

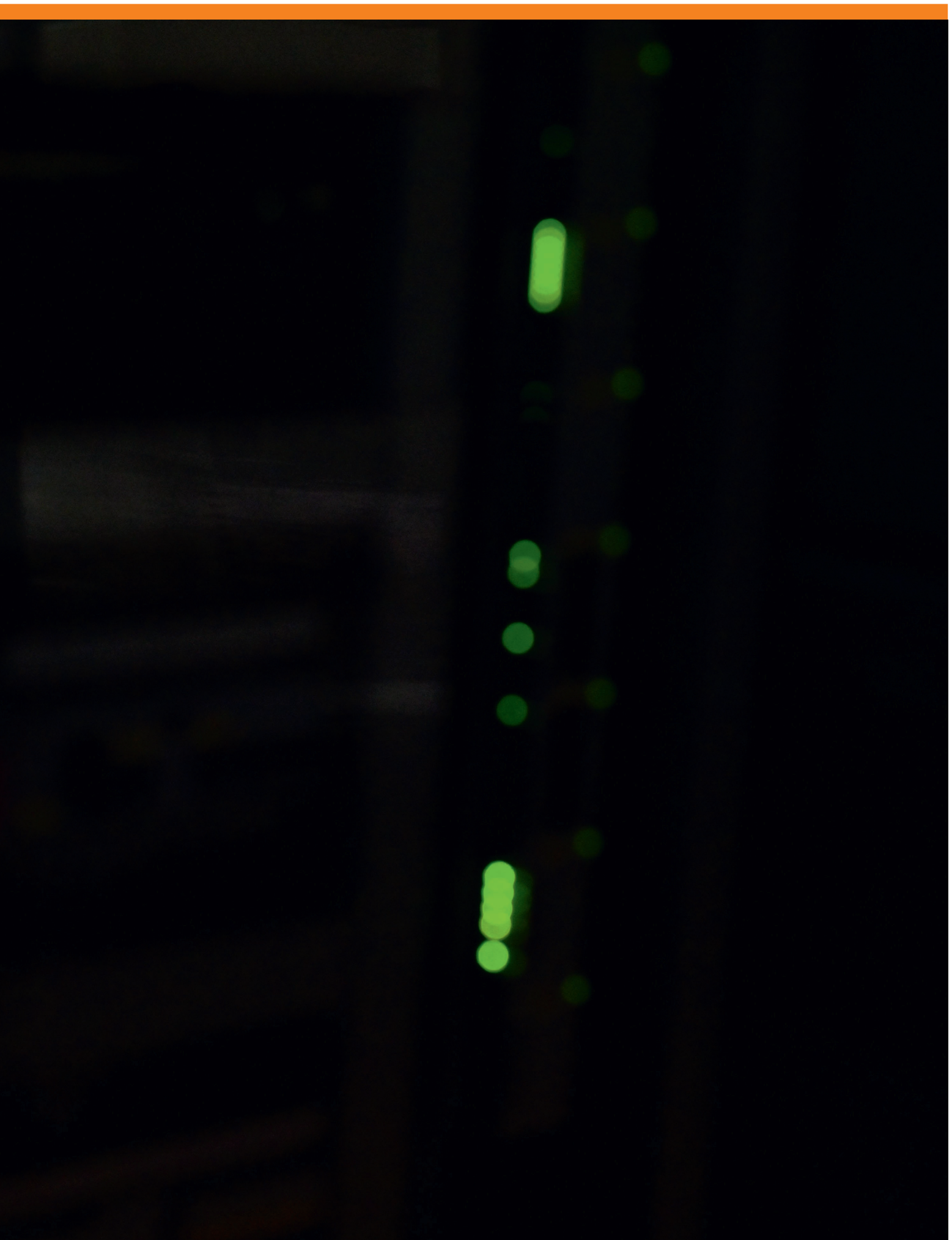
# dossier.

## Die Daten ans Licht bringen

**Energie intelligent einsetzen** | Im Kontext von Gebäuden gibt es viele Daten, die in ihren jeweiligen Silos vor sich hinschlummern. Neue Technologien ermöglichen es nun, mit diesen Daten Energie und Geld zu sparen.

