

FENSTER OFFEN, STOREN ZU

Bewohnerinnen und Bewohner von Wohngebäuden beeinflussen durch ihr Verhalten den Heizenergieverbrauch erheblich. Eine Untersuchung der Ostschweizer Fachhochschule hat nun nachgewiesen, dass gerade im Frühling und Herbst mehr geheizt werden muss, als in den Berechnungen der Gebäudeplaner ausgewiesen. Ein wichtiger Grund: Bei steigenden Aussentemperaturen werden öfter als bisher angenommen die Fenster zum Lüften geöffnet und die Storen heruntergelassen. Der erhöhte Heizbedarf ergibt sich zudem aus der Tatsache, dass in den Wintermonaten vielerorts höhere Raumtemperaturen (23 °C und mehr) herrschen als angenommen.

Die Unstimmigkeit ist seit längerem bekannt: Wohngebäude brauchen mitunter deutlich mehr Heizenergie als planerisch ausgewiesen. Eine Studie der Ostschweizer Fachhochschule (OST) unter dem Kürzel «ImmoGap» hatte 2018 den Mehrverbrauch bei der Untersuchung von 65 Mehrfamilienhäusern auf durchschnittlich 44 % beziffert. In einzelnen Fällen lag der Heizwärmeverbrauch sogar doppelt so hoch wie der Pla-



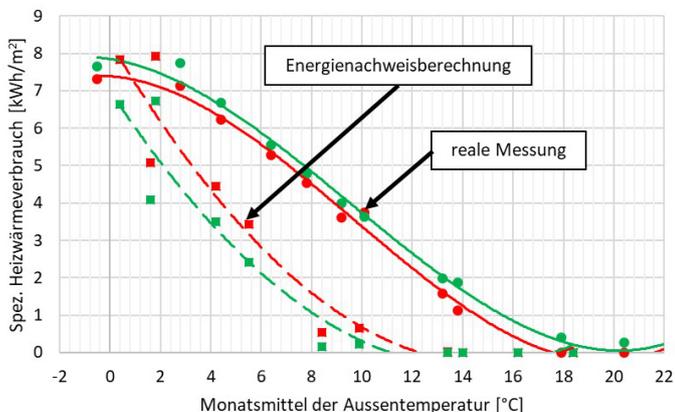
Werden die Storen geschlossen, verringern sich die solaren Wärmegewinne. 50 % der Fenster sind selbst an den kältesten Tagen verschattet, haben die VentSol-Forschenden gezeigt. Foto: B. Vogel

nungswert. Als besonders ausgeprägt erscheint der «Energy Performance Gap» bei Neubauten, denn diese benötigen aufgrund exzellenter Wärmedämmung wenig Heizenergie. Hier schlägt schon ein geringer Mehrverbrauch prozentual betrachtet stark zu Buche.

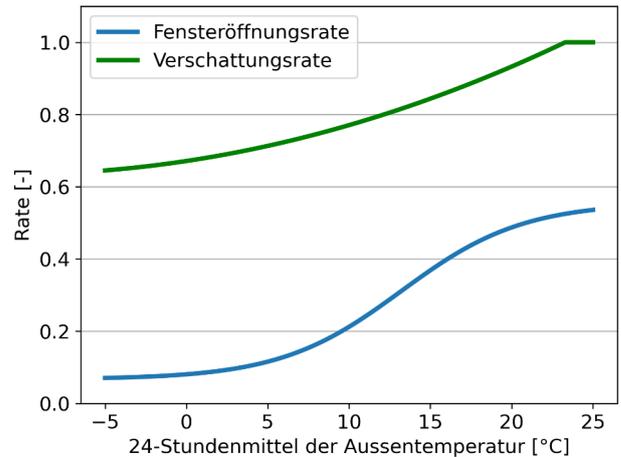
Die ImmoGap-Studie machte seinerzeit deutlich, dass der Energy Performance Gap nicht in einer ungenügenden Bauausführung von Wohnbauten begründet liegt, sondern «dass der Mehrverbrauch zum grossen Teil durch das zur Norm abweichende Benutzerverhalten bezüglich Verschattung, Lüftung und Raumtemperatur zu erklären ist», wie der Schlussbericht damals festhielt. Anders formuliert: Die Menschen brauchen aufgrund ihres Verhaltens mehr Heizenergie, als die Planungs-Norm SIA 380/1, die dem planerischen Energie-nachweis von Gebäuden zugrunde liegt, annimmt.

