

Projektziel

In dem Projekt wird die Qualitätsbeurteilung mittels zerstörungsfreier Prüfungen von geschäumten thermoplastischen Kunststoffen bearbeitet. Aktuell können erzeugte Schaumstrukturen hinsichtlich qualitätsbeeinflussender Eigenschaften (wie zum Beispiel Porenverteilung) nicht zeitnah fertigungsbegleitend geprüft werden. Ziel ist es, ein Prüfverfahren zu generieren, das eine 100%ige Prüfung der Schaumstruktur in bestehenden Prozessen erlaubt und darüber hinaus eine Übertragung auf kompakte Bauteile gestattet.

Projektleistungen

Im Projekt werden nachfolgende Punkte bearbeitet:

Theoretische Betrachtung:

- Recherche nach grundsätzlich geeigneten Prüfmöglichkeiten für poröse Werkstoffe und Bewertung sowie Vorauswahl auf Eignung für den TSG Prozess

Praktische Untersuchungen:

- Evaluierung von Prüfverfahren durch vergleichende Untersuchungen (zerstörend/zerstörungsfrei) von Schaumstrukturen
- Entwicklung eines Prüfkonzepts zur 100%igen Inline-Prüfung
- Einbinden verschiedener Schäumprozesse unter Berücksichtigung unterschiedlicher Kunststoffe
 - MuCell®- und CELLMOULD®-Anlagen sind im Kunststoff-Institut Lüdenscheid vorhanden.
- Untersuchungen der Abhängigkeit von Verfahrensparametern auf die Schaumstruktur und Auswirkung auf die Messergebnisse der Prüfverfahren
- Integration der Prüfverfahren in den Spritzgießprozess und Bewerten der Prozessstauglichkeit
- Übertragung der Ergebnisse auf kompakte Bauteile zur Detektion von Lunkern und Gaseinschlüssen

Allgemeines

- ca. fünf Projektmeetings im Projektverlauf

Projektdaten

Projektname: QualiControl
Projektstart: Juni 2015
Projektlaufzeit: 2 Jahre
Projektkosten: 6.820 €/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:

Niklas Schmidt, B.Eng.

+49 (0) 23 51.10 64-177
n.schmidt@kunststoff-institut.de

Dipl.-Ing. Marko Gehlen

+49 (0) 23 51.10 64-124
gehlen@kunststoff-institut.de

Kunststoff-Institut

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

Karolinenstraße 8 | 58507 Lüdenscheid

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

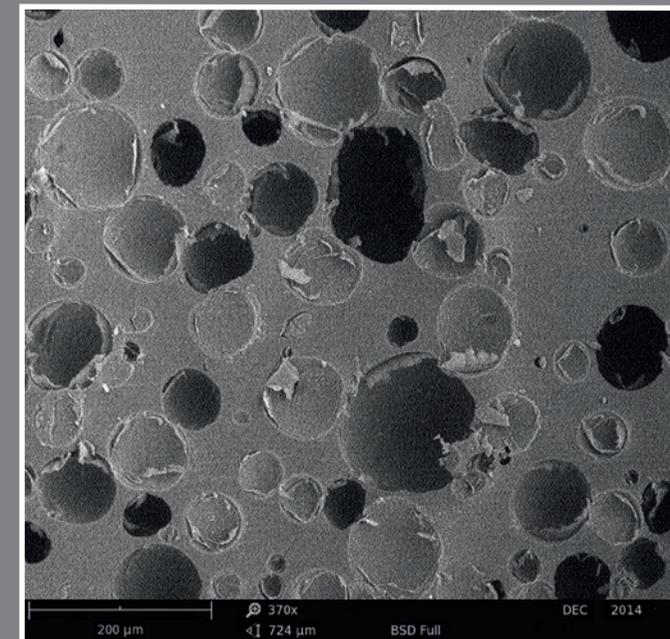
Fax: +49 (0) 23 51.10 64-190

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

Verbund-
projekt



KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHIED



QualiControl
100 Prozent Bauteilprüfung

**Zerstörungsfreie Prüfung
von geschäumten Spritzgussteilen**

Einleitung

Das Schäumen von thermoplastischen Kunststoffen im Spritzgussprozess erfährt heute eine Renaissance durch die Diskussionen rund um den Leichtbau und schonenden Umgang mit Materialressourcen.