## Mieux exploiter les données

**Utiliser intelligemment l'énergie** | Dans le contexte des bâtiments, beaucoup de données sommeillent dans leurs silos respectifs. De nouvelles technologies permettent désormais de les utiliser pour économiser de l'énergie et de l'argent.



RADOMÍR NOVOTNÝ

**I**n grossen Bürohäusern oder Industriegebäuden sind energetische Einsparungen schon länger ein Thema, auch weil die Investitionen in Effizienzmassnahmen relativ schnell amortisiert sind. Heute, so der Leiter des an der HSLU beheimateten iHomelabs, Andrew Paice, liegen auch spannende Forschungsarbeiten zum Energiesparen im Heimbereich, denn da schlummert noch viel Potenzial. Sein Forschungsteam arbeitet unter anderem daran, Daten aus den Verbrauchsmustern zu analysieren, um Smart-Home-Funktionen zu ermöglichen und um den Energieverbrauch zu senken.

Die von Sensoren und Smart Metern gelieferten Daten sind in allen vier Bereichen des Smart Home nützlich: erstens im Smart-Security-Bereich, in dem die Daten auf einen möglichen Einbruch oder einen Brand aufmerksam machen können, wenn die Bewohner für einige Tage verreist sind.

Zweitens beim Smart Home, das sich mit Convenience und Multi-Media befasst. Hier können Lichtszenarien automatisch aktiviert werden, wenn klar ist, wer sich wo aufhält und in welchem Raum kein Licht benötigt wird. Dieser Nischenbereich wird meist von einem zahlungskräftigen Publikum genutzt.

Drittens im Bereich des rasant an Fahrt aufnehmenden Active Assisted Living, bei dem es um Lebensqualität geht, also um Gesundheit – Aktivierung, Prävention, Rehabilitation – sowie um soziale Interaktionen. Seit über 15 Jahren ist das iHomelab in diesem Bereich aktiv und erforscht Systeme, die einfach bedienbar sind bzw. eine einfache Interaktion ermöglichen und alle Lebensbereiche unterstützen. Beispielsweise, um altersgerechtes Wohnen möglichst lange in den eigenen vier Wänden zu ermöglichen. Das Spektrum der erforschten Funktionen ist breit: u.a. Früherkennung von Herzrhythmusstörungen mit KI, um Hirnschlägen vorzubeugen sowie Analyse von Verhaltensmustern, um festzustellen, ob jemand an Demenz erkrankt ist. Dabei können die Bewegungsmuster mit verteilten Sensoren erfasst oder durch den Vergleich des Einsatzes von Elektrogeräten mit früheren Mustern erkannt und Betreuungspersonen informiert werden.

Der vierte Bereich ist aus energetischer Sicht der vielversprechendste: Hier wird das Energy-Management-System (z.B. Laststeuerung zur Erhöhung des Eigenverbrauchs) mit der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik verbunden. Wenn sich die Elektrifizierung etabliert hat, beispielsweise bei Wärmepumpen und Elektroautos, kann ein grosser Mehrwert geschaffen werden. Das Forschungsteam der HSLU kooperiert dabei mit externen Partnern, beispielsweise mit dem Start-up Moost aus Rapperswil.

### Individuelle Energieratschläge

Das Team von Moost hat mehr als acht Jahre Erfahrung im Smart-Home-Bereich: Anwendungen im Bereich Security, Convenience und Energy Management wurden da bereits entwickelt. Gemäss dem Mitgründer Joel Samsinger ist eines der grössten Mankos bislang die Nutzung der IoT-Daten für Services, die im Gegensatz zu konventionellen Geräten Mehrwerte schaffen. So hat das Start-up ein System

**D**ans les grands immeubles de bureaux ou les bâtiments industriels, les économies d'énergie sont depuis longtemps à l'ordre du jour, notamment parce que les investissements réalisés dans les mesures d'efficacité sont assez vite amortis.

