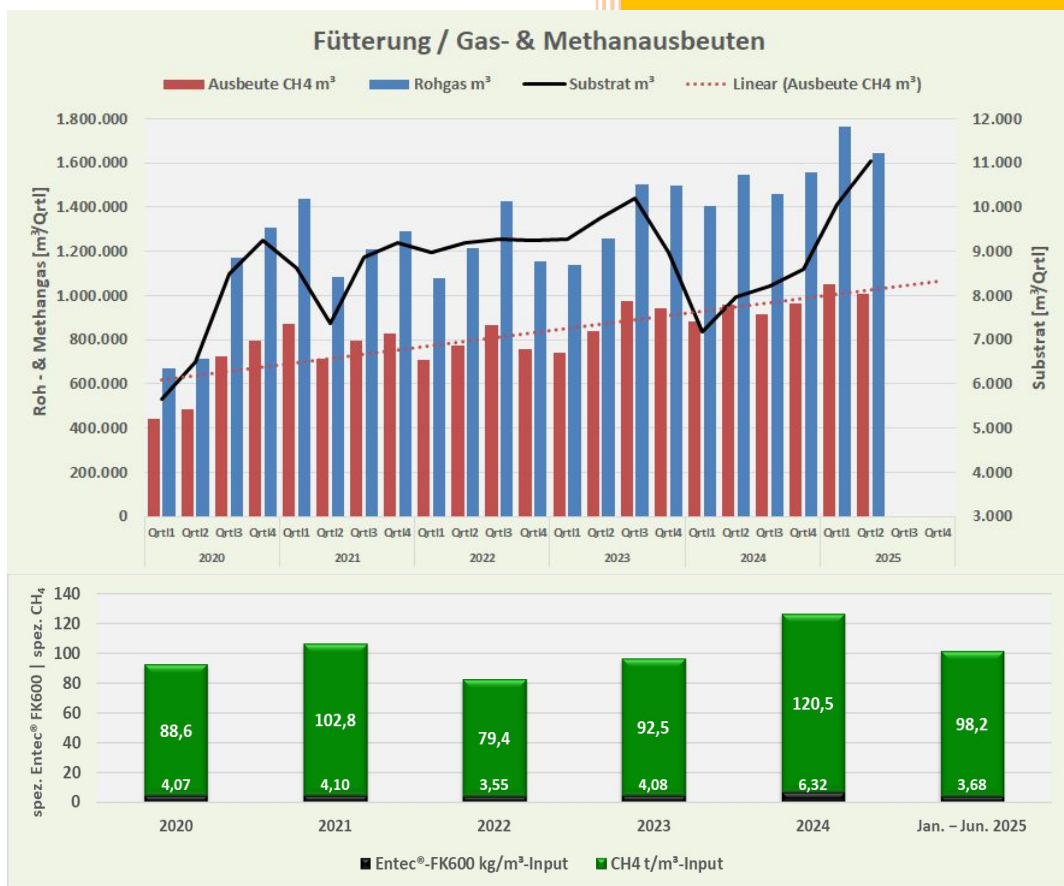


2025

Optimierung Fermenter/ Faultürme



**Steigerung von Biogas- und Methangas- Produktion durch Betriebsoptimierung
Langzeiteinsatz von Fermentationskatalysator Entec® FK600**

Pro Entec® east GmbH

bio engineering

1.10.2025

Fermentationskatalysator Entec® FK600 powert die Klär- und Biogasbildung in Faulturm/ Fermenter

Biogasanlagen haben oft eine Umsatzrate bezogen auf o-TR bzw. besser noch TOC (gesamter organischer Kohlenstoff), die sich zwischen 65 - 75 % selten darüber bewegt. Zur Steigerung der Biogasausbeute (Umwandlung von organischer Masse o-TR in Biogas) entwickelten wir unseren Fermentationskatalysator Entec® FK600. Neben einer Verschiebung des im Biogas erzeugten CH_4/CO_2 zugunsten von Methan konnten wir die Umsatzzaten auf nun 75 - 90 % erhöhen. Damit verbunden ergibt sich eine Steigerung der monetären Ertrags-situation durch höhere Strom- bzw. Gaseinspeisung.

Die sich im Fermenter bildende Biomasse ist aus einer Vielzahl von Lebewesen wie Bakterien, Archaeen, Mikroorganismen usw. zusammengesetzt. In Zusammenhang mit der herrschenden Temperatur im Substrat, dem pH – Wert, der Leitfähigkeit, den organischen Säuren etc. hat jeder Mikroorganismus ein optimales Fenster zu höchster Leistungsfähigkeit. Die Betreibende der Fermenter müssen nun einen optimalen Arbeitspunkt finden, um eine hohe Umsatzrate zu Biogas mit bevorzugt Methan einzustellen und zu halten. Besondere Aufmerksamkeit ist dabei den beiden gut löslichen Gasgleichgewichten der Spezies $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ und $\text{H}_2\text{S}/\text{HS}^-/\text{S}^{2-}$ zu widmen. Beide Systeme beeinflussen die Performance der Mikroorganismengruppe in erheblichen Maße. Sie hängen sehr stark vom pH-Wert und Temperatur im Milieu ab.

