

KLIMASCHUTZ AUF DER ARA AARBURG

Die ARA Aarburg liess ihre Methanemissionen aus dem Schlammstapel anhand eines Modells von *South Pole Group* schätzen und anschliessend durch das Ingenieurbüro Holinger mit einem Abbautest im Labor überprüfen. Die Resultate zeigten, dass im Schlammstapel pro Jahr rund 280 Tonnen CO₂-eq. klimaschädliches Methangas entweichen und der Gasertrag mit einer zusätzlichen Abdeckung um 7% gesteigert werden könnte.

Erich Schnyder, Abwasserverband Aarburg

Andrin Fink, Hannes Zimmermann, South Pole Group*

Markus Flory; Bernhard Büchler, Holinger AG

Seit der Einführung des neuen CO₂-Gesetzes im Jahr 2013 besteht der sogenannte Bescheinigungsmechanismus. Dieser besagt, dass Treibhausgasreduktionen in der Schweiz «bescheinigt» werden dürfen, sofern die Wirkung gegenüber dem Bund unter Berücksichtigung gewisser Regeln bewiesen werden kann. Jede Tonne CO₂-eq., die den Prozess erfolgreich durchläuft, kann sodann als «Bescheinigung» gehandelt werden. Gleichzeitig wurden 2013 die Treibstoffimporteure verpflichtet, in der Periode 2013–2020 rund sechs Millionen Bescheinigun-

gen dem Bund abzugeben. Die meisten Treibstoffimporteure haben sich deshalb in der Stiftung *KliK* organisiert, mit dem Zweck, die notwendigen Bescheinigungen zu beschaffen und dem Bund abzugeben. Die für die Beschaffung notwendigen Mittel von rund einer Milliarde Franken bis 2020 werden aus dem Verkauf von Treibstoff finanziert, wobei dazu pro Liter Treibstoff rund 1,5 Rappen verwendet werden. Seit 2013 sind verschiedene Spezialisten – wie zum Beispiel die Firma *South Pole Group* – daran, Klimaschutzprojekte in der Schweiz zu realisieren. Treibhausgasemissionen, denen in der Schweiz bis vor Kurzem wenig Beachtung geschenkt wurde, können nun dank dem Bescheinigungsmechanismus wirtschaftlich reduziert werden. Eine Quelle der Treibhausgasemissionen sind Methanemissionen aus ARA, die mithilfe eines Programms von *South Pole* und der Finanzierung von *KliK* wirtschaftlich reduziert werden können. Das Programm wurde bereits 2014 vom Bund als geeignet befunden, um Emissionsreduktionen auf ARA zu bescheinigen. Dank des Programms können ARA mit geringem administrativem Aufwand Finanzmittel erhalten, um damit wirtschaftliche methanreduzierende Massnahmen auf ARA umzusetzen. Wie die Abwicklung einer solchen Massnahme verlaufen kann, zeigt der Fall der ARA Aarburg eindrücklich.

RÉSUMÉ

PROTECTION DU CLIMAT DANS LA STEP D'AARBURG

Les responsables de la STEP d'Aarburg ont été surpris lorsque le modèle de la société suisse *South Pole Group*, spécialisée dans la protection du climat, leur a appris la quantité de méthane gazeux que les boues de la STEP rejetaient dans l'atmosphère. Les émissions étaient équivalentes, en termes d'impact climatique, aux émissions de CO₂ de 75 maisons individuelles chauffées au mazout. L'analyse d'échantillons de boue en laboratoire a confirmé ce résultat: environ 7% de la production de gaz se perd dans l'environnement sous forme de méthane rejeté par les boues. La STEP d'Aarburg a donc décidé de lancer un projet visant à réduire ces émissions. Pour ce faire, les boues ont été recouvertes d'un capot de protection étanche aux gaz, et l'air repris a été acheminé dans le réseau de gaz d'épuration, où il pénètre dans la centrale chaleur-force pour être ensuite utilisé à des fins énergétiques. Grâce au programme de soutien de la fondation *KliK*, géré par la société *South Pole Group*, la STEP peut refinancer sans problème le projet. La fondation fournit les moyens financiers nécessaires par le biais d'une taxe de 1,5 centime par litre de carburant importé. Les investissements de 200 000 francs sont financés par une contribution de soutien de la fondation *KliK* de l'ordre de 150 000 francs jusqu'en 2020 et par des recettes supplémentaires générées par la vente du gaz de 7000–8000 francs par an. À cela s'ajouteront, après 2020, des recettes potentielles provenant de sub-sides. Le projet a été lancé en juillet 2015. La STEP est très satisfaite du résultat: la mise en œuvre s'est déroulée sans faille et sans interruption de l'exploitation; les économies réalisées se situent dans la fourchette des prévisions et sont même supérieures aux attentes.

