

Ein interdisziplinäres Monitoring soll zeigen, ob die Siedlung Hüttengraben der BG Zurlinden in Küsnacht (ZH) die Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft wirklich erreicht.



Visualisierung: Baumann Roserens Architekten

Energiemonitoring: Suurstoffi-Areal in Risch Rotkreuz (ZG) und Siedlung Hüttengraben der BG Zurlinden in Küsnacht (ZH)

# «Vielen Bewohnern ist nicht bewusst, was ihr Verhalten bewirkt»

Neue Mehrfamilienhäuser verbrauchen oft mehr als das Doppelte des berechneten Energieverbrauchs. Dies zeigten unlängst gleich mehrere Studien. Neben technischen Faktoren ist vor allem das Nutzerverhalten ausschlaggebend. Was tun? Mit Monitorings und dem Einbezug umweltpsychologischer Ansätze untersucht die HSLU, wie Areale optimiert und Bewohner zum Energiesparen gebracht werden können. Nadège Vetterli kennt die Details.

Interview: Liza Papazoglou

**Wohnen:** In letzter Zeit zeigten verschiedene Studien, dass vor allem bei Mehrfamilienhäusern teilweise eklatante Unterschiede zwischen geplantem und effektivem Energieverbrauch bestehen. Deckt sich das mit Ihren Befunden?

**Nadège Vetterli:** Ja, das haben wir bei verschiedenen Monitoringprojekten, die das Zentrum für integrale Gebäudetechnik (ZIG) der Hochschule Luzern durchgeführt hat, ebenfalls festgestellt. Dieser sogenannte Performance Gap ist bei Neubauten fast immer anzutreffen. Oft ist der Heizbedarf doppelt so hoch wie erwartet oder sogar noch höher.

**Gibt es griffige Erklärungen dafür?**

Leider nicht wirklich. Man weiss zwar, dass das Nutzerverhalten eine grosse Rolle spielt. Ausschlaggebend dabei ist vor allem, wie die Bewohnerinnen und Bewohner heizen und lüften. Allerdings ist kaum erforscht, weshalb sie sich wie verhalten und ob man das gezielt beeinflussen kann.

**Wie sieht es mit baulich-technischen Aspekten aus? Oft wird etwa moniert, dass Inbetriebnahme oder Einstellungen unzureichend sind.**

Ja, das kommt vor, und es erklärt auch einige Prozente der Abweichungen. Etwa, wenn der Luftwechsel nicht optimal eingestellt ist. Geht es aber um Grössenordnungen vom Faktor zwei, reichen solche Erklärungen nicht aus.

**Obwohl man um den Performance Gap weiss, hat das bis jetzt offenbar nicht allzu viel bewirkt. Haben Sie dafür eine Erklärung?**

Da spielen wohl verschiedene Gründe mit hinein. Ich glaube, vielen Bewohnern ist wirklich nicht bewusst, was ihr Verhalten bewirkt. Sie werden aber auch kaum übers richtige Heizen informiert, sondern erhalten beim Einzug bestenfalls eine mündliche Instruktion. Den Planern hingegen ist die Thematik sehr wohl bekannt. Aber sie verwenden als Berechnungsgrundlage einfach etablierte Normen. Diese beinhalten keinen Nutzereinfluss und sind damit nicht unbedingt realitätsnah. So wird zum Beispiel zur Berechnung des Heizbedarfs der Sonnenschutz nicht berücksichtigt. Dann sollte man nicht vergessen, dass das Thema doch relativ jung ist. Zum Beispiel für Architekten, die alle energierelevanten Parameter bereits im Konzept einbringen müssen. Es braucht immer viel Zeit, bis Forschungsergebnisse in der Planung «ankommen». Eine wichtige Rolle spielt auch der Preis: Energie ist zu billig. Auch wenn man doppelt so viel verbraucht wie erwartet, macht sich das kaum im Portemonnaie bemerkbar. Die Energiekosten werden in absehbarer Zeit das Verhalten also nicht grundlegend ändern. Und schliesslich muss man auch sehen, dass vielen Menschen die Konsequenzen ihres Verhaltens zu weit weg oder schlicht egal

sind. Wir wissen alle, dass eine Flugreise auf die andere Seite der Welt für die Umwelt schädlich ist. Und verzichten trotzdem nicht auf sie.

