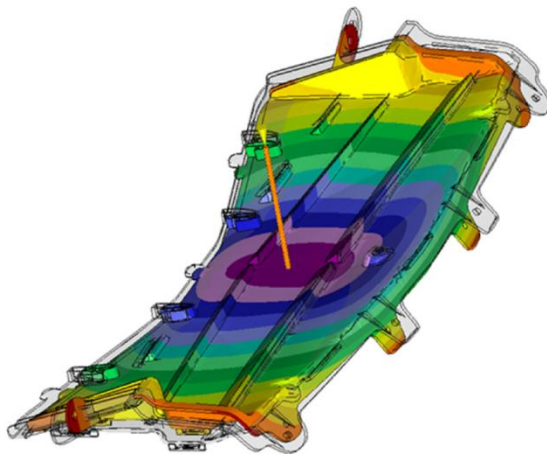


Vortrag

Mikroskopische Methoden zur Schadensermittlung



 **Dipl. Kunststofftechniker HF Micha Loibl, IWK**

Mikroskopische Methoden zur Schadensermittlung

iwk INSTITUT FÜR WERKSTOFFTECHNIK
UND KUNSTSTOFFVERARBEITUNG

Micha Loibl
Verfahrenstechnik Spritzgiessen / Mikroskopie und Schadensanalyse an
Kunststoffbauteilen

Rapperswil, 9. Februar 2012

HSR
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPERSWIL
FHO Fachhochschule Ostschweiz

Gliederung des Vortrages

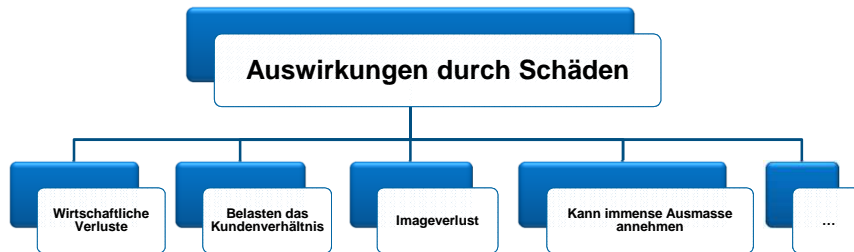
Seite 2

- Nutzen der Schadens- und Gefügeanalyse
- Einflüsse auf die Schadensbildung
- Mikroskopische Verfahren am IWK
- Vorgehen bei einer Schadensanalyse
- Präparation für die Mikroskopie
- Beispiel aus der Praxis
- Fazit und Ausblick

HSR
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPERSWIL
FHO Fachhochschule Ostschweiz

Micha Loibl, 9. Feb. 2012

iwk INSTITUT FÜR WERKSTOFFTECHNIK
UND KUNSTSTOFFVERARBEITUNG



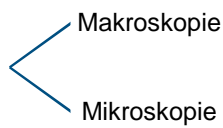
- Die Ermittlung einer Schadensursache hilft, die damit verbundenen Fehlereinflüsse besser zu verstehen und zu reduzieren.
- Die systematische Analyse eines Schadens hilft bei verwandten Produkten mögliche Fehlerquellen frühzeitig zu erkennen.
- Dadurch werden Ursachen für Schäden besser vorhersehbar und können vermieden werden.
- Aus Fehlern lernen



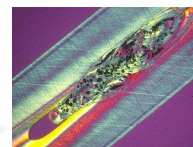
Neue Produkte	Zeit- und Kostendruck	Weitere Einflüsse
<ul style="list-style-type: none"> • Kürzere Entwicklungszeiten • Substitution von metallischen Werkstoffen durch nicht kunststoffgerechte Lösungen • «Kinderkrankheiten», Unzulänglichkeiten des Produktes zu Beginn der Produktionsphase • Einführungszeit für neue Produkte auf dem Markt • kürzere Innovationszyklen 	<ul style="list-style-type: none"> • Billigerer Werkstoffersatz • Kürzere Zykluszeiten • Wechsel von Lieferanten <ul style="list-style-type: none"> • Materialzulieferer • Farbbatchzulieferer • Externe Fertigung • Optimierung von vielen Prozessparametern am Limit 	<ul style="list-style-type: none"> • Maschinenwechsel • Neue Materialcharge • Maschinenstörung • Werkzeugwechsel • Schichtwechsel • Ausbildung des Fachpersonals

