



FRANK GRAF: «DAS PROJEKT STORE&GO WILL POWER-TO-GAS AUF EUROPÄISCHER EBENE ETABLIEREN»

Der volatile Charakter der erneuerbaren Energiequellen Wind und Strom hat zur Folge, dass deren Einbindung ins Stromnetz nicht ganz einfach ist. So gibt es bisweilen einen Überschuss an Strom, wenn keine Nachfrage dafür besteht, und umgekehrt überschreitet zu anderen Zeitpunkten die Nachfrage das Angebot. Eine Möglichkeit des Ausgleichs zwischen Angebot und Nachfrage besteht in der Speicherung. Für die Langzeitspeicherung bietet sich die Power-to-Gas-Technik an und genau diese steht im Zentrum des EU-Forschungsprojekts STORE&GO. Frank Graf, Forscher am Engler-Bunte-Institut (Karlsruhe) und Projektkoordinator, berichtet im Interview von den Zielen und Ergebnissen dieses Projekts.

Margarete Bucheli, SVGW

Herr Graf, es wurde und wird bereits viel im Bereich Power-to-Gas (PtG) geforscht. Was ist neu am Projekt STORE&GO und worin unterscheidet es sich von anderen PtG-Projekten?

In der Tat wurde im Themenfeld PtG schon sehr viel geforscht und demonstriert. Was 2014 zum Zeitpunkt der Ausschreibung für das EU-Forschungsprogramm Horizon-2020 fehlte, war ein Projekt mit europäischem Charakter. Bei der Projektplanung war schnell klar, dass wir uns genau auf diesen Punkt fokussieren möchten, um PtG auf EU-Ebene zu etablieren. Deshalb haben

kenntnissen wollen wir ein europäisches Verständnis für den Einsatz von PtG im zukünftigen Energiesystem schaffen, um daraus eine Roadmap für die Einführung und Nutzung von PtG in Europa abzuleiten. Dabei spielen neben den technologischen Fragestellungen auch ökonomische, ökologische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte in der interdisziplinär angelegten Begleitforschung eine wichtige Rolle. Als dritten Baustein legen wir einen Schwerpunkt auf Information und Kommunikation, da PtG ein branchen- und disziplinenübergreifendes Thema darstellt.

«Wir wollen ein europäisches Verständnis für den Einsatz von PtG im zukünftigen Energiesystem schaffen, um daraus eine Roadmap für die Einführung und Nutzung von PtG in Europa abzuleiten.»

wir uns bewusst dafür entschieden, anstatt einer grossen Demonstrationsanlage drei kleinere Anlagen an drei Standorten zu errichten. So sollen anhand von drei innovativen Verfahrenskonzepten die technologischen Potenziale und vielseitigen Einsatzmöglichkeiten von PtG über ganz Europa hinweg aufgezeigt werden. Die drei Standorte (Falkenhagen, D; Solothurn, CH; Troia, I) weisen hierfür hinsichtlich Netztopographie, Gewinnung des erneuerbaren Stroms und Nutzung des erzeugten Gases unterschiedliche Rahmen- und Testbedingungen auf. Aus den Er-

Was bedeutet das Akronym STORE&GO und wie werden die beiden Elemente des Akronyms, also «store» und «go», durch das Projekt abgedeckt?

Das Projektakronym STORE&GO steht für «Innovative Large Scale Energy STORagE Technologies & Power-to-Gas Concepts after Optimisation». Da es in der Ausschreibung primär um grossskalige Speichertechnologien ging, «musste» STORE im Akronym vorkommen. Das GO steht dabei für das übergeordnete Projektziel, PtG-Technologien voranzubringen und auf europäischer Ebene zu etablieren.

Wie ist das Forschungsprojekt aufgebaut? Welche Partner sind beteiligt und welchen Beitrag leisten diese?

