

A E E

Agentur für Erneuerbare Energien
und Energieeffizienz

erdgas 
biogas

Swiss Renewable Power-to-Gas

Erneuerbares Gas aus Strom für die Schweiz

Der zeitliche und örtliche Ausgleich zwischen Stromproduktion und -verbrauch wird zur Schlüsselfrage der Energiewende. Swiss Renewable Power-to-Gas verbindet Gas- und Elektrizitätsnetze, um Strom aus erneuerbaren Quellen in grossen Mengen zu speichern und über weite Strecken nahezu verlustfrei zu transportieren. So wird das Zusammenspiel von Energieträgern und Anwendungen optimiert, sinken CO₂-Emissionen, kann die Schweiz ihre Position als Batterie Europas und Cleantech-Forschungsplatz im internationalen Wettbewerb behaupten.

Zielsetzung und Zusammenfassung. Swiss Renewable Power-to Gas.	4
Bedeutung der Stromspeicherung für die Energiewende. Neue Speicher braucht das Land.	6
Verfahren und Einsatzmöglichkeiten. Power-to-Gas und SNG:erneuerbar.	8
Empfehlungen und weiteres Vorgehen. Forschung, Politik und Wirtschaft sind gefordert.	10

Herausgeber:

Verband der Schweizerischen Gasindustrie (VSG),
Grütlistrasse 44, Postfach, 8027 Zürich, www.erdgas.ch

A EE Agentur für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz,
Falkenplatz 11, Postfach, 3001 Bern, www.aee.ch

Stand: Juni 2012

Die Erzeugung von Strom aus Gas wird kontrovers diskutiert. Da mag es paradox erscheinen, gleichzeitig über das Gegenteil nachzudenken: Gas aus Strom. Aber das Energiesystem ist keine Einbahnstrasse – heute nicht, und in Zukunft noch viel weniger. Es geht insbesondere darum, Strom aus erneuerbaren Quellen in grossen Mengen zu speichern und Energie möglichst verlustfrei über weite Distanzen zu transportieren.

Das Power-to-Gas-Verfahren fördert die Energiewende und entlastet das Klima. In einem ersten Schritt wird Strom aus Windkraft und Sonnenenergie, gegebenenfalls auch aus Wasserkraft und Geothermie, in Wasserstoff umgewandelt. Danach wird dieser unter Beigabe von CO₂ (sic!) in synthetisches Methan (SNG) umgewandelt. Dieses weist dieselben Eigenschaften auf wie herkömmliches Erdgas.

Entsprechend vielfältig sind die Einsatzmöglichkeiten: als Brennstoff zum Heizen, als Treibstoff in der Mobilität oder zur gleichzeitigen Wärme- und Stromerzeugung in WKK- oder sogar GuD-Anlagen. Der Unterschied liegt jedoch in der CO₂-Neutralität – bei der Verbrennung wird nur so viel CO₂ freigesetzt, wie zuvor bei der Erzeugung aufgenommen wurde.

Indem Gas- und Elektrizitätsnetz zusammenwachsen, wird Strom aus erneuerbaren Quellen in grossen Mengen speicherbar und beweglich, wird das Zusammenspiel von Energieträgern und Anwendungen optimiert, sinken CO₂-Emissionen, kann die Schweiz ihre Position als Batterie Europas und Cleantech-Forschungsplatz im internationalen Wettbewerb behaupten.

Unter dem Titel «Swiss Renewable Power-to-Gas» haben Akteure aus Energiepolitik, Energieforschung und Energiewirtschaft eine erste Auslegeordnung erarbeitet, um die Potenziale dieses Verfahrens für die Schweiz zu erheben. Bis dieses in relevantem Massstab einsetzbar ist, sind verschiedene Voraussetzungen zu schaffen. Zwar ist die Technologie praxiserprobt und die Schweiz verfügt über ein leistungsfähiges Gasnetz, jedoch sind die Prozesse zu optimieren, ist das Verfahren an die spezifischen Erfordernisse des Landes anzupassen, sind die durch die Vielfalt der Einsatzmöglichkeiten sinnvollen Geschäftsmodelle weiterzuentwickeln. Das erfordert Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen, Pilot- und Demonstrationsanlagen und geeignete gesetzliche wie regulative Rahmenbedingungen.

Die vorliegende Kurzfassung dieses Berichts stellt die zentralen Aussagen zusammen.

Swiss Renewable Power-to-Gas.

Swiss Renewable Power-to-Gas¹ gibt Anhaltspunkte, ob und unter welchen Voraussetzungen P2G eine sinnvolle und wirtschaftliche Option für die Schweiz ist. Auch ist zu klären, ob die Schweiz spezifische Ausprägungen dieser Technologie erfordert bzw. ermöglicht und welche Beiträge Wissenschaft und Wirtschaft leisten können. Schliesslich ist die Frage zu stellen, welche Voraussetzung Politik und Forschung schaffen müssen.

