

# Automatische Storen sparen Energie

**Manuell bediente Storen werden oft unzweckmässig benutzt, was unnötig viel Beleuchtungsenergie kostet. Dank Automatisierung lässt sich der Zeitraum, in dem Büroräume ohne Kunstlicht auskommen, verlängern. Das bringt erhebliche Energieeinsparungen, wie eine Untersuchung des Lausanner Planungsbüros Estia SA zeigt. Die Studie gehört zu einer Reihe von Forschungsarbeiten, die Impulse zur laufenden Überarbeitung der SIA-Norm 380/4 liefern.**



*Bernard Paule hat mit seinem Planungsbüro Estia SA in Lausanne die Nutzung von Storen in Bürogebäuden untersucht. Foto: Bertrand Cottet*

Jane-Lise Schneeberger, im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE)

In der Schweiz sind praktisch alle Verwaltungsgebäude mit Storen ausgerüstet, mit welchen sich der Einfall des natürlichen Tageslichts regulieren lässt. Aber wird diese Sonnenschutz-Einrichtung von den Bürobekanntern auch zweckmässig eingesetzt? Diese Frage hat das Lausanner Planungsbüro Estia SA in einer Studie im Auftrag des BFE beantwortet. Das Spin-off der ETH Lausanne (EPFL) hat in der Untersuchung den Gebrauch manuell bedienter Storen untersucht und abge-

schätzt, wie viel Tageslicht in den jeweiligen Räumen zur Verfügung steht. Das Projekt hatte auch zum Ziel, einen Beitrag zur aktuell laufenden Revision der SIA-Norm 380/4 zum elektrischen Energieverbrauch in den Gebäuden zu leisten.

## **Storen werden selten und unzweckmässig benutzt**

Die Estia-Forscher beobachteten während eines ganzen Jahres die Position der Storen in drei Bürogebäuden, die sich auf dem Gelände des Innovationsparks der EPFL in unmittelbarer Nähe der Estia befinden. Mit Webcams,

## 2 Automatische Storen sparen Energie



Westfassade eines Bürogebäudes, dessen Fenster mit manuell bedienten Storen ausgerüstet sind. Dieses Foto – aufgenommen an einem bedeckten Nachmittag im Jahr 2013 – zeigt, dass die Nutzung der Storen sehr zufällig ist. Nur ein geringer Teil von ihnen befindet sich in einer zweckmässigen Position, also vollständig hochgezogen (rot). Andere sind in der ungünstigsten Position, nämlich vollständig heruntergelassen (blau). In etlichen Büros sind die Lampen eingeschaltet, während die Storen teilweise heruntergelassen sind (gelb). Foto: Estia

die sie auf den Nachbargebäuden installierten, fotografierten sie stündlich insgesamt 125 Fenster, die alle mit manuell bedienten Storen ausgerüstet waren. Eine der Fassaden war zum Osten hin ausgerichtet, eine zweite nach Süden und die dritte nach Westen. Die Kameras machten im gesamten Zeitraum über 500 000 Aufnahmen.

Auf der Grundlage der Fotos hat Estia alle Bewegungen der Storen erfasst – die Positionsveränderungen nach oben und nach unten ebenso wie die Variation der Lamellenneigung. «Die Benutzer sind sehr schlechte Verwalter ihres Sonnenschutzes», schreiben die Autoren der Estia-Studie. So wurden pro Woche und Fenster durchschnittlich gerade einmal 1,74 Bewegungen registriert. Nur 12 % der Bürobutzer veränderten die Position der Storen mehr als vier Mal pro Woche. «Die Leute lassen die Storen herunter, wenn sie durch die Sonne geblendet sind, aber später denken sie nicht mehr daran, sie wieder hochzuziehen», sagt Estia-Direktor Bernard Paule. Die Fotos belegen es: Sehr oft bleiben

die Storen auch bei bedecktem Wetter geschlossen, und die Büronutzer schalten dann das Licht ein, um die fehlende Helligkeit auszugleichen.

