

Die Erfolgsgeschichte des Kunststoffs:

Die anhaltende Revolution

150 Jahre nach ihrem Beginn ist die Erfolgsgeschichte des Kunststoffs noch lange nicht zu Ende erzählt. Was bisher geschah, mutet an wie die Spitze eines Eisberges im Vergleich zu den ungeahnten zukünftigen Möglichkeiten, die jeden Tag durch neue Innovationen eröffnet werden, und auf neue Generationen von Kunststofftechnologien warten, die heute noch ungeahnte Produkte daraus entwickeln werden. Im Gegensatz zu anderen Bereichen der Industrie, die sich an der Schwelle zu ihrer vierten Revolution sehen, ist die Kunststofftechnologie eine permanente Weiterentwicklung, die weiterhin Fahrt aufnimmt und die mit ihr verbundenen Berufsfelder zum spannendsten und zukunftssichersten macht, wofür sich junge Menschen entscheiden können.



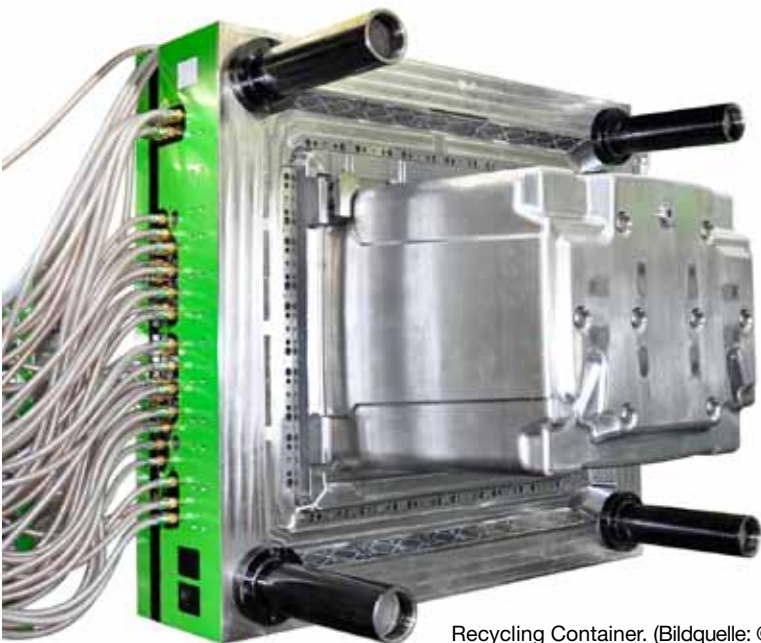
Bildquelle:
TaviTopai-istockphoto.com

In der produzierenden Industrie ist – und das schon seit einiger Zeit – die Rede von der vierten industriellen Revolution. Der Ausdruck wirkt deshalb etwas populistisch, weil er aus der Politik stammt. Die deutsche Bundesregierung verwendet ihn für ein Förderprogramm, mit dem sie die Konkurrenzfähigkeit der heimischen Industrie stärken will. Was ist damit gemeint? Die als Industrielle Revolution bekannte Mechanisierung mithilfe der Dampfkraft Mitte des 19. Jahrhunderts wird als erste Revolution bezeichnet, die durch die Elektrizität ermöglichten Veränderungen, etwa die Einführung der Massenfertigung mittels Fließband als zweite und der Einsatz von Elektronik und IT zur weiteren Automatisierung der Produktion als digitale oder dritte Revolution. Was folgen soll, ist die intelligente Fabrik, deren Produktionseinrichtungen sich dynamisch auf veränderte Anforderungen einstellen. Als Grundlage dafür dienen „Cyber-physische Systeme“, die über das „Internet der Dinge“ vom intelligenten Werkstück erfahren, was mit ihm geschehen soll.

