

## Projektziel

Innerhalb des Projektes wird das Umformen von Glas – ähnlich dem Tiefziehen – bearbeitet und ein großformatiger Demonstrator hergestellt. Ferner werden mögliche Materialkombinationen mit duroplastischen Formmassen und LSRs für den Spritzgießprozess erarbeitet, die eine Direkthaftung zum Glas aufzeigen. Hierdurch kann eine Vorbehandlung der Gläser, beispielsweise mittels Haftvermittler, entfallen.

## Projektleistungen

Im Projekt werden nachfolgende Punkte bearbeitet:

- Grundlagen über den Werkstoff Glas
- Welche Glasgeometrien lassen sich durch Umformverfahren ähnlich dem Tiefziehen herstellen?
- Definition einer Versuchsgeometrie (dreidimensional verformtes Glas)
- Herstellen von umgeformten tiefgezogenen Gläsern
- Eigenschaften von duroplastischen Formmassen und LSRs
- Versuche zur Direkthaftung zwischen Kunststoff und Glas im Spritzgießverfahren
- Recherche zu geeigneten Vorbehandlungsmethoden und Haftvermittlern
- Prüfung und Bewertung der Verbundfestigkeiten
- Durchführung von Bauteilprüfungen (Fogging, Klimawechselprüfungen etc.)
- Untersuchung zu dekorativen, optischen und mechanischen Eigenschaften des Verbundes
- Erarbeitung von konstruktiven und verfahrenstechnischen Hinweisen
- Aufbau eines Demonstrators

## Allgemeines

- Praxisversuche mit einem Spritzgießwerkzeug und Tiefziehwerkzeug für das Glas
- drei bis vier Projekttreffen pro Jahr für ein bis zwei Personen pro Unternehmen
- Möglichkeit auf Zugriff der Projektergebnisse „KuGlas 2“

## Projektdateien

Projektname: KuGlas 3  
Projektstart: August 2014  
Projektlaufzeit: 2 Jahre  
Projektkosten: 6.770 €/Jahr\*

Die Rechnungsstellung erfolgt in Teilbeträgen jeweils zum Start des Projektes und nach einer Laufzeit von einem Jahr.

\*Mitgliedsfirmen der Trägergesellschaft des Kunststoff-Instituts Lüdenscheid zahlen einen um zehn Prozent ermäßigten Projektbeitrag.

## Quereinstieg möglich

Auch nach Projektstart ist ein Quereinstieg jederzeit möglich.

## Information

Weitere Auskünfte zum Projektinhalt und -ablauf erhalten Sie über unsere Internetseite oder durch einen direkten Kontakt:

### Martin Ermert, B.Eng.

+49 (0) 23 51.10 64-182  
ermert@kunststoff-institut.de

### Dipl.-Ing. Marius Fedler

+49 (0) 23 51.10 64-170  
fedler@kunststoff-institut.de

## Kunststoff-Institut

für die mittelständische Wirtschaft NRW GmbH  
(K.I.M.W.)

Karolinestraße 8 | 58507 Lüdenscheid

Tel.: +49 (0) 23 51.10 64-191

Fax: +49 (0) 23 51.10 64-190

www.kunststoff-institut.de | mail@kunststoff-institut.de

Verbund-  
projekt



## 3. Projekt

# KuGlas

Tiefziehen von Glas und  
Hinterspritzen mit Kunststoff

## Einleitung

### Kunststoff-Glasverbindung im Spritzgießprozess

Durch die Kombination der beiden Werkstoffe können die guten Eigenschaften, wie sehr hohe chemische Beständigkeit und hohe Kratzfestigkeit von Glas, mit der hohen Designfreiheit des Kunststoffes kombiniert werden. Ferner lassen sich weitere Eigenschaften von Duroplasten, LSRs mit Glas in einem Bauteil vereinen. Das Kunststoff-Institut Lüdenscheid besitzt über fünf Jahre Projekterfahrung im Bereich Kunststoff-Glas. Dabei lag der Fokus auf der Thermoplast-Glas-Kombination. Durch das große Schwindungspotential der Thermoplaste, stieß man jedoch schnell an die geometrischen Grenzen der hybriden Kombinationen.

