

(English version below)

Laborstudie zur Toxizität von Produkten aus Biomaterialien

„Bioplastik“ ist keine unbedenkliche Alternative zu herkömmlichen Kunststoffen

Sogenanntes „Bioplastik“ gilt als umweltfreundliche Alternative zu konventionellen, erdölbasierten Kunststoffen. Es kann aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden oder kompostierbar sein oder sogar beides. Aber sind diese Biomaterialien weniger bedenklich als herkömmliches Plastik, was ihre chemische Zusammensetzung betrifft? Nein, lautet das Ergebnis der bisher umfassendsten Laborstudie dazu, die heute in der Zeitschrift Environment International erschienen ist. Wissenschaftler*innen um die Forschungsgruppe PlastX haben dafür Alltagsprodukte aus unterschiedlichen Materialien untersucht: Der Anteil an Produkten aus Biomaterialien, der schädliche Chemikalien enthält, ist genauso hoch wie bei Produkten aus erdölbasiertem Plastik.

Plastikprodukte stehen massiv in der Kritik. Schon ihre Herstellung aus fossilem Brennstoff gilt als wenig nachhaltig, das globale Plastikmüllproblem ist ungelöst, und wegen schädlicher Substanzen wie Bisphenol A geraten Alltagsprodukte aus Plastik immer wieder in die Schlagzeilen. Auf der Suche nach Alternativen werden vermehrt neue Materialien entwickelt, die vorteilhaftere ökologische Eigenschaften aufweisen sollen. Dazu gehören Biokunststoffe. Sie umfassen biobasierte Materialien wie Bio-Polyethylen, die aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen, und sogenannte bioabbaubare Materialien, die unter natürlichen Umweltbedingungen abbaubar sind wie Polymilchsäure (PLA). Auch pflanzenbasierte Produkte, die aus natürlichen Polymeren wie Cellulose bestehen, zählen zu den neuen Lösungen. Aber sind diese Biomaterialien, die als nachhaltige Alternative zu konventionellem Plastik vermarktet werden, hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung weniger bedenklich?

Drei von vier Produkten enthalten Chemikalien, die in Zelltests negativ auffallen

Dieser Frage ist die Forschungsgruppe PlastX unter der Leitung des ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung gemeinsam mit der Technisch-Naturwissenschaftlichen Universität Norwegen und der Goethe-Universität Frankfurt in einer Laborstudie nachgegangen. Es ist die bisher umfassendste Studie, in der Biokunststoffe und pflanzenbasierte Materialien auf ihre chemische Zusammensetzung und Toxizität hin untersucht und mit herkömmlichen Kunststoffen verglichen wurden. „Um mögliche schädliche Effekte der Chemikalienmischung zu analysieren, haben wir die Substanzen aus den Produkten herausgelöst und in Zelltests eingesetzt“, erklärt Lisa Zimmermann, die Erstautorin der jetzt veröffentlichten Studie. „Die Ergebnisse zeigen, dass die biobasierten bzw. bioabbaubaren Materialien keinesfalls weniger bedenklich sind. Drei Viertel aller untersuchten Produkte enthielten schädliche Chemikalien,“ sagt Zimmermann. „Schädlich heißt in diesem Fall, dass Substanzen toxisch auf Zellen wirken oder hormonähnliche Effekte hervorrufen. Zum gleichen Ergebnis kamen wir bei herkömmlichen Kunststoffen; auch hier enthielten drei von vier getesteten Produkten in diesem Sinne schädliche Chemikalien.“

Chemikalienmix aus bis zu 20.000 Substanzen in Biomaterialien

Unter den 43 untersuchten biobasierten und bioabbaubaren Produkten waren Einweggeschirr, Schokoladenverpackungen, Trinkflaschen, Weinkorken und Zigarettenfilter. Die Untersuchung der Chemikalienmischungen mittels chemischer Analytik zeigte, dass sich in 80 Prozent der Produkte mehr als tausend Substanzen befanden, in einzelnen Produkten sogar bis zu 20.000. „Die pflanzenbasierten Produkte aus Cellulose oder Stärke enthielten dabei die meisten Chemikalien. Auch waren diese am toxischsten, sprich hatten negative Auswirkungen in Zelltests,“ erläutert die Ökotoxikologin.