Aujourd'hui, selon Andrew Paice, responsable de l'iHomelab de la HSLU, des travaux de recherche passionnants sont aussi consacrés aux économies d'énergie dans le domaine domestique, car celui-ci renferme encore beaucoup de potentiel. Son équipe de recherche travaille notamment à l'analyse de données issues de modèles de consommation afin de permettre la mise en œuvre de fonctions « smart home » et de réduire la consommation d'énergie.

Les données fournies par les capteurs et les compteurs intelligents sont utiles dans les quatre secteurs de la maison intelligente: premièrement, dans celui de la « smart security », où les données peuvent attirer l'attention sur une éventuelle effraction ou un incendie lorsque les habitants sont absents pour quelques jours.

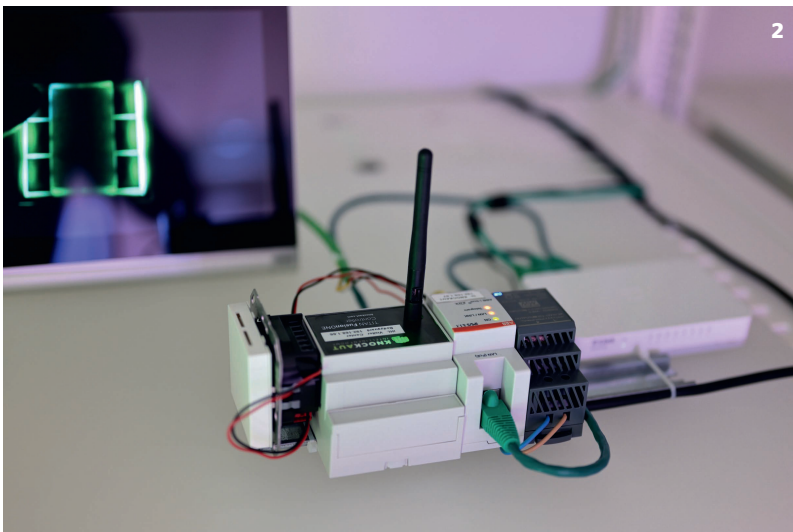
Deuxièmement, dans le secteur du « smart home », qui s'occupe des domaines commodité et multimédia. Ici, des scénarios d'éclairage peuvent être activés automatiquement en fonction des personnes qui se trouvent, ou non, dans les différentes pièces. Ces applications de niche sont généralement utilisées par des personnes à haut pouvoir d'achat.

Troisièmement, dans le secteur de l'« active assisted living ». Ce domaine, qui prend rapidement de l'ampleur, concerne la qualité de vie, c'est-à-dire la santé – activation, prévention, rééducation –, ainsi que les interactions sociales. L'iHomelab est actif dans ce domaine depuis plus de 15 ans. Il étudie notamment des systèmes qui sont faciles à utiliser ou qui permettent une interaction simple, et qui apportent une aide pour tous les domaines de la vie. Par exemple, pour permettre aux personnes âgées de vivre le plus longtemps possible chez elles. L'éventail des fonctions étudiées est large: parmi elles, la détection précoce des troubles du rythme cardiaque avec l'intelligence artificielle afin de prévenir les attaques cérébrales, ou encore l'analyse de modèles de comportement afin de déterminer si une personne est atteinte de démence. Pour ce faire, il est possible de saisir des modèles de mouvement avec des capteurs répartis dans le domicile, ou de reconnaître des changements en comparant l'utilisation d'appareils électriques avec des modèles antérieurs et d'informer, si nécessaire, les personnes en charge.

Le quatrième secteur est le plus prometteur d'un point de vue énergétique: ici, le système de gestion de l'énergie (par exemple la gestion de la charge en vue de l'augmentation de la consommation propre) est relié au chauffage, à la ventilation et à la climatisation. Lorsque l'électrification des secteurs de la fourniture de chaleur et de la mobilité sera établie, par exemple avec les pompes à chaleur et les voitures électriques, une grande valeur ajoutée pourra être créée. L'équipe de recherche de la HSLU coopère à cet égard avec des partenaires externes tels que la start-up Moost, de Rapperswil.



1



2



3

**1** Eine an der HSLU entwickelte Stromleiste, mit der anhand des Stromverbrauchs Aussagen über das Bewohnerverhalten gemacht werden können.

