Logo

Kunststoffe:

Bereit für die Digitalisierung?

Digitale Technologien verändern die Kunststoffindustrie auf vielfältige Weise. Jeder Akteur in der Wertschöpfungskette ist und wird davon betroffen sein. Die Digitalisierung nimmt Einfluss auf die verschiedenen Abläufe, von der Forschung und Entwicklung bis hin zur Produktion, Verarbeitung und Geschäftstätigkeit. Die Digitalisierung ist das Instrumentarium, das die Industrie in die Lage versetzen wird, die Herausforderungen der Realität eines neuen Kunststoffzeitalters anzunehmen.

Rudy Koopmans [1]

Industrielle Revolutionen stehen im Zusammenhang mit signifikanten sozioökonomischen Veränderungen. Sie werden insbesondere durch neue Entwicklungen in Wissenschaft und Technik vorangetrieben, die kreative Wege eröffnen, wenn es darum geht, Unternehmenstätigkeit neu zu erfinden. Es ist schwierig, einen genauen Zeitpunkt für diesen Wandlungsprozess zu bestimmen, denn meist ist es eine stetige Entwicklung ineinandergreifender Ereignisse. Zunächst wird die Veränderung nur von wenigen wahrgenommen, die neue Möglichkeiten sehen, die zahlreiche Vorteile für die Menschheit mit sich bringen. Später dann, in dem Masse, wie die allgemeine Akzeptanz steigt, wird die Veränderung zu einem Lebensstil, während sie für einige weiterhin eine existenzielle Bedrohung darstellt.

Die vierte industrielle Revolution besteht in der Abkehr von fossilen Energieträgern hin zu erneuerbaren Energien und in einer virtuellen Welt, die die physische Realität leitet. Letzteres ist ein natürlicher Prozess der immer stärkeren Verbreitung elektronischer Geräte und deren Konnektivität. Ersteres wird ausgelöst durch eine gesteigerte Sensibilisierung und die langfristige Notwendigkeit einer effizienteren Nutzung von Energie und Rohstoffen, um die Lebensqualität aller zu erhalten und zu verbessern.

Die Kunststoffindustrie macht einen wesentlichen Teil dieses Wandels aus. Kunststoffe werden als vielseitige synthetisch-organische Materialien bei nahezu jeder einzelnen menschlichen Tätigkeit verwendet und werden in der Zukunft eine entscheidende Rolle spielen. Die virtuelle Welt hat und wird weiterhin einen erheblichen Einfluss darauf haben, wie und welche Art von Kunststoffen produziert, welche Art von Produkten entwickelt und wie diese verwendet und wiederverwendet werden. Und diese Veränderung findet heute statt.

Bild: zvg

Die Digitalisierung der Gesellschaft ist in vollem Gange und nimmt direkten Einfluss auf die Zukunft der Kunststoffindustrie.

Kunststoffe

Die Kunststoffe von heute bestehen mehrheitlich aus nicht erneuerbaren synthetisch-organischen Polymerwerkstoffen auf der Basis fossiler Brennstoffe. Nach 80 Jahren exponentiellen Wachstums werden Kunststoffprodukte nunmehr als Erzeugnisse wahrgenommen, die massive Umweltverschmutzungen verursacht haben und auch künftig verursachen werden. Die Industrie sieht sich plötzlich mit einer neuen Realität des «Kunststoffzeitalters» konfrontiert. Die kritische Herausforderung wurde mit der sogenannten «Zirkularitätslücke» in Verbindung gebracht. In dem Moment, in dem ein Kunststoffprodukt «verbraucht» wurde, läuft sein Dasein nach seiner Nutzung auf ein wertloses Produkt hinaus, eine materielle Bürde für jeden einzelnen Nutzer und für die Gesellschaft. Diese sozio-ökonomische Herausforderung bedeutet, dass es offensichtlich schwierig ist, Kunststoffprodukte nach Gebrauch weiter zu verwenden und zu verhindern, dass sie in der Umwelt landen.