SÖF-Nachwuchsgruppe
„PlastX – Kunststoffe als
systemisches Risiko für
sozial-ökologische
Versorgungssysteme“

Projektleitung:

Dr. Johanna Kramm und
Dr. Carolin Völker
ISOE – Institut für sozial-
ökologische Forschung
Hamburger Allee 45
60486 Frankfurt am Main
Tel. +49 69 7076919-0
Fax +49 69 7076919-11
www.isoe.de

Projektpartner:

Prof. Martin Wagner
Department of Biology
Norwegian University of Science
and Technology (NTNU)
NO-7491 Trondheim

Prof. Jörg Oehlmann
Abteilung Aquatische
Ökotoxikologie
Goethe-Universität Frankfurt
Max-von-Laue-Str. 13
60438 Frankfurt am Main

Prof. Petra Döll
AG Hydrologie
Institut für Physische Geographie
Goethe-Universität Frankfurt
Altenhöferallee 1
60438 Frankfurt am Main

Dr. Frederik Wurm
Abteilung Physikalische
Chemie der Polymere
Max-Planck-Institut für
Polymerforschung (MPI-P)
Ackermannweg 10
55128 Mainz

Pressekontakt:

Melanie Neugart
ISOE – Institut für sozial-
ökologische Forschung
Tel. +49 69 7076919-51
neugart@isoe.de

Freigegeben zum Abdruck
Belegexemplar erbeten

Vom Rohmaterial zum Endprodukt: Gesamtoxizität steigt

In der Studie wurde einerseits deutlich, dass die untersuchten Endprodukte eine breitere Palette an Substanzen enthielten und eine höhere Toxizität aufwiesen als die Rohmaterialien, aus denen sie hergestellt werden. Der Grund: Beim Prozessieren vom Rohmaterial zum Endprodukt werden neue Substanzen hinzugegeben oder gebildet. Andererseits zeigte jedes biobasierte und bioabbaubare Produkt eine „individuelle“ chemische Zusammensetzung. „Das macht es nahezu unmöglich, allgemeingültige Aussagen zur Sicherheit bestimmter Materialien zu treffen,“ erklärt Co-Autor Martin Wagner von der Universität Trondheim. „Eine lebensmittelechte Tüte aus Bio-Polyethylen kann toxische Substanzen enthalten, ein Weinkorken aus dem gleichen Material muss das nicht zwangsläufig und umgekehrt.“

Chemische Sicherheit von Plastik sollte auf die politische Agenda

Die Studienergebnisse zeigen: „Für Verbraucher*innen ist nicht nachvollziehbar, ob sie im Alltag mit bedenklichem Plastik in Berührung kommen – egal ob konventionell oder „bio“, sagt Carolin Völker, die die Forschungsgruppe PlastX leitet. Die Ökotoxikologin plädiert deshalb dafür, dass die Unbedenklichkeit der verwendeten Substanzen garantiert und somit schon bei der Entwicklung neuer Materialien berücksichtigt wird. „Gerade, weil es einen Trend zu Biomaterialien gibt, gilt es jetzt, die chemische Sicherheit von herkömmlichen Kunststoffen ebenso wie von biobasierten und bioabbaubaren Alternativen auf die politische Agenda zu setzen“, sagt Völker. Da bisher nicht bekannt sei, welche Auswirkungen der Chemikalienmix in den Kunststoffen konkret auf Mensch und Natur hat, seien zudem weitere Studien im Zuge der Risikoforschung zu Plastik und seinen Alternativen dringend notwendig. Zelltests gäben erste Hinweise, reichten aber allein noch nicht aus, um die Gesundheits- und Umweltauswirkungen umfassend zu bestimmen. „Um wirklich ganzheitlich bessere Alternativen zu herkömmlichen Kunststoffen zu entwickeln, müssen neben der chemischen Sicherheit zusätzlich auch ökologische und soziale Aspekte berücksichtigt werden, wie beispielsweise Treibhausgasemissionen, Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion und Kreislauffähigkeit“. Auch hier sei beim „Bioplastik“ noch viel Luft nach oben, meint Völker.

Are bioplastics and plant-based materials safer than conventional plastics? In vitro toxicity and chemical composition. Lisa Zimmermann, Andrea Dombrowski, Carolin Völker, Martin Wagner (2020). Environment International, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106066>

Über die Forschungsgruppe PlastX

Die interdisziplinäre Nachwuchsgruppe **PlastX – Kunststoffe als systemisches Risiko für sozial-ökologische Versorgungssysteme** wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Programm „Forschung für nachhaltige Entwicklungen (FONA)“ gefördert. PlastX ist darin Teil der Fördermaßnahme „SÖF – Sozial-ökologische Forschung“ im Förderbereich „Nachwuchsgruppen in der Sozial-ökologischen Forschung“. Seit 2016 untersuchen sechs Wissenschaftler*innen die Problematik von Kunststoffen aus sozial-ökologischer Perspektive. Forschungspartner sind dabei das ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung (Leitung), das Max-Planck-Institut für Polymerforschung (MPI), Abteilung Physikalische Chemie der Polymere und die Goethe-Universität Frankfurt, Abteilung Aquatische Ökotoxikologie. www.plastx.org

Laboratory study analyzes the toxicity of bioplastics and plant-based materials

Chemicals in bioplastics not safer than those in conventional plastics

So-called “bioplastics” are marketed as an environmentally friendly alternative to conventional, petroleum-based plastics. They can be made from renewable feedstock, might be bio-degradable or even both. The question is however if these biomaterials are safer than conventional plastics with regard to the chemicals they contain. A new study published today in the journal Environment International addresses this question. Scientists have analyzed everyday products made of bio-based and/or biodegradable materials now report that the chemicals these alternatives contain are similarly toxic like those in conventional plastics.

