

INTELLIGENTE INFRASTRUKTUREN ZUR NUTZUNG VON BIOGAS

Biogas-Mikronetze
und netzferne Biogastankstellen



NEUE KONZEPTE ZUR WIRTSCHAFTLICHEN VERWERTUNG VON BIOGAS

■ Um Biogas effizient und wirtschaftlich nutzen zu können, sind intelligente Infrastrukturen erforderlich, die es ermöglichen, diesen Energieträger in die bestehenden Energiesysteme zu integrieren. Neben der Netzeinspeisung von aufbereitetem Biogas (vgl. z.B. die Demonstrationsanlage Bruck an der Leitha, FF 2/2009) stellen Mikronetze zur Versorgung von Siedlungen und Gewerbeparks und netzferne Biogastankstellen weitere zukunftsweisende Modelle dar.

Verschiedene Ansätze zur Erhöhung der Rentabilität der Biogasanlagen wurden von HEI Eco Technology GmbH im Rahmen von „Energiesysteme der Zukunft“ mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie untersucht. Mithilfe dieser Konzepte ist es möglich, neue Infrastrukturen und Geschäftsfelder zu entwickeln und Biogas optimal in das Gesamtenergiesystem zu integrieren.

Biogas stellt mit seinen Eigenschaften (hohe Energieausbeute pro Hektar, geringe Emissionen, vielfältige Speicher- und Einsatzmöglichkeiten) sowie der Rohstoffverfügbarkeit eine interes-

sante und zukunftssträchtige Alternative zu Erdgas dar. Die Erhebungen von Wirtschaftsdaten zu Biogas in Österreich zeigen allerdings, dass die wirtschaftliche Situation in der Biogasbranche sehr kritisch ist. (Vgl. Biogas Branchenmonitor – Erhebungen von Wirtschaftsdaten und Trends zu Biogas in Österreich, 2008). In Österreich existieren derzeit ca. 340 Biogasanlagen; 48% der Anlagenbetreiber haben in den Jahren 2007 und 2008 Verluste erwirtschaftet und 60% würden in eine Biogasanlage nicht wieder investieren. 32% der Betreiber überlegen sogar ihre Anlagen still zu legen. Diese schwierige Situation hängt zum einen mit den steigenden Rohstoffpreisen (bei gleichbleibender Ökostromvergütung) und zum anderen mit der nicht ausreichenden Verwertung der, bei der Stromerzeugung lokal anfallenden Wärme, zusammen. Die Entwicklung von neuen, ökonomisch attraktive Alternativen zur Nutzung von Biogas ist daher dringend notwendig.

Beinahe die Hälfte der Biogasanlagenbetreiber zeigen großes Interesse an neuen Vermarktungswegen wie Biogastankstellen, Biogas-Netzeinspeisung oder Biogas-Mikronetze. Allerdings fehlen den Akteuren Informationen zur rechtlichen Lage, möglichen Geschäftsmodellen und technisch optimierten Anlagenkonzepten.

In einem Biogas-Mikronetz wird gereinigtes und aufbereitetes Biogas auf niedrigem Druckniveau an die Verbraucher geleitet. Es besteht auf diese Weise die Chance, bei relativ geringen Kosten deutlich höhere Erträge zu erwirtschaften, als bei der Stromerzeugung zu staatlich vorgegebenen, oft nicht kostendeckenden Fixtarifen. Ziel eines Projekts der HEI Eco Technology GmbH war es, die wirtschaftliche und technische Machbarkeit von Biogas-Mikronetzen zu untersuchen. In einer weiteren nun vorliegenden Studie wurden die Chancen für einen flächendeckenden Ausbau von kostengünstigen Biomethan-Tankstellen analysiert.



Foto: Universität für Bodenkultur, Institut für Landtechnik

Beide Studien belegen die prinzipielle Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der neuen Konzepte wenn:

- kostengünstige Rohstoffe oder Abfälle zur Biogaserzeugung genutzt werden bzw. das Biogas bei stromproduzierenden Anlagen durch höheren Rohstoffeinsatz gewonnen wird
- die Back-Up Versorgung von Biogas-Mikronetzen über fuel-switch oder Erdgasnetz erfolgt
- Biogas-Tankstellen an Biogas-Mikronetze oder Netzeinspeisung gekoppelt werden (Kostenreduktionen bei gemeinsamen Anlagenkomponenten)
- freie Verdichtungskapazitäten von Gastankstellen zur Versorgung von netzfernen Gebieten mit Biogas genutzt werden

