AQUA & GAS

Fachzeitschrift für Wasser, Gas und Wärme
Revue pour l'eau, le gaz et la chaleur

N° 3 | 2021

22. MÄRZ
Weltwassertag – der Wert des Wassers

GRÜNE GASE
Machbarkeitsstudien liefern
H_2-Gehalt im Verteilnetz

POWER-TO-GAS IN KVA
Flexibilisierung des Stromnetzes

Lizenz für Ernst A. Müller, mueller@infrawatt.ch
Geschäftsstelle InfraWatt, Schaffhausen

POWER-TO-GAS IN KVA

FLEXIBILISIERUNG UND ENTLASTUNG DES STROMNETZES

Im Hinblick auf die fortschreitende Elektrifizierung des Energiesystems, gekoppelt mit einem gleichzeitigen Umbau der Produktion auf erneuerbare Quellen, werden Power-to-X-Anlagen eine wichtige Rolle spielen – sowohl in Bezug auf eine vollständige Nutzung der Stromüberschüsse als auch auf die saisonale Energiespeicherung. Zwischen einer Kehrichtverbrennungsanlage (KVA), einer Abwasserreinigungsanlage (ARA) und einer Power-to-Gas(PtG)-Anlage bestehen energetische Synergiepotenziale. Dies wird mit der industriellen PtG-Anlage, die derzeit am Standort Limeco in Dietikon gebaut wird, unter Beweis gestellt werden. Im Speziellen sollen die Potenziale bezüglich einer flexiblen Einspeisung ins Stromnetz simuliert und im Testbetrieb ermittelt werden.

Thomas Peyer, Swisspower*
Fabian Blaser; Rafael Osswald, Rytec
Thomas Di Lorenzo, Limeco

RÉSUMÉ

LE POWER-TO-GAS DANS LES USINES D'INCINÉRATION DES ORDURES MÉNAGÈRES:
FLEXIBILISATION ET DÉLESTAGE DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE

Au regard de l'électrification croissante du système énergétique qui se combine avec un passage simultané de la production vers les énergies renouvelables, les installations de Power-to-X vont jouer un rôle important, tant dans l'exploitation complète des excédents d'électricité que dans le stockage énergétique saisonnier. Il existe un potentiel de synergies énergétiques entre une usine d'incinération des ordures ménagères, une station d'épuration des eaux usées et une installation Power-to-gas (conversion d'électricité en gaz ou PtG) exploitée de manière flexible. Ce potentiel sera démontré avec l'installation PtG industrielle qui est en train d'être construite sur le site de Limeco.

Conjointement avec des services industriels suisses, Limeco construit la première installation Power-to-gas industrielle avec une puissance d'électrolyse de 2,5 MW. L'installation sera totalement intégrée dans l'infrastructure existante d'une usine d'incinération des ordures ménagères et d'une

> S. 45

UMBAU DES SCHWEIZER ENERGIESYSTEMS

Bis anhin wurde der Umbau hin zu einer erneuerbaren und CO_2-neutralen Energieversorgung der Sektoren Strom, Wärme und Mobilität vor allem mit Fokus auf eine fortschreitende Elektrifizierung des Energiesystems (Szenario «all-electric») diskutiert. Eine zunehmend strombasierte Wärmeversorgung und Umstellung auf elektrische Fahrzeugantriebe bringt, gekoppelt mit dem Umstieg auf erneuerbare Energiequellen, grössere Herausforderungen an die Infrastrukturen der Energieversorgung mit sich. So nimmt sowohl im europäischen Kontext als auch für die Schweiz die Bedeutung von netzkonvergenten Systemen zu.

POWER-TO-GAS ALS SCHLÜSSELTECHNOLOGIE DER ENERGIEWENDE

Die damit einhergehende Diversifizierung der zukünftigen Energiebereitstellung über die Nutzung der Strom- und Gasinfrastrukturen verspricht insgesamt eine höhere Energieeffizienz, beispielsweise durch Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen (WKK), sicherere Versorgung und höhere Autonomie durch inländische Stromproduktion. Die Gasinfrastruktur kann mit zunehmend

** Kontakt: thomas.peyer@swisspower.ch*

(©luchscheen/123RF.com)

Lizenz für Ernst A. Müller, mueller@infrawatt.ch
Geschäftsstelle InfraWatt, Schaffhausen

erneuerbarem Gasanteil und saisonalen Speicherkapazitäten (Power-to-Gas) einen wichtigen Beitrag zu einer klimaschonenden und zuverlässigen Energieversorgung der Schweiz leisten.

PV-EINSPEISUNG VERÄNDERT PRODUKTIONSPROFIL

Die «Energieperspektiven der Schweiz» des Bundesamts für Energie (BFE) zeigen eine dauerhafte Importabhängigkeit von Strom aus dem europäischen Ausland auf [1]. Dies ist insofern nennenswert, als der europäische Produktionsmix – insbesondere während der Wintermonate und bei schwacher erneuerbarer Erzeugung – noch länger mit einem vergleichsweise hohen CO_2-Footprint belastet sein wird. Zudem stammt er teilweise aus unerwünschter Kernenergie. Ein Preisanstieg bei zunehmenden CO_2-Reduktionsmassnahmen erscheint zudem möglich bis wahrscheinlich. Hinzu kommt die Gefahr von Versorgungsengpässen im Winter, weil die Profile der länderspezifischen Nettonachfrage alle ähnlich sein werden. Eine sichere Deckung der Winterstromlücke kann ohne fossile Back-up-Anlagen kaum sichergestellt werden.

Figur 1 stellt die viertelstündlichen Leistungswerte bei einem Zubau von Photovoltaik (PV) von 40 bzw. 20 TWh im Verhältnis zum jetzigen Endverbrauch dar. Die Leistungsspitzen der Einspeisung (ohne Abregelung) übersteigen um ein Vier- bis Siebenfaches den Endverbrauch. Bei Vollausbau der PV wird zudem klar, dass die Pumpspeicherleistungen um ein Mehrfaches höher sein müssten als heute. Nur so können die PV-Leistungsspitzen aufgefangen werden.

