

GAS AUS BIOLOGISCHER METHANISIERUNG

Die Gasversorgung der Schweiz fusst gegenwärtig noch schwergewichtig auf Erdgas. Um die Schweizer Klimaziele zu erreichen, muss der fossile Energieträger durch erneuerbares Gas abgelöst werden. Ein Schritt in diese Richtung: Dank einer Erweiterung – der Methanisierung von CO₂ und Wasserstoff – lässt sich die Produktionsleistung von Biogas-Anlagen markant erhöhen. Eine Machbarkeitsstudie des Aargauer Energieversorgers Eniwa AG erläutert die ökologischen Vorzüge dieses Verfahrens bei kleinen und mittelgrossen Anlagen ebenso wie die ökonomischen Erfolgsbedingungen.



Die Aufbereitungsanlage für Biogas bei der ARA Reinach. Bislang werden pro Jahr 175 t CO₂ an die Umwelt abgegeben, die aus dem Rohbiogas entfernt werden. Das CO₂ könnte mit dem biologischen Methanisierungsverfahren in erneuerbares Gas umgewandelt werden. Der für die Methanisierung benötigte erneuerbare Wasserstoff könnte dereinst vor Ort durch Elektrolyse hergestellt werden, denn in der Nähe der ARA baut Eniwa bis 2022 eine grosse Photovoltaik-Anlage (2,3 MW Leistung). Foto: ARA Reinach

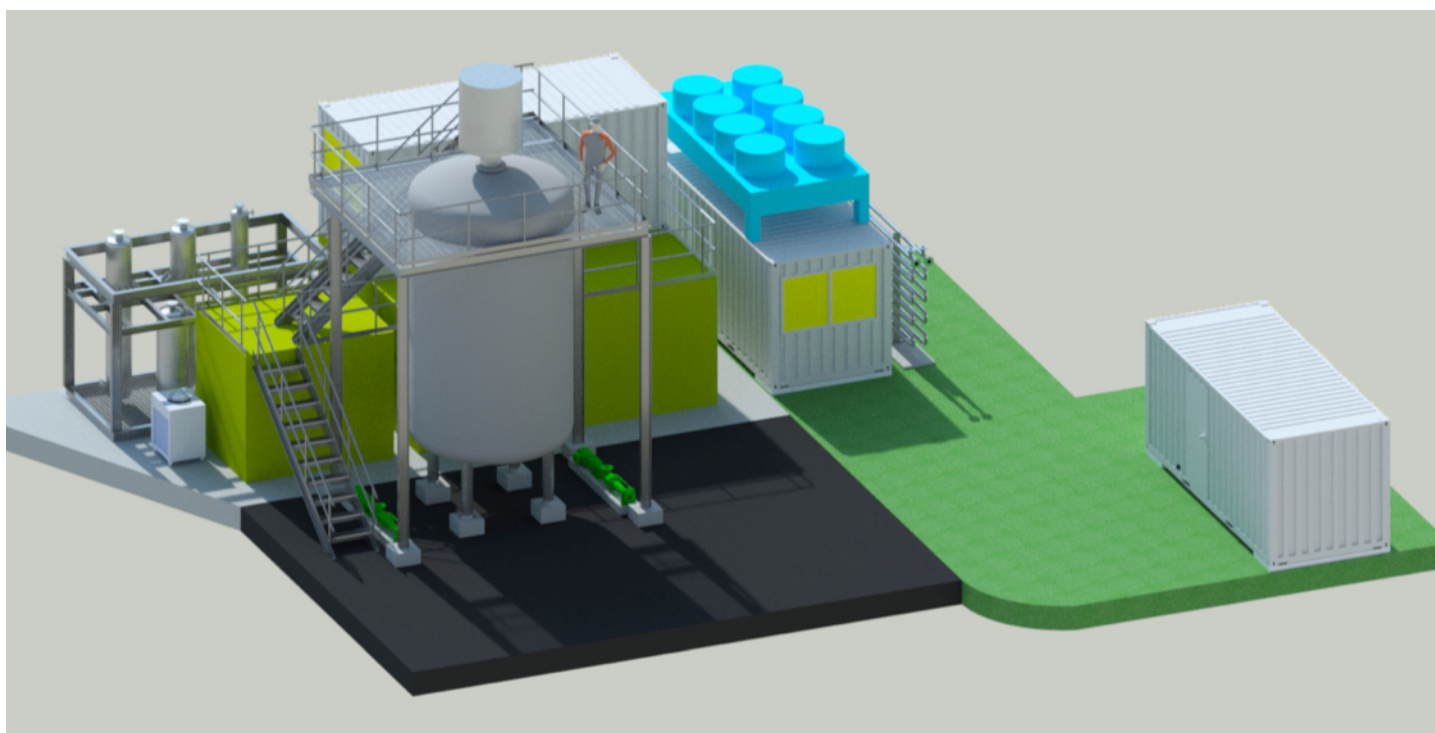
Die Eniwa AG mit Sitz im aargauischen Buchs versorgt rund um Aarau mehr als 100'000 Kundinnen und Kunden in rund 30 Gemeinden mit Energie, Wasser und Glasfaserverbindungen. Rund die Hälfte der Energie liefert Eniwa in Form von Gas. Der Grossteil ist heute noch fossiler Herkunft («Erdgas»), acht Prozent stammen aus erneuerbaren Substraten («Biomethan»). Ein wichtiger Lieferant für das erneuerbare Gas ist die Biogas-Anlage «Swiss Farmer Power» in Inwil (LU), an welcher Eniwa beteiligt ist. Ein Teil des Bedarfs wird durch Importe gedeckt.

