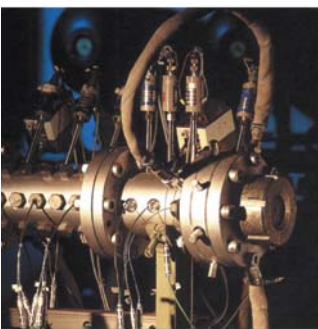
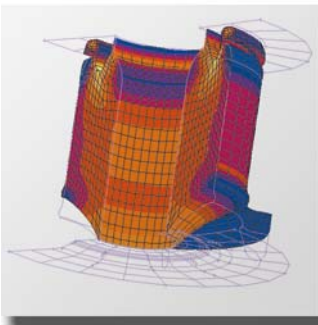




## Geräteliste



# Inhaltsverzeichnis

---

<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>2</b>
<b>SPEKTROMETRIE UND CHROMATOGRAPHIE .....</b>	<b>3</b>
1. Spektrometrie .....	3
2. Gaschromatographie, Massenspektrometrie .....	3
3. Nitrosaminanalytik .....	3
4. Flüssigchromatographie .....	3
5. Gelpermeationschromatographie (GPC) .....	4
6. Dünnschichtchromatographie .....	4
7. Chemilumineszenz .....	4
<b>MIKROSKOPIE UND THERMOANALYSE.....</b>	<b>4</b>
1. Lichtmikroskopie .....	4
2. Transmissionselektronenmikroskopie.....	5
3. Raster-Kraftmikroskopie (AFM) und Topographie-Messsysteme .....	5
4. Computertomografie .....	5
5. Rasterelektronenmikroskopie (REM).....	5
6. Thermische Analyse .....	6
7. Thermografische Analyse .....	6
8. Kernresonanz Spektrometrie (NMR) .....	7
<b>VERARBEITUNGSMASCHINEN .....</b>	<b>7</b>
1. Mischungsherstellung .....	7
2. Extrusion.....	7
3. Spritzgiessen .....	8
4. Kalandrieren .....	9
5. Vulkanisation .....	9
6. Oberflächenveredelung .....	9
<b>PHYSIKALISCHE UND MECHANISCH-DYNAMISCHE EIGENSCHAFTEN UND ERMÜDUNG.....</b>	<b>10</b>
1. Physikalische Prüfmethode n .....	10
2. Mechanisch-dynamische Eigenschaften.....	10
3. Dielektrische Eigenschaften .....	11
4. Tribologische Eigenschaften.....	11
<b>RHEOLOGIE UND VULKAMETRIE .....</b>	<b>12</b>
1. Rheologie .....	12
2. Vulkametrie.....	13

# Spektrometrie und Chromatographie

---

## 1. SPEKTROMETRIE

- Qualitative und quantitative Bestimmung von Polymeren und Additiven,
- Physikalisch-chemische Charakterisierungen,
- Extraktanalyse,
- Chemische Oberflächenanalyse,
- Diffusions- und Permeationsmessungen,
- Schadensanalyse,
- Qualitätssicherung,
- Spurenanalyse an polymeren Werkstoffen,
- Charakterisierung von Grenzflächen.

### Fourier-Transform-Infrarot-Spektrometer (FT-IR)

Thermo Nicolet Nexus, abgeschwächte Totalreflexion (Diamant- bzw. Germanium-ATR), Mikroproben-IR-Spektroskopie.

### FT-IR-Mikroskop

Thermo Nicolet Continuum, Bilddokumentationssystem.

### UV/VIS-Spektrometer

Kontron Ultraviolet Uvikon 810, Photometrische Messungen, Durchflussküvette als Detektor für die HPLC.

## 2. GASCHROMATOGRAPHIE, MASSENSPEKTROMETRIE

- Trennung niedermolekularer Stoffgemische und quantitative Bestimmung der Inhaltsstoffe (z. B. Extraktanalyse, Additive, Vulkanisationsdämpfe, Emissionen),
- Thermodynamische Charakterisierung von Polymeren und aktiven Füllstoffen durch „Inverse“ Gaschromatographie,
- Bestimmung der Verträglichkeit von Kautschuken und der Löslichkeitsparameter,
- Identifizierung von Polymeren (Pyrolyse-GC).

### Geräte mit Kapillarsäulen

-Fisons Instruments,  
-Agilent GC-5890.

### Injektionssysteme

Agilent, Autoinjektor 7683, on column, Split/Splitless, Headspace-Technik, Autosampler.

### Detektorsysteme

Flammenionisationsdetektor (FID), Elementspezifische Detektorsysteme, Stickstoff- und Phosphor-spezifischer Detektor (NPD).

### GC/MS-Gerätesysteme

Agilent GC 6890N/MSD 5973N/7683

Agilent GC 6890 N/MDS 5975c/7683

Massenspektrometer: Quadrupolprinzip, chemische Ionisation, Elektronenstoßionisation, Direktkopplung mit Kapillarsäule. Split/Splitless-Injektor, Kaltaufgabesystem, Head-Space Autosampler HP.

### Thermodesorption

Gerstel TDS 3, N<sub>2</sub>(fl) Kühlung (-150 ... +400 °C), Peltier-Kühlung UPC (10 ... 400 °C), Heizrate max. 60 °C/min, Split/Splitless-Injektor; Gerstel KAS 4, Controller 505, Pyrolyse Modul PM 1.