Problemstellung

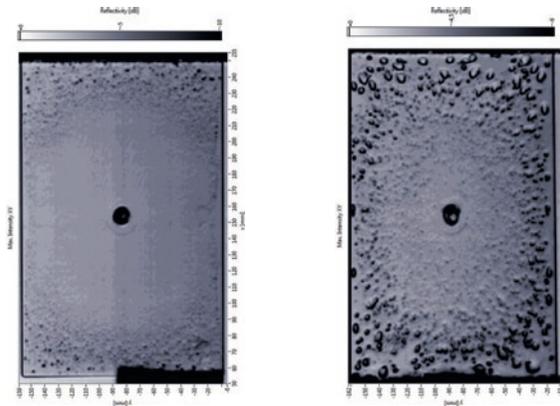
Für eine schnelle, zerstörungsfreie und fertigungsbegleitende Qualitätskontrolle von geschäumten Spritzgussteilen hinsichtlich ihrer inneren Bauteileigenschaften (Schaumstruktur), stehen bisher keine geeigneten Methoden zur Verfügung. Dadurch bestehen hohe Risiken, das qualitätsrelevante Schwankungen gar nicht oder erst zeitversetzt erkannt werden.

Die derzeitigen Techniken zur Überprüfung der Schaumstruktur sind unter anderem die Computertomographie (CT) und REM-Aufnahmen (Raster-Elektronen-Mikroskop). Diese Prüfverfahren sind jedoch häufig ungeeignet, um die Bauteile direkt am Herstellungsort zu prüfen. Die jetzigen Fertigungen von geschäumten Bauteilen erfolgen deshalb meist ohne eine geeignete Qualitätsprüfung. Wenn jedoch eine Prüfung erfolgt, wird in der Regel eine Bruchbildanalyse durchgeführt. Sie zeigt ausschließlich eine örtliche Auflösung der Schaumstruktur und ist somit hinsichtlich der Genauigkeit ungenügend.

Projektschwerpunkt

Der Schwerpunkt des Projektes „QualiControl“ ist der Aufbau eines Prüfablaufs, mit dem eine 100%ige Kontrolle von geschäumten Bauteilen möglich ist. Sie sollen idealerweise eine Inline-Prüfung der Schaumstrukturen erlauben.

Bei der Überprüfung wird das Kunststoff-Institut Lüdenschied auf unterschiedliche Verfahren zum Schäumen von Kunststoffen zurückgreifen. Es stehen sowohl MuCell®- als auch CELMOULD®-Anlagen für Musterungen zur Verfügung. Zudem kann auf unterschiedliche chemische Treibmittel für das Schäumen von Kunststoffen zurückgegriffen werden.



© Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM

Physikalisch geschäumte Polypropylen-Platten, bei denen eine zerstörungsfreie Analyse der Schaumstruktur durchgeführt wurde. (links Bauteil mit einer feinen und rechts Bauteil mit einer groben ungleichmäßigen Schaumstruktur)

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

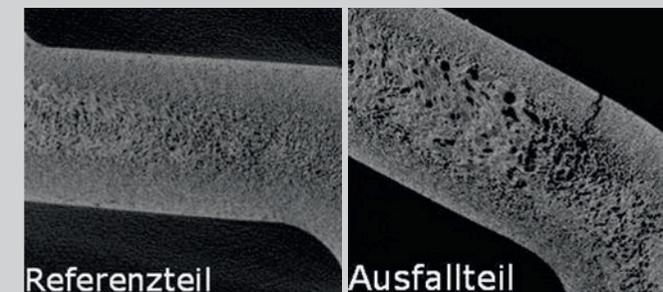
Sämtliche Projektergebnisse unterliegen während der Projektlaufzeit der Geheimhaltung. Ergebnisse von firmenspezifischen Untersuchungen werden vertraulich behandelt.

Übertragung der Ergebnisse

Ferner wird ein Übertrag von den Prüfverfahren auf kompakte (nicht geschäumte) Kunststoffbauteile vorgenommen. Dies hat den Hintergrund, dass die Thermoplast-Schaumguss-Bauteile von den Prüfverfahren die höchste Performance hinsichtlich der Genauigkeit und der aufgelösten Homogenität erfordern. Bei einer Auflösung von feinsten Schaumstrukturen sollte auch die Auflösung von Kompaktbauteilen hinsichtlich Lunker oder anderen Fehlstellen gegeben sein.