1 Vorteile Fermentationskatalysator Entec® FK600 auf einen Blick

1. Größtmögliche Umsatzzaten des im Substrat verfügbaren Kohlenstoffgehaltes (TOC = Gesamt organischer Kohlenstoff) zu Biogas (von oft beobachteten ca. 65 - 75 % zu dann 75 - 90 %)
2. Verschiebung des im Biogas entstehenden CH_4/CO_2 zugunsten höherer Methangehalte
3. Eingriff in das Säurespektrum in der Acidogenese durch partielle, reversible Bindung von überschüssiger organischer Säuren (bei entsprechender Dosierung von Entec® FK600)
4. Flüchtige organische Säuren (FOS) im Fermenter senken sich mit zunehmender Anwendungsdauer ab; der Ausfallgrad nimmt zu
5. Senkung des organischen Feststoffgehaltes im Gärrest (weniger Restmethanpotential)
6. Verminderung der Viskosität des Fermenterinhalt. Das hat zur Folge, dass die Durchmischung effektiver und energiesparender erfolgt
7. Senkung des H_2S im sich bildenden Biogas im Fermenter auf möglichst 10 - 25 ppm (kein Luftertrag mehr zur biologischen Entschwefelung, dadurch keine Beimengung von O_2 und N_2 aus Luft im Rohgas zur Aufbereitung/ Einspeisung von Biomethan)
8. Keine oder Reduzierung der Entschwefelung des Biogases z.B. mit Aktivkohle (keine Kosten für A-Kohle/ Regeneration/ Entsorgung)
9. Durch die hohe Affinität von Eisen (Fe) zu Schwefel zur Bildung von Eisensulfid, können als Sulfid gefällte Spurenelemente wieder bioverfügbar werden, so dass eine externe Dosierung von Spurenelementen ganz unterbleibt oder die Menge zurückgenommen werden kann (wenn überhaupt nötig)
10. Deutliche Verlängerung der Standzeiten für Motoröle beim BHKW, wenn das Gas verstromt wird. Allgemein wird ein Intervall mit 2.000 – 4.500 Bh angegeben. Hinweise zur kontinuierlichen Überwachung und bedarfsgerechte Ölwechsel siehe^[1]
11. Betriebssichere Fahrweise auch bei größeren Schwankungen im Substrat auf kurze Zeit gesehen - stabile hohe Gasausbeuten (z.B. bei Speisereste - Verwertern mit breiten Annahmespektrum)
12. Ein Substratmanagement hat sich bewährt, um problematische Substrate auszusortieren oder nur in verringerter Menge einzusetzen. So ist eine Überprüfung der Stickstoff- und Phosphorgehalte im Substrat sinnvoll. Eine tägliche Überprüfung der Substratvorlage auf diese Parameter macht Sinn und hilft, den Anlagenbetrieb stabil zu halten

[1] <https://www.topagrar.com/energie/news/bhkw-oelwechsel-nur-noch-bei-bedarf-9382259.html> abgerufen 14.07.2025



2 Praxisbeispiel 3,3 MW – Biogasanlage zur Speiseresteanlage

Die Speiseresteanlage hat insgesamt ein Fermentervolumen von 7.400 m³ (3 Stück). Es schließen sich ein Nachgärer, eine Hygienisierung und ein Endlager an. Feste und flüssige Gärreste nimmt man getrennt an und mischt sich die anschließend nach betrieblichen Gesichtspunkten in der Vorlage (1.000 + 1.000 m³) zusammen. Die Fermenter werden aufgrund ihrer unterschiedlichen Größe angepasst beschickt (auch Ergebnisse von Analytik sind maßgebend). Nach Überbauung der BHKW – Leistung speist man den erzeugten Strom in das Netz ein. Ein Teil geht zur Eigenbedarfsdeckung in die Fabrik des Besitzers (grüne Produktion). Wärme wird ebenfalls genutzt. Für kommende Jahre soll das Gas zu Biomethan aufgereinigt und vertrieben werden.

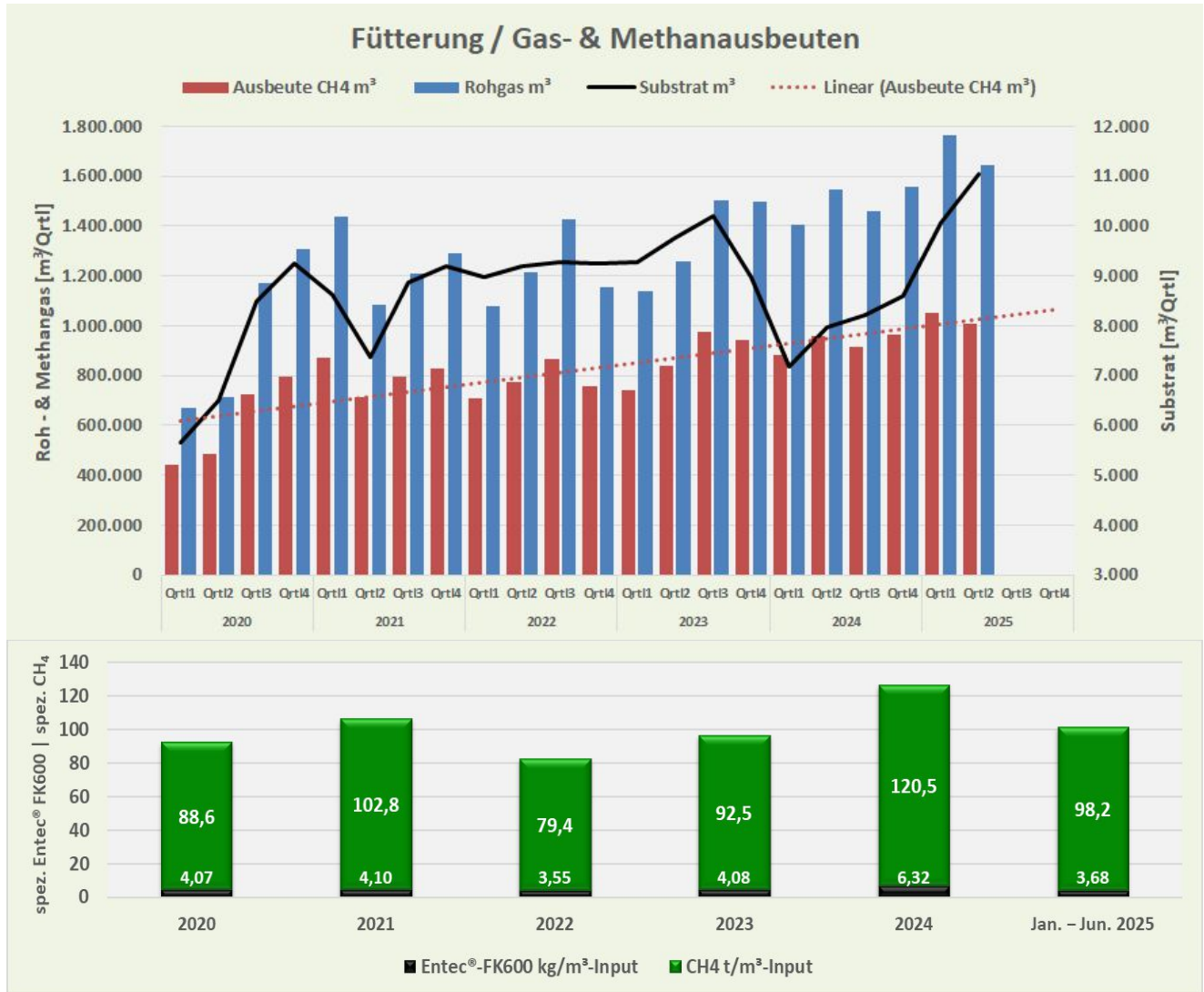


Abb. 1: Entwicklung der Gasproduktion nach erneuter Inbetriebnahme (2020). Die Dosierung von Entec® FK600 lag immer unter der von uns empfohlenen Mengen von 5,0 kg/m³ gelegen. Einbrüche in der Substratzugabe werden mit zunehmender Betriebsdauer durch gleichnehmend steigende Roh- und Methangasmengen kompensiert