### Tiefziehen von Glas

Glas wird beispielsweise durch das Senk- und Pressbiegen umgeformt. Hierdurch werden zweidimensionale Formen mit großen Radien (> 300 mm) erreicht. Im Projekt sollen Prozesse untersucht werden, die ähnlich dem Umformen von Kunststoffen größere Freiheitsgrade für die Glasumformung erlauben. Hierzu hat das Kunststoff-Institut Lüdenscheid bereits Voruntersuchungen durchgeführt.

### Der Einsatz von duroplastischen Formmassen und LSRs – mit umgeformten Gläsern

Viele vernetzende Kunststoffe weisen ein sehr geringes Schwindungspotenzial („Nullschwinder“) auf. Ferner liegt der Werkzeuginnendruck gegenüber den Thermoplasten auf einem geringeren Niveau, wodurch die Belastung der hinterspritzten Gläser reduziert werden kann. Weitere Kriterien bei der Materialkombination sind die unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten, welche bei der Verbindung von Duroplast und Glas mit dem Faktor 2 zu beziffern sind (vgl. Thermoplast-Glasverbindung, Faktor 10). Somit lässt sich zum Beispiel eine geringe Belastung des Verbundes bei Alterungstests erzielen. Bei der Kombination LSR und Glas entsteht zwar eine höhere Differenz der Koeffizienten, die durch den geringen E-Modul jedoch ausgeglichen wird.

## Projektschwerpunkte

Innerhalb des Projektes werden die Schwerpunkte Tiefziehen von Glas und die Direkthaftung von Kunststoff zum Glas bearbeitet.

Im Projektpunkt „Tiefziehen“ werden zulässige Umformgrade und Geometrien des Glases definiert und in Praxisversuchen untersucht. Hierbei soll auch die Verwendung von Dünngläsern (Dicke 0,1 mm) und modifizierten Gläsern (beispielsweise chemisch vorgespannt) diskutiert werden. Auf Grundlage dessen soll ein Demonstrator hergestellt werden, der durch das Spritzgießverfahren in nur einem Fertigungsschritt rückseitig mit Kunststoff hinterspritzt wird.

Der zweite Schwerpunkt ist die stoffschlüssige Verbindung der beiden Werkstoffe im Spritzgießverfahren. Hierzu werden Versuche mit dem Fokus zur Erzielung einer Direkthaftung durchgeführt.

### Was ist ein Verbundprojekt?

In den Verbundprojekten entwickelt das Institut für die teilnehmenden Unternehmen ein innovatives Thema. Dieses ist praxisnah, mit hohem technologischem Know-how und wird ausschließlich über Teilnehmer-Beiträge finanziert.

### Vorteile eines Verbundprojektes

- Kostensharing = niedrige Projektbeiträge pro Teilnehmer
- Geringe Personaleinbindung der teilnehmenden Firmen
- Technologische Marktführerschaft
- Netzwerkbildung
- Interdisziplinärer Erfahrungsaustausch
- Mitarbeiterweiterbildung/-qualifizierung

Zeit- und kostenintensive Untersuchungen sowie die Projektabwicklung erfolgen ausschließlich durch das Institut. Die Personaleinbindung der Firmen beschränkt sich im Minimum auf die Teilnahme an den Projekttreffen (i. d. R. zwei- bis dreimal im Jahr).

### Geheimhaltung

Sämtliche Projektergebnisse unterliegen während der Projektlaufzeit der Geheimhaltung. Ergebnisse von firmenspezifischen Untersuchungen werden vertraulich behandelt.

Vorteile der Werkstoffkombination sind die geringen Verarbeitungsdrücke und das geringe Schwindungspotenzial der Kunststoffe, die sich vorteilhaft für die Glasanbindung darstellen.



