

METHANSCHLUPF- REDUKTION

EIN WIRTSCHAFTLICH INTERESSANTER BEITRAG ZUM KLIMASCHUTZ

Klärgas besteht zum grossen Teil aus Methangas, das insbesondere beim Schlammstapel entweichen kann. Durch die Abdichtung des Stapels kann mehr Klärgas gewonnen und die Emission von schädlichen Treibhausgasen verhindert werden. Auch aus finanziellen Gründen lohnt es sich, die Abdichtung des Schlammstapels zu prüfen: Dank dem Förderprogramm von South Pole zahlen sich die Investitionen zurück.

Ernst A. Müller, InfraWatt*

Clara Baumhauer; Hannes Etter, South Pole Group

Simon Ambühl; Gian Andri Levy, Holinger AG

RÉSUMÉ

RÉDUCTION DES ÉMANATIONS DE MÉTHANE – UNE CONTRIBUTION ÉCONOMIQUEMENT INTÉRESSANTE À LA PROTECTION CLIMATIQUE

Des quantités importantes de méthane sont émises dans l'atmosphère dans les stations d'épuration communales. Le méthane a un potentiel de réchauffement planétaire 25 fois supérieur à celui du CO₂. Les stations d'épuration sont responsables de 0,3% des émissions totales de gaz à effet de serre, soit 2,8% des émissions totales de méthane en Suisse. Des études ont analysé les différentes parties de stations d'épuration émettant du méthane. Cela a permis de montrer que le traitement anaérobie des boues (digestion) est particulièrement touché. Il existe ici un potentiel important de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Pour les boues, des mesures simples permettent de réduire considérablement la perte de méthane ou de gaz à effet de serre et d'augmenter la quantité de gaz d'épuration utilisable. Les exploitants d'installations qui mettent en œuvre ces mesures sont soutenus par des subventions de *South Pole* et bénéficient ainsi de l'expérience de nombreuses installations réalisées. Souvent, le méthane capturé peut être utilisé à des fins énergétiques et des bénéfices supplémentaires peuvent être réalisés grâce aux ventes supplémentaires de gaz ou d'électricité. Avec le soutien du programme de subventions, les stations d'épuration peuvent contribuer efficacement à la protection du climat.

METHANVERLUSTE AUF KLÄRANLAGEN

Auf kommunalen Kläranlagen werden grosse Mengen an Methan in die Atmosphäre emittiert. Das Treibhauspotenzial von Methan ist 25-mal höher als jenes von CO₂. Insgesamt sind Kläranlagen für 0,3% der gesamten Treibhausgasemissionen beziehungsweise 2,8% der gesamten Methanemissionen der Schweiz verantwortlich.

Im Rahmen einer Studie wurde eine Umfrage auf den Kläranlagen im Kanton Zürich durchgeführt, um die Methanverluste in offenen Schlammstapeln in Erfahrung zu bringen und sie mit der gesamten Klärgasproduktion auf der ARA zu vergleichen.

ERGEBNIS AUS UMFRAGE

Figur 1 zeigt die ermittelten relativen Klärgasverluste im Stapel in Abhängigkeit der Aufenthaltszeit im Faulraum und im Stapel. Die dargestellten Werte zeigen eine Momentaufnahme, saisonale Schwankungen sind dabei nicht berücksichtigt. Der relative Klärgasverlust spiegelt sich in der Grösse der Datenpunkte. Die Verluste sind beträchtlich und reichen von 2 bis 15% der gesamten Klärgasproduktion. Eine Abdeckung der offenen Schlammstapel wäre deshalb aus ökologischer Sicht sinnvoll und auch wirtschaftlich interessant.

* Kontakt: mueller@infrawatt.ch

(© C. Chanwatthana/123RF.com)

Die hohen Verluste bei der Schlammstapelung führen dazu, dass die Energiegewinnung aus dem erneuerbaren Klärgas über den gesamten Prozess nicht mehr «klimaneutral» ist, sondern sogar zu einer zusätzlichen Treibhausgasbelastung führt. Mit anderen Worten: Die Methan- und Treibhausgasemissionen müssen in allen Bereichen auf der ARA so weit wie möglich minimiert werden. Gemäss dem Massnahmenplan «Klima» [1] sind Kläranlagen im Kanton Zürich verpflichtet, bei grösseren Umbauten oder umfassenden Sanierungen Massnahmen zur Reduktion von Treibhaus-

gasen zu prüfen. Beträgt der Gasverlust über die offene Stapelung mehr als 3% der gesamten Gasproduktion, was bei den meisten untersuchten ARA der Fall ist, kann der Kanton im Bewilligungsverfahren eine Abdeckung der Stapelbehälter fordern. Da im Kanton Zürich obige Massnahmen vorgeschrieben sind, können dem Förderprogramm von *South Pole* zur Reduktion von Methanemissionen nur Kläranlagen beitreten, sofern die Abdeckung von offenen Schlammstapeln freiwillig, also unabhängig von einer Gesamtanierung der Schlammbehandlung realisiert wird.

