



Foto: e&u energiebüro, Bielefeld

Zwar gibt es immer mehr Schulen, die einen sehr hohen Effizienzstandard aufweisen, allerdings mehrten sich parallel dazu auch die Beschwerden aufgrund schlechter Raumluftqualität. Um diesem sich abzeichnenden schlechten Image entgegenzuwirken, wurden in dem Projekt „Passivhausschulen werden aktiv“ das Nutzerverhalten und das Raumklima an 27 energieeffizienten Schulen untersucht.

Die richtigen Lehren ziehen

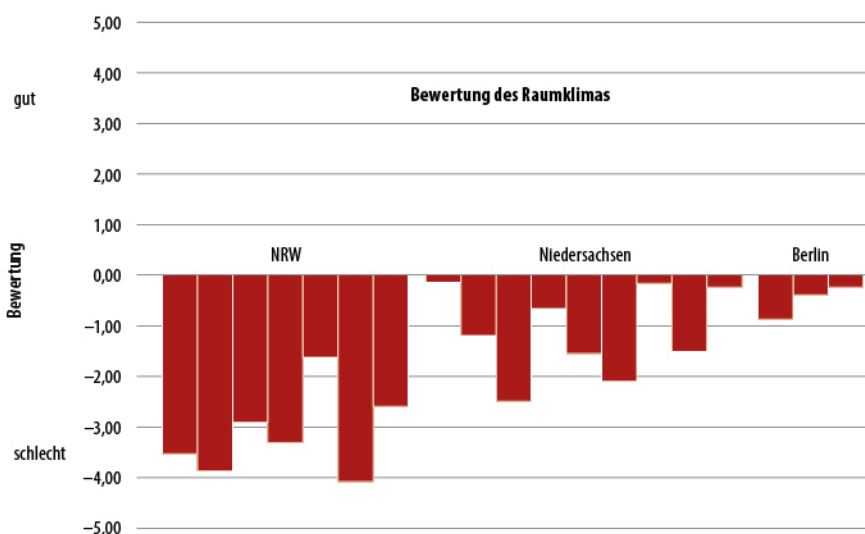
RAUMKLIMA UND NUTZERVERHALTEN IN HOCHEFFIZIENZSCHULEN Das Pariser Klimaabkommen lässt sich nur dann erfolgreich umsetzen, wenn wir klimaneutrale Gebäude errichten oder den in die Jahre gekommenen Bestand entsprechend sanieren. Andererseits klagen viele Nutzer über das Raumklima, speziell in besonders effizienten, automatisierten Schulen und Verwaltungsgebäuden. Die Klimaneutralität lässt sich indes nicht gegen den Widerstand der Nutzer durchsetzen. Um dieses Problem zu lösen, hat die Nationale Klimaschutzinitiative ein Projekt gefördert, das sich mit der Schnittstelle von Technik und Nutzerverhalten auseinandersetzt. Michael Brieden-Segler

„Passivhausschulen werden aktiv“ – dieser Titel steht für ein gemeinsames Projekt der e&u energiebüro gmbh (Bielefeld), der werk-statt-schule (Hannover) und des Unabhängigen Instituts für Umweltfragen e.V. (Berlin). Die drei Partner analysieren das Nutzerverhalten und das Raumklima in 27 energieeffizienten Schulen in Berlin, Niedersachsen und im nördlichen NRW (Westfalen). Gefördert wird diese Untersuchung durch die nationale Klimaschutzinitiative (NKI) des BMUB. Der erste Schritt des Projektes umfasst Messreihen zur Raumluftqualität in Klassenräumen, Umfragen bei Lehrern und Schülern zu deren Bewertung der Raumluftqualität sowie die Analyse von Fehlern bei der Planung und Umsetzung insbesondere der Lüftungs- und Verschattungsanlagen. Im zweiten Schritt werden zusammen mit den Bauverwaltungen und den Nutzern Mängel gezielt beseitigt. Eine Good-Practice-Broschüre soll zur Aufklärung der Problematik beitragen, zu-

dem werden Fortbildungen für Gebäudeverwaltungen, Planer und Lehrer ausgearbeitet und durchgeführt.