Die Netto-Null-Strategie des Bundesrats stellt Eniwa und andere Schweizer Gasversorgungsunternehmen vor gewaltige Herausforderungen. «Im Jahr 2050 werden wir nur noch klimaneutrales Gas liefern. Wir müssen die inländische Produktion massiv ausbauen. Zusätzlich wird es auch Importe von erneuerbarem Gas brauchen», so Samuel Pfaffen, Leiter Unternehmensentwicklung bei Eniwa. Während der Gasabsatz aufgrund der Substitution der Wärmeerzeugung durch Fernwärme und Wärmepumpen insgesamt zurückgehen wird, nimmt der erneuerbare Anteil zu. Eniwa steht also vor der Aufgabe, in den kommenden Jahren deutlich mehr erneuerbares Gas zu beschaffen.

CO₂ wiederverwenden, Kreisläufe schliessen

Erneuerbares Gas wird heute in landwirtschaftlichen und industriellen Biogas-Anlagen (unter anderem bei Abwasserreinigungsanlagen) durch Vergärung von organischen Stoffen erzeugt. In vielen Fällen wird das dabei entstehende Rohbiogas in einem Blockheizwerk in Strom und Wärme umgewandelt. Ist ein Netzanschluss vorhanden, kann das Gas auch eingespeist werden. Hierfür muss das im Rohbiogas enthaltene Kohlendioxid vorgängig abgetrennt werden. Übrig bleibt der Energieträger Methan (CH₄), der mit Erdgas identisch ist, aber als «Biomethan» bezeichnet wird, da er auf organischen Substraten basiert.

Die Abtrennung von CO₂ aus dem Rohbiogas und die Abgabe in die Atmosphäre ist klimapolitisch nicht sinnvoll. Eine Alternative besteht darin, das CO₂ durch Beigabe von (erneuerbarem) Wasserstoff (H₂) zu erneuerbarem Gas zu «veredeln». Pilotanlagen im Hybridwerk in Solothurn und bei der Zürcher Kläranlage Werdhölzli haben die Tauglichkeit dieses Verfahrens grundsätzlich bestätigt (vgl. BFE-Fachartikel «Alles nutzen, was im Klärgas steckt», abrufbar unter <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/8736>). Im Winter 2021/22 wird die Technologie beim Limmataler Re-



Visualisierung der Anlage zur biologischen Methanisierung, wie sie in der Machbarkeitsstudie für die ARA Reinach entworfen wurde: der Bioreaktor (grau) wird links flankiert vom Aktivkohle-Filter, rechts vom Wärmetauscher mit Kompressoren. Der Container ganz rechts dient der Speicherung von Additiven. Illustration: microbEnergy

BIOLOGISCHE METHANISIERUNG

Seit 2015 wird bei der Abwasserreinigungsanlage (ARA) im aargauischen Reinach Biomethan ins Gasnetz eingespeist (ca. 25 Nm³/h). Ausgangsstoff ist das im Faulturm der ARA erzeugte Rohbiogas. Dieses Rohgas besteht im wesentlichen aus Methan (ca. 60 %) und CO₂ (ca. 40 %). Damit das Biomethan ins Netz eingespeist werden kann, wird das Rohbiogas durch einen Membran-Filter (physikalischer Filter) der Schweizer Firma Apex geleitet (vgl. BFE-Fachartikel [«Biogas-Veredelung im kleinen Massstab»](#)). Alternative Verfahren zur Entfernung des CO₂ sind die chemische Absorption (Aminwäsche), die Druckwechseladsorption, die Druckwasserwäsche, die physikalische Absorption und kryogene Verfahren..