Zukunftsstoff mit Vergangenheit

Was hat das mit Kunststofftechnologie zu tun? Sehr viel! Und das gleich aus mehreren Gründen. Vieles davon wäre ohne Kunststoff überhaupt nicht möglich. Seit vor ca. 150 Jahren die ersten „Naturersatzstoffe“ erfunden wurden, haben diese die Welt gründlich verändert. Auf vielen Gebieten erinnert sich kaum noch jemand daran, wie oder woraus Dinge vor der Erfindung dieser Materialgruppe gemacht wurden. Weniger als 100 Jahre ist es her, dass es erstmals

Noch bis vor ein paar Jahrzehnten galten die Materialeigenschaften von Kunststoffen in vielen Bereichen als unterlegen. Viele der preiswerteren Materialien waren nicht besonders stabil oder wurden mit der Zeit spröde, wenn der Weichmacher ausgedünstet war. Hemden aus Perlon – einer frühen Kunstfaser – haben beispielsweise den Vorteil, dass man sie nicht bügeln muss. Sie konnten sich trotzdem nicht durchsetzen, denn man schwitzt sich in ihnen zu Tode. Vierzig Jahre später sind die Shops in unseren Einkaufszentren voll mit Kleidungsstücken aus atmungsaktiven Kunstfasern, die Schweiß und Hitze hinaus- aber Regen und Kälte nicht hineinlassen.



Recycling Container. (Bildquelle: © Haidlmair)



gelang, polymere Werkstoffe großtechnisch zu erzeugen. Vor etwa 50 Jahren begannen die damals als Plastik bezeichneten Materialien dann in das tägliche Leben einzudringen und die Haushalte zu erobern. Dass das genau zu dieser Zeit passierte, ist darauf zurückzuführen, dass jemand einen Weg fand, Kunststoffe aus Erdöl zu synthetisieren. Und das sprudelte damals so reichlich, dass es kaum etwas kostete.

Als weitere Vorteile der synthetisch hergestellten Werkstoffe trugen ihr geringes Gewicht, ihre beinahe unbeschränkte Formbarkeit und der praktisch völlige Entfall von Verschnitt bei. Das macht diese Materialien ressourcenschonend und sorgt für niedrige Kosten der aus ihnen hergestellten Produkte.

Immer neue Kunststoffe

Noch bis vor ein paar Jahrzehnten galten die Materialeigenschaften von Kunststoffen in vielen Bereichen als unterlegen. Viele der preiswerteren Materialien waren nicht besonders stabil oder wurden mit der Zeit spröde, wenn der Weichmacher ausgedünstet war. Nicht selten lag es aber auch daran, dass man vorhandene Materialien einfach mehr oder weniger experimentell neuen Verwendungszwecken zuführte. Das brachte nicht immer den gewünschten Erfolg, denn oft hatte das verwendete Material neben den erwünschten auch unerwünschte Eigenschaften. Hemden aus Perlon – einer frühen Kunstfaser – haben beispielsweise den Vorteil, dass man sie nicht bügeln muss. Sie werden ganz von selbst glatt. Sie konnten sich trotzdem nicht durchsetzen, denn man schwitzt sich in ihnen zu Tode.

Vierzig Jahre später sind die Shops in unseren Einkaufszentren voll mit Kleidungsstücken aus atmungsaktiven Kunstfasern, die Schweiß und Hitze hinaus- aber Regen und Kälte nicht hineinlassen. Offensichtlich haben Chemiker und Verfahrenstechniker nicht geschlafen. Und so gibt es heute nicht mehr nur eine kleine Gruppe verschiedener Kunststoffe, sondern eine kaum mehr überschaubare Menge. Sie ist mittlerweile so groß, dass die Behauptung im Raum steht, es gäbe bereits mehr Kunststoffe als natürliche Rohstoffe. Wer angesichts dieser Fortschritte der Vergangenheit glaubt, auf diesem Gebiet sei schon alles erdacht und

alles erfunden, irrt gewaltig. Die wesentlichste Änderung, wenn es um neue Kunststoffe geht, ist, dass längst nicht mehr nur irgendein Material auf irgendeine Anwendung „portiert“ wird, sondern neue Materialien dem Anwendungszweck entsprechend mit den passenden Eigenschaften entwickelt werden. Und da ist noch jede Menge Raum für Phantasie. Fieberhaft gesucht werden auch weiterhin neue Materialien mit Eigenschaften, die noch kein Werkstoff davor hatte. Einerseits werden zu diesem Zweck bereits existierende Moleküle linear weiterentwickelt. Das kann durchaus wörtlich genommen werden, denn die Wissenschaft ist durchaus in der Lage, am Makromolekül (Polymer) selbst zu basteln und einzelne Moleküle (Monomere) auszutauschen. Die daraus resultierenden Laborergebnisse großtechnisch in die Praxis umzusetzen und in industriellen Mengen Material mit gleichbleibender Qualität zu erzeugen, ist eine weitere Herausforderung für die Verfahrenstechniker.