## 3. NITROSAMINANALYTIK

- Nitrosaminbestimmung in Luft, Vulkanisaten, Rohkautschuken und Füllstoffen.

### GC/TEA-Kopplung

3 Geräte Carlo Erba GC-Vega 6000 bzw. Varian 3400 bzw. Agilent 6890N mit Isconlab-Thermal Electron Analyzer (TEA) mit Autosampler Fisons Instr. A 200S und CE Instruments AS 800.

## 4. FLÜSSIGCHROMATOGRAPHIE

- Qualitative und quantitative Analyse höher siedender und thermisch labiler Stoffe (z. B. Öle, Extrakte, Weichmacher, Antioxidantien, Beschleuniger),
- Spurenanalyse an polymeren Werkstoffen ("Leachables").

### Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC)

Kontron 420, isokratisches Pumpensystem,  
2 x Thermo Separation Products P2000, Gradientenpumpensystem mit Autosampler AS 1000,  
Fraktionensammler, polare und reversed phase-Trennsäulen.

#### Detektorsysteme

UV/VIS-Spektrometer, Refraktometer (RI), Photodiodenarray-Plus-Detector (Surveyor).

### HPLC-Massenspektrometrie-Kopplung (HPLC-PDA-MS)

ThermoFisher LCQ-System mit Gradientenpumpensystem (Surveyor), Photodiodenarray-Plus-Detector (Surveyor),  
Massenspektrometer: Atmospheric pressure chemical ionization (APCI), Electrospray ionization (ESI), Ion Trap  
mit MS-MS-Technik.

## 5. GELPERMEATIONSCHROMATOGRAPHIE (GPC)

- Trennung von Polymeren in Lösung nach dem Größenausschlussprinzip,
- Bestimmung relativer Molmassen,
- Ermittlung von Molmassenverteilungen anhand von Polystyrol-, Polybutadien- und Polyisoprenstandards.

#### GPC-Geräte

Agilent 1100 Series mit isokratischer Pumpe (G1310A), Autosampler (G1313A) und temperierbarem  
Säulenkompartiment (G1316A).

#### Detektionssysteme

UV/VIS Detektor (G1314A), Refraktometer (RI, G1362A), Lichtstreuendetektor (SLD 7000).

## 6. DÜNNSCHICHTCHROMATOGRAPHIE

- Trennung von flüssigen Mehrstoffgemischen,
- Qualitative Analyse von Extrakten, Weichmachern, Beschleunigern und Antioxidantien.

## 7. CHEMILUMINESZENZ

- Bestimmung der Oxidationsstabilität von Polymeren, Ölen, Lebensmitteln und biologischen Substanzen,
- Analyse der Alterung (thermische und photooxidative Abbauprozesse) von Polymeren,
- Schnellscreening zur Beurteilung von Antioxidantien und Lichtstabilisatoren.

#### Chemilumineszenz-Analysator

Chemilume™ CL400 (Atlas)

4 gasdichte Prü fzellen mit unabhängiger Einstellung von Temperatur, Gasstrom, Prüfzeit und Photomultiplier-  
Verstärkung; isotherme und Gradienten-Temperierung bis 250 °C; Gasstromgeschwindigkeit: 25 ml/min oder  
50 ml/min; optische Empfindlichkeit:  $8,2 \times 10^{10}$  V/Lumen; 2 Counts/s.

## Mikroskopie und Thermoanalyse

---

### 1. LICHTMIKROSKOPIE

- Schadensanalyse,
- Morphologie von Verschnitten,
- Verteilung von Füllstoffen,
- Dispersion von Füllstoffen.

#### Durchlichtmikroskop mit Phasenkontrasteinrichtung

Zeiss Universal

Vergrößerung: max. 2000fach

#### Stereomikroskop SR

Zeiss 9901

Vergrößerung max. 100fach

#### Durchlicht- und Auflichtmikroskop

Jena Jenaval/Jenavert, Vergrößerung max. 1250fach

#### Dispersion Index Analyse System (DIAS)

Rechnergestützte auflichtmikroskopische Bestimmung des Füllstoffdispersionsgrades und der  
Agglomeratgrößenverteilung an Elastomeroberflächen bei 150-facher Vergrößerung. Software entwickelt vom  
DIK auf Basis eines SIS-Bildanalyseprogramms.

## 2. TRANSMISSIONSELEKTRONENMIKROSKOPIE

- Phasenmorphologie von Verschnitten,
- Inhomogenitäten von Netzwerken,
- Rußdispersion und Verteilung,
- Polymer/Weichmachersystem,
- Partikelcharakterisierung,
- Untersuchung an Elastomeren unter definierter Dehnung,
- Schadensanalyse.

### Transmissions-Elektronenmikroskop

LIBRA<sup>®</sup> 120 (Zeiss)

Beschleunigungsspannung 120 kV, Köhlersches Beleuchtungsprinzip, Vergrößerung 8x ... 630000x, Punktauflösung 0,34 nm, Electron Spectroscopic Imaging (ESI); Electron Spectroscopic Diffraction (ESD), Element- oder Strukturkontrast Abbildung, Electron Energy Loss Spectroscopy (EELS) für chemische Analysen, Kryo-Tisch, Bildverarbeitung.