Die Ausgangslage

In den vergangenen Jahren sind in vielen Städten Neubauten oder Sanierungen auf Passivhausniveau oder in einem sehr hohen Effizienzstandard errichtet worden. Man hat Lüftungsanlagen installiert und die Beleuchtung sowie die Gebäudetechnik automatisiert. Mittlerweile zeigt sich jedoch, dass sich zahlreiche Nutzer beschweren, insbesondere was die Raumluftqualität angeht. Hinzu kommt, dass sich bei den Kommunen eine spürbare Unsicherheit beim Gebäudemanagement breitmacht, was die Optimierung der Anlagentechnik angeht. Ist die Bauabnahme erfolgt, werden die Mitarbeiter des Gebäudemanagements oft mit den Problemen und den Nutzerbeschwerden allein gelassen. Das hat inzwischen zur Folge, dass energetisch hocheffi-



1 Die befragten Lehrerinnen und Lehrer waren mit dem Raumklima in ihren Schulen auffallend unzufrieden – egal ob in sanierten Schulen oder in Neubauten. Besonders schlechte Bewertungen erhielten die Schulen in NRW.

2 Die Messreihe in den Schulen umfasste Raumlufttemperatur, CO₂-Konzentration, Luftfeuchte und Temperatur. Es wurde auch geprüft, ob sich die angestrebten Wärmerückgewinnungsgrade in der Praxis einstellen.



ziente Schulen ein negatives Image bekommen haben und sich erste Schulträger vom Passivhaus verabschieden.

Unzufriedenheit bei Lehrerinnen und Lehrern

In der Lehrerumfrage wurde zunächst nach der allgemeinen Zufriedenheit mit dem Raumklima gefragt. Des Weiteren wurden spezielle Details, unter anderem Luftfeuchte, CO₂-Konzentration, Temperatur und Beleuchtung, aber auch die Art der Einweisung in die neue Technik abgefragt. Mehr als die Hälfte der Lehrerinnen und Lehrer nahmen an der Befragung teil – in der Regel äußerten sich über 70 % des Personals, was ein sehr hoher Wert ist. Auf einer Skala von +5 (sehr gut) bis -5 (sehr schlecht) konnte man die allgemeine Zufriedenheit mit dem Raumklima ankreuzen. Es fiel auf, dass in allen Schulen das Raumklima negativ bewertet wurde (Abb. 1). Das war eine echte Überraschung, da die Schulen überwiegend Neubauten oder zumindest komplett saniert sind; zu erwarten war eher eine tendenzielle Zufriedenheit, da das Raumklima in alten, unsanierten Schulen bekanntermaßen schlecht ist.

Auffällig ist die dramatisch schlechte Bewertung in NRW, während die Lehrer/innen in Berlin in der Nähe des mittleren Wertes lagen. Die niedersächsischen Schulen lagen dazwischen. Da sich die Messergebnisse bezüglich der Raumluft nicht unterschieden und auch die Qualität der Bauausführung ähnlich war, ist zu vermuten, dass sachfremde, externe Faktoren zu dieser Bewertung führen.

Dies kann eine allgemeine Unzufriedenheit mit der schulpolitischen Situation sein und in der Folge dazu führen, dass das Raumklima als „Blitzableiter“ für allgemeine Unzufriedenheit dient. Diese Vermutung stützt die Tatsache, dass die Information und Einweisung in die neuen Techniken in den westfälischen Schulen signifikant öfter vorgenommen worden war als