ARA AARBURG

Die ARA Aarburg ist eine mittelgrosse Schweizer Kläranlage im Kanton Aargau mit knapp 50 000 Einwohnerggleichwerten. Die Anlage wurde Ende der Sechzigerjahre erstellt und seither ständig erneuert und auf dem neusten Stand der Technik gehalten. Sie verfügt über einen Faulturm, durch den jährlich rund 400 000 m³ Biogas produziert werden. Das Biogas aus dem Faulturm wird in einem Blockheizkraftwerk zur Strom- und Wärmegewinnung genutzt. Der Eigenversorgungsgrad der Anlage bezüglich Strom liegt bei rund 67%. Die Aufenthaltsdauer in der Faulung beträgt ca. 30 Tage. Nach dem Aufenthalt im Faulturm wird der ausgefaulte Schlamm in einen – bis vor Kurzem – ungedeckten Schlammstapel mit einem Volumen von 1400 m³ geleitet. Der Abtransport des Schlamms aus dem Schlammstapel

* Kontakt: a.fink@thesouthpolegroup.com

erfolgt über eine rund zwei Kilometer lange Pipeline in die nahe gelegene ARA und Kehrlichtverbrennungsanlage Oftringen, wo der Schlamm weiterverarbeitet und anschliessend verbrannt wird.

ABSCHÄTZUNG DER METHANEMISSIONEN

Basierend auf den Betriebsdaten wie der verarbeiteten Mengen an Schlamm und der Aufenthaltszeit des Schlammes in den verschiedenen Stufen liess die ARA Aarburg ihre Methanemissionen aus dem Schlammstapel anhand eines Modells der *South Pole Group* abschätzen. Das Modell wurde von der Schweizer Firma in Hinblick auf den Bescheinigungsmechanismus entwickelt. Über das Modell zur Abschätzung von Methanemissionen auf Kläranlagen wurde bereits in *Aqua & Gas 3/15* berichtet. Im ersten Moment waren die Verantwortlichen der ARA Aarburg überrascht, wieviel klimaschädliches Methangas gemäss Modell aus dem Schlammstapel der ARA in die freie Umwelt entweicht. Die Emissionen waren bezüglich der Klimawirksamkeit gleichwertig wie die CO₂-Emissionen aus Ölheizungen von 75 Einfamilienhäusern. Die ARA Aarburg wollte Gewissheit und liess die ersten Abschätzungen durch das Ingenieurbüro *Holinger* detailliert überprüfen. Dazu wurde u.a. ein Abbaueversuch im Labor *Envilab* in Zofingen durchgeführt. Dabei wurde während 30

Tagen die Methanproduktion mittels eines anaeroben Abbaueversuchs ermittelt. Die Resultate sind in *Figur 1* dargestellt. Die Ergebnisse waren sehr überraschend. Bei einer geschätzten Aufenthaltsdauer von 15 Tagen im Stapel trat ein Verlust von 7,7% der Gasproduktion auf. Dies entspricht einer Gasmenge von 300 Tonnen CO₂-eq., was sogar noch leicht über den vom Modell vorhergesagten 280 Tonnen lag. Eine Sensitivitätsanalyse in Abhängigkeit der Aufenthaltsdauer des Schlammes (Schlammalter) wird in *Tabelle 1* dargestellt.

DETAILPLANUNG

Abhängig von der spezifischen Situation der ARA können grundsätzlich verschiedene Massnahmen getroffen werden, um

solche Emissionen zu reduzieren. Die Emissionen können zum Beispiel in eine vorhandene oder in eine neue Anlage wie in ein Blockheizkraftwerk oder in eine Klärschlammverbrennungsanlage geleitet werden, wo das Methan verbrannt und gegebenenfalls energetisch genutzt wird.