Bei dem Projekt werden unterschiedliche Prüfverfahren recherchiert und deren Praxistauglichkeit auf das Schäumen von spritzgegossenen Bauteilen hin getestet und dem Projektteilnehmerkreis vorgestellt. Als mögliche Methoden kommen derzeit meist vergleichende Prüfverfahren in Frage, bei denen zum Teil auch bildgebende Verfahren möglich sind. Hierbei kann unter anderem die Körperschallmessung als Prüfung geeignet sein.

Der große Vorteil einer prozessnahen bzw. Inline-Prüfung im Spritzgießprozess ist, die Möglichkeit, verändernde Schaumstrukturen bzw. eine entstehende Heterogenität, in der Produktion sofort zu detektieren und entsprechende Gegenmaßnahmen einleiten zu können.



Referenzteil

Ausfallteil

Mikro-CT-Aufnahme eines geschäumten Schadenfalls (links die Referenz, rechts das Ausfallteil mit einem Riss bis an die Bauteiloberfläche)




QualiControl 100 Prozent Bauteilprüfung

Zerstörungsfreie Prüfung von geschäumten Spritzgussteilen

Potential geschäumter Bauteile



Ein zielgerichteter Einsatz des TSG kann Vorteile bringen

► Am Bauteil

- Geringerer Rohstoffeinsatz / Gewichtsreduzierung (bis zu 30%)
- Verbesserte Wärme- und Schallisolierung (Resonanzverhalten geschäumten PS ähnlich dem von Holz)
- Optimale Materialnutzung (mechanisch)
- Reduzierung bzw. Vermeidung von Einfallstellen
- Reduzierung bzw. Vermeidung von Verzug / Spannungen
- Verbesserung der Fließfähigkeit / Reduzierung der Viskosität
- Höhere Kristallinitäten erreichbar
- Nutzung der schlierigen Oberfläche als Designelement (z.B. Playmobil-Pferd, Holzoptik bei Möbeln)

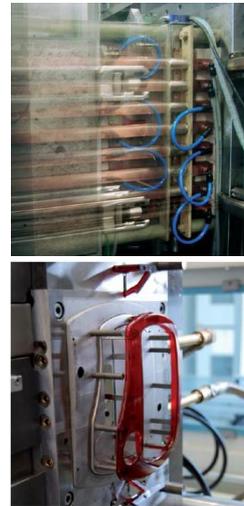


Potential geschäumter Bauteile



Ein zielgerichteter Einsatz des TSG kann Vorteile bringen

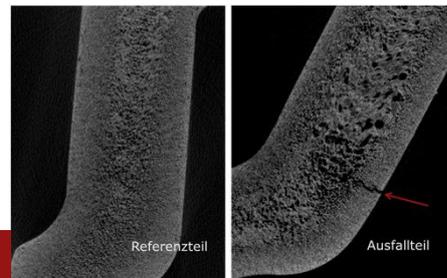
- ▶ Im Spritzgussprozess
 - Zykluszeitreduktion (bis 30%)
 - Gleichmäßig wirkender Gas(nach)druck
 - Verringerung der Viskosität
 - Herstellung komplexer, dünnwandiger Formteile
 - Geringerer Einspritzdruck
 - Schonendere Um- und Hinterspritzung von Einlegeteilen
- ▶ Am Spritzgusswerkzeug
 - Geringere Schließkraft (bis -50%)
 - Niedrigere Werkzeuginnendrucke
 - Längere Fließwege
 - Steigerung der Fachzahl



Problemstellung und Ziel



- ▶ Problemstellung
 - Die Anteile an Schaumprozessen steigt stetig derzeit kann die Prüfung der Bauteile jedoch nicht effizient durchgeführt werden
 - Als zerstörungsfreies Prüfverfahren ist derzeit nur die Computertomografie bekannt, die jedoch aufwendig ist und lange Prüfzeiten erfordert
- ▶ Ziel dieses Projektes soll es sein, die möglichen neuen Prüfverfahren zu evaluieren und ein Szenario zu entwerfen, um Kunststoffbauteile prozessnah (optimalerweise in einem In-Line Prozess) einer 100% Kontrolle zu unterziehen



