

Es ist der weltweit größte Forschungsschwerpunkt zur Wirkung von Kunststoffen auf die Natur: Mehr als 100 Institutionen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Praxis machen bei „Plastik in der Umwelt“ mit. Mit ihrer Hilfe will das Bundesministerium für Bildung und Forschung das drängende Problem Plastikmüll angehen. Das Programm läuft bis 2022, ab heute wird eine erste Zwischenbilanz gezogen. Der Parlamentarische Staatssekretär Michael Meister (CDU) erklärt, worum es geht.

VON SARAH MARIA BRECH

**WELT:** Der Forschungsschwerpunkt Plastik in der Umwelt ist der größte überhaupt zu diesem Thema. Warum ist es dem Ministerium so wichtig?

**MICHAEL MEISTER:** Umweltverschmutzung durch Plastik ist ein globales Problem – und ein sehr komplexes. Kunststoffe haben einen extrem langen Lebenszyklus in der Umwelt. Das geht von der Herstellung über Handel und Endverbraucher bis zur Entsorgung. An jedem dieser Punkte ließe sich ansetzen und etwas verbessern. Wir können aber nur dann Lösungen finden, wenn wir entlang der kompletten Kette verstehen, was geschieht. Darum fördern wir insgesamt 20 Verbundprojekte aus fünf Bereichen, dazu gehören etwa die Themen Recycling und die Auswirkungen von Plastik auf unsere Gewässer.

**Mit welchem Ziel?**

Wir wollen beim Plastik einen geschlossenen Kreislauf hinbekommen. Momentan können Kunststoffe nur zum Teil wiederverwertet werden, und meistens nicht in gleich hoher Qualität. Man spricht dann von Downcycling statt von Recycling. Das Ziel muss es darum sein, bereits genutztes Plastik im Stoffkreislauf wiederzuverwenden – ohne dass die Qualität sinkt. Von diesem Ziel sind wir noch weit entfernt. Doch schon wenn es uns gelingen würde, zu einem gewissen Teil eine Kreislaufwirtschaft zu realisieren, würde das den Plastikmüll deutlich reduzieren. Ganz oben auf der Agenda steht die sogenannte Depolymerisation – also ein Verfahren, um benutzten Kunststoff nach chemischer Zerlegung wieder in die Ausgangspolymere zurückzuführen.

**Gibt es denn schon erste Schritte dahin?**

Ja, im Bereich Recycling können wir ein erstes Teilergebnis vermelden. Dem Verbundprojekt solvoPET, das von der RITTEC Umwelttechnik GmbH koordiniert wird, ist es gelungen, das Solvolysenverfahren weiterzuentwickeln. Dabei wird der Kunststoff PET mithilfe von chemischen Lösungsmitteln in seine molekularen Grundbausteine zerlegt. Diese können wieder weiterverarbeitet werden. Bislang funktionierte das nur bei reinem PET, inzwischen auch bei Mischabfällen. Das Verfahren ist noch nicht marktreif, es wird experimentell erprobt. Aber die Zwischenergebnisse sind so ermutigend, dass das Land Niedersachsen RITTEC dafür im vergangenen Jahr den Innovationspreis verliehen hat.



## Ab in den Kunststoff-Kreislauf

Das Programm „Plastik in der Umwelt“ zieht Zwischenbilanz. Was sind die größten Probleme?

**Noch lässt sich aber lange nicht jedes Plastik wiederverwerten.**

Das ist richtig. Darum müssen wir noch bei zwei anderen Punkten ansetzen. Der erste ist die Herstellung. Welche Stoffe sind besonders umweltschädlich? Wie kann man Plastik so herstellen, dass es weniger schädlich ist, dass es besser abgebaut werden kann? Auch das wird in den Forschungsprojekten untersucht. Ein weiterer Schwerpunkt ist das Verbraucherverhalten. Wie lässt sich sicherstellen, dass Plastik nach der Nutzung vernünftig entsorgt wird? In Deutschland sind wir da schon recht gut aufgestellt, 99 Prozent des Plastiks werden gesammelt und verwertet.

