

Energetischer Fingerabdruck von Gebäuden

Mit der Entwicklung moderner, prädiktiver Gebäudetechnik soll eine Effizienzsteigerung beim Energieverbrauch erzielt werden. Am Institut für Gebäudetechnik und Energie der Hochschule Luzern, Technik & Architektur (HSLU), wird an dieser Thematik geforscht. Den aktuellen Stand der Forschungsarbeiten erläutert Axel Seerig, Professor für Bauklimatik und Gebäudesimulation.

Interview: Monika Schläppi, Foto: zvg

Seit wann beschäftigen Sie sich mit dem Energetischen Fingerabdruck von Gebäuden?

Axel Seerig: Ich habe im Jahr 2000 damit angefangen, und zwar für die RWE Energie AG. Zu dieser Zeit, 1999, fand in Deutschland die Liberalisierung des Strommarktes statt. Zwei meiner Hauptkunden waren in Essen bei RWE. RWE musste plötzlich im Zusammenhang mit der Liberalisierung des Strommarktes typische Stromprofile als Lastprognose erstellen. Da ich mich damals bereits mit der Thematik beschäftigt habe, wurde ich angefragt, ob ich Simulationen erstellen könnte. Ich sollte für ein Gebäude herausfinden, wie viel Strom es konsumiert. RWE kannte zwar den Stromkonsum des Gebäudes, sie kannten allerdings das Gebäude nicht. Die Herangehensweise erfolgte sozusagen rückwärts. Damals habe ich angefangen, aus Messdaten typische Profile zu erstellen und den Gebäuden zuzuordnen. Diese Idee hat mich bis heute verfolgt.

Was ist der Unterschied zwischen einem Fingerabdruck und einem Fussabdruck bei einem Gebäude?

Der Fingerabdruck charakterisiert ein Gebäude inklusive seiner Nutzer. Der Fussabdruck hingegen bewertet ein Gebäude aus ökologischer Sicht.

Wird der Fingerabdruck in einem Label festgehalten?

Es geht bei dem Fingerabdruck vor allem um die Frage, welche Parameter erhalte ich, die dieses Objekt beschreiben.

Diese sind völlig neutral und sagen mir: so verhält sich das Gebäude. Wenn ich ein Gebäude etikettiere, dann ordne ich es ein. In dem Zusammenhang stellt sich dann die Frage, was ist für ein Gebäude normal. Wenn ich das weiss, kann ich etikettieren, ob es sich über oder unter der Norm verhält.

Für den Fingerabdruck, den wir aufgrund von IST-Werten oder Messwerten bestimmen, sind zunächst einmal neutrale Informationen notwendig, die das Objekt beschreiben. Um das herauszufinden, modellieren wir am Computer dieses Gebäude. Dann simulieren wir das Verhalten unter idealen Bedingungen. Das heisst, das Gebäude besitzt eine ideale Nutzung, die Nutzer verhalten sich entsprechend der Norm, die Heizungsanlagen laufen, die elektrischen Anlagen sind in Betrieb. Auch im Wissen, dass Parameter wie das Wetter eine entsprechende Schwankung besitzen. Daraus ergibt sich das Normgebäude. Dann können wir den Fingerabdruck «IST» mit dem Fingerabdruck «NORM» vergleichen und sehen, ob das Gebäude entsprechend der Norm oder von dieser abweichend funktioniert. Wenn ich die Informationen einfach nur aufnehme, handelt es sich um einen neutralen Parameter.

Diese Parameter wurden für unterschiedliche Gebäude festgelegt?

Wir haben durch Simulationen am Computer herausgefunden, was die relevanten Parameter sind. Ob es zum Beispiel die Hülle, die Nutzung, das Betriebsverhalten oder die Verschattungseinrichtung sind. Prinzipiell sind

diese Parameter für alle Gebäude gleich, manche sind allerdings für Bürogebäude relevanter, beispielsweise bei der Kühlung oder der Storensteuerung. Im Wohnbau ist hingegen die Heizungsanlage wichtiger. Deshalb haben wir für jeden Gebäudetyp unterschiedliche, relevante Parameter identifiziert.

Wie viele unterschiedliche Gebäudetypen gibt es?

Dafür haben wir uns am Branchenindex orientiert. Das sind Bürogebäude, Verwaltung, Gewerbebauten etc., alles in allem sind es etwa 15 bis 20 Typen. Diese lassen sich sinnvoll und klar unterscheiden, auch wenn in der Realität oft Mischnutzungen vorhanden sind.

Wie und wann werden die Simulationen auf reale Gebäude übertragen? Geschieht das parallel?

