

AKTUELLE FORSCHUNGSPROJEKTE IM KUNSTSTOFFTECHNISCHEN LABOR

>> von Gerhard Frey und Regina Weinland > Das kunststofftechnische Labor ist Bestandteil des Laborbereichs Werkstoffkunde/Kunststofftechnik des Bereichs Maschinenbau in der Fakultät für Technik. Die Aktivitäten sind eingebunden im Institut für Werkstoffe und Werkstofftechnologien (IWWT) des Instituts für Angewandte Forschung (IAF). Das Institut beschäftigt sich in Forschung und Lehre mit der Entwicklung, der Herstellung, dem Aufbau, den Eigenschaften und der Verarbeitung von Werkstoffen.

Die Ausstattung bildet die in der Kunststoffverarbeitung wesentlichen Fertigungsmethoden Spritzgießen, Extrudieren und Thermoformen ab. Folgende Einrichtungen stehen zur Verfügung:

- Spritzgießmaschine mit Werkzeugen zur Bauteil- und Prüfkörperherstellung (Arburg, Loßburg)
- Extruder mit Werkzeug und Folgeeinrichtungen für die Rohrfertigung (Extrudex, Mühlacker)
- Thermoformmaschine mit zahlreichen Werkzeugen (Illig, Heilbronn)
- Vakuummießeinrichtung zur Herstellung von Prototypen (MKP)
- Bedruckungseinrichtung für Fertigteile (Tampoprint)

Zur Analyse von Werkstoffeigenschaften und Verarbeitungseinflüssen steht eine Reihe von Analyseeinrichtungen zur Verfügung:

- DSC-Einrichtungen zur thermischen Analyse der Morphologie der Polymeren (Netzsch)
- Thermogravimetrie-Analyse (TGA, Netzsch)
- Infrarot-Spektroskop (FTIR) zur Bestandteilenanalyse von Kunststoffen (Bruker)
- Polarisationsoptische Einrichtung mit Mikrotomschnittgerät zur Analyse der räumlichen Morphologie im Bauteil (Zeiss)
- Analyse der Wärmeformbeständigkeit von Kunststoffen nach HDT/Vicat (Ceast)
- Schlagzähigkeitsprüfung nach Charpy/Izod (Zwick)
- Kriechprüfung (Eigenbau)
- Zug- und Biegeprüfung (Test)
- Klimaprüfung (Weiß)

Die Arbeit im Kunststofftechniklabor wird seit diesem Jahr durch zwei hochmoderne technische Einrichtungen bereichert und unterstützt:

Von der Arburg GmbH + Co KG, Loßburg, wurde im Februar 2016 eine neue Spritzgießmaschine ARBURG Allrounder 270 S 400-100 zur Verfügung gestellt, die sowohl in der Lehre mit praktischen Laborübungen, als auch in der Forschung eine bedeutsame Rolle spielt.

Neue Arburg Spritzgießmaschine.

Foto: Regina Weinland



Die servogeregelt Maschine ist mit Energiesparsystem, Rüstvorrichtung, Integral-Handlingsystem und einer Reihe von Ausstattungsmerkmalen und Schnittstellen ausgerüstet, die komplexe Maschinenbewegungen und -überwachung ermöglicht. Sie stellt damit eine topmoderne Einrichtung mit aktuellster Ausstattung dar.

Schon im vergangenen Jahr wurde eine kombinierte TGA-FTIR-Einrichtung von der U.I.Lapp GmbH (Lapp-Kabel), Stuttgart-Vaihingen, zur Verfügung gestellt. Mit der TGA-Einrichtung lassen sich Masseänderungen in Abhängigkeit von Zeit und Temperatur ermitteln und man erhält so Informationen zur Charakterisierung des Werkstoffes. Mit Hilfe der Infrarot-Spektroskopie werden die in einem Werkstoff enthaltenen Dipol-Moleküle mit Infrarotstrahlung angeregt, dadurch wird diese teilweise absorbiert. Aufgezeichnet wird die Transmission in Abhängigkeit von der Wellenzahl, die wiederum bestimmten Molekülen und Molekülgruppen zugeordnet ist. Daraus kann auf die Bestandteile der analysierten Proben und der Zersetzungsbestandteile aus der TGA geschlossen werden. Hiermit steht eine Einrichtung zur Verfügung, mit der im Zusammenwirken mit den weiteren thermischen Analyseeinrichtungen Werkstoffe umfassend charakterisiert werden können.

