



Energie

Programmes nationaux de recherche 70 et 71

Projet

Durabilité de la méthanation



Quel est le combustible optimal produit à partir d'électricité ?

Quel est le combustible optimal produit à partir d'électricité ?

Avant que la Suisse ne décide quelles sources d'énergie renouvelables, notamment le gaz naturel de synthèse et l'hydrogène, serviront à remplacer les combustibles fossiles, il convient d'analyser toutes les possibilités. En effet, la réussite d'un projet d'une telle envergure dépend non seulement de la faisabilité technique de la production des gaz, mais surtout aussi du potentiel de ces applications à être utilisées de manière économiquement raisonnable et durable en Suisse.



Point de mire : les chercheurs de la ZHAW ont testé la faisabilité d'une nouvelle chaîne de valeur en Suisse. *Source : iStock*





En un coup d'œil

- Les émissions de gaz à effet de serre peuvent être réduites en remplaçant les combustibles fossiles par des vecteurs énergétiques renouvelables tels que le gaz naturel de synthèse ou l'hydrogène.
- Ces vecteurs énergétiques peuvent alimenter non seulement voitures et camions, mais aussi chauffages à gaz ou piles à combustible.
- Le passage à l'hydrogène et au méthane n'est durable que si l'énergie nécessaire à leur production provient de sources respectueuses de l'environnement comme l'énergie solaire ou éolienne.

Dans le but de réduire les émissions de gaz à effet de serre, la Suisse entend passer des énergies fossiles aux énergies renouvelables. L'hydrogène et le gaz naturel de synthèse sont susceptibles de jouer un rôle important à cet égard. L'énergie provenant de l'hydrogène peut être exploitée moyennant des piles à combustible, aussi bien dans des systèmes stationnaires que mobiles (p.ex. les voitures). Il est également possible de convertir l'hydrogène en méthane à l'aide de dioxyde de carbone et d'électricité. Cette stratégie crée une nouvelle chaîne de valeur, dans laquelle l'électricité excédentaire est stockée sous forme d'hydrogène ou, à l'aide de CO₂, sous forme de méthane.

Avant d'investir temps et argent dans la mise en place d'une telle infrastructure, il convient toutefois de déterminer si et comment cette chaîne de valeur peut être raisonnablement mise en œuvre en Suisse. Des chercheurs travaillant à la ZHAW ont entrepris cette évaluation.

Plus qu'une simple question de technologie

De manière générale, une conversion d'une telle ampleur est plus qu'une simple question de faisabilité technique. Toutes les technologies nécessaires existent, mais sont encore coûteuses ou ne sont pas encore suffisamment développées pour une mise en œuvre à grande échelle. En outre, le succès d'un passage à un nouveau concept énergétique dépend de son acceptation par la société.

Les chercheurs ont donc examiné la chaîne de valeur non seulement du point de vue de sa faisabilité, mais aussi du point de vue de sa durabilité, portant sur des questions écologiques, économiques et sociales. Ainsi, par exemple, le craquage photoélectrochimique de l'eau pour la production d'hydrogène est une technologie respectueuse de l'environnement. La fabrication des piles nécessite toutefois des métaux provenant de pays où les conditions sociales ne répondent pas aux normes suisses. Ainsi, d'un point de vue social, cette méthode ne serait durable qu'après amélioration des conditions de travail et de production dans les pays d'origine des métaux.

Hydrogène et CO₂ pour la production de méthane

Tout commence par la production d'hydrogène. Celle-ci peut être effectuée de deux manières différentes : soit directement par craquage photoélectrochimique (PEC) de l'eau, soit à l'aide d'électricité par électrolyse classique.

L'hydrogène ainsi produit peut alors être transformé directement en électricité dans une pile à combustible ou bien en méthane à l'aide de CO₂ provenant par exemple de l'industrie du ciment. Le méthane renouvelable peut ensuite servir de vecteur énergétique dans un système de chauffage à gaz ou dans un véhicule à gaz.

Cette chaîne de valeur présente un avantage évident par rapport à une chaîne utilisant des combustibles fossiles : la quantité de CO₂ nécessaire à la production du méthane est exactement égale à la quantité libérée lors de la combustion du gaz. Le combustible lui-même est donc neutre sur le plan climatique, ce qui aiderait la Suisse à atteindre ses objectifs en matière de Stratégie énergétique 2050.

Durable à tous les niveaux

Pour évaluer la chaîne de valeur, l'équipe de recherche a défini cinq scénarios différents.

- **Scénario de base** : il décrit le système actuel. Le méthane fossile est utilisé pour produire de l'électricité. Des certificats sont achetés dans le but de compenser les effets négatifs des émissions de CO₂ sur le climat.
- **Scénario 1** : production d'hydrogène à partir de cellules PEC en Suisse, puis transformation en méthane dans des réacteurs locaux.
- **Scénario 2** : production d'hydrogène par électrolyse avec de l'électricité provenant d'installations photovoltaïques, puis transformation locale en méthane.
- **Scénario 3A** : l'électricité nécessaire à la production d'hydrogène provient de sources d'énergies renouvelables excédentaires.
- **Scénario 3B** : l'électricité nécessaire à la production d'hydrogène provient du mix électrique actuel.