Es ist das Ziel, dass die Simulation parallel geschieht. Meine Messdaten von einem Bürogebäude, bezüglich Wärme, Kälte und elektrischem Strom, stellen den IST-Fingerabdruck dar, das IST-Verhalten. Daraus werden die IST-Parameter berechnet. Parallel dazu bilde ich dieses Gebäude im Computer ab und führe eine Simulation über das Verhalten des Gebäudes durch. So stelle ich fest, ob es eine Übereinstimmung gibt oder nicht. Das ist der Unterschied zwischen dem «IST» und dem «SOLL». Das «SOLL» ist der theoretische Wert, der sich ergeben müsste. Wenn die Werte deutlich neben der Norm liegen, ist wahrscheinlich irgend etwas nicht in Ordnung.

So sieht man sofort, wo Verbesserungen notwendig sind?

Wenn der Stromverbrauch im Sommer eklatant neben dem berechneten Wert liegt, deutet das darauf hin, dass die Kühlung oder Lüftung nicht richtig funktioniert. Ich bin aber damit noch nicht in der Lage, die Ursachen eindeutig zu identifizieren, aber ich kann gewisse Trends und Zusammenhänge erkennen. Das erspart mir allerdings nie die Kontrolle vor Ort.

Was wollen Sie mit dem Ziel Ihrer Forschungstätigkeit, der Erstellung eines Fingerabdrucks von Gebäuden, erreichen?

Es soll daraus ein massentaugliches Verfahren entstehen, zum Beispiel für Immobilienfirmen mit einem grossen Gebäudeportfolio. Es bringt weder technisch noch volkswirtschaftlich etwas, wenn ich nur bei fünf oder zehn Gebäuden eine Stichprobe durchführe und darauf basierend über Verbesserungsmaßnahmen entscheide. Wichtig ist, dass ich mit vernünftigem Aufwand in einem Portfolio die Gebäude identifizieren kann, die ein auffälliges Verhalten aufweisen, um dann den Fokus auf diese Gebäude zu richten.

Es ist also ein einfaches Verfahren notwendig, mit dem ich eine grosse Anzahl von Gebäuden erreiche. Damit kann ich identifizieren, welche Gebäude ein Verhalten aufweisen, das von der Norm abweicht. Und nicht primär, welche Gebäude einen hohen oder einen tiefen Energieverbrauch haben. Es kann sein, dass bei einzelnen Gebäuden die Kühlparameter anders eingestellt sind. Oder sich in einem Verkaufslokal Kleinkälteanlagen befinden. Dann kann ich dort einen Techniker hinschicken, der die Situation überprüft.

Welche Informationen können dargestellt werden?

Ob Strom, Wärme oder sonstiges, ich kann mir jeden mich interessierenden Parameter anzeigen lassen.

Wird daraus eine eigenständige Software entstehen? Oder gibt es bereits eine Zusammenarbeit mit Herstellern, die diese Erkenntnisse in ihre Systeme einfließen lassen?

Es ist keine Software, sondern es sind Algorithmen. Das sind gewisse Vorschriften und Regeln für die Berechnung von Fingerabdrücken. Der Kern unserer Forschung ist die Erstellung von Algorithmen, der Regeln sozusagen. Alles das zusätzlich erfolgt, ist Fleiss-

arbeit auf hohem Niveau, was auch andere erledigen können.

Es gibt grosse Firmen wie z. B. Credit Suisse, die Stadt Zürich oder Migros, die ein ausgefeiltes Liegenschaftsmanagement pflegen. Diese Firmen können die Algorithmen in ihre Liegenschaftssysteme implementieren. Dabei unterstützen wir die Firmen, die solche Systeme erstellen und anbieten. Es wird vielleicht auch kleinere Firmen geben, die wir bei der Erstellung der Software beraten können.

Wie werden die Normalwerte für die Simulationen der einzelnen Gebäude eingegeben?

Das Gebäude wird realitätsnah dreidimensional modelliert. Mit einem CAD, wie es in der Architektur üblich ist, und mit den Eigenschaften der verwendeten Materialien sowie Bauteile etc. Hinzu kommen die Personenprofile, die anzeigen, wie der Raum genutzt wird. Auch die technischen Anlagen werden im Detail berücksichtigt und zum Schluss kommen die Wetterdaten dazu. Dies dient uns dann als Grundlage für unsere Simulationen.

Wird eine spezielle Software dazu verwendet?

Wir verwenden eine Software für Gebäudesimulation, die wir jedoch mit verschiedenen Tools erweitert haben. Ich will damit ausdrücken, dass wir das Rad nicht neu erfunden haben. Im Endeffekt tun diese Tools nichts anderes, als physikalische Gleichungen lösen. Rein theoretisch müsste aus jedem kommerziellen Simulationsprogramm mit den gleichen Gebäuden das gleiche Ergebnis herauskommen.

