kann. Der für die Verdampfung erforderliche Unterdruck wird durch eine innovative Lösung allein unter Nutzung der Schwerkraft erzeugt und aufrechterhalten. Die Prozessregelung erfolgt weitgehend durch hydraulische und mechanische Komponenten, wodurch der Bedarf an elektrischen Mess-, Steuer- und Regelkomponenten auf ein Minimum reduziert wird. Die Technologie ist einfach, robust und modular aufgebaut. Die Installation einfacher thermischer Solarkollektoren zur Bereitstellung der benötigten Wärmeenergie und einiger weniger Photovoltaikmodule für den Betrieb der elektrischen Komponenten gestaltet den Prozess unabhängig von fossilen Energiequellen

und dem Stromnetz. Auch die Nutzung von Abwärme aus Industrieprozessen oder anderen Quellen ist möglich.

Die Technologie eignet sich für kleine bis mittlere Anlagen zur dezentralen nachhaltigen Trinkwasseraufbereitung mit einer Kapazität von 100 Litern bis zu ca. 10 m³ pro Tag für Kleinverbraucher (einzelne Haushalte, Gehöfte), Hotels und Ferienanlagen, kleine Siedlungen mit eigener Wasserversorgung oder kleine bis mittelständische Industriebetriebe. Darüber hinaus kann die Technik in verschiedenen Industriezweigen eingesetzt werden, um die Menge zu entsorgenden Abwassers durch Aufkonzentrierung und Rückführung des Destillats in die Produktion zu verringern.

Trinkwassergewinnung aus Luftfeuchtigkeit

In ariden und semi-ariden Gebieten ist aufgrund des geringen Niederschlags und der gleichzeitig hohen Verdunstungsrate eine sichere Trinkwasserversorgung oft eine große Herausforderung. Das Grundwasser ist, soweit vorhanden, meist versalzen und vielfach sinkt der Grundwasserspiegel. Eine nachhaltige Wassergewinnung aus Oberflächengewässern oder Grundwasserquellen ist unter diesen Bedingungen nicht realisierbar.



Neue und zukunftsfähige Lösungen

Eine alternative Trinkwasserproduktion, die ohne Zugang zu Oberflächen- oder Grundwasser auskommt, bietet die Gewinnung von Wasser aus Luftfeuchtigkeit. Dazu entwickelt das IGB eine Technologie, die auf einem Absorptionsprozess basiert und ausschließlich mit regenerativen Energiequellen betrieben werden kann.

Zunächst wird Wasserdampf aus der Luft von einer stark hygroskopischen Flüssigkeit, einer hoch konzentrierten Salzlösung, absorbiert. Hierzu fließt die Salzlösung in turmförmigen Anlagenmodulen an sogenannten Sorptionsstrecken hinab. In einem sich anschließenden Destillationsprozess wird das absorptiv gebundene Wasser wieder desorbiert. Gleichzeitig erreicht die infolge der Absorption verdünnte, im Kreislauf geführte Sole wieder ihre Ausgangskonzentration und steht erneut für einen Absorptionsschritt zur Verfügung. Um mit möglichst niedrigen Verdampfungstemperaturen arbeiten zu können, ist die Desorptionsanlage als Vakuumverdampfer ausgeführt. Dafür wird die zuvor beschriebene gravitationsgestützte Vakuumverdampfung in einer modifizierten Version eingesetzt. Um die Gravitation entsprechend nutzen zu können, werden die Absorptionsmodule in Form meterhoher Türme errichtet.

Dezentral und energieautark

Das einfach aufgebaute und kostengünstige Verfahren eignet sich zur dezentralen Wassergewinnung unabhängig von jeglicher Infrastruktur. Eine regenerative Energieversorgung, beispielsweise mit thermischen Solarkollektoren für die Verdampfung, Photovoltaik für die Versorgung der elektrischen Komponenten oder Windkraft für einen tageszeitunabhängigen Betrieb, ermöglicht eine nachhaltige Wasserproduktion.

- 1 *Selbst in Wüstenregionen enthält die Luft als Trinkwasser nutzbare Feuchtigkeit.*
- 2 *Anlage zur solaren Meerwasserentsalzung mit gravitationsgestützter Vakuumverdampfung.*





Desinfektion von Wasser durch neue UV-Lichtquellen

Zur Versorgung des Menschen mit sicherem und qualitativ hochwertigem Trinkwasser ist ein Entkeimungsschritt notwendig. Neben der klassischen Technik der Chlorierung haben sich auch die Entkeimung mit UV-Licht und Ozon als zuverlässige und umweltverträgliche Verfahren etabliert.

Mikrowelleninduzierte UV-Strahlung

In einer Neuentwicklung des Fraunhofer IGB wird mit einem Mikrowellen-Energiefeld die Gasfüllung in einem beliebig geformten Glasgehäuse zur Plasmabildung angeregt. Je nach gewähltem Gas oder Gasgemisch wird hierbei UV-Licht der gewünschten Wellenlängen emittiert. Die freie Wahl der Lampengeometrie ermöglicht den Einsatz in einer Vielzahl von Applikationen.

Desinfektion großer Volumenströme im Ablauf von Kläranlagen

Durch eine homogene Abstrahlung aus parallel zur Fließrichtung angeordneten Lichtfenstern heraus kann Wasser zuverlässig und wirtschaftlich auch bei hohen Volumenströmen entkeimt werden.

Da die Lichtquellen keine Verschleißteile, beispielsweise Zündelektroden, enthalten, haben alle im Wasser eingetauchten Elemente des Lichtsystems eine hohe Lebensdauer. Zudem vermindert der flächig homogene Lichtaustritt und die relativ kalte Lampenoberfläche eine Biofilm- oder Deckschichtbildung, so dass der Reinigungsaufwand reduziert ist. Elektrotechnische Bauteile sind außerhalb des wasserberührten Teils der Apparatur untergebracht. Dies vereinfacht die Instandhaltung.

