

Wertstoff Abwasser: nachhaltig klären und Biogas gewinnen

MITTELSTANDSTAUGLICH | Als erste deutsche Brauerei entscheidet sich die bayerische Karmeliten Brauerei, Straubing, für die schlüsselfertige Errichtung einer vollbiologischen Kläranlage. Das Carrier-basierte System aus anaerober und aerober Abwasseraufbereitung des niederländischen Unternehmens Aqana vervollständigt das mit Bundesmitteln geförderte, mehrfach preisgekrönte Energie- und Umwelt-Nachhaltigkeitskonzept einer CO₂-neutralen Brauerei.

DIE KARMELOTEN, einst Brüder aus dem „Orden der allerseligsten Jungfrau Maria vom Berge Karmel“, gründeten die Brauerei 1367 in Straubing. Sie ist damit die älteste Brauerei Straubings und gehört zu den 35 ältesten Unternehmen Deutschlands. Seit 1879 ist die Brauerei im Familienbesitz. Nachhaltige Produktionsweise, Kompromisslosigkeit in Sachen Qualität, Bodenständigkeit und regionale Verwurzelung

sind die Leitlinien der Unternehmensführung.

Und so leistet das Unternehmen seit 2013 Pionierarbeit im Bereich nachhaltiger Energieversorgung, Umweltverträglichkeit und Energieautarkie für die gesamte Braubranche in Deutschland mit einem Nachhaltigkeitskonzept, das bereits mehrfach ausgezeichnet wurde und bei dem bis

zu 99,6 Prozent des gesamten CO₂-Fußabdrucks reduziert werden sollen.

■ Konzept energieautarke Brauerei

Die Mehrfachnutzung von Energie genauso wie die Nutzung des Abwassers ist von Anfang an Teil des Konzepts einer energieautarken Brauerei. Die Brauerei hatte deshalb die Wärmeerzeugungsanlagen bereits „dual-fuel-fähig“ installiert, um das in der neuen eigenen Abwasseranlage erzeugte Biogas wieder direkt im Produktionsbetrieb zu verwenden. Dies erfolgt nun mit Hilfe der patentierten Technologien der Unternehmen Aqana, Niederlande, und Aqwise, Israel. Der Auftrag wurde bereits im Frühjahr 2019 unterzeichnet (Abb. 1). Das Projekt wird durch das Umweltinnovationsprogramm des Bundesumweltministeriums gefördert. Dabei handelt es sich um die auf dem deutschen Brauerei- und Getränkeindustriesektor erstmalig zum Einsatz kommende Carrier-basierte anaerobe DACS®-



Autoren: Reimond Olthof (Foto li.), CEO, Aqana B.V., Sneek, Niederlande; Dr. Andreas Weideneder (Foto re.), Business Development Manager, Aqana-Aqwise, Gammelsdorf; Thomas Eichenseher (Braumeister) und Christoph Kämpf (Geschäftsführer), Karmeliten Brauerei Karl Sturm GmbH & Co. KG, Straubing

AUSLEGUNGSDATEN DER ABWASSERAUFBEREITUNGSANLAGE

Parameter	Design	Minimum	Maximal
Durchfluss (m ³ /d)	200 - 260	200	260
CSB-Gesamtmenge (kg/d)	800 - 1000	400	1000
CSBt (mg/l)	4000	2000	4000
CSBs (mg/l)	3800	1800	3800
TSS (mg/l)	200	200	200
Temperatur (°C)	30 - 38	30 - 38	30 - 38
N (mg/l)	130	130	130
P (mg/l)	22	22	22
Sulfat (mg/l)	20	20	20
Calcium (mg/l)	ND	ND	ND
pH-Wert	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5

Tab. 1

Technologie mit nachgeschalteter aerober Behandlung (AGAR® MBBR) in sehr kompakter Bauweise von nur zwölf mal acht Metern Grundfläche. Die in der Peripherie mitgelieferten Anlagenelemente werden in einer Container-basierten DACS-Box aufgestellt, die Inbetriebnahme soll Anfang 2020 erfolgen.