Außerdem ist für einen wirtschaftlichen Betrieb von Biogastankstellen und Biogas-Mikronetzen eine enge Zusammenarbeit zwischen Biogasproduzenten, Netzbetreibern und Gasverbrauchern erforderlich. Nur dadurch können geringe Gasgestehungskosten sowie eine hohe Anlagenauslastung und somit Wirtschaftlichkeit erreicht werden. Kooperationen würden eine hohe energetische Effizienz bei der Biogasverwertung sowie neue Geschäftsmodelle ermöglichen. Ferner könnte durch die Zusammenarbeit eine ausfallsichere Versorgung von Gastankstellen und öffentlichen Einrichtungen in netzfernen Gebieten gewährleistet werden.

Für eine nachhaltige Wirtschaftsweise ist die Frage nach einer gesicherten und effizienten Energieversorgung zur Bereitstellung von lebensnotwendigen und komforterhöhenden Dienstleistungen und Produkten von entscheidender Bedeutung. Ziel des Programms „Energiesysteme der Zukunft“ ist es, Technologien und Konzepte für ein, auf der Nutzung erneuerbarer Energieträger aufbauendes, energieeffizientes und flexibles Energiesystem zu entwickeln, das langfristig in der Lage ist, unseren Energiebedarf zu decken. Durch eine breite Palette technologiebezogener Aktivitäten und Begleitmaßnahmen sollen maßgebliche Impulse gesetzt und dadurch gleichzeitig neue Chancen für die österreichische Wirtschaft eröffnet werden.





Foto: Axiom Angewandte Prozesstechnik GmbH

P R O J E K T

MODELLE ZUR GASVERSORGUNG MITTELS LOKALER BIOGAS-MIKRONETZE

■ Ein Biogas-Mikronetz bezeichnet die kleinräumige Gasversorgung von mehreren Verbrauchern mit vor Ort erzeugtem Biogas über ein Niederdruck-Gasleitungsnetz. Die landwirtschaftlichen, gewerblichen oder industriellen Biogasproduzenten sind ebenso wie die Verbraucher über das Mikronetz miteinander verbunden.

Für ein Biogas-Mikronetz ist die zuverlässige und sichere Versorgung der Verbraucher von entscheidender Bedeutung. Daher muss dafür gesorgt werden, dass die maximal erforderliche Biogasmenge das ganze Jahr über zur Verfügung gestellt werden kann. Wichtig ist weiters, dass die Biogasanlage kontinuierlich in der Lage ist, die Einspeisekriterien hinsichtlich Qualität, Druck, Speicherung und Aufbereitung zu erfüllen. Je nach Größe bzw. Ausbaugrad ist eine Modularität anzustreben, so dass z. B. eine zusätzliche Biogasanlage, weitere Abnehmer etc. angeschlossen werden können.

Biogas-Mikronetze können sich hinsichtlich folgender Charakteristika unterscheiden:

- Produktion: ein oder mehrere Erzeuger
- Autarkie/Versorgungssicherheit: Inselnetz oder Verbindung zum Erdgasnetz
- Lastmanagement: aufbringungs- und /oder verbraucherseitig
- Verbraucherstruktur: gewerblich dominierte Netze versus Privatverbraucher
- Gasqualität: fixer oder schwankender Methangehalt, teilweise oder vollständige Gasreinigung

Biogas hat einen deutlich niedrigeren Methangehalt als Erdgas. Muss Biogas auf Erdgasqualität aufbereitet werden, ist eine verfahrenstechnisch aufwendige und kostenintensive Methanreicherung notwendig, z. B. mittels Druckwasserwäsche oder Druckwechseladsorption, Aminwäsche, Kryogenverfahren oder Membrantechnik. Dieser Verfahrensschritt der Gasreinigung kann bei Biogas-Mikronetzen ganz oder zumindest teilweise (Methangehalt unter Erdgasqualität gemäß ÖVGW G 31) vermieden werden. So kann in einem Biogas-Mikronetz zwar gereinigtes, aber nicht vollständig aufbereitetes Biogas auf niedrigem Druckniveau direkt an die Verbraucher geleitet werden. Das an die Verbraucher gelieferte Biogas hat, je nach Aufbereitung, einen Methangehalt zwischen 50% und 99,5%.