Auch ist damit zu rechnen, dass die PV-Einspeisung durch die dezentrale Einspeisung auf Netzebene 5–7 erfolgt. Ohne eine Abregelung der PV-Einspeisungen werden bei Spitzenlasten die unflexiblen Produzenten wie etwa Laufwasserkraftwerke, Kehrichtverwertungsanlagen (KVA) bzw. Bandlastproduzenten theoretisch über den Verbrauch hinaus verdrängt. Genau in solchen Situationen müssten diese Kraftwerke über hohe Flexibilitäten und Energiespeichermechanismen verfügen. PtG-Anlagen in Kombination mit Bandlastproduzenten dienen so der Stromnetzentlastung bzw. indirekt der Integration von neuen erneuerbaren Energieträgern in das Versorgungssystem. *Dabei ist der Systembeitrag zur Flexibilisierung und Sektorkopplung wichtiger als der Wirkungsgrad der PtG-Anlage.*

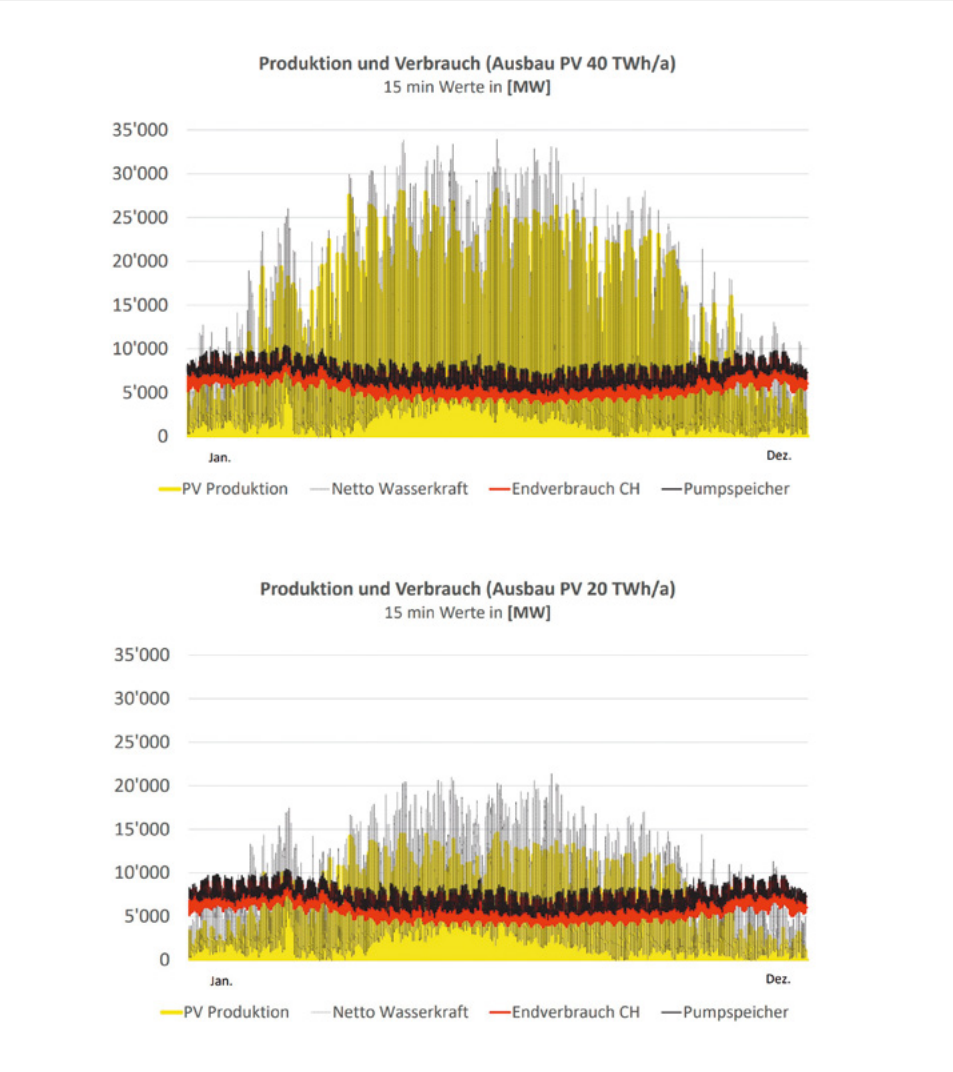


Fig. 1 Zukünftiger kumulierter Endverbrauch Schweiz/Produktion Wasserkraft mit Photovoltaikzubau auf Basis von 15'-Werten in MW. (Quelle: Rytec, Swisspower auf Basis von Swissgrid Daten)

VOLLSTÄNDIGE AUFNAHME VON PV-STROM

Die heutige Stromnetzinfrastruktur in der Schweiz ist nicht auf die künftigen PV-Kapazitäten ausgelegt. Auf allen Netzebenen sind momentan noch genügend grosse Kapazitäten vorhanden, um eine gewisse zusätzliche Einspeiseleistung aufzunehmen. Eine vollständige Aufnahme des PV-Einspeisepotenzials wird jedoch einen massiven Ausbau des Stromnetzes über alle Netzebenen nach sich ziehen müssen. Die Entwicklung der Elektrolyse- und Methanisierungstechnologie ist unter anderem eine wichtige Voraussetzung für den geplanten Umbau des Energiesystems. Die fortschreitende Elektrifizierung, der Rückbau der Kernenergie und die dezentrale Produktion von erneuerbarem Strom (hauptsächlich Photovoltaik) erfordern ein Umdenken.

DIE ROLLE VON PTX-ANLAGEN

Eine Studie der Empa zeigt, dass genügend Potenzial für PtX-Systeme vorhanden ist [2]. Insbesondere wird der bisher praktizierte Export von Stromüberschüssen in Nachbarländer aufgrund des dortigen Zubaus von Photovoltaik und Windkraft nicht mehr bzw. nicht mehr über die ganze Sommersaison hinweg funktionieren.

