

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 106 (1988)
Heft: 16

Artikel: an-OPUR - ein neues Konzept in der Anaerobie
Autor: Caviezel, Mario
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-85693>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

an-OPUR® - ein neues Konzept in der Anaerobie

Seit geraumer Zeit haben Biotechnologen, Chemiker und Abwasserfachleute Anstrengungen unternommen, das altbekannte Prinzip der natürlichen anaeroben Faulung gezielt an industriellen Abwässern anzuwenden. Die Hauptprobleme lagen dabei in der abwasserspezifischen Prozessführung. Die Entwicklung zielt dahan, problemorientierte und adaptierte Systeme auf den Markt zu bringen, mit denen optimale Resultate zu erreichen sind.

Die Systementwicklung

Unter an-OPUR, als Sammelbegriff für die anaerobe Abwasserbehandlung, werden seit 1981 problemspezifische

VON MARIO CAVIEZEL,
WINTERTHUR

Techniken entwickelt. Eine Palette der bereits erfolgreich eingesetzten an-OPUR-Systeme sind in Bild 1 dargestellt.

System 1: **an-OPUR-I** als vollintegriertes System wurde speziell für Zuckerkfabrikabwasser und andere gekalkte Prozessabwässer entwickelt.

System 2: **an-OPUR-p** hat seine Stärken in der Papierindustrie sowie bei schwer abbaubaren, niedriger konzentrierten Abwässern.

System 3: **an-OPUR**, das traditionelle System, ist einsetzbar für feststoffarme, gut abbaubare Abwässer.

System 4: **an-OPUR-fl**, das Fliessbettverfahren, findet seinen Einsatz bei sehr konstanten, mittelkonzentrierten Abwässern.

System 5: **an-OPUR-fb**, das Festbettverfahren, ist einsetzbar bei feststofffreiem, gut konditioniertem Abwasser.

Gemeinsam an den Systemen 1–4 ist ein volldurchmischter Reaktor. Im System 4 spricht man von «mobilisierter Trägerbiologie», bei den anderen Systemen von «Kontaktschlammverfahren».

Beim System 5 wird die Biomasse an einen Festkörper im Reaktor gebunden. Diese unterschiedlichen Trägermaterialien sind im Reaktor fixiert. Es handelt sich somit um eine «fixierte Trägerbiologie».

Wir haben nun die Möglichkeit, nach eingehenden Labortests oder anhand unserer Erfahrungen eines der vorbeschriebenen Systeme auszuwählen und problemspezifisch zu optimieren. Wir passen somit unsere Verfahren dem Abwasser und nicht das Abwasser unserem Verfahren an!

Warum an-OPUR in der Industrie?

Es ist hingehend bekannt, dass in vielen Industrien aus den Produktionsprozessen oder aus Transportwässern hochbelastende organische «Abfälle» ins Abwasser gelangen. Diese Abwasser werden vorwiegend in grosszügig ausgelegten kommunalen Abwasser-Reinigungsanlagen unter hoher Energiezufuhr für die aerobe Belüftung entsorgt.

In Bild 2 wird am Beispiel des an-OPUR-I-Systems in der Zuckerfabrik Aarberg eine Energiebilanz erstellt. Daraus ist ersichtlich, dass bei einer Fremdenergie von etwa 900 kW/h ein