Konsequenz dieser sehr zufallsabhängigen Benutzung der Storen: Der durchschnittliche Anteil von verdunkelten Fensteröffnungen ist sehr hoch. Alle Fassaden zusammengenommen waren 57 % der Fensterfläche mit Storen bedeckt (gewichtetes Mittel über das ganze Jahr hinweg). Das Potenzial an Tageslicht wird somit nur sehr begrenzt ausgeschöpft, stattdessen wird viel Kunstlicht benötigt.

### **Norm höher als der tatsächliche Bedarf**

Die Lausanner Forscher haben auch die Menge von Tageslicht errechnet, die in die Büroräume gelangt. Sie haben diese im Stundentakt erhobenen Daten mit der Position der Storen und den Wetterbedingungen in Beziehung gesetzt. Dank Tausenden von Fotos, die während des Eindunkelns aufgenommen wurden, konnten sie auch eruieren, zu welchem Zeitpunkt die Büronutzer die Lampen

### 3 Automatische Storen sparen Energie

einschalteten. Sie haben dabei festgestellt, dass die durch die SIA-Norm vorgegebene Helligkeit – 500 Lux für Büros – deutlich höher liegt als der Wert, den man in der Praxis beobachtet. Mehr als die Hälfte der Nutzer hatte kein Bedürfnis, die Lampen einzuschalten, solange die mittlere Beleuchtung des Raumes bei 150 Lux lag. Diese Diskrepanz kann zu einer deutlichen Abweichung führen zwischen dem tatsächlichen Stromkonsum für die Beleuchtung und dem Konsum, den die SIA-Norm impliziert.

#### **Automatik steuert zweckmässiger**

Der zweite Teil der Studie ging der Frage nach, ob automatisierte Storen zu besseren Ergebnissen führen, als wenn die Storen von den Büronutzern bedient werden. Die Forscher haben den Beitrag des Tageslichts zur Helligkeit der Räume mit zwei Typen von Automatik simuliert. Der erste – genannt «Continuous» – gewährleistet eine kontinuierliche Steuerung: Wenn Sonne auf die Fassade scheint, werden hier stündlich die Storen geschlossen; ist das Wetter bedeckt, werden sie geöffnet. «Das ist eine sehr gutes Instrument, aber es wird selten gebraucht, weil die ständigen Bewegungen der Storen die Nutzer stört», sagt Bernard Paule. Der zweite Automatik – genannt «Reset» – öffnet die Storen zweimal täglich, wenn die Beschäftigten gerade nicht in ihren Büros sind. Das ist weniger aufdringlich und wird in der Regel besser akzeptiert.

In beiden Fällen war das Resultat deutlich besser als ohne automatische Steuerung. Waren die Lampen in Räumen, wo die Nutzer die Storen manuell bedienten, während 2412 Stunden pro Jahr eingeschaltet, waren es mit der «Continuous»-Automatik 1930 Stunden. Das entspricht einer Senkung von 20 %. Mit «Reset»-Automatik waren es 2010 Stunden (-17 %). Diese Abschätzungen beruhen auf der Anforderung von 500 Lux Helligkeit in den Büros, wie sie die SIA-Norm festlegt. Legt man den realitätsnäheren Wert von 150 Lux zugrunde, fällt der Vorteil noch einmal grösser aus: In diesem Fall reduziert

«Continuous» die Zeit mit Kunstlicht um 35 % und «Reset» um 27 %.

#### **Bedeutendes Energiesparpotenzial**

Auf der Grundlage dieser Simulationsergebnisse haben die Forscher das Stromsparpotenzial für Beleuchtung abgeschätzt. Acht Szenarien wurden getestet, wobei sich die Szenarien darin unterschieden, wie weit Storen bzw. Kunstlicht einer automatischen Steuerung unterlagen (vgl. Tabelle S. 4). Im ersten Szenario war keinerlei Automatik installiert, weder für Storen noch für Kunstlicht. Der Stromverbrauch lag in diesem Fall bei rund 35 kWh/m<sup>2</sup> pro Büro und Jahr (Helligkeitsbedarf gemäss SIA-Norm). Legt man hingegen den tatsächlich beobachteten Schwellenwert von 150 Lux für das Einschalten von Kunstlicht zugrunde, sind es 24,5 kWh/m<sup>2</sup>. Im zweiten Szenario sind die Storen mit Automatik ausgerüstet. In diesem Fall liegt der Stromverbrauch bei 29,7 kWh/m<sup>2</sup> (gemäss SIA-Norm) bzw. bei 15,8 kWh/m<sup>2</sup> (mit der tatsächlich beobachteten Beleuchtungsschwelle bei 150 Lux). «Die Norm ist bezüglich der Wirkung der Storen stark vereinfachend und berücksichtigt deren Wirkung auf die Beleuchtung nicht angemessen», sagt Bernard Paule.

