

Fallstudie

Das Potenzial der HTG-Technologie wurde anhand einer Studie für eine Abwasserreinigungsanlage (ARA) mit 300.000 Einwohnerwerten (EW) veranschaulicht. Ziel dieser Fallstudie war es zunächst das Verwertungspotenzial des ausgefaulten Schlammes am Laborprototyp (1 kg/h) zu analysieren. Der zweite Teil der Studie umfasste eine technisch-wirtschaftliche Modellierung einer Anlage zur Behandlung von 6 t/h Faulschlamm mit 20% TS (d.h. 9.600 Tonnen TS pro Jahr)⁴.

Die mit dem Prototyp erzielten Versuchsergebnisse zeigten, dass die im ausgefaulten Schlamm enthaltenen organischen Stoffe erfolgreich in erneuerbares Biogas umgewandelt werden konnten, wobei mehr als 70% des im Schlamm enthaltenen Kohlenstoffs in Biogas umgewandelt wurde. Dieser experimentelle Test zeigte auch eine gute Leistung bei der Mineralien-/Salzabscheidung, bei der mehr als 80% der Mineralien aus der Salzsole zurückgewonnen werden konnten. Darüber hinaus erreichte der Umsatz des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) im Prozesswasser 99%, womit das Prozessabwasser nur noch Restspuren von TOC enthält. Diese Ergebnisse demonstrieren die hohe Eliminationseffizienz des HTG Verfahrens bei der Umwandlung von TOC in erneuerbares Biogas und der Rückgewinnung von Phosphor. Die Aufenthaltszeit des Klärschlammes im Prozess beträgt dabei lediglich 30 Minuten.

Die Massenbilanz einer Industrieanlage, die 6 t/h Faulschlamm mit 20% TS behandelt ist in Abbildung 4 dargestellt. Die Anlage wandelt den ausgefaulten Schlamm hauptsächlich in ammoniumreiches Prozesswasser (ca. 15.000 mg L⁻¹) sowie in erneuerbares Biogas bestehend aus 53 Vol.-% CH₄, 41 Vol.-% CO₂ und 6 Vol.-% H₂. Die jährliche Energieproduktion beträgt 28 GWh und unter Berücksichtigung der für den Betrieb der Anlage benötigten Energie kann eine jährliche Nettoproduktion von 16 GWh veranschlagt werden. Zusätzlich zu den 16 GWh, die an erneuerbarem Biogas zur Verfügung stehen, sind jedoch weitere 8 GWh für eine thermische Nutzung außerhalb der Anlage verfügbar, zum Beispiel für die Raumheizung oder für die Klärschlammfäulung. Unter Berücksichtigung dieser zusätzlichen Wärme erreicht die Nettoenergieausbeute 65%.

Nach Entwässerung der mineralischen Salzsole und der Rückführung der organischen Anteile in den Prozess weist die Restmasse des mineralischen Rückstandes nach der Phosphorextraktion nur noch einen Anteil von 7% der Masse des Inputmaterials auf. Dieser mineralische Rückstand kann als Restabfall betrachtet werden und muss auf einer Deponie entsorgt oder kann im Idealfall auch in der Zementproduktion verwendet werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die HTG-Technologie es ermöglicht mehr als 90% des Faulschlamm vor Ort zu verwerten, indem der Faulschlamm in Prozesswasser, Mineralien und erneuerbares Biogas umgewandelt wird, das direkt in der Abwasserreinigungsanlage (ARA) verwendet werden kann. Die ARA wird dabei fast vollständig Energieautark wenn das zusätzliche Biogas über ein BHKW zu Strom und Wärme umgesetzt wird. Alternativ kann das Biogas nach einem Gasreinigungsverfahren in das Erdgasnetz eingespeist werden. Einer der größten Vorteile des HTG-Verfahrens ist die massive Reduktion der Abfallmengen. Im Rahmen dieser Studie ist die Menge der Restabfälle etwa 15-mal geringer als die Menge des ausgefaulten Schlamm zu Beginn des Prozesses. Die Verringerung des Abfallvolumens ist in der Tat ein Schlüsselparameter zur Verbesserung der Umweltbilanz von Abwasserreinigungsanlagen.

Im Rahmen der gleichen Studie⁴ wurde auch eine Schätzung von CAPEX und OPEX für die Industrieanlage vorgenommen. Die gesamten Investitionskosten (CAPEX) (einschließlich direkter und indirekter Kosten) werden auf 31 Millionen CHF geschätzt mit einer Genauigkeit von +/-25%. Die gesamten Betriebskosten (OPEX) (einschließlich der Abschreibung der Anlage, der Einnahmen aus dem Verkauf von durch dem BHKW erzeugtem Strom und Wärme sowie der Kosten für die Entsorgung der Feststoffrückstände auf einer Deponie) wurden auf 3,2 Mio. CHF/Jahr geschätzt, d. h. 333 CHF pro Tonne behandelter TS. Es sei darauf hingewiesen, dass die Einnahmen aus dem Verkauf von erneuerbarem Biogas fast 1,5 Millionen CHF/Jahr betragen. Die Ergebnisse dieser Studie ermöglichten eine Schätzung des Produktionspotenzials von Verbindungen wie Struvit oder Phosphorsäure. Die gesamten OPEX-Ausgaben für die Phosphorverwertung werden auf 300 CHF/t_{TS} für die Struvitproduktion und auf 44 (CHF/t_{TS}) für die Phosphorsäureproduktion geschätzt. Die oben vorgestellte Studie hat auch gezeigt, dass durch die Integration von HTG am Standort eines Zementherstellers die Gesamtkosten um 50 CHF/t_{TS} für die Struvitproduktion und um 90 CHF/t_{TS} für die Phosphorsäureproduktion gesenkt werden könnte.