---

[1] *Rudy Koopmans, Direktor, Plastics Innovation Competence Center (PICC), Freiburg*

Logo

Analog-Digital-Umwandlung und Digitalisierung

Die Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) hat die Art der Datengenerierung, Datenspeicherung und -analyse erweitert. Durch sie wurde die Umwandlung von auf Papierträger vorliegenden Dokumenten in eine aus Zahlenreihen von Nullen und Einsen bestehende kodierte Sprache möglich. Dies war eine weitaus wirksamere Art der Zeiteinsparung beim Speichern und Wiederherstellen sowie der Visualisierung, wodurch die schnellere Interpretation von Informationen erleichtert wurde. Dies hat sich dahingehend entwickelt, dass jedes Ereignis, jede Handlung oder jeder Fakt in einem digitalisierten Format gespeichert werden kann und überwiegend gespeichert wird. Der Umstand, dass all diese gespeicherten Abläufe in einer gemeinsamen, digitalen Sprache vorliegen, hat den Wunsch verstärkt, die Datensätze mit Hilfe von immer ausgeklügelteren Algorithmen zu verbinden und zu analysieren. Diese Reihe von kodierten Regeln erlaubt die Darstellung, Analyse, Verbindung, Korrelation, den Vergleich, die Inbezugsetzung, Voraussage, Simulation, das Teilen, die Kommunikation und Lenkung der Verwendung der Datensätze bis hin zu Entscheidungshilfen und Angeboten. Diese Digitalisierung der Gesellschaft ist in vollem Gange und nimmt direkten Einfluss auf die Zukunft der Kunststoffindustrie.

Sind wir dafür bereit?

Die Realität eines neuen Kunststoffzeitalters und die fortschreitende Standardisierung der Digitalisierung sind gleichermassen Herausforderung und Lösung. Sie werden einen Paradigmenwechsel vorantreiben und ermöglichen. Die Digitalisierung ermöglicht es wie nie zuvor, Aufgaben zu erledigen und operative Prozesse zu verändern. Die Maximierung der Ressourcenauslastung ist deutlich einfacher geworden, wie man an solch bekannten Beispielen wie Uber, AirBnB und anderen Sharing-Systemen sehen kann. Die Beschaffung spezieller Informationen ist heute schneller und deutlich zielgerichteter möglich. Die Konnektivität hat die Welt in ein globales Dorf verwandelt. Das Bestellen von Produkten einschliesslich zusätzlicher alternativer Vorschläge ist einfach. Diese alltäglichen, sehr sichtbaren Veränderungen mit all ihren Vor- und Nachteilen werden durch Algorithmen ermöglicht, die bereits heute unverzichtbare Werkzeuge der Kunststoffindustrie sind oder noch werden.

Modellierung

Computer sind besonders gut dafür geeignet, sich wiederholende Aufgaben überaus schnell zu erledigen und rasch Zusammenhänge oder Tendenzen in riesigen Datenmengen festzustellen. Die Modellierung, also das Entwickeln mathematischer Konstruktionen, deren Übersetzung in eine kodierte Sprache und die anschliessende Berechnung durch den Computer sind in Wissenschaft und Industrie gleichermassen zum integralen Bestandteil der Forschungs- und Innovationstätigkeit geworden. Die Simulation und Prognose in Kombination mit der Überwachung von Prozessen sind Kern der Automatisierung geworden.

