

Pultrusion thermo- plastischer Profile – Chan- cenanalyse im Kontext der Automobilwirtschaft

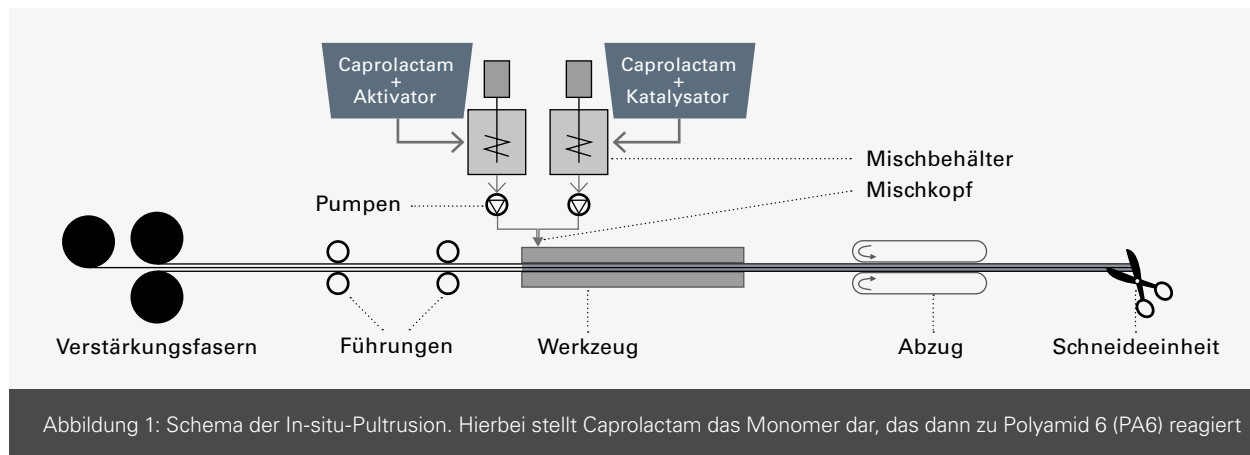
Das Verfahren der In-situ-Pultrusion ist eine Technologie, die die Herstellung von Thermoplast-Profilen mit geringem Gewicht sowie hoher Festigkeit und Schlagzähigkeit ermöglicht. Die Vorteile dieser Profile sind vielfältig und bieten die Chance, ein Bestandteil nachhaltiger und ökologischer Leichtbaukonzepte in den verschiedensten Bereichen zu sein.



© sdecretet/AdobeStock

Die Pultrusion ist ein kontinuierliches Verfahren der Kunststoffverarbeitung zur Herstellung endlosfaserverstärkter Halbzeuge. Heute werden hauptsächlich Duomere (klassische Harzsysteme) als Matrixwerkstoff verwendet, weil sie als reaktive monomere Ausgangswerkstoffe im Vergleich zu Thermoplastschmelzen eine weit geringere Viskosität aufweisen und somit eine gute Faserdurchtränkung auch von dickeren Faserbündeln erlauben. Bei der Duomer-Pultrusion werden Endlosfasern aus beispielsweise Glas oder Kohlenstoff durch ein Harzbad gezogen und somit durchtränkt, im Anschluss wird das Harz ausgehärtet.

Doch nicht immer ist das Eigenschaftsprofil von duomeren Matrixsystemen ausreichend. Daher gibt es Ansätze, die die Verwendung thermoplastischer Matrixsysteme ermöglichen. Hierbei werden die niederviskosen monomeren Edukte genutzt, um die Fasern zu infiltrieren. Meist kommt dafür Caprolactam (Monomer) zur Herstellung von Polyamid 6 (Polymer) zum Einsatz. Die Monomerschmelze reagiert dann im Werkzeug unter Wärmeeintrag zu einem Thermoplasten aus. Die In-situ-Pultrusion ist schematisch in Abbildung 1 dargestellt.



Quelle: In Anlehnung an © Bonten, C.: Kunststofftechnik: Einführung und Grundlagen, München: Hanser, 2020.