**Allerdings ein Großteil thermisch, also in der Müllverbrennungsanlage.**

Genau. Darum müssen wir nicht nur an besseren Recyclingmöglichkeiten arbeiten, sondern auch an der Bewusstseinsbildung. Wichtig ist, dass insgesamt weniger Kunststoffe genutzt werden. Verbraucher sollen wissen, dass Plastikabfälle der Natur schaden.

**Wissen sie das nicht schon?**

Das Thema ist auf jeden Fall deutlich präsenter in der Öffentlichkeit als noch vor einigen Jahren. Dafür sind nicht nur wir verantwortlich. Aber einen gewissen Anteil daran rechne ich uns schon zu. Den Forschungsschwerpunkt Plastik in der Umwelt hat Deutschland 2016



**Zur Person**

**Dr. Michael Meister** ist seit März 2018 Parlamentarischer Staatssekretär bei der Bundesministerin für Bildung und Forschung. Zuvor hatte er diese Funktion beim Bundesfinanzminister inne. Seit 1994 sitzt Meister für die CDU im Bundestag.

aufgelegt, als Projekt der G-7-Präsidentschaft. Ziel des Wissenschaftsjahres 2016/2017 zum Thema „Meere und Ozeane“ war es, im Land ein Bewusstsein für die Thematik zu schaffen. Und seit 2017 arbeiten die Verbundprojekte im Forschungsschwerpunkt.

**Trotzdem verursachen die Deutschen relativ viel Plastikmüll.**

Das stimmt. In Europa liegen wir auf Platz drei, vor uns sind nur noch Irland und Estland. Darum stellt sich eben die Frage: Können wir den Verbrauch verringern?

**Es ist eben schwierig, als Einzeler etwas auszurichten.**

Deshalb wollen wir die großen Akteure miteinbeziehen. Das ist ein wichtiges Thema bei unserer Statuskonferenz, die heute beginnt. Wir wollen diskutieren: Was tun, was brauchen Länder und Kommunen, aber auch Unternehmen, Händler und Verbände, um Plastikmüll zu reduzieren zu können? Zusammen mit ihnen wollen wir Strategien entwickeln, um das Plastikaufkommen zu reduzieren. Es geht ja nicht nur darum, mehr zu wissen. Die Forschungsergebnisse sollen auch möglichst schnell in der Praxis Anwendung finden.

**Besteht bei den Unternehmen daran überhaupt Interesse?**

Auf jeden Fall. Hersteller und Händler wollen ein umweltfreundliches Image. Das ist inzwischen ein Wettbewerbsvorteil. Wenn ein Supermarkt fünf verschiedene Tüten daliegen hat und eine ist komplett recycelbar – dann ist der Kunde vermutlich bereit, dafür mehr zu bezahlen. Es muss aber natürlich nachgewiesen sein, dass das stimmt. Dann ist eine solche Tüte ein attraktives Produkt.

**Sind Sie denn schon so weit, Forschungsergebnisse in die Praxis umsetzen zu können?**

Nein. Noch haben wir keine konkreten Ergebnisse. Die Statuskonferenz ist nur ein erster Zwischenschritt nach zwei Jahren. Der Forschungsschwerpunkt

läuft ja noch bis 2022. Ein Projekt verfolgt einen besonders hilfreichen Ansatz für politische, aber auch private Entscheidungen: ein Plastik-Emissionsbudget. Es gibt ja bereits den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck im Klimaschutz. Analog dazu soll jeder sich leicht ausrechnen können: Wenn ich zum Beispiel diese Tüte kaufe, vergrößert das mein Plastik-Emissionsbudget um so und so viel.

**Sie setzen also auf Freiwilligkeit und Anreize statt Verbote.**

Ja. Wir setzen darauf, so viel Know-how zu entwickeln und weiterzugeben, dass Plastik sparen attraktiv wird. Natürlich gibt es bereits Gesetzgebung zum Thema Plastik, auch Verbote. Doch insgesamt ist Freiwilligkeit immer besser als ordnungsrechtliche Eingriffe. Zudem können mithilfe der Forschung neue Geschäftsmodelle entstehen, die dann ihren Beitrag zum Umweltschutz leisten.