Je länger das Produkt Entec® FK600 kontinuierlich angewendet wird desto besser adaptiert sich die vielfältige Biocenose und steigert die Gasproduktion. Erstmals wurde dieser Effekt bis heute in eine anderen Biogasanlage zur Speiserestevergärung seit dem Jahr 2003 bis heute nachgewiesen. Die Wirtschaftlichkeit stellte sich ein, indem der Gasanfall von vorher 400 – 600 Nm³/h auf dann 1.000 Nm³/h ± 100 Nm³/h gesteigert werden konnte. Zusätzlich sank der H₂S – Gehalt auf einen langjährigen Mittelwert von 25 ppm. Das bedeutet weitestgehenden Schutz für die nachgeschalteten BHKW (später erfolgte dann Gasaufbereitung). Bei der hier betrachteten 3,3 MW – Anlage liegt der Mittelwert bei 15 ppm H₂S in knapp 5 Jahren.

3 Einfluss des Systems $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ auf die Methanproduktion

Zitat aus Übersetzung^[2]:

"Das chemische Gleichgewicht zwischen $\text{FAN}^{[3]}$ - und $\text{TAN}^{[4]}$ -Konzentrationen hängt hauptsächlich von pH-Wert und Temperatur ab (Anthonisen et al., 1976). Darüber hinaus soll die Ionenstärke einen erheblichen Einfluss auf die FAN -Konzentration haben, insbesondere in konzentrierten Lösungen (Nielsen et al., 2008). FAN gilt als toxischer für Anaerobier als TAN .

Der am weitesten verbreitete Mechanismus zur Erklärung der FAN -Hemmung basiert auf einer Änderung des intrazellulären pH-Werts aufgrund der passiven Diffusion durch Zellwände, wodurch der Energiebedarf zur Aufrechterhaltung der Wirkung erhöht und bestimmte Enzymreaktionen gehemmt werden (Wittmann et al., 1995). Berichten zufolge bewirkt TAN eine 50-prozentige Verringerung der CH_4 -Produktion in einem breiten Konzentrationsbereich von 1,7 g/l bis 14,0 g/l (Chen et al., 2008). Laut Sung und Liu (2003) tritt eine vollständige Hemmung im Bereich von 8,0 – 13,0 g/l TAN auf, abhängig von pH-Wert und Inokulum. Ebenso wurde eine toxische Wirkung von FAN zwischen 150 mg/l und 1.200 mg/l beobachtet (Rajagopal et al., 2013; Yenigün und Demirel, 2013). Die große Bandbreite der hemmenden FAN - oder TAN -Konzentrationen kann auf die Unterschiede in der Art der Substrate, den Umgebungsbedingungen (pH-Wert, Temperatur, hydraulische Verweilzeit) und der Akklimatisierung des Inokulums zurückgeführt werden (Van Velsen, 1979)."

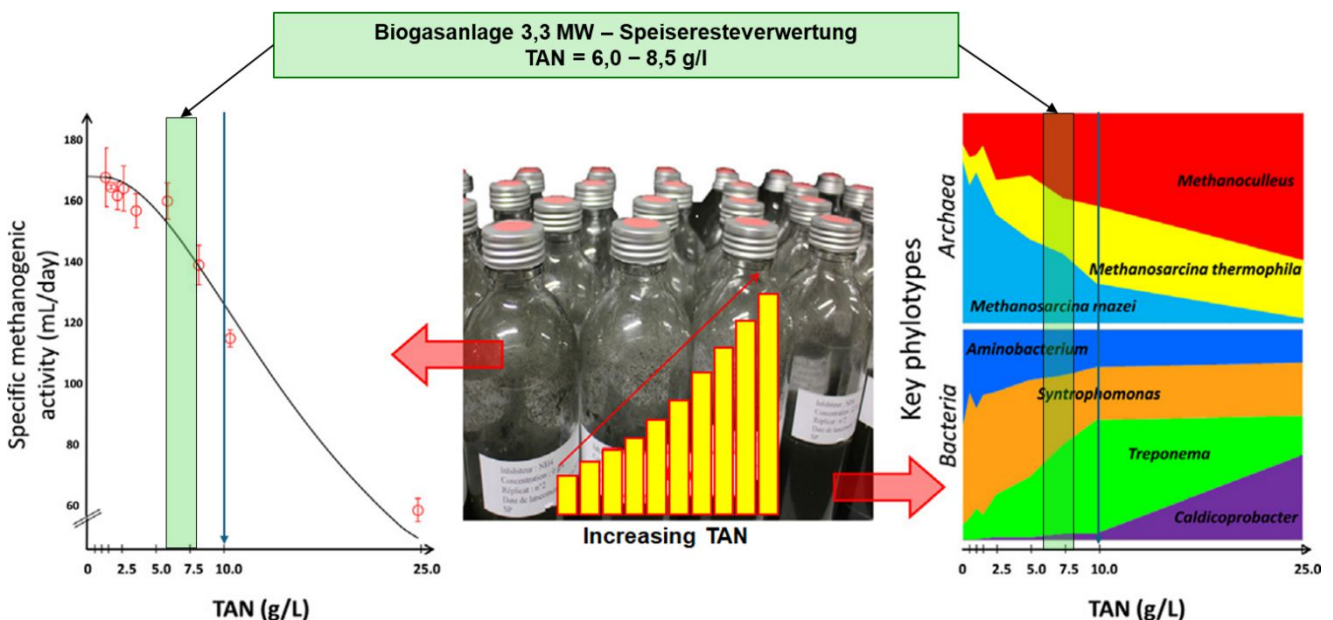


Abb. 2: Einordnung der Speiseresteanlage in die Messergebnisse der Veröffentlichung^[2] Der spezifische CH_4 -Ertragskoeffizient zwischen den $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalten der Speiseresteanlage Anfangs 2020 von 8.500 mg/l und den in 2025 erreichten Konzentrationen ~ 6.000 mg/l bringt eine Ertragssteigerung von knapp 12 % CH_4

Die links dargestellte Grafik der TAN -Konzentration in Fermentern hat einen signifikanten Einfluss auf die Zusammensetzung der Schlüsselmikroorganismen (Key Phylotypes – rechts abgebildet). Die Zusammensetzung der ähnlich klassifizierten Biocenose (Taxonomie) verändert sich mit zunehmender TAN immer stärker, so dass das optimale Zusammenspiel der mikrobiologischen Lebensgemeinschaft bezüglich der Produktion von Methan in Biogas immer schlechter wird. Die Gasausbeuten werden quantitativ und qualitativ schlechter.

