

Academia Engelberg- Engelberger Dialoge 2023

Beatrice Suter, KommunikationsWerkstatt GmbH, Luzern

Rund 90 Teilnehmende trafen sich am 26. und 27. Oktober 2023 im Kursaal Engelberg zum wissenschaftlichen Diskurs über die Vorteile und Nachteile von Kunststoff. Seit ihrem Aufkommen in den 1950-er Jahren begleiten viele Dinge aus Plastik unseren Alltag. Was kurzfristig sehr praktisch ist, beispielsweise die Verpackung des Snacks oder des Getränks, wird langfristig zum Problem. Millionen Tonnen von PET und weiteren Kunststoffen lagern in den Weltmeeren. Eindrücklich sind auch die Bilder der Altkleiderberge in Afrika. Die Textilien, meist aus synthetischen Mischgeweben, roتن still vor sich hin. Die Mikropartikel der verschiedenen Kunststoffe gelangen in die Luft, ins Wasser, in die Böden, in die Natur, und nicht zuletzt in Mensch und Tier.

An den zwei Tagen in Engelberg wurden einerseits Studien vorgestellt, die aufzeigen, wie problematisch das Kunststoffvorkommen in der Umwelt für Organismen heute ist. Es wurden aber auch verschiedene Lösungsansätze aufgezeigt, wie Kunststoff anders verwendet werden kann, wie sinnvolles Recycling geht. Der Rückblick schliesst mit interessanten Forschungsansätzen, wie Organismen helfen, Plastikabfälle zu verstoffwechseln.

Im ersten Teil des Rückblicks werden verschiedene Problematiken von Kunststoff vertieft betrachtet.

Umweltrisiken von Mikroplastik

Die Argumentation von **Prof. Dr. Bernd Nowack** vom Departement Environmental Risk Assessment and Management (ERAM) bei der Empa in St. Gallen basierte auf dem Zitat von Paracelsus: «Alle Dinge sind Gift und nichts ist ohne Gift; allein die Dosis machts, dass ein Ding kein Gift ist.». Er und sein Team untersuchten in einer Risikoabschätzung, ob Mikroplastik in der Schweiz in einer Menge in der Umwelt abgelagert ist, die bereits problematisch sei. Je dichter ein Gebiet besiedelt sei, umso höher sei die Belastung. Ob Mikroplastik toxisch sei, hänge wohl von der emittierten Menge aber auch von der Grösse der Partikel ab. Zur Ökotoxizität meinte er, dass es Effekte auf eine Vielzahl von Organismen gebe, häufig jedoch erst bei hohen Konzentrationen, wobei noch unklar sei, welche Werte relevant seien.

Mikroplastik im Abwasser: Ein Problem für die Umwelt?

Kläranlagen stünden seit ihrem Bestehen immer wieder vor neuen Herausforderungen, erläuterte **Dr. Ralf Kägi** vom Department Process Engineering der Eawag. Aktuell seien Mikro- und Nano-Plastikpartikel im Fokus. In verschiedenen Studien wurde nachgewiesen, dass Abwasserreinigungsanlagen mit einer vierten Stufe Mikroplastik zu 99 % eliminieren. Allerdings seien die Auswirkungen von gelösten Polymeren, wie sie in Kosmetika und der Landwirtschaft vorkommen, noch nicht geklärt. Auch sei die Elimination noch nicht praktikabel. In diesem Bereich müssten neue Prozesse geführt und Materialien adaptiert werden.

Tire and road wear particles: an overlooked source of microplastics

Pro gefahrenen Kilometer verliere ein Vehikel 2 – 10 mg Abrieb, erläuterte Postdoc-Researcher **Thibault Masset** vom Environmental Engineering Institute, EPFL. Die heutigen Reifen verfügten über eine komplexe Struktur und bestünden aus natürlichem und künstlichem Kunststoff. Während der Fahrt entstehe nicht nur Reifenabrieb, sondern es werden auch toxische Additive freigesetzt. Diese seien heute in der Luft, in Böden, in Gewässern und später via Food-Transfer in Organismen nachweisbar. Die Auswirkungen auf den menschlichen Körper seien noch zu wenig erforscht. Aktuell werde in verschiedene Richtungen geforscht: Verminderung des Abriebs, Ersatz der Additive sowie Versuche mit Bakterien um die Additive zu zersetzen.

