

## PLASTIK: VOM UMWELT- KILLER ZUM KLIMARETTER



GÜNTER REITER,  
INTERNAL SENIOR FELLOW  
NATALIE STINGELIN,  
EXTERNAL SENIOR FELLOW  
IOAN BOTIZ, POSTDOC  
SCHOOL OF  
SOFT MATTER RESEARCH

Plastik ist überall. In Form bunt bedruckter Supermarkttüten hält es unsere Einkäufe zusammen, in Kleidung verwoben schmiegt es sich an unsere Körper, und beim Musikhören steckt es in unseren Ohren. Als kleiner Helfer ist es nicht mehr wegzudenken aus unserem Alltag. Brauchen wir es nicht mehr, landet es auf der Müllkippe. Wenn es gut läuft. Oft aber endet sein Weg nicht auf der Deponie, sondern in der Natur, im Meer, und sogar in unseren Blutbahnen treiben zahllose, klitzekleine Plastikpartikel. Deshalb leidet das Material mehr und mehr unter dem Ruf, ein Umweltkiller zu sein, der besser durch andere, leichter abbaubare Stoffe ersetzt werden sollte. Dabei ist Plastik ein komplexes Material und zu weit mehr fähig als den simplen Aufgaben, für die wir es im Moment einsetzen. Um sein Potential auszuschöpfen, ist es entscheidend, dass man es bei der Herstellung richtig behandelt.

Genau das erforscht das Team von Günter Reiter, Professor für Experimentelle Polymerphysik an der Universität Freiburg, zusammen mit der Materialwissenschaftlerin Natalie Stingelin vom Imperial College London, die derzeit als External Senior Fellow am FRIAS arbeitet, und

dem Postdoktoranden Ioan Botiz. Die drei untersuchen, welche inneren Strukturen in Polymeren, also z.B. Kunststoffen, für bestimmte Eigenschaften des fertigen Materials verantwortlich sind. Zum Beispiel, ob eine bestimmte Anordnung der Atome das Material besonders dehnbar macht. Erst wenn man die Zusammenhänge zwischen den mikroskopischen Vorgängen und ihren Auswirkungen kennt, kann man später das Plastik so bauen, wie man es haben möchte.

Aktuell funktioniert die Synthese neuer Kunststoffe noch nach dem Trial-and-Error-Prinzip: Chemiker basteln irgendwelche Polymere zusammen, anschließend testen sie das Produkt. Erfüllt es die Anforderungen, wird es verwendet, funktioniert es nicht wie gewünscht, wird weitergebastelt. „Jedes Jahr werden tausende neue Polymere synthetisiert“, sagt Stingelin, „und nur eine Handvoll funktioniert.“ Dieses blinde Vortasten soll einer zielgerichteten Synthese weichen, basierend auf einem tieferen Verständnis der Moleküle. „Was wir machen ist Grundlagenforschung. Meiner Meinung nach haben wir diese Materialien noch überhaupt nicht verstanden“, sagt Reiter. „Wir wollen den Chemikern

helfen, indem wir ihnen das Fundament bieten. Eine Gebrauchsanweisung, um Polymere herzustellen.“

Genau daran arbeiten Reiter, Stingelin und Botiz jetzt seit zwei Jahren. „Das fing ganz langsam an“, erzählt der Freiburger Physiker, „denn anfangs war es schwer, die Leute davon zu überzeugen, ganz von vorn zu beginnen. Es gibt tausende Forscher, die mit Polymeren arbeiten, und die meisten haben Anwendungen im Sinn. Da muss gleich eine Solarzelle rauskommen.“ Inzwischen arbeiten die beiden Fellows mit Forschern aus Kanada, Italien und den USA zusammen. „Es wäre ja dumm, das alles hier in Freiburg zu machen, wenn es wo anders schon besser gemacht wird. Das FRIAS stellt Kontakte her, inspiriert und hilft, Ideen zu entwickeln und Kapazitäten besser zu nutzen.“