Am Projekt sind insgesamt 27 Partner aus 6 Ländern beteiligt. Das Gesamtbudget liegt bei 28 Mio. €, wovon 18 Mio. € aus

CO₂-Anreicherung aus der Luft (© Climeworks)

Demonstrationsanlage Falkenhagen (© Uniper)



Katalytische Methanisierung: Wabenkörper

dem EU-Forschungsprogramm Horizon-2020, 6 Mio. € aus der schweizerischen Forschungsförderung und 4 Mio. € aus Industriemitteln stammen. Die Projektlaufzeit liegt bei vier Jahren, Projektbeginn war der 1. März 2016. Den Kern bilden die Errichtung und der Betrieb der Demonstrationsanlagen. Um die Erkenntnisse miteinander zu verknüpfen und ein gemeinsames Verständnis entwickeln zu können, betreiben wir intensive Begleitforschung. Dabei werden wirtschafts- und sozialwissenschaftliche, regulatorische und juristische, ökologische sowie strom- und gasnetztechnische Aspekte untersucht. So beschäftigen wir uns beispielsweise in einem Arbeitspaket mit dem Stromnetz und schauen uns an, was durch die PtG-Technologie im Netzausbau eingespart werden kann. Darüber hinaus widmet sich ein Arbeitspaket ausschliesslich dem Thema Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer. Die Projektkoordination wird von der DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) geleistet.

Beim STORE&GO-Projekt steht weniger die Elektrolyse als vielmehr die Methanisierung im Zentrum. Warum wird der Fokus auf die Methanisierung gelegt?

Inhaltlich wollten wir uns mit der Erzeugung und Einspeisung von synthetischem Erdgas (SNG) aus erneuerbaren Quellen beschäftigen. Dieses weist den grossen Vorteil auf, dass die bestehende Erdgasinfrastruktur samt Erdgasanwendungen ohne grössere Anpassungsmassnahmen im Zuge der Energiewende weitergenutzt werden können. Weiterhin gab es förderpolitische Restriktionen, die beachtet werden mussten. Da Elektrolyse- und Wasserstofftechnologien über das «Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking» (FCH JU) von der EU gefördert werden, war es nicht möglich, Elektrolyseanlagen mit Wasserstoffeinspeisung zu demonstrieren.

Welche Technologien werden angeschaut und sollen im Projekt weiterentwickelt werden?

Im Projekt werden drei neuartige Methanisierungsverfahren demonstriert. Die Anlage in Falkenhagen ist mit einer katalytischen Wabenmethanisierung ausgestattet, die am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) entwickelt wurde. Im Reaktor befinden sich metallische Wabenkörper, auf denen der Katalysator aufgebracht ist. So wird eine grosse spezifische Oberfläche erreicht, an der die Methanisierung ablaufen kann. Zudem kann wegen der hohen Wärmeleitfähigkeit der Waben die Reaktionswärme effizient abgeführt werden. In Troia wird ebenfalls eine katalytische Methanisierung in Form eines Mikroreaktors eingesetzt. Bei diesem Reaktortyp wird durch eine metallische Kanalstruktur eine grosse Oberfläche und eine gute Wärmeableitung erreicht. Der Reaktor wurde gemeinsam von CEA (*Commissariat à l'énergie atomique*

et aux énergies alternatives) und der französischen Firma Atmostat entwickelt. Ein biologisches Methanisierungsverfahren der deutschen Firma Electrochaea wird in Solothurn verwendet.

Was zeichnet diese Technologien aus? Was sind ihre Vor- und Nachteile?

Die eingesetzten Methanisierungsverfahren stellen Weiterentwicklungen im Vergleich zum Stand der Technik dar. Beispielsweise ist bei katalytischen Verfahrenskonzepten die Abfuhr der bei der exothermen Methanisierungsreaktion anfallenden Reaktionswärme ein entscheidendes Thema. Hier bieten die beiden neuartigen Verfahrenskonzepte Vorteile hinsichtlich Temperaturkontrolle und Wärmeabfuhr. Im Vergleich zu etablierten Festbettverfahren können höhere Umsatzgrade in einer Reaktorstufe erreicht und der Betriebsbereich deutlich vergrössert werden. Die biologische Methanisierung, die schon an einigen Pilot- und Demonstrationsanlagen zum Einsatz kommt, weist gegenüber katalytischen Verfahren Vorteile hinsichtlich Robustheit und Verträglichkeit von Spurengasen (z. B. Schwefelverbindungen) auf und stellt insbesondere für die Verschaltung mit Biogasanlagen eine vielversprechende Option dar.