Es ist also zur guten Gasproduktion darauf zu achten, dass per se $\text{NH}_4\text{-N}$ -haltige Substrate aber auch solche mit hohen Gehalten an organisch gebundenen Stickstoff die Substratzusammensetzung nicht dominiert. Das wird bei der 3,3 MW – Anlage verstärkt beachtet und mündet in einem *Substratmanagement*.

^[2] Poirier, S., Desmond-Le Quéméner, E., Madigou, C., Bouchez, T., Chapleur, O.; Anaerobic digestion of biowaste under extreme ammonia concentration: Identification of key microbial phylotypes Bioresource Technology 207 (2016) 92 – 101 – Übersetzung von ACADEMIA

^[3] FAN = Free Ammonia Nitrogen $\triangleq \text{NH}_3$

^[4] TAN = Total Ammonia Nitrogen $\triangleq \Sigma \text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$

3.1 Konsequenzen für 3,3 MW – Anlage

In der Einfahrphase der Biogasanlage erfolgte eine sukzessive Anreicherung der $\text{NH}_4\text{-N}$ – Konzentrationen startend von etwa 6.000 mg/l bis zu dem Höhepunkt von um die 9.000 mg/l. Danach erfolgte die strengere Kontrolle der Substrat u.a. auf den Parameter N und eine systematische Klassifizierung der bezogenen Inputstoffe bezogen auf den jeweiligen Lieferanten.

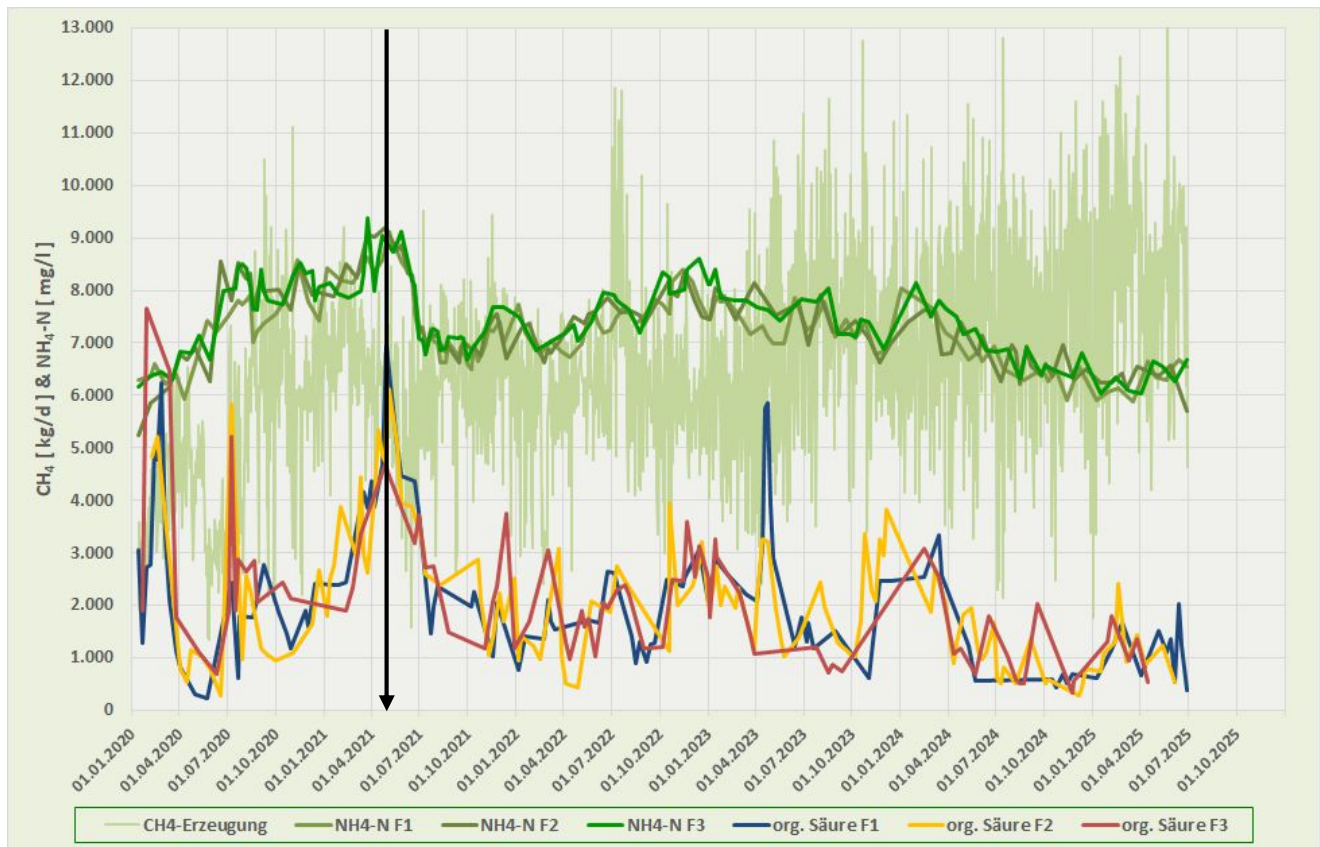


Abb. 3: Chronologische Entwicklung der $\text{NH}_4\text{-N}$ – Konzentration in den Fermentern F1 – F3. Betrachtet man den Januar 23 als Wendepunkt, so erkennt man die deutliche Zunahme der Methangasentwicklung. Die Entwicklung der Summe der organischen Säuren zeigt tendenziell einen ähnlichen Verlauf [Erläuterungen im Text]

Es gelang in der Folgezeit, den $\text{NH}_4\text{-N}$ – Gehalt im Bereich von etwa 7.000 – 8.000 mg/l zu bringen. Ab Beginn 2024 beginnt der $\text{NH}_4\text{-N}$ – Gehalt permanent zu sinken. Damit einhergehend ist die Erhöhung der Methangasausbeute deutlich sichtbar. Die starken Fluktuationen bei der Gasnutzung sind darauf zurückzuführen, dass das verwendete Rohgas zur netzdienlichen Einspeisung mit schwankenden Volumen genutzt wird (der Gasverbrauch wird vor den BHKW gemessen, netzdienliche Einspeisung).

