

Rheologie und thermische Analyse

Veranstalter:

Kunststoff-Zentrum in Leipzig gGmbH

in Kooperation mit den Firmen:

Anton Paar Germany GmbH, Ostfildern

Mettler-Toledo GmbH, Gießen

Xylem Analytics Germany Sales GmbH & Co. KG, Mainz



Herausgeber
Kunststoff-Zentrum in Leipzig gGmbH
Erich-Zeigner-Allee 44
04229 Leipzig

© Der Nachdruck, die Übernahme auf elektronische Medien, sowie Kopien des Textes und die Verwendung des Bildmaterials sind, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet

Inhaltsverzeichnis	Seite
<i>Informationsblatt zur KUZ gGmbH</i>	3
<i>Vorstellung der Mettler-Toledo GmbH</i>	4
<i>Vorstellung der Anton Paar Germany GmbH</i>	7
<i>Vorstellung der SI Analytics GmbH</i>	12
<i>Arbeits- und Gesundheitsschutzbelehrung</i>	15

Vorträge

<i>Thermoplaste und ihre Eigenschaften im Überblick</i>	17
<i>Viskosimetrie von Polymerlösungen</i>	41
<i>Grundlagen der Rheologie in Rotation und Oszillation, DMA</i>	57
<i>Von der Flüssigkeit zum Festkörper am Beispiel PIB – Einführung in die polymerrheologischen Begriffe und Methoden</i>	80
<i>Charakterisierung von Fließeigenschaften an der Spritzgießmaschine</i>	99
<i>Dynamisch-mechanische Analyse (DMA) und Platte-Platte-Rheometer-Messbeispiele aus der Praxis</i>	110
<i>Grundlagen und Messprinzipien der Dynamischen Differenz Kalorimetrie (DSC) und Thermogravimetrischer Analyse (TGA)</i>	122
<i>Einsatzmöglichkeiten und praktische Messbeispiele der DSC und TGA im Kunststoffbereich</i>	145
<i>Informationen aus Qualm & Rauch – Analyse der Zersetzungsprodukte mittels TGA-FTIR-Kopplung</i>	163
<i>Volumen- und Dimensionsänderungen von Polymeren – Einfach bestimmt durch die Thermomechanische Analyse (TMA)</i>	184
<i>Wassergehaltsbestimmung in Polymeren - Karl-Fischer Titration vs. Halogentrockner</i>	205
<i>Praxis: Teil 1: Durchführen von DSC-Experimenten</i>	221
<i>Teil 2: Charakterisierung der Fließeigenschaften an der SG-Maschine</i>	236

METTLER TOLEDO ist ein weltweit tätiger Hersteller und Verkäufer von Präzisionsinstrumenten für Laboratorien, die Fertigung sowie den Lebensmittelhandel.

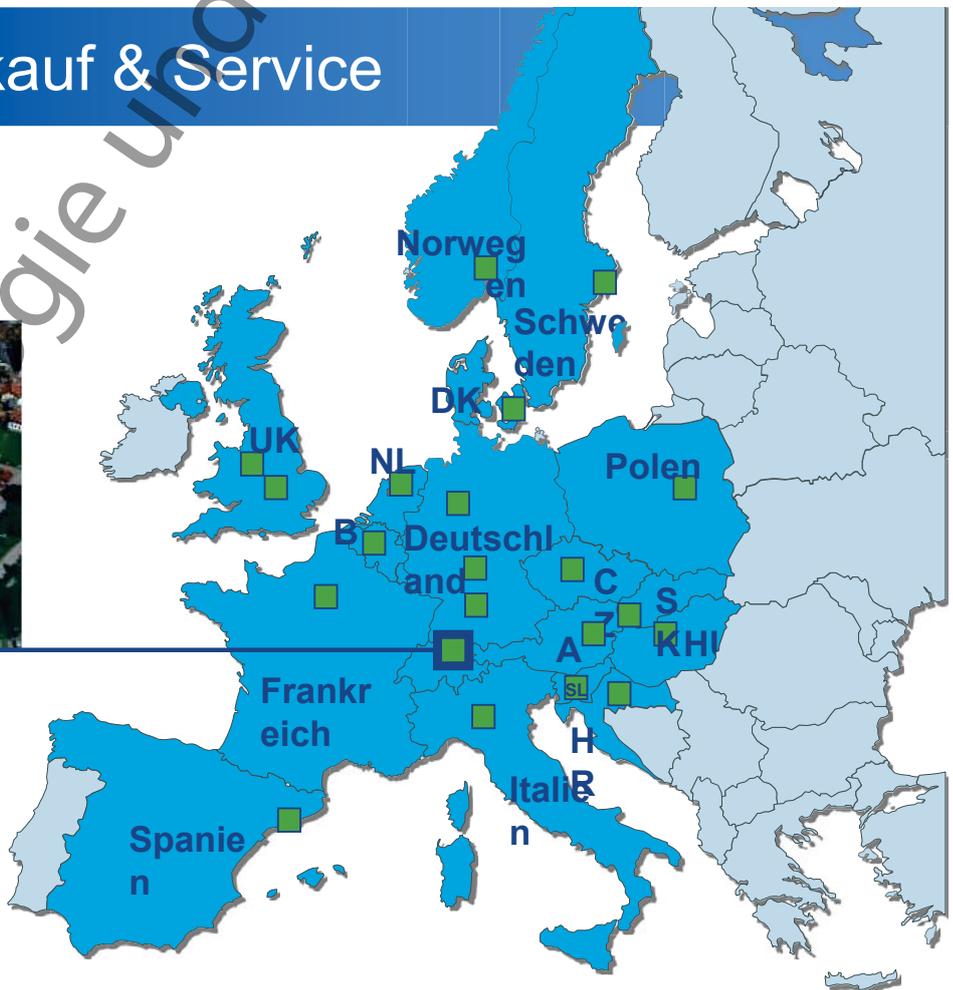
- Weltweite Präsenz
- Ca. 16.000 Mitarbeiter
- Umsatz in 2018 ca. 3 Milliarden USD



