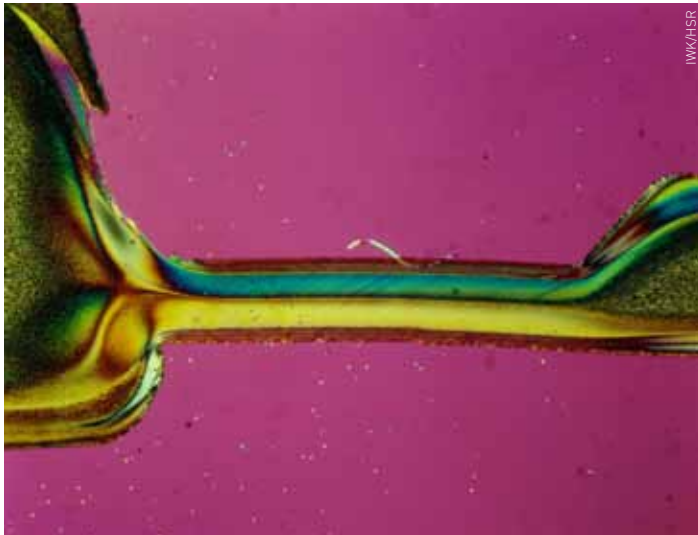


Schäden an Kunststoffbauteilen aufdecken

Die Innovationszelle Kunststofftechnik (siehe Kasten) bietet als neuer Schwerpunkt ein Wissensnetz für die Kunststoff verarbeitende Industrie. Im Bereich der Schadensanalyse an Kunststoffbauteilen ist dazu am Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung IWK der Hochschule für Technik Rapperswil HSR ein breites Instrumentarium vorhanden.



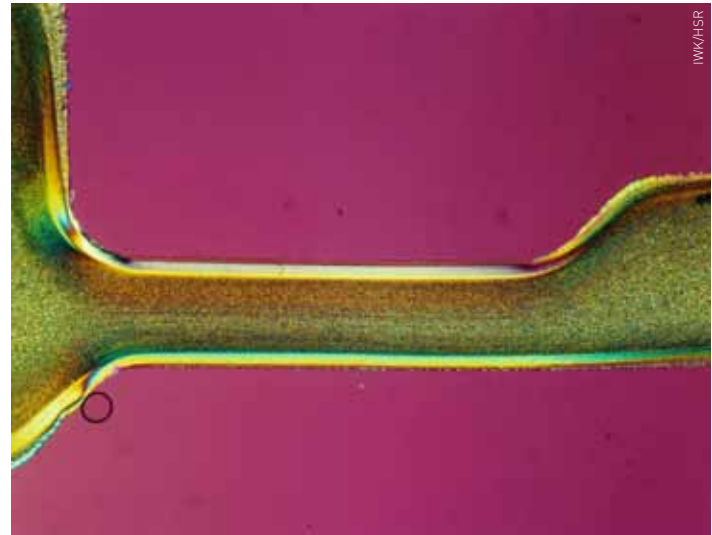
Befund der Schadensanalyse: Fehlende Radien, inhomogene Schmelze und gescherte Schmelzenflussströme.

Anders als metallische Komponenten werden Kunststoffbauteile viel stärker beeinflusst – durch die Konstruktion, die Wahl des Materials sowie ihre Verarbeitung und Bearbeitung. Dieser Tatsache müssen Schadensanalysen Rechnung tragen. Schäden an Kunststoffbauteilen treten hauptsächlich in Form von Rissbildung und Bruch, plastischer Verformung, Oberflächenschäden und Verfärbungen auf.