Innovationsanwendung für den Mittelstand

Steigende Energiekosten erfordern auch für mittelständische Brauereien neue Wege der Energiebereitstellung. Gerade das im Abwasser enthaltene Energiepotential konnte jedoch aus wirtschaftlichen Gründen und aus Aspekten der Betriebssicherheit heraus in Mittelstandsbrauereien fast nie genutzt werden. Dies lag daran, dass die konventionellen Systeme sogenannter Granulatschlamm-Reaktoren sehr aufwendige Konstruktionen benötigen, um überhaupt effizient und einigermaßen betriebssicher zu funktionieren. Bei Schwankungen der Abwasserqualität erfahren diese Systeme teilweise empfindliche Leistungseinbrüche [1] bis hin zum völligen Stillstand und müssen dann von Neuem mit frischer Biomasse gestartet werden. Die anaerobe Vorbehandlung derartiger Abwässer in Großunternehmen ist zwar Stand der Technik, die konventionellen Systeme lassen sich jedoch für den vorliegenden Fall nicht wirtschaftlich zufriedenstellend oder betriebssicher umsetzen. Deshalb fiel die Entscheidung zugunsten des DACS-MBBR-Box-Systems von Aqana-Aqwise, das aus den bereits in BRAUWELT Nr. 45 und 50, 2018, vorgestellten Gründen ein Novum für Mittelstandsbrauereien darstellt. Denn durch Nutzung einfacher physikalischer Grundprinzipien und der Übertragung von Erkenntnissen aus anderen Bereichen der Abwasserreinigung in die Anaerobtechnik gelang es, einen Investitionsrahmen zu realisieren, der den Einsatz dieser Systeme auch im Mittelstand ermöglicht.

Aufgabenstellung

Die konkrete Aufgabe im vorliegenden Projekt bestand darin, die derzeit existierende, teilweise grenzwertüberschreitende Indirekteinleitung in den städtischen Kanal mit ihrer hohen und in verschiedenen Parametern teilweise stark schwankenden Schmutzfracht in eine betriebssichere und

Abb. 1
Vertragsunterzeichnung (v.li.): T. Eichen-seher (Betriebsleiter Karmeliten Brauerei), R. Olthof (CEO, Aqana), C. Kämpf (Geschäftsführer Karmeliten Brauerei), Dr. A. Weideneder (Business Development, Aqana)



von der Schmutzfracht auf maximal 800 mg/l CSB begrenzte Einleitung zu überführen. Dabei legte man seitens der Brauerei auf eine möglichst energieeffiziente, ressourcenschonende und platzsparende Nutzung des im Abwasser enthaltenen Energiepotentials Wert. Es gab nur eine einzige Aufstellmöglichkeit auf einem streng limitierten Terrain neben dem vorhandenen Misch- und Ausgleichsbecken. Für die Abwasseraufbereitungsanlage wurden die Auslegungsdaten wie in Tabelle 1 aufgeführt zugrunde gelegt.

Kompaktes Anlagendesign

Zum bestehenden Misch- und Ausgleichstank, in dem die erforderliche Vorversäuerung stattfindet, wurden ein Kalamitätentank zur zusätzlichen Abfederung ankommender Abwasser-Peaks, der anaerobe DACS-Reaktor (mit aufgesetztem Gaspuffer) mit einem Rezirkulationstank ange-

ordnet. Letzterer dient der Gewährleistung einer optimalen Fallstromgeschwindigkeit im anaeroben Reaktor, der Optimierung des pH-Wertes des Abwassers vor dem Eintritt in den anaeroben Reaktor und zur Konditionierung des Abwassers vor Einspeisung in den anaeroben Reaktor. Ebenfalls im Anlagendesign platzsparend eingeplant ist der aerobe MBBR-Reaktor. Dazwischen befindet sich die DACS-Box als kompakte Prozesstechnik, auf der auch die Notfackel angebracht ist (Abb. 2). Mit einem extrem geringen Flächenbedarf von 12 x 8 m gewährleistet dieses System die hocheffiziente Erzeugung von 350 m³ Biogas pro Tag bei zu erwartender, absolut gleichbleibend hoher CSB-Konversionsrate von ca. 95 Prozent sowie einer sehr hohen Biogasreinheit bis zu ca. 90 Prozent Methangehalt trotz stark schwankender Abwasserqualitäten. Die spezifische Raumbelastung liegt bei ca. 20 kg CSB/m³ pro Tag.