Im Fall der ARA Aarburg war die mögliche Massnahme, um die gemessenen Emissionen zu verhindern, bereits im Vorfeld bekannt: Durch eine gasdichte Abdeckung könnte die Abluft in das existierende Klärgasnetz geleitet werden, wo die Abluft bereits in ein Blockheizkraftwerk geleitet wird und damit Wärme und Strom produziert werden können.

Basierend auf den Laborergebnissen wurde die detaillierte Machbarkeit der Mass-

Parameter	Einheit	Aufenthaltszeit Stapelbehälter (d)					
		5	10	15	20	25	30
Faulschlamm-Menge	m ³ /a	16400	16400	16400	16400	16400	16400
Methanreduktion Stapel	g/m ³	428	595	726	852	943	1011
	t/a	7,0	9,8	11,9	14,0	15,5	16,6
Gasgewinnung	%	4,5	6,3	7,7	9,0	10,0	10,7
Faktor Methan – CO ₂ -eq.		25	25	25	25	25	25
CO ₂ -eq.	tCO ₂ -eq./a	175	244	298	349	387	415

Tab. 1 Auswertung der Laborergebnisse und Prognose bezüglich der Gasgewinnung und der CO₂-eq.-Verminderung (Quelle: Holinger AG)
 Evaluation des résultats de laboratoire et des prévisions en matière de production de gaz et de réduction d'eq CO₂

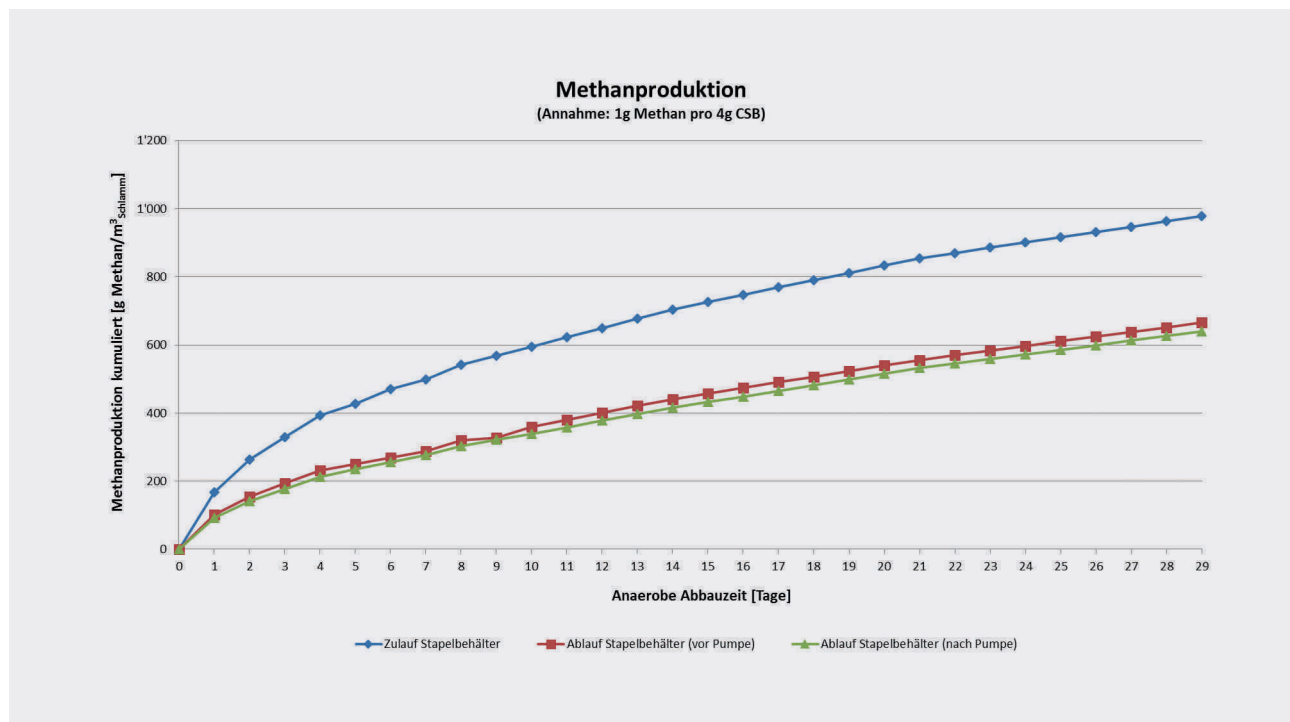


Fig. 1 Gemessene Methanproduktion unter Laborbedingungen (Quelle: Envilab AG)
 Production de méthane mesurée dans des conditions de laboratoire