Développée à la HSLU, cette multiprise permet de tirer des conclusions sur le comportement des habitants en fonction de leur consommation d'électricité.

**2** Ein Home Server am iHomelab zur Gebäudesteuerung, bei dem die Sprachinteraktion lokal - ohne Internet - geschieht.

L'interaction vocale avec ce serveur domestique, utilisé à l'iHomelab pour le contrôle des bâtiments, se déroule localement - sans avoir recours à Internet.

**3** Joel Samsinger, CEO und Mitgründer von Moost.

**Joel Samsinger, CEO et cofondateur de Moost.**



**1** Dynamische, vom Energiepreis abhängige Tarife schaffen einen Anreiz für Verbraucher, ihre Lasten zur Netzstützung zur Verfügung zu stellen.

Les tarifs dynamiques, qui dépendent du prix de l'énergie, incitent les consommateurs à mettre leurs charges à disposition pour soutenir le réseau.

**2** Eine Steuerung für einen Radiator, die sich sowohl manuell als auch vom Energy Management aus der Ferne bedienen lässt.

Cette commande pour radiateur peut être utilisée manuellement, mais aussi à distance par le système de gestion de l'énergie.

**3** Komponenten eines Home-Energy-Management-Systems: Ein I-Bus-Controller von ABB für die Ansteuerung von Lichtanlagen oder Rolläden, ein Logo!-Zähler von Siemens für die Verbrauchsmessung, ein Aizo-Miniserver mit Logiken, die beispielsweise anhand von Winddaten die Stores einfahren sowie ein Digitalstrom-Netzgerät.

Composants d'un système de gestion de l'énergie domestique : un contrôleur I-Bus d'ABB pour la commande des installations d'éclairage ou des stores, un compteur Logo! de Siemens pour la mesure de la consommation, un mini-serveur Aizo avec des logiques qui permettent, par exemple, de remonter les stores en se basant sur les données en matière de vent, ainsi qu'un bloc d'alimentation de Digitalstrom.

entwickelt, das Daten aus den Haushalten in Echtzeit auswerten und daraus individuelle Steuerungsvorschläge generieren kann. Dieses «IoT Recommender System» wird von etablierten Gebäudetechniksystemen (ABB, Schneider Electric usw.) eingesetzt, um hochpersonalisierte Energieassistenten an Haushalte auszuspielen.

Der Energieassistent erfasst den Solarstromertrag in Echtzeit und analysiert, wo die Energie eingesetzt werden kann, beispielsweise beim Elektrofahrzeug, der Wärmepumpe oder dem Energiespeicher. Zudem können auch historische Daten genutzt werden. Gewisse Firmen speichern jahrelang viertelstündlich alle Sensordaten eines Haushalts und haben enorme Datenhaltungskosten. Moost möchte mit diesen brachliegenden Daten Haushalten einen energetischen Nutzen bieten: Bewohner erhalten konkrete Vorschläge, mit der sie die Energienutzung optimieren können, ohne sich um die technischen Zusammenhänge kümmern zu müssen. Die Empfehlungen des Systems lassen sich mittels Bestätigung auslösen.

Die Motivation für diesen Einsatz ist die Tatsache, dass rund 22% der Energie weltweit in Wohngebäuden verbraucht wird. Selbst kleine Einsparungen machen da einen grossen Unterschied. Joel Samsinger präzisiert: «Viele meinen, dass die Haushalte einen verschwindend kleinen Beitrag am Gesamtstromverbrauch haben, aber das stimmt nicht. Bei der gigantischen Anzahl an Haushalten, die zu spezifischen Zeiten Strom brauchen, sind die Lasten sehr hoch.» Die meisten Leute wissen aber kaum, wo sie wie viel Strom verbrauchen, wo sie sparen könnten und was allfällige Massnahmen gebracht haben. Samsinger weiter: «Hier wollen wir mit dem Energieassistenten ansetzen, der aufzeigt, wo es Einsparmöglichkeiten gibt.» Statt generischer Tipps wie «im Winter nur Stosslüften» wird konkret informiert: «das Schlafzimmerfenster ist schon über 30 Minuten offen, während du auf 22°C heizt.»