Geschäumte Muster (CT-Aufnahme)

Problemstellung



- ▶ Kunststoffbauteile lassen sich bei der Einrichtung des Prozesses nur schwer auf deren Qualität beurteilen
 - Der einfachste Weg bei kompakten (nicht geschäumten) Bauteilen ist über den Versiegelungspunkt den Zeitpunkt zu bestimmen, ab wann die Kavität bzw. das Formteil komplett gefüllt ist
 - Dieses Vorgehen ist genauso simpel wie effektiv, funktioniert allerdings nicht mit geschäumten Bauteilen, da bei diesen Bauteilen in der Regel auf einen Nachdruck zur kompletten Bauteilfüllung verzichtet wird
 - Bei TSG-Bauteilen wird gerne die Gewichtsreduzierung zur Beurteilung der Schaumstruktur heran gezogen, obwohl dieses Maß keine Aussage über die Schaumstruktur liefert
 - Die Schaumstruktur lässt sich auch an keinem anderen Maß bzw. Prozessparameter während der Einrichtung des Prozesses abschätzen einschätzen

Problemstellung



- In seltenen Fällen werden Bruch- oder Schnittstrukturen für die Parameterfindung zum Herstellen der TSG-Bauteile herangezogen
 - Diese Strukturen liefern jedoch nur ein lokal begrenztes Bild der Qualität und der Schaumverteilung und kein gesamtheitlichen Überblick
- ▶ Darüber hinaus besteht keine Möglichkeit die Schaumstruktur innerhalb des Prozesses zu kontrollieren
 - das heißt, wenn Probleme mit der Prozessführung auftreten und z.B. das Treibgas nicht in Lösung geht, erhält man Bauteile mit sehr großen Blasen im Bauteilkern, die die Mechanik stark beeinträchtigen können. Diese Bauteile können nicht bzw. nur schwer von den Bauteilen mit einer homogenen Schaumverteilung unterschieden werden
- ▶ **Daher ist es von entscheidender Bedeutung, die Bauteile beim Einrichten der Prozesse und innerhalb der Prozesslaufzeit kontinuierlich prüfen zu können**

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



- ▶ Im Vorgängerprojekt „TSGPro“, welches sich mit den Möglichkeiten und Grenzen des Thermoplast-Schaumspritzgusses beschäftigt hat, wurden diverse Untersuchungen bzgl. der Grundlagen zum Schäumen von Kunststoffen behandelt

- Unter anderem waren dies Untersuchungen zu:

Grundlagen	Praktische Untersuchungen
Chemisches Schäumen	Reduzierung der Viskosität
Physikalisches Schäumen	Einfluss der Verfahrensparameter
Schäumen mit Mikrosphären	Eigenschaften TSG-Materialien
Gestaltung von Formteil	Reduzierung der Zykluszeit
Gestaltung von Werkzeug	Schäumen von Sonderwerkstoffen
Zerstörungsfreie Prüfung	Oberflächendekoration von TSG-Bauteilen
Schlierenvermeidung	Gewichtsreduktion von Materialien

- Innerhalb des Projektes wurde zu dem damaligen Zeitpunkt nur die CT (Computer-Tomographie) als zerstörungsfreie Prüfmethode eingebunden

Anlagentechnik am K.I.M.W.



- ▶ Zum Schäumen von Kunststoffen stehen sowohl CELLMOLD®- als auch MuCell®-Anlagen für das physikalische Schäumen von Kunststoffen zur Verfügung
- ▶ Darüber hinaus ist ein Treibmittellager im Kunststoff-Institut vorhanden
 - Treibmittel für das endotherme und exotherme Schäumen von nahezu allen Kunststoffen sind verfügbar