Der Biogasprozess verläuft in einer vierstufigen Kaskade ab:

- ✦ Hydrolyse
- ✦ Acidogenese (Versäuerung)
- ✦ Acetogenese (Essigsäurebildung)
- ✦ Methanogenese (Methan-/ Biogasbildung)

Die vier Stufen hängen voneinander ab und müssen ihre Endprodukte an die nächste Abbaustufe im Fermenter übergeben. Es kann durchaus sein, dass einzelne Bakterien- und Mikroorganismen dabei zusammenarbeiten (müssen). In der betrachteten Biogasanlage hat sich seit der Inbetriebnahme die organischen Säuren konzentration von etwa 1.000 mg/l auf nahezu 7.000 mg/l gesteigert. Bei so hohen Konzentrationen entsteht nicht nur primär Essigsäure, sondern die Propionsäure kann eine dominierende Rolle einnehmen. Dazu gesellen sich dann meist die iso-Buttersäure (Buttersäure eher selten) und ergänzend dazu auch Milchsäure – der Abbaupfad befindet sich auf einem Irrweg und bedarf der Korrektur.

Ab etwa Juli 2021 sinken die organischen Säuren wieder. Die Essigsäure übernimmt das Regime und sinkt insgesamt weiter ab (meist begleitet von geringen Mengen der anderen flüchtigen organischen Säuren).

Als Erklärung kann man folgern, dass die bei hohen $\text{NH}_4\text{-N}$ und gleichzeitig hohen organischen Säuren– Gehalten noch eine hohe Menge an organisch gebundenen N – Gehalten im Fermenter vorhanden sind, die bei der Acidogenese $\text{NH}_4\text{-N}$ aus dem organischen Gerüst abspalten. Die verbleibenden organischen Reste werden dann nach und nach zu länger-kettigen Fettsäuren abgebaut. Fermentative Bakterien und acetogene in Symbiose mit methanogenen Bakterien zerlegen dann weiter in Buttersäure/ Propionsäure/ Essigsäure und Alkohole u.a.^[5]

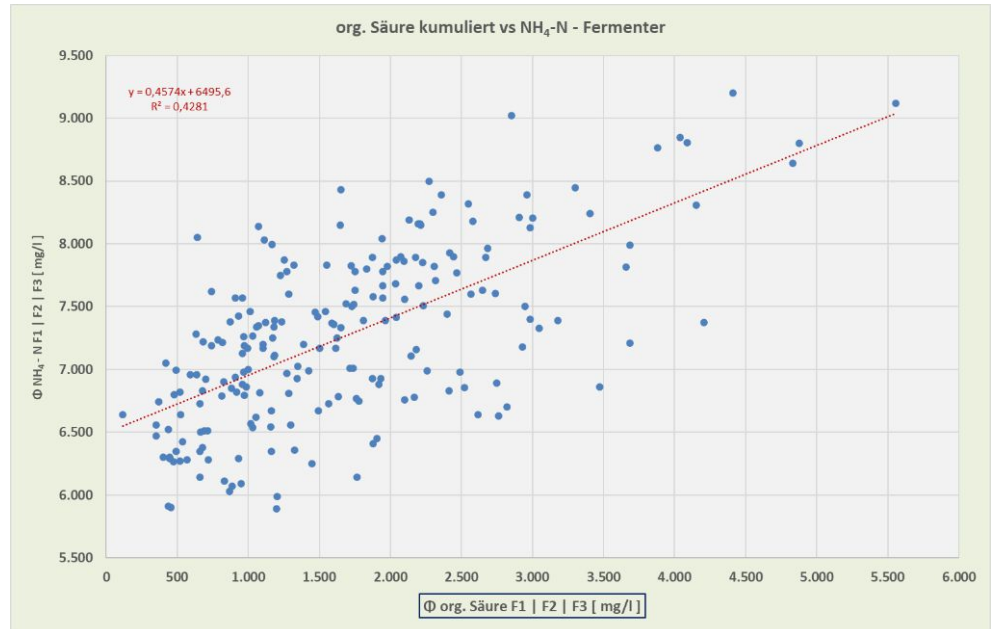


Abb. 4: Sinkt der organische Säuregehalt im Fermenter, weil in Biogas umgewandelt, erniedrigt sich ebenfalls der Ammoniumgehalt, weil kein organisch gebundener Stickstoff aus der Acidogenese nachkommt. Das $\text{NH}_4\text{-N}$ wird dann über die Gärrestentsorgung aus dem Fermenter entfernt, da er biologisch nicht abgebaut werden kann

Das Entec® FK600 unterstützt den kaskadierten Abbau der zugeführte hochmolekulare Stoffgruppen als Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße, ohne dass die Reaktionskette ins Stocken gerät. Überschüsse an kurzkettigen flüchtigen Säuren können reversibel bei Überlastung entzogen werden. In Zeiten von Mangel werden die Säuren wieder zurückgeschleust. Die langfristige, kontinuierliche Anwendung des Produkts liefert eine stetige und weitestgehend höhere Gasausbeute. Das auch dann, wenn die Fütterung mal zurückgenommen werden muss wie im Jahr 2024 (Abb. 1 Seite 2).

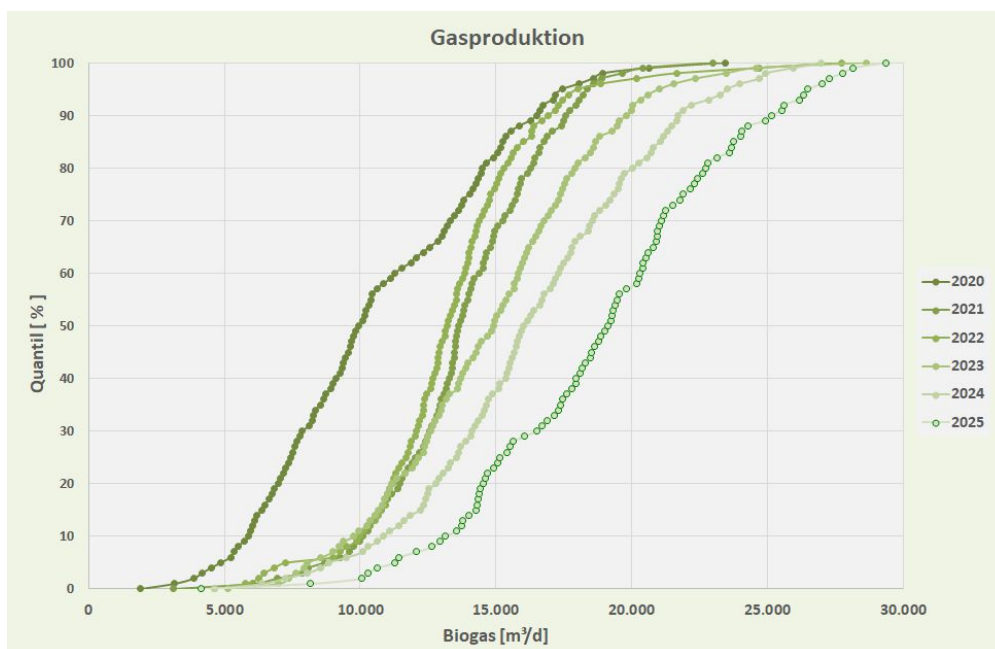


Abb. 5: Steigerung der Gasausbeute seit Wiederaufnahme des Fermenterbetriebs im Jahr 2020