Europa – Verkauf & Service



Hauptsitz Greifensee

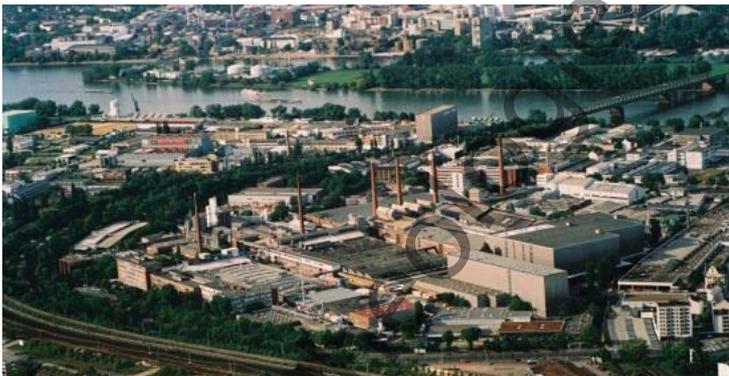




3200+ MITARBEITER/-INNEN
72 % MÄNNER / 28 % FRAUEN / 2,5 % LEHRLINGE

<p>€ 366 MIO UMSATZ 2018</p>	<p>95% EXPORTRATE</p>	<p>ALLE KRITISCHEN BAUTEILE SIND INTERN GEFERTIGT</p>	<p>20%* INVESTITION IN FORSCHUNG & ENTWICKLUNG <small>* DES JAHRESUMSATZES DER ANTON PAAR GMBH</small></p>
<p>GRÜNDUNG 1922</p>	<p>UNTERNEHMENSITZ IN GRAZ/ÖSTERREICH</p>	<p>IM EIGENTUM DER GEMEINNÜTZIGEN SANTNER PRIVATSTIFTUNG</p>	
<p>8 PRODUZIERENDE UNTERNEHMEN</p>	<p>31 VERTRIEBSTÖCHTER</p>	<p>60 VERTRIEBSPARTNER</p>	<p>170 MESSLÖSUNGEN</p>

Wer sind SI Analytics® und Xylem?