Bisher wird das abgeschiedene CO₂ an die Atmosphäre abgegeben. Dank der biologischen Methanisierung kann das Kohlendioxid zusammen mit erneuerbarem Wasserstoff ebenfalls in erneuerbares Gas (und Wasser) umgesetzt werden. Dies geschieht über einen Stoffwechselprozess in Mikroorganismen (Archaeen), der bei einem Druck von 9 bar und einer Temperatur von 65 °C abläuft. Das hierbei entstehende Methan hat eine Reinheit von über 96 % und erfüllt damit die Voraussetzung zur Einleitung ins Erdgasnetz. Es gibt alternative Methanisierungsverfahren, die laut Pfaffen aber noch tiefere Technologiereifegrade aufweisen. BV

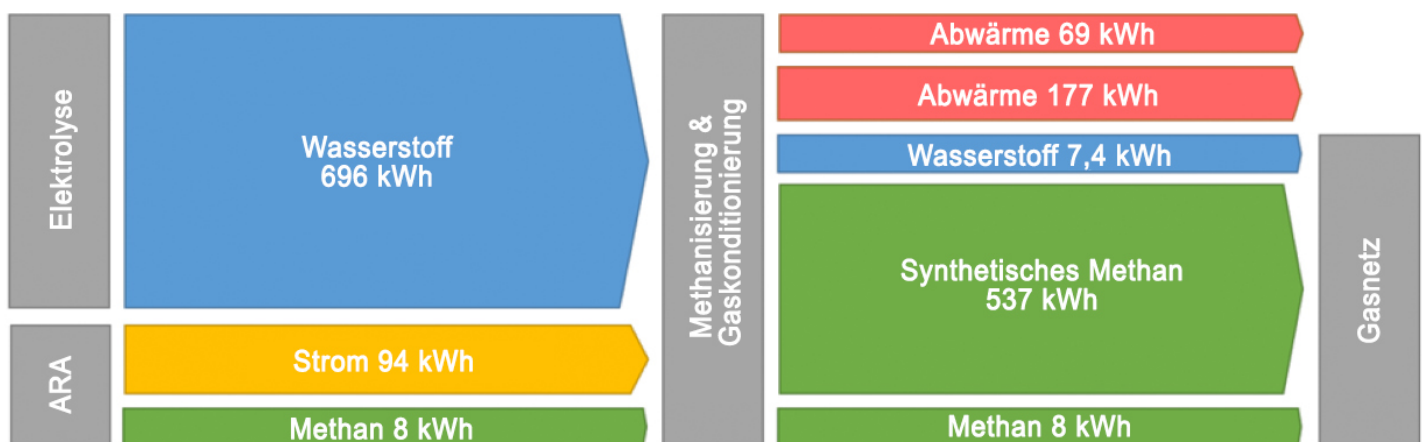
giowerk Limeco in Dietikon (ZH) erstmals im industriellen Massstab zum Einsatz kommen.

Eniwa-Projekt in Reinach

Eniwa ist am Limeco-Projekt beteiligt – und möchte die Technologie zur Methanisierung von CO₂ aus Rohbiogas nun möglicherweise auch selber zur Umrüstung ihrer bestehenden Biogas-Anlage bei der ARA in Reinach (AG) nutzen. Dieser Zielsetzung dient eine vor kurzem abgeschlossene Machbarkeitsstudie unter dem Namen «BioBooster», die vom Bundesamt für Energie finanziell unterstützt wurde. Die Biogas-Anlage in Reinach erzeugt aktuell 2,6 GWh Biomethan pro Jahr. Wird das im Rohbiogas enthaltene CO₂ methani-

siert, wären es künftig 4,3 GWh. Der Zuwachs würde grob geschätzt für die Versorgung von 85 Vier-Personen-Haushalten im Einfamilienhaus reichen und entspräche rund 5 % der Menge, die Eniwa heute an Biomethan liefert. Wenn sich das Verfahren bewährt, soll es zudem in der zukünftigen Biogas-Anlage in der Telli in Aarau in grösserem Massstab zum Einsatz kommen.