Weitere Vorteile ergeben sich durch die Absenkung der H_2S – Gehalte im Biogas, die meist deutlich unter 100 ppm und tiefer gedrückt werden können (BHKW – Hersteller fordern für Garantieleistung ihres Aggregates H_2S – Gehalte ≤ 200 ppm). Damit entfällt meist die Zugabe von geringen Mengen Luft-sauerstoff, um den Schwefel als Element S zu entfernen.

Das kann durch die Zugabe von Entec® FK600 weitestgehend verhindert werden, weil

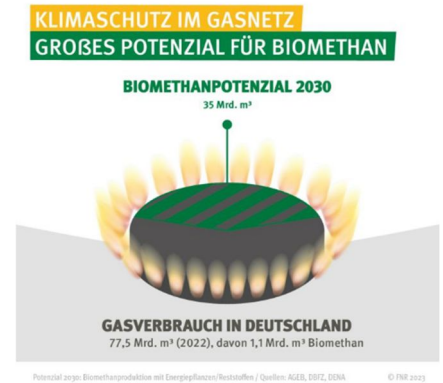
[5] Zellmann, H.; Friedmann, H.; Optimierung des Fermentationsprozesses bei der Vergärung nachwachsender Rohstoffe www.agroferm.de bzw. www.hansfriedmann.de (Folienvortrag)

durch das im anaeroben Milieu entstehende Fe^{2+} mit S^{2-} das schwerlösliche $FeS\downarrow$ (Eisensulfid) bildet. Das Salz wird mit dem Gärrest aus dem Fermenter entfernt. Die prozessschädliche Zugabe von "Luft-" Sauerstoff kann vermieden werden und führt zu höheren Gasausbeuten und dadurch zum ökonomischen Erfolg.

4 Zwangsjacke hohe NH_3/NH_4^+ - Gehalte – neues Verfahren zur Behandlung einer Suspension – Erschließung/ Steigerung grünes Biomethan und Wertstoff Ammoniak



"Im Jahr 2030 könnte der Biomethananteil von derzeit 1 % auf bis zu 40 % des aktuellen Gasverbrauchs in Deutschland ansteigen, wenn das gesamte Biomassepotenzial an tierischen Exkrementen, Energiepflanzen, Stroh, Grünland, Speisereste sowie kommunalen und industriellen Reststoffe zur Biomethanerzeugung genutzt werden würde. Aktuell werden in Deutschland etwa 220 Biomethananlagen betrieben, die 2020 1 Mrd. Normkubikmeter Biomethan in das Erdgasnetz eingespeist haben. Die Einspeisung von Biomethan in das Erdgasnetz ermöglicht vielseitige Anwendungsmöglichkeiten in der Energiewirtschaft und im Verkehr sowie in der Gebäudeenergieversorgung und in industriellen Anwendungen."^[6]



Die Einspeisung von Biomethan in das Erdgasnetz ermöglicht vielseitige Anwendungsmöglichkeiten in der Energiewirtschaft und im Verkehr sowie in der Gebäudeenergieversorgung und in industriellen Anwendungen."^[6]

In der nachfolgenden Grafik ist in einem Sankey – Diagramm das Verbleiben der wertgebenden Inhaltsstoffe im Substrat beim Durchgang durch die Fermentergruppe dargestellt. Ein Großteil des organischen Kohlenstoffs bildet sich durch die spezialisierte Biocenose in Biogas um, wobei der CH_4 – Gehalt zu maximieren ist. Die netzdienliche Erzeugung von Strom per BHKW bildet u.a. die wirtschaftliche Grundlage der Biogasanlage.