Fig. 2 Der Schlammstapel wurde mit einer gasdichten Haube versehen. So kann das dort entweichende Gas gefasst und energetisch genutzt werden

Les boues ont été recouvertes d'un capot de protection étanche aux gaz. Le gaz émis peut ainsi être récupéré et utilisé à des fins énergétiques

nahme evaluiert. Dazu wurde die bauliche Massnahme geplant und die damit verbundenen Kosten berechnet. Ferner wurde geprüft, ob das Projekt in die langfristige Planung der ARA integriert werden kann. Basierend auf dem erwarteten Zeitplan wurde die Wirtschaftlichkeit der Massnahme mit und ohne Bescheinigungen berechnet. Die erwartete zusätzliche Gasausbeute und damit die zusätzliche Energieausbeute war in diesem Fall substantiell, hätte aber das Projekt nicht alleine finanzieren können. Mit dem Beitrag aus Bescheinigungen wurde das Projekt jedoch wirtschaftlich.

EIN LOGISCHER ENTSCHEID

Die Ergebnisse der Rechnung waren eindeutig. Auf der Ertragsseite können im spezifischen Fall bei einem Preis von 140 Franken pro vermiedene Tonne CO_2 -eq. über 30 000 Franken pro Jahr aus dem Förderprogramm der Stiftung *KliK* erwartet werden. Damit können bis Ende 2020 insgesamt über 150 000 Franken eingenommen werden. Sofern der Bescheinigungsmechanismus auch nach

Datum	Gasmenge Stapel [Nm ³]	Methangehalt [%]	Methanreduktion [kg]	CO ₂ -eq. [t]	Vergütung [CHF]	Gasmenge Faulung [Nm ³]	Erhöhung Gasertrag [%]	Bemerkung
Juli 2015	3137	64	1440	36	5041	29 693	11	Daten 6.7.–31.7.
August 2015	2408	65	1121	28	3924	28 568	8	Daten 1.8.–18.8.
Total	5545	65	2561	64	8965	58 261	10	

Tab. 2 Die wichtigsten Daten in den ersten beiden Betriebsmonaten (Daten auf den Monat hochgerechnet)

Données les plus importantes recueillies au cours des deux premiers mois d'exploitation (données extrapolées sur le mois)