Power-to-X ist eine vielversprechende Systemlösung in der Energiewende und mit zunehmendem Aufbau und zunehmender Akzeptanz einer H_2-Wirtschaft eine der Schlüsseltechnologien. Deswegen werden Power-to-X-Anlagen in Bezug auf eine vollständige Nutzung der Stromüberschüsse und in der saisonalen Energiespeicherung eine wichtige Rolle spielen. Für den Umbau des schweizerischen Energiesystems ergeben sich daraus folgende Thesen:

- Die Stromversorgung der Schweiz erfolgt nach dem Kernenergieausstieg vorwiegend mit Wasserkraftwerken

Lizenz für Ernst A. Müller, mueller@infrawatt.ch
Geschäftsstelle InfraWatt, Schaffhausen

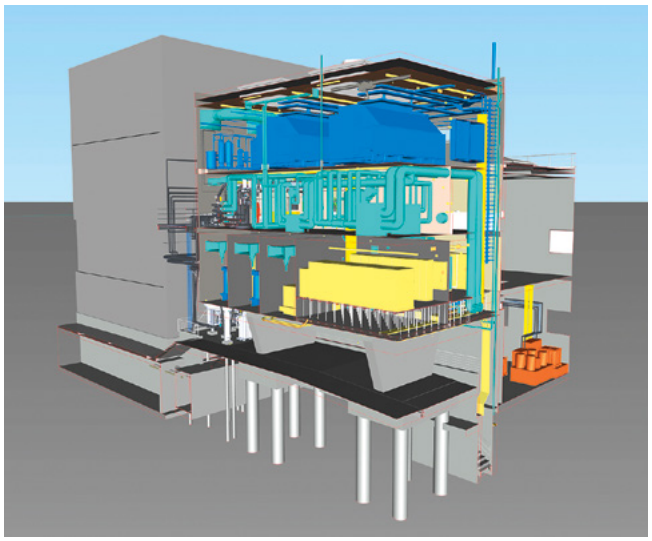
FLEXIBILISIERUNG VON STROMPRODUZENTEN MITTELS PTX

Power-to-X (PtX) bezeichnet verschiedene Technologien zur Speicherung bzw. anderweitigen Nutzung von Strom in Zeiten eines (zukünftigen) Überangebotes variabler erneuerbarer Energien wie Solarenergie, Windenergie und Wasserkraft.

In der Schweiz wurden verschiedene Pilot- und Demonstrationsanlagen für die weitere Entwicklung der PtX-Technologie aufgebaut bzw. betrieben. Mehrheitlich handelt es sich um Umwandlungsprozesse von Strom zu Gas, also Power-to-Gas-Technologien. Sowohl die Wasserstoffgewinnung als auch die Umwandlung mit verfügbarem CO_2 zu Methan wurde bereits auf verschiedenen Skalen getestet und ist nahe an der Marktreife. Auch an der Gewinnung von CO_2 aus der Luft wird im Rahmen eines Feldversuches (*Empa, Climeworks*) geforscht [3]. Überschussstrom und/oder Bedarf an Flexibilitäten im Stromnetz, eine CO_2-Quelle und ein intaktes Gasnetz sind die Voraussetzungen für eine PtG-Technologie. Zur saisonalen Speicherung und Rückverstromung gehören zudem Gasspeicheranlagen. Die wirtschaftlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen sind noch nicht vollends vorhanden, sodass diese Schlüsseltechnologien weiter skaliert und flächendeckend mit der bestehenden Infrastruktur genutzt werden.

Limeco baut zusammen mit Schweizer Stadtwerken die erste industrielle Power-to-Gas-Anlage mit einer Elektrolyseleistung von 2,5 Megawatt. Die Anlage in Dietikon wird vollständig in die bestehende Infrastruktur einer Kehrichtverwertungsanlage (KVA) und Abwasserreinigungsanlage (ARA) integriert. Mittels biologischer Methanisierung wird der Wasserstoff zusammen mit dem CO_2 aus dem Klärgas vollständig und kontinuierlich in Methan umgewandelt und ins Gasnetz eingespeist. Die Inbetriebnahme ist auf Ende 2021 geplant.

Die technischen Voraussetzungen am Standort Limeco sind mit dem Bau der PtG-Anlage 1:1 vorhanden, um die kontinuierliche Netzeinspeisung aus der KVA-Stromproduktion zu flexibilisieren. Im Projekt «KVA-Flexibilisierung», das vom Bundesamt für Energie (BFE) unterstützt wird, sollen die betrieblichen und verfahrenstechnischen Bedingungen geschaffen werden, um den Beitrag eines KVA-PtG-Systems hinsichtlich Bereitstellung von elektrischer positiver oder negativer Leistung ins Stromnetz zu testen, ohne dabei die Methanisierung und kontinuierliche Einspeisung des Klärgases einzuschränken.



Modell der Power-to-Gas-Anlage von Limeco.

Die Anlage ist derzeit im Bau, sie wird voraussichtlich Ende 2021 in Betrieb genommen.

und PV-Anlagen. Biomasse- und Abfallverwertungsanlagen spielen eine wichtige Rolle im Aufbau von dezentralen Energie-Hubs.

- Der Flexibilitätsbedarf und die Nachfrage für Netzentlastung werden massiv steigen.
- Der Im- und Export von Strom wird den saisonalen Marktverhältnissen folgen. Bei Überschuss im Sommer sind tiefe und bei Defizit im Winter hohe Marktpreise für Strom zu erwarten.
- Bandlastproduzenten können mittels PtX-Technologien ihre Flexibilität steigern und neue Geschäftsmodelle in den Sektoren Gas, Verkehr und Wärme entwickeln.
- Ähnliche Entwicklungen sind in den umliegenden Ländern zu erwarten.
- Die saisonale Energiespeicherung über Gasspeicher unterstützt die Versorgungsautonomie.
- Eine diversifizierte Importstrategie über Strom- und Gasnetze trägt zu einer höheren Versorgungssicherheit sowie Effizienz und Wertschöpfung im Inland bei.