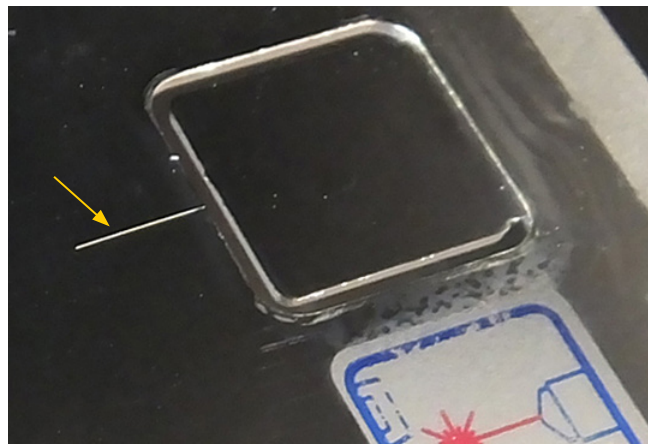
Die Arburg GmbH, Loßburg und die U.I.Lapp GmbH, Stuttgart-Vaihingen tragen so dazu bei, dass die Studierenden mit Technologie auf der Höhe der Zeit arbeiten und die regionale Industrie unterstützen können.

Forschungsprojekt „Konturgenaue Impulserwärmung von Spritzgießwerkzeugen zur Qualitätssteigerung und Prozessoptimierung (KIS)“

Die beim Spritzgießen wie in jeder Branche gestellte Forderung nach Energie- und Ressourceneinsparung und kostengünstigerem Produzieren stellt Hersteller vor immer neue Herausforderungen. Es gilt, ein geringes Gewicht und sehr kleine Wanddicken der Produkte mit einer hohen mechanischen Stabilität in Einklang zu bringen.

Hinzu kommen aus ästhetischen Gründen steigende Anforderungen an die Qualität der Oberflächen, denn viele Kunststoff-Bauteile haben inzwischen Designfunktion. Die Bedeutung von Design, das Wertigkeit und hohe Qualität unterstreicht, wird weiter zunehmen.

Um all diese Anforderungen erfüllen zu können, müssen Einschränkungen durch das Fließverhalten des in der Kavität, also im Form-Hohlraum erkaltenden Kunststoffes beim Füllvorgang überwunden werden. Durch eine schnelle Erwärmung des Werkzeugs muss der raschen Erhöhung der Viskosität der Schmelze in der Übergangsschicht Werkzeug-Kunststoff beim Spritzgießen entgegengewirkt werden.



Bindenähte. Foto: Regina Weinland

Ein augenscheinliches Beispiel für Qualitätsmängel durch zu rasches Erkalten sind auftretende Bindenähte. Sie sind mit bloßem Auge zu erkennen und ihre sichtbare Länge dient als schnelles Qualitätsmerkmal, siehe Bild oben.

Bei teilkristallinen Kunststoffen wird durch die Abkühlung an den Randbereichen die Kristallisation behindert. Das bewirkt eine geringere Härte und einen stärkeren Verzug. Durch Werkzeugtemperaturen um die Kristallschmelztemperatur erreicht man eine Kristallisation bis in die Randbereiche.

Zur Herstellung von – in optischer und mechanischer Hinsicht – optimalen Spritzgießteilen ist es nötig, das Werkzeug vor dem Einspritzvorgang kurzfristig auf Temperaturen oberhalb der Glasübergangs- bzw. Kristallschmelztemperaturen zu bringen.

Eine ständige Temperierung des Werkzeugs auf die erforderlichen hohen Temperaturen ist aber im Spritzgießprozess nicht praktikabel, denn so wäre eine Entformung des Spritzteils nicht möglich. Man muss auf eine variotherme Temperierung übergehen. Das heißt, man heizt das Werkzeug vor dem Einspritzen auf die erforderliche Temperatur auf und kühlt es, sobald die Form gefüllt ist. Der daraus resultierende Temperaturverlauf im Spritzgießzyklus ist in der Grafik rechts dargestellt.