### Ultramikrotomie

Anfertigung von Ultradünnschnitten mit Glasmesser (80 ... 150 nm) oder Diamantmesser (50 ... 100 nm), Semidünnschnitte mit Glasmesser (max. 1 mm), Arbeitstemperatur: -160 ... +20 °C, Kryotransfersystem für kryofixierte Präparate.

2 Geräte:

- Reichert FC-4E Ultramikrotom;
- Leica Ultramikrotom UC6 mit Stickstoffschneidesystem FC6, Ausstattung: Stereomikroskop MZ6 und Gerätetisch

## 3. RASTER-KRAFTMIKROSKOPIE (AFM) UND TOPOGRAPHIE-MESSSYSTEME

- Oberflächenrauigkeit,
- Phasenmorphologie von Verschnitten,
- Füllstoffdistribution und -dispersion.

### Raster-Kraftmikroskop

2 AFM-Geräte: Topometrix Explorer 2000 bzw. FRT-AFM MicroProf 100

Bildgebungsverfahren: contact mode, non-contact mode, sehr hohe Auflösung im nm-Bereich.

Kontrastgebungsverfahren: Topographie, Reibungskraftdetektion, Kraftmodulation zur Aufzeichnung von Härtevariationen, Kraft-Abstandskurven.

Chromatisches Topographie-Messsystem FRT-CWL 300

Berührungslose Messung der Oberflächentopographie, laterale Auflösung < 2 µm, Höhenauflösung 3 nm, max. Höhendifferenz 4 mm, max. Bildfläche ca. 100 × 100 mm.

## 4. COMPUTERTOMOGRAFIE

- Analysen auf Einschlüsse, Fehlstellen,
- Dispersionsanalysen, Füllstoffe und Vernetzungschemikalien (ZnO usw.),
- Analyse von Rissinitiierung und Risswachstum,
- Zellstrukturanalysen,
- Untersuchungen an Gummi-Metall- und Gummi-Kunststoff-Verbindungen,
- Lage von Festigkeitsträgern und Ausrichtung von Fasern,
- Zerstörungsfreie Schadensanalyse von Bauteilen,
- Dimensionsvermessung.

### Nanotom@; 180kV/15W nanofocus-Computertomografie

GE phoenix x-ray, 180kV / 15W high-power nanofocus-Röhre. Volldigitaler Detektor mit 5 Megapixeln.

Prüfkörperdimensionen max. ca. 150 x 120 x 120 mm (Höhe x Breite x Dicke).

Beste Auflösung (abhängig von der Probengröße) ca. 500 nm in 3D.

Bildverarbeitungssoftware für 3D-Darstellungen und quantitative Analysen (z.B. Partikelgrößenverteilungen).

## 5. RASTERELEKTRONENMIKROSKOPIE (REM)

- REM-Aufnahmen, BSE-Bilder,
- Elementanalyse, -verteilung, Quantifizierung,
- Oberflächenstrukturen,
- Materialkontraste.

### **Rasterelektronenmikroskop**

Zeiss EVO MA10; W-Filament; 0,2-30 kV; Vergrößerung: 7 bis 1.000.000-fach, Druckbereich VP (variable pressure) 10 bis 400 Pa; SE-Detektor; BSE-Detektor; max. Probehöhe 100 mm.

### **EDX-Detektor**

Oxford Instruments INCA (EDS8100),

## **6. THERMISCHE ANALYSE**

- Quantitative Zusammensetzung von Elastomeren (Polymer, Weichmacher, Ruß, anorganischer Füllstoff, Asche),
- Bestimmung von Glasumwandlungstemperaturen und Schmelzbereichen in Thermoplasten, Kautschuken und Elastomeren,
- Morphologie von Verschnitten,
- $C_p$ -Werte,
- Vernetzungskinetik,
- Kinetik des Treibprozesses,
- Phasenumwandlungen.

### **TGA-Geräte**

TA-Instruments TGA 2950CE-Hi-Res, Probenmasse: max. 1 g, Temperaturbereich: 25 ... 1000 °C, Heizrate: 0,1 ... 200 K/min, Auswertung: PC/Software.

Netzsch TG 209 F1, Probenmenge: max. 2 g, Temperaturbereich: 20 ... 1000 °C, Heizrate: 0,001... 80 K/min, Auswertung: PC/Software.

### **Wärmestrom-DSC**

TA-Instruments DSC 2920CE, modulierte DDK-MDSC, Probenmasse: 0,5 ... 100 mg, Temperaturbereich: -180 ... +725 °C, Heizrate: 0,01 ... 200 K/min linear und 0,01 ... 10 K/min moduliert, Auswerteeinheit: PC/Software-Standard/Kinetik.

Netzsch DSC 204 F1, Temperaturbereich: -180 ... +700 °C, Heizrate: 0,0001 ... 100 K/min, Auswerteeinheit: PC/Software.

### **VCI-Brandsimulationsapparat**

Analytik Jena GmbH, Temperaturbereich: bis 1200 °C

### **Fogging-Apparatur**

Temperierbad, Kühlvorrichtung, Becher und Zubehör nach DIN 75 201-B.