«Es geht um betriebsrelevante Aspekte bei der Implementierung innovativer Methanisierungstechnologien in einer realen Umgebung in einem Massstab zwischen 200 und 1000 kW.»

Was sind die Ziele der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Methanisierung?

Da STORE&GO ein Demonstrationsvorhaben ist, geht es weniger um grundlagenorientierte Forschungsarbeiten als um betriebsrelevante Aspekte bei der Implementierung der innovativen Methanisierungstechnologien in einer realen Umgebung in einem Massstab zwischen 200 und 1000 kW. Ein wichtiger Untersuchungsgegenstand ist beispielsweise die Lastwechselfähigkeit der unterschiedlichen Technologien.

Welche Ergebnisse wurden bis anhin erhalten?

In den ersten beiden Projektjahren standen die Planung und der Aufbau der Demonstrationsanlagen im Fokus. Bis Herbst 2018 sollen alle Anlagen in Betrieb gehen, sodass die wesentlichen Erkenntnisse aus dem Betrieb der Anlagen erst Ende 2019 vorliegen werden. Innerhalb der Begleitforschung wurden schon einige Studien erarbeitet. Beispielsweise wurde ein bestehendes Energiesystemmodell um PtG-Technologien erweitert und der zukünftige Bedarf an PtG-Anlagen in Europa abgeschätzt. Weiter konnten wichtige Erkenntnisse zu regulatorischen

Rahmenbedingungen erarbeitet werden, die in eine Kommentierung des EU-Winterpakets (im November 2016 vorgelegtes Massnahmenpaket «Saubere Energie für alle Europäer») über die BRIDGE-Initiative eingeflossen sind. Ziel ist es, Vorschläge zur Behandlung von PtG an die Kommission zu spiegeln, da bisher kein sinnvoller Regulierungsrahmen für PtG besteht. Von den ca. 80 über die Projektlaufzeit zu erarbeitenden Berichten, sogenannten *Deliverables*, wurde bisher etwa ein Viertel fertiggestellt. Ein Grossteil wird über die Projekthomepage veröffentlicht: www.storeandgo.info

Sie erwähnten gerade die BRIDGE-Initiative. Worum handelt es sich dabei?

BRIDGE (www.h2020-bridge.eu) ist eine Initiative der Europäischen Kommission zur Vernetzung sämtlicher Smart-Grid- und Energiespeicher-Projekte aus dem Horizon-2020-Programm.

«Aktuell kann SNG nicht wirtschaftlich hergestellt werden, da die Kosten, insbesondere für die Elektrolyse, noch hoch sind und das geltende Regulierungsregime einen wirtschaftlichen Betrieb verhindert.»

Welche Ziele verfolgt diese Initiative und was sind die Vorteile der Mitarbeit des STORE&GO-Konsortiums bei BRIDGE?

Die Initiative verfolgt primär zwei Ziele. Einerseits sollen sich die Projekte durch Austausch von Erkenntnissen und Erfahrungen gegenseitig befruchten, andererseits soll ein gemeinsames Verständnis und eine abgestimmte Position für Fragestellungen