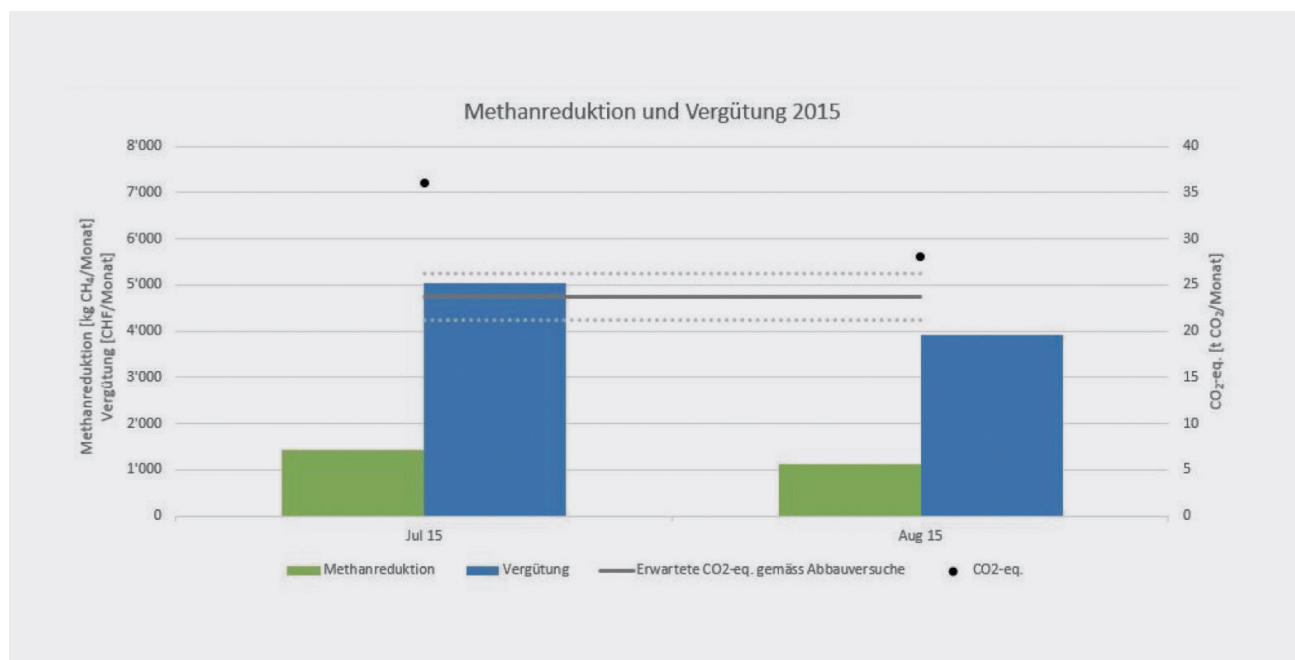


Fig. 3 Methanreduktion, Vergütung und eingesparte Tonnen CO₂-eq.

Réduction de méthane, bonification et tonnes d'eq CO₂ économisées

2020 weitergeführt wird, können zudem weitere Einnahmen über viele Jahre hinweg sichergestellt werden. Der Bundesrat hat sich bereits positiv geäußert, dass der Mechanismus weiterexistieren soll. Bei einer Abdeckung des Stapelbehälters kann das gefasste Gas zudem energetisch genutzt werden. Daraus wird nochmals ein Mehrertrag von 7000–8000 Franken pro Jahr erwartet. Demgegenüber stehen Investitionen für die Methanvermeidung von gut 200 000 Franken. Die Investition ist somit nicht nur gut fürs Klima, sondern lässt sich auch gut über die Förderbeiträge und die zusätzlichen Gaserträge refinanzieren.

UMSETZUNG

Nach dem Entscheid konnte das Projekt zügig umgesetzt werden. Der bisher offene Schlammstapel wurde gasdicht abgedeckt, um das Methangas zu fassen (Fig. 2). Dazu wird die Öffnung mit einer Gashaube aus rostfreiem Stahl geschlossen. Das Gas wird von der Haube mit einer neuen Rohrleitung und allen notwendigen Armaturen in den bestehenden Steigschacht zwischen Faulturm und Stapelbehälter in den Werkleitungsgang geführt. Dort wird das Rohr an das bestehende Gassystem angeschlossen. Zur Gewährleistung des Explosionsschutzes wurde eine Deflagrationssicherung eingebaut. Zudem ist die Leitung im Nicht-Explosionsbereich durchgehend geschweisst. Um eine ausreichende Homogenisierung des Schlammes zu erreichen, wurde zudem das Rührwerk im Schlammstapel durch ein neues Vertikalrührwerk ersetzt. Für den Nachweis der Emissionsreduktion gegenüber dem Bund muss der Gasfluss aus dem Faulstapel gemessen werden. Dazu wurde in der Gasleitung ein Ultraschall-Durchflusssystem eingebaut, das den Volumenfluss und den Methangehalt kontinuierlich misst und aufzeichnet. Das Messgerät erfüllt die Anforderungen des Bundesamts für Umwelt an die Messgenauigkeit der Gasproduktion.

POSITIVE ERSTE ERFAHRUNGEN

Anfang Juli 2015 ging das Klimaschutzprojekt plangemäss in Betrieb. Dies ist ziemlich genau ein Jahr, nachdem das

Thema der Methanemissionen auf der ARA zum ersten Mal traktandiert wurde. Die Verantwortlichen sind mit der Umsetzung des Projekts bei laufendem Betrieb vollauf zufrieden und die ersten Messwerte sind sehr positiv.