Mehrverbrauch in der Übergangszeit

Dieser Befund war nun der Ausgangspunkt für eine neue Studie, in der das ImmoGap-Forscherteam dem Nutzerverhalten noch genauer auf den Grund ging. Die ImmoGap-Studie hatte aus zeitlich hoch aufgelösten Messungen des Energieverbrauchs geschlossen, dass der Mehrverbrauch gegenüber der Planung vor allem in der Übergangszeit, also im Frühling und im Herbst, auftritt. Daraus leiteten die Forschenden die Vermutung ab, der Mehrverbrauch sei eine Folge davon, dass die Menschen in der Übergangszeit die Fenster öfter öffneten und die Fensterstoren häufiger schlossen. Diese Vermutung haben die Forschenden des SPF Instituts für Solartechnik der OST nun in der neuen Untersuchung mit dem Kurztitel «VenT-Sol» bestätigt. An der Untersuchung war das Beratungsbüro econcept AG beteiligt, das BFE leistete finanzielle Unterstützung.

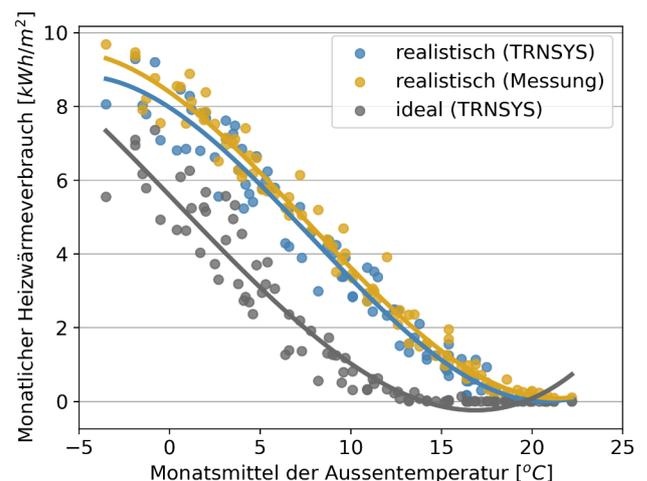


Die Grafik veranschaulicht den «Energy Performance Gap» für zwei Mehrfamilienhäuser (rot und grün). Grafik: Schlussbericht ImmoGap

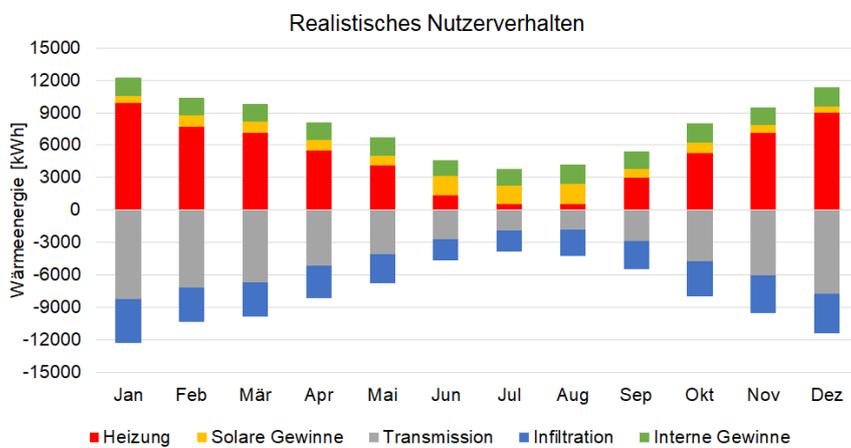
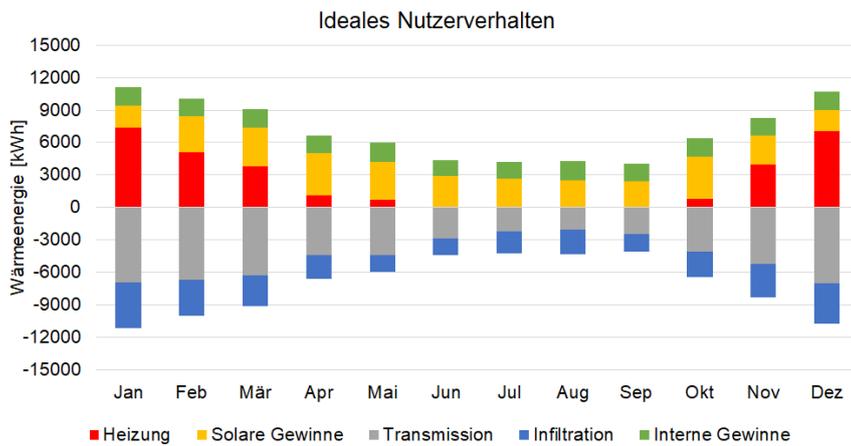


