

Abs	Biogas Journal (7 / 2014)	Sonnenenergie (12 / 2014)	Abs
	Praxis Mikrobielle Methanisierung von Wasserstoff (Dierk Jensen)	Biogas ganz verwerten (Dierk Jensen)	
0	Die Idee ist nicht neu, aber beflügelt die Phantasie:	Die Idee ist nicht neu, aber könnte die arg gebeutelte Biogasbranche beflügel n helfen:	0
	Mithilfe von speziellen Mikroben soll aus Wasserstoff und Kohlendioxid speicherbares Methan (Erdgas) erzeugt werden. Würde dieses Verfahren ungeahnte Effizienzsteigerungen im Fermenter bewirken?	spezielle Mikroben erzeugen mit Hilfe des im Biogas enthaltenden Kohlendioxids und hinzugefügtem Wasserstoff zusätzliches Methan .	
1	Wie jeder weiß, herrscht derzeit schlechte Stimmung in der Branche. Sehr schlechte Stimmung, denn das Bundeskabinett will mit ihrem Anfang April verabschiedeten Entwurf zur Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) die Vergütung für Strom aus Biogasanlagen drastisch kürzen. „Die Existenz hunderter Biogasanlagenbetreiber ist gefährdet“, meldete der Fachverband Biogas nach dem Bekanntwerden des Entwurfs Anfang April. Viele Branchenkenner interpretieren die neuen EEG-Regelungen sogar so, dass damit eine Energiewende eingeläutet werde, die langfristig ohne den Einsatz von Biogas aus Energiepflanzen auskommen soll.	Der Chemiker Alexander Krajete hat für seine Idee lange nach einem mutigen und innovationsbereiten Investor gesucht. Nun, endlich hat er ihn offenbar gefunden: Ein namhaftes Nürnberger Bauunternehmen beabsichtigt den Bau einer Pilotanlage, in dem das Kohlendioxid im Biogas unter Zugabe von Wasserstoff mit marinen Mikroben in Methan verwandelt werden soll. Das Verfahren der so genannten biologischen Methanisierung soll auf einer schon bestehenden Biogasanlage im Fränkischen integriert werden. Dafür wird ein separater Reaktor mit einer Größe von zwei Kubikmetern installiert, in dem das Biogas zusammen mit Wasserstoff direkt eingespeist wird. „Wir wollen damit täglich ca. 100 Kubikmeter reines Methan erzeugen“, erklärt der Österreicher mit Firmensitz in Linz.	1
2	„Die Aufbereitung von Biogas zu Biomethan ins Erdgasnetz wird mit dem Entwurf des neuen EEG praktisch abgeschafft“, meint beispielsweise Benjamin Görge von der CarboTechAC GmbH in Essen, die Absorptionstechnologien für die Biogasbranche bereitstellt. Unterdessen heißt es aus den Reihen der Großen Koalition gebetsmühlenartig, Biogas sei zu teuer, zu ineffizient. Dabei hat die Produktion von Biogas, die im größeren Maßstab ja erst seit knapp zwei Jahrzehnten praktiziert wird, eine bemerkenswerte Lernkurve durchschritten. Und zwar in allen Bereichen: in der Ernte, Silierung, im Anlagenbau, bei den Gasmotoren, der Fermenterbiologie sowie in der gesamten Verfahrenstechnik. Zudem stehen jetzt neue Verfahrensansätze im Raum, die der Biogasgewinnung eine neue Effizienz-Dimension beschere könnten: So soll das im Biogas enthaltene Kohlendioxid (bis zu 50 Prozent) nicht mehr ungenutzt verpuffen, sondern mithilfe von Wasserstoff zu Methan umgeformt werden.		
		1912 entwickelt von Paul Sabatier	
	Die Idee beruht bemerkenswerter Weise auf ein chemisches Verfahren, das der französische	Krajetes Ansatz , aus CO2 Methan zu produzieren, basiert letztlich auf Forschungen, die mehr als	2

Abs	Biogas Journal (7 / 2014)	Sonnenenergie (12 / 2014)	Abs
	Chemiker Paul Sabatier vor über 100 Jahren entwickelte und wofür er im Jahre 1912 den Nobelpreis in Chemie erhielt.	100 Jahre zurückreichen. Der französische Chemiker Paul Sabatier erhielt im Jahr 1912 für ein von ihm entwickeltes Methangewinnungsverfahren den Nobelpreis.	