*Umgeformtes Glas mit Piano-black und -white Oberfläche realisiert durch eine rückseitige Kunststoffanbindung*

### Prüfung des Verbundes

Neben der Ermittlung der Verbundfestigkeit im Zugscherversuch sollen auch weitere Prüfungen wie Emissionsmessungen, Kratztests, Kugelaufpralltests, Transmissionsmessungen etc. durchgeführt werden. Hierzu wird ein Fragebogen versendet, um die gewünschten Anforderungen für die entsprechenden Anwendungsfälle ermitteln zu können.

### Anwendung

Glas bietet als Echtmaterial gute optische Eigenschaften, wie auch eine gute Medien- und Kratzbeständigkeit. Durch die Kombination mit Kunststoff ist sowohl eine Funktionsintegration aber auch eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften möglich. In Kombination mit kapazitiver Sensorik könnten Funktionselemente entstehen oder funktionelle Displays mit Echtglasoberflächen und rückseitigen transparenten Kunststoff zur Stabilisierung.




**KuGlas 3**

Direkte Verbindung von Glas, Duroplasten und LSRs im Spritzgießprozess

**Stand der Technik am K.I.M.W.**



- ▶ Das Kunststoff-Institut beschäftigt sich seit dem Jahr 2010 intensiv mit der form- und stoffschlüssigen Verbindung von Glas mit thermoplastischen Kunststoffen im Spritzgießprozess
  - Dieser ist Stand der Technik am K.I.M.W.
- ▶ Umsetzung
  - Recherche und Applikation von Haftvermittlern auf den Gläsern
  - Erarbeitung von konstruktiven- und verfahrenstechnischen Hinweisen
  - Prüfung von Verbundfestigkeit und Dichtigkeit zwischen Kunststoff und Glas




Probekörper zur stoff- und formschlüssigen Verbindung

© Kunststoff-Institut Lüdenscheld | Projekt „KuGlas 3“ | 2

## Stand der Technik am K.I.M.W



- ▶ Innerhalb der Verbundprojekte KuGlas 1 + 2 wurden verschiedene Flachglasformate für das Spritzgießverfahren verwendet
  - Durch die Kunststoffanbindung auf Glas wurden verschiedene firmenspezifische Projekte realisiert
- ▶ Im Projekt KuGlas 2 wurden zudem Versuche mit verformten Gläsern und großformatigem Flachglas durchgeführt



Im Thermoplastschaum-spritzguss umschäumtes Glas

## Warum?

### Vorteile von Kunststoff und Glas

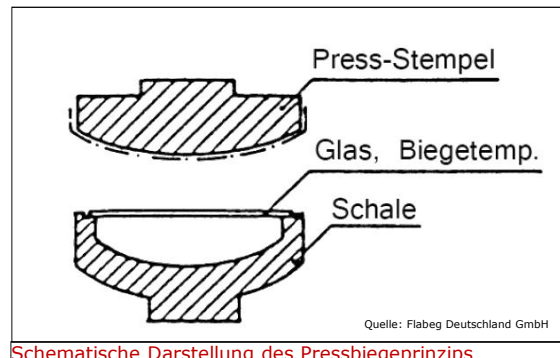


- ▶ Kunststoff (Duroplast/LSR)
  - Gute Umformbarkeit
  - Gute mechanische Eigenschaften
  - gute Wärmeformbeständigkeit
  - Gute Chemiekalienbeständigkeit
  - Gute optische Eigenschaften
- ▶ Glas
  - Hohe Transparenz
  - Hohe Kratzfestigkeit
  - Hohe Gebrauchstemperatur
  - Hohe Chemiekalienbeständigkeit
  - Gute Flexibilität in Abhängigkeit der Glasdicke

## Glasumformverfahren



- ▶ Herstellung von für den Spritzgießprozess geeigneten Glaseinlegern
  - Üblicherweise wird das Senk-/Pressbiegeverfahren zur Herstellung umgeformter Gläser eingesetzt. Darüber hinaus kann zusätzlich mit einem Vakuum die Umformung der Gläser unterstützt werden



