Energie
Programmes nationaux de recherche 70 et 71

Projet

Standards du photovoltaïque

Production esthétique d'électricité : promouvoir le développement de l'énergie solaire moyennant des systèmes photovoltaïques colorés

Production esthétique d'électricité : promouvoir le développement de l'énergie solaire moyennant des systèmes photovoltaïques colorés

D’ici 2050, l'énergie solaire devrait avoir remplacé l'énergie nucléaire. Cependant, l'expansion du photovoltaïque ne progresse que lentement, notamment parce que toits et façades dallés en bleu-noir sont perçus comme laids. Des chercheurs de la Haute école spécialisée de Lucerne ont maintenant trouvé le moyen d'imprimer couleurs et motifs sur des modules photovoltaïques, qui sont ainsi bien plus attrayants pour une utilisation à grande échelle, bien que leur efficacité en soit légèrement diminuée.



La façade en modules photovoltaïques imprimés de l'immeuble « Solaris » à Zurich couvre les besoins en électricité des locataires. *Source :* Beat Bühler

En un coup d'œil

- La Stratégie énergétique 2050 de la Confédération prévoit d'augmenter la part de l'électricité d'origine photovoltaïque (PV) à 20 % (actuellement 2 %). Cependant, l'expansion s'avère lente.
- En effet, les systèmes photovoltaïques étant généralement d'une couleur bleu-noir uniforme, les architectes hésitent à les poser à grande échelle sur les façades des bâtiments.
- Dorénavant, des cellules photovoltaïques colorées et structurées devraient contribuer à résoudre ce problème : elles sont attrayantes tout en produisant de l'électricité. Quelques bâtiments en sont déjà équipés.

Sur les rives du lac de Zurich, non loin du centre-ville, se dresse l'immeuble Solaris, dont la façade de couleur terracotta brille au soleil. Il ne s'agit pas uniquement d'un élément stylistique rappelant les reflets de la lumière sur le lac. Cette façade produit également de l'électricité, car elle est composée de 1300 cellules photovoltaïques individuelles qui convertissent l'énergie solaire en électricité « en tapinois » derrière une vitre imprimée. Ainsi, ce bâtiment produit 40 000 kilowattheures d'électricité par an, couvrant l'intégralité de ses besoins énergétiques.

Stephen Wittkopf et son équipe de la Haute école spécialisée de Lucerne ont participé au développement de ces modules PV innovants, dont les surfaces en verre sont imprimées de couleurs et de motifs moyennant un procédé d'impression céramique numérique. L'aspect final résulte de la couleur transparente du verre imprimé et de la teinte foncée de la cellule solaire sous-jacente. L'encre d'impression différant de la couleur finale souhaitée, les chercheurs ont optimisé le réglage des couleurs de manière à générer la puissance électrique souhaitée. Dans les premiers modules PV issus de production conventionnelle, celle-ci était encore beaucoup trop basse.

Baisse de l’efficacité

Un problème est que le verre imprimé obscurcit les cellules solaires. Leur efficience en est diminuée, puisqu’elles convertissent moins d’énergie solaire en électricité. En outre, la surface sombre absorbe plus de lumière. En moyenne, les modules PV imprimés produisent donc environ 20 % moins d'électricité que leurs homologues conventionnels.

En contrepartie, ce qui est perdu en efficacité est gagné en esthétique. L'aspect « techno » bleu-noir de façades couvertes de cellules solaires fait que les architectes, les responsables de la protection des monuments historiques et les riverains hésitent à les accepter et à en installer sur de grandes surfaces. La Stratégie énergétique 2050 stipule qu’en Suisse 20 % des besoins en électricité doivent être couverts par le photovoltaïque. Cependant, seuls 2 % de notre courant provient actuellement de telles installations. La loi sur l'aménagement du territoire interdisant la construction de grandes centrales solaires, les cellules photovoltaïques doivent être installées sur les bâtiments. Les installations sur les toits ne suffisent toutefois pas, étant donné qu’elles ne produisent normalement qu’une seule crête de tension aux alentours de midi, alors que la plupart des bâtiments nécessitent également de l'électricité le matin et le soir. Ce courant peut être fourni par des installations sur les façades est et ouest non ombragées. Le but des modules PV imprimés est de motiver les architectes à créer des façades solaires similaires à celle de l’immeuble Solaris.

Mise sur le marché imminente



Des modules PV avec impressions des armoiries des cantons sur la tour d'escalier de l'Umwelt Arena Schweiz à Spreitenbach. Stephen Wittkopf

L'équipe entourant Stephen Wittkopf a non seulement mis au point des prototypes de modules PV imprimés ; leur invention est également presque prête pour la mise sur le marché. Les chercheurs ont déposé trois brevets et, avec l'aide de la Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI), ont fait certifier les cellules photovoltaïques imprimées selon les normes de l'industrie. En collaboration avec la société de transfert de technologie Üserhuus, ils ont en outre mis sur pied des systèmes pilotes et tests tels que la façade solaire "Swissness", arborant les armoiries des cantons, sur la tour d'escalier de l'Umwelt Arena Schweiz à Spreitenbach. Le verre imprimé multicolore "Swisspanel Solar" est déjà en vente chez Glas Trösch.