### Dynamische Tarife als Anreiz

In vielen europäischen Ländern, beispielsweise in Belgien, gibt es gemäss Joel Samsinger Entwicklungen zu dynamischen Stromtarifen, um Erzeugung und Verbrauch aufeinander abzugleichen. Da der Strompreis beträchtlich schwanken kann, zwischen 40 Eurocent und -10 Eurocent bei einer Überproduktion, kann man beim Laden eines Elektroautos von den variierenden Strompreisen profitieren, wenn man das Auto nicht sofort lädt, sobald man nach Hause kommt, sondern das Laden auf einen günstigeren Zeitpunkt verschiebt. So lässt sich die Solarproduktion und der Batteriespeicher in Einklang bringen. Am Mittag, wenn die Produktion sehr hoch ist, lässt sich vereinzelt sogar Geld verdienen, wenn man sein Elektroauto lädt. «Wenn man jetzt schaut, was es für einen Haushalt bedeutet, der ein Elektroauto hat, typischerweise braucht man 70 kWh für ein Aufladen einer Reichweite von 300 km, Haushalte machen durchschnittlich 13 000 km pro Jahr, also werden 3 MWh pro Jahr benötigt. Im Extremfall kann diese Energiemenge je nach Tarif einen Unterschied von 1300 Euro jährlich machen, wenn der Zeitpunkt der Ladung optimal gewählt wird.» Samsinger konkretisiert: «Unter diesen

### Des conseils énergétiques personnalisés

L'équipe de Moost a plus de huit ans d'expérience dans le domaine du smart home. Des applications ont notamment été développées dans les domaines de la sécurité, de la commodité et de la gestion de l'énergie. Selon le cofondateur Joel Samsinger, l'une des plus grandes lacunes jusqu'à présent est l'utilisation des données IoT pour des services qui créent de la valeur ajoutée, contrairement aux appareils conventionnels. La start-up a donc développé un système capable d'évaluer en temps réel les données des ménages et de générer des suggestions de commande individuelles. Cet «IoT Recommender System» est utilisé par des systèmes de technique du bâtiment établis (ABB, Schneider Electric, etc.) pour mettre des assistants énergétiques hautement personnalisés à la disposition des ménages.

L'assistant énergétique relève la production photovoltaïque en temps réel et analyse où l'énergie peut être utilisée, par exemple pour recharger le véhicule électrique, alimenter la pompe à chaleur ou charger le système de stockage d'énergie. Des données historiques peuvent également être utilisées. Certaines entreprises enregistrent pendant des années toutes les données des capteurs d'un ménage avec une résolution d'un quart d'heure, ce qui génère des coûts énormes en matière de stockage des données. Moost souhaite exploiter ces données inutilisées pour offrir un avantage énergétique aux ménages: les habitants reçoivent ainsi des propositions concrètes leur permettant d'optimiser l'utilisation de l'énergie sans avoir à se préoccuper des aspects techniques. Les recommandations du système peuvent être mises en œuvre par simple confirmation.

Cette utilisation des données est motivée par le fait qu'à l'échelle mondiale, environ 22% de l'énergie est consommée dans les bâtiments résidentiels. Même de petites économies font déjà une grande différence. Joel Samsinger précise: «Beaucoup pensent que la contribution des ménages à la consommation totale d'électricité n'est que minime, mais ce n'est pas vrai. Vu le nombre gigantesque de ménages ayant besoin d'électricité à certains moments spécifiques, les charges sont très élevées.» Or, la plupart des gens ne savent qu'à peine où ils consomment de l'électricité et combien, où ils pourraient en économiser, et ce que d'éventuelles mesures déjà prises ont apporté. Joel Samsinger poursuit: «C'est là que nous voulons intervenir avec l'assistant énergétique, qui montre où il est possible de faire des économies.» Au lieu de conseils génériques tels que «en hiver, n'aérer que par tranches de quelques minutes», des informations concrètes sont données: «La fenêtre de la chambre à coucher est déjà ouverte depuis plus d'une demi-heure alors que le chauffage est réglé à 22°C.»