Solche Thermoplast-Profile zeichnen sich durch geringes Gewicht sowie hohe Festigkeit und Schlagzähigkeit aus. Im Gegensatz zu den duomerbasierten Pultrudaten können sie geschweißt, umgeformt oder umspritzt werden. Außerdem ist eine werkstoffliche Recyclingfähigkeit aufgrund der Wiederaufschmelzbarkeit am Ende des Produktlebenszyklus möglich. Damit wird es möglich, beispielsweise Metall-einleger in Kunststoffbauteilen, die lokal die Festigkeit und Steifigkeit erhöhen sollen, zu ersetzen und somit deutlich Gewicht einzusparen. In Abbildung 2 ist ein solches thermoplastisches Profil dargestellt, das nach der Fertigung mittels Spritzgießen mit PA6 umspritzt wurde.



Quelle: KIT

In welchen Produkten in der Automobilbranche kommt die Pultrusion thermoplastischer Profile typischerweise zum Einsatz und welche zukünftigen Produkte in der Automobilbranche benötigen diese Technologie?

Die Entwicklung nachhaltiger und ökologischer Fahrzeugkonzepte steht immer mehr im Fokus. Besonders im Rahmen der Umstellung auf Elektromobilität werden Leichtbaukonzepte für Kraftfahrzeuge und Nutzfahrzeuge immer wichtiger. Vor allem die Einflüsse des Fahrzeuggewichts und dessen Auswirkung auf die Fahrdynamik sowie die Gewichtszunahme durch Batteriesysteme motivieren die Suche nach neuen Technologien zur Gewichtsreduzierung. Zusätzlich steigen die Sicherheits-, Reichweiten- sowie Komfortansprüche der Kund:innen immer weiter und erfordern neue Konzepte im Automobilbau. Formteile aus faserverstärktem

Kunststoff, wie endlosfaserverstärkte thermoplastische Profile, bilden aufgrund der hervorragenden spezifischen mechanischen Eigenschaften bei gleichzeitig geringer Herstellungszeit einen Ansatz zur technischen Machbarkeit von Leichtbaukonzepten. Dabei stellt das Verfahren der In-situ-Pultrusion ein sehr neues Verfahren dar, das gerade den Einstieg in die (Automobil-)Industrie sucht.

Dahingegen ist die Pultrusion auf Duromerbasis weit verbreitet. Die Anwendungsgebiete reichen von der Elektroindustrie und dem Chemieanlagenbau über infrastrukturelle Anwendungen bis hin zur Bauindustrie. Auch in der Automobilbranche kommen Pultrudate auf Duromerbasis zum Einsatz. So werden unter anderem Stoßfängerträger, Dachträger, Frontend-Trägersysteme, Türeingriffsträger, Fahrgestellschienen und Getriebetunnel aus Pultrudaten hergestellt.

Mit Hilfe der In-situ-Pultrusion von Thermoplasten könnten all diese Profile auf Duromerbasis durch solche auf Thermoplastbasis ersetzt werden – mit dem Vorteil, dass diese dann recycelbar wären und stoffschlüssige Fügeverfahren angewendet werden könnten. Aufgrund der Wiederaufschmelzbarkeit der Thermoplastmatrix können verschiedenste Produkte gefertigt werden. Die hergestellten Profile können beispielsweise verschweißt, umgeformt, umspritzt oder mit weiteren Fügepartnern zu individuell modularisierbaren Fachwerkstrukturen gefügt werden. Durch Stoff- und Formleichtbau werden somit hohe Steifigkeit und Festigkeit vereint. Die Einsatztemperaturbereiche ergeben sich durch den Basiskunststoff PA6, wobei zwischen kurz- und langfristigen Einsatz unterschieden werden muss. Kurzfristig können Pultrudate bei Temperaturen von bis zu 160 °C, auf Dauer bis zu 90 °C eingesetzt werden. Die minimale Einsatztemperatur liegt bei etwa –40 °C. Damit könnten beispielsweise Batteriegehäuse verstärkt oder leichte, aber steife Batteriehalterungen konstruiert werden. Bereits hier ergibt sich ein enormes Einsparpotenzial in puncto Gewicht, da solche Gehäuse derzeit größtenteils aus Stahl oder Aluminium bestehen, um sowohl die Tragfähigkeit als auch die Crashesicherheit zu gewährleisten. Diese Sicherheit ist auch bei der lastpfadgerechten Auslegung von Pultrudaten zu Fachwerken gegeben.

