

Madame Lumière

Marilyne Andersen erforscht, wie sich Tageslicht auf das Wohlbefinden auswirkt. Die Physikerin untermauert die Intuition der Architekten mit Zahlen. Eine Begegnung.

Text:
Andres Herzog,
Foto:
M. T.

An schönen Tagen kann Marilyne Andersen in ihrem Büro an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Lausanne (EPFL) das Licht hören. Die Sonne strahlt durch die Glasfassade und bringt das Metall, das sich mit der Wärme verzieht, zum Knacken und Knarren. Das himmlische Hell ist Andersens Fachgebiet. Nur wenige wissen so viel darüber, wie Tageslicht unser Wohlbefinden beeinflusst. Licht macht wach. Zu grelles Licht blendet. Zu wenig Licht strengt an und ermüdet. «Der Mensch hat sich mit der Evolution an zwei Extreme gewöhnt», sagt Andersen. «Gleissend helle Tage und stockdunkle Nächte.» Heute verwischt diese Grenze immer mehr. Die meisten Personen arbeiten tagsüber in Büroräumen, die viel weniger hell sind als draussen. Abends verlängern sie dank Kunstlicht den Tag. Beides bringt unsere innere Uhr durcheinander.

Licht ist wichtiger als gemeinhin angenommen. Es wirkt divers auf Körper und Geist ein. Erst vor zwanzig Jahren entdeckten Forscher bisher unbekannte Rezeptoren in den Augen, die für die Wahrnehmung von Tag und

«Viele reduzieren das Tageslicht auf den Verlauf der Sonne.»

Marilyne Andersen

Nacht zuständig sind, nicht aber für das Sehen. «Selbst blinde Menschen können damit den Tageslichtzyklus unterscheiden.» Wie stark Licht den Stoffwechsel aktiviert, hängt von den Wellenlängen ab. Am Morgen sind vor allem Blautöne wichtig, abends stören Rottöne den Schlafrythmus weniger - weshalb manche Handys die Farbwerte ihrer Bildschirme in der Nacht anpassen.

Die Forschung rund um Licht ist von zwei Extremen geprägt. Die Medizin fokussiert auf die Gesundheit und den Körper. Die Bauphysik denkt vom Gebäude und von Energieflüssen her. Am Laboratory of Integrated Performance in Design bewegt sich Andersen in der Nische dazwischen und bringt Mensch und Haus zusammen. Ihr Team untersucht, wie Licht, Aufmerksamkeit und Wahrnehmung zusammenhängen. Gemeinsam mit der Design-

schule HEAD in Genf entwickelten Forscher an ihrem Lehrstuhl einen tragbaren Sensor, der die Wellenlängen des Lichts aufzeichnet. Der Prototyp, der von Innosuisse unterstützt wird, zeichnet die «spektrale Diät» der Personen auf. Künftig könnte der Sensor auch mit dem Smartphone kommunizieren und die Träger informieren, wenn die Umgebung zu dunkel, zu blau oder zu rot ist.

Vom MIT zurück an die EPFL

Eine Kunstinstallation an der Wand schimmert von Gelb bis Violett. Andersen trägt eine blaue Bluse, um den Hals eine Kette mit Glaskugeln. Die Professorin spricht mit kräftiger Stimme, ihre feinen Hände bewegt sie dabei über den Tisch. Marilyne Andersen wurde 1974 in Zürich geboren, ihre Eltern kommen aus Belgien. Als sie acht Jahre alt war, zog die Familie nach Lausanne. Andersen studierte an der EPFL Physik und doktorierte zum Thema Tageslicht. 2004 gründete sie das Daylighting Lab am MIT in Boston, wo sie mit nur 29 Jahren Professorin wurde.

2010 wechselte sie an die EPFL, zurück in ihre Heimat. An der Hochschule machte sie bald weiter von sich reden. Von 2013 bis 2018 war sie Vorsteherin der Fakultät für Umwelttechnik, Architektur und Konstruktion. 2016 erhielt sie für ihre Forschung neben dem Architekten Steven Holl den neu aufgestellten Daylight Award, der pro Person mit 100 000 Euro dotiert ist. Ein Jahr später gewann ein bunt gemischtes Team unter ihrer Leitung den Solar Decathlon in den USA. Ein Foto vom Pavillon lehnt an der Wand - unterzeichnet von allen Studenten.

Das interdisziplinäre Arbeiten ist Andersen wichtig, vielleicht gerade weil sie als Physikerin an der Fakultät eine Aussenseiterin ist. Ob jedoch tatsächlich über die Grenzen der Disziplinen hinaus gearbeitet werde, hänge von den jeweiligen Professoren ab. «Die Interdisziplinarität ist schwierig.» Architektinnen arbeiten nicht linear, sie überzeugen ihr Gegenüber mit einem Konzept. Ingenieure hingegen lösen klar definierte Probleme und demonstrieren deren Richtigkeit.