Das bedeutet, die Software ist problemlos für allfällige Kunden adaptierbar?

Absolut.

Inwieweit muss der spätere Anwender das Tool noch weiter verfeinern?

Wir haben Algorithmen mathematisch beschrieben und auch als Software in einem ingenieurtechnischen Simulationsprogramm für uns zum Testen abgebildet. Wenn eine grössere Firma daran Interesse haben sollte, werden wir sicherlich die Ergebnisse zur Verfügung stellen und sie bei der Implementierung unterstützen. Da Firmen wie Migros, Roche oder Swisscom unterschiedliche Ansprüche an ihre Gebäude stellen, muss die Anwendung auf die jeweiligen Gegebenheiten adaptiert werden.

Für kleinere Firmen wie Immobilienverwaltungen, könnte ich mir gut die Entwicklung eines eigenständigen Tools vorstellen. Diese Software könnte dann von den Firmen selber an die jeweiligen Gegebenheiten angepasst werden.

Erfordern solche Aufträge auch vom Forscherteam eine längerfristige Begleitung?

Das würde ich mir wünschen. Für die anwendungsorientierte Forschung ist die Praxisnähe wichtig. Es geht darum, die Erfahrungen in der Praxis in die weitere Entwicklung zu integrieren und neue Erkenntnisse in neue Forschungsfragen einzubauen. Wenn wir beispielsweise reale Ergebnisse erhalten, sind wir auch in der Lage, die entwickelten Regeln und Modelle zu verifizieren. So könnten wir auch die Software weiterentwickeln.

An welchen Gebäudetypen wurde bisher geforscht?

Zu Anfang wollten wir nicht zu viele unterschiedliche Typen behandeln. Deshalb haben wir uns zuerst auf die gängigen, relevanten Gebäudetypen konzentriert wie Bürogebäude, Wohngebäude, Schulen und öffentliche Verwaltungsgebäude. Vor allem die Stadt Zürich hat uns dafür verdankenswerterweise sehr viele Daten zur Verfügung gestellt.

Wie sieht der nächste Schritt aus?

Als nächsten Schritt möchten wir unsere Ideen unter verschiedenen Gegebenheiten testen. Wir sind von unserem Vorgehen überzeugt, aber der Teufel steckt ja bekanntlich im Detail. Es kann sein, dass wir Anpassungen vornehmen müssen. Dann werden wir nach und nach weitere Gebäudetypen in unsere Berechnungen miteinbeziehen.

Wie ist der aktuelle Stand der Forschungsarbeiten?

Die Forschungsarbeiten werden im Rahmen der Forschung des Swiss Competence Center for Energy Research on Future Energy Efficient Buildings & Districts (SCCER FEEB&D) durchgeführt. Dies ist eines von sieben Kompetenzzentren, die ins Leben gerufen wurden, um die für die Umsetzung der Energiestrategie 2050 nötigen Grundlagen zu erforschen. Am SCCER FEEB&D sind neben der Hochschule Luzern vor allem die Empa, die ETH und weitere Universitäten sowie Fachhochschulen beteiligt. Finanziert werden die Arbeiten durch den Bund, durch die beteiligten Forschungsinstitutionen und durch die Wirtschaft. Das Programm läuft seit vier Jahren und soeben wurde die zweite Phase, die nochmals vier Jahre dauert, gestartet. In der ersten Phase haben wir die Grundidee des «Fingerabdrucks» entwickelt, die nun in der zweiten Phase konkretisiert und praxisreif gemacht werden soll. ■



Zur Person

Axel Seerig (54) ist Professor für Bauklimatik und Gebäudesimulation am Institut für Gebäudetechnik und Energie an der Hochschule Luzern. Dort lehrt und forscht er auf den Gebieten Thermodynamik, Simulation, Bauklimatik und Gebäudesteuerung.

Seerig studierte Verfahrenstechnik an der Technischen Universität Magdeburg und promovierte auf dem Gebiet der Thermodynamik an der Technischen Universität Berlin. Nach seiner Tätigkeit in der Energietechnik arbeitete er zehn Jahre als selbstständiger Consultant für dynamische Gebäude- und Anlagensimulation in Energieeffizienzprojekten.

In seiner Forschung beschäftigt sich Axel Seerig mit der Entwicklung von nachhaltigen Gebäude- und Energiekonzepten, Systembetrachtungen mittels Gebäudesimulation sowie dynamischen Regel- und Steuerungssystemen für Gebäude und Areale. Vor dem Wechsel zur Hochschule Luzern leitete er vier Jahre die Abteilung Bauklimatik und Simulationen bei der Gruner AG in Basel.

Seerig ist Mitglied des SIA, des VDI und Vorstandsmitglied des Schweizer Ablegers der International Building Performance Simulation Association (IBPSA-CH).