POTENZIAL DER SCHWEIZER KVA

Im Jahresschnitt produzieren die KVA aktuell rund 1,8 TWh Strom. In den Schweizer KVA sind 380 MW installierte Generatorleistung vorhanden. Mit entsprechenden Massnahmen könnten diese Generatoren lokal oder als virtuelle Kraftwerke zur Flexibilisierung der Stromnetzeinspeisung in der Mittelspannung und über alle Landesregionen verteilt genutzt werden. Die Entwicklung der Flexibilitätsprodukte in der Schweiz steht im engen Kontext mit der Energiestrategie 2050 sowie der Einbettung ins europäische Stromnetz. Inwieweit der Kernenergie- und Kohleausstieg die Bepreisung und Nachfrage von Primär-, Sekundär- und Tertiär-Regelleistung beeinflusst, muss laufend analysiert und in Form weiterer Überlegungen ins Projekt «KVA-Flexibilisierung» eingearbeitet werden.

Lizenz für Ernst A. Müller, mueller@infrawatt.ch
Geschäftsstelle InfraWatt, Schaffhausen

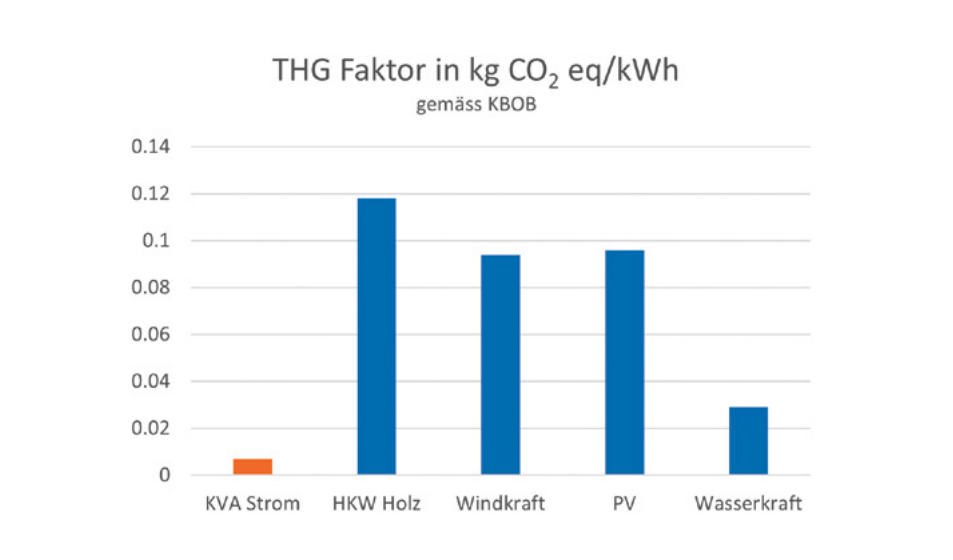


Fig. 2 THG-Faktoren in kg CO_2eq/kWh Endenergie, gemäss KBOB.

