

Auf der Suche nach dem perfekten Stoff

FAU-Forschende setzen auf KI, um den Photovoltaik-Markt aufzumischen

Solarenergie ist eine der wichtigsten erneuerbaren Energiequellen, ihre Nutzung ein zentraler Baustein der Energiewende. Das im Augenblick hauptsächlich verwendete Material Silizium ist jedoch mit gravierenden Einschränkungen behaftet: zu starr und schwer, zu schwierig zu recyceln. Forscherinnen und Forscher um Christoph Brabec, Professor für Materialien der Elektronik und der Energietechnologie an der FAU und Direktor am Helmholtz-Institut Erlangen-Nürnberg (HI ERN), verfolgen einen anderen Ansatz: Mit einer neuen Generation von organischer Photovoltaik wollen sie den Markt revolutionieren. Um das perfekte Material in der perfekten Zusammensetzung zu finden, setzen sie künstliche Intelligenz ein, die Abermillionen von Varianten in kürzester Zeit auf ihre Eignung überprüfen kann – sozusagen in einem automatisierten Trial-and-Error-Verfahren. Dabei ist Leistung allein nicht alles – ebenso wichtig ist den Forscherinnen und Forschern der ökologische Fußabdruck von PV-Modulen.

„Wir können organische Halbleiter perspektivisch direkt auf dünne Substrate drucken, das vereinfacht die Produktion und verbraucht deutlich weniger Energie“, erklärt Christoph Brabec. „Da organische PV-Module biegsam und zudem transparent sein können, lassen sie sich in Fenster und Fassaden integrieren, in Innenräumen nutzen oder auf Feldern als Überdachungen einsetzen, unter denen Pflanzen wachsen können.“

Die Frage nach dem perfekten Halbleiterwerkstoff ist jedoch noch längst nicht beantwortet: Polymere mit langen Molekülketten etwa sind langlebig und temperaturresistent, aufgrund ihrer Struktur jedoch nur eingeschränkt effizient, insbesondere bei schwachem Licht. Kurzkettenmoleküle wiederum liefern mehr Strom, haben aber eine geringere Lebensdauer. Brabec und sein Team haben vor Kurzem ein sogenanntes Oligomer als heißen Kandidaten für organische PV identifiziert, das beide Welten – Leistungsfähigkeit und Robustheit – in sich vereint.

Solche Erfolge sind nicht möglich ohne ein aufwändiges Feintuning der atomaren Struktur. Das ist kein Selbstläufer – Trial and Error sind die Regel, nicht die Ausnahme. Ziel der Forschenden am HI ERN ist es, diese Experimente zu automatisieren. „Wir wollen alle Prozesse – von der Wahl der Materialien bis hin zu den Testzyklen – in einer Art digitalem Zwilling abbilden“, sagt Brabec. „Durch die KI-gestützte Entwicklung vermeiden wir viele Wiederholungsschritte und erhoffen uns schnellere Durchbrüche bei dieser wichtigen Technologie.“

Nachhaltigkeit darf nicht zu kurz kommen

Leistungsfähigkeit und Langlebigkeit sind nicht die einzigen Kriterien für das ideale Solarmodul. „Wir dürfen uns im Ringen um den maximalen Wirkungsgrad nicht verzetteln“, sagt Ian Marius Peters, Forschungsgruppenleiter am HI ERN. Entscheidend sei auch, dass PV-Module in allen Einzelkomponenten und über den gesamten Lebenszyklus hinweg einen möglichst geringen ökologischen Fußabdruck hinterlassen.

Das beginnt bereits mit der Wahl der Halbleiterschicht: Ein fotoaktives Polymer, das in wenigen Syntheseschritten hergestellt werden kann, ist möglicherweise einem Material vorzuziehen, das mit höherem Arbeits- und Energieaufwand im Produktionsprozess am Ende zwei Prozent mehr Leistung hat. „Entscheidend ist für uns auch, das Polymer ohne toxische und umweltschädliche Lösemittel verarbeiten zu können“, erklärt Peters. Günstigere und umweltfreundlichere Syntheseprozesse – etwa die Abscheidung aus Wasserlösungen und der Druck im Tintenstrahlverfahren – sind deshalb ein zentrales Forschungsfeld am HI ERN.

Der Cradle-to-Cradle-Ansatz, den Peters verfolgt, beinhaltet selbstverständlich auch die Frage, was nach dem Ende ihrer Lebensdauer mit den Produkten passiert. „Siliziummodule halten zwar länger, lassen sich jedoch kaum recyceln“, sagt er. „Meist landen sie auf Mülldeponien, oder sie werden geschreddert und partiell recycelt.“ Die Lösung liegt entweder in einem Multi-Layer-Design, das es erlaubt, verschiedene Materialien leicht voneinander zu trennen und zu verwerten – oder aber in der konsequenten

Fertigung des gesamten Moduls aus organischen Materialien, die sich im Idealfall kompostieren lassen. „Ein Modul muss nicht 100 Jahre halten, wenn die Technik nach 20 Jahren nicht mehr up to date ist“, erklärt Peters, der für seine Forschung 2023 einen mit zwei Millionen Euro dotierten ERC Consolidator Grant gewonnen hat.

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Christoph J. Brabec
Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaften (Materialien der Elektronik und der
Energietechnologie)
Tel.: 09131/85-25426
christoph.brabec@fau.de