Kunststoffe werden grüner und komplexer

Ein weiterer Grund dafür, dass die Betätigungsmöglichkeiten auf den Gebieten der Materialforschung und -entwicklung nicht so schnell ausgehen werden, ist die Tatsache, dass der derzeitige Hauptrohstoff Erdöl knapper und damit teurer wird. Deshalb und auch mit dem Ziel, hochwertige und dennoch verrottbare Kunststoffe zu entwickeln, wenden sich Materialkundler natürlichen – vorzugsweise nachwachsenden – Ausgangsstoffen zu.

Auch die Kombination unterschiedlicher Ausgangsstoffe ist Gegenstand großer Anstrengungen und wird wohl noch einige Zeit für spannende Herausforderungen in der Kunststofftechnologie sorgen. Dabei kann es um die homogene Verbindung natürlicher und synthetischer Polymere zu neuen Materialien gehen. Größer ist jedoch die Innovationsrate bei der Herstellung von Verbundwerkstoffen, den sogenannten Compounds. Auch dabei werden unterschiedliche Stoffe im Prinzip untrennbar miteinander verbunden, aber eben nicht durch chemische Kombination, sondern im Wesentlichen durch mechanische Durchdringung. So entstanden schon in der Vergangenheit glas- oder kohlefaserverstärkte Kunststoffe für den Automobilbau oder Laminat, etwa als Vorprodukt für Bodenbeläge. →

Zukunftsfeld Verarbeitung

Kunststoffmaterial, das erzeugt wird, wird auch zu Produkten verarbeitet. Weltweit werden derzeit fast 300 Millionen Tonnen Kunststoff pro Jahr verbraucht (Stand: 2013), davon ein Sechstel in Europa. Die Kurve zeigt weiterhin einen steiler werdenden Verlauf, sodass die Bedeutung von Kunststoffen auch in Zukunft weiter zunehmen wird. Zwar wird es noch ein wenig dauern, bis Kunststoffe Holz oder Metalle wie Stahl und Aluminium mengenmäßig einholen, aber der Verdrängungsprozess hat längst begonnen.

So sind von den ca. 5.000 Einzelteilen eines heutigen Mittelklasseautos ca. 1.700 aus Kunststoff, und täglich werden es mehr. Aus Kunststoff werden immer kleinere Gegenstände hergestellt, etwa für die Mikroelektronik oder für Implantate in der Medizin. Dort ist die Strukturbreite der Bauteile teilweise so gering, dass keine zwei Polymer-Makromoleküle nebeneinander Platz hätten. Das stellt recht prickelnde Herausforderungen an die Materialtechnologie, aber auch an den Werkzeugbau.

Der ist auch gefordert, wenn es am anderen Ende des Spektrums darum geht, immer größere Produkte aus Kunststoff herzustellen. Das zeigt der Erfolg einer oberösterreichischen Firma bei der Herstellung eines Spritzgusswerkzeuges für 1.100 Liter Mülltonnen. Das sind die großen, rechteckigen Dinger auf vier Rädern, die bei Wohnblocks und Supermärkten stehen. Bis vor zehn Jahren hatte man diese noch aus Blech geschweißt, sie waren aber auch schon aus Kunststoff hergestellt worden. Das neue Werkzeug ist so gebaut, dass die Kräfte – die Teile der Form werden mit 5.500 Tonnen Kraft zusammengepresst

– zum Großteil auf den feststehenden Teil übertragen werden und ihre verschiedenen Teile mittels vieler getrennter Kühlmittelkreise gleichmäßig gekühlt werden. So braucht das im Vergleich zu bisherigen Formen deutlich leichtere und kleinere Gebilde für jeden Schuss um 40 Prozent weniger Zeit und Energie, was das Endprodukt entsprechend verbilligt und wertvollen Strom spart. Es ermöglicht dem Hersteller auch die Verwendung einer kleineren Maschine und wird dadurch kostengünstiger.