Hauptergebnis der VenT-Sol-Studie: Mit zunehmender Aussentemperatur steigt der Anteil der geöffneten Fenster ebenso wie der Anteil der verschatteten Fenster. Grafik: Schlussbericht VenT-Sol

Für ihre Untersuchung wählten die Forschenden fünf Mehrfamilienhäuser mit insgesamt 134 Wohnungen in Zürich, Horgen und Bern. Im Zeitraum Oktober 2019 bis April 2022 dokumentierten sie den Zustand der insgesamt 752 Fenster: Mit fotografischen Aufnahmen im 15-Minuten-Takt stellten sie fest, ob die Fenster mit Storen verdunkelt waren oder nicht. Gleichzeitig wollten sie wissen, ob die Fenster geöffnet oder geschlossen waren. Ursprünglich sollten hierfür Wärmebildkameras eingesetzt werden. Weil diese Bilder aber keine verlässlichen Schlüsse zuließen, wurden ausgewählte Fenster mit Kontakt-Öffnungssensoren ausgerüstet. Ergänzend wur-



Heizwärmeverbrauch in Abhängigkeit von der Aussentemperatur für 40 Mehrfamilienhäuser: Die realitätsnahen Werte (blau und gelb) liegen deutlich höher als die Werte, die der Berechnung des Energie-nachweises zugrunde gelegt werden (grau). Grafik: Schlussbericht VenT-Sol



de bei allen Wohnungen das Innenklima (Raumlufttemperatur, relative Feuchte, CO₂-Konzentration) und der Heizwärmeverbrauch aufgezeichnet.

Korrelation mit der Aussentemperatur

Mit dieser Versuchsanordnung konnten die VenTSol-Forschenden nachweisen, dass im Frühling und im Herbst nicht nur mehr gelüftet wird, sondern dass in dieser Zeit auch die Storen häufig geschlossen sind. Dabei entdeckten die Forschenden einen erstaunlich simplen Zusammenhang: Das Fensteröffnen und das Storenschliessen geschieht im Gleichschritt mit der Aussentemperatur. Anders formuliert: Je mehr die Aussentemperatur steigt, desto mehr werden die Fenster geöffnet und die Storen geschlossen. Zwischen Fensteröffnen/Storenschliessen und Aussentemperatur besteht also eine Korrelation. Keinen solchen Zusammenhang fanden die Forschenden hingegen, wenn sie das Fensteröffnen/Storenschliessen mit anderen Aussenklima-Werten wie Niederschlag oder Solarstrahlung in Beziehung setzten.

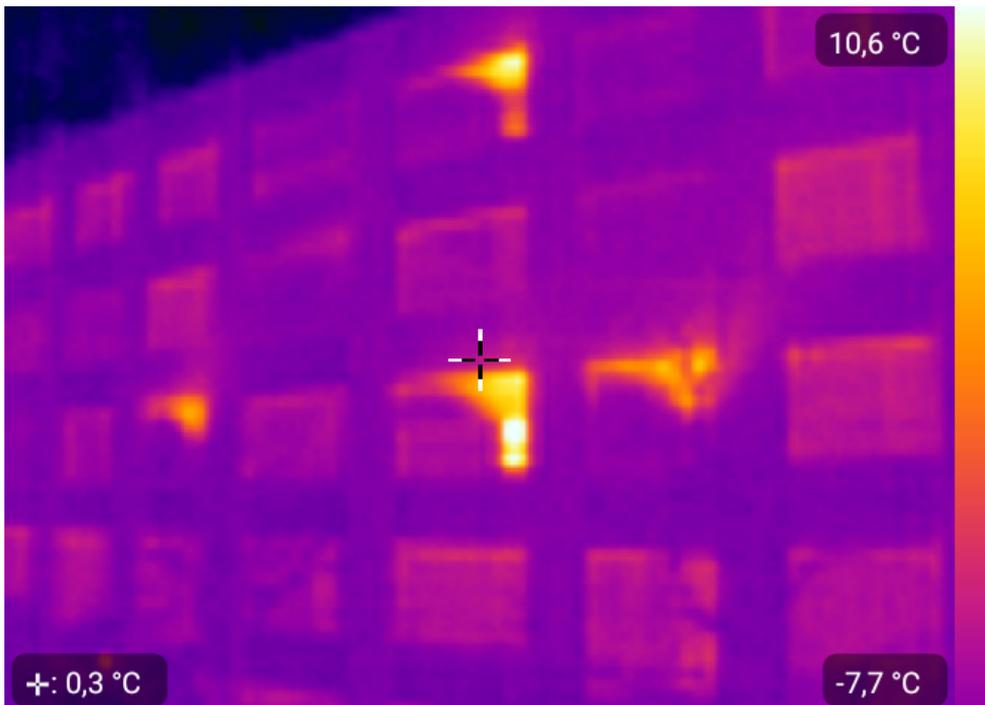
«Es gibt viele Gründe, warum Menschen die Fenster öffnen und Storen schliessen. In unserer Studie haben wir nicht di-

