

Energiesysteme der Zukunft

FORSCHUNG: Am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entwerfen Forschungsteams den Energiemix von übermorgen. Ein Rundgang durch die Labors.

VON KATHLEEN SPILOK

Weil das KIT 200 Jahre alt wird, öffnen sich die Tore für Dinge, die sonst nicht einsehbar sind. Thomas Walter Tromm ist wissenschaftlicher Sprecher des KIT-Zentrums Energie und gibt eine Orientierung: „Wir sind hier am Campus Nord, dem ehemaligen Kernforschungszentrum“, sagt er. Hier arbeiten verschiedene Fakultäten über die Bereichsgrenzen hinweg zusammen.

„Energie hat eben auch viel mit Sozialwissenschaften zu tun – nicht nur mit Maschinenbau und Elektrotechnik“, meint er. Außerdem gehört das KIT zur Helmholtz-Gemeinschaft, zudem ist es politikberatend unterwegs.

Als Sprecher für nukleare Entsorgung geht es Tromm auch um Fragen der Entsorgung und der Reaktorsicherheit. „Wir können noch kleinste Mengen Plutonium handhaben“, verkündet er. Um zu untersuchen: Kann sich das im Untergrund ausbreiten oder ist es stabil, wie ist das mit langlebigen Spaltprodukten?

Das Sonnenfeuer auf die Erde zu holen, ist eine weitere Aufgabe, die das KIT bewältigen will. Deshalb arbeiten die Wissenschaftler an der Fusionsforschung, die letztlich zu Fusionsreaktoren führen soll. Ähnlich wie die Kernspaltung ist die Kernfusion eine nukleare Reaktion.

Hans-Christian Schneider weiß: „Wenn sich Deuterium- und Tritiumatome treffen, fliegen sie meist wieder auseinander. Aber mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit fusionieren sie.“ Außerdem sind geschlossene Tritiumkreisläufe wichtig. Und: dass Tritium nicht in den Körper kommt.

Christoph Kirchlechner ist Programmsprecher für die Kernfusion. Er befasst sich beispielsweise mit Materialversprödungen. Die Mikrostruktur bleibe nicht konstant, sondern ändere sich in einer Tour. „Deshalb brauchen wir bei der Fusion noch ein paar Jahre, bis wir das aus werkstofflicher Sicht in den Griff

bekommen“, betont er. Er geht davon aus, dass Fusionsreaktoren in 15 bis 20 Jahren machbar sind.

Das KIT hat eine kaum zu überblickende Anzahl von Labors, sogar Leitwarten sind dabei. In einer Leitwarte wartet Simon Waczowicz auf seine Besuchergruppe. Er leitet die „Research Platform Energy“. Hier geht es um die Regelung von Stromnetzen: Er betrachtet alle Komponenten eines zukünftigen nachhaltigen Energiesystems. Angefangen beim Stromsektor mit Photovoltaik, Wind und Fragestellungen des Netzausbaus.

„Wir schauen uns hauptsächlich Stromnetze an. Sie sind sehr komplex aufgebaut – von der Hoch- zur Niederspannung“, sagt er. Waczowicz baute in den letzten Jahren detaillierte Netzmodelle auf. Ortsnetze etwa, vom Ortsnetztrafo bis hin zu den Häusern, wo sich Solardachanlagen oder Ladestationen für die Elektromobilität befinden. Waczowicz testet auch neue elektrische Komponenten unter Extrembedingungen, Kurzschlüsse – oder mal nicht 50 Hz.

15 Mio. t Kunststoffe fallen jedes Jahr in Deutschland an. Oft sind sie nicht fürs Recycling designet. Deshalb stellt sich Jonas Vogt, wissenschaftlicher Mitarbeiter am KIT, immer wieder die Frage, wie ein sinnvolles Recycling aussehen kann. Gerade macht er Versuche mit Polyethylen (PET). In einem Pyrolyseverfahren nimmt er Verpackungsabfall und Folien. „Alles, was wir in die Wertstofftonne oder in den gelben Sack werfen“, sagt Vogt.

Mechanische Recycler stoßen da an ihre Grenzen, denn die Kunststoffe sind verunreinigt. „Wir mit unserer Pyrolyse bekommen das hin. Wir erhitzen die Kunststoffe, die aus langen Ketten bestehen. Mit einer sogenannten thermischen Schere werden die langen Ketten klein geschnitten“, beschreibt er.