Im Fokus von Swiss Renewable Power-to-Gas stehen diese Ziele:

- Speicherbarkeit, Transport und Verteilung elektrischer Energie aus erneuerbaren Quellen (Windenergie, Photovoltaik, ggf. Wasserkraft und Geothermie) verbessern.
- P2G-Technologie aus der Forschung in die Anwendung überführen.
- Erkenntnisse für die spezifischen Anforderungen und Möglichkeiten dieser Technologie in der Schweiz gewinnen.
- Bestehende Energienetze (Strom, Gas, Wärme) integriert nutzen.
- Entscheidungsträger und Öffentlichkeit über Speichertechnologien informieren und Akzeptanz bzw. Investitionsbereitschaft fördern.
- Plausibilität der energiepolitischen Szenarien für einen Ausbau der erneuerbaren Energien erhöhen und dokumentieren.
- Notwendige gesetzliche und regulatorische Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Betrieb von P2G bzw. die Anwendung von SNG:erneuerbar identifizieren und schaffen.
- Schweiz als Standort für die Entwicklung und Anwendung innovativer Energietechnologien positionieren («Leuchtturmprojekte»).

Dieser spezifische Fokus von Swiss Renewable Power-to-Gas grenzt das Vorhaben von im Ausland durchgeführten Projekten ab und macht es für die Schweizer Energiepolitik, Energieforschung und Energiewirtschaft relevant.

Erste Erkenntnisse

Grundsätzlich gilt: Speichern ist nicht «gratis» – weder finanziell noch energetisch. Die Einspeicherung von Energie ist erst dann sinnvoll, wenn kein unmittelbarer zeitlicher und örtlicher Ausgleich zwischen Produktion und Verbrauch möglich ist. Das gilt für das «Erfolgsmodell» Pumpspeicher wie für neue Speicherverfahren. Auch gibt es nicht *das eine* Verfahren, das alles leisten kann; zu unterschiedlich sind die Lösungen, zu vielfältig die Anforderungen, zu zahlreich die Optionen.

Bei der Erarbeitung dieses Berichts wurde die Ausgangsthese erhärtet, dass P2G, also die Transformation von erneuerbar erzeugtem Strom in Wasserstoff und synthetisches Methan und deren Einspeisung in das bestehende Erdgasnetz, eine relevante Technologie auch oder gerade für die Schweiz darstellt. Der Bericht schafft die Grundlage für eine vertiefte Betrachtung aus unterschiedlichen Perspektiven (Forschung, Politik, Wirtschaft) und konkretisiert weitere Folgerungen:

- Eine wirtschaftliche Anwendung von P2G (wie auch anderer Speichertechnologien) erfordert geeignete Rahmenbedingungen unter Berücksichtigung der Energiepolitik, der Umwelt- und Klimapolitik sowie ggf. der Sicherheits- und Aussenpolitik. Während die Technologie grundsätzlich anwendungsreifer wird, fehlen diese Rahmenbedingungen in der Schweiz noch gänzlich.
- Andere Optionen wie Netz- und Lastmanagement können den Aus-/Aufbau von Langzeitspeichern optimieren, jedoch nicht ganz ersetzen.
- Umgekehrt kann auch P2G einen Aus- und Umbau der Elektrizitätsnetze nicht vollständig ersetzen, aber entlasten und das Gesamtsystem optimieren.
- Stromüberschüsse sind mittelfristig genauso zu erwarten wie Unterdeckungen. Wann und wo bzw. unter welchen Umständen diese auftreten, ist mit den heutigen Szenarien nicht zu bestimmen. Ent-

¹ Nachfolgend wird das Power-to-Gas-Verfahren – ob allgemein oder mit dem spezifischen Fokus auf Swiss Renewable Power-to-Gas – als «P2G» bezeichnet. Das Produkt dieses Verfahrens – synthetisch erzeugtes Methan aus erneuerbarem Strom – wird «SNG:erneuerbar» genannt.

sprechend sind die Szenarien für die Frage nach der künftigen Netz- und Speicherinfrastruktur, das Energiedatenmanagement, die Energiebeschaffung, die Kraftwerksplanung, die Gestaltung des Kraftwerksparks und das Verbrauchsmanagement zu verfeinern.