## **7. THERMOGRAFISCHE ANALYSE**

- Qualitätskontrolle,
- Abwärmeverlusterfassung,
- Optimierung von Prozessen.

### **Echtzeit Thermografiekamera**

VarioTHERM (InfraTec GmbH)

Vermessung von Punkten und Flächen mit editierbarem Emissionswert, Isothermeneinblendung, Peak-Hold-Funktion. Spektralbereich 3,6 ... 5 µm; Aufnahmeverfahren 'Focal Plane Array'; PtSi-CMOS-Hybrid Detektor, Stirling-Kühler; 50 Hz Bildfrequenz; Temporauflösung (30 °C): < 0,1 (0,01 mA); Temperatur-Messbereich: -25 ... +1200 °C; geometrische Auflösung mit Std.-Optik: 1,0 mrad; Bildfeld mit Std.-Optik: 14×14°; Bildformat: 256×256 Pixel; Digitalisierungstiefe: 16 Bit; Arbeitstemperatur: -15 ... +50 °C; Datenausgabe: PAL-FBAS, Y/C.

## 8. KERNRESONANZ SPEKTROMETRIE (NMR)

- Charakterisierung der Polymerkettendynamik,
- $T_1$  und  $T_2$  Relaxationszeitbestimmung,
- Korrelation  $T_2$ -Vernetzungsdichte,
- Polymeralterung (auch in-situ möglich).

**Gerät:** XLDS - 15, IIC Innovative Imaging Corp. KG; 0,35 T = 15MHz; RT bis 120 °C; Festkörper - NMR - Spektrometrie; statisch;  $T_1$ -Verwendung von APS;  $T_2$ -Verwendung von Hahn-Echo-Prinzip.

## Verarbeitungsmaschinen

### 1. MISCHUNGSHERSTELLUNG

#### Kombinierter Laborinnenmischer

Werner & Pfleiderer GK5E/GK4N

**GK5E:** ineinandergreifende Knetelemente in PES-3-Geometrie, Mischkammervolumen ca. 5 L, Stempeldruck 1 ... 7 bar, stufenlos regelbar, Schaufeldrehzahl 17 ... 100 U/min.

**GK4N:** tangierende Knetelemente in Standard oder N-Geometrie, Mischkammervolumen ca. 3,6 L, Stempeldruck 1 ... 6 bar, stufenlos regelbar; Friktion 1 : 1 ... 1 : 1,3, Schaufeldrehzahl 22 ... 135 U/min.

**GK5E und GK4N:** Wasserumlaufthermierung für Kneterkammer und Klappsattel sowie Knetelemente, temperierbar bis 95 °C, Prozesssteuerung (PKS20) nach Zeit, spezifischer Energie, Überrollungsmarken, Temperatur, Messwerterfassung.

#### Innenmischer

Werner & Pfleiderer GK 1,5 E

Nutzbares Kammervolumen ca. 1 l, Thermierung: bis 95 °C.

#### Laborwalzwerk

Berstorff 250 \* 500

Walzendurchmesser 250 mm, Walzenlänge 500 mm, Antrieb durch 2 Gleichstrommotoren; Chargengröße ca. 6 dm<sup>3</sup>, Drehzahl 1 ... 25 U/min; Öl-Umlaufthermierung, Ausschneidevorrichtung mit 10 Messern auf Messerbalken, Messung von Vor- und Rücklaufthermierung der Thermierkreisläufe, Spaltweite an den Walzenenden, 2 × Drehmoment, Lagerkraft der Festwalze, 5 × Messung des Massedruckes auf die Walzenoberfläche, 2 × Drehzahl.

#### Laborwalzwerk

Berstorff 150 \* 350 RR

Walzendurchmesser 150 mm, Walzenlänge 350 mm, Thermierung: bis 100 °C.

### 2. EXTRUSION

#### Stiftextruder

Krupp KGS 60/14

Schneckendurchmesser 60 mm, Schneckenlänge 14 D, Antrieb durch Gleichstrommotor; Drehzahl 7 ... 70 U/min, Durchsatz ca. 100 ... 200 kg/h, separate Thermierkreisläufe für Speisewalze, Schnecke und 3 Zylinderzonen, Messung von Antriebsleistung, Drehzahl, Mischungsthermierung radial je 4x in 3 Stiftebenen und 8x vor der Schneckenspitze, axialer Druckverlauf in 7 Ebenen, Extrudatdurchmesser. Umbau des Extruders und Verkürzung auf 10 D ermöglicht den Einsatz als Processability Tester für Kautschukmischungen, kontinuierliche Prozessdatenerfassung.

#### Transfermixextruder

AZ MCTM 60

Schneckendurchmesser 60 mm, Schneckenlänge variabel 10 D bzw. 13,7 D mit einer bzw. zwei Transfermischzonen, Antrieb durch Gleichstrommotor, Drehzahl bis 205 U/min, Durchsatz ca. 100 ... 200 kg/h, separate Thermierkreisläufe für Schnecke und 2 Zylinderzonen, Messung von Antriebsleistung, Drehzahl sowie Massethermierung und -Druck vor der Schneckenspitze und Druck jeweils nach den Transfermischzonen, kontinuierliche Prozessdatenerfassung.