Inhalt des Verbundprojektes



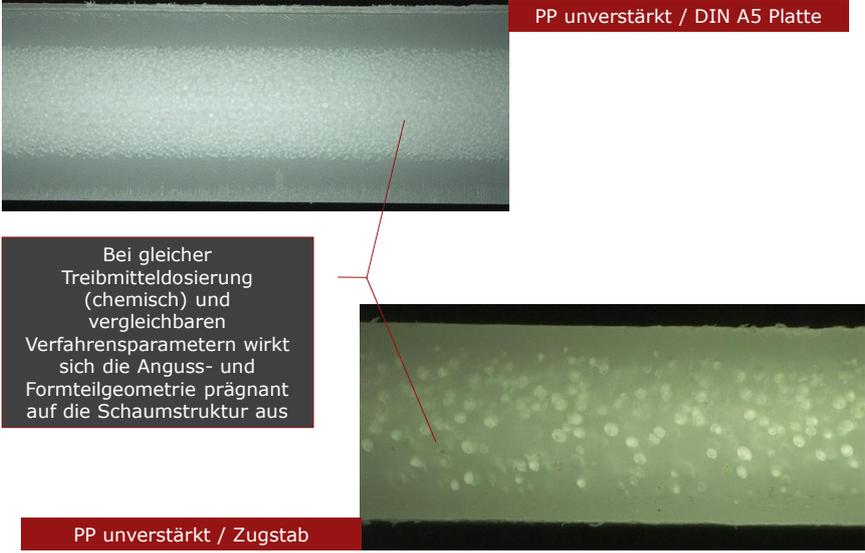
- ▶ Stand der Technik bzgl. zerstörungsfreier Prüfmethode zu recherchieren
- ▶ Screening zu möglichen Prüfmethode durchzuführen
- ▶ Untersuchungen hinsichtlich der Genauigkeit der Prüfmethode aus dem Screening, um den Einfluss der Verfahrensparameter und der Schäumprozesse (chemisch/physikalisch) durchzuführen
- ▶ ein Prüfkonzept für eine 100%ige Prüfung zu entwickeln (für eine Prozessnahe- bzw. eine Inline-Prüfung)
- ▶ Übertragung der Ergebnisse auf kompakte Bauteile zur Detektion von Lunkern und Vakuolen

Ziel dieses Verbundprojektes



- ▶ Ausarbeiten von Möglichkeiten zur zerstörungsfreien Prüfung
 - Dies dient zur Prozessüberwachung, da die Bauteile derzeit nicht bzw. nur sehr aufwendig geprüft werden können
 - Aus vorherigen Projekten ist bekannt, dass bei geschäumten Kunststoffen geringste Variationen gravierende Auswirkungen auf die Schaumstruktur haben können
- ▶ Integration von zerstörungsfreien Prüfungen in vorhandene Fertigungsprozesse,
- ▶ Eine 100% Prüfung durch eine evtl. Kombination aus Prüfverfahren zu erzeugen
- ▶ Durchführung einer Demonstration an einem Projekttreffen im Kunststoff-Institut mit einigen Prüfmethode

Ausbildung der Schaumstruktur bei unterschiedlichen Geometrien



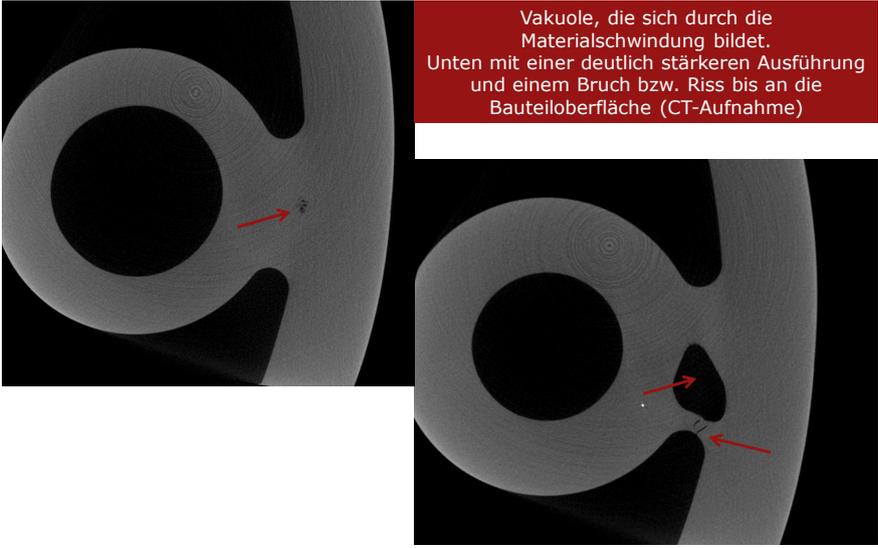
PP unverstärkt / DIN A5 Platte

Bei gleicher Treibmitteldosierung (chemisch) und vergleichbaren Verfahrensparametern wirkt sich die Anguss- und Formteilgeometrie prägnant auf die Schaumstruktur aus