Die Studie mit Beteiligung der Ostschweizer Fachhochschule (OST) und der Firma microbEnergy GmbH (Schwandorf/D) hat die Machbarkeit der Methanisierung bestätigt. Im vorliegenden Fall wird die biologische Methanisierung mittels Mikroorganismen (Archaeen) genutzt (vgl. Textbox). Ein Labortest mit



Energiebilanz der biologischen Methanisierung, wie sie in der Machbarkeitsstudie für die Produktion von erneuerbarem Gas (auch als «synthetisches Methan» bezeichnet) bei der ARA Reinach erstellt wurde. Die biologische Methanisierung für sich genommen hat laut BioBooster-Schlussbericht einen berechneten Wirkungsgrad von 69 %. Wird zudem die bei der Methanisierung entstehende Wärme genutzt, liegt der Wirkungsgrad noch höher. Grafik: Schlussbericht BioBooster.



Die deutsche Firma microbEnergy hat mit Klärschlamm aus der ARA Reinach Laborversuche durchgeführt. Sie konnte zeigen, dass dieses Substrat für die biologische Methanisierung geeignet ist. Foto: microbEnergy.

Klärschlamm der ARA Reinach war erfolgreich. Erstaunlich dabei: Die Methanisierung durch Mikroorganismen kann auch nach langen Stillstandszeiten innert Minuten von Null auf volle Leistung hochgefahren werden. «Die Anlage arbeitet damit sehr flexibel», betont Samuel Pfaffen. Diese Flexibilität macht es möglich, den für die Methanisierung benötigten Wasserstoff dann zu produzieren, wenn «überschüssiger» Wind- oder Solarstrom zur Verfügung steht. So entsteht erneuerbares Gas, das ins Gasnetz eingespeist werden kann und dort fossiles Gas substituiert. «Power-to-Gas ist eine hoffnungsvolle Technologie zur Schliessung der Winterlücke», sagt Pfaffen.

Hohe Kosten

Ob Eniwa das Projekt in Reinach realisiert, ist noch offen. Grund sind die hohen Kosten. Eniwa verkauft das Biomethan aktuell mit einem Aufpreis von 7 Rp./kWh. Biomethan aus einheimischer Produktion darf laut Pfaffen zwar etwas mehr kosten als importiertes Biomethan, muss aber bezahlbar bleiben. Wegen des hohen Einkaufspreises von erneuerbarem Wasserstoff (aktuell ca. 20 Rp./kWh), liegen die Gestehungskosten für Biomethan aus der Reinacher Kleinanlage im günstigsten der untersuchten Szenarien bei 25 Rp./kWh, also etwa doppelt so hoch wie der Zielpreis von Eniwa, der bei ca. 12 Rp./kWh liegt.

Die Preiskalkulation im «BioBooster»-Projekt ist eine Momentaufnahme und bezieht sich auf Methanisierungsanlagen

kleiner und mittlerer Grösse (unter 300 Nm³ Rohbiogas pro Stunde). Bei grösseren Anlagen sind tiefere Gestehungspreise möglich. Der entscheidende Faktor für die Wirtschaftlichkeit der Methanisierung – so eine weitere Erkenntnis des Projekts – ist der Marktpreis für erneuerbaren Wasserstoff. Dieser könnte in Zukunft dank grösserer Elektrolyse-Anlagen und günstigerem Wind- und Solarstrom auf das Niveau von nicht-erneuerbarem Wasserstoff (heute im Bereich von 5 bis 9 Rp./kWh) sinken. «Dieser günstige Wasserstoff wird dann grösstenteils importiert werden, da in der Schweiz auf absehbare Zeit zu wenige Betriebsstunden mit «überschüssigem Strom» zur Verfügung stehen, um Elektrolyseure wirtschaftlich zu betreiben», sagt Pfaffen.

- Der Schlussbericht zum Forschungsprojekt «Bioboost – Flexibler Biogas-Booster» ist abrufbar unter: <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=45241>
- Auskünfte zum Projekt erteilt Dr. Sandra Hermle, Leiterin des BFE-Forschungsprogramms Bioenergie: sandra.hermle@bfe.admin.ch
- Weitere **Fachbeiträge** über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Bioenergie unter www.bfe.admin.ch/ec-bioenergie.