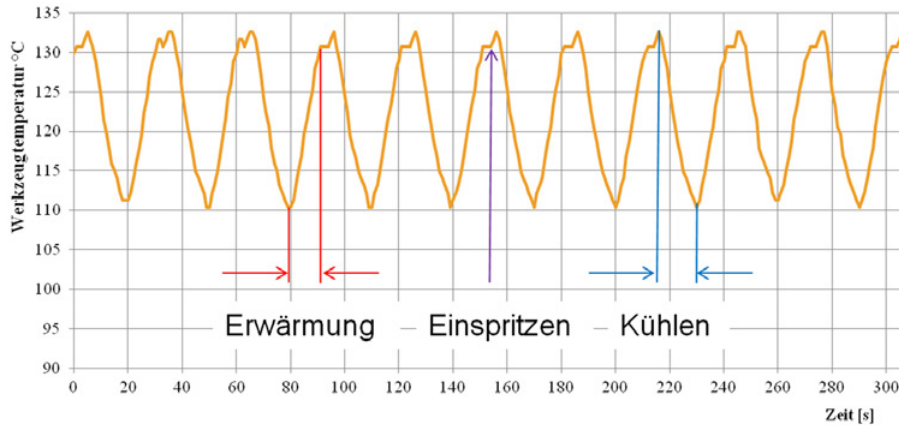
Im Forschungsprojekt KIS wurde eine Vorgehensweise entwickelt, die eine schnelle Erwärmung der formgebenden Oberfläche von Spritzgießwerkzeugen durch Heißluft erlaubt.

Es wurde ein Versuchselement entwickelt, mit dem die Heißluftherwärmung für flächige Bauteile unter Labor- und seriennahen Bedingungen erprobt und optimiert wurde. Insbesondere wurde festgestellt:

Fourier-Transformations-Infrarotspektroskop (FTIR) + Thermogravimetrie (TG). Foto: Prof. Dr.-Ing. G. Frey



10s Erwärmung, Temperierung 110°



Variotherme Temperierung
eines Spritzgießwerkzeugs.
Foto: Regina Weiland

- Mit einer Heißlufttemperatur von ca. 600°C ist die oberflächennahe Erwärmung von Werkzeugen in kurzer Zeit ohne Beeinträchtigung der Werkzeugeigenschaften und -funktionen möglich.
- Mit geeigneter Führung der Heißluft, aufgezeigt am Beispiel der Prallströmung, ist eine erhebliche Steigerung des Wärmeübergangskoeffizienten möglich. Dieser ist neben der Höhe der Temperatur die wichtigste Größe für den Temperaturübergang zwischen Luft und Werkzeugoberfläche.
- Die für die geforderte Qualität der Spritzgießteile notwendige Temperaturerhöhung in der entscheidenden Einspritzphase ist innerhalb sehr kurzer Zeit (ca. 10 Sek.) möglich. Die für den wirtschaftlichen Einsatz entscheidende Zykluszeit steigt nur unwesentlich.
- Durch weitere Maßnahmen können die erzielten Effekte verstärkt werden, z.B. durch Abschalten der Temperierung in der Heizphase oder einfache Wärmetrennung der formgebenden Elemente vom restlichen Werkzeug.

Mit verschiedenen Teilen konnte eine deutliche Verbesserung der Bauteilqualität durch die Verhinderung einer sichtbaren Bindenaht nachgewiesen werden, wie *unten* deutlich zu sehen ist.

Die Optimierung der Fließfähigkeit und der Abbildungsgenauigkeit führt weiterhin zur Verbesserung der Oberflächengüte des Werkstücks mit folgenden Vorteilen:

- Reduzierung zusätzlicher Fertigungsschritte bei der Teileveredelung und Beschichtung,
- Entfall von Lackiervorgängen („Klavierlack-Qualität“ schon beim Spritzgießen),
- Vermeidung umweltkritischer Arbeitsschritte, Erfüllung von Umweltschutzkriterien,
- Materialeinsparung durch Verringerung der Wanddicke.



Versuchsteil
mit Bindenaht.



Versuchsteil
ohne Bindenaht.

Fotos: Regina Weiland

Dr.-Ing. Gerhard Frey

ist Professor in den Studiengängen Maschinenbau-Produktentwicklung und Maschinenbau-Produktionstechnik und -management. Er leitet das kunststofftechnische Labor.

Dipl.-Ing. Regina Weiland

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im kunststofftechnischen Labor.