Energie
Programmes nationaux de recherche 70 et 71

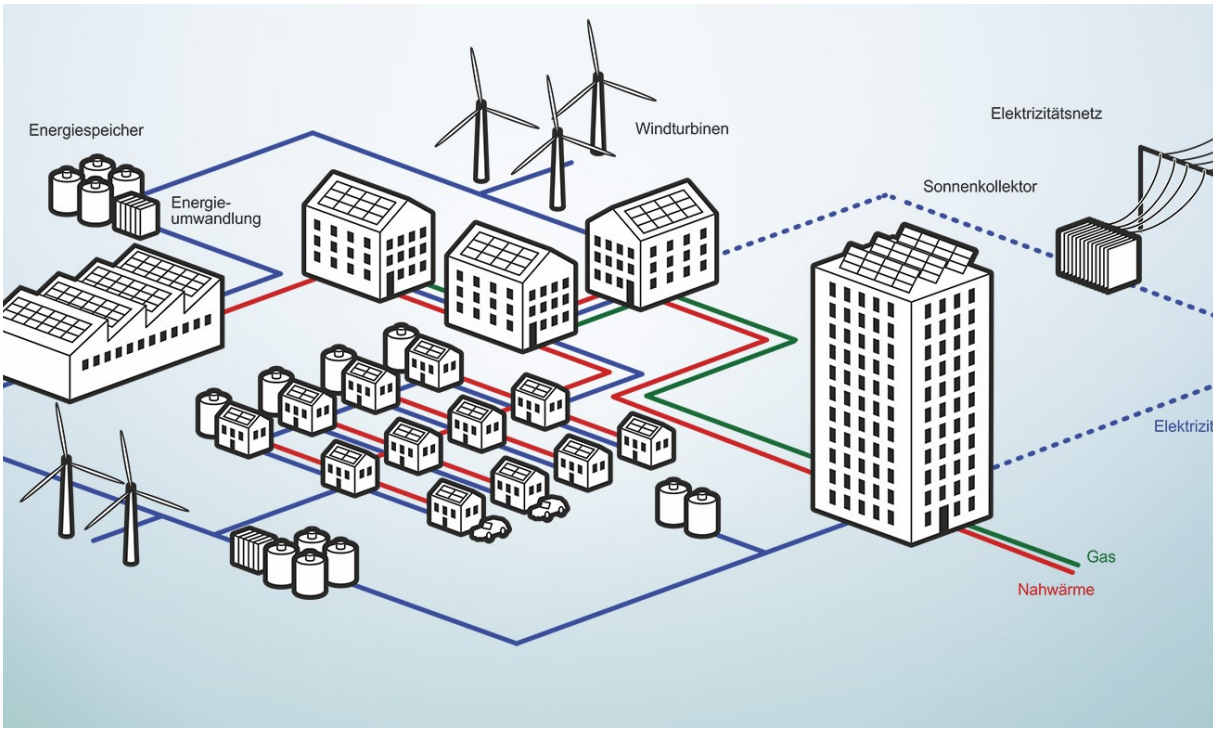
Projet

Production d’électricité durable décentralisée

Interaction de nombreuses petites centrales

Interaction de nombreuses petites centrales

Un approvisionnement en énergie décentralisé doit être organisé en réseau. À l'avenir, des hubs multi-énergies pourraient être mis en œuvre pour interconnecter les différents systèmes énergétiques : par exemple divers accumulateurs de chaleur et petites centrales électriques. Dans le cadre d'un projet conjoint, des chercheuses et chercheurs de l'EPF de Zurich ont élaboré une méthode de planification et d'évaluation de ce type de hubs énergétiques.



L'approvisionnement énergétique du futur : dans les systèmes multi-énergies, les centrales électriques, les solutions de stockage et les consommateurs sont interconnectés. *Source :* Sandro Bösch/ETH Zürich

En un coup d'œil

- Jusqu'à présent, il demeurait difficile de planifier et d'analyser des systèmes interconnectés utilisant des sources d'énergie variées comme l'électricité, la chaleur ou le gaz. En effet, aucune méthode précise ne permettait de chiffrer leurs performances, leur coût global et leur impact sur les émissions de CO_2 à long terme.
- Des techniciennes et techniciens en procédés de l'EPF viennent de développer une méthodologie répondant à ce besoin. À l'aide de modèles informatiques, elle permet de planifier des installations pour les quartiers les plus variés et d'en simuler le fonctionnement.
- Les chercheuses et chercheurs ont testé leur procédé via deux études de cas : d'une part dans le village rural de Zernez, dans le canton des Grisons, et d'autre part dans le quartier urbain d'Altstetten à Zurich.