1 *Adsorberpartikel werden auf Füllkörpern immobilisiert.*

PROZESS- UND ABWASSERBEHANDLUNG

PHYSIKALISCH-CHEMISCHE VERFAHREN



Ein nach wie vor unzureichend gelöstes Problem in der Prozess- und Abwasseraufbereitung ist die Entfernung schwer abbaubarer organischer Schadstoffe, sogenannter Micropollutants, welche selbst in sehr geringen Konzentrationen ein anerkanntes Risiko für Mensch und Umwelt darstellen. Diese Spurenkontaminationen können in Prozesswässern der chemischen und pharmazeutischen Industrie und im Ablauf von Kläranlagen vorkommen. Sie finden sich aber mittlerweile auch zunehmend über die Wasserkreisläufe in der Umwelt im Rohwasser zur Trinkwasseraufbereitung wieder. Schadstoffe wie PAK¹, PCP², Alkylphenole, polychlorierte Biphenyle, Chloraromaten, Pestizide oder Arzneimittelreststoffe und natürliche Makromoleküle wie Huminsäuren werden aufgrund ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften kaum oder gar nicht biologisch abgebaut. Einige Schadstoffe haben sich in der Vergangenheit bereits in der Umwelt angereichert und zum Teil Grundwasser und Oberflächengewässer kontaminiert. Der Eintrag von Antibiotika in die Umwelt kann die Verbreitung von Resistenzen fördern. Arzneimittel mit hormoneller Wirkung können im Trinkwasser selbst in geringen Konzentrationen auf den Menschen wirken. Verschärft wird das Problem der Micropollutants dadurch, dass in vielen Regionen der Erde die direkte Wasserwiederverwendung eine unabdingbare Notwendigkeit darstellt, um die Wasserversorgung der Bevölkerung sicherzustellen. Zwar liegen die Spurenschadstoffe ursprünglich in sehr niedrigen Konzentrationen, oft sogar nahe der Nachweisgrenze moderner Analytik, vor. Aufgrund ihrer toxischen und persistenten Eigenschaften akkumulieren sie jedoch in der Umwelt. Dies macht sie so gefährlich.

Filtrations- und Adsorptionsverfahren

Bei gering konzentrierten Schadstoffen ist es mitunter von Vorteil, für eine effiziente Aufbereitung oder einen effizienten Abbau die Konzentration zu erhöhen. Neben der Membrantechnik bieten Adsorber die Möglichkeit, diese Stoffe sicher zu binden und bei Erreichen einer relevanten Beladung durch Regeneration diese den nachfolgend beschriebenen Abbauprozessen zuzuführen.

Synthetische Adsorber zur Entfernung von Umweltschadstoffen

Zur selektiven Entfernung von Spurenstoffen aus Wasser, insbesondere bei der Aufbereitung von industriellem Prozesswasser, eignen sich polymere Adsorberpartikel. Diese stellen wir am Fraunhofer IGB als Mikro- oder Nanopartikel her. In Zusammenarbeit mit der Universität Stuttgart konnten wir bereits die Spezifität und Effizienz polymerer Adsorberpartikel für Bisphenol A (BPA), Diclofenac (Schmerzmittel), Pentoxifyllin (gegen Durchblutungsstörungen) sowie Penicilin G an Modelllösungen nachweisen sowie am Robert-Bosch-Krankenhaus in Stuttgart eine Versuchsanlage für die Reinigung von Krankenhausabwasser installieren. Das östrogen wirkende BPA beispielsweise wird in der Kunststoffindustrie in großen Mengen eingesetzt und hat sich in erschreckendem Ausmaß in der Umwelt angereichert. Bei einer europaweiten Messkampagne von Oberflächengewässern enthielten 1230 Proben BPA, nur in fünf Proben war es nicht nachweisbar.

Die polymeren Adsorberpartikel werden auf kommerzielle Füllkörper aufgebracht oder in Ultrafiltrationsmembranen integriert. Diese können dann in bestehende Verfahren integriert werden. Das polymere Adsorbermaterial kann auf unterschiedliche Spurenstoffe angepasst werden. Am Fraunhofer IGB steht eine entsprechende Testanlage zur Verfügung.

¹ PAK = Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

² PCP = Pentachlorphenol



Oxidative Wasseraufbereitung

Erweiterte Oxidationsprozesse (Advanced Oxidation Processes, AOP)

Um negative Folgen für Mensch und Umwelt zu vermeiden, müssen Schadstoffe durch effektive und sichere Behandlungsmethoden entfernt oder abgebaut werden. Eine Reihe geeigneter Verfahren wird unter dem Begriff Advanced Oxidation Processes (AOP) zusammengefasst. Es handelt sich um Verfahren, die Schadstoffe in wässriger Lösung mithilfe reaktiver Hydroxylradikale oxidieren, welche ihrerseits durch Ozon- oder Wasserstoffperoxidzugabe, Strahlungseintrag, Katalyse (Fentonreaktion), Ultraschall oder elektrische Verfahren entstehen. Verfahren für die oxidative Wasseraufbereitung mit Ozon, Wasserstoffperoxid, Ultraschall und anodischer Oxidation sind am Fraunhofer IGB etabliert. Wir passen die Verfahren dem spezifischen Anwendungsfall an und entwickeln auch Verfahrenskombinationen für große und kleine Volumenströme.

Verbesserte elektrochemische Ozonerzeugung

In der elektrochemischen Erzeugung von Ozon hat das Fraunhofer IGB zusammen mit einem Industriepartner große Fortschritte erzielt: Die Ozonkonzentration des entstehenden Sauerstoff-Ozon-Gemisches liegt um ein zwei- bis dreifaches über der Konzentration, die mit herkömmlichen elektrochemischen oder Gasentladungs-Ozongeneratoren erreicht werden kann. Der apparative Aufwand ist gegenüber herkömmlichen Ozongeneratoren deutlich reduziert. Auch der Energiebedarf der elektrochemischen Erzeugung ist wesentlich niedriger.

