Energie
Programmes nationaux de recherche 70 et 71

Projet

Systèmes énergétiques décentralisés

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

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

Les systèmes décentralisés de distribution d'énergies renouvelables pourraient faire avancer la transition énergétique. À l'avenir, les zones rurales en particulier pourraient couvrir par leurs propres moyens la plus grande partie de leurs besoins énergétiques.

Les systèmes photovoltaïques pourraient aider à décentraliser la production d’énergie *Source :* iStock

En un coup d'œil

- Les systèmes multiénergétiques utilisent de l'énergie provenant de diverses sources et la rendent disponible localement.
- Ces systèmes permettent aux quartiers et aux municipalités de couvrir au moins en partie eux-mêmes leurs besoins énergétiques.
- Toutefois, pour créer des systèmes multiénergétiques, il est nécessaire de connaître la demande d'énergie et le potentiel des énergies renouvelables.

La sortie du nucléaire a été approuvée et les combustibles fossiles émettent trop de CO_2. En conséquence, la Stratégie énergétique 2050 du gouvernement fédéral prévoit de réduire la consommation d'énergie et de promouvoir le développement des énergies renouvelables. L'Office fédéral de l'énergie s'est fixé des objectifs tant en matière de réduction des émissions de CO_2 que du développement des énergies renouvelables. Pour les réseaux électriques, ces deux objectifs représentent un défi rendant nécessaire une restructuration du système énergétique. Dans ce contexte, les systèmes décentralisés de distribution multi-énergie (MES, multi-energy-hub systems) peuvent être un atout important. Il s'agit de systèmes qui exploitent l'énergie de sources diverses et qui la distribuent de façon décentralisée. Chacun de ces systèmes dispose de plusieurs « centres énergétiques » permettant aux quartiers et aux communes de couvrir par leurs propres moyens au moins une partie de leurs besoins en électricité. Mais comment planifier judicieusement de tels systèmes multi-énergétiques ? Comment, par exemple, décentraliser la structure d'approvisionnement énergétique ? Où l'énergie solaire est-elle mieux adaptée que l'énergie hydraulique ? Et, quelle est la technologie de stockage la plus avantageuse ?

Le projet conjoint « Approvisionnement durable et décentralisé en électricité » répond à ces questions. Pour ce faire, Kristina Orehounig et ses collègues de l'ETH Zurich ont préparé deux études de cas et développé une méthode détaillée permettant d'adapter aux conditions locales et d'optimiser les systèmes multi-énergies décentralisés. Le quartier d'Altstetten à Zurich et le village rural de Zernez dans le canton des Grisons ont fait l'objet d'une étude approfondie. Pour mettre sur pied un système multi-énergétique, il est indispensable de connaître la quantité d'énergie consommée dans la région en question. L'équipe de Kristina Orehounig a donc cherché à déterminer l'évolution jusqu'en 2050 de la demande d'énergie à Zernez et dans le quartier d'Altstetten. À cet effet, les scientifiques ont calculé les besoins actuels en énergie pour l'électricité, le chauffage et l'eau chaude. Ils ont ensuite pris en compte le taux annuel de rénovation des bâtiments ainsi que l'augmentation de la température attendue en raison du changement climatique pour établir un pronostic.

Quiconque veut installer un système multi-énergétique durable doit également connaître la quantité d'énergie que fournissent les sources renouvelables dans la région. Dans un second temps, les chercheurs ont donc calculé l'accroissement potentiel de la production d'énergie renouvelable dans les zones rurales et urbaines. Il serait ainsi possible de décentraliser la production d'énergie, et les communes seraient en état de couvrir par leurs propres moyens au moins une partie de leurs besoins énergétiques sans faire appel à des combustibles fossiles. Pour Altstetten et Zernez, les chercheurs ont étudié le potentiel des systèmes photovoltaïques sur les toits et des pompes à chaleur géothermiques sur les propriétés. Le potentiel des grandes centrales hydroélectriques étant largement épuisé en Suisse, les chercheurs ont également envisagé la mise en exploitation d'une petite centrale hydroélectrique d'une puissance de 2,3 mégawatts à Zernez. L'énergie éolienne a également été prise en compte ; les vitesses moyennes du vent dans les deux régions étant faibles, une éolienne pour vents faibles a été simulée.

Fonctionnement stable grâce au stockage

La stabilité est une caractéristique importante de tout système multi-énergétique décentralisé. Cela signifie que les fluctuations entre la demande et la production doivent être équilibrées. En été, par exemple, les centrales hydroélectriques produisent souvent plus d'électricité que nécessaire, alors qu'en hiver elles en produisent trop peu. Le stockage de l'énergie à court et à long terme offre une solution à ce problème. Les chercheurs ont examiné les différentes technologies de stockage et de conversion en termes d'efficacité, de coûts et d'émissions de CO_2, et ont évalué les centrales de cogénération au gaz naturel, les pompes à chaleur, les batteries et les technologies de production de gaz à partir d'électricité. Ils ont également analysé l'impact de l'injection d'électricité excédentaire dans le réseau national sur le développement des énergies renouvelables. Sur la base des données relatives aux besoins énergétiques futurs, du potentiel de production d'énergie durable et des coûts et avantages de diverses technologies énergétiques, ils ont déterminé comment les objectifs de la Stratégie énergétique 2050 pourraient être atteints à Altstetten et à Zernez. Divers scénarios climatiques et énergétiques ont été envisagés.