À l'avenir, l'approvisionnement énergétique de la Suisse sera de plus en plus décentralisé : aux côtés de quelques grosses centrales électriques, un nombre croissant de petites installations décentralisées contribueront à produire de l'énergie. Au nombre de ces dernières figurent par exemple des parcs éoliens et solaires, mais aussi des installations photovoltaïques ou solaires thermiques équipant des maisons individuelles. À cela s'ajoutent des systèmes capables de compenser les fluctuations de la production d'énergie à partir de sources renouvelables en stockant ou en convertissant l'énergie excédentaire, comme les batteries, les accumulateurs de chaleur, les pompes à chaleur ou les systèmes power-to-gas. Ces derniers convertissent l'électricité en gaz (hydrogène ou méthane) qui pourra ensuite être réutilisé à tout moment pour le chauffage ou la propulsion de véhicules.

Dans ces conditions d'approvisionnement décentralisé, maintenir la stabilité du réseau électrique tout en tirant le maximum des installations de production nécessite toutefois d'interconnecter les systèmes entre eux. « Nous devons coupler directement la production d'énergie à la consommation », explique Marco Mazzotti, professeur en génie des procédés à l'EPF de Zurich. C'est précisément ce que permettent les hubs multi-énergies, conçus pour piloter les différents systèmes énergétiques et les interconnecter entre eux.

Prendre en compte tous les facteurs d'influence

En l'absence de méthodologie précise de modélisation des performances à long terme tenant compte des évolutions à venir, il demeurait jusqu'à présent difficile de planifier ce type de hub multi-énergies. Marco Mazzotti et ses collègues de l'EPF de Zurich viennent de combler cette lacune : dans le cadre d'un projet conjoint, l'équipe de recherche a mis au point une méthodologie permettant de déterminer la configuration optimale d'un hub multi-énergies et la manière de l'intégrer à une infrastructure existante.

À cet effet, les chercheuses et chercheurs ont dû prendre en compte de très nombreux facteurs, tels que le besoin d'énergie actuel et à venir des bâtiments, le potentiel des énergies renouvelables ou l'efficacité actuelle et future des méthodes de production d'énergie. De même, il s'agissait de tenir compte de l'évolution à court et à long terme des technologies de stockage, des conditions-cadres politiques, ainsi que de l'acceptation par la société. Tous ces facteurs ont été étudiés dans le cadre de sous-projets individuels et reproduits dans un programme informatique. Ces modèles informatiques permettent désormais de planifier des hubs multi-énergies pour les quartiers les plus variés, c'est-à-dire de déterminer avec quels types d'installations un hub multi-énergies fonctionne de façon optimale dans les conditions données et quelle quantité d'énergie il est susceptible de fournir.

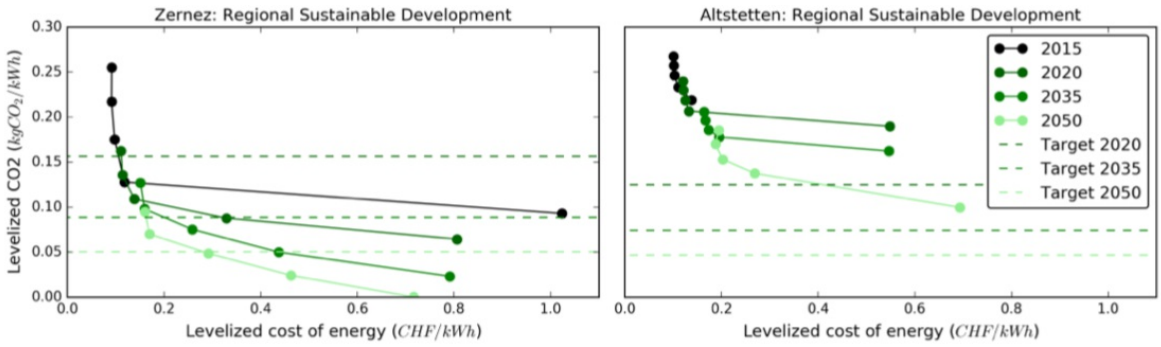
Les chercheuses et chercheurs de l'EPF ont testé leur méthodologie via deux études de cas : l'une dans le village de Zernez, dans le canton des Grisons, et l'autre dans le quartier zurichois d'Altstetten – c'est-à-dire aussi bien dans un environnement rural qu'en milieu urbain. L'objectif était dans tous les cas l'utilisation optimale des sources d'énergie renouvelables avec des hubs multi-énergies. Soit, en d'autres termes, de limiter autant que possible les émissions de CO_2, ainsi que les coûts annuels.

Contribution des hubs multi-énergies à la Stratégie énergétique 2050

Dans un premier temps, les chercheuses et chercheurs ont étudié quelles installations de production, de stockage et de conversion d'énergie étaient les mieux adaptées aux différents quartiers. À cet effet, ils ont d'une part mené des entretiens avec des acteurs locaux du secteur de l'énergie, tels que Elektrizitätswerk Zürich ou Energia Engiadina. D'autre part, ils ont déterminé le rendement électrique d'éventuelles centrales éoliennes et solaires, ainsi que les spécifications des pompes à chaleur et accumulateurs d'énergie correspondants – notamment des solutions de stockage à court terme comme les batteries et les réservoirs d'eau chaude, mais aussi des réservoirs d'hydrogène destinés à compenser les fluctuations saisonnières à plus long terme.