Kunststofftechnik trifft Nachhaltigkeit

Ein Plädoyer für ein Umdenken beim Umgang mit Abfall bzw. Wertstoffen hielt **Prof. Dr. Daniel Schwendemann** vom Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung an der Ostschweizer Fachhochschule. Er fasst die Nachhaltigkeitsziele wie folgt zusammen: «Heute nicht auf Kosten von Morgen, hier nicht auf Kosten von Anderswo und grundsätzlich nicht auf Kosten von Anderen.». Davon sei die Schweiz als aktueller Europameister beim Kunststoffabfall aufgrund des hohen Lebensstandards aber noch weit entfernt. Wir würden durchaus Recycling betreiben, aber ohne daran zu denken, was daraus entstehen könne. Das Resultat sei ein «Down-Cycling» mit schlechter Qualität und schlechtem Image. Wir hätten ein enormes Reservoir an Verpackungsmaterial. Wenn dieses sortenrein rezykliert würde, müssten wir viel weniger Rohstoffe einführen und könnten die Wertschöpfung erhöhen.

Kunststoff: die Sicht des Verbandes

Dass Kunststoff nicht nur negative Seiten habe, sondern auch klimafreundlich sei, erläuterte **Ricardo Casanova** vom Branchenverband Kunststoff.swiss. Kunststoff ersetze bereits zu 53 % den Stahl beim Airbus. Die Vorteile im Recycling: Kunststoff schmelze bereits bei 105 Grad. Zudem erreichen Kunststoff-Isolationen hervorragende Werte. Um die negativen Folgen von Kunststoff in der Umwelt zu minimieren, setze sich der Verband vehement für die Kreislaufwirtschaft ein. Kunststoff sei zu wertvoll, um einfach den Kehrichtverbrennungsanlagen als Brennstoff zu dienen. Ab 2025 werde schweizweit das Kunststoff-Recycling eingeführt. Zudem nehme der Verband Einfluss auf die Verpackungsindustrie. Sie soll im Design an Kreislaufwirtschaft denken und damit die Zirkularität der Materialien erhöhen sowie den Materialeinsatz beispielsweise bei Überverpackungen minimieren. Auch ein massvoller Konsum könne einen grossen Beitrag zur Vermeidung von Plastik in der Umwelt leisten.

Im zweiten Teil des Rückblicks stehen innovative Ideen rund um biologisch abbaubare Kunststoffe im Zentrum.

Grossformatiger Plastik – 3D-Drucker im Bauwesen

Dr. Matthias Leschok, Institute of Technology in Architecture, ETH Zurich, zeigte sich davon überzeugt, dass der 3D-Drucker im Bauwesen mit seinen spezifischen Ausgestaltungen und den Konstruktionen die material- und gewichtssparend sind, in Zukunft vermehrt zum Zug kommen wird. Anhand von drei Praxis-Beispielen zeigte er, wie Kunststoffbauteile aus dem 3D-Drucker funktional in Objekte integriert werden. Zum Beispiel als wasserlösliche Schalung für Betonwände oder im Einsatz als integrierte Gebäudesysteme wie Lüftungsdecken und bei komplexen Säulen-Konstruktionen. Diese Einsatzmöglichkeiten fördere die Kreislaufwirtschaft im Bau. Voraussetzung sei, dass mit Mono-Materialien konstruiert, die Teile demontagegerecht entwickelt und Bauteile und Schalungen rezykliert würden.