Vergleich des Heizwärmeverbrauchs gemäss SIA-Norm (Abbildung oben) und in der Realität (Abbildung unten). In der Realität ist der Heizwärmebedarf deutlich grösser, und die solaren Gewinne sind deutlich kleiner. Das Nutzerverhalten fällt bei neuen Gebäuden mehr ins Gewicht, weil diese viel besser wärmegeklämt sind als ältere Gebäude. Grafik: Schlussbericht VenTSol

rekt diese Gründe untersucht, aber wir konnten zeigen, dass dieses Verhalten mit steigenden Aussentemperaturen zunimmt», sagt Studienleiter Igor Bosshard. Wer Fenster öffnet und Storen schliesst, erhöht in der Regel den Bedarf an Heizenergie, denn offene Fenster lassen kalte Aussenluft in die Wohnung strömen. Das Schliessen der Storen bei Sonnenschein wiederum reduziert die solaren Wärmegevinne. Die aus diesen Verhaltensweisen hervorgehenden Mehrverbräuche sind in den Berechnungen des Energieausweises heute nicht angemessen berücksichtigt, wie Bosshard sagt: «Die beiden Faktoren tragen ganz wesentlich zum Energy Performance Gap bei – dies neben der Tatsache, dass die Menschen im Winter durchschnittlich lieber auf 23 heizen statt auf die 20 Grad, die in der Planungsnorm zugrundegelegt wurden.»

Zusatzinfo zum Energienachweis

Will man den Energieverbrauch gemäss Energienachweis und den tatsächlichen Energieverbrauch in Einklang bringen, gibt es im Prinzip zwei Wege: Man kann versuchen, die Menschen zu einem energiesparenden Verhalten anzuhalten – oder man verändert die Berechnung des Energienachweises. Will man den zweiten Weg einschlagen, leistet die OST-Stu-



Fassadenausnahme mit einer Wärmebildkamera: Helle Flächen zeigen offene Fenster. Der Eintrag kühler Luft bei geöffneten (Kipp-) Fenstern fällt bei gut gedämmten Gebäuden relativ stark ins Gewicht. Foto: VentSol

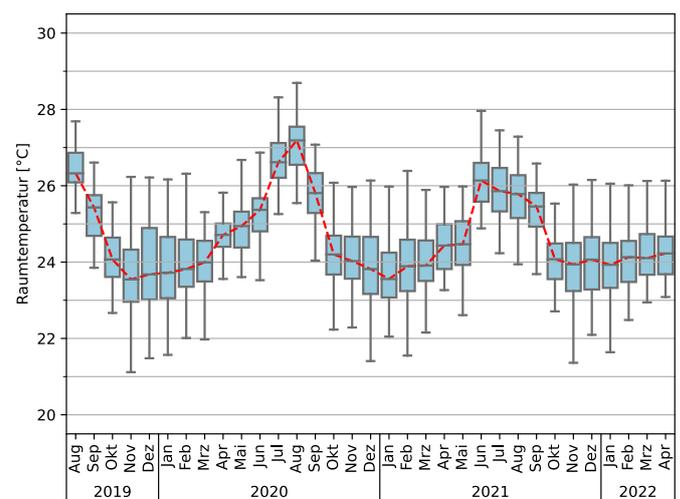
die eine gute Grundlage, wie Wissenschaftler Igor Bosshard ausführte: «Unsere Studie stellt ein einfaches Verfahren bereit, um das Nutzerverhalten realitätsnah einzubeziehen, wenn man den Bedarf an Heizenergie mit dynamischen Gebäudesimulationen wie IDA ICE oder statischen Methoden berechnet.» Da das Benutzerverhalten bei Fensteröffnen und Storesschliessen in direkter Abhängigkeit zur Aussentemperatur steht, lässt sich die Heizenergie durch Einführung eines Korrekturfaktors realitätsnah berechnen.