3	Doch setzte sich sein „Sabatier-Prozess“ nicht durch, weil Steinkohle und Erdöl sorglos verheizt wurden.	Bei diesem nach ihm benannten „Sabatier-Prozess“ wird zwar nicht auf biologischem, aber auf chemischem Wege Methan aus CO ₂ und H ₂ erzeugt. Ein Ansatz, den damals, am Vorabend des ersten Weltkrieges zu Beginn des Erdölzeitalters, nicht so recht interessierte. Für die damals aufstrebenden Chemieindustrie und Energiewirtschaft war dieses Verfahren zu teuer, zu aufwändig und kaum wettbewerbsfähig gegenüber Erdöl und Steinkohle; fossile Rohstoffe, die man leicht fördern, verheizen und verarbeiten konnte.	
		Speicherung von erneuerbaren Strom	
	Ganz anders heute, weshalb verschiedene Firmen auf die Erkenntnisse von Sabatier zurückgreifen.	Heute sieht alles ganz anders aus: Mit dem vermehrten Einsatz von volatilen grünen Energien drängt sich mehr und mehr die Frage nach der Speicherbarkeit auf. Allerorten sucht man nach Lösungen. Und siehe da, Firmen wie Etogas oder auch die Thüga greifen plötzlich auf die Erkenntnisse von Sabatier zurück.	3
	Unter dem Titel „Power-to-Gas“ wollen sie aus grünem, überschüssigem Strom Wasserstoff erzeugen und daraus zusammen mit Kohlendioxid am Ende speicherbares Methan (Erdgas) herstellen.	Unter dem Titel „Power-to-Gas“ will man aus grünem, überschüssigem Strom Methan (Erdgas) herstellen.	
4	Ähnliches intendiert auch der Österreicher Alexander Krajete, allerdings bedient sich der Chemiker der Biologie.	Genau an diesem Punkt setzt auch das Verfahren von Krajete an. Obwohl er Chemiker ist, bedient er sich der Biologie, um aus H ₂ (mittels Elektrolyse aus beispielsweise überschüssigem Windstrom hergestellt) und dem CO ₂ -Anteil im Biogas am Ende Methan in Erdgasqualität zu gewinnen.	4
	Er greift auf Archaeen zurück, Urmikroben, die als einzige Lebewesen auf dem Globus aus Kohlendioxid und Wasserstoff Methan bilden können.	Er greift dabei auf Archaeen zurück. Das sind marine Urmikroben, die als einzige Lebewesen auf der Welt aus CO ₂ und H ₂ das begehrte, brennbare und speicherbare Methan bilden können.	
	Krajetes Verfahren klingt im ersten Moment nach fremdem Zauber, nach Tiefsee und neuen Welten, doch ist der Ansatz bei näherer Betrachtung einleuchtend. Sind doch Verwandte der Urmikroben auch im Magen einer Kuh oder in den Fermentern von Biogasanlagen aktiv und erzeugen aus Vergorenem Methan.	Der Ansatz klingt im ersten Moment nach fremden Zauber, nach Tiefsee und neuen Welten, doch ist er bei näherer Betrachtung relativ profan. Sind es doch verwandte Mikroben, die im Pansen einer Kuh oder in den Fermentern von Biogasanlagen aus vergorenem Substrat Methan erzeugen.	5
5	Der einzige Unterschied: Sie holen den Kohlenstoff aus der Biomasse, während die in Linz ansässige Krajete GmbH ihre Archaeen mit Gasen füttert.	Der einzige Unterschied: Sie holen den CO ₂ aus der Biomasse, während man die Archaeen nur mit Gasen füttert.	
	Entweder mit einem Gemisch aus Kohlendioxid und Wasserstoff oder direkt mit Biogas und	Entweder mit einem Gemisch aus CO ₂ und H ₂ oder mit Biogas und H ₂ .	

Abs	Biogas Journal (7 / 2014)	Sonnenenergie (12 / 2014)	Abs
	Wasserstoff.		
