

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.

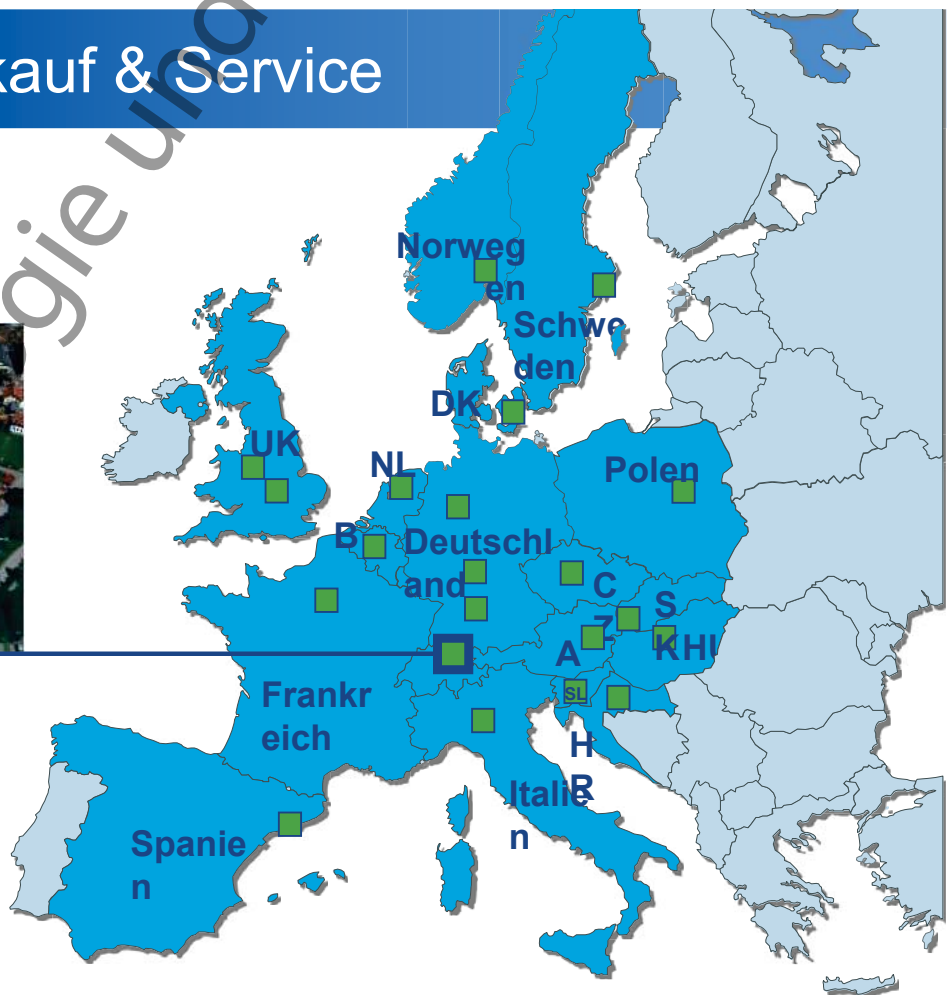
- Weltweite Präsenz
- Ca. 16.000 Mitarbeiter
- Umsatz in 2018 ca. 3 Milliarden USD



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>UNTERNEHMENSSTZ 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?