**Noch ist es ja nicht so weit – was genau wollen Sie denn neben dem Recyclingkreislauf erforschen?**

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Frage, wie Plastik überhaupt in die Umwelt gelangt. Da rede ich vor allem von Mikroplastik.

**Also Teilchen, die im Durchmesser kleiner sind als fünf Millimeter.**

Unser Ziel ist es, die Messmethoden so weit zu verbessern, dass wir sogar Teilchen messen können, die so klein sind

wie ein Tausendstelmillimeter. Aber vor allem geht es eben darum, herauszufinden, wo überhaupt wie viel Mikroplastik entsteht und wie es in die Umwelt gelangt. In einem Projekt werden zum Beispiel Proben des Ablaufwassers von Straßen auf Reifenabrieb untersucht.

**Das ist eine der wichtigsten Quellen für Mikroplastik.**

Ja, aber bislang ein ziemlich weißer Fleck in der Forschung. Eine weitere wichtige Quelle sind Textilien. Ein Projekt untersucht, wie viele Kunststofffasern ins Waschwasser gelangen und wie viele mit dem Abwasser der Waschmaschine in die Umwelt. Toll wäre es natürlich, wenn wir am Ende ein Hemd aus synthetischen Materialien herstellen könnten, das beim Waschen kein Mikroplastik abgibt.

**Bislang ist noch nicht klar, ob Mikroplastik überhaupt schädlich für Lebewesen ist. Wollen Sie das auch herausfinden?**

Natürlich. Wir wissen bereits, dass die winzigen Plastikteilchen entzündliche Reaktionen in Zellen auslösen können. Aber mehr eben noch nicht. Dabei ist zu befürchten, dass sich bereits große Mengen von Mikroplastik im Boden und in den deutschen Gewässern befinden. Im Rahmen des Forschungsschwerpunktes werden Proben in verschiedenen Flüssen entnommen und auch im Mündungsgebiet der Warnow und der Weser sowie im Wattenmeer. Damit wir uns überhaupt erst einmal einen Überblick verschaffen.

**Große Teile des Mikroplastiks im Wasser stammen vermutlich aus dem Boden.**

Ja, darum untersuchen wir auch landwirtschaftliche Flächen. Außerdem die Abwässer von Kläranlagen. Ziel ist, den Eintrag von Mikroplastik aus diesen Anlagen in die Umwelt zu verringern, zum Beispiel durch bessere Filter. Und dann wollen wir noch herausfinden, wie die Teilchen sich im Laufe der Zeit und unter Einwirkung verschiedener Einflüsse wie Sonnenlicht oder Wasser verändern und wie sie sich bewegen. Dazu werden Computermodelle entwickelt. Die Messdaten dienen als Grundlage für die Berechnung, wie sich die Teilchen vermutlich von einem Messpunkt zum nächsten bewegen. Es ist also ein sehr breiter Forschungsansatz.

**Was soll denn am Ende politisch aus der Forschungsarbeit folgen?**

Bislang führen wir die Diskussion vor allem in Bezug auf Deutschland. Das Thema muss aber in der ganzen Welt auf die Tagesordnung. Deutschland ist ja nicht der einzige Verursacher von Plastikmüll. Wir wollen darum, dass die hier entwickelten Methoden irgendwann auch in Schwellenländern zum Einsatz kommen können. Dafür sind wir an europäischen und internationalen forschungspolitischen Initiativen bereits beteiligt, es muss jedoch zusätzlich auf eine enge internationale Kooperation mit Schwellenländern hingearbeitet werden. Unsere Arbeit im Forschungsschwerpunkt soll im Endeffekt nicht nur für Deutschland und Europa wichtig sein, sondern, so hoffen wir, für die ganze Welt.