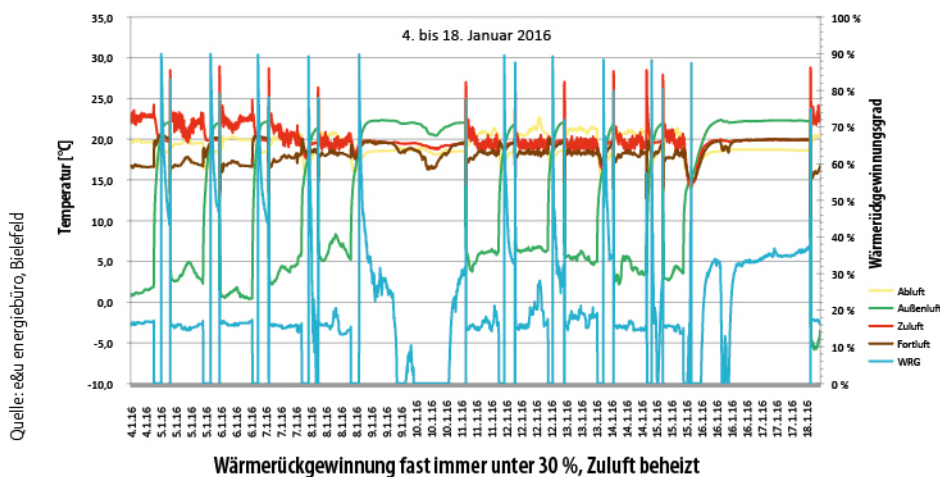
in Berlin oder Niedersachsen. Eine besondere Unzufriedenheit ergab sich bei den sommerlichen Temperaturen.

Messergebnisse

In einer Messreihe nahmen die Projektpartner gleichzeitig die Raumluftparameter (Abb. 2), CO₂-Konzentration, Luftfeuchte und Temperatur unter die Lupe. Zudem wurde geprüft, ob sich die angestrebten Wärmerückgewinnungsgrade der Lüftungsanlagen in der Praxis einstellen. Es zeigte sich, dass die Messergebnisse nur teilweise mit den Einschätzungen der Nutzer übereinstimmen:

- Die Raumtemperaturen im Winter lagen bei 20 bis 21 °C, was die allermeisten Nutzer als akzeptabel bewerteten.
- Die Raumluftfeuchte war im Winter deutlich zu niedrig; dies wurde auch von den Nutzern bemängelt.
- Die CO₂-Werte lagen mit 800 bis 1200 ppm sehr niedrig. Nur in einem Fall lagen sie aufgrund einer ausgefallenen Lüftungsanlage bei über 3000 ppm. Trotzdem schätzte das Lehrpersonal die CO₂-Werte in der Umfrage als deutlich zu hoch ein.
- In fast allen Schulen wurden zu hohe Temperaturen im Sommer beklagt, was die Messungen auch bestätigten. Es zeigten sich deutliche Mängel bei der nächtlichen Raumkühlung durch Lüftungsanlagen; insbesondere zentrale Lüftungsanlagen konnten die Räume nicht wie erwartet abkühlen.
- Der Wärmerückgewinnungsgrad der Lüftungsanlagen lag in den meisten Fällen deutlich niedriger als in den zugrunde gelegten Ausgangsberechnungen. Zum Teil lagen die Werte unter 30 % (Abb. 3), was die energetische Effizienz in Anbetracht des zusätzlichen Strombedarfs für Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung zunichte macht und somit die Sinnhaftigkeit des Konzeptes infrage stellt.

Beispiel Lüftungsanlage 4



3 Der Wärmerückgewinnungsgrad der Lüftungsanlagen unterschreitet in der Praxis häufig deutlich die Ausgangsberechnungen – die blaue Linie zeigt, dass die gemessenen Werte teilweise unter 30 % lagen.

Sommerlicher Wärmeschutz

Das größte Problem bei hocheffizienten Schulen sind Überhitzungen im Sommer, aber auch schon in der Übergangszeit. Die Messungen haben gezeigt, dass die Kühlung durch nächtliche Durchströmung insbesondere bei zentralen Lüftungsanlagen nur unbefriedigende Ergebnisse liefert. Die maßgebliche Ursache liegt sehr wahrscheinlich darin begründet, dass als Zulufttemperatur mindestens 18 °C vorgegeben wird, um die Anlagen zu schützen (Kondensation). Strömt kältere Außenluft ein – was im Sommer erwünscht ist – schaltet sich die Wärmerückgewinnung ein; zum Teil wurde sogar nachgeheizt. Damit ist eine effektive Nachtkühlung aber unmöglich; der Aufheizeffekt des Tages kann lediglich gebremst werden.