Lichtmikroskopie

Durchlicht / Auflicht
Polarisationsmikroskopie
Vergrößerung 5x -200x



Keyence VHX 600

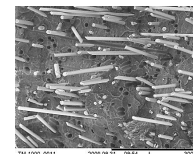


Elektronenmikroskopie

Vergrößerung 20x – 10000x

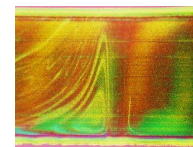
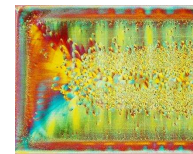


Hitachi Tabletop Microscope TM-1000 (REM)



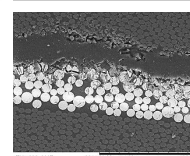
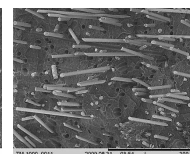
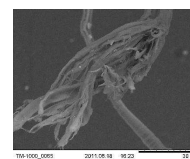
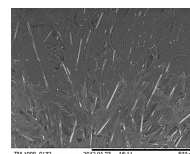
Dokumentationsmöglichkeiten mit Lichtmikroskopie

- Lichtmikroskopie**
- Einschlüsse, Fremdmaterial, Verunreinigungen, nicht aufgeschmolzene Materialpartikel
 - Inhomogenitäten, Verteilung von Füll-, Farb-, Verstärkungsstoffen
 - Orientierung von Verstärkungsstoffen
 - Brüche, Formfüllung
 - Orientierungen / Bauteilspannungen
 - Sphärolitenbildung, deren Verteilung und Grösse
 - Lunker, Bindenähte, Haarrisse (Crazes)
 - Bauteilgestaltung, scharfkantige Übergänge, Kerben
 - Verletzungen durch äussere Krafteinwirkung, Entformungsriefen



Dokumentationsmöglichkeiten mit REM

- Rasterelektronenmikroskop**
- Oberflächenanalyse
 - Lunker
 - Formfüllung
 - Brüche, Bruchanalysen
 - Füll- und Verstärkungsstoffe
 - Fremdeinschlüsse
 - Mediale Angriffe



■ Einholen von Hintergrundinformationen

- Welches Material wird zur Herstellung des Produktes verwendet?
- Materialwechsel, Farbbatchzusätze, Farbbatchanteile, Farbe.
- Unter welchen Umständen entstand das Versagen des Bauteils, z. Bsp. Testlauf, Einsatz beim Kunden.
- Zeitlicher Einsatz des Bauteils am Markt (Lebensdauer).
- Welche Veränderungen sind am Produkt vorgenommen worden und in welcher zeitlichen Relation zum Versagen stehen diese?
- Angaben zum zeitlichen Eintreten des Schadens und der Schadenshäufigkeit.
- Womit kommen die Bauteile in Kontakt, z. Bsp. Heisswasser, UV-Strahlung, Fette, Reinigungsmittel, anderweitig chemischen Stoffen,

Je präziser und umfassender die Informationen sind, umso besser können die möglichen Einflüsse auf die Schadensbildung eingegrenzt werden.

■ Gesamtheitliche Betrachtung des Bauteils (Beispiel Spritzgiessen)

- Wo wird angespritzt?
- Sind Durchbrüche vorhanden (Bsp. Bohrungen, scharfkantige Übergänge)?
- Wie verläuft die Bauteilfüllung (Hinweis auf Bindenähte, mögliche Orientierungen)?

■ Betrachtung der Oberfläche

- Einfallstellen, Brauenbildung, matte wie glänzende Oberflächen, schlecht abgebildete Werkzeugkonturen, Lufteinschlüsse, Schlieren etc. geben erste Hinweise auf die Verarbeitung.
- Betrachtung der Bruchflächen geben Hinweis auf Bruchursprung, Bruchart und Bruchverlauf.

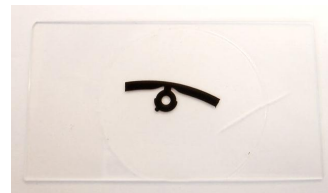
■ Schnitt für die Gefügebetrachtung legen

- Die Gefügeanalyse wird an der Fehlstelle durchgeführt unter Berücksichtigung des Formfüllvorgangs.
- Bsp. bei Brüchen und Bindenähten erfolgt die Betrachtung des Gefüges meist senkrecht zur „Fehlstelle“.

Für die Betrachtung des Gefüges mittels Durchlicht müssen die Proben auf ca. 10-30 µm Dicke geschnitten oder geschliffen werden.

Dünnschliffe werden in erster Linie bei verstärkten Kunststoffen durchgeführt (Glas-, C-Faserverstärkt), sowie bei Bauteilen mit Metalleinlegeteilen.