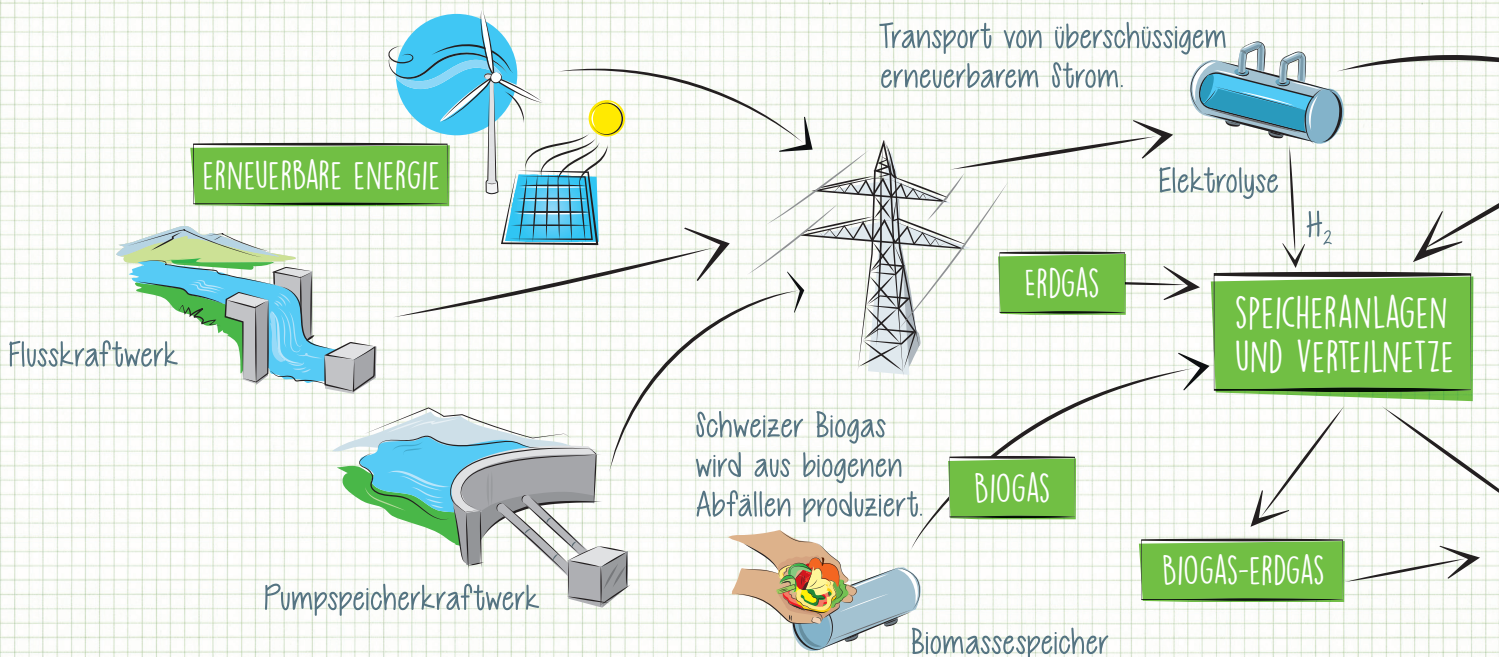
aus dem Umfeld Smart Grids und Energiespeicherung geschaffen werden. Die Kommission sieht BRIDGE dabei auch als agilen Thinktank für die energiepolitischen Weichenstellungen. Zur Strukturierung der Aktivitäten wurden die vier Arbeitsgruppen «Data Management», «Business Models», «Regulations» und «Customer Engagement» gegründet. Die Mitglieder erarbeiten in regelmässigen Abständen Projektberichte, in die die Ergebnisse der einzelnen Projekte einfließen. Für das STORE&GO-Konsortium ist die Mitarbeit sehr wichtig, da wir das einzige Vorhaben sind, bei dem PtG und die Gasinfrastruktur im Fokus der Untersuchungen stehen.

Zurück zum STORE&GO-Projekt, in dessen Zentrum – wie vorhin erwähnt – die drei Demonstrationsanlagen stehen. Was waren die Gründe für die Wahl Anlagenstandorte?