Im Rahmen des Projekts von HEI Eco Technology GmbH wurden in verschiedenen Arbeitspaketen Aufbau, Struktur und der Betrieb von Biogasnetzen beschrieben und folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Analyse von Erzeugungs- und Lastprofilen von bestehenden Betrieben bzw. Ortsgasversorgungsanlagen
- Messung unterschiedlicher Biogasqualitäten sowie deren Auswirkung auf die Verbrennung
- Darstellung der Anforderungen an den Netz- und Leitungsbau für Biogas-Mikronetze
- Abschätzung der wirtschaftlichen Machbarkeit für unterschiedliche Mikronetzstrukturen
- Beschreibung der rechtlichen Rahmenbedingungen für ein Biogas-Mikronetz

Eine zentrale Rolle für den erfolgreichen Betrieb eines Biogas-Mikronetzes spielen Lastmanagement und Speichermöglichkeiten. Auf der Verbraucherseite können „neue“ Verbraucher, wie etwa Gaswärmepumpen und Fernwärmenetze, den Gasverbrauch saisonal ausgleichen. Weitere Optimierungsmaßnahmen stellen das Zu- und Wegschalten von Verbrauchern (Lastabwurf), oder der Wechsel zwischen verschiedenen Brennstoffen (fuel switch) dar.

Speichersysteme besitzen eine Schlüsselrolle im Lastmanagement von autarken Biogas-Mikronetzen. Während für kurzfristige Speicherung Niederdruckspeicher und für saisonale Langzeitspeicherung Mitteldruckspeicher Stand der Technik darstellen, bestehen für Verflüssigungsanlagen für Biogas noch kaum Erfahrungen und praktische Beispiele.

Auf Basis realer Lastprofile wurden im Rahmen der Studie drei prototypische Verbraucherstrukturen (ländliches Ortsnetz, Gewerbegebiet und gemischtes Gebiet) jeweils mit und ohne Erdgasanschluss entwickelt. Für die drei definierten Biogas-Mikronetze wurden jeweils drei Versorgungssituationen (hohes, mittleres und niedriges biogenes Deckungspotenzial) simuliert.

Zur Berechnung des biogenen Deckungsgrades, des Biogasüberschusses, der erforderlichen Zusatzgasmenge und der Speicherentnahme wurde das Simulationstool „HEI Micro-net“ entwickelt. Jahreslastgang, Jahreserzeugungsprofil und Speicherkapazität des Mikronetzes sind dabei die wesentlichen Datengrundlagen des zu berechnenden Mikronetzes. Das Simulations-