#### Laborextruder

Rubicon EEK 32.12 S-4,0/90

Schneckendurchmesser 32 mm, Schneckenlänge 12 D, Antriebsleistung 4 kW Drehstrom-Asynchronmotor, Schneckendrehzahl 3 ... 90 U/min, Durchsatz ca. 1 ... 25 kg/h, separate Temperierkreisläufe für Schnecke und Zylinder, Temperierung bis max. 250 °C, Anschluss an Zahnradpumpe MAAG Entrex SP 21-4, Einsatz als Extruder-Zahnradpumpen-Kombination oder auch für Dosierung von Kautschuk oder Kautschukmischungen in den Doppelschneckenextruder Berstorff ZE 25, Vordruckregelung über Steuerung der Zahnradpumpe, Messung von Drehzahl, Massetemperatur, Massedruck.

#### **Doppelschneckenextruder**

Berstorff ZE25, Antrieb 10,5 kW,  $N_{\max} = 550$  U/min

Schneckendurchmesser 25 mm, Schneckenlänge bis 54 D, Zylinder in Segmente von 6 D geteilt, gravimetrische Brabender-Flex-Wall Hauptdosierung, gravimetrische Brabender Seitenfütterdosierung, Vakuumzone, Flüssigkeitseinspritzung, motorisch angetriebene Schneckenziehvorrückung zur Verfahrensoptimierung und zur Probenahme (z. B. in Morphologieuntersuchungen).

#### **Doppelschneckenextruder**

Berstorff ZE 40 A UTX; Antrieb 77 kW,  $N_{\max} = 600$  U/min; Schneckendurchmesser 44 mm, Schneckenlänge bis 55 LD; Zylindersegmente von 6 D, Temperatur- und Druckmessstellen, gravimetrische Brabender-Flex-Wall Hauptdosierung, gravimetrische Brabender Seitenfütterdosierung, Flüssigkeitseinspritzung. Dosierung des Extruders mit Kautschuk oder Kautschukvormischungen in Streifenform über eine Einschneckenextruder-Zahnradpumpen-Kombination (Transfermixextruder AZ MCTM 60, Zahnradpumpe Troester ZP 56/33). Kontinuierliche Herstellung von Kautschukmischungen und Thermoplastischen Vulkanisaten.

Vollautomatisierte Prozessdatenerfassung für die zeitgleiche, kontinuierliche Aufnahme der Prozessdaten der gravimetrischen Dosierer, des Doppelschneckenextruders, des Einschneckenextruders AZ MCTM 60 und der Zahnradpumpe Troester ZP 56/35.

#### **Dosiermaschine**

Mahr; Dosierung von Flüssigkeiten in den Doppelschneckenextruder Berstorff ZE 25 über Zahnradpumpe und Coriolis Sensor;

Fördermenge 2-12 kg/h; Dosiergenauigkeit +/- 2%; temperierbar bis 60 °C;

Viskositätsbereich 200-2000 m Pa·s.

#### **Zweischnecken Mikro-Compounder**

DSM Explore 15 cm<sup>3</sup> Micro-compounder

Zweischneckenextruder mit corotierenden konischen Schnecken, Schneckenlänge 150 mm, Nennvolumen 12,5 cm<sup>3</sup>, Drehzahl 0 ... 245 U/min, Temperaturbereich 20 ... 350 °C, max. Axialkraft 8000 N, 6 Heizzonen, Wasserkühlung, By-pass-Ventil (Verweilzeit einstellbar), rechnergestützte Versuchsführung und Datenerfassung.

#### **Stranggranulierung**

Pell-Tec SPP 50 compact

Max. Durchsatz 180 kg/h, Einzugs geschwindigkeit 7 ... 50 m/min, max. Strangzahl 9, Länge 4 m.

#### **Zahnradpumpe**

Troester ZP 56/35

Durchsatz 120 kg/h, Saugdruck 20 bar, Förderdruck 500 bar, max. Differenzdruck 450 bar, max. Drehzahl 48 U/min, kontinuierliche Prozessdatenerfassung.

#### **Zahnradpumpe**

MAAG Entrex SP 21-4

Durchsatz 2 ... 10 kg/h, Saugdruck 20 bar, Förderdruck 350 bar, Differenzdruck 250 bar, max. Drehzahl 50 U/min.

### **3. SPRITZGIESSEN**

#### **Spritzgießmaschine**

Klöckner Ferromatik Desma D 966.053ZO

Schließkraft 500 kN; Hubvolumen 330 cm<sup>3</sup>, maximale Schneckentemperatur 150 °C; maximale

Werkzeugtemperatur 499 °C, maximaler Spritzdruck 2000 bar.

#### **Kleinst-Labor-Spritzgießmaschine**

DSM Explore 10 cm<sup>3</sup> Injection moulding machine

Nennvolumen 10 cm<sup>3</sup>, Injektionsteil  $T_{\max} = 350$  °C, Form  $T_{\max} = 200$  °C, Pneumatikdruck, 10 ... 16 bar

(entspricht bis zu 1600 N), Zweizonenheizung, Form für S2 Zugstäbe, austauschbar.