Die Anlagenstandorte in Falkenhagen (D), Solothurn (CH) und Troia (I) wurden nach verschiedenen Kriterien ausgewählt: Aufgrund der zuvor genannten Förderbedingungen mussten die Standorte über existierende Elektrolyseanlagen verfügen. Damit schied schon eine grössere Zahl an potenziellen Standorten und Betreibern aus. Im nächsten Schritt wurden standortspezifische Eigenschaften evaluiert, um eine möglichst grosse und für Europa relevante Bandbreite an PtG-Einsatzmöglichkeiten (z. B. Integration in Transport- oder Verteilnetze, CO₂-Quelle) und Rahmenbedingungen (z. B. Aufkommen an erneuerbarer Energie) abdecken zu können.

Welche Komponenten sind bei diesen Anlagen vorgesehen und was soll an den Anlagen jeweils gezeigt werden?

Energie von Grund auf.



sauber
günstig
sicher

In Falkenhagen, wo bereits seit mehreren Jahren eine 2-MW-Elektrolyseanlage mit Einspeisung in das Erdgastransportnetz von Uniper betrieben wird, wurde eine 1-MW-Wabenmethanisierungsanlage integriert. Das für die Methanisierung benötigte CO₂ wird aus einer Bioethanolanlage per Tanks angeliefert. Weiterhin wurde eine Wärmeleitung zu einer benachbarten Furnierfabrik gelegt, um dort die in der Methanisierung anfallende Abwärme zu nutzen bzw. um den Methanisierungsreaktor im Warmhaltebetrieb heizen zu können. Das erzeugte SNG wird über die bestehende Einspeiseanlage in eine Erdgashochdruckleitung eingespeist. Die Anlage in Falkenhagen wurde diesen Frühling am 9. Mai eingeweiht.

In Solothurn wird PtG in einem kommunalen Umfeld getestet. Das benötigte CO₂ stammt aus einer Kläranlage. Die biologische Methanisierung mit einer Anlagengrösse von 700 kW stellt eine Weiterentwicklung einer ersten Demonstrationsanlage von Electrochaea in Dänemark dar. Das erzeugte Gas wird nach Trocknung und Entschwefelung in das städtische Verteilnetz von Regio Energie Solothurn eingespeist.

In Troia wird die Anlage in ein regionales Verteilnetz integriert. Im Gegensatz zu den beiden anderen Standorten wird das Produktgas jedoch wegen der hohen italienischen Anforderungen an die Gasqualität, vor allem bezüglich des Wasserstoffanteils, nicht in das Erdgasnetz eingespeist, sondern verflüssigt. Das erzeugte erneuerbare LNG kann dann beispielsweise als Kraftstoff für LNG-LKW eingesetzt werden. Als weitere Besonderheit wird in Troia CO₂ aus der Umgebungsluft für die Methanisierung gewonnen.