- Da P2G nicht allein ein Speicherverfahren ist, sondern auch dem nahezu verlustfreien Transport und der Verteilung grosser Energiemengen über z.T. weite Strecken dient, steht es nicht in direkter Konkurrenz zu Pumpspeichern oder anderen Speichertechnologien (z.B. Batterien). Vielmehr ergänzen und unterstützen sich die Verfahren und Infrastrukturen gegenseitig.
- Die grösste Herausforderung liegt in der optimalen Austarierung des Gesamtsystems von der Energieerzeugung über die Transformation, bis zur Speicherung und Bereitstellung für die jeweils geeignetste bzw. benötigte Energieanwendung beim Letztverbraucher. Dies hat wesentlichen Einfluss auf den Gesamtwirkungsgrad bzw. die akzeptablen Verluste sowie die Wirtschaftlichkeit.
- Für eine umfassende Beurteilung ist eine Betrachtung auf drei Ebenen erforderlich:
 1. Europäisch: Integration in den europäischen Energieverbund (z.B. Methanisierung, Einspeisung und Transport von Strom aus Windparks mit Beteiligung Schweizer Stadtwerke in die Verbrauchszentren in der Schweiz);
 2. National: Optimierung der schweizerischen Netz- und Speicherinfrastruktur;
 3. Lokal: Ausgleich temporärer und lokaler Lastspitzen und -täler; bedarfsgerechte Energiebereitstellung.
- Die Flexibilität dieser Technologie bzw. des Endproduktes (SNG:erneuerbar) erschwert eindeutige Festlegungen, bietet aber auch die Chance, zahlreiche Herausforderungen gleichzeitig zu meistern.
- Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist unerlässlich. Dafür sind aber auch politische und gesellschaftliche Präferenzen zu berücksichtigen. Aufgabe der Politik, der Wissenschaft und der Wirtschaft ist es, in ihren jeweiligen Handlungsfeldern eine geeignete Technologie wirtschaftlich zu machen. Eine verlässliche Abschätzung ist jedoch erst mit der weiteren Entwicklung und Konkretisierung der Technologie möglich (Energieforschung, Pilot- und Demonstrationsanlagen).

Breite Abstützung von P2G in der Energiepolitik, Energieforschung und Energiewirtschaft

Das P2G-Verfahren stösst auf grosses Interesse. Entsprechend breit war die Beteiligung verschiedener Akteure an der Erarbeitung des Berichts zu Swiss Renewable Power-to-Gas:

• Verband der Schweizerischen Gasindustrie (VSG)*	• Paul Scherrer Institut PSI	• Swissgas
• A EE Agentur für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz*	• Sankt Galler Stadtwerke	• swissgrid ag
• Greenpeace	• Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfachs (SVGW)	• Swissolar
• Meyer Burger Technology AG	• SolarFuel GmbH	• Swisspower Services AG
	• Suisse Eole	• Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

* Projektsteuerung

Neue Speicher braucht das Land.

Der vollständige zeitliche und örtliche Ausgleich zwischen Produktion und Verbrauch ist schon im heutigen Energiesystem nicht möglich. Mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien wird die Speicherbarkeit von Strom zur Schlüsselfrage der Energiewende.

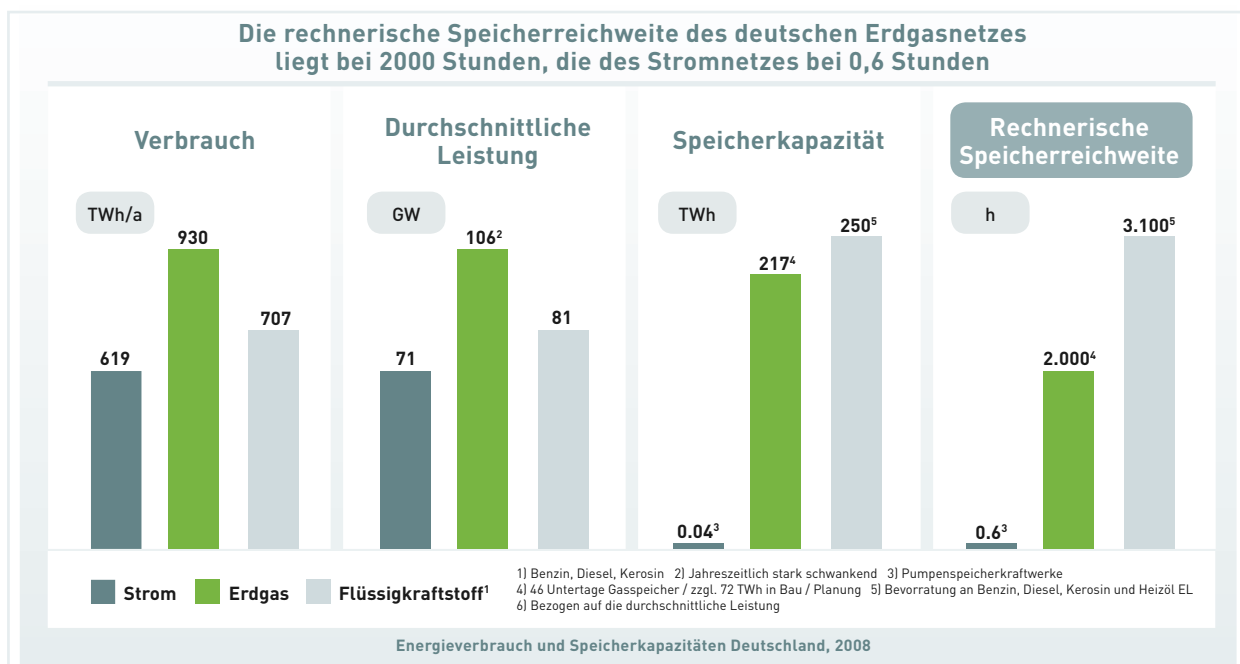
Bei P2G geht es nicht um die Frage nach der Notwendigkeit von Gaskombikraftwerken (GuD), sondern um die Speicherung und Verteilung von stochastisch und dezentral anfallendem erneuerbarem Strom, die Nutzbarkeit der vorhandenen Erdgasinfrastruktur, die Decarbonisierung gasförmiger Energieträger sowie die damit möglichen Energieanwendungen (Elektrizität, Brennstoffe, Treibstoffe).