Elektrolytische Oxidation in geteilter Anoden / Kathodenzelle

Gemeinsam mit europäischen Partnern aus Industrie und Forschung wurde ein elektrochemisches Verfahren entwickelt, bei dem durch elektrochemische Oxidation an der Anode und anschließende Reduktion an der Kathode sowohl Ammonium als auch organische Wasserinhaltsstoffe und organisch

gebundene Halogene aus Deponiesickerwasser eliminiert werden können. Im Prozess wird die Elektrolysezelle durch eine Ionenaustauschmembran in zwei Reaktionsräume getrennt, die nacheinander durchströmt werden, jedoch einen Stromkreis bilden. Die Schadstoffe im Wasser werden so zwei Behandlungsprozessen gleichzeitig unterworfen. Die Wasserreinigung erfolgt ohne Zugabe von Chemikalien oder Hilfsstoffen. Im Gegensatz zur Membranfiltration werden bei dieser elektrochemischen Aufbereitung die Wasserinhaltsstoffe vollständig abgebaut, so dass die Entsorgung eines Konzentrats entfällt. Labor und Prototypanlagen für die Anpassung des Prozesses auf andere Prozess- und Abwasserströme stehen am Fraunhofer IGB zur Verfügung.

Offene Plasmaverfahren zur Wasserreinigung

In einem Plasma werden durch Anlegen einer Hochspannung aus der umgebenden Luft und dem Luftsauerstoff Ionen, hochreaktive Radikale und kurzweilige Strahlung gebildet, welche organische Abwasserinhaltsstoffe abbauen. Damit entfällt der Einsatz von Chemikalien und deren Entsorgung.

Durch die spezielle Konstruktion eines für die Wasserreinigung ausgelegten »offenen« Plasmareaktors können die im Plasma gebildeten hochreaktiven Spezies effektiv in das mit Schadstoffen belastete Wasser übertragen werden. Hierzu steht das Plasma in direktem Kontakt mit einem fließenden Wasserfilm. Das zu reinigende Wasser fällt, entsprechend der Schwerkraft, direkt auf der äußeren Oberfläche einer geerdeten Elektrode, einem Edelstahlzylinder, entlang durch die Plasmazone. Im Plasma werden unter anderem Hydroxylradikale gebildet, die in das Wasser übertreten und mit ihrem hohen Oxidationspotential gelöste Schadstoffe bis zur Mineralisierung zersetzen. Auch Cyanid wird innerhalb von 2 Minuten um 90 Prozent abgebaut. Dabei ist dieses Plasmaverfahren äußerst energieeffizient.



Elektrophysikalische Fällung zur energiereduzierten Spaltung von Emulsionen und Suspensionen

In zahlreichen industriellen Prozessen fallen wässrige Emulsionen oder Suspensionen als Abwässer an. Während instabile, temporäre Emulsionen und Suspensionen mit einfachen Verfahren wie Koaleszenzabscheidern getrennt werden können, erfordern stabile Emulsionen und Suspensionen eine aufwendige Vorbehandlung. Die Spaltung stabiler Emulsionen, beispielsweise Bohr- und Schneidölemulsionen oder Abwässer aus Waschprozessen, erfolgt häufig durch Zusatz von Spaltchemikalien. Die Emulsionstrennung durch den Einsatz von Membranen, insbesondere durch Ultrafiltration, liefert zwar ein wiederverwendbares Permeat, ist aber teuer in Anschaffung und Betrieb. Thermische Verfahren, bei denen die Wasserphase verdampft und die Ölphase zurückbleibt, sind sehr energieintensiv. Für die Feststoffabscheidung aus Suspensionen werden Metallsalze wie FeCl_3 oder organische Polymere eingesetzt. Diese bewirken eine starke Aufsalzung des Wassers. Polymere müssen exakt dosiert werden, da sie bei Überdosierung als Emulgatoren wirken.

Die elektrophysikalische Fällung als Alternative zur Chemikaliengabe

Die elektrophysikalische Fällung ist ein innovatives Verfahren zur Spaltung stabiler Emulsionen und Suspensionen, bei dem vollständig auf die Zugabe von Chemikalien verzichtet werden kann. Hierzu werden Eisen- oder Aluminiumelektroden in den zu behandelnden Flüssigkeitsstrom gebracht. Durch Anlegen von Gleichstrom laufen an den Elektroden zwei Prozesse gleichzeitig ab: Einerseits gehen an der Opferanode elektrolytisch erzeugte Eisen- oder Aluminiumionen in Lösung, die Hydroxide bilden und durch Adsorptions-, Fällungs- und Flockungsvorgänge die Abscheidung feinsten Feststoffpartikel und Tröpfchen ermöglichen. Auf diese Weise können auch stabile Emulsionen und Suspensionen effizient gespalten werden. Andererseits wird Wasser an der Elektrodenoberfläche

in hochreaktive Radikale gespalten, die durch zahlreiche Sekundärreaktionen mit Wasserinhaltsstoffen den chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) verringern oder organische Komplexbildner zerstören. Die elektrophysikalische Fällung eignet sich so auch zur Entfernung von Schwermetallen aus Roh- und Abwasser.

Die elektrophysikalische Fällung ist ein durch Oberflächenreaktionen bestimmter Prozess, dessen Effektivität maßgeblich von der Größe der Elektrodenfläche abhängt. Deshalb werden die Elektroden in Plattenform ausgeführt. Die an den Elektroden angelegte Spannung und der sich einstellende Strom sind niedrig und folglich der Energieverbrauch gering. Nach der elektrophysikalischen Fällung werden die Hydroxide sowie die gefällten Störstoffe von der wässrigen Phase abgetrennt. Dafür steht eine Vielzahl bekannter Verfahren zur Verfügung, die wir entsprechend der jeweiligen spezifischen Anforderung auslegen.