Jonas Vogt verwendet Katalysatoren, die die Molekülstruktur zerhacken. Am Ende kommt gelber honigartiger Wachs heraus, der noch aufgereinigt werden muss. Sein Ziel: der chemischen Industrie Produkte geben, die sie wieder verwenden können, um Kunststoffe herzustellen.

Blick ins Tritium-Labor: Hier forschen Teams des KIT daran, das Sonnenfeuer auf die Erde zu holen. Mit der Kernfusion soll dies gelingen.

Foto: Forschungszentrum Karlsruhe



Christoph Kirchlechner ist Programmsprecher für die Kernfusion am KIT.

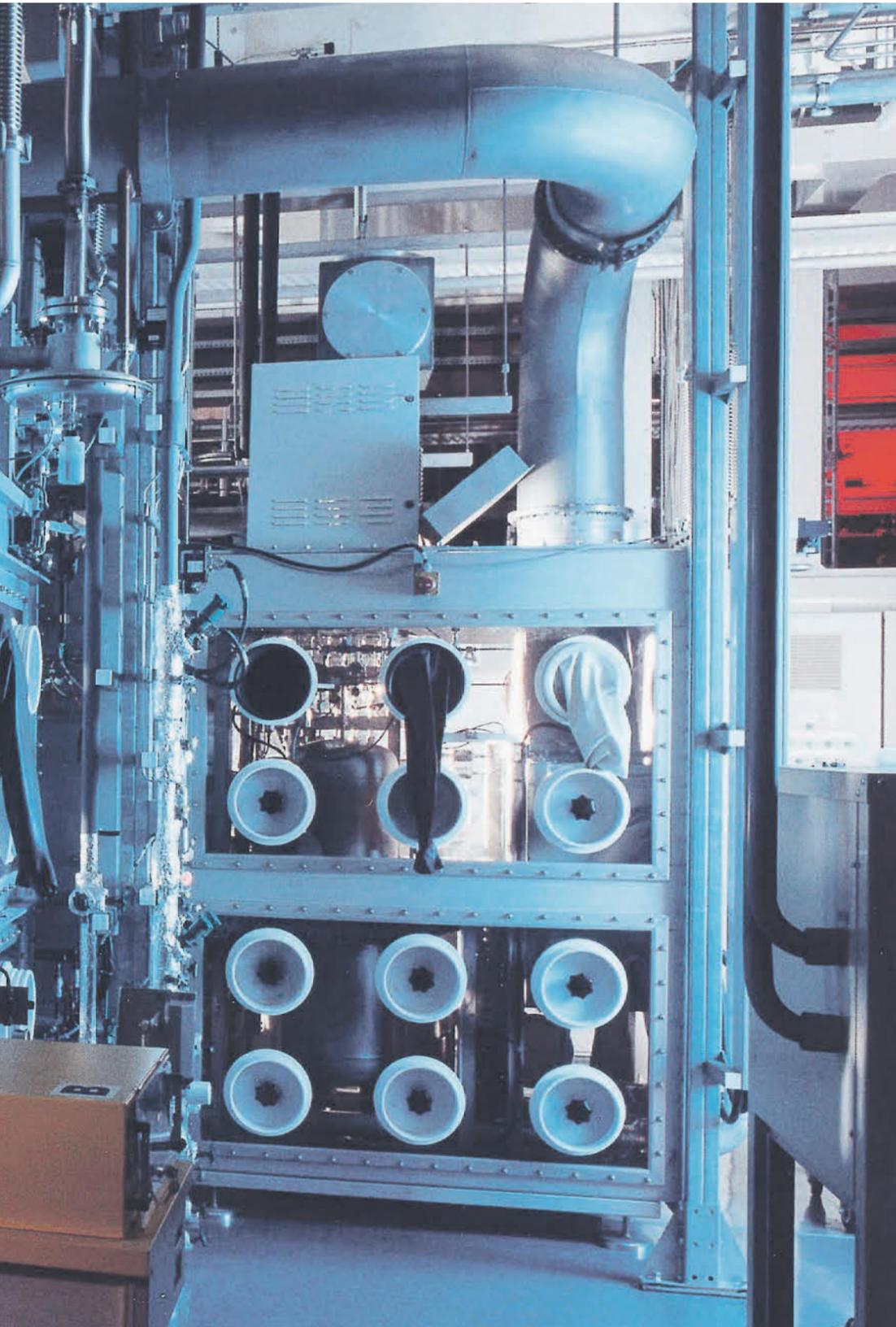
Foto: © www.kit.edu/Markus Breig

Ulrich Paetzold ist Photovoltaiker und Gruppenleiter der „Next Generation Photovoltaics“. Mit seinem Team forscht er an Photovoltaiktechnologien der nächsten Generation, um auf neue Konzepte für die Sonnenernte zu kommen. Er verspricht sich viel von Perowskit als Halbleiter. Sie sind vor rund 15 Jahren entdeckt worden. Seither haben sie einen rasanten Aufstieg erlebt. Die Zellen bestehen aus einer dünnen Schicht, die sich biegt, jedoch nicht knicken lässt. Stabil sind sie etwa für fünf Jahre.