Potenziale gasförmiger Energieträger und deren Infrastrukturen

- **Gas ist nicht gleich Gas:** Biogas der 2. und 3. Generation und die Einspeisung von Wasserstoff und synthetischem Methan (SNG) können den Anteil von CO₂-neutralem Gas markant steigern.

- **Das Erdgasnetz ist vorhanden und leistungsfähig:** Was in der Erdgasinfrastruktur gespeichert, über lange Strecken transportiert und schliesslich verteilt wird, ist nachrangig. Bedeutsam ist, dass diese Infrastruktur optimal genutzt und weiterentwickelt wird. Eine Benachteiligung der Erdgasinfrastruktur gegenüber den Fernwärmenetzen würde künftige Potenziale beeinträchtigen.
- **Potenziale auf 3 Ebenen:** P2G erlaubt die grenzüberschreitende, bidirektionale Interaktion von Produktion und Verbrauch. Die Netz- und Speicherfrage erhält für die nationale Energieversorgung eine zusätzliche Option. Der regionale/lokale Ausgleich von Produktion und Nachfrage wird möglich.
- **Neue Rahmenbedingungen:** Die Vielfalt der o.g. Aspekte erfordert die Anpassung der politischen und gesetzlichen Vorgaben für eine optimale Systemintegration von Netz- und Speicherinfrastrukturen.

Ein Vergleich der Speicherkapazität und der rechnerischen Speicherreichweite des (deutschen) Strom- und Gasnetzes zeigt die Dimensionen.²



² Für die Schweiz liegen noch keine Vergleichszahlen vor.

Fehlende Entscheidungsgrundlage aus Energieszenarien

Die zentrale Frage lautet, unter welchen Umständen bzw. ab wann mit Stromüberschüssen in einem Umfang zu rechnen ist, der eine räumliche und zeitliche Umverteilung erforderlich macht, die über die heutigen Möglichkeiten hinausgeht. Erst wenn der Ausgleich von Produktion und Verbrauch nicht mehr möglich ist, werden Speicher benötigt. Dabei sind Kosten und Nutzen jedoch auch bei allen anderen Ausbaumassnahmen gegenüber zu stellen.

Auf allen Ebenen (europäisch, national und regional/ lokal) und in den jeweiligen Szenarien wird die Bedeutung von zusätzlichen und neuen Speicherkapazitäten/-verfahren adressiert. In der Regel wird die Frage nach der Technologie mit wenigen Ausnahmen (Pumpspeicherkraftwerke (PSKW) als «Schweizer Standard» sowie Batterien als elektrizitätsnächstes Verfahren) nicht gestellt. Eine vorschnelle Einengung ist jedoch nicht sinnvoll. Am deutlichsten zeigt sich dies auf Ebene der lokalen/regionalen Versorgung. Es können reale Situationen modelliert werden, die mittelfristig eintreten werden. Je konkreter diese sind, desto klarer kann entschieden werden, welches Verfahren wann wofür am geeignetsten ist. Diese Entscheidungsgrundlagen müssen auch die nationalen, unter bestimmten Annahmen auch europäischen Szenarien bieten.