### Des tarifs dynamiques en tant qu'incitation

Selon Joel Samsinger, dans de nombreux pays européens, par exemple en Belgique, on assiste à une évolution vers des tarifs de l'électricité dynamiques afin d'équilibrer la production et la consommation. Comme le prix de l'électricité peut varier considérablement, entre 40 centimes d'euros et -10 centimes d'euros en cas de surproduction, il est possible de profiter de cette variabilité, par exemple en ne rechar-

Umständen sparen Haushalte mit unserem System im Durchschnitt 846 Euro.» Dabei macht der Assistent die Nutzer darauf aufmerksam, dass sie gerade in Hochtarifzeiten laden und schlägt vor, den Vorgang zu verschieben, bis es günstiger ist.

### Der Weg zum smarten Energy Management

Oft wird nicht schon am Anfang ein komplettes Energy-Management-System beschafft. Joel Samsinger schildert den Vorgang so: «Es ist eher ein natürlicher Prozess: Leute kaufen sich zum Beispiel ein Elektroauto mit Ladestation, sie merken dann, dass sie doppelt so viel Strom verbrauchen wie vorher. Dann entscheiden sie sich für eine eigene Solaranlage. Wenn der Installateur vorbeikommt, installiert er die Anlage und stellt fest, dass eine Smartgridready-Wärmepumpe vorhanden ist, und bindet sie gleich ins System ein. Und schon hat man ein ziemlich leistungsfähiges Energy-Management-System, bei dem vieles möglich ist, auch das Einsparen von Energie.»

Weil sie ein Lastmanagement ermöglichen, sind solche Systeme auch von Energieversorgern begehrt, wobei die spezifischen Eigenschaften der jeweiligen Last berücksichtigt werden: Bei Boilern spielt es keine Rolle, wie gesteuert wird, beim Elektroauto hingegen schon. Man möchte selbst bestimmen, wann das Auto geladen wird.

### Die Datensituation

Um die Daten, die von Firma zu Firma unterschiedlich strukturiert sind, nutzen zu können, hat das Team von Moost ein System entwickelt, das diese Daten in eine einheitliche Struktur konvertiert. Einmal vereinheitlicht, lassen sich dieselben Algorithmen für unterschiedliche Firmen verwenden. Die Empfehlungen, die das System anhand dieser Daten macht, müssen zudem an die Möglichkeiten des jeweiligen Energiesystems angepasst werden, denn nicht jedes kann beispielsweise den Lademodus des Elektroautos (Turbo- oder Eco-Charging usw.) steuern. Dieses Mapping der Empfehlungen mit den Möglichkeiten der Komponenten anderer Hersteller ist wichtig, damit die Steuerbefehle der Kunden auch ausgeführt werden können.

Die Bewohner sollen möglichst einfach das gesamte Potenzial ihres Energiesystems nutzen können. Dazu müssen gewisse Fragen geklärt werden, beispielsweise, wie viele Benachrichtigungen pro Haushalt verschickt werden sollen. Oder wann eine Empfehlung verfallen ist. Wenn der Vorschlag, um zwei Stunden später zu laden, vom Nutzer erst drei Stunden später gesehen wird, muss er deaktiviert sein, damit das Laden nicht um fünf Stunden verschoben wird. Von dieser Komplexität profitiert Moost, denn dieser Dienst mit vordefinierten Logiken, komplexen Algorithmen und einfacher Festlegung der Steuerbefehle ist begehrt.