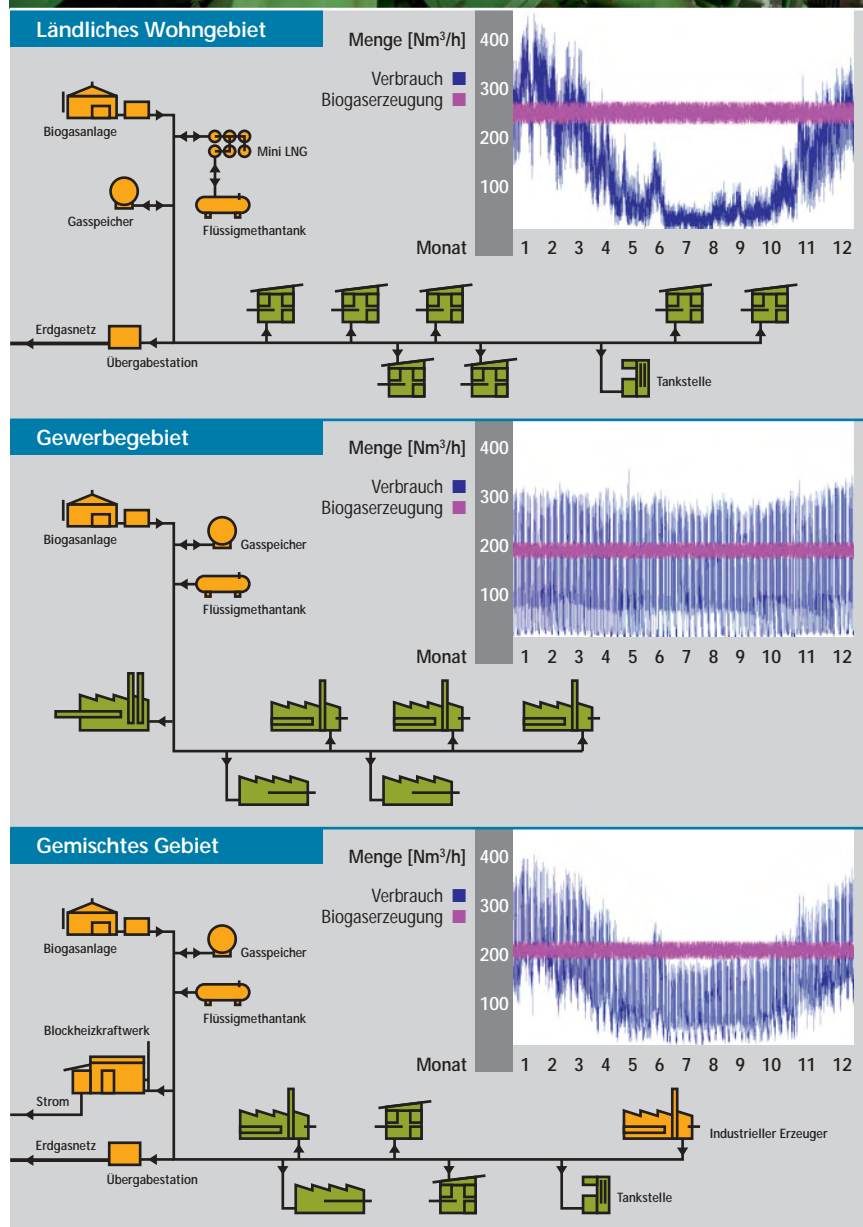
Verbrauchs- und Erzeugungsprofile für drei Biogas-Mikronetze mit unterschiedlichen Verbraucherstrukturen

tool berechnet die stündliche Differenz zwischen Erzeugung und Verbrauch, das erforderliche Lastmanagement und die anfallenden Gasüberschüsse bzw. Zusatzgaseinspeisungen.

Der Gasverbrauch des ländlichen Ortsnetzes hängt charakteristisch von den Jahreszeiten ab. Der Gasverbrauch im Ortsgebiet ist im Winter wesentlich höher als im Sommer. Im Sommer steht daher eine hohe Menge an Überschussgas für die Weiterverwertung zur Verfügung.

Bei Mikronetzen mit Gewerbekunden konzentriert sich der Verbrauch hingegen auf die täglichen Öffnungszeiten, wobei sich die Höhe der Lastspitzen an den jeweiligen Produktionsleistungen der Firmen orientiert. Der Ausgleich zwischen der Gasproduktion der Biogasanlage, die weitgehend konstant ist, und dem schwankenden Gasverbrauch der Abnehmer muss durch ein geeignetes Lastmanagement hergestellt werden. In völlig autarken Mikronetzen erfolgt dies durch die Zwischenspeicherung von Gasüberschüssen. Bei Mikronetzen in der Nähe bestehender Erdgasleitungen kann eine Koppelstation zum Erdgasnetz errichtet werden, was das Lastmanagement deutlich vereinfacht. Die Biogasanlage deckt dann etwa die Grundlast des Netzes und Verbrauchsspitzen werden über das Erdgasnetz abgedeckt.

Im Zuge des Projekts wurde durch umfangreiche Recherchen festgestellt, dass am Markt keine, für Kleinverbraucher geeignete, Biogasmess- und Biogasverbrauchsgeräte (z. B. Gasbrenner) existieren, die mit schwankendem oder niedrigem Methangehalt arbeiten können. Es wurden auch keine Anbieter von Kleinf Feuerungssystemen für den Einsatz von nicht angereichertem Biogas gefunden. In Anbetracht dieser Situation ist es daher notwendig, die Gasqualität im Mikronetz auf ca. 90% CH₄ konstant zu halten. Eine Aufbereitung auf Erdgasqualität (>97% CH₄) ist zwar im Mikronetz nicht unbedingt erforderlich, bietet aber zusätzliche Vorteile, wie die Möglichkeit zur Einspeisung von Überschüssen ins Erdgasnetz oder die Nut-