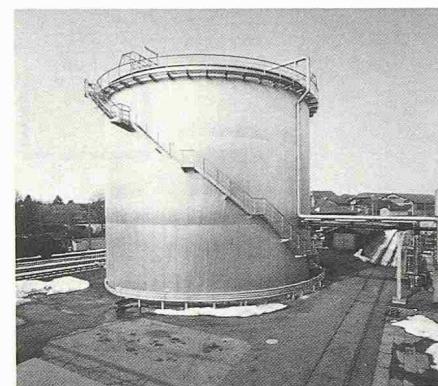


Bild 1. Die verschiedenen an-OPUR®-Systeme

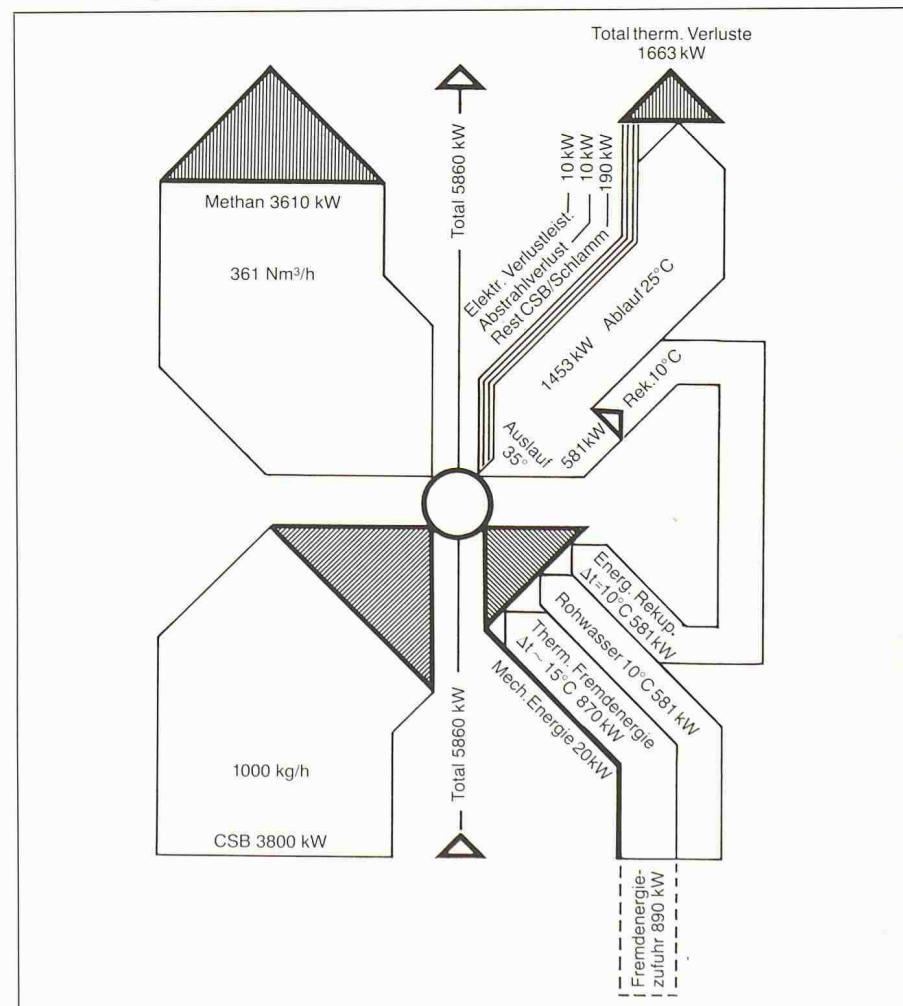
Energieäquivalent in Form von hochwertigem Biogas, von mehr als 3600 kW/h, entsprechend einem Energiegewinn von Faktor 4 resultiert.

Im Vergleich zur dargestellten Energiesituation beim an-OPUR-Verfahren wird in der Tabelle 1 eine konventionelle aerobe Technik, mit und ohne Schlammfaulung, bilanziert. Die Basisdaten in dieser Gegenüberstellung sind die gleichen wie in Bild 2, nämlich:

Einlauf:

$$- Q = 50 \text{ m}^3/\text{h}$$

Bild 2. Energiebilanz am Beispiel einer Zuckerfabrik



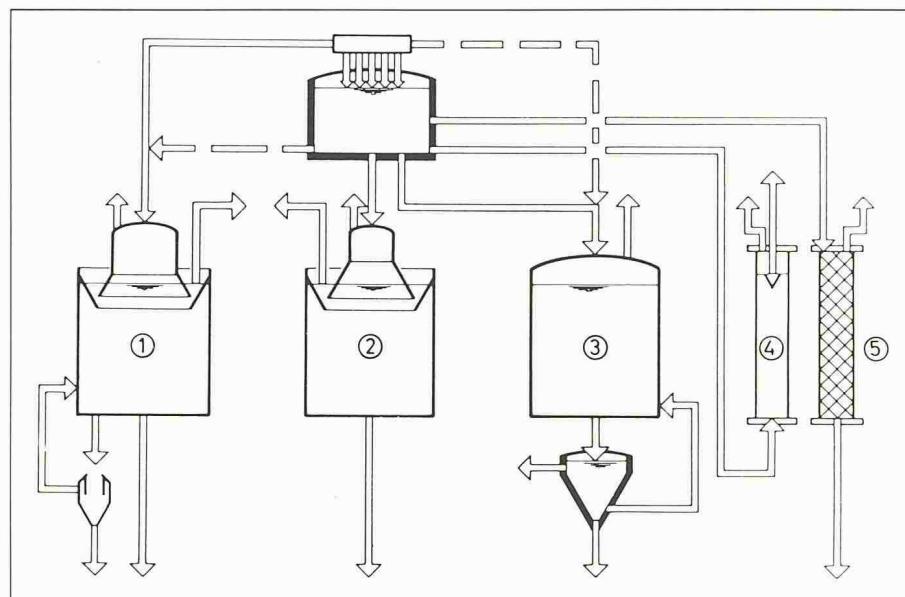


Bild 3. Der an-OPUR®-Reaktor in der ZRA Zuckerfabrik Aarberg

Tabelle 1. Bilanzierung konventioneller aerober Technik mit und ohne Schlammfaulung