LL'impact environnemental des différents scénarios dépend non seulement de la quantité de CO₂ libérée, mais aussi d'autres facteurs. Dans le scénario 3B, par exemple, l'électricité servant à la production d'hydrogène provient du mix électrique actuel. Environ 35 % de ce mix est toutefois issu de centrales nucléaires, ce qui conduit à des déchets radioactifs devant être stockés en toute sécurité pendant une longue période, et ainsi à un impact négatif sur l'environnement.

L'aspect financier joue également un rôle non négligeable dans la réussite ou l'échec de la mise en œuvre d'un scénario. L'évaluation des coûts a démontré qu'il faut, dans tous les scénarios sauf celui de base, s'attendre à des coûts de l'ordre de dizaines de milliards de francs ; observation peu surprenante, puisque tous ces scénarios nécessitent la mise en œuvre de nombreuses nouvelles technologies. Les coûts sont les plus élevés pour le scénario 1, dans la mesure où le CO₂ est filtré hors de l'atmosphère moyennant une procédure très onéreuse. Dans une étape ultérieure, ce CO₂ est converti en méthane à l'aide d'hydrogène issu de la technologie PEC, encore insuffisamment éprouvée. L'ensemble de ces facteurs conduit à une faible viabilité économique.

Si le scénario de base n'est pas pris en compte, le scénario 3A donne les meilleurs résultats en ce qui concerne la viabilité économique. Dans la pratique, toutefois, la quantité d'électricité excédentaire disponible est insuffisante, ce qui rend indispensable la mise en service de nouvelles installations pour la production d'électricité à partir de sources d'énergies renouvelables. Dans cette comparaison, le scénario 2A est donc le scénario le plus favorable et, théoriquement, le plus facile à réaliser.

Pas à tout prix

Les chercheurs ont constaté que les heures d'ensoleillement comparativement peu nombreuses en Suisse ne sont pas optimales pour produire électricité et hydrogène à partir d'énergie solaire. La production de l'énergie nécessaire à cette procédure nécessiterait 100 km² de cellules photovoltaïques. Ce n'est qu'en augmentant l'efficacité de ces technologies que ces scénarios pourront devenir plus durables.

Outre les développements technologiques, il est également important de tenir compte des conditions dans lesquelles les matières premières sont extraites. Par exemple, les nouvelles piles à combustible nécessitent du nickel d'Indonésie. Dans ce pays, comme dans beaucoup d'autres, la transparence au sujet des conditions de travail est médiocre. Il est donc pratiquement impossible de se prononcer clairement sur la durabilité sociale des technologies.

Utilisation directe ou conversion ?

Dans une dernière étape, les chercheurs ont déterminé s'il est plus judicieux d'utiliser l'hydrogène directement comme vecteur énergétique ou de le convertir en méthane à l'aide de dioxyde de carbone.

Utilisation directe : l'hydrogène est un vecteur énergétique de haute qualité pouvant être utilisé de nombreuses façons. Il peut servir à alimenter des piles à combustible stationnaires ou mobiles. Son désavantage principal est que l'infrastructure de stockage et de transport n'a pas encore été développée en Suisse. **Conversion en méthane :** le plus grand avantage de cette voie réside dans l'infrastructure existante, puisque ce vecteur énergétique peut être injecté directement dans le réseau gazier suisse déjà bien développé. La principale faiblesse réside dans la nécessité de mettre en œuvre de nouvelles technologies, ce qui entraîne des coûts d'installation élevés.

Dans l'ensemble, les chercheurs concluent qu'un passage à la nouvelle chaîne de valeur ne peut être durable que s'il va de pair avec une transition vers une production d'énergie à partir d'énergies renouvelables.



Produkte aus diesem Projekt

- A Cost Estimation for CO₂ Reduction and Reuse by Methanation from Cement Industry Sources in Switzerland
Date de publication: 01.01.18
- Social Life Cycle Assessment : Specific Approach and Case Study for Switzerland
Date de publication: 17.12.18
- Life Cycle Assessment of Renewable Methane for Transport and Mobility
Date de publication: 17.12.18

Team & Kontakt

Vicente Carabias-Hütter
 ZHAW School of Engineering
 Forschungsschwerpunkt Nachhaltige Energiesysteme
 Technoparkstrasse 2
 8400 Winterthur

+41 58 934 70 15

vicente.carabias@zhaw.ch



Jens Baier



Luis Lopez de Obeso



Evelyn Lobsiger-Kägi



Gabriel Schneider



Matthias Stucki



Sarah Wettstein



Vicente Carabias
 Projektleitung



Christian Zipper
 Projektleitung

Projets liés



Méthanation catalytique

Du méthane renouvelable pour l'hiver suisse



Piles à combustible PEM

Piles à combustible pour une mobilité durable

Le contenu de ce site représente l'état des connaissances au 18.06.2019.