Plastic products are under a lot of public pressure: The manufacturing from petroleum is considered unsustainable, the global plastic waste problem is largely unsolved, and, since they can contain toxic substances such as bisphenol A, everyday plastics often make the headlines. In response, new materials have entered the market promising a better environmental footprint. These include bioplastics that can be bio-based, that is made from renewable feedstock (e.g., bio-polyethylene) as well as biodegradable, that is they degrade under natural conditions such as polylactic acid. Other alternative materials can be made from plant-based materials, such as cellulose. But are these biomaterials safer than conventional plastics with regards to the chemicals they contain?

Three out of four products contain chemicals that are toxic in vitro

The PlastX research group, led by the Institute for Social-Ecological Research (ISOE), has addressed this question in a new study in collaboration with the Norwegian University of Science and Technology and the Goethe University of Frankfurt. It is the most comprehensive study to date that analyzes the chemical composition and toxicity of bioplastics and plant-based materials and compares them with conventional plastics. “In order to test for potential adverse effects of plastic chemicals, we extracted them from the everyday products and analyzed them to in vitro bioassays,” explains Lisa Zimmermann, first author of the study. “Our results demonstrate that bio-based and biodegradable materials are no safer than conventional ones. Three-quarters of the products contained harmful chemicals,” says Zimmermann. “This means that the products contain chemicals that have toxic effects in cells or act like hormones. The same is true for conventional plastics. Again, we found that three out of four products contained harmful chemicals.”

Biomaterials contain up to 20.000 chemicals

The 43 bio-based and biodegradable products that were studied included for instance disposable tableware, chocolate packaging, drinking bottles and wine corks. Chemical analysis demonstrated that 80% of the products contained more than a thousand, some products even up to 20,000 chemicals. “Cellulose- and starch-based products contained most chemicals. They also triggered a stronger in vitro toxicity than others,” explains the biologist Zimmermann.

From raw material to end product: overall toxicity increases

On the one hand, the study revealed that the end products analyzed contained a wider range of chemicals and a higher toxicity than the raw materials from which they were manufactured. That indicates that new substances are added or generated during the conversion of the raw material into the final product. On the other hand, each bio-based and biodegradable product had an “individual” chemical composition. “That makes it almost impossible to make general statements about the safety of specific materials,” explains co-author Martin Wagner from the University of Trondheim. “While a bio-polyethylene bag intended for food contact might contain toxic chemicals, a wine cork made of the same material might not and vice versa”.

Chemical safety of plastics should move onto the political agenda

The study shows: “For consumers it is not apparent whether they come in contact with harmful plastics, regardless of whether they are conventional or bio,” states the PlastX project manager Carolin Völker. Therefore, she demands that the safety of chemicals used in plastics and in alternative materials is guaranteed and already taken into consideration during the development of new materials. “Especially since we are seeing a strong trend towards biomaterials, the aspect of chemicals safety needs to be put on the political agenda.” So far, the precise effects of plastic chemicals on humans and the environment are still unknown and therefore further studies are needed that evaluate the risk of plastics and its alternatives. In vitro studies provide first evidence but are clearly not sufficient to determine health and environmental impacts comprehensively. “In order to develop better alternatives to conventional plastics, ecological and societal aspects must be considered in addition to their chemical safety. These aspects include greenhouse gas emissions, competition with food production and recyclability”. Because here too, just like with bioplastics much remains to be desired, Völker says.

Are bioplastics and plant-based materials safer than conventional plastics? In vitro toxicity and chemical composition. Lisa Zimmermann, Andrea Dombrowski, Carolin Völker, Martin Wagner (2020). *Environment International*, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106066>

About the PlastX research group

The interdisciplinary junior research group **PlastX – Plastics as a Systemic Risk for Social-Ecological Supply Systems** is funded by the Federal Ministry for Education and Research (BMBF) within its programme “Research for sustainable developments (FONA)”. PlastX forms part of the funding area “Junior Groups in Social-Ecological Research.” Since 2016, six scientists have been investigating the problems posed by plastics from a social-ecological perspective. Their research partners in this endeavour are ISOE – Institute for Social-Ecological Research (lead institute), the Max Planck Institute for Polymer Research (MPI), Department of Physical Chemistry of Polymers, and Goethe University Frankfurt, Department of Aquatic Ecotoxicology. www.plastx.org