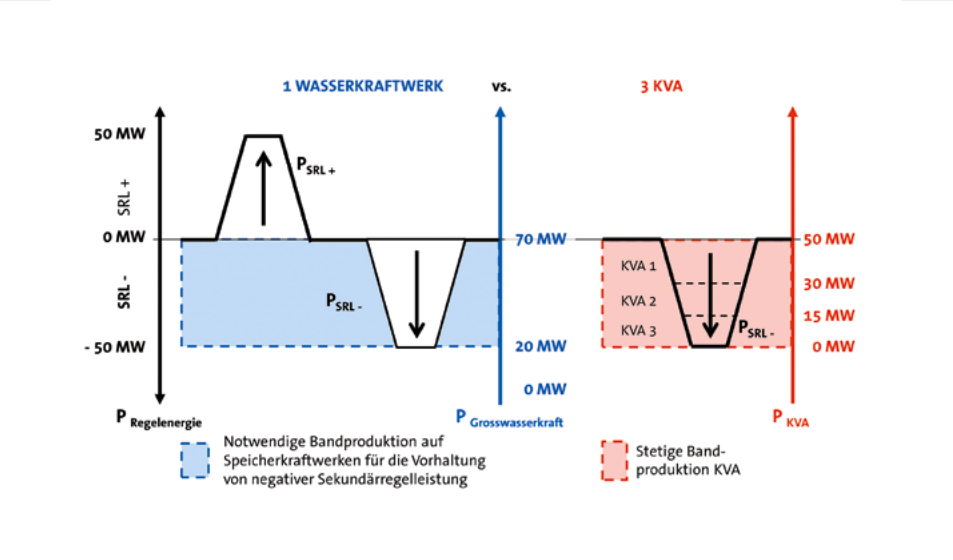


Fig. 3 Alternative Vorhaltung von Regelenergie mit KVA. *(©Rytec AG)*

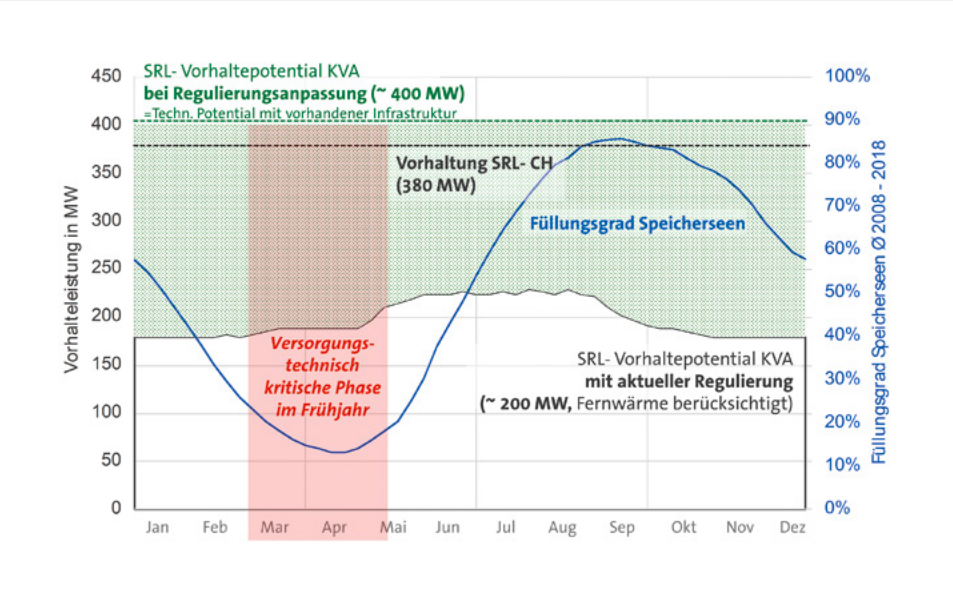


Fig. 4 Potenzial Vorhalteleistung Regelenergie der Schweizer KVA in MW. *(©Rytec AG)*

Nebst den wirtschaftlichen Aspekten ist bei einer allfälligen Umwandlung von KVA-Strom zu Gas oder Wärme auch die ökologische Wertigkeit relevant. In den weiteren Betrachtungen werden die Bilanzierungsregeln der Koordination der Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes (KBOB)[1] angewendet. Das bedeutet, dass keine Primärenergie für durch Abfall erzeugte Energie eingesetzt wird [4, 5]. Folglich ist die Nutzung von Strom oder Abwärme aus KVA als CO_2-neutral zu betrachten.

Der Treibhausgas(THG)-Faktor gemäss KBOB für KVA-Strom beträgt 0,007 kg CO_2eq/kWh *(Fig. 2)*. Er hat im Vergleich zu anderen Energieträgern eine sehr geringe CO_2-Belastung. Die Ökobilanz für Anwendungen mit KVA-Strom und -Abwärme steht somit im Vergleich zu anderen Energieträgern positiv da. Dies lässt sich auch auf die Umwandlung von KVA-Strom zu Gas übertragen.

SYSTEMDIENSTLEISTER MIT HOHER FLEXIBILITÄT

Einige KVA leisten bereits heute einen wichtigen Beitrag zur Stromnetzstabilisierung. So könnte der gesamte KVA-Park der Schweiz die heutige Vorhaltung an Regelleistung aus Wasserkraftanlagen mit gleicher Qualität und Sicherheit bei tieferen Kosten bereitstellen. Ferner benötigt die Vorhaltung der Regelleistung mit KVA keinen marktfernen Einsatz von Speicherkraftwerken.

Regelenergie ist für den kurzzeitigen Ausgleich von Ungleichgewichten zwischen Produktion und Verbrauch im Stromnetz notwendig, um die Netzfrequenz bei 50 Hz zu stabilisieren. Dazu müssen negative Sekundärregelungen (SRL-) ständig vorgehalten werden. Mangels Alternativen beschafft Swissgrid heute einen Grossteil dieser Leistung bei der Wasserkraft *(Fig. 3)*. In einer Studie wird aufgezeigt, dass die rund 30 KVA in der Schweiz aktuell rund 200 MW und bei einer Regulierungsanpassung die gesamten installierten 380 MW vorhalten könnten. Voraussetzung für die Erbringung von SRL- ist eine zusätzliche Anlagenflexibilisierung beispielsweise mit PtX-Technologien. Einzelne KVA decken bereits heute ca. 15% des aktuellen Regelenergiemarktes für SRL- ab.

Das Potenzial für «KVA-Flexibilisierung» ist in *Figur 4* dargestellt. Swiss-

[1] *KBOB basiert auf dem Standard der Ökobilanzdaten*

Lizenz für Ernst A. Müller, mueller@infrawatt.ch
Geschäftsstelle InfraWatt, Schaffhausen