Grundsätzlich ist jedoch zu berücksichtigen, dass bereits heute die Technologien entwickelt werden müssen, die künftig eine zuverlässige, umweltverträgliche und wirtschaftliche Energieversorgung ermöglichen - unabhängig davon, ob bereits robuste Szenarien und Geschäftsmodelle vorliegen.

Überschussverwertung mit dezentralen Speichern

Nur Elektrizität, die nicht unmittelbar genutzt werden kann, soll gespeichert werden. Auch wenn diese Situation in der Schweiz bei einem Anteil der neuen erneuerbaren Energien von heute unter 1 % an der Stromerzeugung (2010) noch nicht eingetreten ist, wird schon ein Anteil von 10–15 % die Stabilität aller Netzebenen beeinflussen. Mit der Energiestrategie 2050 kommen erhebliche Belastungen auf das Elektrizitätsnetz zu, die zwingend grossvolumige, flexible und dezentrale (d.h. direkt beim Erzeuger angebundene) Speicher erfordern.

Internationaler Wettbewerb

Während der Bundesrat in seinem Bericht zur «Stärkung der Stromdrehscheibe Schweiz und der Versorgungssicherheit» in erster Linie auf PSKW als Speichertechnologie setzt, strebt die Europäische Kommission nach der «Wiedererlangung der Führungsposition Europas im Bereich der Stromspeicherung (...). Auf dem Gebiet der Speicherkraftwerke, der Druckluftspeicherung, der Batteriespeicherung und anderer innovativer Speichertechnologien (z.B. Wasserstoff) werden ehrgeizige Projekte entwickelt werden.»³ Es ist zu erwarten, dass auch der Bundesrat in den folgenden Massnahmenpaketen die Stromspeicherung als strategische Aufgabe formuliert, die nicht mit einer einzigen Massnahme bzw. Technologie zu leisten ist.

³ Europäische Kommission (2010): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Energie 2020 – Eine Strategie für wettbewerbsfähige, nachhaltige und sichere Energie; Brüssel 10.11.2010

Power-to-Gas und SNG:erneuerbar.

Die Einsatzmöglichkeiten gasförmiger Energieträger sind vielfältig. Längst sind nicht alle denkbaren Anwendungen des P2G-Verfahrens und von SNG:erneuerbar hinreichend erfasst.

Der Vorteil von SNG:erneuerbar liegt in dessen Eignung

- zur Lang-, Mittel- und Kurzzeitspeicherung für erneuerbare Energie;
- für Strom- und Wärmeerzeugung in WKK-Anlagen und Gaskraftwerken;
- als «range extender» in konventionellen Erdgas- oder Hybridfahrzeugen;
- für die Bereitstellung von Hochtemperatur-Prozesswärme;
- zur Herstellung weiterer Kraftstoffe wie Dimethylether, Diesel oder erneuerbares Kerosin.

Dies sind lediglich einige denkbare Anwendungen. Mit grosser Wahrscheinlichkeit werden das Spektrum und die Wirtschaftlichkeit sowohl der Anwendungen von SNG:erneuerbar als auch der P2G-Geschäftsmodelle laufend erweitert.

Systemintegration und Wirkungsgrad

P2G ist wie alle Speicher in einem System aus Energieerzeugung/-transport und -verteilung/-verbrauch zu sehen. Dabei erweist sich P2G sowohl auf der Inputseite (Zuführung von Energie und weiteren Ressourcen) als auch auf der Outputseite (Form, Bereitstellung und Anwendung der Energieproduk-

te) und entsprechend in der Ausgestaltung von Gesamtsystemen als hochflexibel. Hinzu kommen die Flexibilität in der Dimensionierung und in der örtlichen Anordnung.⁴ P2G benötigt 99 % des eingesetzten Stroms für den Elektrolyseschritt und etwa 1 % für die Methanisierung. Damit lassen sich rund 62 % SNG, 12 % Hochtemperatur-Abwärme und 27 % Niedertemperatur-Abwärme erzeugen.

Geeignete WKK-Konzepte unter Nutzung der Abwärme können die energetischen Wirkungsgrade heute auf 60 % und mehr steigern. Der reine Strom-zu-Strom Wirkungsgrad ist nur halb so effizient wie bei Pumpspeichern oder Batterien. Die Rückverstromung ist jedoch nur unter bestimmten Bedingungen sinnvoll – etwa zum (kurzfristigen) Lastausgleich oder um (lokale) Unterdeckungen zu kompensieren. Energetisch vorteilhafter ist die Verwendung von SNG:erneuerbar als Brenn- und Treibstoff.