In den ersten zwei Betriebsmonaten konnte die Gasmenge um 11 (Juli) resp. 8% (August) erhöht werden (Tab. 2). Dazu liegt der Methangehalt mit 64–65% im für Klärgas üblichen Rahmen (Tab. 2). Zu beachten ist, dass die Gasproduktion im Juli infolge Einfahrphase vermutlich nicht repräsentativ für die zukünftige Entwicklung ist.

Die Reduktion an CO₂-eq. liegt mit 36 (Juli) resp. 28 Tonnen pro Monat (August) über dem prognostizierten Wert von ca. 24 Tonnen pro Monat (Fig. 3).

Das Projekt wird in den ersten beiden Monaten rund 64 Tonnen CO₂-eq. einsparen. Dieselbe Menge CO₂ entsteht, wenn

300 Personen von Zürich nach London fliegen.¹

Basierend auf diesen ersten Erfahrungen können die Projektbeteiligten die Teilnahme am Programm wärmstens weiterempfehlen. Kläranlagen können ihren Umweltschutzauftrag wahrnehmen und profitieren neben der zusätzlichen Gasproduktion dank des Förderprogramms gleichzeitig von zusätzlichen Einnahmen zur Deckung der Investitionen. Die Zusammenarbeit mit der Stiftung *KliK* sowie mit dem Programmbetreiber *South Pole* ist einfach, rasch und unbürokratisch. Betreiber von Anlagen mit ungedeckten Schlammstapeln ohne besonders gute Faulung sollten ihre Emissionen in jedem Fall genauer untersuchen und sich eine Teilnahme überlegen.

¹ *South Pole Group, CO₂-Rechner im Webshop: shop.southpolecarbon.com, August 2015*

METHAN UND LACHGAS AUF ARA: «VERGESSENE» UND WIEDERGEFUNDENE EMISSIONEN

Das Fallbeispiel Methan auf ARA zeigt anschaulich, wie der Bescheinigungsmechanismus des CO₂-Gesetzes seine Wirkung entfalten kann: Bis heute wurden Methanemissionen aus ARA im offiziellen Schweizer Treibhausgasinventar unterschätzt. Erst im Rahmen der Entwicklung des Förderprogramms stellte sich heraus, dass die effektiven Emissionen um Grössenordnungen höher sind als die bisherigen Schätzungen. Zugleich wurden Massnahmen gefördert, welche die Emissionen reduzieren können.

Als die Emissionen durch die CO₂-Gesetzgebung einen Preis erhalten haben, wurde ein marktwirtschaftlicher Suchmechanismus in Gang gesetzt, der die genauere Quantifizierung der Emissionen ermöglicht. Genau dies ist einer der Vorteile von sogenannten Kompensationsmechanismen: Der Markt sucht und findet Emissionen, die sich wirtschaftlich reduzieren lassen.

Eine ähnliche Entwicklung zeichnet sich im Fall von Lachgasemissionen aus den Belebtschlammbecken ab. Bereits in *Aqua & Gas 2/13* wurden die Bildungswege von Lachgas sowie mögliche Reduktionsstrategien besprochen. Seitdem wurde auch auf internationaler Ebene die Thematik weiter behandelt. Messungen auf unterschiedlichen Anlagen haben ergeben, dass die effektiven Emissionen um Grössenordnungen höher sein können, als es die heute offiziell verwendeten Standardwerte vermuten lassen. Bei gewissen Anlagen dominieren diese Lachgasemissionen die Gesamtbilanz der Treibhausgasemissionen.

Die zugrunde liegenden Mechanismen sind noch nicht vollständig verstanden und die Variabilität der Emissionen kann zeitlich, räumlich in Abhängigkeit der spezifischen Anlage sehr hoch sein. Deshalb sind kontinuierliche Messungen erforderlich, um ein Bild der tatsächlichen Emissionen zu erhalten. Dies ist seit Kurzem mit *Turn-Key*-Lösungen möglich und wird in der Folge auch immer häufiger praktiziert. Eine Reduktion der Emissionen kann grundsätzlich bereits durch eine Anpassung der Betriebsstrategie erreicht werden. Mit einer saubereren Dokumentation der erzielten Emissionsreduktionen sollen Kläranlagen in Zukunft auch im Bereich Lachgasemissionen von Fördergeldern profitieren können.