Quelle: HEI Eco Technology GmbH / Salzburger AG

zung des Biogases als Treibstoff. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass auf Basis des Stands der Technik die Realisierung eines Mikronetzes jedenfalls gut möglich ist. Es sind jedoch gewisse Rahmenbedingungen, etwa was die Gasaufbereitung betrifft, zu beachten. Die Art des Lastmanagements bzw. die verwendete Speichertechnologie haben erhebliche Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit des Mikronetzes.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht hauptsächlich auf der Verbraucherseite für die Gasarmaturen und Biogasverbrennungssysteme, die neu entwickelt bzw. geprüft werden müssen. Das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten ist ebenfalls noch nicht Stand der Technik und sollte

in einem Pilotprojekt weiterentwickelt werden. Zudem besteht im Bereich der Speichertechnologien großer Forschungsbedarf in der Entwicklung von kostengünstigen Speichersystemen für Tages- und saisonale Speicherung sowohl auf der Erzeuger- als auch auf der Verbraucherseite. Die Verflüssigung von Biomethan stellt eine interessante Option für die saisonale Gasspeicherung dar. Entsprechend klein dimensionierte Verflüssigungsanlagen werden derzeit von verschiedenen Herstellern entwickelt. Auch für die Speicherung von Flüssigmethan bei Verbrauchern (Flüssigmethantanks für Einfamilienhäuser) besteht noch weiterer Forschungsbedarf.

WIRTSCHAFTLICHKEIT VON LOKALEN BIOGAS-MIKRONETZEN

■ Gegenüber der Biogasverstromung hat die Biogasverwertung in einem Mikronetz den Vorteil der höheren energetischen Gesamteffizienz. Energieverluste – etwa durch ungenutzte Abwärme – können reduziert werden. Weiters muss kein Systemnutzungsentgelt für die Nutzung des Erdgasnetzes bezahlt werden. Biogas ist aktuell von der Energie- bzw. Mineralölsteuer befreit, was einen zusätzlichen finanziellen Vorteil darstellt. Die Analysen verschiedener Mikronetzstrukturen belegen die Konkurrenzfähigkeit von Biogas-Mikronetzen im Vergleich zu anderen Energieträgern.

Das Substrat, die Biogasanlage und das Speichersystem zur Abdeckung von Lastspitzen tragen maßgeblich zu den spezifischen Kosten von Biomethan im Mikronetz bei. Gasaufbereitung und Gasnetz sind jeweils mit 10% an den gesamten Gasgestehungskosten beteiligt.

Für die Versorgung eines ländlichen Ortsnetzes, das von einem starken Lastgang geprägt ist, stellt in netzgebundenen Regionen der Anschluss des Mikronetzes an das Erdgasnetz zur Abdeckung der Spitzenlasten und Einspeisung von Gasüberschüssen mit 0,74 €/m³ Gas die kostengünstigste Variante der

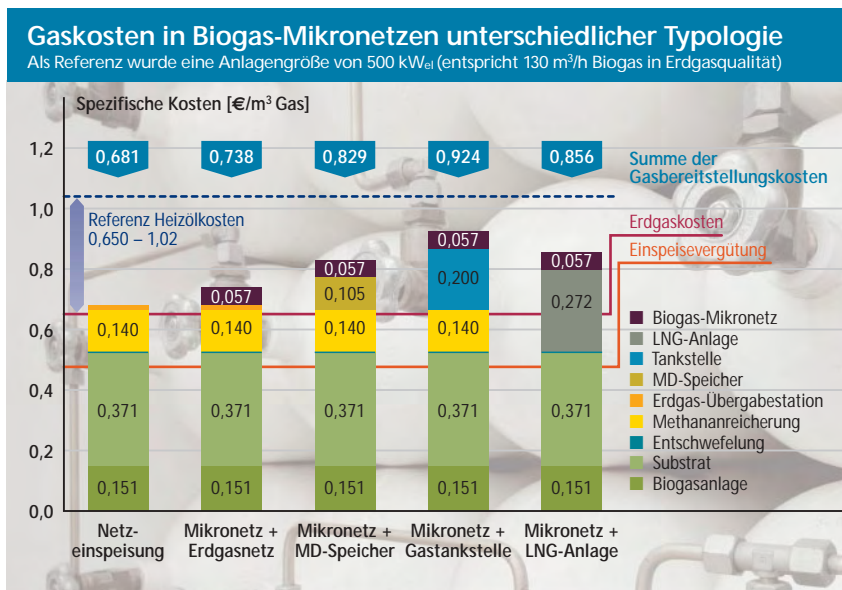
Versorgung mit Biomethan dar. In netzfernen Gebieten, wenn die Gasproduktionskapazität der Biogasanlage den Jahresverbrauch des Ortsnetzes übersteigt und das Verbrauchsvolumen über 1 Mio. m³/Jahr liegt, kann durch langfristige Speicherung der Gasüberschüsse in einem Mitteldruckspeicher oder die Verflüssigung in einer Mini-LNG-Anlage, das Biomethan um ca. 0,85 €/m³ zur Verfügung gestellt werden. Wenn die Gasproduktionskapazität der Biogasanlage unter dem Jahresverbrauch des Wohngebietes liegt, kann eine ökonomisch attraktive Gasversorgung nur in netzgebundenen Regionen oder bei entsprechendem Lastmanagement (z. B. „Fuel Switch“ oder Lastabwurf) gewährleistet werden.