Schematische Darstellung des Pressbiegeprinzips

## Glasumformung -Problemstellung



- ▶ In Abhängigkeit der Geometrie kann eine reproduzierbare (Hohe konturtreue - Toleranzbereich  $<100\mu\text{m}$ ) Glasumformung für den Spritzgießprozess kostenintensiv sein
  - Wichtig ist eine vollflächige Anlage des Glaseinlegers an der Werkzeugwand, damit der hohe Spritzdruck bei der Verarbeitung von thermoplastischen Formmassen keine Schädigung des Einlegers herbeiführt
  - Ferner ist das Aufbringen von Haftvermittlern bei umgeformten Gläsern meist sehr aufwendig
- ▶ Lösung
  - Eine Verbindung von Kunststoff und Glas durch niedrige Werkzeuginnendrucke, wie Sie bei Duroplasten und LSRs erreicht werden. Ferner kann mit diesen Materialien eine Direkthaftung ohne eine aufwendige Vorbehandlung des Glases erzielt werden

## Verwendbare Gläser



- ▶ Dünngläser
  - Dicke ab 0,1mm
  - Dabei sind die guten Glaseigenschaften nahezu unabhängig von der Glasdicke
    - Dünngläser besitzen hingegen eine vergleichsweise hohe Flexibilität und eine Analogie zu Papier
- ▶ Chemisch vorgespannte Gläser
  - Werden durch das Einbringen von Ionen in die Randschicht und das Erzeugen von Druckspannungen verfestigt. Dies verbessert nicht zwingend die optischen Eigenschaften – steigert jedoch die mechanischen Kennwerte wie bspw. Biege- und Kratzfestigkeit
    - Die Gläser werden u. a. im Consumer – Bereich eingesetzt

## Die Kunststoff-Glasverbindung



- ▶ Vorteile für das Hybridbauteil durch die Kombination der guten Eigenschaften im Spritzgießverfahren
- ▶ Herstellung funktioneller Bauteile
  - Frontseitiges Echtmaterial -> hohe optische Anmutung und Festigkeit
  - Rückseitige Integration von Funktionselementen (Schnapphaken etc.)
- ▶ Reduzierung von Fertigungsschritten
  - Keine aufwendige Vorbehandlung des Glaseinlegers
  - Keine spezielle Verfahrenstechnik für die Verarbeitung von Glashalbzeugen im Spritzgießverfahren erforderlich
- ▶ Kombination von Duroplast/Glas und LSR/Glas kann weitere Vorteile gegenüber einer Thermoplast-Glasverbindung bieten
  - Beispielsweise können auch Kombinationen von Glas mit Thermoplast/LSR und Duroplast/LSR realisiert werden, wodurch eine weitere Funktionalisierung des Gesamtbauteils erreicht wird

## Die Kunststoff-Glasverbindung von duroplastischen Formmassen und LSRs



- ▶ Vorteile
  - Geringe Forminnendrucke aufgrund der niedrigen Viskosität
    - Größere Glaseinleger einsetzbar
  - Geringes Schwindungspotenzial der Kunststoffe
  - Direkthaftung im Spritzgießverfahren möglich, sodass eine Vorbehandlung der Glaseinleger entfallen kann
  - Geringe Differenz der Ausdehnungskoeffizienten
    - Duroplast ( $20-25 \times 10^{-6}$ )/Glas ( $9 \times 10^{-6}$ ) -> Faktor 2
      - Vgl. Thermoplast ( $60-110 \times 10^{-6}$ )/Glas -> Faktor 10
  - Dekorative und optische Eigenschaften des Verbundes
- ▶ Nachteile
  - Ggf. Diffusion unerwünschter reaktiver Anteile
  - Je nach Werkstoffeinsatz keine ausreichende Stabilität des Verbundes

## Die Kunststoff-Glasverbindung



Umgeformtes Glas mit einem direkthaftenden Kunststoff (Spritzgießfähig) vergossen

## KuGlas 3



- ▶ Ziel des Verbundprojektes ist der Aufbau eines Demonstrators
  - Tiefziehen von Glas
  - Das verformtes Glas soll rückseitig mit einem direkthaftenden Kunststoff im Spritzgießverfahren stoffschlüssig verbunden werden
  - Ferner sind weitere Funktionalisierungen in Form von Folien, mech. Elementen (Schnapphaken etc.) oder eine Kombination aus mehreren Kunststoffen möglich