- 1 *Versuchsaufbau eines Plasmareaktors zur Wasserreinigung.*
- 2 *Rohrreaktor zur elektrophysikalischen Fällung.*
- 3 *Agglomeration von Hydroxidflocken.*

ABWASSERBEHANDLUNG

BIOLOGISCHE VERFAHREN



Anaerobe biologische Reinigung hoch belasteter Abwässer

Anaerobe Abwasserreinigungsverfahren eignen sich besonders für Abwässer mit einem hohen biologischen Sauerstoffbedarf (BSB₅), wie sie beispielsweise in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie, auf Schlachthöfen oder auch auf Flughäfen (Enteisungsmittel) vorkommen.

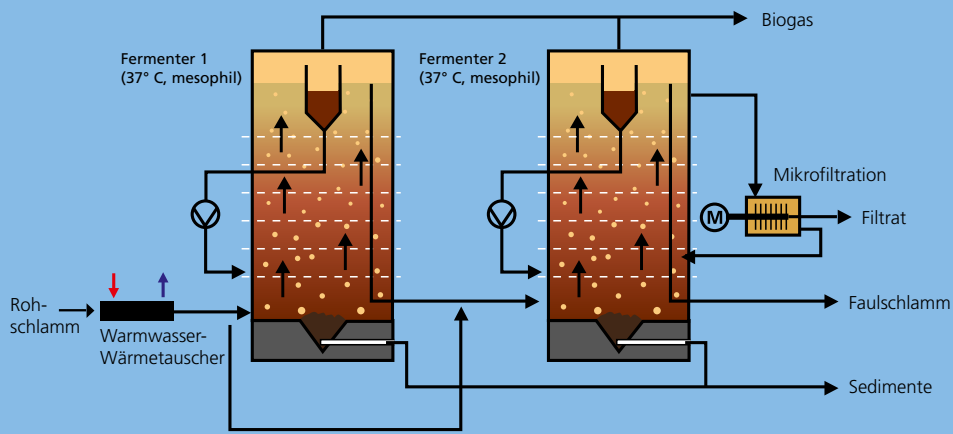
Anaerobtechnik – eine wirtschaftliche Alternative

Größere Betriebe verfügen oftmals über eine eigene biologische Kläranlage, die traditionell aerob betrieben wird. Nachteile sind der hohe Energiebedarf für die Belüftung und Durchmischung, meist auch Nährstoffmangel (N und P) und die Entstehung großer Mengen Klärschlamm, der kostenintensiv entsorgt werden muss. Eine wirtschaftliche Alternative, die wir mit verschiedenen Partnern realisiert haben, bietet der Einsatz moderner Anaerobtechnik. Hierbei wird energetisch nutzbares Biogas gebildet und das Schlammaufkommen um den Faktor zehn reduziert.

Reaktortechnik mit Biomasserückhaltung

Charakteristisch für die anaerobe Umsetzung ist der geringe Zuwachs von Biomasse, da der Großteil der in den Abwasserkomponenten enthaltenen Energie in das Endprodukt Methan übergeht. Für eine Steigerung der Umsetzungsgeschwindigkeit muss die aktive Biomasse daher im Reaktor zurückgehalten und aufkonzentriert werden. Dies kann durch Immobilisierung der Biomasse auf einem Trägermaterial in einem Festbettreaktor (Abb. 1) oder durch mechanische Rückhaltung in einem Membranreaktor geschehen. Das Fraunhofer IGB verfügt über Reaktoren verschiedener Art und Größe, um die anaerobe Reinigung von Abwasserproben zu untersuchen. Nach der Optimierung des Prozesses im halbtechnischen Maßstab in unserem Biotechnikum bieten wir auch das Scale-up vor Ort im Unternehmen an.

- 1 *Festbettreaktor mit umwälzbarem Partikelbett.*
- 2 *Schema der zweistufigen Hochlastfaulung mit Phasenmischsystem und Mikrofiltration.*
- 3 *Kläranlage in Tauberbischofsheim mit zweistufiger Hochlastfaulung und Mikrofiltration.*



2



3

**Hochlastfaulung:
Weniger Klärschlamm, mehr Energie**

Bei der herkömmlichen kommunalen Abwasserreinigung fällt Klärschlamm in großen Mengen als Abfallprodukt an. Bundesweit sind es 2,2 Millionen Tonnen Trockensubstanz. Die Kosten für Klärschlammbehandlung und -entsorgung machen heute 30–50 Prozent der Betriebskosten einer Kläranlage aus. Deshalb sind wirtschaftliche Verfahren zur Schlammbehandlung von großem Interesse.

Neues Hochlastverfahren

Das Fraunhofer IGB hat ein Hochlastverfahren zur Klärschlammvergärung entwickelt, das 1994 erstmals auf der Kläranlage Leonberg (60 000 Einwohnerwerte, EW) in Betrieb genommen wurde. Die Bilanz zeigt: Die Hochlastfaulung setzt den Schlamm auf wesentlich kleinerem Raum, sehr viel schneller und kostengünstiger zu Biogas um als herkömmliche Faultürme. Betriebliche Probleme, wie übermäßige Schaumbildung, treten nicht mehr auf. Der Prozess unterscheidet sich von herkömmlichen Faulprozessen durch geringere Verweilzeiten (5–7 anstatt 20 Tage) und höhere organische Raumbelastungen (8–10 anstatt 1–2 kg/m³×d), verbesserten Abbaugrad (bis zu 70 Prozent der organischen Trockensubstanz) und erhöhte Biogasausbeute. Er eignet sich auch zur Behandlung anderer organischer Substrate wie Grüngut aus der Landwirtschaft oder Biomüll aus der kommunalen Entsorgung.