Zusammenspiel von Speicherverfahren

Es gibt nicht den Speicher für alle Anwendungen und Situationen. Eignung und Wirtschaftlichkeit hängen von vielen Faktoren ab: von der erforderlichen Ein-/Auslieferungsmenge, -leistung und -dauer (Kurz-/Langzeitspeicher), Wirkungsgradverlusten, Anwendungen (Strom, Brennstoff, Treibstoff), ökologischen Vorgaben (Landschaftsschutz), den Vor-Ort-Gegebenheiten (z.B. Netzanschluss, Verfügbarkeit weiterer Komponenten) und nicht zuletzt vom politisch Gewünschten.

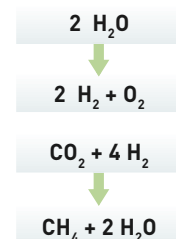
Aus Strom wird Gas.

1. Schritt: **Elektrolyse.**

Aufspaltung von Wasser (H₂O) mit elektrischem Strom in Wasserstoff (H₂) und Sauerstoff (O₂).

2. Schritt: **Methanisierung.**

Reaktion von Wasserstoff (H₂) und Kohlendioxid (CO₂) zu Methan (CH₄) und Wasser (H₂O) bei erhöhter Temperatur und erhöhtem Druck. Das benötigte CO₂ kann der Luft entnommen werden, was jedoch zusätzliche Energie erfordert. Als CO₂-Quellen kommen Biogasanlagen, energetische und industrielle Prozesse in Betracht.



Quelle: ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

⁴ Anders als z.B. PSKW erfordern P2G-Anlagen keine bestimmten topografischen Voraussetzungen. Dennoch unterliegen auch sie technischen (z.B. Verfügbarkeit ausreichender CO₂-Quellen, Gas-/Stromnetzanbindung) oder zu definierenden Standortfaktoren (z.B. Raumplanung, Emissionsrichtwerte).

Dies gilt auch für die Gegenüberstellung von P2G und PSKW. PSKW haben in der Schweiz und im europäischen Stromverbund einen hohen Stellenwert. Sie sind jedoch sowohl in der Speicherkapazität und Flexibilität (nur Strom, Tag/Nacht-Rhythmus, grosse saisonale Schwankungen, ökologische Eingriffe, geeignete Standorte) limitiert. Insbesondere sind neben den hohen Speicherkapazitäten die Grenzen der Pumpleistungen anzuführen, die je nach Umsetzung des Energieszenarios nur teilweise die geforderten Leistungen bereitstellen können. P2G ist eine Möglichkeit, das Gesamtsystem zu ergänzen, um diese Limitationen aufzuheben.

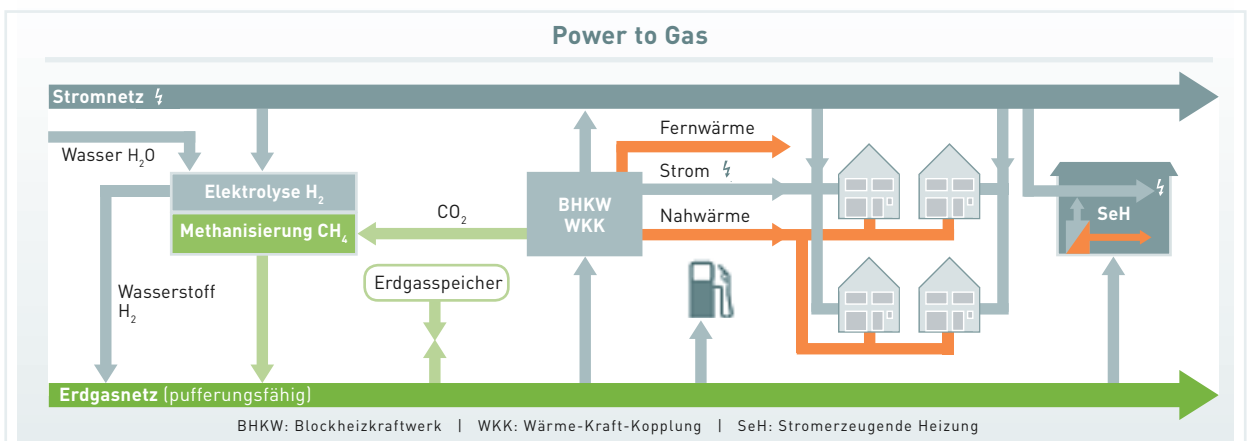
P2G ist zudem nicht als Vorstufe bis zum Entstehen einer umfangreichen Wasserstoff-Infrastruktur zu verstehen. Vielmehr wird das Verfahren aufgrund der Vielseitigkeit, v.a. der Systemintegration, einen festen Platz in einer künftigen Energieinfrastruktur haben. Eine Diskussion und Bewertung allein anhand von (heutigen) Wirkungsgraden greift zu kurz, denn: Erst wenn das Gesamtsystem bekannt ist, können Wirkungsgrade erhoben und verglichen werden. So ist z.B. zu berücksichtigen, dass der Transport von SNG:erneuerbar im Gasnetz zum Verbrauchsort über grosse Strecken nahezu verlustfrei möglich ist. Das kann keine andere (Speicher-)Technologie leisten.