Professorin, Start-up-Gründerin, Mutter

Andersen jongliert viel auf einmal. Sie ist Professorin für nachhaltige Konstruktionstechnologien - eine Bezeichnung, mit der sie nicht ganz glücklich ist, wie sie selbst sagt. Ihr Thema ist nicht in erster Linie die Konstruktion, sondern eben das Licht. Sie wirkt als akademische Direktorin des Smart Living Labs, eines Forschungsgebäudes, das die EPFL zusammen mit anderen Universitäten in Freiburg plant (siehe «Mit Emissionen entwerfen», Seite 40. Andersen leitet das Student Creativity and Innovation Laboratory, kurz →



Die Physikerin Marilyne Andersen untersucht an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Lausanne, wie Tageslicht und Architektur zusammenspielen.



Das Smart Living Lab, das bis 2023 in Freiburg entsteht, soll das klimaverträgliche Bauen voranbringen.

Mit Emissionen entwerfen

2015 initiierte Freiburg auf dem Areal der Bluefactory das Smart Living Lab, ein Forschungszentrum rund um die gebaute Umwelt von morgen. Geführt wird es von der EPFL, der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg und der Universität Freiburg. Derzeit forschen rund achtzig Wissenschaftlerinnen auf den vier Gebieten Bautechnologie, Innenraumqualität, Gebäudelebenszyklus und Energieeffizienz. Auf dem Areal steht auch der Pavillon «NeighborHub», mit dem Studierende 2017 den internationalen Solar Decathlon gewannen.

Bis 2023 baut der Kanton Freiburg nun für 25 Millionen Franken das neue Forschungsgebäude, das das klimaverträgliche Bauen voranbringen soll. Der Studienauftrag, den ein Team um Behnisch Architekten 2019 gewann, setzte auf volle Transparenz – ganz in der Logik der Wissenschaft. Die ausgewählten Teilnehmer präsentierten ihre Entwürfe an zwei Zwischenkritiken, an denen alle die Arbeiten der anderen einsahen, was Architektenkreise kritisierten. Das Verfahren verlangte zudem detaillierte Berechnungen zu den Treibhausgasen und forderte, die Emissionsziele des SIA-Effizienzpfads Energie einzuhalten – laut der EPFL ein Novum.

Die Primärenergie und die Emissionen ermittelten die Architekten bereits im Entwurf mit einer Software der EPFL (siehe «Fussabdruck messen»). «Der Aufwand, sich in das Werkzeug einzuarbeiten, war nicht unerheblich», sagt Stefan Rappold, Partner bei Behnisch Architekten. Das Tool bewertet diverse Aspekte, vom Tragwerk über die Materialwahl bis zum Fassadenkonzept. «Was wir oft aus dem Bauch heraus entscheiden, macht es prüfbar.» Die Zahlen spornten die Architekten an, weiter zu gehen als üblich. So merkten sie zum Beispiel, dass es mit der Kompaktheit des Gebäudes alleine nicht getan ist.

Das Siegerprojekt ist ein kompakter Holzbau, den ein Atrium in der Mitte belichtet. Die thermische Masse der Lehmpaneele unter der Decke sorgt dafür, dass sich das Haus im Sommer nicht aufheizt. Begrünte Wintergärten in zwei Gebäudeecken ermöglichen ein Zwischenklima, was die Betriebsenergie reduziert. Die modulare Fassade lenkt

das Tageslicht mit Reflektoren im oberen Bereich in die Tiefe der Räume. Für Sonnenschutz sorgen fixe Elemente, je nach Himmelsrichtung in einer anderen Position montiert. «Mit dem Tool der EPFL konnten wir schematische und prinzipielle Entwurfsentscheidungen frühzeitig treffen», so Rappold. Die Feinheiten – wie etwa die Menge der Photovoltaik-Elemente auf der Fassade – haben die Architekten dann mit herkömmlichen Methoden ermittelt.

Auch bei der Energieversorgung oder der Wasseraufbereitung will das Smart Living Lab die Forschung an diesem Beispiel weiterbringen. «Das Gebäude soll die Energieziele 2050 der Schweizerischen Eidgenossenschaft mit dreissig Jahren Vorsprung erfüllen», so das hochgesteckte Ziel. Zudem wollen die EPFL und ihre Partner untersuchen, wie sich der Bau im Alltag bewährt. Sensoren messen Energieverbrauch, Luftqualität oder Raumbelastung und speisen ein digitales Modell. Und das flexible Gebäude wird den Forscherinnen die Gelegenheit bieten, am Haus selbst Konstruktionen zu testen – ähnlich, aber weniger radikal als beim Nest-Gebäude der Empa in Dübendorf. So können zum Beispiel Fassadenelemente ausgetauscht werden. Ende Jahr sollen die Bauarbeiten für das Smart Living Lab starten, das Experiment kann beginnen.

Fussabdruck messen

Um die Primärenergie und die Treibhausgasemissionen eines Gebäudes bereits in der frühen Entwurfsphase zu ermitteln, hat die EPFL unter dem Namen «Exploration Tool for Sustainable Architecture» eine Software entwickelt. Die Lebenszyklusanalyse zeigt auf, welche Parameter den ökologischen Fussabdruck besonders beeinflussen, vom Fensteranteil bis zur Grösse der Garage. Das französische Start-up Vizcab bietet die Software bereits in Frankreich an. Für die Schweizer Baubranche ist das Werkzeug noch nicht optimiert. Es soll in rund zwei Jahren auch hierzulande verfügbar sein.