Bioabbaubarer Plastik in der Landwirtschaft

Prof. Dr. Michael Sander, Dep. of Environmental Systems Science, ETH Zurich, plädierte dafür, dass wir nach dem Vorsorgeprinzip handeln sollten: Einträge von Kunststoff in die Umwelt sollen verhindert oder alternative Materialien verwendet werden. Konventionelle Polymere hätten ein Problem: Ihre Strukturen sind in der Umwelt nicht durch Organismen spaltbar, sie zerfallen zwar, sind aber nicht abbaubar. Als Zwischenschritt sieht er Bio-abbaubaren Kunststoff, deren Polymere Sollbruchstellen aufweisen.



Diese werden bereits in der Landwirtschaft eingesetzt. Die Mulchfolie werde nach der Ernte nämlich untergepflügt. Danach wird der Kunststoff von Bakterien und Pilzen kolonisiert, der enzymische Abbau startet und am Ende erfolgt eine mikrobielle Verstoffwechslung der kleinen Moleküle zu CO₂ und Biomasse. Dennoch sei weitere Forschung notwendig, um den Bioabbau genau zu verstehen und neue Polymere – auch wasserlösliche – zu entwickeln.

Synthetische Textilien im Kontext der Kreislaufwirtschaft

In ihrem Vortrag erläuterte **Lea Schmidt**, Senior Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Forschungsgruppe Produkt und Textil, Hochschule Luzern, Design und Kunst, die aktuellen Hindernisse der Kreislaufwirtschaft am Beispiel von Textilien. Einerseits bestehen heute viele Textilien aus verschiedensten synthetischen Materialien. Die Materialkomplexität entsteht bereits bei der Garnherstellung und verhindert so die sinnvolle Rückgewinnung von Sekundär-Rohstoffen.

Andererseits sehen Designer im Einbezug des Materialkreislaufs noch zu oft eine Einschränkung ihrer Kreativität. Dass dem nicht so sein muss, zeigte die Ausstellung Materialwege Kunststoff, die von **Prof. Dr. Christian Ritter**, Vizedirektor Hochschule Luzern, Design und Kunst, kurz vorgestellt wurde. Aktuell forscht Lea Schmidt im interdisziplinären und universitätsübergreifenden Team über den Einbezug von Mono-Materialien zur Schaffung von neuen Ökoreislaufen.



Zukunftsorientierte Akustiklösungen: zirkulär, digital und innovativ

Sven Erni, CEO & Co-Founder, verwandelt mit seiner Impact Acoustic täglich tausende von PET-Flaschen in ästhetische Akustikprodukte. Diese sind nachhaltig kreislauffähig und für die Demontage, die Wiederverwendung oder das Recycling konzipiert. Die Produkte werden in Italien mit minimalem Energieaufwand und ohne Zusatzstoffe hergestellt. Das Grundmaterial ist Archisonic® Felt, ein Akustikabsorber, der in einem Verfahren ähnlich wie Woll-Filz hergestellt wird. 88 PET-Flaschen werden pro Quadratmeter wiederverwertet. Eingesetzt werden sie in der Architektur und im Office-Bereich. Zudem werden aus den Off-Cuts nützliche Organizer hergestellt.

Im dritten Teil des Rückblicks werden Alternativen aufgezeigt, wie die 780'000 Tonnen Kunststoffabfall, die jährlich allein in der Schweiz anfallen, vermieden werden könnten.

Wie Amazon den Verbrauch von Plastik beim Verpackungsmaterial reduziert

Amazons ambitioniertes Ziel sei es, jede Bestellung innert zwei Stunden auszuliefern. Zeit eingespart werde unter anderem bei der Verpackungsart, erläuterte **Markus Winterholer**, Practice Manager, Global & Strategic Accounts von Amazon Web Services (AWS). Das Umdenken begann 2015. Mit dem Wandel hin zum Onlineshopping sollten sich auch Verpackungen wandeln. Dazu startete Amazon 2015 das Programm Frustration Free Packaging. Einerseits wurden die Versandbehälter auf die Artikelgröße abgestimmt. Hohlräume werden mit Papier ausgefüllt. Noch optimaler sei es, wenn die Originalverpackung direkt mit einer Versandetikette versehen und so ausgeliefert werden könne. Bei Mogelpackungen nehme Amazon Kontakt mit den Herstellern auf, um unnötiges Verpackungsmaterial zu sparen und funktionale Verpackungslösungen zu generieren. Heute versende Amazon in den USA plastikfrei.