Im dritten Szenario schaltet eine «Ein-Aus»-Automatik die Lampen ein, sobald die Helligkeit unter 500 Lux fällt, und schaltet sie aus, wenn dieser Wert überschritten ist. Hier schätzt die SIA-Norm den Energieverbrauch zu optimistisch ein: Statt auf 27,6 kWh/m<sup>2</sup> (SIA-Norm) zu sinken, steigt der Verbrauch auf 33,3 kWh/m<sup>2</sup>. «In diesem Fall ist die Norm kontraproduktiv», sagt Paule, «sie stiftet dazu an, eine Automatik zu installieren, die die Dauer des Kunstlichts und damit den Energieverbrauch erhöht.» Die Automatik «Aus», die sich damit begnügt, die Lampen unter 500 Lux auszuschalten, ist vorteilhafter (Szenario 5). Wird die «Aus»-Automatik verbunden mit automatischen Storen (Szenario 6), resultiert das beste Ergebnis: 12,4 kWh/m<sup>2</sup> (gemäss Beobachtung). Szenario 8, welches eine stufenlose Feineinstellung der künstlichen Beleuchtung (Dimmen) mit automati-

## 4 Automatische Storen sparen Energie

	Kunstlicht	Storen	SIA 380/4	Beobachtung
<b>Szenario 1</b>	<b>manuell</b>	<b>manuell</b>	<b>34.9 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>24.5 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Szenario 2</b>	<b>manuell</b>	<b>automatisch</b>	<b>29.7 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>15.8 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Szenario 3</b>	<b>„Ein-Aus“-Automatik</b>	<b>manuell</b>	<b>27.6 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>33.3 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Szenario 4</b>	<b>„Ein-Aus“-Automatik</b>	<b>automatisch</b>	<b>24.5 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>26.6 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Szenario 5</b>	<b>„Aus“-Automatik</b>	<b>manuell</b>	<b>25.8 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>22.2 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Szenario 6</b>	<b>„Aus“-Automatik</b>	<b>automatisch</b>	<b>23.2 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>12.4 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Szenario 7</b>	<b>Dimmen</b>	<b>manuell</b>	<b>27.6 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>20.5 kWh/m<sup>2</sup></b>
<b>Szenario 8</b>	<b>Dimmen</b>	<b>automatisch</b>	<b>24.5 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>12.6 kWh/m<sup>2</sup></b>

Die Tabelle zeigt den Stromverbrauch durch Beleuchtung in kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr. Untersucht wurden acht Szenarien: Das Kunstlicht wird manuell geschaltet (Szenario 1 und 2); das Kunstlicht wird bei Unter-/Überschreitung eines Schwellenwerts automatisch ein-/ausgeschaltet (Szenario 3 und 4); das Kunstlicht wird bei Überschreitung des Schwellenwerts automatisch ausgeschaltet (Szenario 5 und 6); das Kunstlicht wird automatisch stufenlos geregelt (Szenario 7 und 8). Die nach SIA-Norm 380/4 berechneten Werte (Ein-/Ausschalten beim Schwellenwert 500 Lux) werden mit den beobachteten Werten (Einschalten beim Schwellenwert 150 Lux; Ausschalten, wenn der Nutzer den Raum verlässt) verglichen. Tabelle: Estia

schen Storen kombiniert, zeigt eine vergleichbar gute Performance.