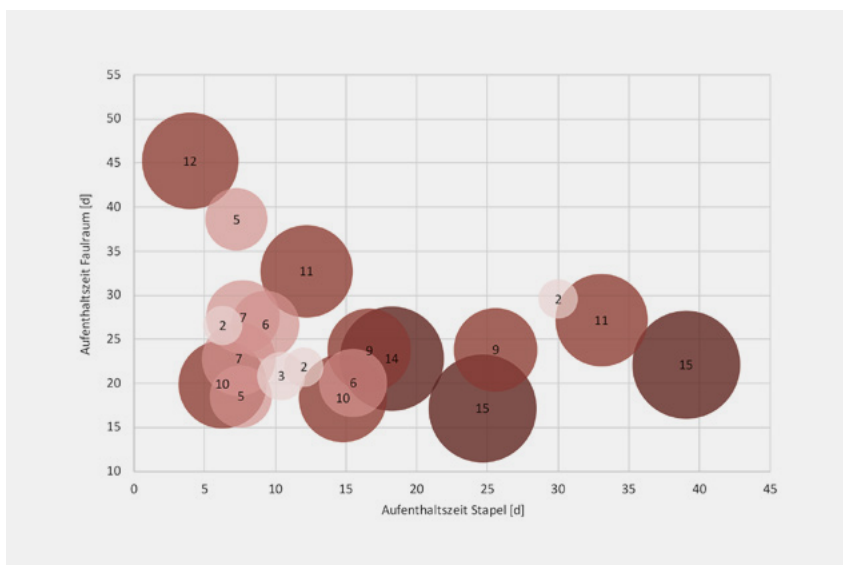


Fig. 1 Klärgasverlust im Stapel relativ zur gesamten Klärgasproduktion der ARA (Grösse der Kreise entspricht der Prozentzahl), abhängig von der Aufenthaltszeit im Stapel und im Faulraum. (Quelle: [1])

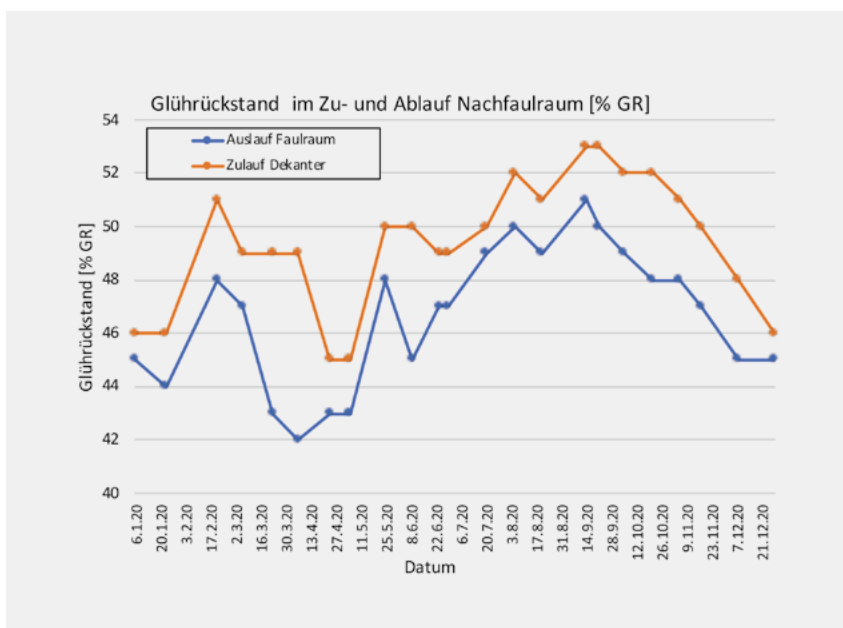


Fig. 2 Veränderung des Organikanteils durch Verweilzeit im Stapel. Dargestellt in Prozent Glührückstand im Zu- und Ablauf.