In einem Arbeitsgang

Einer der Vorteile von Produkten aus Kunststoff ist die Möglichkeit, aus verschiedenen Materialien bestehende Gebilde in nur einem Arbeitsgang zu erzeugen. So lassen sich Schnittstellenprobleme eliminieren. Eine Anwendung, bei der das schon länger Anwendung findet, sind Fensterprofile, bei denen die Dicht-Gummilippe bereits beim Extrusionsvorgang mit-extrudiert wird. Im Gegensatz zur parallelen Herstellung mit anschließender Montage erspart man sich zusätzliche Arbeitsgänge für das Zusammenfügen und eventuell erforderlichen Klebstoff.

Ein sehr schönes Beispiel für die Entwicklung eines Gegenstandes über verschiedene Technologien ist die Getränkekiste. Um Flaschen nicht einzeln tragen zu müssen und sie vor Beschädigung zu schützen, zimmerte ein Tischler von Hand hölzerne Kästen mit kleinen Waben, in die je eine Flasche passte. Da dieser Vorgang recht langwierig und teuer war und Kunden die Kisten gern behielten, gewöhnten sich die Brauereien an, als Eigentumsmerkmal ihren Namen außen einzubrennen. Die Methode, Kisten gegen Pfand in Umlauf zu bringen, bewährte sich, also wurde sie

beibehalten und ausgebaut, sodass eine Massenfertigung nötig wurde. Einen ersten Wirtschaftlichkeitsschub erlebte die Getränkekiste durch die Verwendung von Stahlblech. Die Kisten wurden dabei weiterhin aus mehreren Teilen zusammen gesetzt. Sie konnten aber in großen Mengen gestanzt werden und gleichzeitig den Firmenschriftzug in das Blech einprägen.

Das ist alles schon eine ganze Weile her, Flaschenkisten werden schon lang per Spritzguss aus Kunststoff hergestellt – bis vor Kurzem als homogenes, einfarbig durchfärbtes Stück. Da inzwischen der Werbewert der transportierten Marke erkannt wurde, kam diese durch nachträgliche Bedruckung auf die Kiste. Heute entwickelt der Marktführer Spritzgussformen für Getränkekisten, aus denen diese in nur einem einzigen Arbeitsgang als komplexe, mehrteilige Einheiten hergestellt werden, mit Abschnitten aus unterschiedlich durchfärbtem Material, mit integriertem Rutsch-Schutz am Boden, mit weichem, griffgünstigem Material in den Griffmulden zum leichteren Tragen und mit einem beliebig komplex bedruckten Etikett, das per In-Mould-Labeling unverlierbar und unzerstörbar direkt in den Korpus der Kiste integriert wird.

Das bekannte Unbekannte

Das ist die Gegenwart. und selbst die ist noch nicht überall angekommen. Was die Zukunft bringt, wird man noch sehen. Einen kleinen „Sneak Preview“, eine Ahnung der beinahe unbegrenzten Möglichkeiten, erhielten letzten Herbst die Besucher der Kunststoffmesse K in Düsseldorf. Die findet nur alle drei Jahre statt und zeigt auf allen Gebieten der Kunststofftechnologie – von der Werkstoffgewinnung über jede Art der



1



2

Verarbeitung bis zum Recycling – einerseits den Stand der Dinge und andererseits ein wenig langfristige Aussichten. In der Kunststoffverarbeitung zeigen diese neben vielen Einzelinnovationen, mit denen Hersteller von Kunststoffprodukten die Welt Stück für kleines Stück weiter verändern werden, zwei Megatrends:

Der eine ist die Fortsetzung der Kombinatorik, wo das Beispiel der Bierkiste einerseits noch als Spitze der Innovation im Raum steht, andererseits erst der Anfang ist. So zeigte beispielsweise ein Konsortium aus Kunststoffmaschinen- und Werkzeugbauern gemeinsam mit Materialherstellern die Produktion eines Bremspedals für einen PKW aus Kohlefaser mit integrierten Metall- und Gummiteilen in nur einem Schließzyklus der Form. Generell beschäftigen sich nicht wenige führende Spieler in der Kunststofftechnologie mit Möglichkeiten, Materialien mit völlig unterschiedlichen Eigenschaften auf verschiedene Weise homogen zu verbinden – und für das „Leben danach“ auch wieder zu trennen.