#### **Zweikomponenten Spritzgießmaschine**

Engel Combimelt Victory 200H/200L/80Beide Spritzeinheiten umtauschbar für Kautschuk oder Thermoplast, Möglichkeit von 2K-Anwendungen: Kautschuk/Thermoplast, Kautschuk/Kautschuk und

Thermoplast/Thermoplast. Schneckendurchmesser 25 mm, Aggregate in L-Stellung, holmenlose Bauweise, Schließkraft 800 kN, 2-Stationen Drehtisch, Steuerung CC200. 2K Spritzgießwerkzeuge als Zug- und

Scherstab mit getrennter Werkzeugtemperierung für die zwei Komponenten in der Düsen- und Auswerferseite des Werkzeuges. Metalleinlage im Scherstab möglich; Druckmessung im Werkzeug für beide Komponenten; Messwertaufnahme über Steuerung.

## 4. KALANDRIEREN

- Maßgenaues Ziehen von Platten (Belegen, Doublieren und Friktionieren nur mit zusätzlicher Abwickleinrichtung),
- Beschickung mittels Puppen vom Walzwerk oder Endlosrundstrang aus dem kaltgefütterten Kautschuk-Extruder,
- Heiss-Randbeschnitt,
- Abnahme der Bahn als Wickel mit Zwischenläufer.

### Vierwalzen-Laborkalander

Troester KQF 200

4 Walzen in F-Anordnung, Ø 200 mm, Ballenbreite 450 mm, 350 mm effektive Arbeitsbreite, Quetschmesser auf der Abzugswalze zum Beschneiden des Bahnrandes, 320 mm maximale Bahnbreite beschnitten, Materialzuführung in Spalt 1 oder Spalt 3, verstellbare Materialführungsbacken in den Zuführspalt. Betriebsarten: 4-Walzen, 3-Walzen oder 2x2-Walzen, Einzelantrieb der Walzen durch Gleichstrom-Getriebemotoren, Arbeitsgeschwindigkeit 2,0 ... 20 m/min, Friktion 1 : 1,25 bis 1,25 : 1, Walzentemperierung mit Wärmeträgeröl max 200 °C, elektromotorische Walzenspaltverstelleinrichtung, 0,3 mm min. Spaltweite, pneumatische Walzenvorspannung für Walzen 1, 2, 3; Schränkung für Walze 3. Messung der Spaltweiten durch el. Messfühler, der Walzenumfangsgeschwindigkeit mittels Tachogenerator, der Achsenbelastung (Walzen 1 und 2) durch Kraftmessdosen, des Spaltdrucks (Spalt 1, 2) mittels Piezo-Druckaufnehmern (Walze 2) und der el. Leistung durch Messbrücken, rechnergestützte Erfassung der Messwerte.

### Schwenkförderband zur Beschickung des Kalanders

Scholz

stufenlose Geschwindigkeitsregelung; stufenlos regelbare pendelförmige Bewegung der Übergabeposition.

### Nachfolgeeinrichtung

DIK

Kühlstrecke mit zwei Kühltrommeln Ø 300 mm, Zwischenläuferabwickler und Zentrumswickler, manuelle Geschwindigkeitsregelung.

## 5. VULKANISATION

### Vulkanisationspressen

#### Rucks Maschinenbau KV 207.00

Elektrisch beheizte Vulkanisationspresse, Fläche: 250 × 250 mm, evakuierbar.

#### Wickert & Söhne WLP63/3,5/3

Elektrisch beheizte Vulkanisationspresse, Fläche: 350 × 350 mm.

#### Berstorff

Elektrisch beheizte Vulkanisationspresse, Fläche: 300 × 350 mm, evakuierbar.

## 6. OBERFLÄCHENVEREDELUNG

### Plasma-Behandlungsanlage

Plasmatreat PFW20.

8 parallel betriebene Plasmadüsen, Plasmaaktivierung bei Atmosphärendruck mit Behandlungsbreiten von 40 ... 120 mm, Verfahrensgeschwindigkeit 1 ... 60 m/min.

Plasmatreat PFW10.

Eine Plasmadüse, Plasmapolymersation bei Atmosphärendruck durch Zudosieren eines im Plasma polymerisierbaren Precursors, Behandlungsbreite 5 ... 15 mm.

# Physikalische und mechanisch-dynamische Eigenschaften und Ermüdung

---

## 1. PHYSIKALISCHE PRÜFMETHODEN

- Bestimmung der physikalischen Eigenschaften von Vulkanisaten nach: ISO, DIN und ASTM-Normen,
- Spannungsrelaxation,
- Alterungsverhalten von Vulkanisaten,
- Wärmebeständigkeit,
- Ozonbeständigkeit,
- Lichtbeständigkeit,
- Kontaktverfärbung,
- Kontaktwinkel und Oberflächenenergien.

### Universalprüfmaschinen

Zwick 1445 mit Temperierkammer (–60 ... +150 °C), max. Prüfkraft 5 kN, Kraftmessdose für geringe Prüfkraft bis 50 N.

Zwick Z010 mit pneumatischen Probehaltern, maximale Prüfkraft 2,5 kN.