METHODEN ZUR BESTIMMUNG DER METHANEMISSIONEN

Je höher die Methanverluste sind, umso dringender ist eine Abdeckung bei offenen Schlammstapeln und umso grösser ist deren Wirksamkeit. In einem ersten Schritt werden die Methanverluste ermittelt, was auf unterschiedliche Arten erfolgen kann:

ANAEROBER ABBAUVERSUCH IM LABOR

Beim anaeroben Abbaueversuch findet die Messung der Methanproduktion bei voller Durchmischung statt. So wird die Methanproduktion im Labor – verglichen mit dem nicht durchmischten Nachfaulraum – tendenziell überschätzt, wobei der Fehler im einstelligen Prozentbereich liegt.

MESSUNG TROCKENSUBSTANZ (TS) UND GLÜHRÜCKSTAND (GR)

Der organische Anteil der Trockensubstanz (TS) errechnet sich über den Glührückstand (GR). Mit den erhobenen Daten kann die Differenz der Organik vor der Einleitung in den Stapelraum und dahinter bei der Entnahme zur Entsorgung ermittelt werden. Der Organikabbau im Schlammstapel kann somit direkt proportional in eine entsprechende Gasproduktion umgerechnet werden. Die in *Figur 2* dargestellten Glührückstände über ein Jahr zeigen die systematische Abnahme der Organik im Nachfaulraum.

AUTOMATISIERTE MESSUNG BEI GESCHLOSSENEN SCHLAMMSTAPELN

Damit kann die Abbaumenge an Methan im Schlammstapel ermittelt werden. Die Methanreduktion dient zur Ermittlung der CO_2 -Wirkung der Abdichtung des Stapels und damit zur Berechnung der Förderbeiträge von *South Pole*. Die jährliche Vergütung erfolgt aufgrund der effektiv ausgewiesenen Reduktion der CO_2 -Emissionen, die im jährlichen Monitoring dokumentiert werden.

KOSTEN, FÖRDERUNG UND WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG

Das Ingenieurunternehmen *Holinger AG* hat bei acht Kläranlagen in der Schweiz gasdichte Abdeckungen von Stapelräumen geplant und z. T. bereits umgesetzt (*Fig. 3* und *4*). Diese Projekte geben einen Überblick über die Investitionen, die Wirtschaftlichkeit der Stapelabdeckungen und



Fig. 3 Luftaufnahme der Kläranlage Niederglatt. Die ARA liess den Schlammstapel im Rahmen des Förderprogramms von South Pole gasdicht abdecken. (Foto: ARA Niederglatt)



Fig. 4 Die gasdichte Abdeckung auf der ARA Aarburg, die sowohl bezüglich der Reduktion der Methanemissionen positive Erfahrungen macht als auch die Investitionen dank dem Förderprogramm von South Pole bereits kompensieren konnte. (Foto: ARA Aarburg)

die zusätzlichen Klärgaserträge. Die Erfahrung zeigt, dass die Grösse der abzudichtenden Öffnung über dem Schlammstapel ein grosser Kostentreiber ist.

Den Kosten und den Förderbeiträgen von South Pole dieser acht Anlagen sind folgende Annahmen zugrunde gelegt:

- Die gasdichte Abdeckung wird im Jahr 2021 realisiert.
- Die Inbetriebnahme bzw. die Emissionsreduktion erfolgt am 1. Januar 2022.
- Betrachtet werden Vergütungen von South Pole bis zum 31.12.2030.
- Die zusätzlichen jährlichen Betriebskosten werden mit 5000 Franken berücksichtigt.

Die Kostenbetrachtung der einzelnen ARA ist in *Tabelle 1* dargestellt. Die Methanverluste liegen bei den acht ARA zwischen 6 und 11% und sinken durch die Abdeckung gegen 0%. Bei den ARA 3 und 7 wurde nicht nur die Abdeckung realisiert, sondern eine gesamte Sanierung des Stapels vorgenommen. Bei diesen zwei ARA fallen im Vergleich zur reinen Abdeckung des Schlammstapels zusätzliche grössere Investitionen an, weshalb nicht das gesamte Investitionsvolumen für die Gesamtsanierung über die Förderbeiträge zurückbezahlt werden kann. Bei allen restlichen Kläranlagen ohne zusätzliche Sanierung der Stapel werden die Investitionen bis

2030 durch die Vergütungen mehr als zurückbezahlt. Der Einnahmeüberschuss ist beträchtlich und liegt zwischen 4700 und 90700 Franken. Signifikant ist, dass die ARA 3, ARA 5 und ARA 6 zudem einen eindrücklichen Klärgasgewinn von 9-10% erzielen. Bei diesen drei ARA liegt der jährliche Erlös aus der zusätzlichen Gasgewinnung bei 3000 bis 7500 Franken, was sich bereits bis 2030 auf rund 27000 bis 67500 Franken aufsummiert. Noch nicht berücksichtigt sind die Einsparungen durch die reduzierte Schlamm-entsorgung.