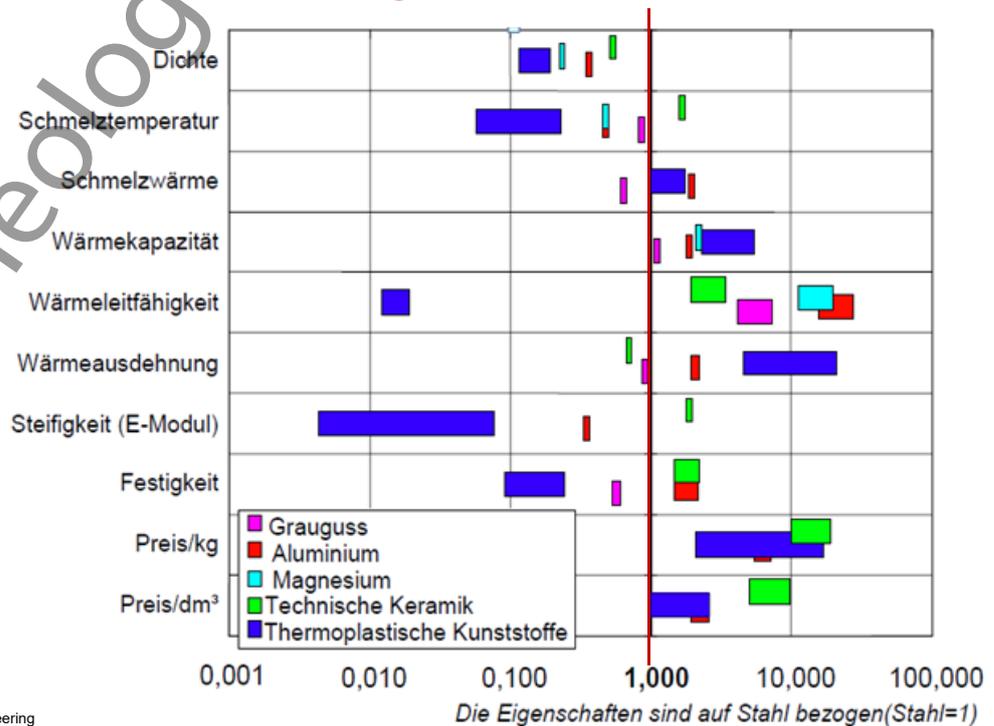


SI Analytics®

- Angesiedelt auf dem Werksgelände der Schott AG
- Unter einem Dach: Entwicklung, Vertrieb, Marketing, Auftragsabwicklung, Fertigung, Lager, Versand
- ~ 100 Beschäftigte
- Seit Juli 2016 Teil der Xylem Analytics Germany GmbH, neben WTW, Ebro und Sensortechnik Meinsberg

positive Eigenschaften	negative Eigenschaften
<ul style="list-style-type: none"> • geringe Dichte • niedrige Verarbeitungstemperatur • geringe Leitfähigkeit (Isolator) • hohe chemische Beständigkeit • gute Färbbarkeit • gezielte Eigenschaftseinstellung durch verschiedene Herstellungs- / Mischmethoden und Additive • selbstschmierend mit hoher Abriebfestigkeit • Recyclierbarkeit • große Designfreiheit 	<ul style="list-style-type: none"> • niedrige Temperaturbeständigkeit • geringe Wärmeformbeständigkeit • geringe mechanische Eigenschaften (Vergleich Metalle) • meist leicht brennbar • unterschiedliches Schwindungsverhalten • elektrostatische Aufladung • große Wärmeausdehnung • Kriechneigung • geringe Kratzfestigkeit

Eigenschaften von Kunststoffen im Vergleich zu anderen Werkstoffen

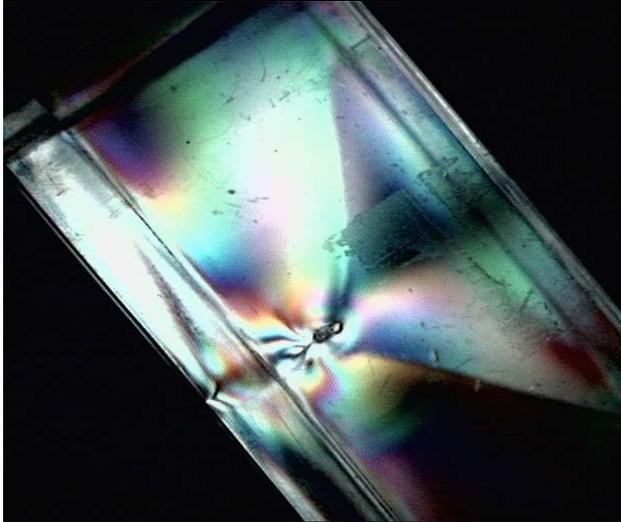


Quelle: ipe – Institut für Produkt Engineering

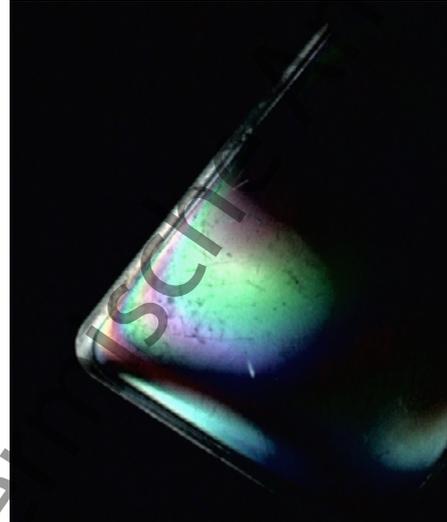
Molekülorientierungen und Eigenspannung

Eingefrorene Spannungen beeinflussen die Formteileigenschaften negativ.