**Mit Ihrer Forschung wollen Sie dazu beitragen, dass der Performance Gap kleiner wird. Dabei befassen Sie sich auch mit grossen Arealen wie der «Suurstoffi» im zugerischen Risch Rotkreuz, wo ein nachhaltiges Quartier entsteht – ein sogenanntes Zero-Zero-Areal, das ohne CO<sub>2</sub>-Emissionen und ohne externe Energiezufuhr auskommen soll (siehe Box). Seit der Inbetriebnahme 2012 führt das ZIG ein umfassendes Monitoring durch. Worum geht es?**

Die Suurstoffi ist ein innovatives Grossprojekt, das über ein Anergienetz verfügt. Solche Niedertemperaturnetze, die Abwärme verteilen, sind noch ziemlich neu und bisher kaum erforscht. Man weiss nicht wirklich, wie sie im Betrieb mit all ihren Komponenten funktionieren und dimensioniert werden sollen. Um das herauszufinden, führen wir detaillierte und engmaschige Messungen verschiedener Faktoren durch, etwa zum Heizenergieverbrauch. Sie sollen ein realitätsnahes Bild liefern und konkrete Optimierungspotenziale aufzeigen. Die Daten dienen zudem als Grundlage für weitere Forschungen. Bereits sind mehrere Projekte daraus entstanden, darunter eines für ein Simulationsmodell, das viel präzisere Planungen erlaubt, eines zum Nutzerverhalten und eines zur Hydraulik, deren Komponenten man besser verstehen möchte.

**Auf dem Suurstoffi-Areal kommen auch Wärmepumpen zum Einsatz. Wo besteht hier Forschungsbedarf?**

In der Schweiz gibt es keinen Markt und auch kein Angebot für grossdimensionierte Anlagen. Zwar gibt es viele Wärmepumpen für Einfamilienhäuser, die im Standardbetrieb gut funktionieren. Grosse Anergienetze mit Erdspeichern wie in der Suurstoffi haben aber Pioniercharakter. Entsprechend fehlen Erfahrungswerte, und umso wichtiger sind Monitoring und kontinuierliche Optimierungen der Anlagen. Durch unsere Messungen haben wir etwa festgestellt, dass

«Man weiss nicht wirklich, wie Anergienetze im Betrieb funktionieren.»

## Zur Person



Bild: z/Vg.

**Nadège Vetterli** (32) studierte in Lausanne Umweltingenieurwissenschaften und absolvierte 2008 den Master im Bereich Energie. Danach war sie als Beraterin in der Privatwirtschaft tätig. Seit Oktober 2012 arbeitet sie als Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Zentrum für integrale Gebäudetechnik (ZIG) der Hochschule Luzern – Technik & Architektur, wo sie sich vor allem mit den Themen Gebäudesimulation, Energieeffizienz und Energiemonitoring befasst und verschiedene Forschungsprojekte betreut. Seit 2016 leitet sie die Forschungsgruppe Komfort und Energie.

die Hydraulik der Pumpen, die das Wasser zirkulieren lassen, unerwartet viel Strom benötigt. Die Gründe dafür sind noch näher zu erforschen. Unser Monitoring hat aber auch gezeigt, dass die Solarthermie- und die Photovoltaikanlagen sehr gut funktionieren.

**Dafür waren die Heiztemperaturen und damit der Heizenergieverbrauch höher als erwartet.**

Ja, die mittlere Raumtemperatur betrug bei den Mietwohnungen 23 Grad Celsius. Die Norm aber, nach der die Werte berechnet wurden, geht von 20 Grad aus.

