

Energie aus Abwasser

ANAEROBE ABWASSERREINIGUNG | Ein Verfahren der Flexbio Technologie GmbH, Einbeck, ermöglicht den Brauereien den nachhaltigen Umgang mit Abwasser und die Nutzung der im Abwasser enthaltenen Energie. Die neue Generation der anaeroben Abwasserbehandlung kommt in kompakter und modularer Bauweise daher und stellt vor allem für kleine und mittelständische Betriebe eine wirtschaftliche Lösung dar.

DIE ÜBERWIEGENDE ZAHL der Brauereien in Deutschland (über 1500) leitet ihre Abwässer als „Indirekteinleiter“ in kommunale Kläranlagen ein, lediglich 8,5 Prozent aller Betriebe leiten direkt ein. Die Abwasserverordnung schreibt für direkt in Gewässer einleitende Brauereien Grenzwerte vor. Die Einhaltung dieser hat für die Umwelt und Klärwerksbetreiber eine hohe Relevanz. Jedoch ist die konventionelle Behandlung von Abwasser mit hohen Betriebskosten und CO₂-Emissionen verbunden. Beeinflusst durch die ökologische Entwicklung und den aktuellen Trend zu mehr Nachhaltigkeit legen immer mehr Brauereien besonderen Wert auf eine innovative, umweltfreundliche Brauereitechnik. So sind viele Betriebe auf der Suche nach einer Lösung zur Modernisierung und Effizienzsteigerung eigener Prozesse. Dazu gehört einerseits die Optimierung der Betriebskosten zur Abwasserbehandlung bzw. -entsorgung und andererseits die Verbesserung der CO₂-Bilanz.

Für die Abwasserbehandlung stehen dabei die folgenden Aspekte im Vordergrund:

- Effizienter Umgang mit Energie und Betriebsstoffen, d. h. Minimierung des Ressourceneinsatzes, beispielsweise von Energie für die Abwasserbehandlung;
- Nutzung der im Abwasser enthaltenen Ressourcen, insbesondere Wasser und Energie.

Nutzung im Abwasser enthaltener Ressourcen

Wasser und Energie sind vielfältig im Brauprozess miteinander verknüpft: Angefangen beim Mahlvorgang in der Schrottmühle und der Verwendung von Weichwasser, über die Brauwasseraufbereitung, das Maischen, Läutern und Kochen bis hin zur

Filtration und Abfüllung wird Wasser und Energie verbraucht. In der gesamten Prozesskette entsteht Abwasser, das gleichzeitig Energie in Form von Wärme und chemisch gebundene Energie (organische Stoffe) enthält. Diese gebundene Energie kann in den meisten Fällen genutzt werden, z. B. durch Umwandlung in einem anaeroben Prozess zu methanreichem Gas, das anschließend in einem Blockheizkraftwerk oder einer Gastherme genutzt wird.

Von zentraler Bedeutung für die Bewertung der chemisch gebundenen Energie ist dabei der chemisch-biologische Sauerstoffbedarf (CSB). Durch eine Bilanzierung der anaeroben Abwasserbehandlung auf Basis des CSB kann das Energiepotenzial des Abwassers aufgezeigt werden. Durch die Stöchiometrie kann hieraus das Potenzial ermittelt werden; 1 kg CSB entspricht dabei 0,35 Nm³ Methan bzw. 3,5 kWh. Das Brauereiabwasser kann eine Belastung von 1–4,5 CSB kg pro m³ Abwasser aufweisen. Somit ergibt sich ein Energiepotenzial von 3,5–15,75 kWh pro m³ Abwasser.