Einen Wermutstropfen gibt es allerdings: Die Zellen enthalten Blei. 1 g Blei braucht es für 1-m²-Modul. Immerhin geringer als der Bleigehalt in Siliziummodulen. „Wir arbeiten intensiv daran, das Blei zu ersetzen.“

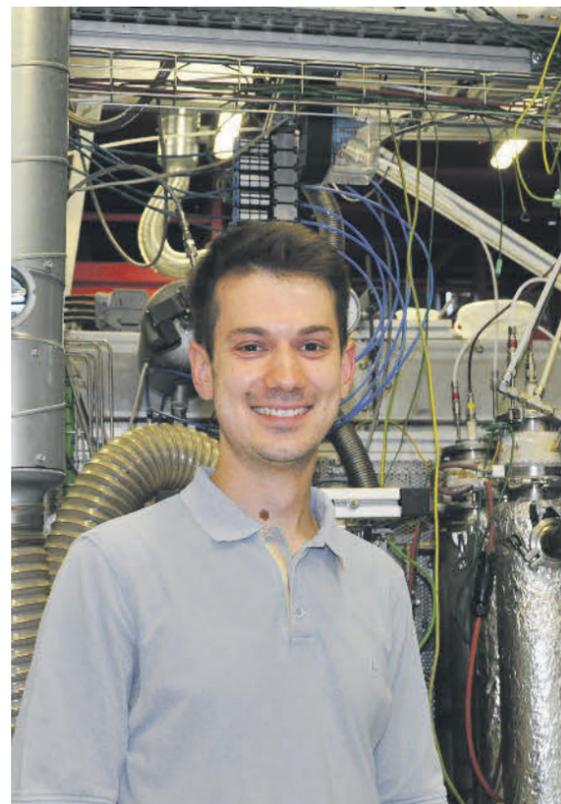
Kürzlich wurde eine konkrete Anwendung entwickelt, die das Forschungsfeld erheblich voranbringt: die Perowskit-Silizium-Tandem-Photovoltaik. Sie absorbiert unterschiedliche Bereiche des Spektrums unterschiedlich gut. Damit lässt sich der Wirkungsgrad steigern, mittlerweile liegt er bei 35 %.





Hans-Christian Schneider leitet das Tritium-Labor. Dafür werden zwei Wasserstoffisotope eingesetzt: Deuterium sowie radioaktives Tritium.

Foto: Kathleen Spilok



Jonas Vogt engagiert sich am KIT für die Kreislaufwirtschaft. Vor allem Polyethylen (PET) nimmt er genauer unter die Lupe. Dazu arbeitet er auch mit Pyrolyseverfahren.

Foto: Kathleen Spilok

Vielleicht kann die Perowskit-Silizium-Tandemtechnologie in Zukunft noch mehr, um die Effizienz der Photovoltaik zu steigern. Chinesische Hersteller sind damit bereits auf dem Markt. Aber: „Wir als Europäer haben die Chance, unseren ei-

genen und den amerikanischen Markt zu beliefern“, betont Paetzold.