Strategische Bedeutung von Swiss Renewable Power-to-Gas

Swiss Renewable Power-to-Gas kann aufgrund seiner Vielseitigkeit der Anlagenauslegung, der Systemintegration und der Einsatzmöglichkeiten des Endproduktes verschiedene Anforderungen beim Umbau des Energiesystems übernehmen. Die Konvergenz und damit die Entlastung der bestehenden Netzinfrastrukturen (Strom-, Gas- und ggf. auch Wärmenetze) sowie die Decarbonisierung zahlreicher Anwendungen (Wärme, Strom, Mobilität) stehen an oberster Stelle.

Weiterentwicklung

Primär ist der Wirkungsgrad der gesamten Prozesskette – von der Energieerzeugung über Transport, Umwandlung(en), Ein-/Halte-/Auslieferung bis hin zu Verteilung und Endanwendung – zu optimieren. Für den unmittelbaren P2G-Prozess bedeutet dies, dass (1) jede Prozessstufe (sowohl die Elektrolyse als auch die Methanisierung) mit möglichst wenig Energieaufwand, also Umwandlungsverlusten, durchzuführen ist, (2) alle Energieströme (einschliesslich Abwärme) optimal zu verwerten sind und (3) das Endprodukt optimal – d.h. nach den jeweiligen grundsätzlichen und situativen Kriterien – einzusetzen ist. Erst dann ist ein Wirkungsgradvergleich mit anderen Speicherverfahren sinnvoll.



Forschung, Politik und Wirtschaft sind gefordert.

Ob P2G und SNG:erneuerbar *die* oder *eine* Option sind, um die Energiewende zu unterstützen, ist heute nicht abschliessend zu beurteilen. Swiss Renewable Power-to-Gas zeigt jedoch die Notwendigkeit für dessen bereichsübergreifende (Forschung, Politik, Wirtschaft) Berücksichtigung und formuliert Empfehlungen für das weitere Vorgehen.

Folgende erste Einschätzungen haben sich ergeben:

- Speichern ist sinnvoll, wenn Produktion und Verbrauch nicht direkt aufeinander abgestimmt werden können. Statt enorme Reservekapazitäten aufzubauen (Erzeugung und Netze) und/oder EE-Anlagen abzuschalten, wird der Stromüberschuss gespeichert.
- Sofern der bis 2020 geplante Strom-Übertragungsnetzausbau realisiert werden kann, ist in der Schweiz kurz- und mittelfristig nicht mit Transportengpässen zu rechnen. Engpässe in lokalen Verteilnetzen, die sich durch die zunehmende Einspeisung erneuerbarer Energie ergeben, sind davon losgelöst zu betrachten.
- Mittel- und langfristig ist mit Stromüberangeboten zu rechnen. Entsprechend sind neue (Langzeit-)Speicherverfahren – darunter P2G – in den Systemüberlegungen des Bundes zu berücksichtigen und die dafür nötigen gesetzlichen bzw. regulatorischen Anpassungen zu treffen.
- Zum Ausgleich von Über-/Unterdeckungen sind unterschiedliche Speicherverfahren geeignet. P2G ist eines davon, wofür nicht allein dessen Fähigkeit zur (Langzeit-) Speicherung, sondern auch zum nahezu verlustfreien Transport grosser Energiemengen spricht.
- Speichertechnologien stehen nicht in einem Entweder-oder-, sondern in einem Sowohl-als-auch-Verhältnis. Die Eignung jeder Technologie muss auf europäischer, nationaler und regionaler/lokaler Ebene anhand diverser Kosten-/Nutzenkriterien betrachtet werden.
- Alle Speicherverfahren erfordern geeignete und verlässliche politische, gesetzliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen für notwendige Investitionen und einen wirtschaftlichen Betrieb.
- P2G ist noch keine reife Technologie für die Schweiz, eröffnet aber zahlreiche interessante Optionen aufgrund der spezifischen Merkmale:
 - Einfachheit und Zuverlässigkeit des Verfahrens; keine Grundlagenforschung erforderlich;
 - Ausrichtung auf Strom aus erneuerbaren Quellen;
 - hohe Betriebsflexibilität und damit Eignung für Regelenergiemarkt;
 - Akzeptanz und vielseitige Verwendbarkeit von synthetischem Methan aus erneuerbaren Quellen (SNG:erneuerbar);
 - Nutzung der vorhandenen Erdgasinfrastruktur;
 - Kombination von Speichertechnologie und bestehenden Transport- und Verteilnetz-Kapazitäten;
 - schrittweiser Rollout (keine «Alles-oder-nichts-Technologie»): Anlagen sind je nach Kontextgegebenheiten dimensionierbar; Einspeiseanteil von SNG:erneuerbar kann sukzessive erhöht werden.