### Spannungsrelaxations-Tester

Elastocon EB 02, Untersuchung der Spannungsrelaxation unter Druck und Zug bei 10 bis 200 °C, Kraftbereich: bis 800 N oder 1600 N (Druck), bis 70 N (Zug), Messungen in Luft, Stickstoff und Öl (z. B. ISO 3384).

### Goodrich-Flexometer

Doli FlexoB 1170, Ermittlung des Setzungsverhaltens, Fließens, Heat-Build-Up, der bleibenden Verformung bei dyn. Belastung (Kompression) nach DIN. Frequenz: 30 Hz, Spannung: ½ MPa, automatische Probenzuführung, Raumtemperatur bis 100 °C.

### Dauerknick-Prüfgerät nach de Mattia

Frank 13515, Bestimmung der Rissbildungsgeschwindigkeit und Risswachstumsbeständigkeit, Frequenz: 5 Hz.

### Abrieb-Prüfgerät

Frank 11565, Bestimmung des Abriebs gemäß DIN.

### Härte-Prüfgerät

Zwick digitest; Härte Shore-A; Mikrohärt, Kugeldruckhärt.

### Rückprallelastizitäts-Prüfgeräte

Frank 23267, Zwick 5109.01, mit Temperierung.

### Widerstandsmessgerät

Dr. Kamphausen, Bestimmung von Oberflächen- und Durchgangswiderständen; Nieder- und Hochohmmessung.

### Ozonschrank

Argentox 3MR-3R, Ozonanalysator mit internem Standard und Klimaregelung; Ozonkonzentrationen 50 ... 250 pphm (0,5 ... 2,5 ppm), rel. Feuchte 10 ... 90 %, Temperatur 0 ... 70 °C, Probenraum: 200 l.

### Kontaktwinkelmessgerät

Dataphysics OCA20, videogestütztes optisches Kontaktwinkelmessgerät mit Temperierkammer und Mehrfachdosiersystem. Temperaturbereich –20 ... +150 °C, Berechnung der freien Oberflächenenergien von Festkörpern und der Ober- und Grenzflächenspannungen von Flüssigkeiten.

### Tensiometer und dynamisches Kontaktwinkelmessgerät

Dataphysics DCAT11 mit Thermostatisiereinrichtung. Temperaturbereich –10 ... +130 °C, Messung von Kontaktwinkeln an Pulvern, Fasern, Faserbündeln und zylindrischen oder prismatischen Körpern.

## 2. MECHANISCH-DYNAMISCHE EIGENSCHAFTEN

- Dynamische Eigenschaften,
- Ermüdungseigenschaften,
- Hochfrequenzeigenschaften (Ultraschall),
- Dehnmodul, Schubmodul, Dämpfung,
- Temperatur-, Frequenz- und Amplitudenabhängigkeit,
- Kälteeigenschaften  $T_R$ ,  $T_L$ ,
- Untersuchungen nach Normen und speziellen Kundenspezifikationen.

### **Tear Analyzer, dyn. Risswachstumsbeständigkeit**

Tear Analyzer System Bayer/Coesfeld, Risswachstumsbeständigkeit unter dynamischer Belastung, insbesondere praxisnahen Pulsen. Optische on-line-Erfassung und Quantifizierung der Rissfläche, Aufzeichnung der Energien. Ermittlung bruchmechanischer Kennwerte zur Vorhersage der Bauteillebensdauer (tearing energies), Pulse bis ca. 10 ms, temperierbare Prüfkammer, in Luft oder N<sub>2</sub>.

### **Ultraschallspektrometer (Prototyp)**

Messung der Ultraschalldämpfung und Ultraschallgeschwindigkeit (daraus: Modul und Verlustfaktor) im Transmissionsverfahren bei 0,5 ... 13 MHz und -90 ... +60 °C

### **Mechanisch-dynamischer thermischer Analysator (DMTA)**

Mettler-Toledo DMA 861, Untersuchung unter Scherbeanspruchung (double-shear-sandwich) bei -150 °C ... 500 °C und 0,001 ... 1000 Hz, ca. 0,01 ... 5 % Amplitude

### **Mechanisch-dynamischer Analysator**

Rheometrics RDA II, Untersuchungen unter Scherbeanspruchung an Mischungen (Platte-Platte-Anordnung) und Vulkanisaten (Streifenproben), -150 ... +350 °C, 0,002 ... 16 Hz, 0,05 ... 5 % Amplitude.

### **Rheometersystem ARES**

Rheometric Scientific, dynamische Untersuchungen an Mischungen (Platte-Platte) und Vulkanisaten (Streifen), -150 ... +350 °C, 0,002 ... 80 Hz, 0,05 ... 10 % Amplitude.

### **Mechanisch-dynamisches Spektrometer**

Rheometrics RSA II, Untersuchungen unter Druck- und Zugbeanspruchung, -150 ... +500 °C, 0,002 ... 16 Hz, 0,01 ... 1 % Amplitude.

### **Servohydraulisches Elastomer-Prüfsystem**

MTS 831.50, Untersuchungen an Laborprüfkörpern unter Zug-, Druck- und Scherbeanspruchung -120 ... +200 °C, 0,01 ... 1000 Hz, 0,1 ... 100 % Amplitude. Untersuchungen an Fertigteilen nach kundenspezifischen Prüfprogrammen; Untersuchungen unter schnellen Pulsbeanspruchungen. Kraftbereich: bis ±5 kN; Wegbereich: bis ±25 mm.