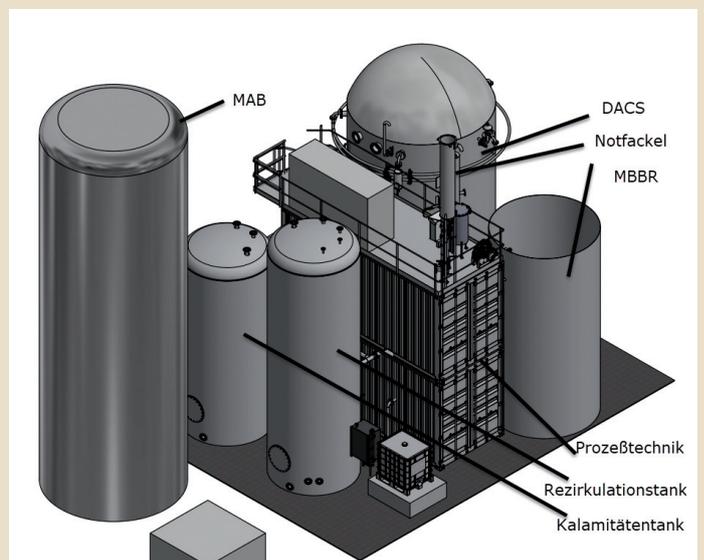


Abb. 2
3D-Design der DACS-MBBR-Box-Anlage

■ Funktionsprinzip

Vorversäuertes Abwasser wird aus dem vorhandenen Misch- und Ausgleichstank in den Re-zirkulationstank und von dort in den DACS-Reaktor gefördert. Über die oberen Verteilungsdüsen gelangt das Abwasser durch dasschwebende Trägerbett nach unten in Richtung des Tankbodens. Die anaerobe Biomasse auf dem Träger wandelt die organische Fracht in Biogas um, welches unter dem Biogasdach (auf dem Anaerobreaktor) gesammelt wird. Das anaerob behandelte Abwasser verlässt den Reaktor im unteren Teil durch ein Steigrohr. Von hier aus gelangt das anaerobe Abwasser über ein externes Steigrohr in den MBBR/Kurzzeit-Oxidationsbehälter. Im MBBR werden weitere organische Verbindungen entfernt. Von hier verlässt das Abwasser das System und gelangt in den Kanal des kommunalen Abwassersystems. Damit besteht die schlüsselfertige, vollbiologische Anlage aus:

- a) mechanischer Vorklärung (Sieb);
- b) anaerober Behandlung mit DACS (Downflow Anaerobic Carrier System)-Technologie;
- c) aerober Nachbehandlung im MBBR (Moving Bed Biological Reactor);
- d) Prozess-, Steuerungs- und Betriebstechnik sowie Biogasmanagement, Wärmetauscher.

Anaerobe Behandlung

Im DACS-System fließt das Abwasser in gegenläufiger Richtung zum aufsteigenden Biogas. Das einlaufende Abwasser wird gleichmäßig über das Trägerbett durch in die Gasstufe eingebaute Stangen mit Sprinklerköpfen verteilt. Durch den Kontakt von Wasser mit Biogas wird CO_2 in der Wasserfraktion absorbiert. Gemeinsam mit einem steigenden Wasserdruck des abwärts fließenden Abwassers steigt das CO_2 -Absorptionsvermögen. Durch CO_2 -Absorption im Wasser wird ein höherer Methangehalt in Biogas produziert. Das im DACS-System erzeugte Biogas hat üblicherweise einen Methangehalt von 80 bis 90 Prozent.

Die Carrier (Träger) mit ihrer offenen Struktur sowie hoher innerer spezifischer volumetrischer Oberfläche fungieren als schwimmendes „Haus“ für die anaeroben Bakterien. Durch ein einfaches Gegenstromprinzip in den Carriern sind bei

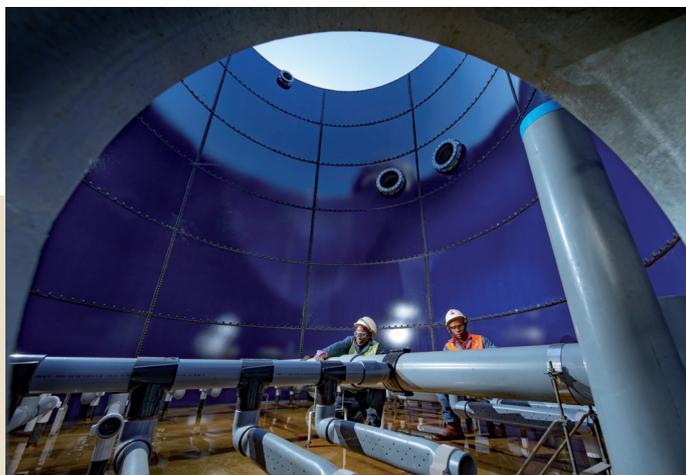


Abb. 3 Glasfaserbeschichteter AGAR®-MBBR-Reaktor mit spezieller Belüftungstechnik und Hydraulik

Foto: G. Brown

diesem Reaktorsystem die standardmäßig üblichen, sensiblen und teuren 3-Phasen-Trenner (Settler) nicht mehr notwendig. Gleichzeitig lässt sich das System sehr flexibel an die jeweilige Tankgröße und -konfiguration anpassen. Das Biogas wird unter dem „Dach“ gesammelt, das Abwasser verlässt den anaeroben Raum über ein Abwasserrohr am Boden in Richtung der aeroben Nachbehandlung.