Produktverpackungen funktionell und facettenreich

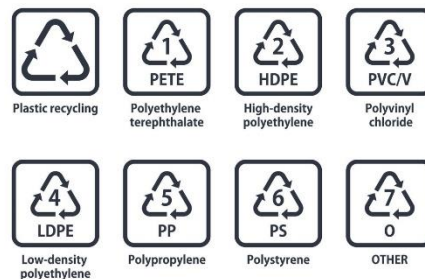
Dr. Catharina Bening, Group for Sustainability and Technology, ETH Zurich, und ihr Team untersuchten 4'000 Verpackungen von Denner und katalogisierten deren Materialtyp und -menge. Resultat: 50 t Verpackungsmaterial erzeugen 80 t CO₂.eq Emissionen. Glas sei für mehr als die Hälfte des Gewichts verantwortlich, aber nur für 13 Prozent der CO₂-Emissionen. In ihrer Präsentation fordert sie die Industrie zu einem Perspektivenwechsel auf. Anstatt darüber nachzudenken, wie die Gurke verpackt werden müsse, damit sie lange frisch beim Konsumenten bleibe, müsse die Frage gestellt werden, ob der Konsument überhaupt im Januar Gurken aus Südspanien konsumieren müsse. Auch beim Abfallmanagement sei ein Umdenken wichtig: Weg von der Minimierung der Abfallströme und der Suche nach neuen Rezyklat-Einsatzmöglichkeiten hin zum adäquaten Produktdesign mit einer Maximierung der Stoffstromnutzung.

Herausforderungen für den Megaplayer im Verpackungsbusiness

Die Sicht der Verpackungshersteller, erläuterte **Günther Lehner**, Chairman von ALPLA, welche seit mehr als zehn Jahren Kunststoff-Verpackungsmaterialien rezyklieren. Das Bewusstsein bei den Unternehmen wachse und New Plastics Economy halte Einzug. Zuerst waren ultraleichte Verpackungsalternativen gefragt. Inzwischen experimentieren Unternehmen mit nachhaltigen Materialien und kompostierbaren Lösungen. Wiederbefüllbarkeit sei ebenfalls ein Thema. Mittlerweile durchgesetzt habe sich die Verwendung von Recycling-Materialien. Hier seien die Gesetzgeber gefordert, die Mindeststandards setzen müssten. Da helfe sicher das Bekenntnis der EU, dass ab 2025 der Kunststoffanteil in der Verpackung einen Mindestprozentanteil an rezyklierten Material enthalten müsse. Erfreulich sei, dass Kunden auch nach Alternativen für Kunststoffverpackungen nachfragen. Aktuelle rezyklierbare Lösungen seien jedoch preislich teurer als fossile Materialien.

Kreislauf von Kunststoffen in die Praxis bringen – die KATZ Kreislauffabrik

Kunststoff prägt den Alltag wie kaum ein anderes Material und ist damit auch im Fokus der Gesellschaft. Das sei gut, meinte **Panayota Tsotra**, Head of Applied Research and Development des Kunststoff Ausbildungs- und Technologie-Zentrums KATZ, denn dann werde auch ein Dialog dazu geführt. Es sei wichtig, dass Unternehmen ihre Verpackung nach dem Prinzip Reduce, Reuse sowie hochwertiges Recycling (sortengetrennt nach PP) weiterentwickeln. Um den Technologie-Transfer zu forcieren, bietet die Kreislauffabrik KATZ dazu Firmenkurse an, unterstützt bei der Kreislauf-Produkte-Entwicklung und prüft Abläufe zur Qualitätsverbesserung. Damit kann die Kreislauf-Wertschöpfungskette für viele Produkte optimiert werden.