Präzise umgeformtes Glas. – In einem Toleranzbereich von <math><100\mu\text{m}</math>

## Projektleistungen



- ▶ Prüfung von duroplastischen Formmassen und LSRs
- ▶ Welche Glasgeometrien lassen sich durch Umformverfahren ähnlich dem Tiefziehen von Kunststoffen herstellen
- ▶ Definition einer Versuchsgeometrie (dreidimensional verformtes Glas)
- ▶ Versuche zur Direkthaftung zwischen Kunststoff und Glas im Spritzgießverfahren
- ▶ Recherche nach einfachen Vorbehandlungsmethoden und Haftvermittlern
- ▶ Durchführung von praktischen Versuchen
- ▶ Prüfung der Verbundfestigkeit und Durchführung von Automobilprüfungen (Fogging, TMA, etc.)
- ▶ Untersuchung der dekorativen und optischen Eigenschaften des Verbundes
- ▶ Erarbeitung von konstruktiven und verfahrenstechnischen Hinweisen
- ▶ Aufbau eines Demonstrators

### Allgemein

- ▶ Praktische Versuche am Spritzgieß- und Tiefziehwerkzeug (Glas)
- ▶ Erstellung einer Materialdatenbank
- ▶ Möglichkeit auf Zugriff der Projektergebnisse aus dem Verbundprojekt „KuGlas II“



## Projektinformationen

- ▶ Projektstart: August 2014
- ▶ Projektlaufzeit: 2 Jahre
- ▶ Projektkosten: 6770,00€ / Jahr
- ▶ Mitgeltende Unterlagen
  - Allg. Geschäftsbedingungen
  - Projektflyer



© Kunststoff-Institut Lüdenscheld | Projekt „KuGlas 3“ | 13



### Bei weiteren Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung

Kontakt:  
Martin Ermert, B.Eng.  
+49 (0) 23 51.10 64-182  
ermert@kunststoff-institut.de

Dipl.-Ing. Marius Fedler  
+49 (0) 23 51.10 64-170  
fedler@kunststoff-institut.de

© Kunststoff-Institut Lüdenscheld | 7

Kunststoff-Institut Lüdenscheid  
Herr Stefan Euler  
Karolinenstr. 8  
58507 Lüdenscheid

per Fax: +49 (0) 23 51.10 64-190  
per E-Mail: [mail@kunststoff-institut.de](mailto:mail@kunststoff-institut.de)

Anmeldung zum Projekt:  
**KuGlas 3**

Hiermit bestätigen wir verbindlich unsere Teilnahme an dem Projekt.

Projektleiter:.....Dipl.-Ing. Guido Kramer  
Dipl.-Ing. Marius Fedler  
Projektkosten:.....6.770 €/Jahr  
Laufzeit:.....2 Jahre  
Projektstart:.....August 2014  
Mitgeltende Unterlagen:.....AGB und Projektflyer

Mitgliedsfirmen der Trägergesellschaft des Kunststoff-Instituts Lüdenscheid zahlen einen um zehn Prozent ermäßigten Projektbeitrag.

- Unsere Einkaufsbestell-Nr. lautet: \_\_\_\_\_
- Wir reichen unsere Einkaufsbestell-Nr. nach
- Die Rechnungserstellung erfolgt ohne Einkaufsbestell-Nr.

**Die Einkaufsbestell-Nr. muss spätestens nach Ablauf von zwei Wochen nachgereicht werden!**  
**Sollte nach Ablauf der Frist noch keine Bestell-Nr. vorliegen, erfolgt die Rechnungsstellung ohne diese Angabe.**

		<input type="checkbox"/> Abweichende Rechnungsadresse
Firma*		
Straße*		
PLZ/Ort*		
Telefon		
Telefax		
Folgende Personen nehmen teil*:		Durchwahl/E-Mail*:
1.		
2.		
Datum		rechtsverbindliche Unterschrift/Stempel

**\*erforderliche Angaben**