Aerobe Nachbehandlung

In der anschließenden aeroben Stufe (MBBR, Innenansicht s. Abb. 3) werden reduzierte Verbindungen wie Sulfide und verbleibende Fettsäuren zu geruchsneutralen Bestandteilen bzw. Inhaltsstoffen oxidiert und in CO_2 , Wasser und Biomasse umgewandelt. Sie sorgt für einen finalen CSB-Abbau, den Abbau unangenehm riechender Gase und fungiert als „Polishing“-Einheit. Auch die Abluft aus allen Reaktoren wird hierdurch gereinigt.

Prozess-, Steuerungs- und Betriebstechnik

Die gesamte Prozesstechnik befindet sich in einem isolierten Container. Die Steuerung und Visualisierung erfolgt als Siemens S7 1500, die Fernwartung über einen VPN-Router.

Die „Biogasaufbereitung“ besteht aus einem Gaspuffer, einer Kondensatgrube und einer Gasfackel. Das erzeugte Biogas wird vom DACS in den Biogaspuffer geleitet. Der Biogaspuffer absorbiert Produktionsspitzen, um einen reibungslosen Betrieb des brauereieigenen Heißwasserkessels und der Notfall-Biogasfackel zu gewährleisten.

Es wurde eine Wärmerückgewinnung integriert, bei der die Wärme des Abwassers nach dem Austritt aus dem DACS vor dem Eintritt in den Re-zirkulationstank an das dort einlaufende Abwasser abgegeben wird. Das Abwasser wird dadurch vor dem Eintritt in den Re-zirkulationstank von ca. 20 auf 30 °C erhitzt. Das Abwasser wird ge-

gen Heißwasser der Brauerei auf 38 °C erhitzt. Der Plattenwärmetauscher wird ebenfalls im Container platziert.

■ Zeitplan

Das Projekt wurde im April 2019 in Auftrag gegeben, die Lieferung erfolgt im Oktober/November. Bereits gegen Ende des Jahres wird mit der ersten Inokulation begonnen, sodass die volle Abbauleistung bis spätestens Februar/März 2020 vorliegt. Danach erfolgt ein Leistungstest, die wesentlichen Abnahmekriterien sind garantiert. Die finale Abnahme nach sechs weiteren Monaten erfolgt unter Leitung von Dr. Ahrens von der VLB Berlin. Es wurde ein ausführliches Lasten-Pflichten-Heft als Vertragsbestandteil erstellt. Weitere Projekte in deutschen und internationalen Brauereien sind in Vorbereitung.

■ Zusammenfassung

Mit Hilfe einer neuen Generation patentierter vollbiologischer Abwasseraufbereitungstechnologie (DACS-MBBR-Box) des niederländisch-israelischen Joint Ventures Aqana-Aqwise ist es möglich, das existierende Energiekonzept der Karmeliten Brauerei in Straubing zu vervollständigen und damit eine nahezu 100 %-ige Eliminierung des ursprünglichen CO_2 -Footprints umzusetzen. Die Brauerei soll dadurch weitere 15-20 Prozent des gesamten Energiebedarfs aus dem eigenerzeugten Biogas der neuen Abwasseraufbereitungsanlage erhalten. Die von den Unternehmen Aqana und Aqwise entwickelten Carrier-basierten Reaktortechnologien für die aeroben und anaeroben Prozesse sowie das prozesstechnische Verfahrenskonzept können aufgrund ihrer Besonderheiten gegenüber den konventionellen Systemen als bahnbrechend bezeichnet werden. Das derzeit in der Installation befindliche System kann beweisen, dass auch im mittelständischen Bereich anaerobe Abwasserreinigung wirtschaftlich und technisch machbar dargestellt werden kann. ■

■ Literatur

1. Weideneder, A.; Teunissen, O.; Magenn, I.: „Carrier-basierte anaerobe Abwasseraufbereitung – eine einzigartige Lösung (Teil 1 + 2)“, BRAUWELT Nr. 45, 2018, S. 1312-1316, und Nr. 50, 2018, S. 1512-1515.