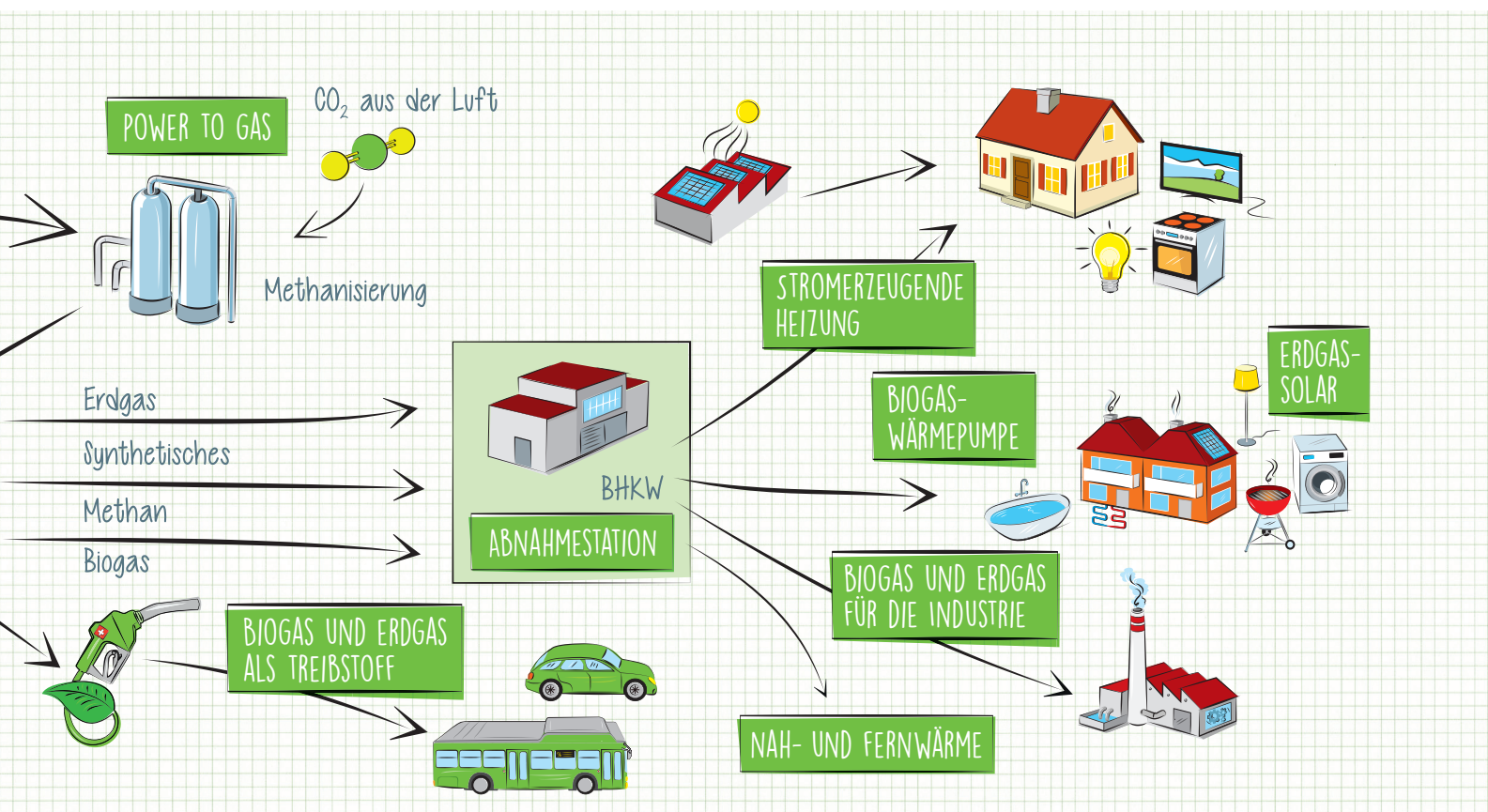
Was erwies oder erweist sich als grösste Knacknuss beim Aufbau der Anlagen?

Wie üblich bei Demonstrationsprojekten mit neuen Technologien kam es bei der Planung und beim Aufbau der Anlagen zu Verzögerungen und Schwierigkeiten, die im Vorfeld nicht absehbar waren. Hierzu gehören genehmigungs- und finanztechnische Aspekte, aber auch technische Fragen beim Upscaling und beim Bau der neuartigen Reaktoren. Da an den Demonstrationsanlagen jeweils mehrere Projektpartner beteiligt sind, gibt es natürlich auch zahlreiche organisatorische und abwicklungstechnische Herausforderungen. Bisher konnten wir alle Herausforderungen meistern und sind hoffnungsfroh, dass bald alle Anlagen den Versuchsbetrieb aufnehmen können.

«Um die erwarteten Gasmengen aus erneuerbaren Quellen bereitstellen zu können, werden zusätzlich zu biogenen Gasen synthetische Gase über PtG-Prozesse erzeugt werden müssen.»

Nicht nur technische Aspekte werden im Rahmen des STORE&GO-Projekts angeschaut, sondern auch wirtschaftliche und rechtliche. Welche Fragen stehen dabei im Zentrum?