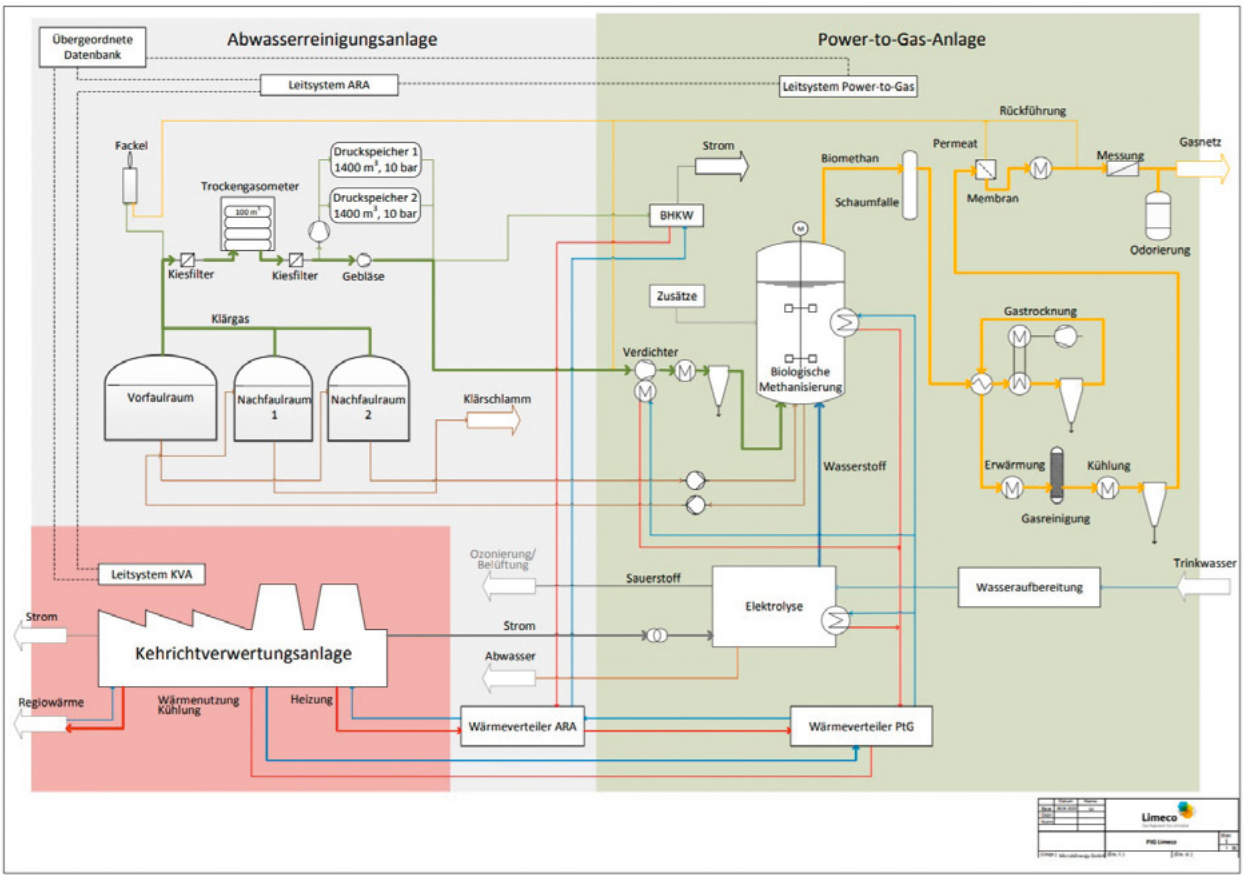


Fig. 5 Anlagenschema Limeco-Hybridkraftwerk (Gesamtsystem KVA, ARA und PtG).

grid beschafft ganzjährig rund 380 MW SRL-Leistungsvorhaltung. Davon könnten die KVA aktuell über 50% *(weiss)* bzw. bei vollständiger Ausschöpfung des technischen Potenzials die gesamten 380 MW *(grün)* vorhalten. Gegenübergestellt ist der Füllungsgrad der Speicherseen *(blau)*. Die kritische Periode für die Versorgungssicherheit liegt bei geringem Füllungsgrad der Speicherseen im Frühjahr *(rot)*.

LIMECO POWER-TO-GAS-PROJEKT

Derzeit baut Limeco eine 2,5-MW-Elektrolyse inklusive biologischer Methanisierung mit einer Investitionssumme von rund 14 Mio. Franken. Das Gesamtprojekt wird sowohl regional als auch national als Leuchtturmprojekt wahrgenommen. Limeco integriert die Power-to-Gas-Anlage, ein durch Swisspower initiiertes und durch Schweizer Stadtwerke getragenes Projekt, in ihre vorhandenen Infrastrukturen. Es ist die erste Power-to-Gas-Anlage mit kontinuierlicher Methanisierung im Industriemassstab, die in der Schweiz betrieben wird. Die ideale Voraussetzung bilden die Kehrichtverwertungsanlage (KVA) als Stromproduzentin zusammen mit dem Klärgas der Abwasserreinigungsanlage (ARA), die als CO_2-Quelle dient. KVA-Strom wird so zur Herstellung von Wassersstoff genutzt. Der Wasserstoff wird entweder methanisiert und ins Gasnetz eingespeist oder in mobile H_2-Container bzw. H_2-Trailer abgefüllt. Der Wasserstoff kann dann für die H_2-Mobilität bzw. dezentrale Methanisierung an Standorten von CO_2-Quellen bereitgestellt werden (*Fig. 5*).

Das PtG-System erlaubt Limeco in Zukunft die Stromproduktion und Netto-Einspeisung ins Stromnetz gezielt und flexibel zu steuern. Ohne diese Flex-Elemente muss die KVA entlang der Kehrichtmenge und der relativ unflexiblen Feuerleistungsregelung betrieben werden. Die primären Energie-Outputs des Hybridkraftwerkes sind Strom, Wasserstoff und Methan. Zudem können Umwandlungsverluste in Form von Abwärme im regionalen Wärmenetz von Limeco effizient genutzt werden. Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage nähert sich damit dem energetischen Optimum.

In einem ersten Schritt soll der Nachweis einer stabilen und dauerhaften Betriebsweise der biologischen Methanisierung auf Basis teilweise konditionierter Nährstoffzuführung mithilfe von Faulschlamm aus der ARA erbracht werden. Die Produktion von Wasserstoff und Methanisierung – biologische Umwandlung von Wasserstoff und CO_2 durch Mikroorganismen (Archaeen) – mit der Einspeisung ins Gasnetz sind die technischen Entwicklungsziele. Die Produktion von Wasserstoff für Anwendungen als Treibstoff bzw. die dezentrale Methanisierung bei vorhandenen CO_2-Quellen (Biogasanlagen usw.) wird in einem weiteren Entwicklungsschritt angestrebt.

PROJEKTPARTNER

Acht Schweizer Stadtwerke und kommunale Gasversorger beziehen das grüne Gas aus der PtG-Anlage Limeco und setzen es in ihrem Gasnetz als CO_2-neutrales Produkt ab:

- *Energie Wasser Bern*
- *Energie Zürichsee Linth AG*
- *Eniwa AG*
- *Industrielle Betriebe Interlaken*
- *Gasversorgung Dietikon*
- *Gasversorgung Schlieren*
- *St. Galler Stadtwerke*
- *SWL Energie AG*

Lizenz für Ernst A. Müller, mueller@infrawatt.ch
Geschäftsstelle InfraWatt, Schaffhausen

Durch die eingesetzte Proton-Exchange-Membran-Elektrolyse (PEM) hat das Projekt weitere Potenziale zur Betriebsoptimierung bzw. Flexibilisierung der Stromproduktion der KVA. Dies kann in Form von Glättung der Einspeiseleistung ins Netz der KVA und/oder der Vorhaltung von Regelenergie erfolgen. Die Projekterfahrungen werden zudem der Weiterentwicklung von Leitlinien bezüglich der Abwicklung und Bilanzierung von Herkunftsnachweisen von Strom und Gas dienen.