Weitere Verbesserung durch Mikrofiltration

Die Erweiterung der Hochlastfaulung um eine Mikrofiltration mit einem Rotationsscheibenfilter (Seite 17) führt zu zusätzlichen Verbesserungen. So werden Umsatz und erzielbare Biogasmenge weiter erhöht. Weitere Vorteile sind eine verbesserte Entwässerung des Restschlammes, geringere Schlamm-mengen und somit verringerte Kosten für die Schlamm-entsorgung. Das partikelfreie Filtrat ist zudem reich an Ammonium und Phosphor, die durch Strippung (Ammoniak) oder Fällung (Magnesiumammoniumphosphat, MAP) bzw. elektrochemisch zurückgewonnen und als Dünger genutzt werden können.

Das Hochlastverfahren wird inzwischen von sieben kommunalen Kläranlagen erfolgreich betrieben. Im Jahr 2007 ging es erstmals auch für eine kleinere Kläranlage des Abwasserzweckverbands Mittleres Wutachtal (10 000 EW) in Betrieb und stellt auch hier eine wirtschaftliche Alternative zur aeroben Schlammstabilisierung dar. 2012 wurde die Hochlastfaulung erstmals erfolgreich mit einem Gaslift-Schlaufenreaktor anstelle des bisherigen Phasenmischsystems auf der Kläranlage Bad Dürrenberg (26 000 EW) realisiert. Durch die vereinfachte Bauform konnten erhebliche Baukosten gespart werden.

RÜCKGEWINNUNG VON NÄHRSTOFFEN

Abwässer enthalten neben der organischen Fracht auch größere Mengen an Nährstoffen wie Stickstoff, Phosphor, Magnesium, Kalium oder Schwefel. Sie werden mit großem Aufwand und teilweise enormem Energieverbrauch durch Nitrifikation, Denitrifikation und biologische Phosphorelimination (sogenannte Bio-P-Prozesse) aus Abwässern entfernt, damit sie nicht in die Oberflächengewässer gelangen und hier zur Eutrophierung führen.

Gleichzeitig sind der Bedarf an Nährstoffen und deren Preise weltweit gestiegen. In jüngster Zeit zielen Forschungsarbeiten daher verstärkt darauf, auch anorganische Nährstoffe aus kommunalen, industriellen und landwirtschaftlichen Abwässern wiederzugewinnen und so den Gewässerschutz mit der Düngerproduktion zu verbinden. Düngemittel aus Abwässern können sich zu einer Alternative zu Mineraldüngern aus dem energieintensiven Haber-Bosch-Verfahren und zu Phosphat aus Erzen darstellen, deren Kapazität in wenigen Jahrzehnten erschöpft sein wird.

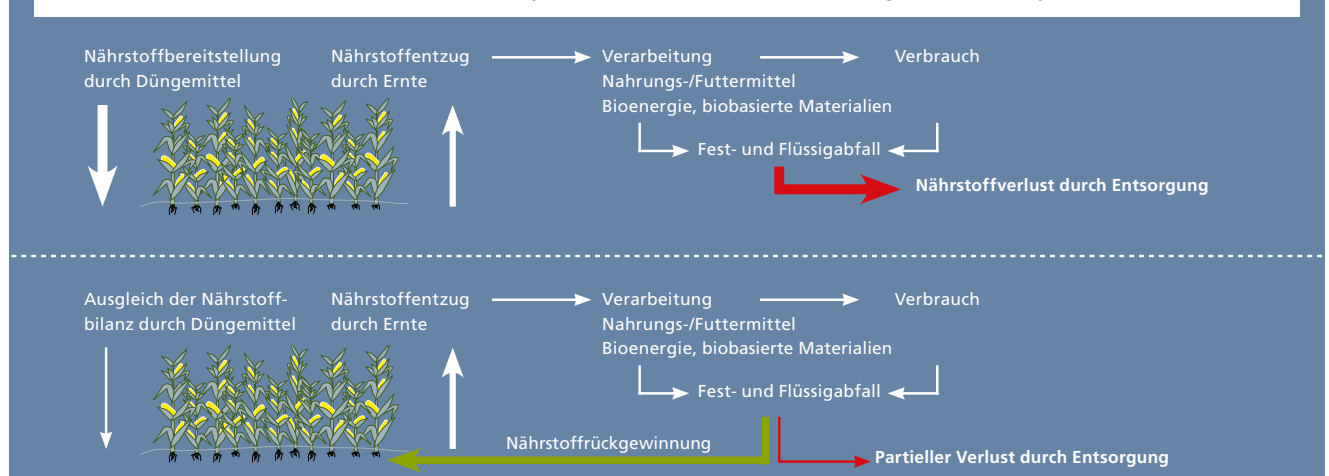
Patentierter elektrochemischer Prozess

Das Fraunhofer IGB arbeitet an der Entwicklung und Optimierung von Techniken zur Gewinnung von Magnesiumammoniumphosphat (MAP, Struvit), Ammoniumsalzen und Kaliumsalzen. Patentiert wurde ein elektrochemischer Prozess, mit dem Stickstoff und Phosphor – ohne Zugabe von Salzen oder Laugen – als Struvit ausgefällt werden. Die Phosphorkonzentrationen im Ablauf eines Versuchsreaktors konnten mit dem Verfahren um 99,7 Prozent auf unter 2 mg/l gesenkt werden. Das Produkt Struvit ist in der Landwirtschaft direkt als hochwertiger Dünger einsetzbar. Eine mobile Anlage mit einem Durchflussvolumen von 1 m³/h Abwasser wird derzeit erprobt.