**Welche Massnahmen hat man ergriffen?**

Für die private Bauherrschaft, die Zug Estates AG, ist es wichtig, dass das Wohnen komfortabel ist – auch wenn die Suurstoffi als Zero-Zero-Areal CO<sub>2</sub>-frei und ohne externe Primärenergie konzipiert ist. Grundsätzlich ist es mit diesem Konzept in Ordnung, wenn man seine Räume auf 23 Grad heizt. Man muss einfach schauen, dass der gesamte Verbrauch durch erneuerbare

Energien gedeckt wird. Hier wurde angesetzt, und es wurden zusätzlich thermische Solarkollektoren eingebaut.

---

*«Normen beinhalten keinen Nutzereinfluss – sie sind nicht realitätsnah.»*

---

**Was nützen Ihre Erkenntnisse für die künftige Planung von Anergienetzen?**

Man kann sie viel ausgeglichener anlegen. Bei der Suurstoffi etwa wurde am Anfang weniger Abwärme ins Netz abgegeben als erwartet. Beim Anergienetz der ETH Zürich am Hönggerberg war das Problem umgekehrt: Wegen den vielen Labors gab es viel Abwärme, die nicht genutzt werden konnte. Mittlerweile sind auch Wohnungen ins System eingebunden, und es ist ausgeglichen. Bei komplexen Systemen ist es schwierig, Gleichgewichtspunkte festzulegen. Wir sind daran, zu erforschen, welcher Mix von Nutzungen und welche Konfiguration für Anergienetze sinnvoll sind und wann es zum Beispiel weitere Energiequellen oder andere Speichermöglichkeiten braucht. Von solchen Projekten profitieren letztlich alle: die Bauherrschaft, die den Betrieb optimieren kann; wir als Forschungs- und Ausbildungsstätte, die mit ihren Studierenden anhand realer Beispiele lernen kann; und die Öffentlichkeit, denn die Erkenntnisse kommen der ganzen Branche zugute und fliessen in künftige Planungen ein.

**Sie wollen demnächst mit einem Monitoring für die Siedlung Hüttengraben in Küsnacht (ZH) der BG Zurlinden starten. In dessen Fokus steht das Nutzerverhalten. Was ist besonders an dem Projekt?**

Wir untersuchen erstmals systematisch, welche Wirkungen bestimmte Interventionen auf das Verhalten haben. Das Projekt führen wir

deshalb zusammen mit Umweltpsychologen der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften durch. Untersucht werden Verbrauch und Verhalten bei Warmwasser, Strom, Nutzung der Sonnenstoren und Mobilität. Letztere ist bei 2000-Watt-Projekten wichtig, weil sie viel zur Gesamtenergiebilanz beiträgt. Bis jetzt gab es nur Untersuchungen zu Einzelaspekten, etwa zum Stromverbrauch. Wir beobachten verschiedene Verbräuche gleichzeitig und können so auch gegenseitige Beeinflussungen erfassen. Vor allem aber verknüpfen wir technische Lösungen und Verhaltensinterventionen und verfolgen genau, was wie wirkt.

**Was heisst das konkret?**

Wir möchten die Bewohnenden mit gezielten Informationen und Feedbacks zum Energiesparen motivieren. Dabei wollen wir auch identifizieren, ob es Massnahmen gibt, die generell wirken oder vielleicht nur bei bestimmten Personengruppen. Um eine Vergleichsbasis zu haben, teilen wir die Haushalte in zwei Gruppen ein: eine Experimentalgruppe mit und eine Kontrollgruppe ohne Interventionen. Beim Warmwasserverbrauch zum Beispiel erfahren die Nutzer, die am Monitoring teilnehmen, über die eigens entwickelte «Hüttengraben-App», wie viel Energie sie verbrauchen, und können ihre Werte mit dem Durchschnittsverbrauch der Nachbarn vergleichen. Zudem erhalten sie Tipps zur effizienten Wassernutzung.

