

Brüdenwasser, das bei der Trocknung von Klärschlamm anfällt, vor und nach der Plasmalyse. Verfahrensbedingt ist bei dieser Technologie die Gewinnung von Wasserstoff mit einer Reinigung des als Elektrolyt eingesetzten Schmutzwassers verbunden.

Saubere Kraftstoffe aus schmutzigem Wasser

Das Berliner Unternehmen Graforce entwickelt ein Verfahren, bei dem aus Abwasser oder Gärresten mittels gesteuerter Plasmaentladungen Wasserstoff sowie Ausgangsprodukte für weitere umweltfreundliche Kraftstoffe entstehen.

Von Dipl.-Journ. Wolfgang Rudolph

Abwässer aus Siedlungen oder Industrieanlagen sind eine für die Gesellschaft teure Umweltlast. Und auch im Output von Biogasanlagen wird die Fracht aus Harnstoff, Aminosäuren, Nitraten und Ammonium zum Problem, wenn es nicht genügend Fläche gibt, um sie als Pflanzendünger zu nutzen. Für Dr. Jens Hanke können solcherart Flüssigkeiten als Input für die von ihm entwickelte Technologie gar nicht schmutzig genug sein. „Je mehr Ballast darin gelöst ist, desto breiter sind die Gestaltungsmöglichkeiten hinsichtlich der Endprodukte“, sagt der Gründer und Geschäftsführer der Graforce GmbH.

Seine Unternehmensidee klingt ein wenig nach Zauberei. Denn das neuartige Verfahren der Plasmalyse soll es nicht nur ermöglichen, mit hoher Energieeffizienz

Wasserstoff zu erzeugen und zusätzlich andere Gase, die sich für eine Weiterverarbeitung zu umweltfreundlichen Kraftstoffen eignen. Sondern das dafür eingesetzte Schmutzwasser wird bei diesem Prozess zugleich gereinigt und kann in den natürlichen Kreislauf zurück fließen. Mit Zauberei habe das aber nichts zu tun, versichert der studierte Mathematiker, Robotikexperte und Doktor im Bereich der theoretischen Medizin. Eher mit der Nutzung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, namentlich über die Wirkmechanismen bei der Auflösung und Entstehung chemischer Verbindungen.

Gezähmtes Gewitter im Wasserglas

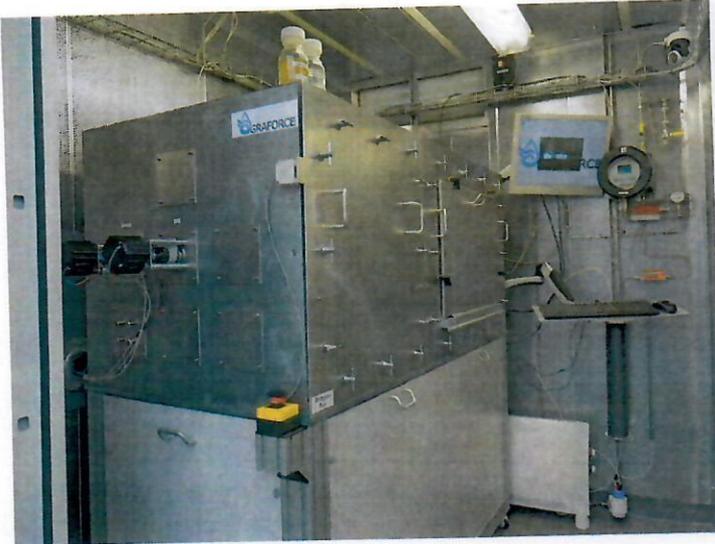
Wie es funktioniert, veranschaulicht Hanke im Entwicklungslabor der Firma im dritten Obergeschoss des Zentrums für Photovoltaik und Erneuerbare Energien Berlin-Adlershof. Hier arbeiten die Graforce-Mitarbeiter an der Modifizierung des Plasmalyse-Verfahrens für unterschiedliche Anwendungsfälle. In einem der Räume schaut Dr. Simon Schneider gerade durch das Sichtfenster einer kühl-schranggroßen Apparatur, dem sogenannten Plasmalyzer. Ein Glasgefäß darin ist knapp zur Hälfte mit Brüdenwasser befüllt, das bei der Trocknung von Klärschlamm anfällt. Wegen der darin konzentrierten Umweltgifte erfordert Brüdenwasser einen besonders hohen Reinigungsaufwand.