Die Resultate zeigen, dass Schlammstapelabdeckungen neben dem ökologischen

ARA	Schlammstapel			Kosten		Einnahmen KliK- Vergütung 2022-2030	Saldo (Einnah- men-Kosten)* 2022-2030	Bemerkungen
	Emissionen durch offenen Schlammstapel	Anteil Methan- verluste an Gasproduktion	Ermittlung Methan- produktion Stapel	Investition	Betriebskosten 2022-2030			
	[t CO ₂ -eq/Jahr]	[%]		[CHF]	[CHF]			
ARA 1	261	7	Messung Labor	170000	45000	241800	26800	Radius Abdeckung < 5 m
ARA 2	350	8	Messung Labor	240000		317000	32000	Radius Abdeckung < 5 m
ARA 3	146	9	Gasmessung	200000		189300	-55700	Radius Abdeckung < 5 m inkl. Sanierung Stapel
ARA 4	434	7	Messung Labor	402000		451700	4700	Radius Abdeckung 11 m
ARA 5	126	10	Gasmessung	72000		136700	19700	Radius Abdeckung < 5 m
ARA 6	383	10	Gasmessung	111000		246700	90700	Radius Abdeckung < 5 m
ARA 7	140	11	Schätzung	765000		359600	-450400	Radius Abdeckung 9 m inkl. Sanierung Stapel
ARA 8	289	6	Schätzung	211000		276200	20200	Radius Abdeckung < 5 m

* noch ohne Einnahmen aus zusätzlicher Klärgasgewinnung und ohne Einsparung durch reduzierte Schlamm-entsorgung

Tab. 1 Kostenbetrachtung von gasdichter Abdeckung des Schlammstapels.

Nutzen dank dem Förderprogramm von South Pole auch finanziell interessant sind. Die Abdeckung ist deshalb bei allen offenen Schlammstapeln zu prüfen. Bei ARA mit folgenden Eigenschaften ist das Potenzial einer Abdeckung besonders gross:

- grosse Schlammströme
- kurze Aufenthaltszeiten in der Faulung
- schlechter Abbau der organischen Stoffe im Faulraum
- grosse, offene Stapelvolumen mit langer Verweilzeit des Schlammes

Im Zuge der Planung der Schlammstapelabdeckung ist es sinnvoll, zu prüfen, ob der gasdichte Schlammstapel durch die Integration in die Schlammwärmerung und mit einem Rührwerk zu einem vollwertigen Faulraum ausgerüstet werden kann. Mit diesem zumeist geringen Mehraufwand kann die Redundanz der vorher einstrassigen Faulung massiv verbessert werden.

Im Falle einer Revision oder Entleerung des Faulraumes erlaubt der abgedeckte Schlammstapel mit Rührwerk, sprich der Nachfaulraum, somit die Aufrechterhaltung der Schlammfaulung und verhindert vorübergehende hohe Methanemission während der Revision des Faulraumes. Gleichzeitig kann auch die Sicherheit der Arbeiten in Bezug auf Ex-Schutz während diesen Revisionen verbessert werden. Bei einstrassigen Schlammfaulungen werden die Reaktoren aus verständlichen Gründen nur selten entleert. Steht ein zweiter Faulraum zur Verfügung, so können diese Revisionsarbeiten mit vertretbarem Aufwand häufiger durchgeführt und unerwünschte Veränderungen im Faulraum (Ablagerungen, Verzottungen, Schäden an Installationen und Bauwerk) rechtzeitig erkannt werden.