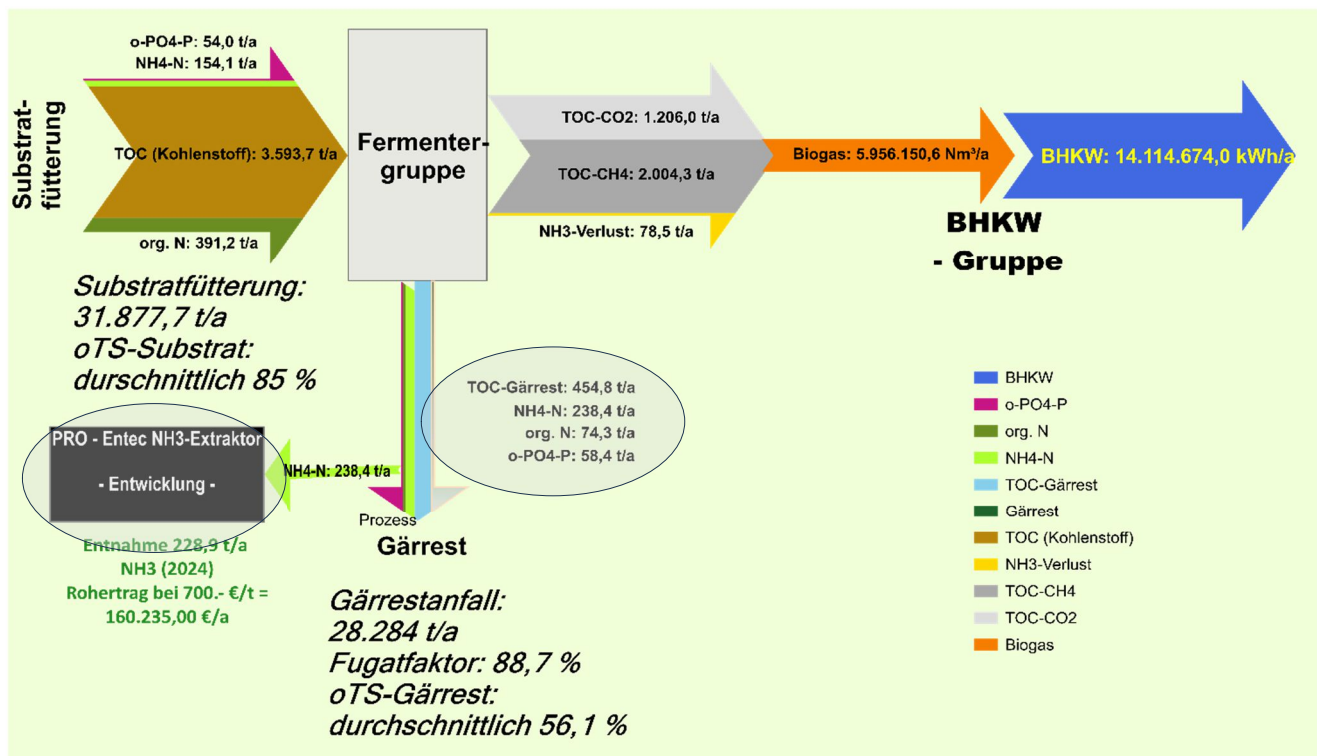


Abb. 6: Oben dargestellt der stringente Einsatz von Substraten bis hin zur Stromerzeugung (Wärme!) Der Anteil von NH_4-N und org. N ist Ziel unseres neu entwickelten, zum Patent angemeldete PRO-Entec®- NH_3 Extraktor. Meist als Dünger immer stärker gesetzlich limitiert, wird das Ammoniak alternativ zum grünen, vermarktbareren Produkt (Weltmarktpreis ca. 700.- €/t)

Durch die Entfernung von NH_3/NH_4^+ aus dem Gärrest kann dieser teilweise in den Fermenter recyclet werden. Der TAN^[4] sinkt dadurch im Fermenter und ermöglicht so die Umsetzung höherer Methangasmengen.

[6] <https://biogas.fnr.de/biogas-nutzung/biomethan> abgerufen am 23.07.2025 inklusive der beiden Abbildungen

Eine überschlägige Berechnung der Betriebsergebnisse ergibt einen Jahresüberschuss von ca. 1,5 Mio.€, die zur Refinanzierung der Investitionen verwendet werden können (ROI).

Das Verfahren ist komplett im Labormaßstab entwickelt und getestet (Technologischen Reifegrades 5 – 6)

Eine Pilotanlage für 24 m³/d Gärrest befindet sich in Planung und könnte 2026 in Betrieb gehen.

Die PRO-Entec® - Gruppe sucht Investoren für den gesamten Prozess



RICHTLINIE (EU) 2024/3019 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 27. November 2024 über die Behandlung von kommunalem Abwasser Sie trat am 1. Januar 2025 in Kraft (Art. 34 Satz 1)

5 Einsatz von Entec® FK600 in Faultürmen von Kläranlagen

Die europäische Rahmenrichtlinie über die Behandlung von kommunalen Abwasser (KARL) fordert die Betreiber von Abwasseranlagen in abgestuften Zeiträumen bis 2045 die Energieneutralität der deutschen Kläranlagen (Artikel 11). Zudem sollen die Nährstoffeinträge in die Gewässer durch den Artikel 7 Drittbehandlung Nährstoffreduktion N/P betreffend deutlich abgesenkt werden.

Etliche Jahre vorher testet die PRO – Entec® – Gruppe das Produkt Entec® FK600 auch in Faultürmen kommunaler Kläranlagen. Der unmittelbare Anlass war die Auflage an einigen Kläranlagen, den P_{ges} im Ablauf auf niedrigere Konzentrationen zu begrenzen (höhere Auflagen bezüglich der P – Elimination). Dabei spielen bisher nicht beachtete Rückbelastungen aus den anaeroben Bereichen der Kläranlage eine nun zu beachtende Größe. Das sind z.B. Verluste von PO₄-P – an Eisen gebundene Phosphate durch Reduktion von Fe³⁺ zu Fe²⁺. $3 \text{ Fe(III)PO}_4 + 3 \text{ e}^- \rightarrow \text{Fe}_3\text{(II)(PO}_4)_2 + \text{PO}_4^{3-}$ (Reduktion von Eisen). Auch die durch Bio-P gebundenen Phosphate gelangen durch den Abbau der Organik zu Biogas als Rückbelastung in die Biologie zurück. Ganz nebenbei haben wir eine Mehrproduktion an Klärgas erwartet.