Hinter der Scheibe des Plasmalyzers herrschen Zustände, wie sie sich vermutlich vor Millionen Jahren auf dem Urmeer der Erde abgespielt haben. Über der Wasserfläche zucken Blitze in so hoher Zahl und Abfolge, dass sie das menschliche Auge als flackernde Plasmawolke über der brodelnden Flüssigkeit wahrnimmt. „Das sind Ladungsausgleiche wie beim Gewitter. Wir erzeugen die Blitze durch ein starkes elektrisches Feld von mehreren Tausend Kilovolt“, erläutert der 34-Jährige. Die Entladungen setzen unter anderem Wasserstoff frei. Dieser kann über eine Membrane aus dem Gasgemisch

Graforce-Geschäftsführer Dr. Jens Hanke am ersten Prototyp des Plasmalyzers zur Dissoziation von Abwasser und Gewinnung von Wasserstoff.



FOTOS: CARMEN RUDOLPH



Herzstück der weitgehend automatisch arbeitenden Demonstrationsanlage von Graforce ist der Plasmalyzer, in dem der Wasserstoff freigesetzt wird.



Der im Plasmalyzer freigesetzte Wasserstoff wird in der Demonstrationsanlage mit Biomethan vermischt. Geplant ist auch ein Gemisch mit Rohbiogas.

separiert und beispielsweise als grüner Kraftstoff für eine emissionsfreie Mobilität eingesetzt werden.

Wasserstoff aus der Schmutzfracht

Doch wozu dieser Aufwand? Schließlich lässt sich mit der herkömmlichen Elektrolyse ebenfalls Wasserstoff herstellen. Dabei werden bekanntlich Elektroden in klares Wasser getaucht und wird dessen Leitfähigkeit durch die Zugabe von Säuren oder Salzen verbessert. Damit sich aber an der Kathode Wasserstoff und an der Anode Sauerstoff bildet, muss die zugeführte Energiemenge in Form von Elektrizität höher sein als die Bindungskräfte zwischen den Wasserstoff- und Sauerstoffatomen. Diese liegt bei 486 Kilojoule (kJ) pro mol. Das gilt im Prinzip auch für die Blitze im Plasmalyzer. Doch hier kommt nun das schmutzige Wasser als Elektrolyt ins Spiel. Denn wozu das reine Lebenselixier mit hohem Energieaufwand in seine Bestandteile zerlegen, wenn die Verunreinigungen darin, etwa Ammonium (NH_4), ebenfalls Wasserstoff enthalten. „Hilfreich ist dabei der Umstand, dass die Bindungskräfte in diesen chemischen Verbindungen schwächer sind als beim Wasser. Für die Aufspaltung von NH_4 beispielsweise genügt eine Zersetzungsspannung von 90 kJ/mol, also weniger als ein Fünftel der Energie, die für den Aufbruch von H_2O aufgewendet werden muss. Ähnlich verhält sich das bei der Dissoziation anderer Verbindungen mit einem oder mehreren H-Atomen. Das machen wir uns bei der Plasmalyse zunutze“, beschreibt Hanke den Ansatzpunkt der Innovation.

Über die Stärke des elektrischen Feldes, das die Plasmaentladungen hervorruft, lasse sich die Energieeinkbringung so dosieren, dass nur die chemischen Verbindungen der Schmutzfracht im Elektrolyt aufbrechen, während die Wassermoleküle erhalten bleiben. Die aus der Flüssigkeit heraustretenden Gase werden über spezielle Membranen sortiert und ausgefiltert. Stickstoff

und Sauerstoff gelangen zurück in die Atmosphäre. Der Wasserstoff wird aufgefangen und steht für verschiedene Anwendungsbereiche beispielsweise als emissionsfreier Kraftstoff oder Energiespeicher zur Verfügung. Die Herstellungskosten des Wasserstoffs im Plasmalyzer beziffert Graforce mit etwa 3 Euro pro Kilogramm (kg) (bei einem Strompreis von 8 Cent je Kilowattstunde). Dies sei deutlich günstiger als mittels Frischwasser-Elektrolyse. Hier lägen die Kosten gegenwärtig bei 6 bis 8 Euro/kg Wasserstoff. Kommt Erneuerbarer Strom zum Einsatz, ist die Wasserstoffproduktion mittels Plasmalyse klimaneutral. Ansonsten verlasse den Prozess nur gereinigtes Wasser.