Besteht die Verbrauchergruppe nur aus gewerblichen Kunden, geht man von einer geringen Jahres-, aber hohen Tagesschwankung im Gasverbrauch aus. In diesen Mikronetzen ist deshalb keine langfristige Speicherung von Biogas notwendig. Für die Abdeckung der Tagesschwankungen kann z. B. ein Niederdruckspeicher kostengünstig eingesetzt werden. Die Gaskosten in einem solchen Netz liegen je nach biogenem Deckungsgrad im Mikronetz zwischen 0,61 und 0,82 €/m³.



Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen belegen, dass die Biogasversorgung in Kombination mit dem Erdgasnetz ökonomisch annähernd mit reiner Erdgasversorgung vergleichbar ist. Durch die Optimierung des Lastmanagements kann auch in Netzen mit saisonal schwankendem Verbrauch eine Biogasversorgung wirtschaftlich werden. Synergieeffekte mit Biomassekraftwerken sind dabei anzustreben. Zur Verwertung der Gasüberschüsse ist neben der Netzeinspeisung der Betrieb einer Gastankstelle eine weitere Option.

Insgesamt zeigen die Untersuchungen, dass Biogas-Mikronetze ein attraktives Konzept für eine nachhaltige regionale Energieversorgung darstellen. Es ist zu erwarten, dass die Preise für Öl und Gas auch in Zukunft kontinuierlich ansteigen werden. Nachhaltige energetische Versorgungssicherheit kann nur durch einen höheren Anteil an erneuerbaren Energien erreicht werden. Neue wirtschaftlich interessante Verwertungsmöglichkeiten für Biogas könnten hier eine wichtige Rolle spielen. Es wäre möglich, die zur Zeit bestehende Differenz in den Gestehungskosten durch eine schrittweise Anhebung der Energiepreise bzw. durch die Ökosteuer auszugleichen. Für Netzbetreiber und Energieversorger würden durch vergleichbare Kosten der Energieträger deutliche Anreize für mehr erneuerbare Energien im eigenen Energiemix geschaffen.



In der Grafik sind die spezifischen Kosten einzelner Kostenblöcke bezogen auf einen m³ Gas bei unterschiedlicher Überschussverwertung beispielhaft dargestellt. Zum Vergleich sind auch die Kosten für die Biogaseinspeisung in das öffentliche Gasnetz sowie die Kosten für andere Brennstoffe dargestellt.

CHANCEN FÜR NETZFERNE BIOGASTANKSTELLEN



■ Im Zentrum eines weiteren Projekts stand die Recherche und Bewertung internationaler Beispiele, um die Möglichkeiten für eine wirtschaftliche Versorgung netzferner Tankstellen mit Biogas zu ermitteln. Es wurden Kosten der netzgebunden Erdgas-Tankstellen erhoben und hinsichtlich des Bedarfs von netzfernen Gastankstellen optimiert. Auch ökonomische und energetische Synergiepotenziale zwischen Gasaufbereitung, Gaskompression und der Anlagenleistung wurden eruiert. Diese Analysen zeigen, dass ein wirtschaftlicher Betrieb von netzfernen Biogas-Tankstellen nur unter optimierten Rahmenbedingungen (hohe Tankstellenauslastung, geringe Kosten für Rohstoffe) und in Kombination mit weiteren Verwertungsmöglichkeiten des Biogases, z. B. über ein Biogas-Mikronetz möglich ist.