Einsatz Entec® FK600 in Faultürmen

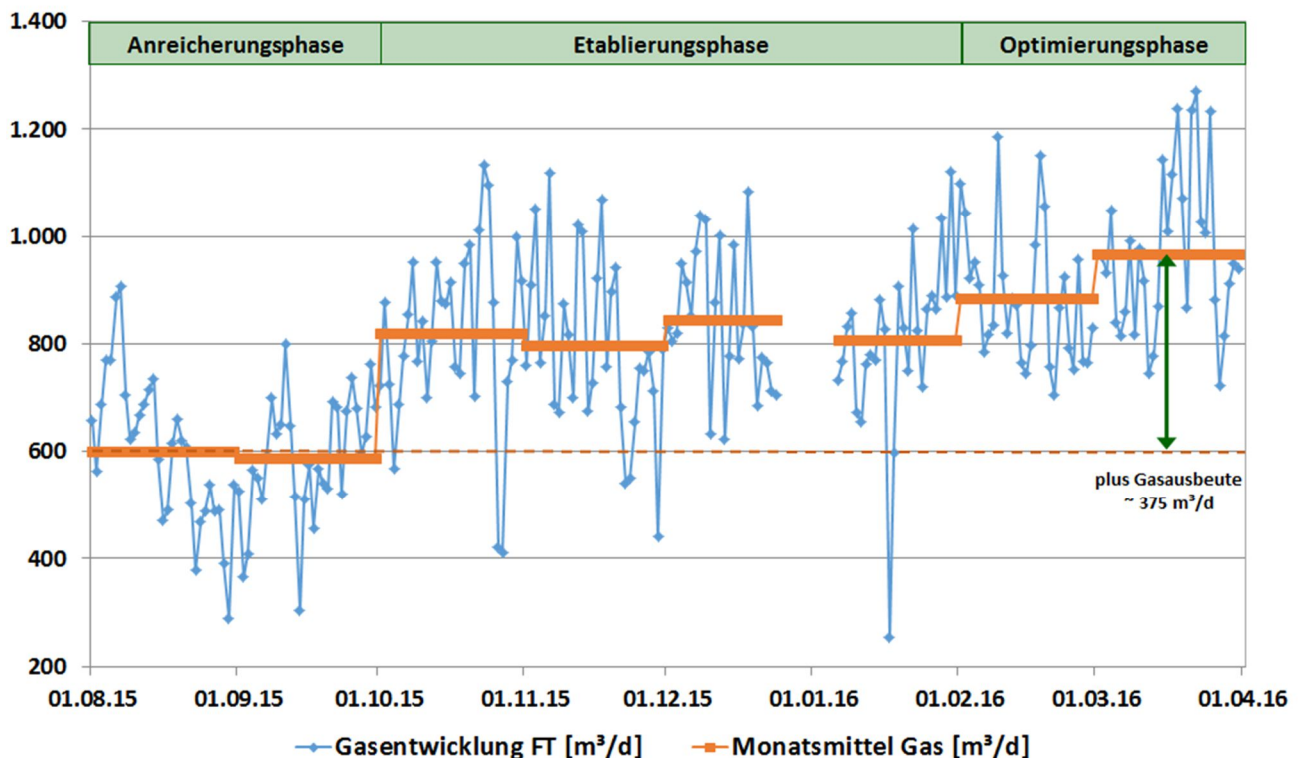


Abb. 7: Entwicklung der Gasausbeute nach dem Einsatz von Entec® FK600 in einer 40.000 EW - Anlage

Bei der nominell ausgebauten Kläranlage für 40.000 EW mit einem Faulturm ($V = 1.250 \text{ m}^3$) und einer Rohschlammzugabe von $60 \text{ m}^3/\text{d}$ erfolgte nach einer 2 – monatigen Anreicherungsphase eine sukzessive Erhöhung der Klärgasmenge um etwa $200 \text{ m}^3/\text{d}$ über einen längeren Zeitraum. In einer Optimierungsphase der letzten zwei Monate stieg der Klärgasanfall noch einmal deutlich, so dass im letzten Monat ein Plus von $\sim 350 \text{ m}^3/\text{d}$ zu konstatieren war.



PRO-ENTEC
Umweltschutz GmbH

Alfred Albert 06024-6392-0
alfredalbert@pro-entec.de www.pro-entec.de

PRO-ENTEC east

bio engineering

Dr. Thomas Paust 033986 – 50229-0
info@pro-entecast.de www.pro-entecast.de

Den Anforderungen von **KARL** folgend, eine Energieneutralität zu erreichen, ergibt sich folgende Bilanzierung: BHKW = 39 % | Klärgasmethangehalt = 61 % | Energiegehalt Methan = 10 kWh/ Nm³ CH₄

$P_{\text{Plus}} = 375 \text{ Nm}^3/\text{d} \cdot 365 \text{ d/a} \cdot 61 \% \cdot 10 \text{ kWh/ Nm}^3 \cdot 39 \% = 325.625 \text{ kWh/a}$ mehr an Eigenstrom

Bei Stromkosten aus dem Netz = 0,22 €/kWh ergibt sich eine **Einsparung von 71.637,5 €/a**

Insgesamt dosierten wir eine Menge von 80 kg/d zu einem Preis von ca. 52.- €/d bzw. **18.980 €/a an Kosten**. Letztendlich wurde das Ziel der Absenkung der Rückfrachten der Parameter CSB, TOC und P_{ges} mit etwa 50 % erreicht. Die Rückbelastung an NH₄-N und TN sind als indifferent zu betrachten. Für weitere Ansätze zu diesem Thema kommt die PEGA_{KA} – Technologie in Frage.

5.1 Service für Kunden

Nach einer sorgfältigen Bestandsaufnahme im Gespräch mit den Kunden und einer Kostenabschätzung schlagen wir bei Aussicht auf Steigerung der Gasausbeute die Dosierung unseres Produktes Entec® FK600 vor. In der Regel haben die Biogasanlagen / Kläranlagen für den Fermenter/ Faulturn keine Dosiereinrichtungen für flüssige Produkte.

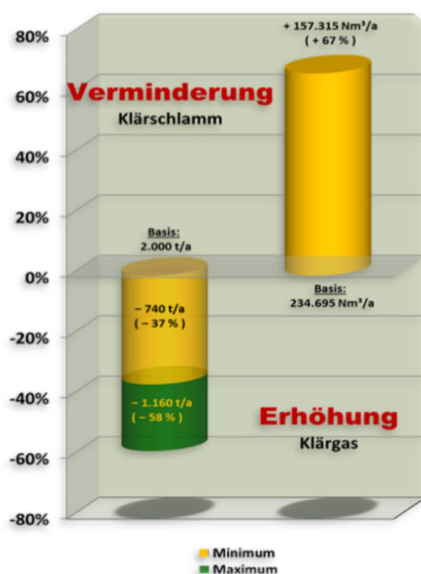


Abb. 8: Aufbau einer Dosierstelle für Entec® FK600: Links - Ansicht der kompletten Dosieranlage mit IBC; Mitte – Dosierpumpe mit Auffangwanne; Rechts – Impfstelle mit Dosierlanze in Schlammleitung

Die Dosierung kann zunächst für die ersten orientierenden Versuche über IBC erfolgen. Bei späterem Erfolg sollte eine Tankanlage angeschafft werden. Die Dosierpumpe steht auf einer Auffangwanne und stellt die Dosierung sicher. Die Ansteuerung muss so erfolgen, dass nur bei Durchfluss des Schlammes dosiert wird (über SPS der Anlage oder Abgriff eines Signals auf die interne Funktion der Pumpe). Das Produkt sollte möglichst turbulent in die Schlammleitung eingebracht werden.

6 Patentiertes PEGA_{KA} – Verfahren

"**Verdoppelung Klärgas (Energie)/ Halbierung Klärschlamm**" so unser Motto zum PEGA_{KA}-Verfahren, um Kläranlage energieneutral bzw. sogar energiepositiv zu betreiben.



Resultat: **35.000 EW_{CSB} ausgelegte Kläranlage:**

(BHKW $\eta_{\text{el.}} = 38 \%$ | CH₄-Gas = 65 % | 1 Nm³ CH₄ = 10 kWh)

234.695 Nm³/a klassische Gasproduktion:

579.697 kWh/a Eigenstrom

157.315 Nm³/a Ergänzung Gas durch PEGA_{KA}-Stufe:

388.568 kWh/a Erhöhung Eigenstrom

Summe: 968.265 kWh/a $\hat{=}$ Energieneutralität

Erfüllung KARL 11 \Rightarrow Energieeinsparungen

Minimierter Klärschlammfall zur Verwertung (\Rightarrow maximiert die Abfallvermeidung gemäß Abfallhierarchie Artikel 4 der Richtlinie 2008/98/EG)

2.000 t/a OS – 740 t/a OS (PEGA_{KA}) = 1.260 t/a OS

Fragebogen anfordern und sie erhalten von uns eine technologische und wirtschaftliche Bewertung mit ihren Daten!