Im vierten Teil des Rückblicks werden Ideen präsentiert, wie Kunststoffe mittels Mikroorganismen abgebaut werden und welche natürlichen Materialien als Kunststoffersatz in der Lebensmittelverpackung bald Einzug halten werden.

Bioabbaubares Polyester produziert durch Bakterien: Was sind die Vorteile?

Prof. Dr. Manfred Zinn, Institute of Life Technologies, Hes.so, Valais, vertiefte das Thema der bioabbaubaren Polymere in seinem Referat. Aktuell werden bioabbaubare Polymere typischerweise noch in Asien hergestellt. In der Schweiz sei die Produktion noch im Forschungsstadium mit einer Produktionsmenge von ca. 100 kg pro Jahr. Er erläuterte den komplexen Herstellungsprozess von Polyhydroxyalkanoate (PHA) mittels Bakterien. Im Herstellungsprozess werde durch gezielte «Fütterung» der Bakterien mit Substrat und CO₂ Polyesterkügelchen produziert. So können spezifische Materialeigenschaften gesteuert und gleichzeitig Additive eingespart werden. Künftig soll im Recycling-Prozess aus diesen Materialien auch Bio-Fuel mit interessanten Verbrennungsmerkmalen kondensiert werden.

Bio-basierter Plastik versus fossil-basierter Plastik

Ob Bio-Polymere nachhaltig, bio-abbaubar, von regionaler Herkunft und klimafreundlicher sind als fossil-basierter Plastik, untersuchte **Claudia Som**, Senior Researcher am Technology and Society Lab, Empa. Sie und ihr Team erstellten eine Metaanalyse aus elf Übersichtsstudien sowie 65 Einzelstudien sowie Primärdaten von Firmen aus den USA und Thailand und erhielten auch aufgrund der uneinheitlichen Datenlage ein durchzogenes Resultat. Grundsätzlich sind bio-basierte Polymere zu fördern, weil sie CO₂ aus der Atmosphäre speichern und erneuerbar sind. Auch das Recycling von Plastik ist zu fördern, aber es ist energieintensiv und es gibt Materialverluste. Diese Anpassungen allein reichen aber

nicht. Es ist notwendig, dass Unternehmen ihre Geschäftsmodelle ändern - weg vom Massengeschäft hin zu mehr Qualität, Langlebigkeit und neuen Serviceleistungen wie ein Reparaturangebot oder Ausleihen statt Verkaufen.

Neue Materialien aus natürlichen Ressourcen als Plastikersatz

Nach einem Ersatz für Plastik bei Gemüseverpackungen forscht **Prof. Dr. Gustav Nyström** und sein Team vom Laboratory for Cellulose and Wood Materials, Empa. Nach dem Motto «von der Natur für die Natur» präsentierte er die Möglichkeiten, wie Früchte und Gemüse mit einem Überzug aus Cellulose länger haltbar gemacht werden können. Die Cellulose selbst stammte aus dem Trester von ausgepressten Frucht- und Gemüseschalen. Ziel der Forschung in Zusammenarbeit mit dem Grossverteiler Lidl war, Foodwaste künftig nachhaltig zu vermeiden. Labortests bewiesen, dass Gurken und Äpfel, die mit einem dünnen Cellulose-Film aus Mikro- oder Nano-Partikel überzogen wurden, auch nach sechs Tagen optisch noch wie frisch aussahen. Zwar seien die Grundkosten für Cellulose höher als für Plastik, hingegen benötige die Herstellung des Cellulose-Films weniger Energie. Zudem könnten die Produzenten ihr Gemüse und ihre Früchte direkt vor Ort mit einer Cellulose-Schicht überziehen, womit die Frische entscheidend verlängert werden könne.