**Wie wird gemessen?**

Alle Verbräuche werden detailliert erfasst, so dass die Wirkung der Massnahmen über die Zeit verfolgt und mit der Kontrollgruppe verglichen werden kann. Beim Stromverbrauch erhalten die Nutzer ein zeitnahes Smart-Metering-Feedback via App. Auch hier können sie ihre Verbrauchswerte mit dem Durchschnitt vergleichen. Bei den Sonnenstoren arbeiten wir mit Informationsinputs, die in einigen Gebäuden gegeben werden, in anderen nicht, und führen Vorher-Nachher-Vergleiche durch. Bei allen Messdaten beobachten wir den Verlauf über längere Zeit. Denn es kann sein, dass eine Intervention einen kurzfristigen Effekt hat, der aber rasch verpufft. Wenn das passiert, wissen wir, dass wir anders vorgehen und allenfalls zusätzliche Massnahmen lancieren müssen.

**Sie gehen davon aus, dass Informationen das Verhalten wesentlich beeinflussen.**

Information spielt sicher eine wichtige Rolle. Aber es kann auch sein, dass man etwas weiss und sich trotzdem nicht ändern will. Oder man im Moment einfach nicht daran denkt. Dann reichen vielleicht schon gelegentliche Inputs. Genau solche Fragen versuchen wir zu klären. Dabei geht es auch darum, wie Informationen vermittelt werden müssen, damit sie die gewünschte Wirkung erzielen. Aus anderen Studien weiss man etwa, dass Leute mit Angaben

in Kilowattstunden nicht viel anfangen können. Viel besser funktionieren Systeme wie Amphiro, die Strom- und Wasserverbrauch beim Duschen messen. Dort sieht man auf einem Display einen Eisbären auf einer schmelzenden Eisscholle. Das ist anschaulich und eingängig. Oder man verschickt Smileys, wenn jemand Fortschritte macht oder tiefe Verbrauchswerte hat. Mit solchen Inputs wollen wir arbeiten.

#### Was untersuchen Sie ausserdem?

Vorgesehen sind verschiedene Befragungen zu Akzeptanz, Zufriedenheit und Sensibilisierung der Bewohnenden. Bei der Siedlung Hüttengraben gibt es beispielsweise weder Kippfenster noch können Bewohner selber die Raumtemperatur regeln. Sofern sie sich daran stören, möchten wir die Gründe erkunden – haben sie wirklich zu kalt, oder halten sie einfach an Gewohnheiten fest? Zudem möchten wir sogenannte Rebound- und Spillover-Effekte erfassen. Diese können Spar-effekte verstärken oder aber zunichte machen. So kann es sein, dass jemand, der vorbildlich ist beim Stromsparen, auch zum Wassersparen motiviert ist – oder sich im Gegenteil mehr Autofahrten «gönnt». Bei der Mobilität werden wir gemeinsam mit den Bewohnern ihre Bedürfnisse erfassen und geeignete Angebote entwickeln. Auch deren Wirksamkeit wird gemessen. Wie weit das Mobilitätsverhalten beeinflussbar ist, ist noch kaum erforscht; wir sind angesichts der individuellen Lebenskonzepte gespannt auf die Resultate.

#### Wer macht beim Monitoring mit?

Alle künftigen Bewohnerinnen und Bewohner wurden angefragt und können freiwillig teil-



Bild: Zug Estates AG

**Das Suurstoffi-Areal in Risch Rotkreuz (ZG) soll CO<sub>2</sub>-frei und weitgehend ohne Energiezufuhr von aussen betrieben werden.**

nehmen. Das grosse Interesse hat selbst uns überrascht. Wir werden also repräsentative Aussagen machen können.