Darstellung von Eigenspannungen unter polarisiertem Licht



am Punktanguss



im Eckbereich

Eigenschaften sind abhängig von:

⇒ **molekularem Aufbau und übermolekularer Struktur**

mechanische Eigenschaften:	gummielastisch weich → stahlelastisch
optische Eigenschaften:	glasklar → undurchsichtig
Chemikalienbeständigkeit:	inert → löslich
elektrische Eigenschaften:	Isolator
thermische Eigenschaften:	große thermische Ausdehnung geringe Wärmeleitfähigkeit große spezifische Wärme

Polymere

+

⇒ **Additivierung**

Festigkeit, Farbe, elektrische und thermische Leitfähigkeit, Magnetismus, Witterungsbeständigkeit...

Zusatzstoffe

+

⇒ **Verarbeitungsbedingungen**

Orientierung / Eigenschaftsanisotropie, Kristallinität, Eigenspannungen

Verarbeitung

=

Kunststoff-Formteil

Viskosimeter-Größen



Typ-Nr.	Kapillare Nr.	Kapillare \varnothing_i (mm)	Konstante K (Richtwert)	Messbereich mm ² /s (cSt) (Richtwert)	
... 00	0	0,36	0,001	0,2	bis 1,2
... 03	0c	0,46	0,003	0,5	bis 3
... 01	0a	0,53	0,005	0,8	bis 5
... 10	I	0,63	0,01	1,2	bis 10
... 13	Ic	0,84	0,03	3	bis 30
... 11	Ia	0,95	0,05	5	bis 50
... 20	II	1,13	0,1	10	bis 100
... 23	IIc	1,50	0,3	30	bis 300
... 21	IIa	1,69	0,5	50	bis 500
... 30	III	2,01	1	100	bis 1000
... 33	IIIc	2,65	3	300	bis 3000
... 31	IIIa	3,00	5	500	bis 5000
... 40	IV	3,60	10	1000	bis 10000
... 43	IVc	4,70	30	3000	bis 30000
... 41	IVa	5,34	50		über 10000
... 50	V	6,40	100		über 10000

SI Analytics
a xylem brand

Temperierung

- Temperatur hat starken Einfluss auf Viskosität:
1°C Temp.-Änderung
-> ca. 5% Viskositätsänderung
- Temperierung durch Eintauchen in Flüssigkeitsbad (Wasser oder Öl)
- Temperaturgenauigkeit:
± 0,02 °C bei Absolutmessungen (DIN 51562, ASTM D445, ISO 3104)
± 0,05 °C bei Polymerapplikationen (ISO 1628-1, ISO 307)



CT 72/2

SI Analytics
a xylem brand

Rheologische Phänomene



Belastungsabhängiges (Scherung) Materialverhalten

Rheologische Phänomene



viskoelastisches
Materialverhalten



zeitabhängiges
Materialverhalten

- ➔ Die Probe wird einem Temperaturprogramm unterworfen und dabei mit einer vorgegebenen Heizrate erhitzt.
- ➔ Die Massenänderung der Probe wird mit einer hochempfindlichen Waage gemessen.
- ➔ Die Messung wird unter einer definierten Gasatmosphäre durchgeführt (Inertgas oder Reaktivgas)
- ➔ Parallel aufgenommene S(DTA) und DSC-Signale erlauben gleichzeitig die Beobachtung kalorischer Effekte wie z.B. Schmelzen oder Kristallisation (nur bei der TGA/SDTA 851, TGA/DSC 1, TGA/DSC 2 und TGA/DSC 3+)
- ➔ Gleichzeitige Analyse der Spalt- und Zersetzungsgase ist möglich (EGA = Evolved Gas Analysis). Hierzu wird der Ofenausgang mit einem Gasanalysestsystem verbunden (MS,IR, GC,..)
- ➔ Definierte Umgebungsbedingungen lassen sich durch Verbindung mit einem Feuchte-Generator einstellen

Analytische Fragestellungen der TGA

- ➔ thermische Stabilität
- ➔ Gehaltsanalyse, Rückstandsanalyse
- ➔ Zersetzungsverhalten
- ➔ Kinetik (z.B. von Zersetzungen)
- ➔ Desorptions- oder Adsorptionsprozesse
- ➔ Charakterisierung von Verdampfungsvorgängen
- ➔ quantitative und qualitative Charakterisierung von thermischen Zersetzungsreaktionen
 - ⇒ Kopplungstechniken (TGA/FTIR, TGA/MS)