Auf der Suche nach plastikabbauenden Mikroorganismen

Dr. Beat Frey, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL präsentierte, wie Plastik mittels Mikrobiologie und Biotechnologie abbaubar sei. Gesucht waren leistungsfähige Proteine und Enzyme, die bei tiefen Temperaturen wirksam sind. Rund 400 Varianten fanden er und sein Team in Kryosphären-Böden in den Alpen und in Grönland. In seinem Referat beschrieb er das Auswahlverfahren und wie die leistungsfähigsten im Labor unter arktischen Bedingungen den Abbau einer PET-Flasche ermöglichen. Pathogene Enzyme spalten Polymere in Grundbausteine, diese Bausteine werden von den Mikroorganismen aufgenommen und von ihnen in Monomere und Energie verwandelt und wieder in die Umwelt abgegeben. Mittels Biotechnologie untersuchten die Forschenden, wie Enzyme PET-Flaschen verstoffwechseln können. Dabei fanden sie vier neue Enzyme. Das effizienteste Enzym konnte innerhalb eines Tages eine PET-Flasche verstoffwechseln. Aus dem Restsubstrat könnte wieder PET hergestellt werden. Bereits gibt es Firmen in Belgien, Deutschland und Frankreich, die solche Enzyme kommerziell herstellen.

Panel Diskussion

In der abschliessenden Panel-Diskussion wurden die Beiträge der Engelberger Dialoge 2023 reflektiert und gesellschaftliches und industrielles Denken sowie Visionen angesprochen. So meinte Moderator Prof. Dr. Christian Ritter zu Beginn, dass der gesellschaftliche Diskurs bereits vor 45 Jahren mit «Jute statt Plastik» geführt wurde. Die Gesellschaft habe ein ausdifferenziertes Bild über Risiken und Herausforderungen von Kunststoff erhalten. Günther Lehner meinte, dass die Recycling-Industrie sich in der Verantwortung sehe. Die Kreislaufwirtschaft sei zwingend notwendig. Nicht nur für PET-Flaschen, auch für andere Produkte wie Textilien. Christiane Leister warf ein, dass es zwei Sichten gebe, die der Konsumenten und die der industriellen Kunststoffanwendungen. So müssten zum Beispiel Blutbeutel aus PVC hergestellt werden. Es stelle sich dann die Frage des Recyclings. Sie forderte, dass die Gesetzgebung rasch normative Grössen und längerfristige Guidelines formuliere. Eine Umstellung hin zur Kreislaufwirtschaft forderte Dr. Matthias Leschok. Es brauche nicht zehn verschiedene Materialien. Fünf Kunststoffarten würden genügen. Diese müssten kostengünstig zurückgeführt und wiederverwertet werden. Christiane Leister verortete ein generelles gesellschaftliches Problem: Wir würden uns nur anpassen, wenn es bequem sei. Man agiere meist nur, wenn man mit dem Rücken zur Wand stehe. Die Gesprächsteilnehmenden waren sich zum Schluss einig, dass Kunststoff ein gesellschaftliches und unternehmerisches aber auch ein politisches Thema sein müsse.

Abschluss und Ausblick

Prof. Dr. Verena Briner, Stiftungsratspräsidentin der Academia Engelberg bedankte sich zum Schluss bei den 19 Referentinnen und Referenten sowie bei den Panelteilnehmenden, die alle ehrenamtlich auftraten. Sie hätten den rund 90 Teilnehmenden die Komplexität rund um Kunststoff aufgezeigt und viele innovative Ideen präsentiert. Aber es sei nicht alles rasch umsetzbar. Verena Briner nahm für sich aus den engagierten Voten mit, dass mehr separieren wichtig sei und dass man anstatt von Abfall von einer Ressource sprechen müsse. Am Schluss ihrer Rede lud sie alle Anwesenden zur Teilnahme an den **Engelberger Dialogen 2024 vom 24. und 25. Oktober 2024 zum Thema «Wachstum»** ins Klosterdorf ein.



Engelberger Dialoge 2023 im Kursaal Engelberg