Schadensphänomene unter der Lupe

Ein erster Schritt für die Schadensaufklärung ist meist die optische Prüfung. Dabei untersuchen die IWK-Ingenieure das Bauteil mit einem Stereomikroskop auf äussere Auffälligkeiten. Besonders genau betrachten sie Bruchflächen, Anrisse, Einfallstellen oder Gratbildung. Zudem untersuchen sie die Wandstärke, die Formteilgeometrie sowie Angusslage und -grösse. Dann betten sie die Probe in ein kalt aushärtendes Harz ein und tra-

gen mit dem Mikrotom – einem Gerät für sehr dünne Schnittpräparate – feinste Schichten ab. Dank diesen dünnen Schichten können die Fachleute in die Gefügestrukturen des Bauteils hineinsehen. Handelt es sich um verstärkte Kunststoffe mit Glas- oder Karbonfasern sowie Duroplaste, fertigen sie einen Dünnschliff an. «Dies, weil beim Abtrag mit dem Mikrotom auf der Matrix Fasern reissen, was zu Fehlinterpretationen führt», erklärt Micha Loibl, Kunststofftechniker in der Gruppe von IWK-Institutsleiter Frank Ehrig. Darauf wird die eingebettete Probe geschliffen und poliert; dann die polierte Fläche auf einen Objektträger geklebt. Den überstehenden Rest sägen und schleifen die Forscher auf rund 0,01 mm ab. Einschlussmittel und ein Deckglas dienen dazu, die Dünnschnitte und Dünnschliffe auf dem Objektträger in der Planlage zu halten. Beide lassen sich im Durchlichtmikroskop mit verschiedenen Kontrastverfahren wie Polarisation,



Nach der Optimierung der Werkzeuggeometrie und Spritzgiessparameter sieht es bereits viel besser aus.

Interferenz oder Dunkelfeld betrachten und beurteilen. «Der Mikrotomschnitt oder der Dünnschliff sind für die Werkzeug- und Teileoptimierung, Fehler- und Schadensanalyse eine sehr anschauliche und wirksame Prüfmethode», stellt Micha Loibl fest. «Zusammen mit weiteren chemischen und physikalischen Analysen ist die mikroskopische Untersuchung ein wichtiger Bestandteil in der Qualitätskontrolle. Manche Versagensursachen sind erst im mikroskopischen Bild an einer Dünnschicht plausibel erklärbar.»

Sherlock Holmes im IWK-Labor

Das mikroskopische Bild lüftet eine ganze Reihe von Geheimnissen. Klar erkennbar sind darin etwa unaufgeschmolzenes Material, inhomogene Schmelze, kristalline Überstrukturen oder Spannungen. So lassen sich Rückschlüsse ziehen auf die Formtemperatur und die Druckzeit. Aber auch Bindenähte, Grat-

bildung, Lunker, Mikroporosität, Pigmentanhäufungen, Faserorientierung und Schichtdicken verraten in der mikroskopischen Aufnahme, wie sie entstanden sind. Auf diese Weise lassen sich am IWK auch Schweißnähte, Oberflächenbeschaffenheit und Bruchflächen beurteilen. Bei Ausfallteilen können die Ingenieure im makroskopischen Bereich die Schadensart abschätzen: Die Diagnose mag duktiler oder spröder Bruch, Riss, Verformung, Ermüdung, Alterung, Temperatureinfluss oder Einfallstellen lauten. Wichtig ist jedoch, den Ort des Schadens zu ermitteln. Trat dieser an den Ecken oder Kanten auf, in einer Bohrung oder Rippe, im Einlegeteil, einer Kerbe oder gar an einem scharfkantigen Übergang? Mit detektivischem Spürsinn eruieren die Forscher vorhandene Verarbeitungsspuren wie Schwimmhäute oder Oberflächenbehandlung. War die Oberfläche bedruckt, galvanisiert, mechanisch bearbeitet oder in den Konturen unvoll-

ständig ausgeformt? Wesentlich sind auch schadensrelevante Farb- und Formveränderungen, Abrieb und Abnutzungsspuren sowie deren Orientierung und Ausmass. Mit einer mikroskopischen Beurteilung am Dünnschnitt oder Dünnschliff aus der Schadensstelle vervollständigen die Ermittler ihre detektivische Spurensuche.