	1) an-OPUR-I, aerobe Biologie, Schlammfaulung	2) aerobe Biologie-, Mittellast, Schlammfaulung	3) aerobe Biologie, Mittellast, ohne Faulung
Pumpen/Rührwerke/ Sonstige (kWh)	40	30	30
Belüfter (kWh)	120	1100	1100
Erwärmung/ an-OPUR (kWh)	880	-	-
Schlammfaulung (kWh)	10	250	-
Gesamt-Energieeintrag (kWh)	1050	1380	1130
Energiegewinn aus Faulung (kWh)	3640	730	-
Netto Energiegewinn (kWh)	2590	-	-
Netto Energieverlust (kWh)	-	650	1130
Produzierte Schlammmenge (kg TS/h)	40	460	690

Tabelle 2. Energieeinsparung bei Einsatz von an-OPUR®-Anlagen in verschiedenen Industrien

Die Beispiele verstehen sich als Etwa-Angabe einer typischen Betriebsgrösse

Industriezweig	Jahresproduktion	CSB/Jahr	Energieeinsp./Jahr
Zuckerfabriken	60 000 t Zucker	2 000 t	6 200 MWh
Bierbrauereien	100 000 m³ Bier	1 000 t	3 400 MWh
Whisky-Destillerien	60 000 m³ Whisky	18 000 t	50 000 MWh
Hefefabriken	6 000 t Hefe	2 000 t	4 900 MWh
Melasse-Destillerien	25 000 t Alkohol	25 000 t	56 700 MWh
Papierfabriken	30 000 t Papier	15 000 t	34 000 MWh

- CSB = 1000 kg/h
- BSB = 700 kg/h
- T = 10 °C

Auslauf:

- BSB = 20 mg/l

Durch die Rückführung des aeroben Schlammes in den an-OPUR-Reaktor wird die Schlammmenge auf ein Minimum reduziert und gleichzeitig anaerob stabilisiert.

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass an-OPUR ökologisch gesehen eine grosse Zukunft hat, beträgt doch die Gesamtenergieeinsparung pro Tonne abgebautes CSB, bezogen auf eine Mittellastbiologie mit Schlammfaulung, bereits etwa 3240 kWh im oberen Beispiel. Als ebenfalls grosser Vorteil ist die sehr geringe Menge (max. 10%) an stabilisiertem Überschuss-Schlamm zu sehen, verglichen mit konventioneller Biologie.

In Tabelle 2 werden einige Industrien aufgeführt, mit der jeweils auf ein Jahr oder eine Kampagne errechneten Energieeinsparung, bei Einsatz einer an-OPUR-Anlage.

Die Energieeinsparung wurde auf den abbaubaren CSB-Anteil berechnet. Verglichen wurde Beispiel 1) aus Tabelle 1 mit Beispiel 2).

Praktische Erfahrungen mit Industrieanlagen

SULZER hat seit 1981 mehrere Grossanlagen in Deutschland sowie letztes Jahr die derzeit grösste anaerobe Anlage in der Schweiz installiert, und zwar in der Zuckerfabrik und Raffinerie Aarberg. Trotz sehr kurzen Terminen (z. B. 10 Wochen für den gesamten Reaktorbau) konnte die Anlage termingerecht ab 5. November 1985 in Betrieb genommen werden.

Nach einer kurzen Einfahrzeit von etwa 25 Tagen konnten mit der Anlage bis 22 Tonnen CSB pro Tag auf einen Restgehalt von 3% abgebaut werden.

Dabei wurden im Maximalfall 12 000 Nm³/d Biogas mit einem Methangehalt zwischen 65% und 75% produziert.

Auch verursachte der hohe Ca⁺⁺-Gehalt von 4000 bis 4500 mg/l keine wesentlichen Probleme im Reaktor, und der Prozess war ausgesprochen stabil.

Somit dürfte an-OPUR, als Sammelbegriff für die anaerobe Behandlung von organisch hochbelasteten Abwässern, einen wesentlichen Beitrag zum aktiven Umweltschutz bedeuten, kann man damit doch ein Vielfaches der eingesetzten Energie zurückgewinnen (Ca).

Adresse des Verfassers: Mario Caviezel, Gebr. Sulzer AG, Winterthur.