Im Flüssigmetalllabor Karlsruhe (Kalla) betreibt Thomas Wetzel einen Kreislauf mit einer Pumpe, Heizer und Rückkühlern, die Wärme abtransportieren können. Bisher kam den Flüssigmetallen aus der Beschäftigung mit Kernreaktoren heraus eher eine Nischenanwendung zu. „Normalerweise benutzen wir Wasser als Wärmetransportmedium, das beherrscht man seit Langem“, sagt Wetzel.

Aber Flüssigmetalle gewinnen zurzeit an Bedeutung: Sie besitzen eine hohe Wärmeleitfähigkeit und sind extrem dünnflüssig, dünnflüssiger als Wasser. Eine Herausforderung sind Temperaturen von bis zu 1000 °C. In dem Kreislauf hinter Wetzel lässt sich 1 MW an Wärme transportieren. Das entspricht rund 500 Herdplatten. Die Rohrleitungen messen 10 cm. „Das ist der größte seiner Art in Europa, das verschafft uns tolle Möglichkeiten“, sagt er stolz.

Auf drei Ebenen gelangt das flüssige Metall 6 m nach unten. Es be-

steht aus Indium, Gallium und Zinn. Eine Probe wiegt richtig schwer in der Hand. Er zeigt auf die Erstausführung des flüssigmetallbasierten Wärmespeichers, in dem sich 1,5 t Granulat befinden. Das Granulat will er als preiswertes Speichermedium nutzen.

Es gebe etliche Anwendungsmöglichkeiten in der Prozesstechnik, meint er. Wetzel demonstriert außerdem eine Anlage, die er mit Zinn betreibt. In das auf 1200 °C erhitzte Zinn düst er Methan ein, das sich anschließend zerlegt. Heraus kommt Kohlenstoffpulver, das als Füllstoff in Reifen verwendet werden kann. Plus Wasserstoff. Eine Methode, um zum Beispiel Wasserstoff ohne CO₂-Emissionen herstellen zu können.

Ein großer Forschungsschwerpunkt liegt auf der nuklearen Entsorgung sowie der Zwischen- und Endlagerung in geologischen Formationen. Die Aussichten auf ein Endlager ziehen sich womöglich bis 2074 oder noch länger hin. Bereits seit Jahrzehnten befasst sich Horst Geckeis mit Sicherheitsfragen der

nuklearen Entsorgung und allem, was noch vor der Endlagerung passiert. „Wir suchen einen Standort mit der bestmöglichen Sicherheit“, sagt er.

Das Ziel ist, eine Formation zu finden, die sich über weite Flächen kaum verändert und gewissermaßen langweilig ist. In seinem Labor, das nur über einen Sicherheitsbereich zugänglich ist, wird mit hochradioaktiven Abfallformen gearbeitet. Sie werden als „Heiße Zellen“ bezeichnet.

Alle Beschäftigten im Sicherheitsbereich trägt ein Dosimeter. Michel Herm und Tobias König führen hier Experimente mit vorhandenem radioaktiven Abfall durch. Alles wird über eine Art Fernsteuerung gehandhabt. Einen halben Meter Bleiglas misst die Trennwand.

Denn: In der Hüllrohrmatrix der abgebrannten Brennelemente können sich zum Beispiel Hydride bilden, die zu einer Versprödung führen. Zu den Untersuchungen, die sie durchführen, gehört aber auch die Frage, wie lange ein Hüllrohr durchhält, das die Brennstofftabletten enthält.

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

- Zur Hälfte gegründet aus dem Nuklearen heraus, dem Kernforschungszentrum Karlsruhe. Es deckte die gesamte Wertschöpfungskette (Schneller Brüter, Wiederaufarbeitung) ab. Mit Tschernobyl änderte sich die Ausrichtung hin zu mehr Sicherheitsforschung.
- In den einzelnen Abteilungen der 60 Institute gibt es Mitarbeitende, die das Know-how zur Reaktorsicherheit noch anwenden.
- Am KIT gibt es 22.000 Studierende, davon 20 % aus dem Ausland.
- 10.000 Mitarbeitende hat das KIT, davon sind 5000 Wissenschaftler, 25 % sind international.
- Ausgestattet mit 300 Mio. € vom Bund, kommen weitere 300 Mio. € vom Land Baden-Württemberg hinzu. Drittmittel machen mehr als 400 Mio. € aus. Das KIT fördert die Teilnahme an Promotionsprogrammen.