PP unverstärkt / Zugstab

© Kunststoff-Institut Lüdenscheld | Firmenverbundprojekt "QualiControl" Informationspräsentation | 27.04.2015 | 11

Fehlstellen an einem Bauteil durch instabile Prozesse



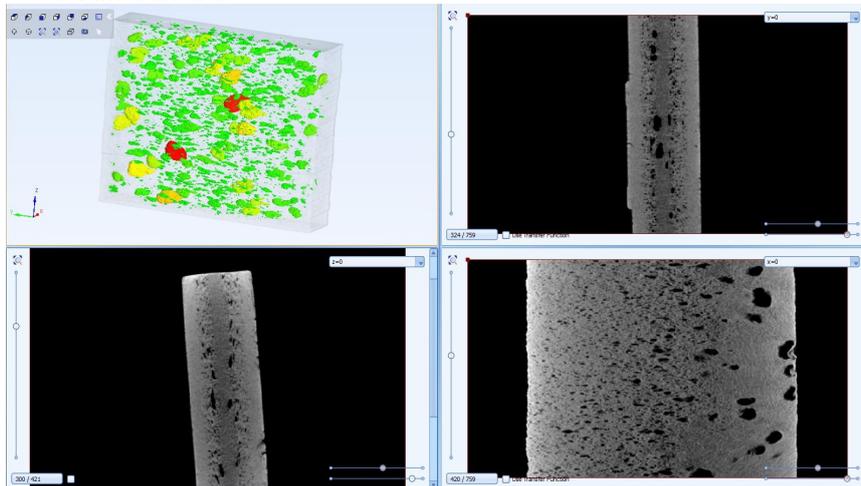
Vakuole, die sich durch die Materialschwindung bildet. Unten mit einer deutlich stärkeren Ausföhrung und einem Bruch bzw. Riss bis an die Bauteiloberfläche (CT-Aufnahme)

© Kunststoff-Institut Lüdenscheld | Firmenverbundprojekt "QualiControl" Informationspräsentation | 27.04.2015 | 12

Große ungleichmäßig verteilte Schaumbildungen



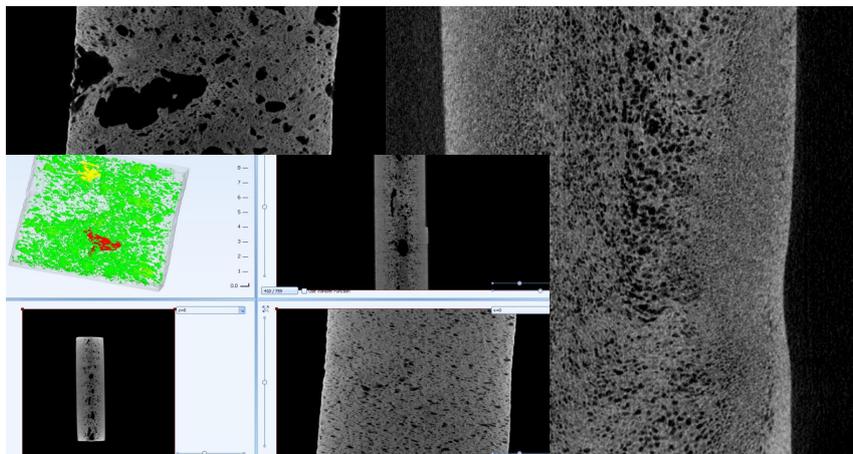
- ▶ Durchgeführte Porenanalyse (links oben) an einem geschäumten Musterbauteil mit einer farblichen Markierung von zu großen Schaumstrukturen