## Die geheimnisvollen Waffen von Chinas Terrakotta-Armee

Die 8000 Soldaten, die Kaiser Qin Shihuangdi im Tod beschützen sollten, führten Waffen aus Bronze. Ihr guter Erhaltungszustand ist bis heute ein Rätsel

Nachdem der König von Qin im Jahr 221 v. Chr. seinen letzten Rivalen bezwungen und China zum ersten Mal vereint hatte, erließ er umgehend einen weitreichenden Befehl. Nur noch seinen Soldaten sollte es künftig gestattet sein, Waffen zu tragen. Daher wurden die Bronzewaffen der geschlagenen feindlichen Armeen in seine Hauptstadt Xianyang gebracht, wo sie umgehend eingeschmolzen wurden, um zu monumentalen Denkmälern des Sieges umgeformt zu werden.

VON FLORIAN STARK

Welche Bedeutung die Bronze in China hatte, zeigt auch ein anderer Befehl von Ying Zheng, der sich nach der gewaltsamen Reichseinigung Qin Shihuangdi (259–210 v. Chr.) nannte, „Erster Erhabener Kaiser von Qin“. Für sein gigantisches Grabmal wurde eine Leibgarde von 8000 Kriegerern aus Terrakotta gefertigt, Generäle, Offiziere, Reiter, Fußsoldaten, Bogenschützen. Auch sie

waren mit Waffen aus Bronze ausgerüstet, um ihren Herrn und die ihm zwangsweise in den Tod nachgefolgten Konkubinen zu schützen.

Viele dieser Waffen gingen im Lauf der Jahrhunderte verloren oder wurden von Grabräubern entwendet. Doch die, die Archäologen seit der Entdeckung des Grabmals 1974 geborgen haben, zählen zu den großen Rätseln der Archäologie. Denn ihr Erhaltungszustand ist ungewöhnlich gut. Daher ging man davon aus, dass die Schmiede in der Residenz des Kaisers bereits Techniken gegen den Rostbefall entwickelt hatten.

Diese These ist offenbar falsch. Das Chrom, das bislang als bewuszt aufgebraucher Korrosionsschutz der Waffen gedeutet wurde, kam auf andere Weise zu der vergrabenen Armee, schreibt ein Team um Marcos Martinón-Torres von der Universität Cambridge im Fachjournal „Scientific Reports“. Bei den Chromspuren handle es sich stattdessen um Bestandteile von Lacken, mit denen zum Beispiel die Griff-

fe der Waffen kunstvoll verziert worden waren.

Die meisten Spuren sind demnach auf Teilen der Waffen zu finden, die mit längst zersetzten organischen Elementen wie Lanzenschäften und Schwertgriffen aus Holz oder Bambus verbun-

den waren. „Offensichtlich ist der Lack die unbeabsichtigte Quelle des Chroms der Bronze – und keine uralte Antirrost-Behandlung“, erklärt Martinón-Torres den Befund.

Bislang hatten Wissenschaftler eine Chromsalzlösung als Ursache für den

guten Zustand der Bronzewaffen angenommen. Nach Marcos Martinón-Torres ist dagegen die Beschaffenheit des Bodens im Tal des Flusses Sha in der zentralchinesischen Provinz Shaanxi verantwortlich. Einen Effekt auf Zersetzungsprozesse haben zum Beispiel Faktoren wie der pH-Wert, der Anteil an organischen Materialien und die Durchlüftung.

Dass die meisten Schwerter, Speer- und Pfeilspitzen der Terrakottakrieger aus Bronze und nicht aus Eisen gefertigt worden sind, hat die Archäologen verblüfft. Auch die Mechanik der Armbrüste besteht aus Bronze. Nur wenige der gefundenen Ausrüstungsgegenstände bezeugen die Verwendung von Eisen, aus dem allerdings üblicherweise Werkzeuge hergestellt wurden, dieser leistungsfähige Werkstoff in China also bekannt gewesen sein muss.

Viele Indizien deuten darauf hin, dass die Waffen tatsächlich in Gebrauch gewesen waren, bevor sie den Soldaten aus Ton beigegeben wurden.



Die Soldaten tragen individuelle Gesichtszüge und Rangabzeichen