	Der Chemiker erklärt, dass sein Gärbehälter lediglich Wasser enthalte, ohne große Drücke auskomme und überdies nur moderate Temperaturen von 50 bis maximal 100 Grad Celsius erforderlich seien. „Wir veredeln mit unserem Verfahren das Biogas direkt zu Erdgas und erhöhen den Wirkungsgrad der Biogasanlagen.“	Der Chemiker erklärt, dass sein Reaktor lediglich Wasser enthalte, ohne große Drücke auskomme und überdies nur moderate Temperaturen von 50 bis maximal 100 Grad Celsius erforderlich seien. „Wir veredeln mit unserem Verfahren das Biogas direkt zu Erdgas und erhöhen den Nutzungsgrad von Biogasanlagen auf ungefähr 81 Prozent. “	
		Jedoch muss der österreichische Chemiker noch viel Überzeugungsarbeit leisten. Seit 2007 trägt er seine womöglich bahnbrechende Idee mit sich herum, hält dazu gebetsmühlenartig Vorträge auf allen möglichen Kongressen. Vier Patente hat er inzwischen angemeldet . „Unsere Absicht ist doch ganz klar, sagt der 40-Jährige.“ Wir wollen unsere Anlagen langfristig in Serie fertigen. Gespeist wird sein Optimismus durch den steigenden Druck innerhalb der Energiewirtschaft, weil der Anteil Erneuerbarer stetig steigt.	
		Smarte Gasnetze	
6	„Wenn das tatsächlich so klappen würde, dann steht die Biogasbranche vor einer Revolution“, konstatiert Sven Pyka, Geschäftsführer der Enertrag Agrar GmbH. Diese betreibt im brandenburgischen Dauerthal ein Hybridkraftwerk, das aus Windstrom Wasserstoff herstellt. In Zukunft wird dieser auch ins öffentliche Gasnetz eingespeist, was bis zu zwei Prozent technisch möglich ist. In der unmittelbaren Nachbarschaft des Hybridkraftwerks steht eine Biogasanlage, die derzeit Wärme für den Elektrolyse-Prozess bereitstellt. „Wenn wir das Biogas mithilfe des Wasserstoffs tatsächlich zu Erdgasqualität aufbereiten könnten, wieso nicht“, zeigt sich Pyka grundsätzlich offen für den neuen Technologieansatz. Allerdings behagt dem Geschäftsführer die Umwandlung des „wertvollen Wasserstoffs“ in Methan nicht so ganz: „Ich will doch lieber direkt etwas mit dem Wasserstoff anstellen.“	Auch die Gaswirtschaft scheint mittlerweile Interesse an der biologischen Methanisierung zu bekunden. „Ökostrom wandelt sich mehr und mehr hin zur Primärenergie, die es in speicherbare Sekundärenergie umzuwandeln gilt“, unterstreicht Dipl.-Ing. Frank Gröschl den einsetzenden Paradigmenwechsel in der Energiewirtschaft. „Dabei müssen wir uns vom alten Denken, Strom in Gas zu verwandeln und daraus wieder Strom zu machen, lösen. Smarte Gasnetze werden im regenerativen Stromproduktionssystem eine wichtige Speicherfunktionen übernehmen“, fügt der Bereichsleiter Forschung und Beteiligungsmanagement beim DVGW hinzu. Wenngleich sich die biologische Methanisierung aus Sicht von Gröschl noch im Forschungsstadium befindet und angesichts sehr niedriger Marktpreise für Methan wirtschaftlich derzeit wohl kaum zu realisieren sein wird, erkennt Gröschl darin trotzdem langfristige Chancen: Die oftmals von Ingenieuren getriebene Elektrifizierung wird mit einer biochemischen Technologie konfrontiert, die neue Perspektiven eröffne.	6
	Dabei ist Krajete bei Weitem nicht der einzige Akteur, der sich mit der biologischen Synthese von Kohlendioxid und Wasserstoff beschäftigt.	Dabei ist Krajete bei Weitem nicht der einzige Akteur, der sich mit der biologischen Synthese von CO2 und H2 beschäftigt.	7
	Auch die MicrobEnergy GmbH, eine Tochtergesellschaft der Viessmann Werke GmbH & Co. KG, bei der am bayerischen Standort Schwandorf vornehmlich ehemalige Mitstreiter der Schmack Biogas GmbH arbeiten,	Auch die MicrobEnergy in Schwandorf, eine 100-prozentige Tochtergesellschaft der Viessmann Werke,	

Abs	Biogas Journal (7 / 2014)	Sonnenenergie (12 / 2014)	Abs
	beschäftigt sich seit vielen Jahren mit diesem Thema.	beschäftigt sich seit vielen Jahren mit diesem Thema.	