### Sensordaten allein reichen nicht aus

Bei der Nachhaltigkeit im Gebäudebereich ist der optimierte Betrieb des Energiesystems mittels Intelligenz zwar wichtig, denn er verspricht grosse Effizienzgewinne, aber es gibt noch weitere Bereiche, die ebenfalls ins Gewicht fallen. Urs-Peter Menti, Professor an der HSLU, plädiert für eine

geant pas sa voiture électrique dès que l'on rentre chez soi, mais à un moment plus propice. Cela permet d'équilibrer la production photovoltaïque et le stockage au moyen de batteries. À midi, lorsque la production est très élevée, il est même possible de gagner de l'argent en chargeant sa voiture électrique. «Voyons ce que cela représente pour un ménage avec une voiture électrique. Il faut typiquement 70 kWh pour rouler 300 km. Comme les ménages parcourent en moyenne 13 000 km/an, la voiture consomme annuellement environ 3 MWh. Dans un cas extrême, cette quantité d'énergie peut faire une différence de 1300 euros par an, selon le tarif, si le moment de la recharge est choisi de manière optimale.» Joel Samsinger précise de manière plus concrète: «Dans ces conditions, les ménages économisent en moyenne 846 euros avec notre système.» Pour ce faire, l'assistant énergétique attire l'attention des utilisateurs sur le fait qu'ils sont en train de recharger leur véhicule à haut tarif et leur propose de reporter l'opération jusqu'à ce que le prix de l'électricité soit plus avantageux.

### Le chemin vers une gestion intelligente de l'énergie

Souvent, l'acquisition d'un système de gestion de l'énergie complet ne se fait pas dès le départ. Joel Samsinger décrit le déroulement ainsi: «C'est plutôt un processus naturel: les gens achètent par exemple une voiture électrique et une station de recharge, et ils se rendent compte ensuite qu'ils consomment deux fois plus d'électricité qu'auparavant. Ils décident alors de se munir de leur propre installation photovoltaïque. Lors de la réalisation de celle-ci, l'installateur constate qu'il y a déjà une pompe à chaleur Smartgridready et l'intègre directement au système. Et voilà déjà un système de gestion de l'énergie assez performant, qui permet de faire beaucoup de choses, y compris des économies d'énergie.»

Parce qu'ils permettent une gestion de la charge, de tels systèmes sont également intéressants pour les fournisseurs d'énergie, pour autant que l'on tienne compte des caractéristiques spécifiques de chaque charge: si le décalage de la recharge n'a pas d'importance pour les chauffeurs, on préfère décider soi-même du moment où sa voiture électrique est rechargée.

### La situation des données

Pour pouvoir utiliser les données dont la structure varie d'une entreprise à l'autre, l'équipe de Moost a développé un système qui convertit ces données de sorte à obtenir une structure uniforme. Une fois cette étape réalisée, les mêmes algorithmes peuvent être employés pour différentes entreprises. Les recommandations que le système transmet à partir de ces données doivent en outre être adaptées aux possibilités de chaque système énergétique: tous ne peuvent pas, par exemple, contrôler le mode de recharge de la voiture électrique (recharge rapide ou éco, etc.). Cette vue d'ensemble des recommandations et des possibilités des composants d'autres fabricants est importante pour que les ordres des clients puissent également être exécutés.

Gesamtsicht: «Die Gebäudehülle soll gut gedämmt sein, die Fenster wohlproportioniert und mit einem entsprechenden Sonnenschutz ausgestattet, genügend thermische Speichermasse soll für ein ausgeglichenes Raumklima sorgen und nach Möglichkeit soll eine Fensterlüftung realisiert werden, die auch zur Nachtauskühlung genutzt werden kann.» Für den Rest, der nach der Optimierung dieser Aspekte noch bleibt, sollen erneuerbare Energien eingesetzt werden.

Menti ergänzt: «Nicht vergessen darf man bei diesen Überlegungen aber immer auch die graue Energie, also die Energie, die zur Produktion der verbauten Materialien und zur Herstellung der Geräte benötigt wird. Dieser Energieverbrauch ist gerade auf dem Weg zu Netto-Null zentral. Hier helfen die Ansätze des zirkulären Bauens (Kreislaufwirtschaft) weiter.» Konkret berücksichtigt werden soll diese Perspektive bei der eingesetzten thermischen Speichermasse, die die Raumtemperatur angenehmer macht. Sie bedingt massive Bauteile beispielsweise aus Beton, Kalksandsteinen oder Backsteinen. Ihr vergleichsweise hoher Anteil an grauer Energie muss auch in die Gesamtrechnung eingehen. Ein anderes Beispiel: Grosse Fenster führen zwar zu einer guten Tageslichtnutzung und können im Winter einen Beitrag zur Erwärmung der Räume leisten, aber im Sommer sind sie bei ungenügendem Sonnenschutz kontraproduktiv. Es müssen also Kompromisse eingegangen werden. Menti plädiert schliesslich dafür, ganze Areale konsequent als System zu denken, denn so erreicht man weitere Optimierungen. Dabei werden Energieflüsse zu Energiekreisläufen geschlossen und der Bedarf, soweit möglich, nach der jeweils aktuellen Produktion von erneuerbaren Energien ausgerichtet. Für diese ganzheitliche Sicht sind selbstverständlich auch Daten erforderlich – Daten, die noch tiefer verborgen in wissenschaftlichen Studien zur grauen Energie von Baumaterialien oder in Resultaten von Systemsimulationen liegen.