- Nachteilig ist derzeit der im Vergleich zu PSKW und anderen chemischen Verfahren (Batterie) geringe Wirkungsgrad, insbesondere für die Rückverstromung. Diese ist jedoch nur eine unter zahlreichen Anwendungen. Positiver fällt der Wirkungsgrad bei einer Verwendung von SNG:erneuerbar als Brenn- und Treibstoff aus. Weitere Steigerungen des Gesamtwirkungsgrades sind durch Prozessoptimierungen (insbesondere den flexiblen Betrieb des Elektrolyseschrittes sowie durch die Verwertung aller Energieströme (Hoch- und Nieder-temperaturabwärme)) zu erwarten. Der Wirkungsgradvergleich ist jedoch angesichts eines begrenzten Zubaupotenzials anderer Speicher, wie dies bei PSKW der Fall ist, nochmals zu relativieren.
- Die wesentlichen Treiber auf der Kosten- (Lernkurveneffekte bei Elektrolyse, Strombezugspreise) und Ertragsseite (Absatzmarktpreise für SNG) sind nicht klar bezifferbar. Beide werden sich jedoch mit grösster Wahrscheinlichkeit zugunsten des P2G-Verfahrens entwickeln.

Folgende Schritte sind erforderlich, um das Potenzial des P2G-Verfahrens für die Schweiz zu erheben und zu nutzen:

- **Weiterentwicklung des Elektrolyseverfahrens (Kosten, Wirkungsgrad und Betriebsflexibilität); Ausschöpfen von Skaleneffekten der Elektrolyse durch serielle Massenfertigung**
 - Biogas hinsichtlich Förderung (z. B. durch KEV);⁵ ggf. Einführung von Speicherboni);
 - Überprüfung und ggf. Korrektur der zulässigen H₂-Anteile im Erdgasnetz;
 - Einbezug von P2G-Anlagen in die Raumplanung;
 - Ausspeisemodell: Behandlung SNG:erneuerbar/ H₂- bzw. generell Speicheranlagen (auch Batterie, elektrothermische Speicher bei der Anbindung an das Elektrizitätsnetz);
 - Effizienzsteigerung im Elektrolyseprozess;
 - Minimierung des Schlechtgasanteils bei intermittierender Produktion;
 - optimale Systemintegration über die gesamte Prozesskette (Erzeugung, Speicherung, Transport/Verteilung, Verbrauch) einschliesslich aller Input-/Output-Faktoren;
 - (Weiter-)Entwicklung und Umsetzung rentabler Geschäftsmodelle.
- **Analyse der europäischen, nationalen, regionalen/lokalen Gegebenheiten: Erzeugungs-/Verbrauchsstrukturen, Netz- und Speicherinfrastrukturen, Gesamtsystemintegration (bestehende und geplante Anlagen, z.B. PV-Ausbau, Windparks, Biogasanlagen)**
- **Identifikation und Umsetzung von Schweizer Leuchtturmprojekten (Pilot- und Demonstrationsprojekte)**
- **Analyse und Gestaltung der wissenschaftlichen, politischen, regulativen und ökonomischen Rahmenbedingungen für einen wirtschaftlichen Betrieb von P2G-Anlagen:**
 - Berücksichtigung von SNG:erneuerbar in der Energiestrategie 2050 (Verknüpfung mit WKK-Zielen, Gleichstellung von SNG:erneuerbar mit

⁵ Das deutsche Energiewirtschaftsgesetz stellt Wasserstoff und Methan mit Biogas gleich, sofern diese zu mindestens 80 % mit erneuerbarem Strom produziert werden. Zudem wird die Förderung von SNG durch ein Erneuerbaren-Gas-Einspeisegesetz debattiert.

A E E

Agentur für Erneuerbare Energien
und Energieeffizienz

Falkenplatz 11
Postfach, 3001 Bern
Tel. 031 301 89 62
Fax 031 313 33 22
info@aee.ch
www.aee.ch

erdgas 
biogas

Verband der Schweizerischen Gasindustrie (VSG)
Grütlistrasse 44, Postfach, 8027 Zürich
Tel. 044 288 31 31
Fax 044 202 18 34
vsg@erdgas.ch
www.erdgas.ch