- Einbetten der Proben mittels kaltaushärtendem Harz (Bsp. Harz Araldit DBF HY 842 Huntsman / Härter REN HY 956 Huntsman)
- Anschliff bis in die gewünschte Ebene, mit anschliessendem Feinschleifen oder Polieren des Anschliffs
- Aufkleben der Probe auf einen Objektträger
- Mittels Sägen und Schleifen den Dünnschliff erstellen

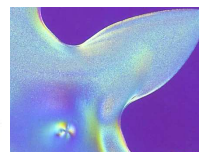
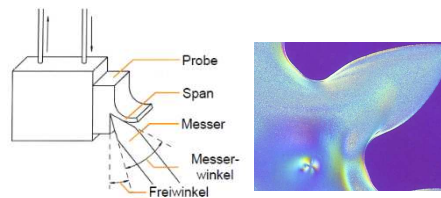


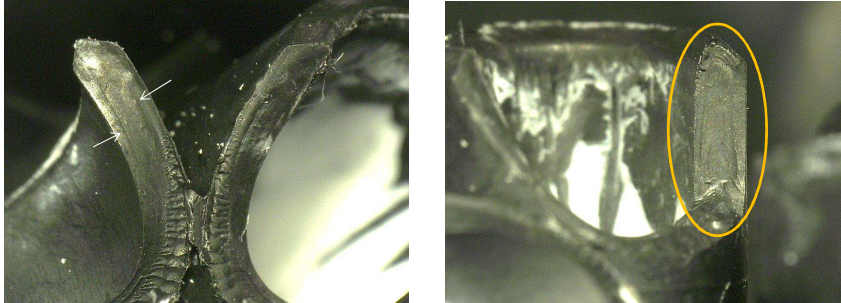
Dünnschnitte werden für unverstärkte, elastische, leicht gefüllte Kunststoffe eingesetzt.

- Einbettung der Proben
- Anschleifen der Probe bis Oberfläche sauber und eben ist.
- Vorsichtig schneiden, bis gleichmässiger Schnitt entsteht
- Dünnschnitt vorsichtig auf Objektträger übertragen
- Dünnschnitt mittels Deckglas und Schnelleinschlussmittel einbetten



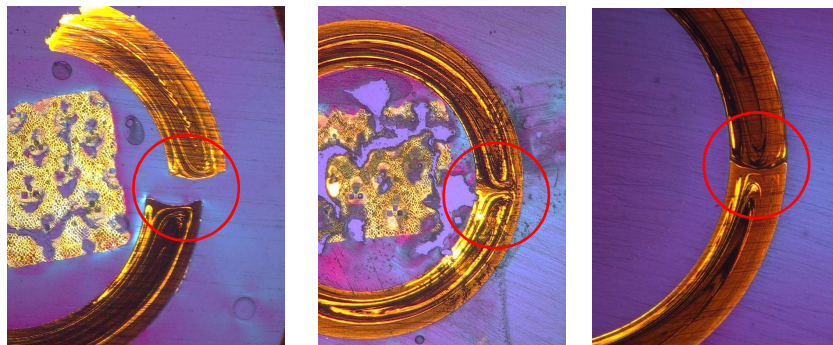
Zeiss Hyrax M 40





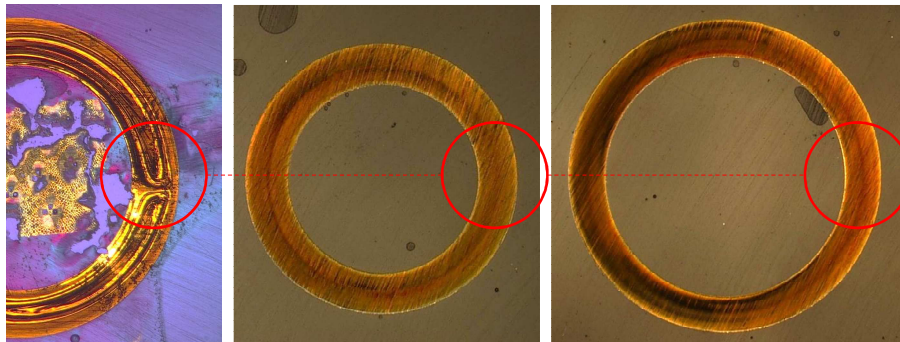
Eine Bindenaht ist immer eine potentielle Schwachstelle.
Inhomogenitäten und Bindenaht auf der Oberfläche waren nicht zu erkennen.

Bruchfläche zeigt Fließstrukturen durch die Formfüllung.