Es gibt weltweit bereits umfangreiche Erfahrungen zur Versorgung von netzfernen Gastankstellen. Zumeist erfolgt die Gasversorgung durch Belieferung mit Flaschenbündeln, in denen sich bereits auf 200 – 250 bar verdichtetes Gas befindet. Im Rahmen dieses Projekts wurden unterschiedliche Technologien des Gastransportes recherchiert. Die Optimierung der Gasversorgung wurde über Modellrechnungen unterschiedlicher Gasbereitstellungs-, Vertriebs- und Lieferszenarien durchgeführt. Die Analyse der verschiedenen Modelle zeigen, dass die Kombination

von Gastankstellen mit Biogas-Mikronetzen und/oder Einrichtungen zum Füllen von Gasflaschen die Auslastungsgrade von Verdichtungs- und Aufbereitungsanlagen verbessert und die Gasbereitstellungskosten reduziert. In solchen Systemen können Gasgestehungskosten von rund 0,75 €/m³ bzw. 1,01 €/kg Biomethan (exkl. MwSt und Abgaben) erzielt werden. Beim Einsatz von kostengünstigeren Rohstoffen (Abfälle, Reststoffe) können die Gestehungskosten um bis zu 0,1 €/kg reduziert werden. Allerdings sind Biogas-Tankstellen aufgrund von um bis zu 0,3 €/m³ höheren Gasgestehungskosten im Vergleich zu Erdgas-Tankstellen nur bei entsprechender Investitions- bzw. Tarifförderung wettbewerbsfähig.

Das Geschäftsmodell eines Biogas-Mikronetzes mit zentraler Aufbereitung und Verdichtung bei einer Mutterstation ermöglicht einerseits eine nahezu 100%-ige Auslastung der Gasaufbereitungs- und Verdichtungsanlagen, andererseits stehen dem Betreiber von Biogasanlage, Biogas-Mikronetz und Biogas-Tankstelle eine breite Palette an Geschäftsmöglichkeiten, wie z. B. die bedarfsgerechte Strom- und Wärmeproduktion direkt beim Verbraucher, offen. Für die Weiterentwicklung dieser Konzepte sind nun Demonstrationsprojekte und der Aufbau von Kooperationen zwischen den Akteuren erforderlich.

FORSCHUNGSFORUM im Internet:

www.NachhaltigWirtschaften.at

in Deutsch und Englisch

► FORSCHUNGSFORUM erscheint vierteljährlich und kann kostenlos auf dieser Website abonniert werden.

IMPRESSUM

FORSCHUNGSFORUM informiert über ausgewählte Projekte aus dem Bereich „Nachhaltig Wirtschaften“ des bmvit. Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie; Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien; Leitung: Dipl.Ing. M. Paula; Renngasse 5, A-1010 Wien. Fotos und Grafiken: HEI Eco Technology GmbH, Projektfabrik/Archiv, W. Bledl, Luftbild: Frank/Fotolia.com. Redaktion: Projektfabrik Waldhör KG, A-1180 Wien, Währinger Straße 121/3. Gestaltung: Wolfgang Bledl. Herstellung: AV+Astoria Druckzentrum GmbH, A-1030 Wien, Faradaygasse 6.

PROJEKTPARTNER/INNEN

■ Gasversorgung mittels lokaler Biogas-Mikronetze

Projektleitung:
HEI Eco Technology GmbH
Dieter Hornbacher, Vitaliy Kryvoruchko et.al.
Wien 2008
www.hei.at

■ Wirtschaftliche Chancen der Biogas-Versorgung netzferner Gas-Tankstellen gegenüber konventioneller Erdgas-Versorgung

Projektleitung:
HEI Eco Technology GmbH
Dieter Hornbacher, Vitaliy Kryvoruchko et.al.
Wien 2010
www.hei.at

■ Biogas Branchenmonitor

Projektleitung:
Tatwort – Gesellschaft für Kommunikation und Projektmanagement
Franz Tragner, et.al
HEI Eco Technology GmbH
Dieter Hornbacher, Vitaliy Kryvoruchko et.al.
Wien 2008
www.tatwort.at, www.hei.at

INFORMATIONEN PUBLIKATIONEN

Die Endberichte zu den Projekten erscheinen in der Schriftenreihe „Berichte aus Energie- und Umweltforschung“ des bmvit.

Möglichkeit zum Download unter:
www.NachhaltigWirtschaften.at



Foto: MethaPUR