Erkenntnisse zu optimierten Produkten

Sind die grundlegenden Erkenntnisse erarbeitet, zieht das IWK-Team Peter Schürch hinzu, ein schweizweit bekannter Sachverständiger für Gefüge- und Schadensanalysen. Mit ihm zusammen erarbeiten die Rapperswiler Forscher ein Vorgehen, um zu ergründen, mit welchen geometrischen Bauteiländerungen oder Variationen von Prozessparametern der Kunde die Bauteilqualität verbessern könnte. Für ergänzende Analysen steht Samuel Affolter, Leiter des Polymerics Team am NTB, zur Verfügung. Sein Fachgebiet sind polymertechnische Prüfmethode, beispielsweise bei chemischen Schädigungen. Dabei kann es sich um eine Veränderung des Gefüges durch Strahlungseinwirkung handeln, aber auch um Witterungs- oder chemische Einflüsse sowie die Einwirkung von Medien.

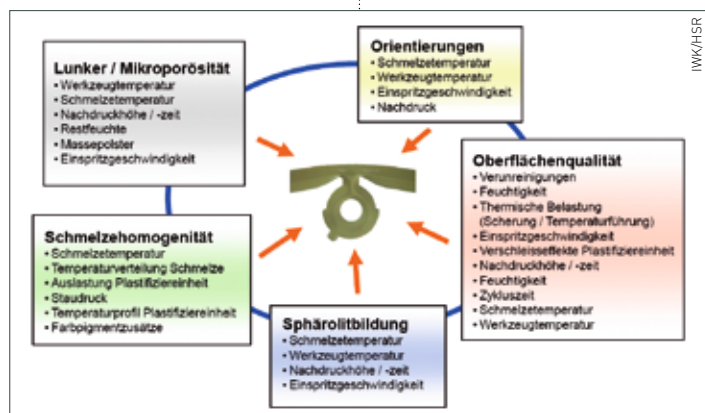
Puzzlesteine zusammenfügen

Zum Einsatz kommen die thermoanalytische Differenz-Scanning-Kalorimetrie (Differential scanning calorimetry DSC), die Infrarot-Spektrometrie oder die energiedispersive Röntgen-

mikroanalyse (REM-EDX). Unbelastete Rückstellmuster sind willkommen, denn ohne sie ist die Suche nach der Schadensursache für die Spezialisten mühevoll. Zwar beanspruchen Rückstellmuster mit Granulaten oder Bauteilen über die Jahre einigen Lagerplatz, doch geben sie im Schadensfall wertvolle Hinweise, beispielsweise um Materialverwechslungen zu erkennen oder um den Alterungszustand zu ermitteln.

«Die Messresultate sind Puzzlesteine in einem oft auf den ersten Blick schwer erkennbaren Bild», erläutert Micha Loibl. «Liegt das Bild einmal vor, ist rasch ersichtlich, ob die ursprünglich vorgeschlagene Ursache zutreffend war oder nicht.» Im letzteren Fall sind eine oder mehrere Schleifen anzugehen. «Die Anzahl Schleifen, die man durchlaufen muss, hängt häufig mit der Vollständigkeit der Hintergrundinformationen zusammen. Je mehr Informationen vorliegen, desto weniger Schleifen sind notwendig.» Indem sich Konstrukteure, Werkzeugmacher, Einrichter und Verantwortliche für die Qualitätssicherung mit der Interpretation mikroskopischer Bilder vertraut machen, wächst ihr Verständnis für den Zusammenhang der verschiedenen Parameter in der Verarbeitung von Polymerwerkstoffen. Dies erhöht das Qualitätsbewusstsein beim Hersteller und das Qualitätsvertrauen des Kunden. 