Organische Düngepellets

Organische Dünger werden gewonnen aus Faulschlämmen, die bei Gärprozessen anfallen. Dabei werden Nährstoffe so pelletiert, dass sie direkt als Dünger für die Landwirtschaft zur Verfügung stehen. Die Düngepellets können zudem mit einer definierten Zusammensetzung an Stickstoff und Phosphor angereichert werden und sind eine wirtschaftliche Alternative zu herkömmlichen Düngern.

Nährstofffließbild für ein herkömmliches System (oben) und ein nachhaltiges Kreislaufsystem (unten)



REFERENZEN

- DEUS 21 – Semi-dezentrale Urbane Infrastruktursysteme, BMBF
- Dezentralisierte Wasserver- und -entsorgung in der Region Piracicaba, BMBF
- DeSol – Entwicklung einer gravitationsunterstützten Entsalzungstechnologie, EU
- Biologische Behandlung von Klinikabwasser, Untersuchung zum Arzneimittelabbau, Willy-Hager-Stiftung, Robert-Bosch-Stiftung
- ADOXPOL – Entwicklung einer kompakten Anlage zur Prozesswasserreinigung, EU
- Light4CleanWater und Light4CleanWater Demo – Abbau von Gefahrstoffen in Abwasser mit multichromatischem UV-Licht, EU
- CleanLeachate – Kombiniertes Kathoden- und Anodenprozess zur Behandlung von Deponiesickerwasser, EU
- WaterPlasma – Entfernung persistenter Schadstoffe mit atmosphärischer Plasmatechnologie, EU
- Betrieb einer Pilotanlage zur elektrophysikalischen Fällung in der Trinkwasseraufbereitung, Wasserwerk Zrenjanin/Serbien
- Untersuchungen zur Prozesswasseraufbereitung durch Metallfällung, Industrieauftrag
- Unterstützung beim Bau einer mobilen Trinkwasseraufbereitungsanlage nach dem Prinzip der Anschwemmfiltration, Stadtwerke Buchen/Odenwald
- Optimierung der kommunalen Abwasserreinigung und Aufbau einer Klärschlammvergärung mit Mikrofiltration und Ammoniumgewinnung für die Stadt Heidelberg (mehrere Folgeprojekte), Abwasserzweckverband (AZV) Heidelberg
- Optimierung der kommunalen Abwasserreinigung der Stadt Tauberbischofsheim (mehrere Folgeprojekte), Stadt Tauberbischofsheim
- Optimierung der kommunalen Abwasserreinigung der Stadt Ilsfeld (mehrere Folgeprojekte), Planung eines Faulturms für das Hochlastverfahren mit Mikrofiltration, wissenschaftliche Begleitung des Betriebs und Erfolgskontrolle, Zweckverband GKA Schozachtal
- Optimierung der kommunalen Abwasserreinigung, Planung eines Faulturms für das Hochlastverfahren mit Mikrofiltration und einer Anlage zur Ammoniakstrippung für die Gemeinde Wutöschingen, AZV Mittleres Wutachtal
- Erarbeitung eines kostengünstigeren Konzepts zur Modernisierung des Gruppenklärwerks Weidach, Untersuchung der Vergärbarkeit des Klärschlammes des Gruppenklärwerks Weidach, Stadt Kirchheim am Neckar
- Vergleichende Untersuchungen innovativer Verfahren zur Desinfektion der Kläranlagenabläufe, Stadtentwässerung Stuttgart
- Stickstoff-Eliminierung aus kommunalem Abwasser, Stadtentwässerung Stuttgart
- Anaerobe biologische Behandlung von Molkereiabwasser, Industrieauftrag
- Studie zur Abwasserbehandlung in Tierfarmen und Schlachthäusern, International Finance Cooperation IFC, Ecuador
- Voruntersuchungen zur anaeroben Abwasserreinigung in einer Stärkefabrik, Serbien, Industrieauftrag
- Untersuchungen zur Abtrennung von Magnesiumammoniumphosphat mit Hydrozyklonen, Industrieauftrag

LEISTUNGSANGEBOT



Optimierung von Kläranlagen

Das Fraunhofer IGB verfügt über langjährige Erfahrung in der Entwicklung und Optimierung von Reinigungsprozessen für kommunale und industrielle Kläranlagen. In zahlreichen Projekten wurden durch systematische Analyse und spezifische Messungen Prozesse wie Nitrifikation, Denitrifikation oder die Biogasproduktion verschiedener Kläranlagen, aber auch deren Gesamtbetrieb, wesentlich verbessert. Dadurch konnten kostenintensive Umbaumaßnahmen vermieden werden.

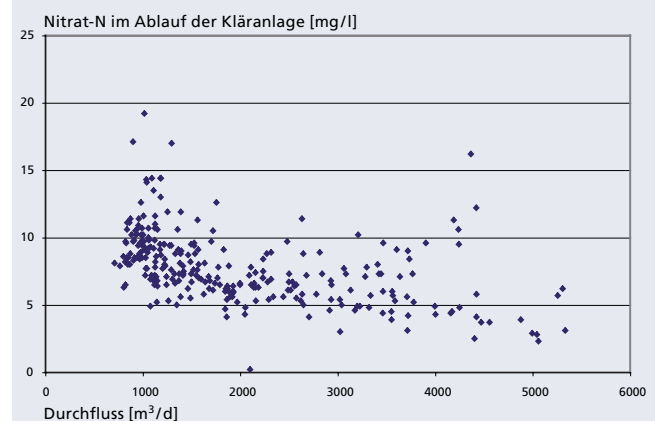
Verfahrensverbesserung statt kostenintensiver Kläranlagenerweiterungen

Der Lösungsansatz des Fraunhofer IGB beginnt mit der sorgfältigen Auswertung der Betriebstagebücher. Hierbei bestimmen wir nicht nur die üblichen Auslegungsparameter, sondern analysieren die Funktion der Kläranlage durch prozesstechnische Vorgehensweisen und Darstellungsformen auch in allen Teilbereichen der Anlage. In vielen Fällen ist zusätzlich ein spezifisches Messprogramm durchzuführen, mit dessen Hilfe wir die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Reinigungsstufen bestimmen. Auf diese Weise können individuelle Lösungen gefunden werden, welche die Kläranlagen kostengünstig auf den Stand der Technik bringen und die Leistung der Kläranlage den gesetzlich vorgeschriebenen Werten anpassen. Diese Vorgehensweise hat sich vielfach bewährt, da kostenintensive Erweiterungen von Kläranlagen unnötig wurden.