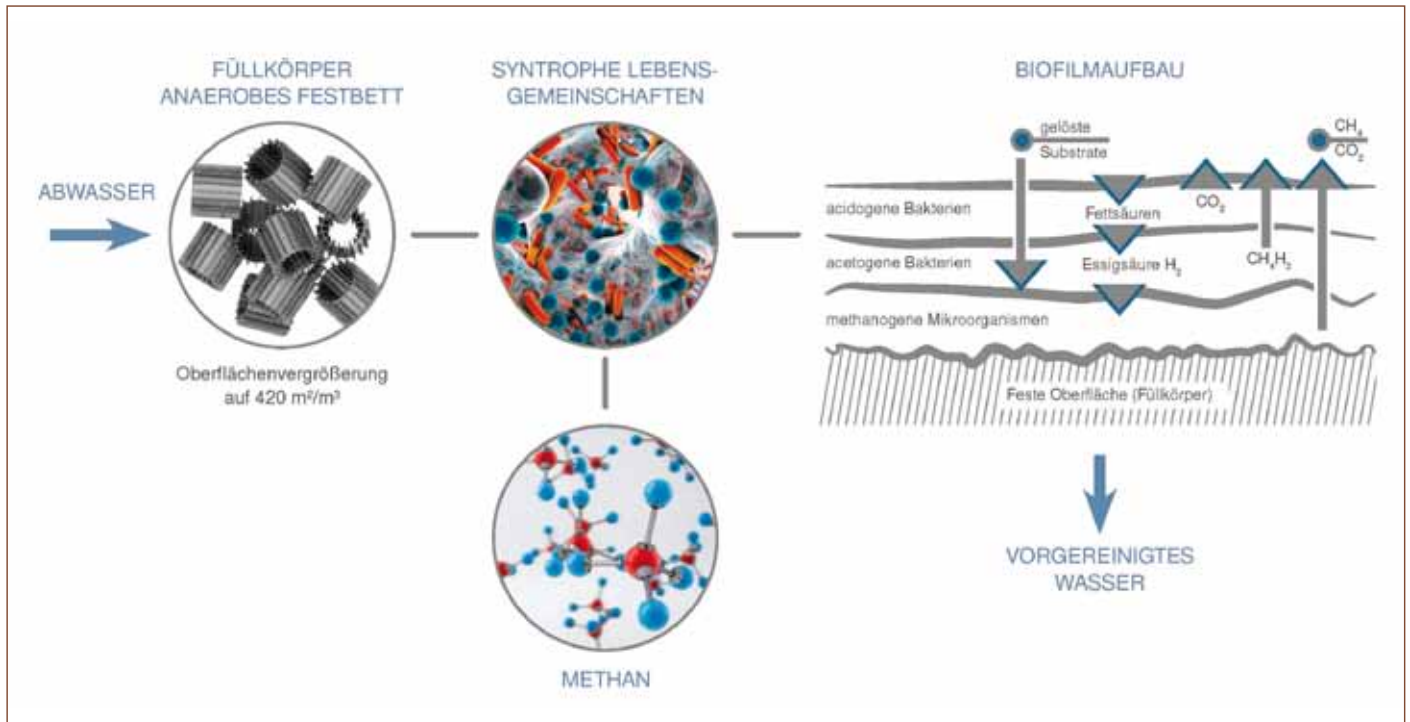
Verfahren

Das Unternehmen Flexbio Technologie GmbH hat sich seit der Gründung 2014 innerhalb der Brauereibranche mit einer eigenen Lösung für nachhaltige betriebliche



Anlagenverbund zur anaeroben Abwasserbehandlung mit Gasspeicherung und Gasaufbereitung

Autor: Flexbio Technologie GmbH, Einbeck



Trägermaterial und Aufbau des Biofilms

Abwasserbehandlung positioniert. Die entwickelte Vorgehensweise ermöglicht den Einsatz der anaeroben Abwasserbehandlung in den Brauereien, in denen bisher keine wirtschaftliche Anwendung möglich war. Dort kann eine Abwasserbehandlung durch das FlexBio®-Verfahren ergänzt oder modernisiert werden. Sowohl eine Vorbehandlung zur Vermeidung von „Starkverschmutzungsgebühren“ als auch eine Vollklärung zur Direkteinleitung können mit dem Verfahren realisiert werden.

Es arbeitet mit einem Hochleistungsreaktor als zentrale Einheit, der als Anaerobfilter oder Festbett bekannt ist. Der Abbau der organischen Fracht der Abwässer findet unter Sauerstoffausschluss statt. Charakteristisch für die anaerobe Umsetzung ist der geringe Zuwachs von Biomasse, da der Großteil der in den Abwasserkomponenten gelösten organischen Substanzen in die Endprodukte Biomethan und Kohlendioxid übergeht und damit nicht für die Biomassebildung zur Verfügung steht.

Bioreaktoren mit großer spezifischer Ansiedlungsoberfläche – wie der Festbettreaktor – ermöglichen eine Anreicherung bzw. Rückhaltung der methanbildenden Mikroorganismen.