Elsbeth Heinzelmann
Journalistin Technik
und Wissenschaft



Beeinflussung der Gefügestruktur durch Prozessparameter.

zudem

Innovationszelle Kunststofftechnik

Um Unternehmen mit neuesten Erkenntnissen aus F&E zu innovativen Produkten zu verhelfen, haben sich drei Fachhochschulen zur «Innovationszelle Kunststofftechnik» zusammengeschlossen. Eine Anlaufstelle koordiniert den Support und sichert als One-Stop-Shop eine Zeit und Kosten sparende Abwicklung von Projekten mit den geeigneten Partnern.

«Gerade KMU haben es oft nicht leicht, an aktuelle Forschungsergebnisse zu gelangen und das Wissen von Experten der gesamten Wertschöpfungskette – im Fall der Kunststoffbranche von Compoundierern, Verarbeitern, Endkunden – effizient zu nutzen», stellt Professor Frank Ehrig fest, der das Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung (IWK) an der Hochschule für Technik Rapperswil (HSR) leitet. Zusammen mit dem Institute of Materials and Process Engineering (IMPE) der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften (ZHAW) und dem Bereich Polymerics des Instituts für Mikro- und Nanotechnologie (MNT) am NTB gründete er die Innovationszelle Kunststofftechnik. Sie ist Teil des Wissens- und Technologietransfer Konsortiums der Ostschweiz (WTT-CHost), und bietet Industriepartnern rasche Problemlösungen rund um den Lebenszyklus von Kunststoffbauteilen.

Wissen zusammenführen

Durch die sich inhaltlich ergänzenden drei Institutionen erhalten Unternehmen hier Rat für die integrale Produktentwicklung von der Idee und der Werkzeug- sowie Prozesstechnik über die Entwicklung von Materialien und speziell funktionalisierten Oberflächen bis hin zur Schadensanalyse. Zu den Schwerpunkten der ZHAW in Winterthur gehören nanometergrosse Tonminerale, eingebettet in eine Kunststoffmatrix. Solche so genannte «Nanotone» gehören zu den Nanoverbundwerkstoffen und weisen exzellente Eigenschaften auf: Sie sind reissfest, thermisch stabil, haben eine grosse chemische Beständigkeit und bilden optimale Barrieren gegen Gase. Ebenso entwickelt das Team rund um Professorin Martina Hirayama Antihalt-Beschichtungen. Diese stossen auf Textilien Wasser und Schmutz ab oder verhindern in technischen Anwendungen die Verschmutzung von Oberflächen.

In der Prozesstechnologie hat sich das IWK langjährige Kompetenzen angeeignet. Heute helfen leistungsfähige Simulationstools, das Materialverhalten unter Belastung oder das Fließen der Schmelze besser zu verstehen. Damit lassen sich schon früh im Entwicklungsprozess Probleme und Belastungsgrenzen erkennen.

Von Produktkonzeption bis Schadensanalyse

Im Sinn der Nachhaltigkeit widmet sich das NTB der Reintegration, dem werkstofflichen Recycling von Kunststoffen. Das Team von Prof. Samuel Affolter untersucht, wie Stoffströme mit neuen Materialien bewährte Recyclingtechnologien und -produkte beeinflussen. Ein Beispiel dafür sind PET-Flaschen mit neuartiger Beschichtung oder Deckelmateriale. Aufgabe der Gruppe Polymerics ist es auch, mit polymertechnischen Prüfmethode die Schadensanalyse anzugehen. Dazu bedient sie sich der chemischen Analytik mit Thermoanalyse, Spektrometrie, Chromatographie und mikroanalytischen Methoden. Aber auch physikalische Prüfverfahren sowie Licht- und Rasterelektronenmikroskopie, Probenpräparationstechniken oder Simulationstests zum Nachstellen beobachteter Effekte werden verwendet. Ansprechpartner für die Dienstleistungspalette ist Professor Frank Ehrig. «Indem wir die Koordination auf eine Stelle konzentrieren, können wir schnell und unbürokratisch helfen», so der Kunststoffexperte. «Unternehmen melden uns ihre Anliegen und wir suchen für sie den adäquaten Ansprechpartner.»

www.iz-kunststofftechnik.ch