Ein Beispiel

Eine Kläranlage besitzt eine vorgeschaltete Denitrifikation, die aus zwei hintereinander geschalteten Becken besteht. Bei tiefen Temperaturen im Winter wird das zweite Becken zur Unterstützung der Nitrifikation belüftet. Da es hierbei gelegentlich zu hohen Ablaufwerten des Nitratstickstoffs kommt, vermutete der Betreiber, dass die hydraulische Aufenthaltszeit im verbleibenden Becken für die Denitrifikation nicht mehr ausreichend sei. Eine genaue Analyse des Betriebstagebuchs ergab, dass hohe Ablaufwerte des Nitratstickstoffs vor allem bei geringen Durchflüssen auftreten (siehe unten). Somit konnte eine hydraulische Überlastung des Beckens ausgeschlossen werden. In der kalten Jahreszeit mit wenig Fremdwasser kommt es aber zu hohen Stickstoffkonzentrationen im Zulauf. Durch eine Erhöhung des Kreislaufwassers bei geringen Durchflüssen konnte das Problem behoben und der Bau eines neuen Beckens vermieden werden.

Nitratstickstoff im Ablauf einer Kläranlage als Funktion des Durchflusses





Anlagen-, Reaktor- und Bioreaktor-Design und Verfahrensentwicklung

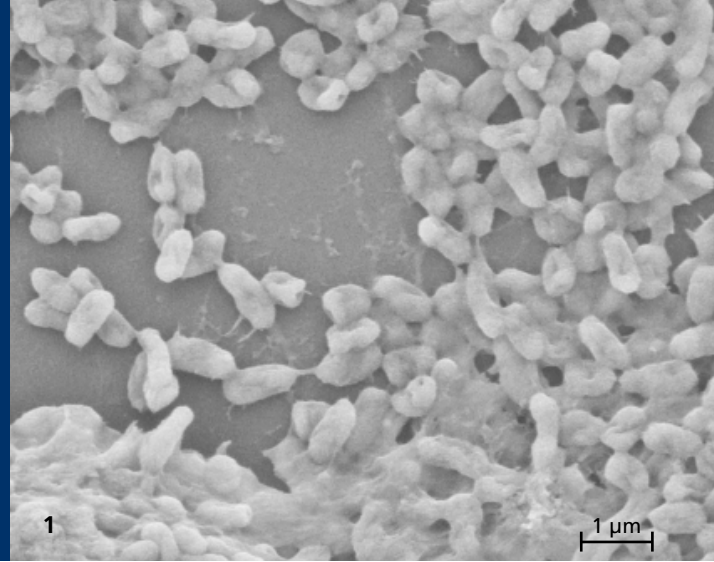
Das Fraunhofer IGB hat verschiedene Bioreaktoren zur Abwasseraufbereitung entwickelt, beispielsweise anaerobe und aerobe Schlaufenreaktoren (Airlift-/Gasliftreaktoren), Membranbioreaktoren oder einen Festbett-Umlaufreaktor, bei dem das Partikelbett periodisch umgewälzt wird. Festbettreaktoren werden in der Anaerobtechnik eingesetzt, um die aktive Biomasse, die sich auf und zwischen den Partikeln immobilisieren kann, zu erhöhen. Beim Festbett-Umlaufreaktor des Fraunhofer IGB wird zu bestimmten Zeiten das Festbett partiell umgewälzt und dadurch ein dauernder störungsfreier Betrieb ermöglicht (siehe Seite 12, Abb. 1).

Geeignete Bioreaktoren und entsprechende Verfahrenskonzepte wählen wir anhand der spezifischen Anforderungen des jeweiligen Abwassers und der beabsichtigten Wiederverwertung aus und passen sie an regionale, klimatische und kulturelle Bedingungen an.

Innovative Filtrationstechnik: Rotationsscheibenfilter

Mit hervorragenden Filtrationsleistungen und niedrigem Energiebedarf hat der am Fraunhofer IGB entwickelte Rotationsscheibenfilter besondere Bedeutung für unsere kommunalen Wasserinfrastrukturkonzepte erlangt. Der Rotationsscheibenfilter ist ein dynamischer Membranfilter, der aus einem Stapel keramischer Membranscheiben auf einer rotierenden Hohlwelle besteht. Der Rotationsscheibenfilter ist gleichermaßen für die Klärschlammfäulung, zur Filtration von Belebtschlamm, Faulschlamm, Rohabwasser und Schwarzwasser geeignet. Großtechnisch wird der Rotationsscheibenfilter mit geringem Wartungsaufwand im Membranbioreaktor einer kommunalen Kläranlage eingesetzt. Dadurch wird der anaerobe Membranbioreaktor eine technische Alternative zum aeroben Belebtschlammverfahren.

- 1 *Schaumentwicklung im Belebungsbecken einer Kläranlage.*
- 2 *Rotationsscheibenfilter – Mikrofiltrationstechnik für die kommunale Abwasserreinigung.*



Bewertung der mikrobiologischen Qualität von Wasser

Zahlreiche Infektionskrankheiten können über das Trinkwasser übertragen werden. Laut Weltgesundheitsorganisation sterben jährlich 3,4 Millionen Menschen an Krankheiten, die auf verunreinigtes Wasser zurückzuführen sind. Bei der Einführung neuer Technologien zur Wasseraufbereitung spielt auch hierzulande die mikrobiologische Qualität von Wasser eine Rolle, etwa wenn Regenwasser zum Duschen oder Wäschewaschen aufbereitet wird.