FAZIT

Aus folgenden Gründen ist eine baldmögliche Untersuchung der Methanemissionen auf den Kläranlagen sinnvoll und dringend zu empfehlen:

- Der Grossteil der ARA mit offenen Schlammstapeln wird nicht CO₂-neutral betrieben.
- Förderbeiträge von South Pole können beantragt werden, solange die Massnahme zur Reduktion von CO₂-Emissionen freiwillig geschieht.
- Die finanziellen Förderbeiträge sind bis 2030 gesichert und zeitlich limitiert.
- Je früher die Massnahme umgesetzt wird, desto höher ist die Vergütung durch das Förderprogramm.
- Aufgrund der vollständigen Rückzahlung der Investitionskosten besteht für den ARA-Betreiber kaum ein finanzielles Risiko. Einzige Bedingung ist die Bereitstellung der für die Abdeckung der Schlammstapel notwendigen Investitionen.
- Eine Verbesserung der CO₂-Bilanz auf der ARA kommt dem Klima und am Ende uns allen zugute.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Kanton Zürich Baudirektion (2018): Klimawandel im Kanton Zürich - Massnahmenplan Verminderung der Treibhausgase
- [2] Southpole (2008): Methanverluste bei der Biogasaufbereitung. Mit Unterstützung von Bundesamt für Energie, ZHAW und PSI
- [3] Neosys AG (2020): Die Klimagasbilanz als Kontrollinstrument für eine nachhaltige Gemeindeentwicklung. Umwelttechnik Schweiz 10/20

SOUTH POLE: FÖRDERGELDER FÜR DEN KLIMASCHUTZ

Um das beträchtliche Potenzial zur Reduktion der schädlichen Methangase auf den Kläranlagen zu nutzen, hat das auf Klimaschutzlösungen spezialisierte Unternehmen *South Pole* ein Förderprogramm entwickelt. Zur Reduktion von Methanemissionen werden Prozessstufen der anaeroben Schlammbehandlung mit einer gasdichten Abdeckung ausgerüstet. So werden die Abluftströme gefasst und das Methan gelangt nicht mehr in die Atmosphäre. Damit kann auch zusätzliches Klärgas gewonnen und je nach örtlichen Gegebenheiten einem Blockheizkraftwerk zugeführt, in einer Schlammverbrennungsanlage verbrannt oder mit der Gasphase des Faulturms verbunden werden.

FÖRDERANSÄTZE FÜR ABDECKUNG SCHLAMMSTAPEL

Anlagenbetreiber erhalten von South Pole 140 Franken pro reduzierte Tonne CO₂-Äquivalente, bis die Investition zurückgezahlt ist. Anschliessend erhalten die ARA-Betreiber bis 2030 pro Jahr 10 000 Franken für den Betrieb und zusätzlich 25 Franken pro Tonne CO₂. Insgesamt nehmen bereits 14 Kläranlagen am Programm teil. Zu Beginn bietet South Pole allen Kläranlagen eine kostenlose, unverbindliche Eignungsprüfung an. Bei Interesse startet der Anlagenbetreiber die Vorplanung mit dem Ingenieurbüro des Vertrauens.

POSITIVE ERFAHRUNGEN AUF DER KLÄRANLAGE RÖTI

Der Betriebsleiter *Markus Franz* der Kläranlage Röti in Neuhausen am Rheinfall ist mit dem Ergebnis der realisierten Abdeckung des Schlammstapels sehr zufrieden: «Die notwendigen Massnahmen konnten rasch ermittelt und umgesetzt werden. Die Abdeckung hat keinen negativen Einfluss auf die Schlammwässerung und die installierte Differenzmessung zum Nachweis der vermiedenen Methanemissionen funktioniert tadellos. Mit der Vergütung der ausgestellten CO₂-Bescheinigungen durch South Pole konnte die gesamte Investition innerhalb von vier Jahren amortisiert werden. Vor allem aber können wir die Treibhausgase jährlich um beträchtliche 730 Tonnen CO₂-Äquivalente senken.»

AUSBLICK

South Pole verfolgt die Vision, die Schweizer Kläranlagen als Vorreiter beim Klimaschutz zu etablieren. Dazu entwickelt South Pole weitere Klimaschutzprogramme rund um Kläranlagen. Ein konkreter Ansatz ist die CO₂-Aufbereitung, die bei der Klärgaseinspeisung ins Gasnetz das abgespaltene CO₂ nutzt [2]. Dieses wird dann nicht mehr in die Atmosphäre emittiert, sondern verflüssigt und kann somit zu anderen Zwecken wie z. B. in der Industrie verwendet und idealerweise dauerhaft gespeichert werden. Weitere Projekte sind in der Entwicklung, um die Lachgasemissionen der Kläranlagen respektive des Klärschlammes zu vermindern. Dabei können Pyrolyseanlagen auf Kläranlagen eine neue Rolle spielen, um das Potenzial des Klärschlammes besser zu nutzen und weiter Treibhausgasemissionen einzusparen.

WEITERE INFORMATIONEN

Nähere Informationen zu den Förderansätzen können bei folgender Adresse bezogen werden: swissprojects@southpole.com