Polymerwissenschaft und Technologie

Wirksame Wege zu finden, um existierende Polymere effektiver zu synthetisieren und neue Polymere schneller zu entwickeln, ist ein mühsamer und langwieriger Prozess. Das Durchforschen der früheren wissenschaftlichen und Patentliteratur sowie der riesigen Menge an täglich neu veröffentlichter Literatur ist in letzter Zeit immer schwieriger geworden. Dank der Digitalisierung eines Grossteils der auf Papierträger vorliegenden Literatur ist es spezifischen Algorithmen möglich, zu durchsuchen, zu analysieren, zu organisieren, zu übersetzen und nahezu augenblicklich Antworten auf spezielle Suchanfragen zu liefern. Eine in einfacher Sprache gesprochene Informationsanfrage erbringt sofort statistisch geordnete Optionen für mögliche Synthesewege. Neben der Datenanalyse und dem Durchsuchen von Grafiken, die die Analyse erleichtern, ist es möglich, «nachzubauen» und neue innovative Wege zu gehen. Veröffentlichte Ergebnisse können kombiniert werden, um Alternativen zur Synthese bestehender oder neuartiger Polymere zu finden. Dies wirkt sich auf die Generierung von geistigem Eigentum aus und beeinflusst möglicherweise das wirtschaftliche Ansehen von Unternehmen. Ferner können die Anforderungen an die Produkt- und Verarbeitungseigenschaften so gestaltet werden, dass sie auf bestimmte Polymerzusammensetzungen, Kunststoffformulierungen und deren optimale Herstellung abgestimmt sind.

Die «first-principle»-Modellierung der Polymersynthese und der damit verbundenen Eigenschaften und Leistungsfähigkeit von Polymeren hat signifikante Fortschritte bei der industriellen Problemlösung erzielt. In der Regel handelt es sich hierbei um vielschichtige Aufgaben, die die Konnektivität atomistischer, molekularer, mesoskopischer und makroskopischer Modelle erfordern. Rechenzeitreduzierung, einfache Konnektivität von Outputs und Inputs sowie einfache grafische Benutzerschnittstellen für die Problemdarstellung haben dieses Instrumentarium für jeden zugänglich gemacht. Neuartige Algorithmen ermöglichen es sogar, den Modellierungs- und Simulationsprozess zu automatisieren. Emulatoren können automatisch aus separaten und kontinuierlichen Modellsimulationen eines Problemparameterraums entwickelt werden. Emulatoren sind das vereinfachte, aber präzise Vorhersagemodell als Ergebnis von «first-principle»-Simulationen mit «hohem Durchsatz». Sie wurden entwickelt, um komplizierte, langwierige und zeitraubende Berechnungen zu vermeiden.

Die prädiktive Erzeugung von Wissen besteht hauptsächlich in der Entwicklung von Korrelationen zwischen beobachteten realen oder virtuellen Phänomenen. Ihren mathematischen Ausdruck findet sie in einer Gleichung aus Variablen, Operatoren und Parametern, sprich, dem Modell. Die symbolische Regression ist ein automatisierter Ansatz zur Entwicklung solcher Modelle aus sehr grossen Datenmengen (Big Data) durch Kombination aller möglichen Operatoren. Es wird eine Vielzahl von mathematischen Modellen generiert, von denen jedes mit einer spezifischen Wahrscheinlichkeit in den analysierten grossen Datensatz passt. Nun ist eine Modellauswahl möglich, um den grossen Datenraum nach variablen Abhängigkeiten zu durchsuchen.

Logistik

Das EU-Recht erfordert in den kommenden Jahren eine erweiterte Produkthaf-

Logo

tung. Dadurch gewinnt die Thematik der Produktrückverfolgbarkeit an Bedeutung. Vom Kunststoffgranulat bis hin zu Kunststoffverpackungen, Autoteilen, Gebäudeisolierungen oder elektronischen und medizinischen Gerätschaften muss die gesamte Wertschöpfungskette sichtbar gemacht werden. Gleichermassen müssen Gebrauch und die anschliessende Verwertung erfasst werden, um die Kunststoffe und chemischen Komponenten für die Wiederverwendung zurückzugewinnen. Verschlüsselte adaptive Barcodes oder Q(uick) R(esponse)-Codes in Kombination mit der Blockchain-Technologie und der Verwendung der Internetkonnektivität ermöglichen eine solche Rückverfolgbarkeit. Die Wertschöpfungskette jedes Produkts wird nachverfolgbar, ohne die kommerziellen Interessen der Akteure offenzulegen, und dennoch wird auf sichere Weise registriert, wo, wann, wie und von wem ein Produkt erzeugt wurde. Es ermöglicht die Definition und Registrierung der Produktzusammensetzung, des Eigentums, der Compliance und der vorgesehenen Nutzung.