Am Fraunhofer IGB überprüfen wir hygienisch relevante Parameter von Filtrationsverfahren unter definierten Bedingungen und passen die Nachweisverfahren für Keime bei Bedarf an besondere Bedingungen an.

1 Anzahl und Art der Mikroorganismen entscheiden mit über die Qualität des untersuchten Wassers.

Wassercheck: Chemische Analyse von Trinkwasser

Die Trinkwasserverordnung gewährleistet, dass die Wasserversorger in Deutschland nur Wasser höchster Qualität verteilen. Auf den letzten Metern jedoch – in den Hausleitungen oder Armaturen – kann das Trinkwasser durch Blei, Kupfer, Eisen, Nickel, Zink oder Chrom beeinträchtigt werden. Bei Einsatz von Wasserenthärtungsanlagen können zudem erhöhte Natriumwerte die Folge sein. Bei Hausbrunnen kann der Eintrag von Düngern aus der Landwirtschaft zur Überschreitung von Nitrat- und Phosphatwerten führen.

In Zusammenarbeit mit der österreichischen Firma AQA hat das Fraunhofer IGB einen Wassertest entwickelt, mit dem jeder Haushalt sein wichtigstes Lebensmittel auf mögliche chemische Belastungen testen lassen kann. Das Fraunhofer IGB analysiert die Wasserproben mit modernsten qualitätsgesicherten Analyseverfahren auf 24 relevante chemische Qualitätsparameter und stellt die Ergebnisse den erlaubten Werten der Trinkwasserverordnung gegenüber. Die Ergebnisse geben Auskunft, ob das Wasser eine besondere Mineralstoffzusammensetzung aufweist oder für die Zubereitung von Babynahrung geeignet ist.



Leistungsangebot im Überblick

- Markt- und Technologieanalysen, Machbarkeitsstudien
- Erstellung angepasster Konzepte zum Wassermanagement für Kommunen und Industrie mit Fokus auf Wiedergewinnung von Ressourcen (Masterpläne)
- Untersuchungen zum aeroben und anaeroben biologischen Abbau von Abwasser, Ermittlung von Auslegungsparametern, Berechnung der Wirtschaftlichkeit
- Untersuchungen zur mechanischen und chemisch-physikalischen Elimination von Abwasserinhaltsstoffen, Ermittlung von Auslegungsparametern, Berechnung der Wirtschaftlichkeit
- Entwicklung biologischer und chemisch-physikalischer Prozesse zur Wasseraufbereitung und Abwasserreinigung für Industrie und Kommunen
- Entwicklung von Reaktorsystemen in Modulbauweise, Technikums- und Pilotmaßstab (halbtechnisch), methodengestützte Entwicklung von Komponenten und Prozessen, Modellierung und Simulation
- Übertragung in den Technikums- und Pilotmaßstab
- Analysen zu Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit

Kontakt

Dr.-Ing. Ursula Schließmann

Abteilungsleiterin Umweltbiotechnologie
und Bioverfahrenstechnik
Telefon +49 711 970-4222
ursula.schliessmann@igb.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Siegfried Egner

Abteilungsleiter Physikalische Prozesstechnik
Telefon +49 711 970-3643
siegfried.egner@igb.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut

für Grenzflächen- und

Bioverfahrenstechnik IGB

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon +49 711 970-4401

Fax +49 711 970-4200

info@igb.fraunhofer.de

www.igb.fraunhofer.de

Fraunhofer IGB Kurzprofil

Das Fraunhofer IGB entwickelt und optimiert Verfahren, Produkte und Technologien für die Geschäftsfelder Gesundheit, Chemie und Prozessindustrie sowie Umwelt und Energie. Wir verbinden höchste wissenschaftliche Qualität mit professionellem Know-how in unseren Kompetenzfeldern – stets mit Blick auf Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit. Komplettlösungen vom Labor- bis zum Pilotmaßstab gehören dabei zu den Stärken des Instituts. Kunden profitieren auch vom interdisziplinären Austausch zwischen den fünf FuE-Abteilungen in Stuttgart und den Institutsteilen an den Standorten Leuna und Straubing. Das konstruktive Zusammenspiel der verschiedenen Disziplinen am Fraunhofer IGB eröffnet neue Ansätze in Bereichen wie Medizintechnik, Nanotechnologie, industrieller Biotechnologie oder Umwelttechnologie. Das Fraunhofer IGB ist eines von 69 Instituten und Forschungseinrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft, Europas führender Organisation für angewandte Forschung.

Fraunhofer-Allianz SysWasser

Am Fraunhofer IGB ist die Geschäftsführung der Fraunhofer-Allianz SysWasser angesiedelt, in der elf Fraunhofer-Institute ihre Kompetenzen in der Entwicklung von Wassersystemtechnologien bündeln. Unter Berücksichtigung sozialer, ökonomischer und ökologischer Konsequenzen will die Allianz nachhaltige Lösungen für Wassergewinnung, Infrastruktur und Abwasserreinigung in praxisorientierte, nationale und internationale Anwendungen überführen und Technologien entwickeln, mit denen die »Millennium Development Goals« der Vereinten Nationen besser erreicht werden können als mit dem traditionellen Stand der Technik. Ein weiteres Ziel ist die systemische Vernetzung der Ressource Wasser mit den Sektoren Energie-, Abfall- und Landwirtschaft.



Member of

**German Water
Partnership**

SysWasser Geschäftsstelle:

Fraunhofer IGB

Dr.-Ing. Ursula Schließmann

Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart

Telefon +49 711 970-4222

Fax +49 711 970-4200

ursula.schliessman@

igb.fraunhofer.de

www.syswasser.de