L'équipe de recherche a ensuite simulé le fonctionnement des équipements sélectionnés à l'aide de modèles informatiques. Ceci leur a permis de déterminer les meilleures conditions d'interaction des technologies : fréquence et durée de fonctionnement d'une pompe à chaleur, niveau de charge des batteries et des accumulateurs de chaleur, opportunité de recourir à un réservoir d'hydrogène.

Puis, les chercheuses et chercheurs de l'EPF ont comparé les hubs multi-énergies ainsi planifiés aux objectifs de la Stratégie énergétique 2050. Pour ce faire, ils ont élaboré des scénarios d'avenir pour les années 2020, 2035 et 2050. Ceci leur a permis de constater que dans le cas de Zernez, les résultats sont à la hauteur des attentes. Grâce au hub multi-énergies prévu, les émissions de CO_2 passeraient sous la limite prévue par la Stratégie énergétique 2050. Dans le cas d'Altstetten, la situation est plus délicate. La réduction des émissions de CO_2 liées au hub multi-énergies y est moins nette étant donné que ce quartier urbain offre moins d'opportunités d'installation d'équipements fonctionnant à base d'énergies renouvelables.



Les calculs montrent les futurs effets des hubs multi-énergies sur les émissions de CO_2 et le coût de l'énergie : à Zernez, les objectifs de la Stratégie énergétique 2050 seraient tenus. Altstetten

parviendrait certes à réduire ses émissions de CO_2, mais celles-ci resteraient néanmoins trop importantes. Mazzotti et al./ETH Zürich

Une population suisse plutôt favorable

Enfin, les techniciennes et techniciens en procédés de l'EPF ont consacré un sous-projet à l'acceptation des hubs multi-énergies par la population. Ils ont interrogé à cet effet plus de 1000 personnes en Suisse, ainsi que plus de 500 autres respectivement en Allemagne et en Autriche. La population suisse s'est avérée être la plus ouverte. Les personnes sondées ont notamment apprécié la réduction des effets néfastes sur l'environnement et le climat, ainsi que la possibilité de pouvoir personnellement contribuer à la transition énergétique grâce à l'approvisionnement décentralisé en énergie.

Les Suissesses et les Suisses se montrent toutefois plus sceptiques concernant le financement de ces hubs multi-énergies. Selon Marco Mazzotti, la précision de la méthode de planification des installations et de simulation de leur impact est d'autant plus importante. « Notre méthode est en principe adaptée à tous types de zones résidentielles. » Des discussions sont déjà en cours concernant une application du procédé au réseau énergétique du campus Hönggerberg de l'EPF.

Produkte aus diesem Projekt

- Kick-Off-Poster : Electricity supply : Sustainable decentralized power generation
  Date de publication: 11.10.19
- Integration of sustainable Multi-Energy-hub Systems at neighbourhood scale (IMES)
  Date de publication: 11.10.19
- Workshop on Distributed Generation and Smart Grids
  Date de publication: 11.10.19
- Vortrag : « Die Energiewende in der Nachbarschaft »
  Date de publication: 11.10.19
- Vortrag : « distributed multi-energy-hubs »
  Date de publication: 11.10.19

Team & Kontakt

Prof. Marco Mazzotti
Department of Mechanical and Process Engineering
EPF Zürich
Sonneggstrasse 3
8092 Zürich

+41 44 632 24 56
marco.mazzotti@ipe.mavt.ethz.ch

Marco Mazzotti
Direction de projet

Jan Carmeliet

Paolo Gabrielli

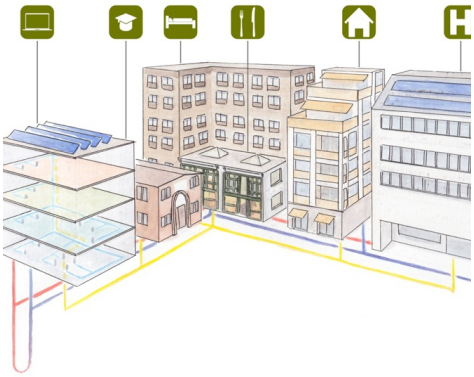
Matteo Gazzani

Christian Schaffner

Projets joints,

Systèmes énergétiques décentralisés

Où est-il raisonnable de produire de l’électricité à l’échelle du quartier ?



Rentabilité des systèmes énergétiques décentralisés

Énergies renouvelables – quelles solutions sont les plus pertinentes ?

Technologie des systèmes énergétiques décentralisés

Planification combinée d’énergies renouvelables

Contrôle des systèmes énergétiques décentralisés

Comment les systèmes énergétiques couplés font-ils ce que l’on attend d’eux ?

Systèmes énergétiques décentralisés et société

Partager l’énergie solaire avec ses voisins

Le contenu de ce site représente l’état des connaissances au 10.05.2019.