Langfristig können mit dem Ausbau von Elektrolysekapazitäten und Methanisierungsanlagen die prognostizierten Stromüberschüsse im Sommer effizient und systemdienlich genutzt werden. Mit diesem Technologiefortschritt kann die Dekarbonisierung in der Wärmeversorgung und im Mobilitätsbereich auf Basis bestehender Infrastrukturen weiter vorangetrieben werden. Im Weiteren werden damit im Umfeld der Schweizer Kehrichtverwertungsanlagen die Voraussetzungen geschaffen, um Synergien mit den Schweizer Wasserkraftwerken zu entwickeln. Die Flexibilisierung der KVA ermöglicht es, dass die Speicherwasserkraft unabhängig von der Regelenergievorhaltung produziert und zudem die saisonale und bedarfsgerechte Energiespeicherung optimiert werden könnten. Dazu werden zukünftig neben den Power-to-Gas-Anlagen auch entsprechende Gasspeicher notwendig sein. Im Rahmen des vom BFE Pilot- und Demonstrationsprogramms unterstützten Limeco-Projekts wird nun ein erster Schritt in diese Richtung mit der Realisierung einer Power-to-Gas-Anlage in industrieller Skala gemacht. Das primäre Ziel ist es, Erfahrungen im Umgang mit dieser Technologie zu sammeln und die Gesamtanlage, nach erfolgreicher Testphase, möglichst kontinuierlich und wirtschaftlich zu betreiben. Gleichzeitig sollen aber auch Möglichkeiten einer flexiblen Einspeisung ins Stromnetz als Gesamtanlage (KVA, ARA, PtG) untersucht werden.

WEITERE INFOS ZUR PTG-ANLAGE LIMECO
www.powertogas.ch

KVA-FLEX-BETRIEB – BFE-P&D-PROJEKT

Die nachfolgenden Betriebszustände (KVA-Flex-Betrieb) werden nach erfolgreicher Inbetriebsetzung im Rahmen einer Kampagne und im Sinne einer Demonstration in einem realen Umfeld praktisch umgesetzt.

Folgende KVA-Flex-Betriebsweisen werden technisch umgesetzt:

a) KVA, PtG und ARA im Sekundärregelleistung positiv (SRL+) – ganzjährig möglich

Hier soll das Swissgrid-Produkt SRL+ (15 Min. Intervall min. über eine Woche) angeboten werden. Ziel: max. Stromeinspeisung ins Netz. Das heisst, dass die Elektrolyse bei Abruf regelmässig ca. für eine Viertelstunde abgeschaltet oder in Teillast betrieben wird; in dieser Zeit wird das Klärgas gespeichert.

b) KVA, PtG und ARA im Sekundärregelleistung negativ (SRL-) – vorerst nur Kampagnen möglich (2 Wochen)

Produkt SRL- (15 Min. Intervall). Ziel: Eigenverbrauch maximieren und Einspeisung ins Netz (EKZ) minimieren. Die PtG-Anlage wird auf Stand-by gehalten. Bei einem Abruf wird die PtG-Anlage bis auf Volllast betrieben.