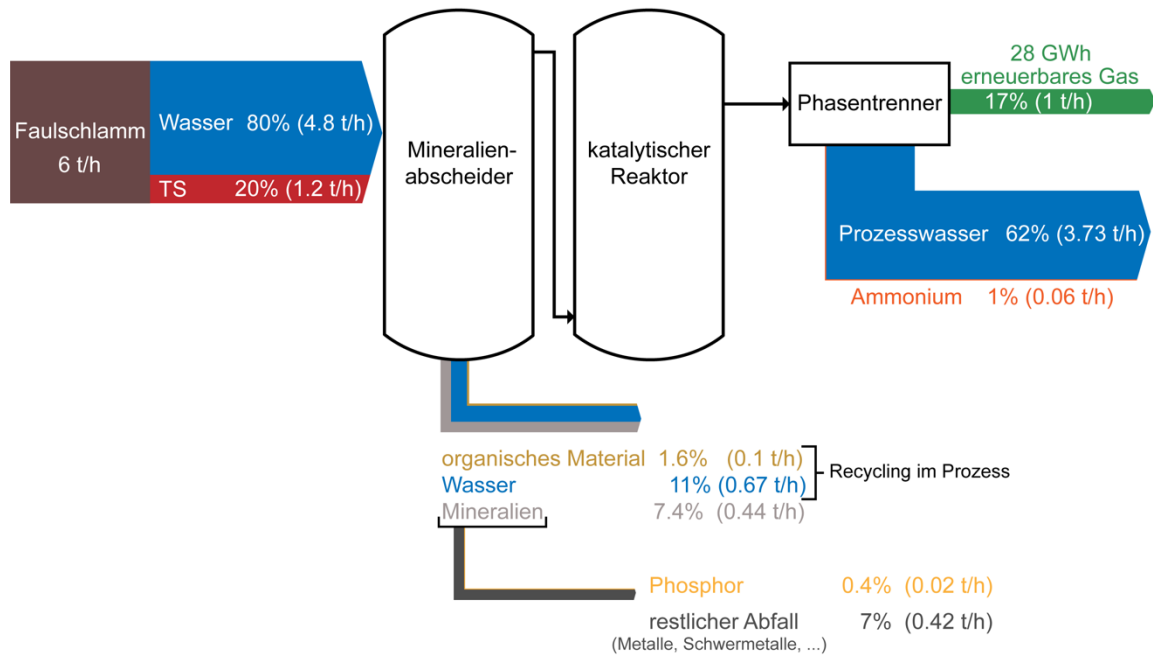


Abbildung 4: Massenbilanz für eine HTG-Anlage, die 6 t/h Faulschlamm mit 20 % TS behandelt, d.h. einen jährlichen Durchsatz von 9.600 Tonnen TS.

Schlussfolgerung

Das Inkrafttreten der neuen Verordnung über die Phosphorrückgewinnung im Jahr 2026 sowie die Annahme der Energiestrategie 2050 durch das Schweizer Volk im Jahr 2017 begünstigen die Einführung neuer Technologien die eine effiziente Rückgewinnung der im Klärschlamm enthaltenen chemischen Energie und Mineralien ermöglichen. Der Einsatz des HTG-Verfahren auf Abwasserreinigungsanlagen erlaubt die Einhaltung aller neuen Vorschriften. Das HTG-Verfahren ist eine kompakte Lösung die nicht nur die Umweltbelastung stark senkt, sondern auch die Kosten für die Schlammentsorgung im Vergleich zu den bestehenden Verfahren in der Schweiz signifikant reduziert. Ermöglicht wird dies unter anderem durch die Optimierung der Klärschlammlogistik wodurch die Entwässerung sowie der Schlammtransports hinfällig werden. Zusätzlich kann erneuerbares Biogas und Düngemittel direkt vor Ort erzeugt werden. Auf nationaler Ebene könnten mit dem HTG-Verfahren die jährlich anfallenden 200.000 Tonnen Klärschlamm in 520 GWh erneuerbarem Biogas umgesetzt und 10.000 Tonnen Phosphor zurückgewonnen werden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das HTG-Verfahren das Potenzial hat eine konventionelle Abwasserreinigungsanlage (ARA) in eine auf die Kreislaufwirtschaft ausgerichtete energieautarke Aufbereitungsanlage umzuwandeln.

Literaturhinweise

1 : Bundesrat 814.600 Verordnung vom 4. Dezember 2015 über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA) (Stand am 1. Januar 2021)

2 : Bundesamt für Umwelt. Klärschlamm Entsorgung in der Schweiz. Erhebung 2012.

3 : Nowak, O.; Journal of Environmental Science and Health 2006; "Optimizing use of sludge treatment facilities at municipal WWTPs"

4 : Peng, G., Juillard, F, Baudouin, D; Gazéification Hydrothermale Catalytique: production sélective de biométhane; conférence Bio360; Nantes 2020

Weitere Informationen:

Tretech Sàrl, Avenue Alexandre Vinet 22, 1004 Lausanne, www.trea-tech.com