#### Wie geht es nun weiter?

Der Bezug der Siedlung ist derzeit in Gang. Erste Auswertungen des Monitorings fallen im nächsten Jahr an, das ganze Projekt läuft bis 2018. Aus den Erkenntnissen wollen wir Guidelines mit praxisnahen Tipps für Baugenossenschaften erstellen und die Informationen zudem möglichst in die ganze Branche hinaustragen, so dass künftig realitätsnäher geplant werden kann.

«Wir untersuchen erstmals systematisch die Wirkung von Interventionen.»

#### Wagen Sie schon Prognosen zu Resultaten?

Nein, diese sind völlig offen. Aber selbst wenn keine der geplanten Interventionen funktionieren sollte, wird uns dieses Wissen einen Schritt weiterbringen. Jedenfalls erhoffe ich mir wesentliche Erkenntnisgewinne und bin froh, dass uns Baugenossenschaften solche Projekte für Forschungen zur Verfügung stellen. Zum Glück gibt es Auftraggeber, die in die Zukunft denken und nicht nur auf die Technik schauen, sondern auch darauf, dass diese sozial akzeptiert wird. Das ist eine grosse Chance. ■

## Unterschiedliche Nachhaltigkeitskonzepte

### Suurstoffi-Areal

Auf dem rund 100 000 Quadratmeter grossen Suurstoffi-Areal in Risch Rotkreuz (ZG) erstellt die Immobilienfirma Zug Estates AG seit 2012 ein verkehrsfreies, ökologisch, sozial und wirtschaftlich nachhaltiges Quartier. Bis 2019 sollen dort rund 1500 Menschen wohnen, 2000 studieren und 2500 arbeiten, hinzu kommen diverse Gewerbe- und Freizeitangebote. Der Betrieb richtet sich nach dem «Zero-Zero-Ansatz»: Er soll vollständig CO<sub>2</sub>-frei erfolgen und weitgehend ohne Energiezufuhr von aussen auskommen. Erdspeicher, PV-Anlagen für die Gewinnung von Solarstrom und Solarthermie sowie die Nutzung der Gebäudeabwärme versorgen die Gebäude mit Wärme und Kälte. Ein Anergienetz – ein Nieder-

temperaturnetz, das Abwärme nutzt – verbindet alle Gebäude mit dem Erdsondenfeld (Erdspeicher). Die Verteilung von Raumwärme und Warmwasser und die Kühlung erfolgen gebäudespezifisch mit Wärmepumpen. Mit diesem System wird die Überschusswärme im Sommer (Abwärme aus Freecooling) im Erdspeicher gelagert und im Winter für die Beheizung der Gebäude genutzt.

### Siedlung Hüttengraben

In Küsnacht (ZH) hat die BG Zurlinden eine Siedlung mit acht Gebäuden und insgesamt rund 70 Wohnungen gebaut, die seit Mai bezogen werden. Sie sind in Mischbauweise erstellt und erfüllen den Standard Minergie-P. Um den Aufwand an grauer Energie gering zu halten, sind die

Fassaden mit Holz aus dem Küssnacher Wald verkleidet. Erdsonden versorgen die Gebäude mit Wärme aus dem Boden, Photovoltaikanlagen auf den Dächern liefern Strom. Alle Haushaltgeräte verfügen über die beste Energieklasse. Die Siedlung erfüllt die Anforderungen des SIA-Effizienzpfades Energie. Dieser steht für Bauen nach den Zielen der 2000-Watt-Gesellschaft und legt neben der hohen Energieeffizienz das Augenmerk auf wenig klimarelevante Treibhausgasemissionen: Bewohner im Hüttengraben brauchen im Vergleich zum Schweizer Durchschnitt rund dreimal weniger Energie. Weil nur erneuerbare Energieträger eingesetzt werden und Ökostrom genutzt werden muss, reduzieren sich auch die Treibhausgasemissionen um den Faktor vier.