Aktuell kann SNG aus PtG-Prozessen nicht wirtschaftlich hergestellt werden. Das liegt einerseits daran, dass die Anlagenkosten, insbesondere für die Elektrolyse, noch sehr hoch sind. Andererseits erlaubt das derzeit geltende Regulierungsregime keinen wirtschaftlichen Betrieb der bestehenden Anlagen. Hauptproblem sind die hohen Stromkosten, die in Deutschland vor



allem wegen der EEG-Umlage und in der Schweiz wegen der zu zahlenden Netznutzungsentgelte zustande kommen, denn PtG-Anlagen werden als Endverbraucher angesehen. In STORE&GO wird deshalb untersucht, wie die Herstellkosten durch Technologieentwicklungen bzw. durch die Etablierung von Lernkurven gesenkt werden können und welche Geschäftsmodelle vielversprechend für den zukünftigen Einsatz sind. Hinzu kommt, dass das Thema Sektorkopplung in Europa regulatorisch noch nicht abgebildet ist. So werden bis anhin die Netzentwicklungspläne in Deutschland komplett separat erarbeitet. Daher wird im STORE&GO-Projekt auch der systemische Nutzen der PtG-Technologien analysiert. Daneben werden die derzeit geltenden regulatorischen Rahmenbedingungen analysiert und Vorschläge für eine Anpassung erarbeitet.

Welche «Produkte» sollen im Rahmen des Projekts erarbeitet werden?

Primär stellen natürlich die im Projekt demonstrierten Technologien die Produkte dar, die im Anschluss an das Projekt von den zuständigen Partnern vermarktet werden sollen. Als Kernergebnis für die politische Diskussion wird eine Roadmap für die Einführung von PtG in Europa entwickelt. Da ein Grossteil der zu erarbeitenden Inhalte öffentlich zugänglich ist bzw. sein wird, können die Projektergebnisse von einem breiten Interessentenkreis genutzt werden.

Zentrale Ergebnisse des Projekts werden also eine europäische PtG-Karte und eine PtG-Roadmap sein. Was sollen Karte und Roadmap aufzeigen? Können Sie jetzt – bei Projekthalbzeit – schon Aussagen zum Inhalt dieser beiden zentralen «Produkte» des Projektes machen?

Die PtG-Karte, die mithilfe eines GIS-Systems vom GWI Gas- und Wärme-Institut Essen entwickelt wird, soll aufzeigen, wo geeignete PtG-Standorte in Europa vorliegen. Hierzu wird die Erzeugung von erneuerbaren Energien, die Strom- und Gasnetzinfrastruktur sowie das Potenzial an geeigneten CO₂-Quellen räumlich aufgelöst übereinandergelegt. Das System ist schon recht weit gediehen. Es wurden beispielsweise Biogasanlagenstandorte sowie industrielle CO₂-Quellen, die auch in Zukunft vorhanden sein werden (z. B. Zementwerke), integriert. Auch die Gasnetzinfrastruktur ist bereits enthalten.

Bei der PtG-Roadmap geht es darum, eine europäische Vision für die Entwicklung von PtG zu generieren und Handlungsempfehlungen für die Politik zu formulieren. Am 17. Oktober 2018 wird in Brüssel ein parlamentarischer Abend veranstaltet, bei dem erste Empfehlungen vorgestellt werden.

Unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit wird SNG aus PtG-Prozessen wohl nie konkurrenzfähig mit Erdgas oder auch Biomethan sein. Wo kann und sollte es dennoch seine Nische bzw. seinen Platz im Energiesystem der Zukunft finden?