Dabei können nicht nur Gehäuse gefertigt werden, sondern auch ganze Fahrzeugkarosserien, die eine herausragende Rolle in der Steigerung der Fahrzeugsicherheit bei gleichzeitiger Gewichtsreduktion spielen. Ähnliche Karosseriekonstruktionen werden zumeist metallbasiert gefertigt. Mischbauweisen mit faserverstärkten Kunststoffen haben hier in den letzten Jahren stark zugenommen. Die In-situ-Pultrusion kann durch Weiterentwicklung bis hin zum großserientechnischen Einsatz die Elektromobilität deutlich voranbringen. Es können nicht nur bestehende Produkte durch die deutlich leichteren Pultrudate ersetzt werden, sondern auch neue, leichte Konstruktionen zum Einsatz kommen. Durch die Chance der deutlichen Gewichtsreduktion kann die Reichweite erhöht oder andere Batteriesysteme sowie weitere Sicherheits- und Assistenzsysteme können verbaut werden.

Was sind die Grenzen dieses Verfahrens?

Wie bereits erwähnt ist die In-situ-Pultrusion ein vergleichsweise neues Fertigungsverfahren. Deshalb sind In-situ-Pultrusionsanlagen noch nicht breit verfügbar. Außerdem führen höhere Reaktionszeiten zu einer langsameren Produktion von Profilen im Vergleich zur etablierten Duromer-Pultrusion. Des Weiteren ist der Temperatureinsatzbereich von Pultrudaten auf Polyamid-6-Basis begrenzt. Diese derzeitigen Hemmnisse werden aber in aktuellen Entwicklungen in Kooperationen zwischen Hochschulen und der Industrie sowie dank des steigenden Interesses von Anwendenden (auch in der Automobilindustrie) angegangen, wodurch ein zeitnaher Einsatz im Industriemaßstab absehbar ist.

Welche Technologien stehen in Konkurrenz zu diesem Verfahren? Gibt es alternative Technologien? Welche sind die Anforderungen und Qualitätskriterien?

Als Konkurrenztechnologie ist die klassische Pultrusion zu sehen, da diese schon länger etabliert ist und bereits sehr häufig eingesetzt wird. Je nach Einsatzgebiet und Anforderungen wird auch diese Technologie weiterhin eingesetzt werden. Durch Weiterentwicklungen wie die Radius-Pultrusion werden auch hier neue Produkte gefertigt werden können. Die Füge-technologie wird dabei jedoch immer eine Herausforderung darstellen. Weitere alternative Technologien bezüglich hochgefüllter faserverstärkter Produkte basieren meist auf Faserhalbzeugen wie Gelegen, Geweben etc. und sind duromerbasiert. Hier sind unter anderem das RIM-Verfahren (Reaction Injection Molding) und das RTM-Verfahren (Resin Transfer Molding) zu nennen. Ein anderes Verfahren mit Endlosfaserverstärkung, einer Thermoplastmatrix und gleichzeitiger Möglichkeit zur Fertigung in Großserien ist derzeit nicht bekannt.

Autor:innen

Prof. Dr.-Ing. Christian Bonten, Institutsleitung, Institut für Kunststofftechnik, Universität Stuttgart

Hintergrund: Landeslotsenstelle Transformationswissen BW

Im aktuellen Umbruch der Automobilwirtschaft stehen insbesondere mittelständische Unternehmen vor großen Herausforderungen, sei es im Bereich der zukünftigen Entwicklung des Geschäftsmodells, der Mitarbeiterqualifizierung oder der generellen Ausrichtung der Unternehmensstrategie. Die neue Landeslotsenstelle für den Mittelstand setzt hier an und bietet den Vertretern der Automobilwirtschaft, insbesondere Mittelständlern der Zuliefererindustrie und des Kfz-Gewerbes, Orientierung und Unterstützung in folgenden Themengebieten: zielgruppenspezifisch aufbereitetes Wissen zu Technologien, Prozessen und Trends; Übersicht über Weiterbildungs- und Qualifizierungsangebote; strukturierter Überblick zu Beratungsangeboten und Förderprogrammen des Landes; Informationen zu thematisch passenden Veranstaltungen.

Weitere Informationen unter www.transformationswissen-bw.de

Herausgeber



Gefördert von



Layout/Satz/Illustration

markentrieb – Die Kraft für Marketing und Vertrieb

Stand

Februar 2021