

Unentdeckte Ressourcen anzapfen

Energie aus Abwasser

Dass Bier ein gehaltvoller Energielieferant ist, haben bereits braukundige Mönche im Mittelalter erkannt. Denn schließlich musste es während der entbehrungsreichen Fastenzeit ja auch als Lebensmittel herhalten. Dass aber das weltweit beliebte Getränk schon im Verlauf des Herstellungsprozesses – genauer gesagt bei der Behandlung der Brauereiabwässer – zum Energiespender für das Unternehmen und die Umwelt werden kann, ist angesichts der Jahrhunderte alten Braugeschichte fast noch ein Novum.

Große Überschuss-Schlamm-mengen aus der Abwasserbehandlung müssen bei ständig steigenden Kosten entsorgt werden, was empfindlich auf die Gewinnmargen drückt. Hinzu kommen immer strengere Anforderungen an die Abwasser-Einleitparameter. Eine Situation, die bei vielen Brauereien hierzulande und rund um den Globus nicht unbedingt Anlass zu überschäumender Freude gibt. Auf

der Suche nach einem modernen und wirtschaftlichen Abwassermanagement haben bereits einige Brauereien betriebseigene biologische Abwasservorbehandlungsstufen installiert. Eine langfristig lukrative Lösung, denn zum einen entsteht beispielsweise bei der anaeroben, d.h. unter Ausschluss von Sauerstoff ablaufenden Abwasservorbehandlung wesentlich weniger Überschussschlamm, zum

anderen ist die weitgehende Unabhängigkeit von der künftigen Entwicklung der Abwassergebühren heute ein entscheidendes Kriterium. Der überzeugende ökologische Aspekt: Biogas als ‚kostenloses Nebenprodukt‘ der Abwasserbehandlung kann wieder in den Energiekreislauf der Brauerei eingespeist werden.

Vergleich anaeroben und aerober Abwasserbehandlungs-Verfahren

Anaerobes Verfahren	Aerobes Verfahren
nur bei hochkonzentrierten Abwässern einsetzbar (CSB > 1500 mg/l)	bei geringer Schmutzkonzentration
Vorneutralisation erforderlich für alkalische Abwässer	alkalische Abwässer ohne Vorneutralisation behandelbar
diskontinuierlicher Betrieb möglich (Kampagnen)	nur kontinuierlicher Betrieb
keine bedeutende N- und P- Entfernung	integrierte N- und P- Entfernung möglich
sehr wenig Überschussschlamm	viel Überschussschlamm, dadurch Schlamm entwässern
wenig Wartung erforderlich	Wartungsaufwand für Belüftung
Investitionskosten etwas höher	geringe Investitionskosten
- geringe Betriebskosten durch niedrigen Stromverbrauch	- Höhere Betriebskosten durch Stromverbrauch für Belüftung
- Biogasnutzung möglich	
- Positive Energiebilanz	- Negative Energiebilanz

Zusammensetzung und Abwasserqualität von Brauereiabwässern

Während des Herstellungsprozesses fallen aus den verschiedenen Teilströmen (Würzherstellung, Vergärung, Lagerung, Filtration, Abfüllung) Abwässer an. Im gemischten Abwasser liegen die CSB-Konzentrationen zwischen 1400 - 6000 mg/l (CSB ist die Kenngröße für die Abwasserbelastung und bezeichnet den chemischen Sauerstoffbedarf). Der Stickstoffgehalt (N) von 50 - 100 mg/l resultiert größtenteils aus organischem Stickstoff (Eiweiß, Hefe) und nur



zum Teil aus Ammonium und Nitrat. Für eine biologische Abwasserreinigung reichen die Stickstoff- und Phosphorkonzentrationen ohne zusätzliche Chemikaliendosierung aus. Bei der Effizienzbestimmung einer biologischen Anlage muss bedacht werden, dass im Brauereibetrieb nicht kontinuierlich Abwasser anfällt: Es treten erhebliche Mengen- und Konzentrationsschwankungen auf. Der pH-Wert variiert ebenfalls sehr stark, wobei er meist im alkalischen Bereich liegt. Es kann zu Spitzenbelastungen kommen, z.B. bei der Verwendung von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln (Natronlauge), die Abwässer mit pH-Werten.