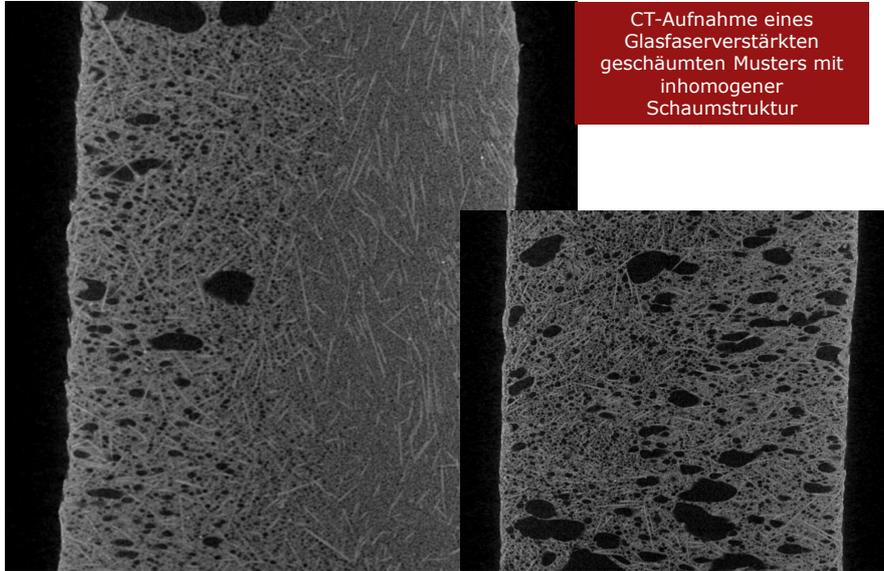
Örtlich kollabierte Schaumzellen als mechanische Schwachstelle



- ▶ Zwei kollabierte Schaumzellen innerhalb einer ansonsten relativ homogenen Schaumstruktur (Porenanalyse mittels Computer-Tomografie)



Inhomogene Schaumstruktur über den Bauteilquerschnitt

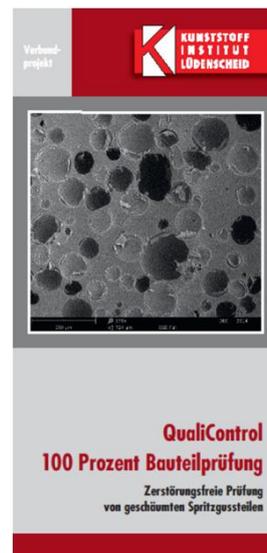


CT-Aufnahme eines Glasfaserverstärkten geschäumten Musters mit inhomogener Schaumstruktur

Projektinformationen



- ▶ Projektstart: Juni 2015
- ▶ Projektlaufzeit: 2 Jahre
 - Ca. 5 Projekttreffen
- ▶ Projektkosten: 6.820,- €/Jahr*
 - *Mitglieder der Trägergesellschaft zahlen einen um 10% ermäßigten Projektbeitrag
- ▶ Mitgeltende Unterlagen:
 - Allg. Geschäftsbedingungen
 - Projektflyer





**KUNSTSTOFF
INSTITUT
LÜDENSCHIED**

Bei weiteren Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung

Kontakt:
Niklas Schmidt, B.Eng.
+49 (0) 23 51.10 64-177
n.schmidt@kunststoff-institut.de

Dipl.-Ing. Marko Gehlen
+49 (0) 23 51.10 64-124
gehlen@kunststoff-institut.de

Kunststoff-Institut Lüdenscheid
 Frau Blagica Ivanovic
 Karolinenstr. 8
 58507 Lüdenscheid

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

Anmeldung zum Projekt:

QualiControl 100 Prozent Bauteilprüfung

Hiermit bestätigen wir verbindlich unsere Teilnahme an dem Projekt.

Projektleiter:.....Niklas Schmidt, B.Eng.
Dipl.-Ing. Marko Gehlen

Projektkosten:.....6.820 €/Jahr
 Laufzeit:.....2 Jahre
 Projektstart:.....Juni 2015
 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.**

Firma*		
Straße*		
PLZ/Ort*		
Telefon		
Telefax		
Folgende Personen nehmen voraussichtlich teil*:		Durchwahl/E-Mail*:
1.		/
2.		/
_____ Datum		_____ rechtsverbindliche Unterschrift/Stempel

*erforderliche Angaben