	Allerdings verfolgt die Biogassparte von Viessmann im Gegensatz zu Krajete noch einen anderen verfahrenstechnischen Ansatz.	Allerdings verfolgt man dort noch einen anderen verfahrenstechnischen Ansatz.	
	Wasserstoff direkt in den Fermenter geben		
7	Projektleiter Thomas Heller will den Wasserstoff neben dem Einsatz im separaten Reaktionsbehälter auch direkt in den Fermenter einführen.	Projektleiter Thomas Heller erklärt: „Wir wollen den Wasserstoff sowohl im separaten Reaktor einsetzen als auch direkt in den Fermenter einführen.“	
	Beide Verfahren, separate und die sogenannte in situ Methanisierung, sollen in der schon bestehenden Biogasanlage direkt am Hauptstandort der Viessmann AG in Allendorf im Laufe der nächsten zwölf Monate installiert werden.	Beide Verfahren, separate und integrierte Methanisierung, werden gegenwärtig in die schon bestehende Biogasanlage am Hauptstandort in Allendorf installiert.	
	„Endlich können wir unsere im Technikum erzielten Ergebnisse auch im praxisnahen Produktionsmaßstab unter Beweis stellen“, gibt sich Heller recht optimistisch.	„Anfang 2015 gehen wir damit in Betrieb. Dann können wir unsere im Technikum erzielten Ergebnisse endlich auch in der Praxis beweisen“, gibt sich Heller optimistisch.	
	Darüber hinaus versuchen auch die Akteure des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projektes iC4 (integrated Carbon Capture, Conversion und Cycling), mit Methoden der technisch-physikalischen Chemie	Darüber hinaus versucht auch das vom BMBF geförderte Projekt iC4 (integrated Carbon Capture, Conversion und Cycling),	8
	aus dem klimaschädlichen Kohlendioxid einen Baustein für die Energiewende zu entwickeln. Frei nach dem Motto: „Klimakiller als Klimaretter“. Doch so einfach ist es auf chemischem Wege (leider) nicht. Denn sowohl in der Abtrennung als auch im Recycling von CO2 stecken noch eine Reihe ungelöster Probleme.	aus dem klimaschädlichen CO2 einen Baustein für die Energiewende zu entwickeln.	
8	So sind die beteiligten Forscher von der Clariant AG, e.on AG, Linde AG, Wacker AG, MAN Diesel & Turbo SE und Siemens AG unter der Federführung von Prof. Dr. Bernhard Rieger am Lehrstuhl für Makromolekulare Chemie an der Technischen Universität München auf der Suche nach geeigneten Katalysatoren, die das Kohlendioxid „sauber“ sowohl aus Industrieabgasen als auch aus Biogas abtrennen können.	Unter der Federführung von Prof. Dr. Bernhard Rieger an der Technischen Universität München forschen Clariant, Eon, Linde, Man, Siemens und andere an der chemischen Abtrennung von CO2 aus Erdgas und Biogas, aber auch aus Industrieabgasen.	
	Allerdings fehlen in dieser industriell geprägten, illustren Runde die landwirtschaftlich und abfallwirtschaftlich orientierten Biogasakteure gänzlich - und werden offenbar auch nicht vermisst.	Die Runde ist eindeutig industriell geprägt und so fehlen landwirtschaftlich und abfallwirtschaftlich orientierte Biogas-Akteure gänzlich und werden offenbar auch nicht vermisst.	
9	Allerdings ist Prof. Rieger noch skeptisch, wenn es um die Energiebilanz bei der chemischen Umwandlung von Kohlendioxid und Wasserstoff zu Methan geht.	Prof. Rieger ist sehr skeptisch hinsichtlich der Energiebilanz, die die Umwandlung von CO2 und H2 in Methan ergibt.	
	Er kann sich nicht vorstellen, dass man damit derzeit im großen Maßstab Erfolg haben kann.	Er kann sich nicht vorstellen, dass dies im großen Maßstab Erfolg haben wird.	
	Jedoch räumt er ein, dass eine dezentrale	Jedoch räumt er ein, dass die dezentrale	

Abs	Biogas Journal (7 / 2014)	Sonnenenergie (12 / 2014)	Abs
	Erzeugung und eine räumlich enge Kombination von Windstrom und Biogas zu Methan, den Netzausbau und den fossilen Energietransport insgesamt entlasten helfen könnten.	Erzeugung und die dafür aber räumlich enge Kombination von Windstrom und Biogas, den Netzausbau und den fossilen Energietransport insgesamt entlasten helfe könnten.	