Die verschiedenen Verfahren zur Reinigung von Brauereiabwässern Welches Verfahren oder welche Verfahrenskombination für die Abwasserreinigung geeignet ist, hängt im Wesentlichen davon ab, ob direkt in einen Vorfluter oder indirekt in eine öffentliche Kläranlage eingeleitet werden soll. Generell stehen folgende Methoden zur Verfügung:

- Mechanische (Vor)Behandlung mit Grobstoffentfernung durch Rechen, Siebung, Sandfang und Vorklärung
- Chemisch-physikalische (Vor)Behandlung mit Neutralisation und Chemikaliendosierung
- Biologische Abwasserbehandlung:
 - anaerobe Vorbehandlung
 - anaerob aerobe Behandlung
 - aerobe Behandlung

Der Vergleich bringt es ans Tageslicht: Insbesondere für Indirekteinleiter bringt die anaerobe Abwasservorbehandlung bedeutende Vorteile: Biogasgewinn, wenig Überschussschlamm, Verbesserung des CO₂-Footprints durch Biogasnutzung. Direkteinleiter dagegen profitieren

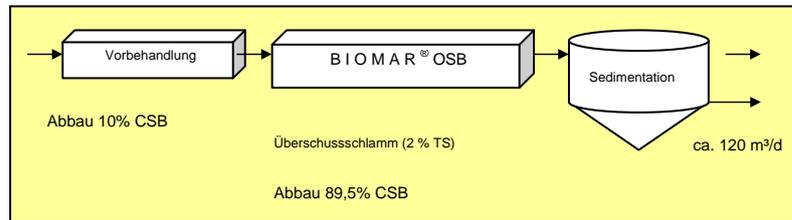


Abb. 1: Darstellung aerobe Behandlung

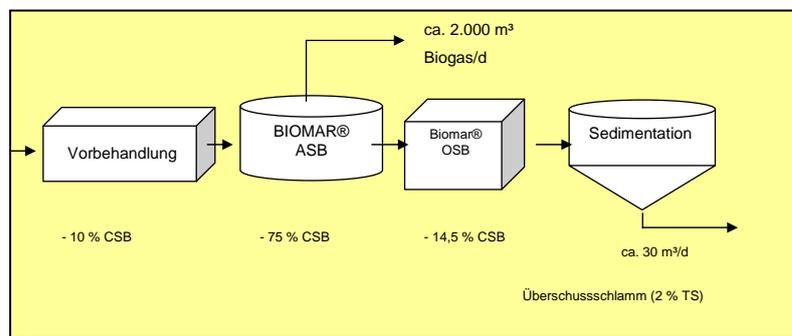


Abb. 2: Darstellung anaerob- aerobe Behandlung

von der Kombination aus anaerober Vorbehandlung und nachgeschalteter aeroben Endreinigung. Dadurch werden gegenüber einer ausschließlich aeroben Reinigung die Überschuss-Schlammengen und Betriebskosten erheblich reduziert.

Exemplarischer Verfahrensvergleich: Brauerei mit 2 Mio. Hektoliter Verkaufsbier

Ein Vergleich anaerober und aerober Behandlungsverfahren bringt transparentes Zahlenmaterial und verlässliche Kenngrößen auf den Tisch. Bei einer angenommenen Abwassermenge von 2.000 m³/d bis 2.500 m³/d sieht die Abwasserbelastung wie folgt aus:
 CSB Fracht: 6000 kg O₂/d
 BSB₅ Fracht: 3000 kg O₂/d
 (BSB₅: biologischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen)

Kombination Anaerob-aerobe Behandlung: Niedrige Betriebskosten und nachhaltige Energie-Rückgewinnung

Anaerobe Prozesse benötigen keine Sauerstoffbelüftung und leben genau dann, wenn kein Sauerstoff vorhanden ist. Die Besonderheit der Anaerobtechnik liegt in der Versäuerung und Vergärung ungewollter oder störender organischer Kohlenstoffverbindungen (Abwasserverschmutzung, ausgedrückt als CSB) durch mikrobiologische Abbauprozesse. Mikroorganismen – kleine Helfer für große Aufgaben: Bakterien gewinnen die für ihren Stoffwechsel erforderliche Energie aus der Umsetzung der organischen Kohlenstoffverbindungen zu organischen Säuren und in weiterer Folge zu den Endprodukten Methan und Kohlendioxid.