Mehr zum Schweizer Sieg beim Solar Decathlon 2017 in den USA lesen Sie in Hochparterres Themenheft Solaris #04, das Abonnenten mit dieser Ausgabe erhalten. Bestellen: shop.hochparterre.ch

→ SKIL, das EPFL-Studierende dazu anregt, selbst Prototypen zu bauen. Letztes Jahr unterrichtete sie mit ihrem Mann, dem Architekten und Städtebauer Igor Andersen vom Lausanner Büro Urbaplan, ein halbes Jahr in Singapur.

Auch neben der Lehre ist die Forscherin engagiert. Mit zwei ehemaligen PhD-Studentinnen gründete sie das Start-up Oculight Dynamics, das Tageslichtstudien für Architekten anbietet. Im Januar übernahm Andersen die Leitung des akademischen Komitees der Lafarge Holcim Foundation, die nachhaltiges Bauen weltweit fördert. Und neben all dem ist die Professorin Mutter von zwei Teenagern. Um die Balance zu finden, brauche es eine klare Abgrenzung. «Mein Partner und ich haben oft nicht viel Zeit, aber wenn wir zu Hause sind, wollen wir für unsere Töchter da sein und mit ihnen etwas unternehmen.»

Poesie und Wissenschaft

Die Sonne wandert über den Tisch und wirft helle Flecken an die Wand. Architektur ist ohne Licht nicht sichtbar, nicht denkbar. Erst die Photonen malen die Räume für unser Auge erkennbar und legen Proportionen, Schattierungen und Texturen offen. Und doch wird Licht oft vor allem technisch verstanden. Die Normen schreiben minimale Lux-Zahlen vor. «Viele Planer reduzieren das Tageslicht auf den Verlauf der Sonne», sagt Andersen. «Doch es geht um viel mehr.» Ihre Aufgabe ist es, Licht in dieses sprichwörtliche Dunkel zu bringen. Architekten würden meist mit Intuition arbeiten, sagt die Professorin. «Wir helfen ihnen, diese mit Zahlen und Simulationen zu belegen.» So untermauert Andersen die Poesie des Lichts mit wissenschaftlicher Exaktheit.

Mit ihrer Firma Oculight Dynamics berät die Physikerin Architekten. Ihre Software zeigt auf, wo das Licht in Bürobauten, Uhrenmanufakturen oder Hallenbädern behaglich ist und wo nicht. Sie untersucht Gebäudetiefen, Geometrien von Atrien oder den Effekt von Oberlichtern. Es geht um die Mischung aus seitlichem und zenitalem Tageslicht, um die Anordnung der Zonen in offenen Grundrissen, um blendende Reflexionen.

Grundsätzlich rät Andersen zu möglichst viel Licht. Selbst an einem bedeckten Tag leuchtet der Himmel mit über 10 000 Lux, während eine Bürobeleuchtung mit nur 300 Lux schimmert. Doch transparente Fassaden wie im Büro der Professorin sind nicht unbedingt die Lösung. Sie lassen zu viel direktes Tageslicht in die Räume, was sie aufheizt und die Menschen blendet. Die Technik ist verführerisch. Sie erlaubt einerseits zu viel Glas in den Fassaden, weil Klimaanlage gegensteuern, andererseits zu wenig Tageslicht dank Lampen. Kunstlicht lässt sich besser steuern und sei nicht per se ungesund, sagt Andersen. Trotzdem zieht sie wenn möglich richtig dosiertes Tageslicht vor, «weil es alle guten Eigenschaften vereint».

Energetische Berechnungen beurteilt Andersen mit Vorsicht. Erstens seien die Grenzen des Komforts eng gesteckt, je nach Licht, Öffnungsanteil oder Bezug nach draussen, seien auch weniger als 22 Grad oder mehr als 26 Grad Celsius angenehm. Zweitens sind die Modelle der Meteorologen nicht sehr genau – ganz abgesehen vom Klimawandel, der das Wetter verändert. Und drittens verhalten sich die Nutzerinnen oft nicht wie geplant. Alle drei Faktoren verzerren die Berechnungen, die eine hohe Genauigkeit vortäuschen. Neben der computergestützten Kalkulation braucht es darum auch den gesunden Menschenverstand. Die Sonne verschwindet hinter dem Nachbargebäude, letzte Strahlen tanzen auf Andersens Gesicht. Dann wird der Raum dunkler, dumpfer. Das Knacken der Fassade hat aufgehört. Andersens Arbeitstag ist aber noch lange nicht vorbei. ●



DESIGNING DAYLIGHT: TAGESLICHT MIT VELUX MODULAR SKYLIGHTS NACH SN EN 17037 GESTALTEN

Kostenloser Leitfaden unter:
[www.commercial.velux.ch/
tageslichtnorm](http://www.commercial.velux.ch/tageslichtnorm)

VELUX Commercial