Produktmarketing und Verkauf

Die Kundenzufriedenheit als Geschäftsschwerpunkt erforderte zusammen mit den Methoden der Marktsegmentierung weitaus mehr Informationen, um herauszufinden: «Wer möchte was und wann?» Über das Internet ist es heute möglich, live und weltweit nach spezifischen Informationen zu suchen, die die Positionierung von Produkten ermöglichen und bestimmte Kunden anzusprechen, die daran interessiert sind, diese zu erwerben. Da die Daten nicht gespeichert, sondern kombiniert und im selben Moment online analysiert werden, wird nicht gegen die gesetzlichen Bestimmungen verstossen. Diese kognitive Intelligenz ermöglicht es Unternehmen, ihre Produkte an den Kundenbedarf anzupassen und Kauf- und Verkaufsverhalten anhand der im Unternehmen bereits vorhandenen Datenhistorie zu prognostizieren. Selbst eine vorausschauende Preisbildung ist in Form des Timings von Lagerkäufen und Produktverkäufen möglich. Diese Datenanalyse kann Vermarktern und Verkäufern helfen, effizienter zu arbeiten und die Qualität der Dienstleistungen bedarfsgerecht zu gestalten. Zugleich eröffnet sie Möglichkeiten zur Änderung des operativen Geschäftsmodells.

Kunststoffverwertung

In einem B2B (Business-to-Business) Arbeitsablauf ist der Warenfluss für gewöhnlich sehr gut abgestimmt. Jede der beteiligten Firmen weiss ganz genau, wovon sie wieviel kauft und verkauft. Sobald sich dies jedoch in eine B2C (Business-to-Consumer)-Geschäftsbeziehung wandelt, gibt es diese Klarheit nicht mehr, und es entscheidet nur noch der Verbraucher, wie das gekaufte Produkt verwendet und entsorgt wird. Diese sogenannte «Zirkularitätslücke» erschwert die Wiedergewinnung und entsprechende Sortierung der Kunststofferzeugnisse erheblich, ganz zu schweigen von der Anwendung geeigneter Technologien zur Nachnutzung von Kunststoffen und der dabei eingesetzten chemischen Produkte. Die Blockchain-Technologie kann hier jedoch ein Ausweg sein. Der Kauf eines Kunststofferzeugnisses kann durch das Einrichten eines personalisierten Krypto-Accounts erfasst werden. Das Erzeugnis könnte mit einem kleinen finanziellen Bonus bedacht werden, wenn es ordnungsgemäss entsorgt wird. Die angesammelte Krypto-Währung kann dann entweder in Bargeld, Wertbons oder durch den Kauf von Anteilen am Recyclingunternehmen umgesetzt werden. Letzteres motiviert die Verbraucher, zur Beseitigung der Umweltverschmutzung durch Kunststoffe beizutragen, eine innovative Recyclingindustrie durch Crowdfunding zu unterstützen und die Zirkularitätslücke zugunsten aller Beteiligten der Wertschöpfungskette zu schliessen.

Fazit

Die Digitalisierung der Kunststoffindustrie gewinnt als Teil eines Strebens nach Produktionseffizienz, Produktdifferenzierung und Kundendienst immer mehr an Bedeutung. Noch wichtiger ist, dass neue Wege der Innovation durch neuartige Instrumente der Wissenschaft und der Technik und alternative Geschäftsmodellansätze erst ermöglicht werden und ohne die Digitalisierung unmöglich sind. Die Herausforderungen CO_2-neutraler Arbeitsabläufe und der zirkulären Wertschöpfungskette können nun in unkonventioneller Weise angenommen werden.

Kontakt

Plastics Innovation Competence Center
an der HES-SO, Freiburg – HEI&A
Passage du Cardinal 1
CH-1700 Freiburg
+41 26 429 68 28
rudolf.koopmans@hefr.ch
www.innosquare.com

183 x 30 mm