Inhomogenität durch Einfärbung mittels Farbbatch, Farbstoffe legen sich schwächend in der Bindenaht ab.

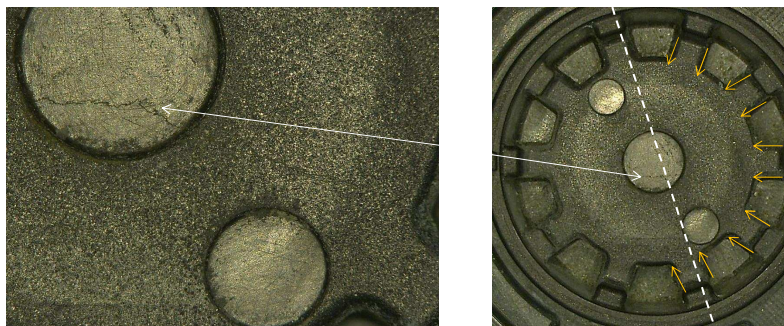
Farbpigmente wirken grundsätzlich störend in der Kunststoffmatrix. Sie wirken trennend bei erhöhtem Anteil und inhomogener Einmischung.



Vorher

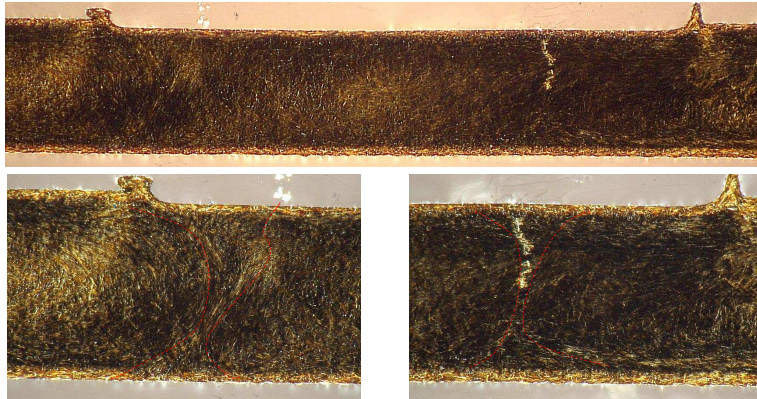
Nach der Optimierung

Verwendung eines bereits eingefärbten Werkstoffes zur Vermeidung von Inhomogenitäten durch Farbschlieren.

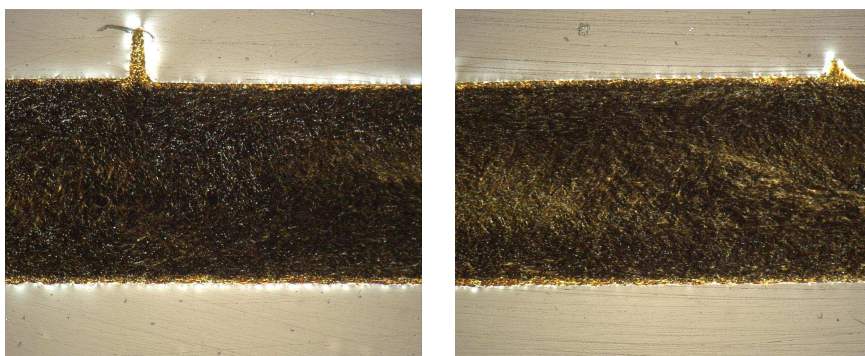


Rissbildung auf einer mit Druck beaufschlagten Bauteilfläche.
Zusammenfließende Schmelzefronten.
Aufgrund der Bauteilgeometrie unterschiedliche Fließweglängen.

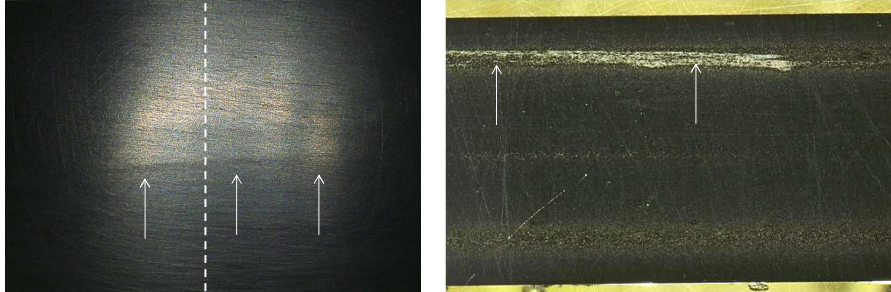
Weisser Pfeil markiert Bruchstelle.
Gelbe Pfeile verweisen auf die Schmelzeströme während des Einspritzens.