Beim durchgeführten Verfahrensvergleich wird die CSB-Fracht mit der anaerob-aeroben Behandlung der Abwässer ebenfalls um ca. 99,5 % abgebaut. Im Vergleich zum aeroben Verfahren springen jedoch zwei markante Unterschiede ins Auge: Erstens fällt nur eine Überschuss-Schlammmenge von ca. 30 m³/d (2 % TS) an, was die Entsorgungskosten gegenüber der rein aeroben Behandlung deutlich senkt. Zweitens entsteht Biogas - ein wichtiger Energieträger der Zukunft.

Biogas: Alles andere als heiße Luft

Die Verwertung von Biogas aus der Brauereiabwasserbehandlung kann auf verschiedene Arten erfolgen. Im Schnitt weist das Biogas einen Brennwert von ca. 6,7 kWh/m³ auf. Biogas, das bei der Behandlung von Brauereiabwässern entsteht, enthält Schwefelwasserstoff. Nach seiner Entschwefelung und Entfeuchtung eignet es sich zur Verwertung im Dampfkessel, wo es zur Herstellung von Prozesswärme verbrannt wird (Dampf). Bei einem durchschnittlichen Brauereiabwasser mit ca. 3.500 mg CSB/l kann somit bis zu 1,6 m³ Biogas /m³ Abwasser erzeugt werden.

Was im Klartext heißt: Pro Kubikmeter Abwasser kann Biogas einen Energieinhalt von mehr als 10 kWh erzielen. Zum anderen kann Biogas in einem betriebseigenen BHKW (Blockheizkraftwerk) zur Stromerzeugung verbrannt werden. Auch die Wärme aus dem ablaufenden Abwasser wird über einen Gegenstromwärmetauscher zurückgeführt, um so wieder die Temperatur im Misch- und Ausgleichstank für den anaeroben Abbau vorzubereiten.

Mit der Gewinnung von Biogas geht eine Reduzierung des Treibhausgases Kohlendioxid einher, denn durch die Verwertung von Biogas werden andere teure fossile Energieträger wie Ergas, Heizöl oder Kohle eingespart.

Abwasserreinigungstechnologien, die auf anaeroben Prozessen basieren, leisten somit einen nicht unerheblichen Beitrag zur CO₂-Reduzierung. Ein mikrobiologisches, mehrstufiges Abwasser-Reinigungsverfahren mit Mehrfach-Nutzen stellt das sogenannte Biomar-Verfahren dar. Das hochtechnologische Verfahren punktet neben der Wartungs- und Anwenderfreundlichkeit durch sein ökologisches Plus: Der Umwandlung von Abwasser in Energie



Abwasserbehandlung für eine Brauerei in Russland mit anaerober und aerober Behandlungsstufe

Fazit

Die vorgestellten Verfahren zur biologischen Abwasserbehandlung bei Brauereien überzeugen durch ihre ökonomische und ökologische Performance: Die wartungsfreundlichen Anlagen laufen bei niedrigen Betriebskosten, Abwassergrenzwerte und behördliche Auflagen können sicher erfüllt werden. Die Verfahrenskombination aus anaerober und aerober Abwasserbehandlung reduziert die Menge an Überschussschlamm um 75 % gegenüber der rein aeroben Behandlung. Zudem entsteht energetisch verwertbares Biogas, das wieder in den Energiekreislauf der Brauereien eingeschleust wird. Die vollautomatischen Anlagen können vom Personal einfach zentral überwacht und gesteuert werden. Derartige Hochleistungssysteme zur Abwasserreinigung werden weltweit von namhaften Brauereien erfolgreich betrieben.

Klärschlamm hin, Biogas her – eines hätten sich die Braumönche des Mittelalters sicherlich nicht träumen lassen: dass der Gersensaft Jahrhunderte später nicht nur als ‚flüssiges Brot‘ und Durstlöcher fungieren, sondern zudem ein profitables Win-Win-Potenzial entfalten würde - für die Brauereien und für die Umwelt.

Biogasertrag aus Abwasserbelastung (CSB)

