

**Zeitschrift:** Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin  
**Herausgeber:** Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen  
Forschung  
**Band:** 32 [i.e. 31] (2019)  
**Heft:** 120: Überraschung! Wir zeigen Gefühle : Emotionen im nüchternen  
Blick der Wissenschaft  
  
**Artikel:** Digitalisiertes Bauen ist nicht unbedingt nachhaltig  
**Autor:** Schnydrig, Stephanie  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-866229>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 04.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



Das Holzdach des Arch-Tec-Lab der ETH wurde programmiert und von Robotern konstruiert.

## Digitalisiertes Bauen ist nicht unbedingt nachhaltig

Der Bausektor macht gut ein Drittel des weltweiten Energie- und Ressourcenverbrauchs aus. Deshalb tüfteln Forschende weltweit an digitalen Technologien, die das Bauen nachhaltiger machen könnten – mit Robotern, 3D-Druckern und computergestützten Berechnungen. Eine Studie des Nationalen Forschungsschwerpunkts «Digitale Fabrikation» zeigt nun: Diese Technologien sind nur sinnvoll, wenn digital entworfene Bauwerke während mehreren Jahrzehnten weder komplett umgebaut noch aufwändig saniert werden müssen.

Algorithmen entwickeln ausgeklügelte Pläne, um mit möglichst wenig Material stabile Gebäude zu bauen. 3D-Drucker produzieren kostengünstig multifunktionale Bauelemente, die spezifische Eigenschaften verschiedener Materialien vereinen. «So lassen sich Ressourcen sparen, was die Umwelt und den Geldbeutel schont», sagt Guillaume Habert, Professor für nachhaltiges Bauen an der ETH Zürich. Allerdings: Solche multifunktionalen Bauelemente zu recyceln ist wenig umweltfreundlich, weil sie sich nur unter hohem Energieverbrauch auftrennen und wiederverwerten lassen.

Das Team um Habert erstellte Umweltbilanzen für das digitale Bauen. In diese flossen alle Prozesse ein, die während der Lebensdauer eines Produkts relevant sind; vom Rohstoffabbau über die Herstellung und Nutzung bis zum Recycling aller Komponenten.

Die Resultate zeigen, dass vor allem die Nutzungsdauer über die Umweltfreundlichkeit von multifunktionalen Bauelementen entscheidet. Digitale Bauprojekte müssten also zuerst garantieren, dass Sanierungen und Umbauten flexibel und ohne grossen Aufwand möglich wären. «Nur dann lohnen sich die neuen Technologien aus Sicht der Nachhaltigkeit.»

Stephanie Schnydrig

I. Agustí-Juan et al.: Environmental assessment of multi-functional building elements constructed with digital fabrication techniques. The International Journal of Life Cycle Assessment (2018)

## Künstliche Intelligenz auf dem Prüfstand

Computerwissenschaftler der ETH Zürich haben ein neues Testsystem für neuronale Netzwerke vorgestellt. Diese Elemente der künstlichen Intelligenz übernehmen zunehmend verantwortungsvolle Aufgaben – zum Beispiel in der medizinischen Bilddiagnostik oder in der Robotik. Dies, obwohl man sich auf ihre Entscheidungen nicht immer verlassen kann. Insbesondere lassen sich Algorithmen für das maschinelle Sehen durch kleinste Änderungen der Bilder austricksen.

Allerdings ist es schlicht unmöglich, alle möglichen Abweichungen in Bildern zu testen und ihren Effekt auf den Algorithmus zu prüfen. Das System Deeppoly von Martin Vechev und seinen Kollegen prüft deshalb die Stabilität neuronaler Netzwerke gegenüber solchen kleinen Störungen global. Es läuft auf einer abstrakten Ebene ab und erstellt ein vereinfachtes mathematisches Modell des Netzwerkverhaltens – sogenannte lineare Approximationen. Deeppoly sei höchst effizient und lasse sich auch auf Netzwerke mit besonders vielen Neuronen (Knoten) hochskalieren, sagt Vechev. Das ist notwendig, weil die Struktur der neuronalen Netzwerke immer komplexer wird.

Das Forschungsteam wird nun die Testverfahren weiter verfeinern und auch die Reaktion auf grössere und kompliziertere Verzerrungen in den Bildern prüfen. Erste vorläufige Resultate liegen schon vor. Ausserdem erarbeitet die Gruppe ein grundsätzlich neues Konzept zur Programmierung von neuronalen Netzwerken: Sie sollen von Beginn an so strukturiert werden, dass sie sich leichter testen lassen. Eine gute Idee bei solch verantwortungsvollen Aufgaben. *Sven Titz*

G. Singh et al.: An Abstract Domain for Certifying Neural Networks. Proceedings of the ACM on Programming Languages (2019)



Einsteigen und vertrauen: Im Smartshuttle in Sitten fährt die künstliche Intelligenz.



Durch die Blattporen (hier im Elektronenmikroskop) atmen die Pflanzen – und verlieren Wasser.

## Pflanzen verkabeln, um Dürre früh zu erkennen

Die Temperaturen steigen und die Böden trocknen aus. Dies frühzeitig zu erkennen ist für viele Landwirtschaftsbetriebe zentral. Die Nanotechnologie könnte ihnen ein nützliches Tool liefern – lässt eine Studie des Massachusetts Institute of Technology (MIT) hoffen. Der vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützte Erstautor Volodymyr Koman hat einen Sensor entwickelt, der eine Warnung absetzt, sobald die physiologischen Reaktionen einer Pflanze auf einsetzende Dürre hinweisen.

Das Gerät überwacht die winzigen Poren auf der Blattoberfläche (Stomata), durch die Wasser verdunstet. Sie öffnen sich bei Sonneneinstrahlung und schliessen sich, wenn es dunkel wird. Bei Trockenheit öffnen sie sich langsamer und schliessen sich schneller, damit die Pflanze Wasser spart.

Dem Forschungsteam ist es gelungen, einen Streifen mit Tinte auf ein einzelnes Stoma zu drucken. Er ist weniger als zehn Mikrometer breit und enthält Kohlenstoff-Nanoröhrchen, durch die Strom fliesst. Wenn sich das Stoma öffnet, unterbricht das den Stromkreis. Die Forschenden druckten Sensoren auf Dutzende Blätter und überwachten ihr Verhalten etwas mehr als eine Woche lang. Ergebnis: Unter trockenen Bedingungen öffneten sich die Stomata drimal langsamer.

Volodymyr Koman versichert, dass dieses Echtzeit-Monitoring den Blättern nicht schade und gegenüber älteren Methoden einen «substanziellen Fortschritt» bedeute. Die Forschungsgruppe arbeite derzeit mit einem Palmölhersteller zusammen, um den Zustand der Bäume des Unternehmens zu überwachen.

Michael McAlpine von der University of Minnesota in den USA begrüsst diesen «vielversprechenden Ansatz». Abzuwarten bleibt seines Erachtens, wie effizient die Technik im grossen Massstab, für mehrere Arten und über grosse Landflächen ist. Die Anbringung der einzelnen Sensoren ist relativ zeitaufwändig. *Edwin Cartlidge*

V.B. Koman et al.: Persistent drought monitoring using a microfluidic-printed electro-mechanical sensor of stomata. Lab on Chip (2018)