	Krajete wartet auf Pilotanlage	Archaeen: marine Urmikroben	
10	Genau im dezentralen Ansatz sehen MicroEnergy, Krajete & Co. die große Chance, dass ihre Technologien schon bald zum Einsatz kommen. Dennoch: Zwar hat Krajete schon vier Patente im Rahmen seiner Forschungsarbeiten angemeldet, doch muss er auf eine Testanlage noch warten. Wahrscheinlich aber gar nicht mehr lange. Hat er doch mit der Nürnberger Baugruppe GmbH + Co. aus Nürnberg einen innovationswilligen Partner gefunden, der in den Bau einer Pilotanlage mit einer Behältergröße von zwei Kubikmeter — integriert in eine schon bestehende Biogasanlage — investiert. Der Testreaktor, in dem Biogas direkt eingespeist wird, soll etwa 100 Kubikmeter reines Methan pro Tag erzeugen.	Aber zurück zu den Urmikroben, die nach Krajetes Vorstellungen im großen Maßstab Methan erzeugen können, das je nach Bedarf als Kraftstoff, Speichermedium oder Brennstoff verwendet werden kann. „Das ist keine neue Idee“, wirft Professor Andreas Schramm vom Zentrum für Mikrobiologie und Geomikrobiologie an der Universität Aarhus ein. Der Mikrobiologe kann sich durchaus vorstellen, dass Archaeen in geschlossenen Reaktoren im großen Stil ihre Arbeit verrichten. „Diese Mikroben haben eine Geschichte von mehr als drei Milliarden Jahren hinter sich, die sind extrem anpassungsfähig“, zollt Schramm den winzigen Erdenbewohnern hohen Respekt ab. So können sie noch bei Temperaturen von minus vier Grad Celsius leben, aber auch bei Gluthitze von mehreren hundert Grad Celsius existieren. Sie überleben ebenso in äußerst sauren Milieus. Allerdings ist Sauerstoff das Todesurteil für die Urmikroben. „Invasiv werden die Lebewesen also bestimmt nicht, denn überall wo Sauerstoff ist, können sie sich nicht ausbreiten.“	9
11	Wann und wo sie gebaut wird, bleibt allerdings noch sein Geheimnis. Dabei sind nicht die marinen Mikroben, die extrem anpassungsfähig sind und deren Produktion in vielen Forschungslaboren bereist gängige Praxis ist, das ökonomische Nadelöhr bei der Umwandlung des Kohlendioxids. Entscheidend ist vielmehr die Frage, zu welchem Preis der Wasserstoff bereitgestellt werden kann. Denn bisher sind alle Projekte am Faktor Stromkosten für die Wasserstoffproduktion gescheitert, räumt auch Krajete ein.	So gibt Schramm zu bedenken, dass die Lebewesen nicht nur CO2 und H2 bräuchten, sondern eben auch Stickstoff, Phosphor und andere Nährstoffe. „Ob am Ende der Aufwand den gewünschten Erfolg bringt, wage ich zu bezweifeln“, wendet der Wissenschaftler ein. „Entscheidend wird aber wohl sein, zu welchem Preis der Wasserstoff bereitgestellt werden kann.“	10
		Damit trifft der marine Biologe wohl den Nerv. Dies muss auch der Chemiker Krajete einräumen. Denn bisher sind viele potentielle Investoren vom Faktor Stromkosten für die Wasserstoffproduktion abgeschreckt worden.	11
	Sicher ist nur: Wenn sein oder vergleichbare Verfahren von Wettbewerbern auch für Biogasanlagen in der Größenordnung von 50 kW bis zu einem Megawatt wirtschaftlich und technisch darstellbar sein werden, dann würde die dezentrale Idee der derzeit arg ins Kreuzfeuer geratenen Biogasproduktion einen neuen Schub erhalten.	Sicher ist nur: Wenn sein Verfahren auch für Biogasanlagen in der Größenordnung von bis zu einem Megawatt irgendwann einmal wirtschaftlich und technisch darstellbar sein würde, dann gäbe es der dezentralen Idee der Biogasbranche einen enormen Schub nach vorne.	

Abs	Biogas Journal (7 / 2014)	Sonnenenergie (12 / 2014)	Abs
	Dierk Jensen Freier Journalist Bundesstr. 76 20144 Hamburg Tel. 040/40186 889 E-Mail: dierk.jensen@gmx.de		