Die Mikroorganismen sind auf dem Trägermaterial fixiert und ermöglichen so eine Entkoppelung der Generationszeit von der Verweilzeit des Abwassers im Prozess. Be-

deutend ist, dass mit dem Verfahren kurze Verweilzeiten von sechs Stunden in der Praxis bzw. von bis zu 0,5 Stunden im Labor-Festbettreaktor möglich sind.

Aufgrund des hohen Schlammalters liegt ein hoher Adaptionsgrad vor. Dadurch bleibt die Fähigkeit des Systems, sporadisch eingeleitete Substanzen zu verstoffwechseln, länger erhalten als in den Reaktorsystemen mit einem ständigen Austausch der Biomasse, wie z.B. Durchflussverfahren bzw. Ausschwemmreakortypen.

Eigene Erhebungen mit dem Festbettreaktor zeigen, dass beim Einsatz von organisch belasteten Abwässern ein spontanes Anfahren bzw. Unterbrechen der Biogasproduktion möglich ist. Die zahlreichen Untersuchungen zur Belastbarkeit und Prozessstabilität stellen eine hohe Toleranz gegenüber Stoßbelastungen dar. Für die Untersuchungen auf dem Gebiet der flexiblen und steuerbaren Gasproduktion im Festbettreaktor hat Unternehmensgründer Waldemar Ganagin den Innovationspreis



Anlagenverbund zur anaeroben Abwasserbehandlung mit Gasspeicherung und Gasaufbereitung sowie -verwertung in einem 20-Fuß-Container als 3D-Modell

der Deutschen Landwirtschaft (Innovationspreis - Biogas 2014) erhalten.

Eine weitere Innovation des Verfahrens stellt die Behandlungstemperatur dar. Die Anreicherung sowie die Rückhaltung der methanogenen Mikroorganismen im Festbett ermöglichen einen effektiven Abbau der organischen Fracht. Dies ist ebenso bei niedrigen Temperaturen, unterhalb von optimalen Bereichen (< 20 °C), möglich. Außerhalb der optimalen Temperatur ist das Wachstum dieser Mikroorganismen verlangsamt. Diese Tatsache wird oft mit der Effizienz des anaeroben Abbaus, der Methanproduktion, gleichgesetzt. Eigene Erhebungen und Praxiserfahrung belegen, dass bei organisch belastetem Abwasser trotz einer Prozesstemperatur von unter 20 °C über 90 Prozent der organischen Belastung reduziert werden kann. Weitere wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass der Organik-Abbau mit dem Festbettverfahren in Temperaturbereichen selbst unter 10 °C effektiv erfolgen kann.

Diese Ergebnisse sind besonders für die Abwasserbehandlung der Brauereien interessant, da die gewonnene Energie (Biomethan) als Prozessenergie im Betrieb komplett genutzt werden kann. Das oben beschriebene Verfahren ist vor allem für eine effiziente Reduktion der organischen Fracht des Abwassers geeignet.

Wird eine weitestgehende Abwasserbehandlung zwecks Direkteinleitung angestrebt, kann die anaerobe Vorbehandlung durch weitere Behandlungsstufen erweitert werden. Unter aeroben Bedingungen kommt es in der Belebung (aerobe Behandlungsstufe) zur Nitrifikation von Ammoni-

um sowie weiterer CSB-Elimination. Darüber hinaus wird das Verfahren durch einen modernen Membran-Bioreaktor (MBR) ergänzt, was eine zusätzliche Effizienzsteigerung zur Folge hat. Das Verfahren von Flexbio wird bereits in unterschiedlichen Kombinationen in der Praxis erfolgreich eingesetzt.

Systemvorteile

Die Flexbio Technologie GmbH baut den Großteil ihrer Abwasserreinigungsanlagen modular auf und erreicht dadurch maximale Flexibilität. Projektübergreifend können Module nach dem Baukastenprinzip zu einer ganzheitlichen Anlage zusammengesetzt werden. Besonderheit des Verfahrens ist die kompakte Containerbauweise der anaeroben Abwasserbehandlung mit gleichzeitiger Energiegewinnung.