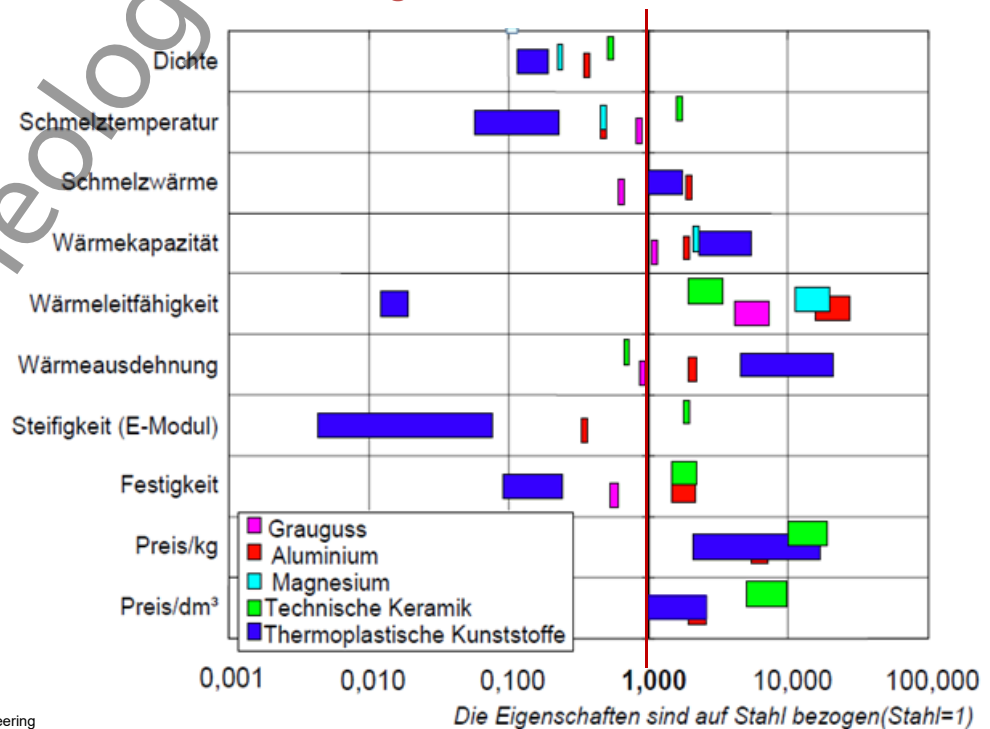


SI Analytics®

- 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

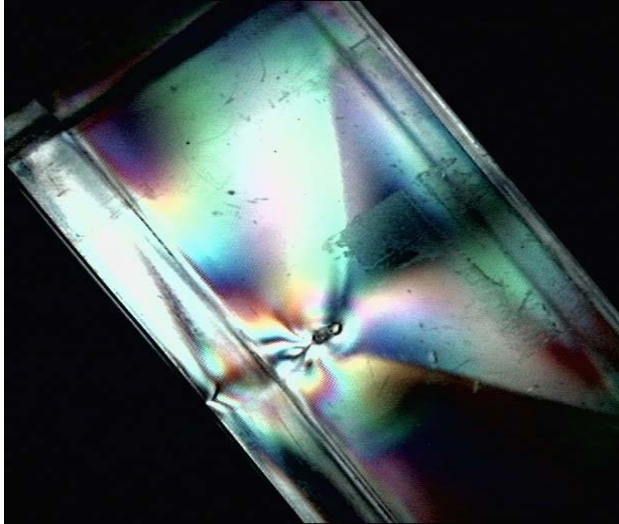
Eigenschaften von Kunststoffen im Vergleich zu anderen Werkstoffen



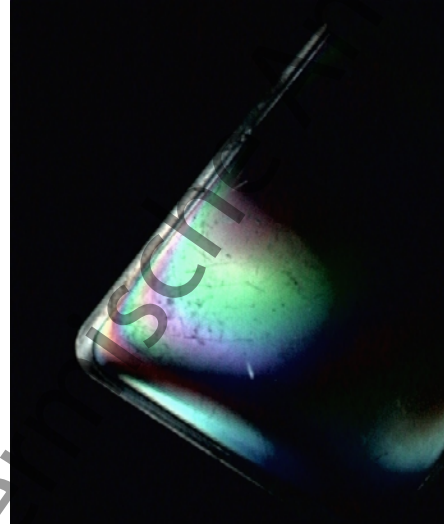
Molekülorientierungen und Eigenspannung

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)