Die Studie der Ostschweizer Fachhochschule stellt somit eine Grundlage bereit, um den Energiebedarf von Wohngebäuden in Zukunft realitätsnah zu ermitteln. Ob die Berechnung im Energienachweis allerdings in diesem Sinn angepasst wird, bleibt zur Zeit offen. Dafür müsste nämlich zum einen die Berechnungsnorm SIA 380/1 des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins (SIA) angepasst werden. Ausserdem müssten die Kantone zustimmen, soll die Berechnung des Energienachweises modifiziert werden. Angesichts solcher Hürden werben die Studienautoren im VentSol-Schlussbericht für einen pragmatischen Weg: «Wir schlagen vor, dass in Zukunft zumindest die Möglichkeit geboten wird, dass in der SIA 380/1-Berechnung (z.B.: «Optimierung / Messwertvergleich») die Option besteht, ein realistisches Nutzerverhalten auszuwählen. Im Gegensatz zu den Methoden aus der Literatur ist der Ansatz aus dem VentSol-Projekt einfach umzusetzen und kann praktisch in jedes Berechnungspro-

gramm integriert werden.» So umgesetzt wäre die Zusatzinformation weiterhin nicht relevant für das Baugesuch, aber der Gebäudenutzer wüsste, mit welchem Heizenergieverbrauch er tatsächlich zu rechnen hat.

Erdsondenfelder im Blick

Für Planer und Gebäudenutzer ist das Wissen um den tatsächlichen Energieverbrauch in mehrerer Hinsicht wichtig. Die OST-Wissenschaftler verweisen in diesem Zusammen-



VentSol-Auswertung der Raumtemperatur in 46 Wohnungen: Die Temperaturen liegen deutlich über den 20 °C, die die SIA-Norm den geltenden Berechnungen zugrunde legt. Grafik: Schlussbericht VentSol

hang auf die heute vielfach eingesetzten Wärmepumpen, die Wärme aus Erdsonden beziehen. Wird der Energiebedarf einer Heizung aufgrund unzuverlässiger Berechnungen unterschätzt, besteht nämlich die Gefahr, dass dem Boden zuviel Wärme entzogen wird und dieser mittelfristig auskühlt. Nur wenn der Wärmebedarf korrekt eingeschätzt wird, kann dieser unheilvollen Entwicklung durch eine tiefere Verlegung der Erdsonden oder durch die Regeneration des Erdsondenfeldes entgegengewirkt werden.

- Der **Schlussbericht** zum Projekt «VenTSol – Erfassung des Benutzerverhaltens bezüglich Lüftung, Raumtemperatur und Verschattung in Abhängigkeit des Aussenklimas» ist abrufbar unter:
<https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=44235>
- **Auskünfte** zu dem Projekt erteilt Nadège Vetterli (nadege.vetterli@lanex.ch), externe Leiterin des BFE-Forschungsprogramms Gebäude und Städte.
- Weitere **Fachbeiträge** über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Gebäude und Städte finden Sie unter www.bfe.admin.ch/ec-gebaeude.

KÄLTEGEFÜHL GROSSER FENSTER

Im Rahmen der VenTSol-Studie führte das Beratungsbüro econcept AG eine Befragung zum Heizverhalten und Wohlbefinden durch. Dabei zeigte sich unter anderem, dass Bewohnerinnen und Bewohner von Neubauten sich in ihren Wohnungen nicht immer behaglich fühlen, obwohl die Räume vergleichsweise hohe Raumtemperaturen aufweisen. Die Ergebnisse der Befragung legten nahe, «dass die Bauweise (z.B. Fenstergrösse etc.) auch mit relativ hohen Raumtemperaturen zu ungenügendem Komfort führen kann», hält das Studienteam im Schlussbericht fest. Diese Beobachtung legt nahe, dass grosse Fenster nicht nur hohe Wärmegewinne ermöglichen, wie man es gemeinhin erwartet, sondern mitunter auch den Heizenergiebedarf erhöhen, weil die Bewohner und Bewohnerinnen die Raumtemperatur aufgrund der grossen Fensterfläche offenbar als ungenügend empfinden.