PtG kann mehrere Funktionen im zukünftigen Energiesystem übernehmen. Zunächst ist sicherlich die Umwandlung von volatiler elektrischer Energie in speicherbare chemische Energieträger die wichtigste Funktion, die auch am Anfang der PtG-Diskussion im Vordergrund stand. Im Vergleich zu anderen Stromspeicheroptionen sind dabei um Größenordnungen höhere Speicherkapazitäten umsetzbar. Aktuell können mit den

vorhandenen Erdgasspeichern in Europa ca. 1070 TWh chemische Energie in Form von Methan gespeichert werden. Allein in Deutschland gibt es Speicherkapazitäten für rund ein Viertel des jährlichen deutschen Gasverbrauchs.

Daneben bietet PtG weitere Einsatzfelder auf allen Netzebenen und für unterschiedliche Anwendungen. So können mit PtG-Technologien grosse Energiemengen über das bestehende Erdgastransportnetz durch ganz Europa transportiert werden, ohne dass hierfür neue Gasnetze gebaut werden müssen. In diesem Zusammenhang könnten beispielsweise auch existierende Leitungen in der Nordsee oder zwischen Nordafrika und Südeuropa genutzt werden, um grosse Mengen an erneuerbaren Energien zu transportieren, die dort kostengünstiger gewonnen werden können. Weiterhin kann PtG auch auf Verteilnetzebene eingesetzt werden, um einen Lastausgleich auf unterster Leitungsebene zu ermöglichen, was die vorgelagerten Übertragungsnetze entlastet und zum Gedanken der dezentralen oder regionalen Energiewende passt. Ausserdem ermöglicht PtG die indirekte Elektrifizierung von Energieanwendungen, z. B. in der Mobilität, der Gebäudeenergieversorgung oder der Industrie durch Bereitstellung von chemischen Energieträgern aus erneuerbaren Quellen.

Entscheidend für die Nutzung von PtG-Technologien und für Gas als Ganzes wird sein, ob und wie schnell die angedachte Elektrifizierung der Energiesektoren umsetzbar ist. Dies wird beispielsweise bei der Umstellung der Gebäudeenergieversorgung von Brennstoffen auf Elektrizität deutlich. Damit der Gebäudebestand in den nächsten Jahrzehnten signifikant auf Niedrigenergiestandard aufgerüstet werden kann, was Voraussetzung für den angedachten umfangreichen Einsatz von Wärmepumpen ist, müssten immense Investitionen getätigt und die Geschwindigkeit deutlich erhöht werden. Derzeit liegen wir beispielsweise in Deutschland bei einer Sanierungsrate von 1 Prozent pro Jahr, d. h. in 100 Jahren wäre der Gebäudebestand einmal komplett saniert. Um die Effizienzziele zu erreichen, müsste die Sanierungsrate verdreifacht werden, was allein schon bei Betrachtung der Personalentwicklung im Handwerk utopisch erscheint.

Auch beim Thema Elektromobilität werden wichtige Rahmenbedingungen vereinfacht dargestellt. So wird beispielsweise der notwendige Ausbau der Verteilnetze, gerade auch in Zusammenhang mit der flächendeckenden Verbreitung von Elektrowärmepumpen, nur unzureichend berücksichtigt und die dafür anfallenden Kosten nicht der Elektromobilität zugerechnet. Ausserdem könnten im Langstrecken- und Schwerlastverkehr Gasantriebe, die mit PtG-Kraftstoffen betrieben werden, eine wichtige Ergänzung zur Elektromobilität darstellen.

Zugegebenermassen ist es schwierig, die genannten Kriterien Versorgungssicherheit und Umsetzbarkeit der Energiewende mit den derzeit verfügbaren Informationen zu quantifizieren. Umso wichtiger ist es zum jetzigen Zeitpunkt, keine einseitigen politischen Entscheidungen zu treffen und Technologieoffenheit zu ermöglichen. Aus den genannten Gründen sehen wir PtG nicht als Nischenmarkt, sondern als wichtigen Baustein der zukünftigen Energie- und Gasversorgung. Um die erwarteten Gasmengen über erneuerbare Quellen bereitstellen zu können, werden zusätzlich zu biogenen Gasen synthetische Gase über PtG-Prozesse erzeugt werden müssen.