Les objectifs sont atteints à Zernez mais pas à Altstetten

Résultat de l’étude : Zernez atteint les objectifs dans tous les scénarios grâce à son grand potentiel de production d'énergie à partir de sources renouvelables. Dans les calculs pour cette région, tant les systèmes photovoltaïques que les petites centrales hydroélectriques se sont avérés favorables. Les centrales de cogénération et les pompes à chaleur sont particulièrement adaptées à la production de chaleur. L'énergie éolienne, en revanche, n’est guère intéressante en raison du peu de vent. Le stockage tant à court qu’à long terme est rentable. L'étude attire également l’attention sur le rôle des tarifs de rachat garantissant la rémunération de l’injection de l’électricité excédentaire produite à partir de sources renouvelables dans le réseau. Cette stratégie est susceptible de diminuer l’attractivité du stockage d'énergie au niveau local.

Contrairement à Zernez, Altstetten n’atteint les objectifs énergétiques dans aucun des scénarios. En effet, dans ce quartier urbain il est pour ainsi dire impossible d'augmenter la production à partir de sources renouvelables. L'énergie doit donc être importée d’endroits situés en dehors de la ville. À Altstetten, il n'est donc intéressant de stocker de l'énergie qu’à court terme. Dans les villes, un problème particulier se pose en raison de l’abondance de bâtiments anciens et d’immeubles dans lesquels le chauffage nécessite plus d'énergie et qui sont donc moins adaptés aux installations photovoltaïques. Selon les chercheurs, il est d'autant plus important de hâter la rénovation des bâtiments anciens en milieu urbain.

Les résultats de ce projet indiquent que les systèmes multi-énergétiques pourraient servir à accélérer le développement des énergies renouvelables et à convertir le réseau énergétique et électrique national. Cependant, l'importance de la contribution de ces systèmes dépendra fortement de leur évolution technique et de leur prix de marché. Même s’ils sont actuellement encore relativement coûteux, les futurs développements technologiques sont susceptibles de contribuer à une baisse de leur prix.

Produkte aus diesem Projekt

- A comparison of storage systems in neighbourhood decentralized energy system applications from 2015 to 2050
  Date de publication: 01.01.18
- Multi-Energy-Hubs in Quartieren
  Date de publication: 01.01.18
- Power-to-gas for Decentralized Energy Systems : Development of an Energy Hub Model for Hydrogen Storage
  Date de publication: 01.01.18
- Impact of Renewable Energy Potential on the Feasibility of Power to Hydrogen in Different Municipal Contexts
  Date de publication: 01.01.18
- Optimal Design of Multi-Energy Systems at Different Degrees of Decentralization
  Date de publication: 01.01.18
- Power-to-gas for Decentralized Energy Systems :Development of an Energy Hub Model for Hydrogen Storage
  Date de publication: 01.01.18
- Impact of Renewable Energy Potential on the Feasibility of Power to Hydrogen in Different Municipal Contexts
  Date de publication: 01.01.18
- Optimal Design of Multi-Energy Systems at Different Degrees of Decentralization
  Date de publication: 01.01.18
- Integration of Sustainable Multi-Energy Hub Systems (IMES-BP) : Power-to-Gas for District Energy Systems from the Buildings Perspective
  Date de publication: 01.01.18
- IMES – Integration of sustainable multi-energy-hub systems at neighbourhood scale
  Date de publication: 01.01.18
- CESAR : A bottom-up building stock modelling tool for Switzerland to address sustainable energy transformation strategies
  Date de publication: 01.01.18
- A GIS based methodology to support multi-criteria decision making for the retrofitting process of residential buildings
  Date de publication: 01.01.18
- Energy system and building retrofitting solutions : From building to district scale
  Date de publication: 01.01.18
- Konzepte für die nächste Generation von technischen Regulierungen im Bereich Gebäude und Energie
  Date de publication: 12.02.20

Team & Kontakt

Dr. Kristina Orehounig
Head of Urban Energy Systems Laboratory
Empa - Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology
Überlandstrasse 129, 8600 Dübendorf, Switzerland

+41 58 765 43 57
kristina.orehounig@empa.ch

Kristina Orehounig
Projektleiterin

Jan Carmeliet

Portia Murray

Le contenu de ce site représente l’état des connaissances au 11.06.2019.