Wie die Forschergruppe bestehen auch Polymere aus vielen Elementen. Das Wort Polymer setzt sich aus den griechischen Wörtern „poly“ (viel) und „méros“ (Teil) zusammen. Polymere sind also Kettenmoleküle, die aus sehr vielen, aneinander geketteten Einzelteilen, Monomeren, bestehen. Im Prinzip können sie endlos lang sein. Ein bekanntes Polymer ist die DNS, in der die Erbinformation von Lebewesen gespeichert ist. Man kennt das Bild der Doppelhelix, die mit bunten Bausteinen verbunden ist. Da es so viele Kombinationsmöglichkeiten gibt, kann man extrem viele verschiedene Polymere herstellen. Die Kunst ist es, die Bausteine richtig anzuordnen. Das Zusammenmischen von Monomeren zu Polymeren ist vergleichbar mit dem Kochen von Spaghetti. Das Gelingen hängt von vielen Faktoren ab. Man muss die richtigen Zuta-

ten wählen: Pasta und Salzwasser. Das Wasser muss kochen, und die Nudeln dürfen nicht zu kurz und nicht zu lange im Wasser sein. Übertragen auf die Kunststoffe bedeutet das: Man muss die richtige Art und Menge Lösungsmittel beimischen. Die Bausteine müssen richtig ausgewählt werden, die Temperatur muss stimmen. „Und man muss dem Polymer Zeit geben“, ergänzt Stingelin. „Eine Plastikdose kann man in fünf Sekunden pressen. Ein Kunststoff, der mehr kann, braucht mehrere Minuten oder Stunden für die Herstellung.“

1977 entdeckte man, dass Plastik noch eine zusätzliche, besondere Eigenschaft haben kann, und zwar die Fähigkeit, Strom zu leiten. Versieht man ein entsprechendes Polymer mit ein paar wenigen Fremdatomen, verhält es sich wie ein Halbleiter. Halbleiter, speziell Silizium, spielen die Schlüsselrolle in der Informationstechnologie. Ohne Silizium kein Chip, ohne Chip kein Handy, kein Internet, kein digitaler Wecker. Auch LEDs (lichtemittierende Dioden) und Solarzellen basieren auf Halbleitertechnik. All diese Anwendungen könnten auch mit Plastik verwirklicht werden. Siemens etwa arbeitet daran, Chips auf Plastikfolien zu drucken, biegsam und leicht wie Müllbeutel. OLEDs, organische LEDs, könnten einmal auf Fensterscheiben angebracht werden. Tagsüber unsichtbar, könnten sie abends den Raum gleichmäßig beleuchten oder gleich den Tatort abspielen. Solarzellen auf Plastikfolien dürften herkömmlichen Photovoltaikmodulen früher oder später ernsthafte Konkurrenz machen. Schon jetzt sind sie günstiger, da sie wesentlich energieeffizienter herzustellen sind. „Andere Anwendungen könnten

auftauchen, die jetzt noch gar nicht denkbar sind“, sagt Reiter, „aber das ist alles Zukunftsmusik.“

Um dahin zu kommen, muss das Innenleben der Polymere viel genauer verstanden werden. „Ein organischer Halbleiter ist wie eine Elektronenautobahn“, versucht Reiter die komplexe Physik zu veranschaulichen. „Wir müssen alle Schlaglöcher beseitigen, damit das Elektron möglichst schnell durchflitzen kann. Am besten ohne Widerstand. Aber auch davon können wir im Moment nur träumen.“ Mit solch einem perfekten Elektronenhighway wäre, im Prinzip, eine Solarzelle möglich, die das gesamte Spektrum des Sonnenlichts in elektrischen Strom umwandelt. Für den Kunststoff wäre es eine traumhafte Entwicklung vom Umweltkiller zum Klimaretter. (fr)



Günter Reiter und Natalie Stingelin