Das kleinste Modul in einem 20-Fuß-Container ermöglicht eine anaerobe Abwasserbehandlung mit einer Behandlungskapazität ab ca. 20–90 m³/d Abwassermenge bzw. 350 kg CSB pro Tag (z. B. Abwassermenge einer Brauerei mit 10 000 hl Bierausstoß pro Jahr). Die nächste Größe ermöglicht eine tägliche (Vor-) Behandlung von bis zu 180 m³ Abwasser oder bis zu 700 kg CSB pro Tag. Die spätere Nachrüstung zur Kapazitätserweiterung ist dadurch ebenfalls umsetzbar, sodass Investitionen nur dann folgen, wenn sie erforderlich sind.

Neben der eigentlichen Abwasserbehandlung sind Erweiterungsmöglichkeiten sowie die komplette Infrastruktur, z. B. Misch- und Ausgleichsbehälter, Abwasservorbehandlung, Separation und Trenn-

technik, Gasspeicherung, -aufbereitung und -verwertung, als ein System verfügbar.

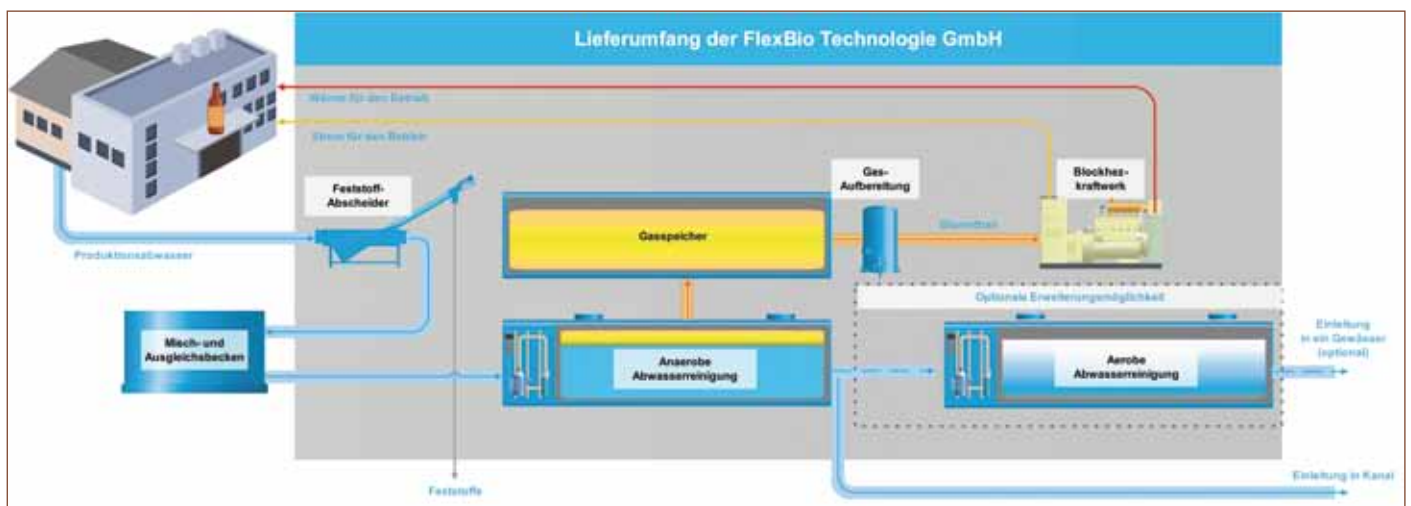
Merkmale des Flexbio-Verfahrens:

- Gewinnung hochwertiger Energie (Biomethan);
- hohe Prozessstabilität, Flexibilität, unempfindlich für schwankende bzw. diskontinuierliche organische und hydraulische Belastung;
- Lieferzeit und Inbetriebnahme innerhalb von drei Monaten;
- kompakte und modulare Bauweise (bei Bedarf erweiterbar);
- reduzierter Arbeits- und Zeitaufwand durch Automatisierung, Fernsteuerung und -überwachung;
- niedrige laufende Betriebs- und Unterhaltungskosten.

Rechtliche Rahmenbedingungen

Für die Indirekteinleitung gelten im Wesentlichen die Anforderungen zur Feststoffabscheidung, Neutralisation, Frachtreduktion sowie die Festlegungen der Ortssatzungen. Die Satzungen regeln unter anderem für die Brauereien die verschmutzungsabhängigen Gebührenzuschläge, den sogenannten Starkverschmutzungszuschlag. Allgemein ist für die Vorbehandlung und Einleitung in das Kanalnetz keine Genehmigung nach Landeswassergesetz notwendig.