Outre le développement du prototype, les chercheurs ont également mis au point des méthodes permettant de mesurer le plus objectivement possible l'effet visuel des systèmes photovoltaïques sur les façades ; étape importante lorsqu'il s'agit par exemple d'installer des modules PV sur la façade d'un bâtiment classé. Pour l'historique Villa Seerose sur les rives du lac de Zurich à Horgen, les chercheurs ont réalisé des simulations par ordinateur avec et sans modules PV. Ils ont analysé les deux façades moyennant une méthode spéciale de traitement de l'image, ce qui leur a permis d'évaluer l'attraction de chacune sur l'œil humain. Cette méthode permet de définir objectivement comment imprimer et installer les systèmes photovoltaïques de manière à sauvegarder l'aspect visuel de bâtiments de valeur.

Éviter les reflets gênants

Le caractère visuel n’est pas le seul point important. Les murs revêtus de modules PV conventionnels présentent un autre problème : ils sont source de reflets gênants, ce qui diminue encore leur acceptation par les riverains et les maîtres d’ouvrage. Dans ce contexte, les chercheurs ont développé une autre simulation par ordinateur. Celle-ci leur a permis de créer un modèle en trois dimensions des environs d'une église à Lucerne et de calculer l’impact des effets d'éblouissement d’un système solaire installé sur les toits du bâtiment. À l'aide de données météorologiques et de mesures de la réfringence de différents types de verre utilisés dans les modules PV, Wittkopf et son équipe ont simulé la réfraction des rayons du soleil sur la façade photovoltaïque au cours d'une année et ont calculé l’emplacement des reflets gênants. Ce modèle devrait également aider à décider si et de quelle manière des cellules solaires peuvent être intégrées dans des bâtiments existants.

L’installation de modules photovoltaïques sur les façades de constructions neuves telles que l’immeuble Solaris ne rend pas automatiquement ces bâtiments plus écologiques : leur construction nécessite de l'énergie, dont la récupération coûte aux modules PV une partie de leur durée de vie de 30 ans. Les chercheurs, en collaboration avec des scientifiques de la Haute école spécialisée du nord-ouest de la Suisse FHNW ont chiffré cette part de durée de vie : huit ans pour des modules PV colorés installés sur une façade sud, cinq ans pour des modules PV remplaçant des éléments de façade existants. Dans le meilleur des cas, les systèmes photovoltaïques colorés génèrent donc un surplus d'énergie pendant 25 ans.

Les modules photovoltaïques colorés ont déjà atteint le plus haut niveau de maturité technologique, ce qui signifie qu'ils pourraient bientôt être introduits à l’échelle industrielle et s’imposer sur le marché. Cependant, la réussite du produit dépend aussi des conditions politiques et juridiques. Celles-ci ont également été examinées par les scientifiques qui arrivent à la conclusion que le « Modèle de prescriptions énergétiques des cantons » promeut l'utilisation d'installations photovoltaïques intégrées au bâtiment. Leur installation sur les façades est en outre soutenue par des labels tels que "Minergie-A" et "Plusenergy". Cependant, ces normes sont facultatives et ne sont donc pas à même d’influer sur l’utilisation accrue de modules PV sur les façades, étape pourtant indispensable à l’atteinte des objectifs fixés par la Stratégie énergétique 2050.

Produkte aus diesem Projekt

- Pressemitteilung Glas Troesch
  Date de publication: 16.10.19
- Live-Monitoring der Fassade « Swissness »
  Date de publication: 16.10.19
- Knowledge and Technology Transfer
  Date de publication: 01.01.18
- Pilot- and Demonstration (P&D) Project
  Date de publication: 01.01.18
- Visual Assessment
  Date de publication: 01.01.18
- Policy Analyses
  Date de publication: 01.01.18
- Technical Standards
  Date de publication: 01.01.18
- Testing and Certification experience to qualify a family of colored BIPV modules
  Date de publication: 01.01.18
- Life Cycle Assessment
  Date de publication: 01.01.18
- Frame conditions and testing processes for the implementation of PV-products in BIPV projects
  Date de publication: 01.01.17
- Significance of prevailing regulations, standards and labels for the deployment of BIPV
  Date de publication: 14.12.17
- Common methodological framework to assess energy, climate and economic impacts of BIPV
  Date de publication: 30.06.16
- Energy-Policy analysis
  Date de publication: 01.01.16
- Fire Safety of BIPV Facades
  Date de publication: 01.01.18
- Farbige Photovoltaik-Module
  Date de publication: 16.09.20

Team & Kontakt

Dr. Stephen Wittkopf
Technik & Architektur
Hochschule Luzern
Technikumstrasse 21
Raum F503
6048 Horw

+41 41 349 36 25
stephen.wittkopf@hslu.ch



Ran Xu



Christian Roeske



Roland Schregle



Stephen Wittkopf
Direction de projet

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