Der zweite Trend, der sich 2013 in Düsseldorf erstmals in voller Ernsthaftigkeit manifestierte, ist die additive Herstellung von Kunst- und Verbundstoffteilen. Dazu haben erste Maschinenbauer Maschinen entwickelt, in denen nach dem Grundprinzip des 3D-Druckers, aber industrie- und stückzahltauglich, Produkte künftig „aufgewachsen“ werden. Sie ermöglichen die Herstellung von Produkten aus Kunststoff mit recht hoher Präzision und Komplexität ohne die großen Aufwendungen für Werkzeuge und eröffnen daher Kunststoff-Anwendungen einen wirtschaftlichen Weg in die Kleinserienfertigung. Da diese Maschinen in naher Zukunft nicht nur Kunststoffe verarbeiten können, sondern auch die



Mülltonnen mit einem Inhalt von 1.100 Litern wurden bis vor zehn Jahren noch aus Blech geschweißt, aber auch schon aus Kunststoff hergestellt. Neu war, dass ein oberösterreichisches Unternehmen eine Spritzgusswerkzeug entwickelte, das rund 40 % weniger Zeit und Energie benötigt, das Endprodukt dadurch billiger wurde und zusätzlich wertvollen Strom spart. (Bildquelle: © Haidlmair)

Möglichkeit zur Beifügung von Metallen oder Gasen aufweisen sollen, eröffnen sie ein weites Feld für Technologie-Mischtechnologien, das sich sogar auf die Integration von in sich funktionalen Teilen erstrecken wird.

Weiter steigender Fachkräftebedarf

Was Produktentwickler und -hersteller daraus machen werden, wird erst die Zukunft zeigen. Sicher ist, dass bald nicht mehr 40 % des Kunststoffs für die Verpackung verwendet wird, denn alle anderen Bereiche

haben riesige Zuwachsraten. Hier ist nicht eine erste, zweite, dritte oder vierte Revolution im Gang, hier läuft seit 150 Jahren eine permanente Umwälzung, und die wird nicht so schnell beendet sein. Daher wird die Kunststoffindustrie auch weiterhin eine – wenn nicht sogar die – Wachstumsbranche bleiben. Ihr Bedarf an qualifizierten Fachkräften steigt weiter. Eine Aus- oder Weiterbildung in den weiten Bereichen der Kunststofftechnologie ist, sowohl was interessante Aufgabenstellungen betrifft als auch günstige Karriere-Aussichten, eine zukunftssicheren Option.



3

1 Ein sehr schönes Beispiel für die Entwicklung eines Gegenstandes über verschiedene Technologien ist die Getränkekiste. Um Flaschen nicht einzeln tragen zu müssen und sie vor Beschädigung zu schützen, zimmerte ein Tischler von Hand hölzerne Kästen mit kleinen Waben, in die je eine Flasche passte. (Bildquelle: BURG Services GmbH & Co. KG)

2 Die Methode, Kisten gegen Pfand in Umlauf zu bringen, bewährte sich, also wurde sie beibehalten und ausgebaut, sodass eine Massenfertigung nötig wurde. Einen ersten Wirtschaftlichkeitsschub erlebte die Getränkekiste durch die Verwendung von Stahlblech. Die Kisten wurden dabei weiterhin aus mehreren Teilen zusammengesetzt. Sie konnten aber in großen Mengen gestanzt werden und gleichzeitig den Firmenschriftzug in das Blech einprägen. (Bildquelle: © Academic)

3 Heute entwickelt der Marktführer Spritzgussformen für Getränkekisten, aus denen diese in nur einem einzigen Arbeitsgang als komplexe, mehrteilige Einheiten hergestellt werden, mit Abschnitten aus unterschiedlich durchfärbtem Material, mit integriertem Rutsch-Schutz am Boden, mit weichem, griffgünstigem Material in den Griffmulden zum leichteren Tragen und mit einem beliebig komplex bedruckten Etikett, das per In-Mould-Labeling unverlierbar und unzerstörbar direkt in den Korpus der Kiste integriert wird. (Bildquelle: Brau Union Österreich)