c) Ausweitung der Flexibilitätsbewirtschaftung auf die ganze Anlage

Als Gesamtsystem könnten sowohl sämtliche vorhandenen Speicher (Wärme, Me-

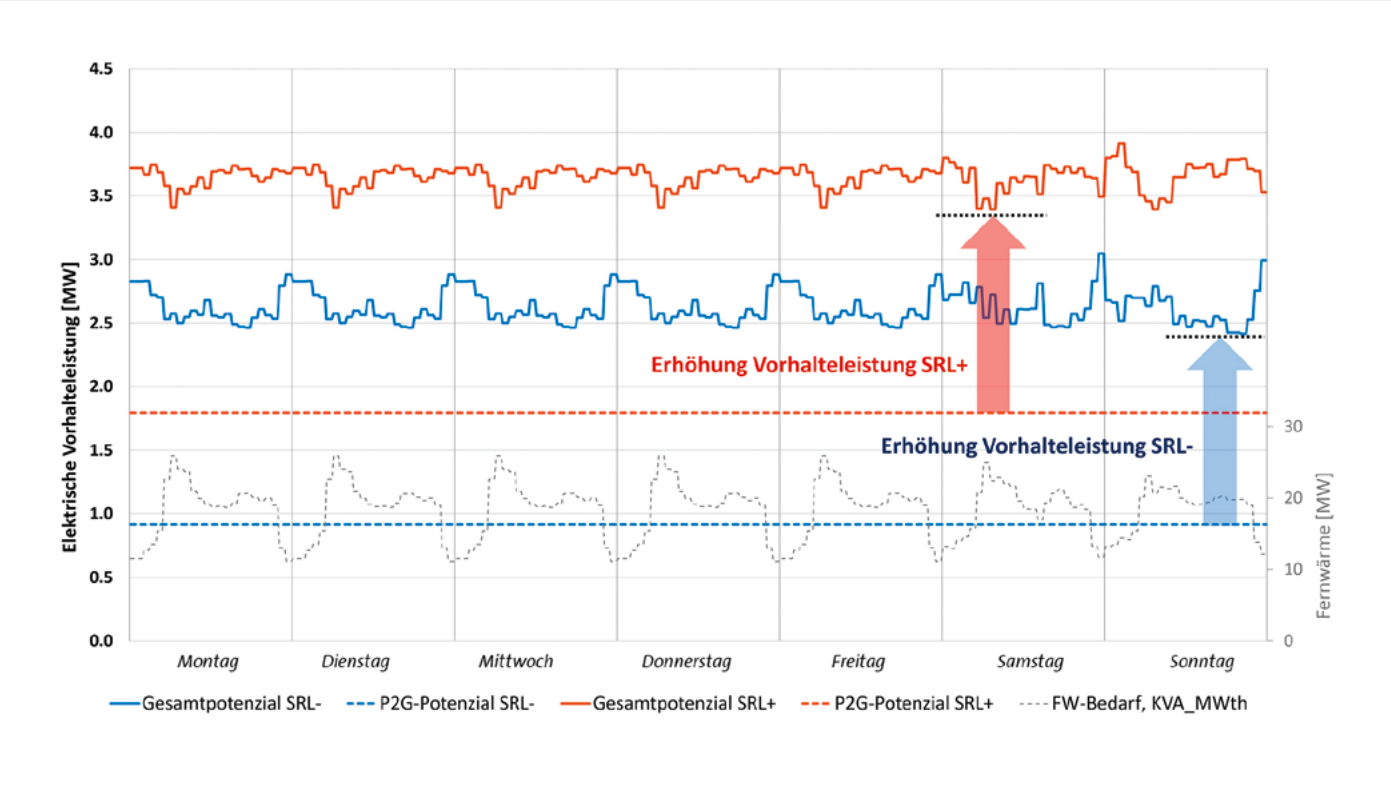


Fig. 6 Erste Ergebnisse der Simulation der Gesamtanlage Limeco: Durch den Einbezug der Gesamtanlage (ARA, KVA, PtG) und die Flexibilisierung der Energieflüsse lässt sich die Vorhalteleistung für den Sekundärregler gegenüber dem alleinigen flexiblen Betrieb der PtG-Anlage deutlich erhöhen. (©Rytec AG)

Lizenz für Ernst A. Müller, mueller@infrawatt.ch
Geschäftsstelle InfraWatt, Schaffhausen

than, H_2) als auch elektrische Lasten und Erzeuger ins Flex-Regime integriert werden, um die +/-SRL-Betriebsweise weiter zu optimieren.

Damit ist die Anbindung an den Regelenergiemarkt gegeben. Aus diesen Betriebsweisen werden die entsprechenden Analysen gemacht:

- technische Funktionstüchtigkeit (Anfahrrampe usw., allfällige Regeloptimierungen usw.)
- betriebliche und organisatorische Aspekte (Automatisierungsgrad, Zuständigkeiten/Kompetenzen und Systemkopplungen usw.)
- wirtschaftliche Auswirkungen auf KVA-/PtG-Betrieb und Risikobetrachtungen. Zudem sollten für den -SRL-Fall die Soll-Parameter für einen netzdienlichen Betrieb ermittelt werden.

ERSTE SIMULATIONEN BESTÄTIGEN DAS POTENZIAL

Im Rahmen des BFE-P+D-Projekts wurde ein Simulator erstellt, um die Energie- und Leistungsbilanzen innerhalb der Gesamtanlage Limeco darzustellen. Erste Simulationen zeigen, dass das Flexibilitätspotenzial der Gesamtanlage Limeco grösser ist als dasjenige der PtG-Anlage *(Fig. 6)*. Mit Flexibilitätspotenzial ist gemeint, um wie viele Megawatt Limeco ihre Stromeinspeisung bei einem Regelleistungsabruf durch Swissgrid erhöhen (SRL+) bzw. reduzieren (SRL–) kann. Diese zusätzliche Flexibilität stammt zu einem grossen Teil aus der KVA, die mit den geplanten thermischen Speichern die Fernwärme kurzzeitig unabhängig von der direkten Wärmeauskopplung aus der KVA beliefern kann. Abhängig vom Fernwärmebedarf verändert sich die mögliche positive oder negative Vorhalteleistung. Dieses im Simulator dargestellte Potenzial gilt es in einem nächsten Schritt zu verifizieren (Limiten, Rückkoppelungen, Anlagensteuerung usw.).

FAZIT

Es bestehen energetische Synergiepotenziale zwischen einer KVA, einer ARA und einer flexibel betriebenen PtG-Anlage. Die Einspeisung der KVA kann unter der Berücksichtigung der Gasbilanzen weitgehend bis vollständig flexibilisiert werden. Erste Simulationen haben gezeigt, dass ein energetisches und wirtschaftliches Potenzial vorhanden ist. Im Projekt Limeco soll die Netz- und Systemdienlichkeit nachgewiesen werden. Eine Erweiterung der Anlage durch thermische Speicher und H_2-Zwischenspeicher erhöht die Freiheitsgrade der Bewirtschaftung und somit auch die Anlagenflexibilität. Eine stromnetzdienliche Fahrweise maximiert den wirtschaftlichen Erfolg. Im Gesamtsystem der Schweizer Speicherwasser-Kraftwerke verspricht eine derartige Flexibilisierung von mehreren KVAs einen zusätzlichen Nutzen. Die Methanisierung ist ein notwendiger Schritt zur saisonalen Speicherung.

BIBLIOGRAPHIE

[1] *Bundesamt für Energie (BFE) (2020): www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energieperspektiven-2050-plus.html*

[2] *Empa/Bundesamt für Umwelt (BAFU) (2019): Potenzialanalyse Power-to-Gas in der Schweiz*

[3] *Empa: www.empa.ch/de/web/move*

[4] *Bundesamt für Energie (BFE): Faktenblatt Abwärme für den Umgang mit energie- und klimapolitischen Instrumenten*

[5] *Bundesamt für Energie (BFE) (2020): Leitkonzept 2000-Watt-Gesellschaft*

> **SUITE DU RÉSUMÉ**

station d'épuration des eaux usées. Grâce à la méthanisation biologique, l'hydrogène et le CO_2 des gaz d'épuration sont transformés intégralement et de façon continue en méthane qui sera injecté dans le réseau de gaz. La mise en service est prévue fin 2021.

Lizenz für Ernst A. Müller, mueller@infrawatt.ch
Geschäftsstelle InfraWatt, Schaffhausen