#### Autor | Auteur

**Radomír Novotný** ist Chefredaktor des Bulletins Electrosuisse.  
**Radomír Novotný** est rédacteur en chef du Bulletin Electrosuisse.  
 → Electrosuisse, 8320 Fehraltorf  
 → radomir.novotny@electrosuisse.ch

Les habitants doivent pouvoir utiliser le plus facilement possible tout le potentiel de leur système énergétique. De plus, certaines questions doivent être résolues, par exemple le nombre de notifications à envoyer par foyer. Ou quand une recommandation n'est plus d'actualité. Si la suggestion de recharger sa voiture deux heures plus tard n'est vue par l'utilisateur que trois heures après, elle doit être désactivée pour éviter que la recharge ne soit repoussée de cinq heures. Moost profite justement de cette complexité : ce service avec des logiques prédéfinies, des algorithmes complexes et une définition simple des ordres de commande est très prisé.

#### Les données des capteurs ne suffisent pas

En matière de durabilité dans le domaine du bâtiment, l'exploitation optimisée du système énergétique grâce à l'intelligence est certes importante, car elle promet d'importants gains en termes d'efficacité, mais il existe d'autres domaines qui pèsent également dans la balance. Urs-Peter Menti, professeur à la Haute école de Lucerne (HSLU), plaide pour une vision globale : « L'enveloppe du bâtiment doit être bien isolée, les fenêtres bien proportionnées et équipées d'une protection solaire appropriée, une masse d'accumulation thermique suffisante doit assurer un climat ambiant équilibré et, si possible, une ventilation passive doit être réalisée en ouvrant les fenêtres, laquelle peut également être utilisée pour le refroidissement nocturne. » Une fois ces aspects optimisés, le reste de l'énergie nécessaire doit être couvert par des énergies renouvelables.

Urs-Peter Menti ajoute : « Mais dans ces réflexions, il ne faut jamais oublier l'énergie grise, c'est-à-dire l'énergie nécessaire à la production des matériaux utilisés et à la fabrication des appareils. Ce point est essentiel pour atteindre l'objectif zéro net. Les approches de la construction circulaire (économie circulaire) sont ici d'une grande aide. » Concrètement, cette perspective doit être prise en compte pour la masse d'accumulation thermique utilisée, qui rend la température ambiante plus agréable. Elle nécessite des éléments de construction massifs, par exemple en béton, en briques de terre cuite ou en briques silico-calcaires. Leur énergie grise relativement élevée doit également être considérée dans le calcul global. Un autre exemple : les grandes fenêtres permettent certes une bonne utilisation de la lumière du jour et peuvent contribuer à réchauffer les pièces en hiver, mais en été, elles sont contre-productives si la protection solaire est insuffisante. Il faut donc faire des compromis. Urs-Peter Menti plaide enfin pour que les sites entiers soient toujours considérés en tant que systèmes, car ceci permet d'aboutir à d'autres optimisations. Cela permet de transformer les flux d'énergie en circuits énergétiques, et d'orienter les besoins, dans la mesure du possible, en fonction de la production actuelle à partir d'énergies renouvelables. Cette vision globale nécessite bien entendu aussi des données – des données qui se cachent encore plus profondément dans les études scientifiques consacrées à l'énergie grise des matériaux de construction ou dans les résultats des simulations de systèmes.