Die Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung - AbwV) Anhang 11 regelt diese für Direkteinleiter (Einleitung in ein Gewässer). Für das anfallende Brauereiabwasser ist bei Direkteinleitung eine Genehmigung nach Landeswassergesetz erforderlich.



Flussdiagramm der Abwasserbehandlung: Misch- und Ausgleichsbecken, Abwasserbehandlung, Gasaufbereitung, Gasspeicherung und -verwertung sowie Infrastruktur

Mit der Novellierung der Abwasserverordnung (vgl. AbwV 2014) erfolgt die Aufnahme der Energieeffizienz sowie der Energiepotenziale: „Abwasseranlagen sollen so errichtet, betrieben und benutzt werden, dass eine energieeffiziente Betriebsweise ermöglicht wird. Die bei der Abwasserbeseitigung entstehenden Energiepotenziale sind, soweit technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar, zu nutzen.“ Für die innerbetriebliche Abwasserbehandlung bedeutet dies, zukünftig den Einsatz von Energie zu minimieren und gleichzeitig die im Abwasser enthaltene Energie zu nutzen.

■ Praxisbeispiel

Aufgrund der ansteigenden Starkverschmutzungsgebühren der Indirekteinleitung hat sich eine oberbayerische Brauerei mit einer Jahresabwassermenge von 30 000 m³ dazu entschieden, eine anaerobe Vorreinigung mit dem Flexbio-Festbettreaktor zu installieren. So soll die Energie im Abwasser genutzt und dabei die Starkverschmutzungsgebühr eingespart werden.

Als Schnittstelle der Abwasserbehandlung wird ein Auffangschacht installiert, in dem die Abwasserleitungen der verschiedenen Produktionsbereiche zusammenlaufen. Die Feststoffe werden durch eine Siebschnecke direkt vor dem Schacht abgetrennt. Füllstandgesteuerte Pumpen fördern die stoßweise anfallenden Mengen in das Misch- und Ausgleichsbecken.

Die Größe des Ausgleichsbeckens wird auf zwei durchschnittliche Tagesabwassermengen bemessen, um an den zwei Wochentagen ohne wesentlichen Abwasseranfall die bestehenden Reaktorkapazitäten zu nutzen. Auch wenn ein reduzierter Betrieb bei wenig Abwasser möglich ist, ermöglicht eine Zwischenspeicherung eine Grundlast-Energieversorgung. Im Ausgleichsbecken erfolgt eine Homogenisierung, durch die Schwankungen im Zulauf ausgeglichen werden.

Nachdem die organischen Verbindungen im Abwasser von den Mikroorganismen in das methanreiche Gas abgebaut wurden, fließt das vorgereinigte Abwasser



Technikraum einer anaeroben Abwasservorbehandlung

über einen freien Überlauf in den Kanal der Gemeinde.

Das entstehende Gas wird in einem Gasspeichermodul gespeichert. Die Installation einer Notfackel und einer Überdruckklappe sorgt für Sicherheit in Ausnahmesituationen. Das Gas wird vor der Verwertung in einem Aktivkohlefilter gereinigt und die Restfeuchte mit einem Gastrockner entfernt. Die Gasverwertung erfolgt über ein Blockheizkraftwerk. Das Gas liefert dem Motor dauerhaft 16 kW elektrischer und 32 kW thermischer Energie. Die durchschnittliche Leistungsaufnahme der gesamten Abwasserreinigung liegt bei ca. 1,8 kW (bei einem Abwasserdurchsatz von 110 m³/d).

■ Zusammenfassung

In einer Brauerei fallen Abwässer in verschiedenen Prozessschritten an. Die Flexbio-Abwassertechnologie ermöglicht die Energiegewinnung aus Abwasser und eine deutliche Kostensenkung der Abwasserentsorgung. Sowohl die Vorbehandlung zur Vermeidung von Starkverschmutzungsgebühren als auch eine Vollklärung zur Direkteinleitung werden mit dem Verfahren realisiert. Die Anlagen werden als kompakte und modulare Containerlösungen angeboten und können auch für kleinere Brauereibetriebe wirtschaftlich sein. ■