Auf die Mischung kommt es an: CO₂ und rel. Feuchte

Damit Schadstoffe sicher und gezielt aus dem Raum befördert werden können, ist eine ausreichende Lüftung unabdinglich. Leitparameter ist hierbei CO₂. Gleichzeitig wird die Raumluft auf 20 bis 21 °C aufgewärmt. Da aber kalte Außenluft wenig Wasser enthält, führt ein zu hoher Luftwechsel bei hohen Raumlufttemperaturen zu einer trockenen und damit ungesunden Raumluft. Trockene Raumluft haben Lehrerinnen und Lehrer in nahezu allen Schulen bemängelt, was die Messungen auch untermauerten. In Schulen, in denen sich CO₂-Werte von

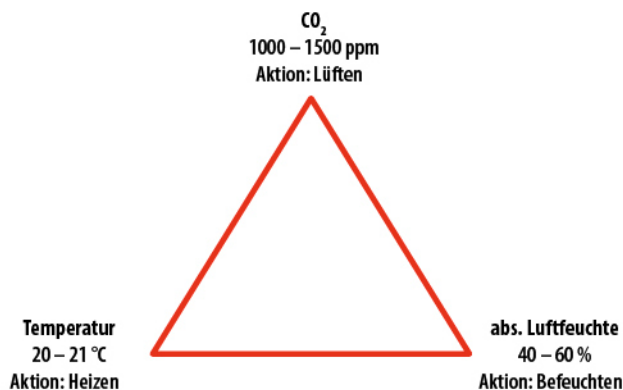
weniger als 1000 ppm ergaben, lag die relative Luftfeuchte zum Teil unter 30 %. Eine angenehme Lufttemperatur erreicht man durch Beheizung. Die Raumluftbefeuchtung erfolgt durch die Wasserabgabe der Menschen im Raum, und die angemessene CO₂-Konzentration wird durch den Luftwechsel gewährleistet. Eine Optimierung auf einen Parameter, etwa nach dem Motto „je geringer die CO₂-Konzentration, desto besser“, ist offensichtlich kontraproduktiv und wird als unangenehm empfunden. Demgegenüber zeigt sich, dass ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Temperatur, Raumluftfeuchte und CO₂-Konzentration anzustreben ist (Abb. 4).

Wie geht es weiter?

Die nächsten Schritte im Projekt „Passivhausschulen werden aktiv“ sind nun

- die exemplarische Beseitigung von Mängeln in enger Zusammenarbeit mit der jeweiligen Gebäudewirtschaft und den Schulen,
- die Optimierung der Lüftungsanlagen,
- die Erarbeitung einer Good-Practice-Broschüre,
- die Durchführung von Fortbildungen sowie
- eines Wettbewerbs pädagogischer Projekte in energieeffizienten Schulen.

Diese Ergebnisse werden bis Ende 2017 vorliegen. ■



4 Das „magische Dreieck“ des guten Raumklimas zeigt die idealen Werte für CO₂, Feuchte und Temperatur und benennt die fälligen Aktionen, wenn die jeweiligen Werte im kritischen Bereich liegen. (Quelle: e&u energiebüro, Bielefeld)

Michael Brieden-Segler

ist Geschäftsführer der e&u energiebüro gmbh, einem Energieberatungsbüro mit 11 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern mit Sitz in Bielefeld. Zu seinen beruflichen Schwerpunkten gehört das Erstellen von kommunalen Energie- und Klimaschutzkonzepten, Energieanalysen von größeren Nichtwohngebäuden sowie nutzerorientierten Energiesparprojekten. Dabei steht die Schnittstelle von Technik und menschlichem Verhalten besonders im Fokus. Er tritt zudem als Referent und Seminarleiter in Kooperation mit Bildungseinrichtungen sowie Energieagenturen mehrerer Bundesländer auf und wirkt als Fachautor u. a. auch im Online-Portal „EnEV-Online“.