Mehrere zusammenfließende Schmelzefronten, Riss in einer Bindenaht.
Glasfasern neigen in Bindenähten zu Parallellagen.



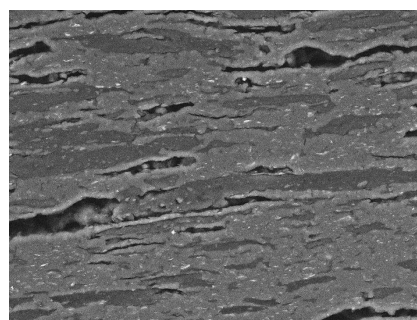
Erhöhen der Wanddicke und abstimmen der Auswerfer für gleichmässige Wanddicken.
Insgesamt höhere Verarbeitungstemperaturen führen zu einem homogenen und
besser ausgebildeten Gefüge.



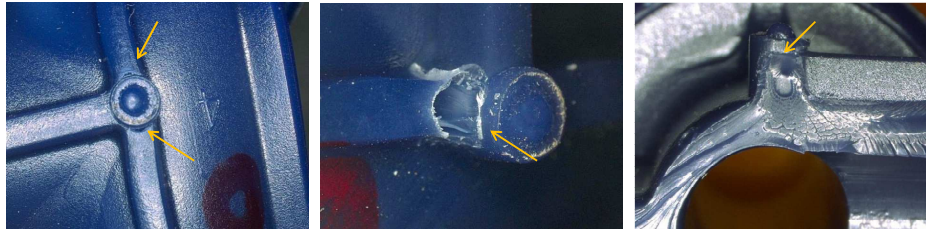
Länglich in Fließrichtung ausgebildete Einfallstelle.
Schliere unterhalb der Einfallstelle im Anschliff zu erkennen.



TM-1000_0078 2011.10.14 10:44 1 mm

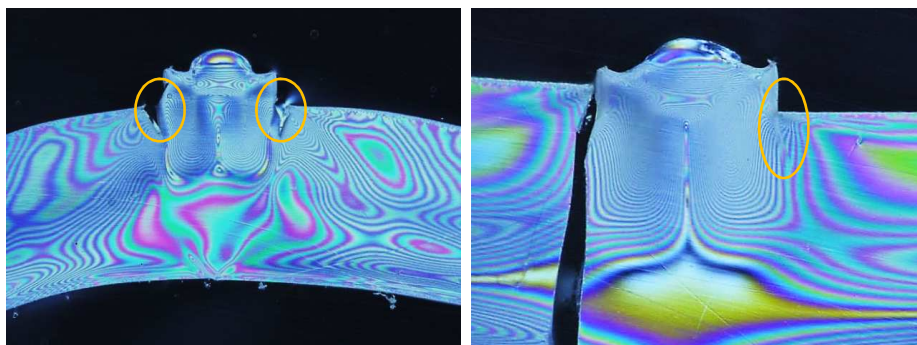


TM-1000_0080 2011.10.14 10:49 50 um



Kerbwirkung durch Spannungskonzentration an radiuslosen Übergängen.

Bruch ausgehend von der scharfkantigen Anbindung des Anspritzpunktes an das Bauteil.



Kerbwirkung durch Spannungskonzentration an radiuslosen Übergängen.

Anbringen eines Radius im Übergang verhindert eine hohe Spannungskonzentration.

- Unterstützung des IWK durch eine enge Zusammenarbeit mit Herrn Peter Schürch, Seniorexperte Gefügeanalysen.
- Mehrjährige gute Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Samuel Affolter vom MNT (Institut für Mikro- und Nanotechnologie) in Buchs, Bereich Polymerics.
- Einblick in einige freigegebene Beispiele aus einer Vielzahl von Analysen (Geheimhaltung)
- Kurze Reaktionszeiten von wenigen Tagen
- Untersuchungsergebnis mit Bericht und Handlungsempfehlungen (Bauteilgestaltung, Prozessführung, ...)
- Ziel: Schnelle Ursachenfindung und Erarbeitung von Erkenntnissen für zukünftige Entwicklungen

Literatur / Bildmaterial

IWK

Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung
Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil

P. Schürch

Kunststoff-Gefügeanalyse, Handout;
P. Schürch, Drusbergstr. 40, CH-8810 Horgen

Technikforum: Fehler- und Schadensanalyse an Kunststoffprodukten;

IKV – Institut für Kunststoffverarbeitung an der
RWTH Aachen, Zentrum für Kunststoffanalyse
und -prüfung (KAP)

Ende der Präsentation
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