Biogas mit Wasserstoff aufwerten

Mit der Demonstrationsanlage, die im Oktober vergangenen Jahres am Firmensitz in Berlin-Adlershof den Betrieb aufnahm, will Graforce zeigen, dass die Plasmalyse-Technologie praxisreif ist. In dem weitgehend automatisch arbeitenden Komplex von der Größe eines Buswartehäuschens entsteht Wasserstoff durch die Dissoziation von Zentrat- und Brüdenwasser. Dies stellen die Berliner Wasserbetriebe, die als Projektpartner fungieren, zur Verfügung. Einen Teil des benötigten Stroms liefern die PV-Module am Gebäudekomplex des Zentrums für Photovoltaik und Erneuerbare Energien. Der gewonnene Wasserstoff wird direkt in der Demonstrationsanlage mit Biomethan vermischt. Das Gas enthält dann 30 Volumenprozent Wasserstoff und 70 Volumenprozent Biomethan. „Als Kraftstoff eingesetzt, erhöht sich dadurch der Brennwert. Die Effizienz von Gasmotoren verbessert sich um 6 Prozent und beim Verbrennungsprozess in den ohnehin emissionsarmen Aggregaten entstehen nochmal deutlich weniger Stickoxide, CO_2 und Kohlenwasserstoffe“, benennt Hanke die Vorteile des Gasgemischs. Die Berliner Wasserbetriebe betanken damit künftig einige Nutzfahrzeuge ▶

3 € / kg



Dr. Simon Schneider überwacht am Plasmalyzer im Entwicklungslabor von Graforce den Prozessablauf der Dissoziation von schadstoffbelastetem Brüdenwasser zur Gewinnung von Wasserstoff.



Mit dem gezähmten Blitzgewitter im Plasmalyzer lassen sich gezielt chemische Verbindungen in Abwässern aufspalten und Gase für grüne Kraftstoffe erzeugen.

aus ihrem Fuhrpark. In einem nächsten Schritt will Graforce ein Gasgemisch aus Wasserstoff und Rohbiogas testen. Zur Vermeidung langer Transportwege wäre es nach Ansicht von Hanke denkbar, die kaskadenförmig erweiterbare Plasmalyse-Technologie an einer Biogasanlage anzusiedeln. Als Elektrolyt käme die flüssige Fraktion abgepresster Gärreste zum Einsatz. Der daraus gewonnene Wasserstoff könnte dem Rohbiogas direkt im Gasspeicher über dem Fermenter beigemischt werden. Versuche zeigen, dass dies die Bildung von zusätzlichem Methan anregt. Der Brennwert des Biogases ließe sich dann gegebenenfalls durch nachfolgend weitere Zumischung von Wasserstoff soweit anheben, dass das Gasgemisch vor Ort als Kraftstoff in Fahrzeugen oder Landmaschinen einsetzbar ist.

Plasmalyse als Molekülbaukasten

Zunächst sind jedoch Pilotanlagen in den Berliner Klärwerken Waßmannsdorf und Schönerlinde geplant. Hier steht die Kopplung von Abwasserreinigung und Wasserstoffproduktion im Vordergrund. Diese Kombinationsmöglichkeit stößt laut Hanke auch bei Kommunen auf Interesse, die durch ihr schnelles Wachstum zunehmend vor Entsorgungsproblemen stehen. Dies

hätten Anfragen aus Neu Delhi und Peking gezeigt. Bei Graforce ist man überzeugt, dass die Plasmalyse-Technologie darüber hinaus weitere Perspektiven für eine klimafreundliche Energiebereitstellung und Mobilität eröffnet. Denn im 400 bis 600 Grad heißen Blitzgewitter des Plasmalyzers brechen auch Kohlenstoffketten auf und es entstehen unter Hinzuziehung von Elektronen aus anderen Molekülcrashes neue Bindungen.

„Gegenwärtig arbeiten wir in Kooperation mit dem e-gas-Projekt von Audi daran, durch eine entsprechende Steuerung der Dissoziation von Abwässern im Plasmalyzer gezielt auch Kohlendi- beziehungsweise -monoxid zu erzeugen, das in einem nachfolgenden Prozessschritt mit Wasserstoff zu Methan (CH_4) oder synthetischen Kraftstoffen, beispielsweise grünem Kerosin, reagiert“, gibt der Graforce-Geschäftsführer einen Einblick in die aktuelle Entwicklungsarbeit. ◀

An der Plasmalyse-Demonstrationsanlage von Graforce befindet sich eine Zapfstelle zum Betanken von Gasfahrzeugen mit einem Gemisch aus Biomethan und Wasserstoff.

Autor

Dipl.-Journ. Wolfgang Rudolph

Freier Journalist

Rudolph Reportagen – Landwirtschaft,

Umwelt, Erneuerbare Energien

Kirchweg 10 · 04651 Bad Lausick

☎ 03 43 45/26 90 40

✉ info@rudolph-reportagen.de

🌐 www.rudolph-reportagen.de