### Das Tageslicht positiv gewichten

In ihrem Bericht regt die Estia-Untersuchung verschiedene Modifikationen der SIA-Norm an. Diese sollte berücksichtigen, meinen die Autoren, dass die Schwelle für das Einschalten von Kunstlichts sehr viel tiefer ist als bisher angenommen. In der Folge sollten die Vorhersagen zum Stromverbrauch heruntern gesetzt werden. Ausserdem plädieren die Estia-Forscher dafür, die Ausschalt-Automatik der Beleuchtung zu begünstigen und die Einschalt-Automatik zu bestrafen.

Die Norm sollte ebenfalls die Automatisierung der Storen empfehlen, fordern die Fachleute aus Lausanne, und zwar davon abhängig, wie diese das Potenzial an Tageslicht am besten ausschöpft. Sie finden es unabdingbar, spezielle Anforderungen hinsichtlich des Tageslichts einzuführen, wie das die Mehrzahl der internationalen Labels tut. «Statt sich auf das Kunstlicht zu fokussieren, sollte die Norm das Tageslicht positiv gewichten, denn dieses ist eine kostenlose und erneuerbare Energie»,

betont Estia-Direktor Paule. «Unter gewissen Umständen hat heute ein Raum mit geringer Fensterfläche grössere Chancen, ein Minergie-Label für die Beleuchtung zu erhalten, als ein anderer, der mit grossen Fenstern ausgestattet ist, selbst wenn letzterer bezüglich Beleuchtung vorteilhaft ist. Das ist ein Irrweg. Die Norm ermuntert so zu einer schlechten Energie-Planung.»

- » Der Schlussbericht zum Projekt ist zu finden unter: [http://www.bfe.admin.ch/forschungsgebaeude/02107/02138/index.html?lang=de&dossier\\_id=06285](http://www.bfe.admin.ch/forschungsgebaeude/02107/02138/index.html?lang=de&dossier_id=06285)
- » Auskünfte zum Projekt erteilt Rolf Moser (moser[at]enerconom.ch), Leiter des BFE-Forschungsprogramms Energie in Gebäuden.
- » Weitere Fachartikel zu Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekten im Bereich Energie in Gebäuden unter: [www.bfe.admin.ch/CT/gebaeude](http://www.bfe.admin.ch/CT/gebaeude)

### **"Nicht alle Resultate können 1 zu 1 in die SIA-Norm einfliessen"**

Stefan Gasser ist Präsident der Kommission, die zur Zeit die SIA-Norm 380/4 überarbeitet. Er warnte davor, aus der Beobachtung der Estia-Forscher falsche Schlüsse zu ziehen: «Die Leute in den untersuchten Büros arbeiten in viel zu dunklen Räumen. 150 Lux sind für ein Büro völlig ungenügend. Bei so wenig Licht können nur junge Menschen überhaupt noch lesen. Die in der SIA-Norm festgeschriebenen 500 Lux sind arbeitsphysiologisch sinnvoll und entsprechen auch den europäischen Normen.»

Die Untersuchung von Estia ist eine von vielen Untersuchungen, die Impulse für die laufende Revision der SIA-Norm 380/4 liefert. «Wissenschaftliche Untersuchungen sind eine wichtige Grundlage für die laufende Revision der SIA-Norm, allerdings lassen sich Erkenntnisse, die an einzelnen Gebäuden gewonnen wurden, nicht immer verallgemeinern und können nicht 1 zu 1 in die Norm einfliessen», sagt Stefan Gasser. Das gelte auch für die Estia-Studie aus Lausanne. Für ihn ist zwar nachvollziehbar, dass der Einsatz von Automatik zu besseren Resultaten führen kann als manuel bediente Storen. Er rät bei der Interpretation der Studie allerdings zu Vorsicht: «Die Untersuchung hat den Effekt von Automatik-Systemen nur simuliert, nicht aber gemessen. Erfahrungsgemäss funktionieren solche Regelsysteme in der Praxis oft bei weitem nicht so gut wie man sich das wünscht», sagt Gasser.

Einen wichtigen Input für die Revision der SIA-Norm sieht Stefan Gasser hingegen in der Empfehlung der Lausanner Forscher, das Potenzial an Tageslicht besser auszuschöpfen. Gebäude mit grossen Fenstern würden bisher gegenüber Gebäuden mit kleinen Fenstern tatsächlich benachteiligt, räumt Gasser ein. BV