### **Biaxiales Servohydraulisches Prüfsystem**

MTS 322.21, Untersuchungen an Laborprüfkörpern und Bauteilen in 2 Achsen linear. Mechanisch-dynamische Eigenschaften und Ermüdungseigenschaften.

1. Achse: 0,1 ... 100Hz, bis ±25 kN, bis ±100 mm.

2. Achse: 0,1 ... 150Hz, bis ±10 kN, bis ±50 mm.

Dynamische und Ermüdungseigenschaften unter Pulsbelastung in Kraft- und Wegregelung.

## **3. DIELEKTRISCHE EIGENSCHAFTEN**

### **Dielektrischer Breitband Analysator**

Novocontrol GmbH, Messung an Prüfkörpern, Mischungen, Flüssigkeiten.

#### **BDS 40**

Frequenzband:  $3 \times 10^{-5} \dots 2 \cdot 10^7$  Hz

Impedanzbereich:  $10^{-2} \dots 10^{14} \Omega$

Kapazitätsbereich:  $10^{-15} \dots 1$  F

Auflösungsvermögen ( $\tan \delta$ ):  $3 \times 10^{-5}$

#### **BDS 60**

Frequenzband:  $10^6 \dots 3 \times 10^9$  Hz

Impedanzbereich:  $10^{-1} \dots 10^5 \Omega$

Auflösungsvermögen ( $\tan \delta$ ):  $3 \times 10^{-3}$

### **Quatro Cryosystem Temperiereinheit**

Temperaturbereich: -160 ... +400 °C

Temperaturaufösung: 0,1 °C

## **4. TRIBOLOGISCHE EIGENSCHAFTEN**

### **Tribometer**

IMKT Konstruktion; Messung des statischen und dynamischen Reibwertes; Geschwindigkeitsbereich: 0,005 ... 10 mm/s und 0,1 ... 30 mm/s; Druckbereich: 0,01 ... 10 MPa; Temperaturbereich: - 40 ... +100 °C

# Rheologie und Vulkametrie

---

## 1. RHEOLOGIE

- Viskose und elastische Eigenschaften von Kautschukmischungen,
- Mooney-Relaxation,
- Mooney-Scorch,
- Wandgleitverhalten.

### Mooney-Viskosimeter

Alpha Technologies MV 2000 E

Messung der Mooney-Viskosität von Kautschuken und Kautschukmischungen. Bei allen Messungen ist eine variable Messpunktfestlegung möglich.

### Drehmoment-Rheometer

Polylab-System

Weiterentwicklung des Haake Rheocord Systems zur Messwerterfassung und Steuerung von diversen Vorsatzgeräten.

### Messkneiter

Polylab-System

Mischungsherstellung unter Messung von Temperatur und Drehmomenten. Programmierte Mischintervalle bzgl. Temperatur und Drehzahl. Kammern: 70 cm<sup>3</sup> und 350 cm<sup>3</sup>.

### Messextruder

Polylab-System

Messung der schergeschwindigkeitsabhängigen Viskosität unter Verwendung von diversen Extrusionswerkzeugen (Flachschlitz-, Schlauch- und Garveydüse) mit Drucksensoren; Gel- und Fremdpartikeltests.

### Rotationsrheometer

Physica MCR 501 S, Anton Paar

Maximales Drehmoment 300 mNm, Normalkräfte von -70 ... 70 N. Diverse Messgeometrien: Platte-Platte, Kegel-Platte für Messungen der Normalspannungskoeffizienten. Rotations- wie auch schwing-rheologische Messungen. Möglichkeit der Kombination von rheologischen und dielektrischen oder magnetischen Messungen.

Dielektrische Messzelle: Temperaturbereich: -25° ... 180° C. Dielektrischer Breitband Analysator von Novocontrol 3 · 10<sup>-5</sup> ... 10 MHz.

Magnetische Messzelle: Temperaturbereich: -10° ... 180° C. Maximale Magnetfeldstärke von 1 Tesla.

### Hochdruckkapillarviskosimeter

Göttfert Rheograph 6000

Zwei Messmodi: konstante Schergeschwindigkeit, konstante Schubspannung; maximale Schubspannung 2 × 10<sup>6</sup> Pa, Schergeschwindigkeit 2 × 10<sup>-2</sup> ... 2 × 10<sup>6</sup> s<sup>-1</sup>,

Kapillardurchmesser 0,5 ... 4 mm, Kapillarlängen 5 ... 120 mm; Spezialkapillaren mit Druck- und Temperatursensoren auch als Schlitzkapillaren, Messung der Schubspannung und Viskosität in Abhängigkeit der Schergeschwindigkeit sowie Ermittlung von Fließanomalien (z. B. Wandgleitverhalten); Aufzeichnung der Druckprofile über die Kapillarlänge, Messung der Strangaufweitung.

Rosand RH 7-2

Kapillaren mit unterschiedlichem Längen/Durchmesser-Verhältnis zur Messung der Viskosität in Abhängigkeit der Schergeschwindigkeit.

Dynamischer Messbereich 50 000 : 1 im Temperaturbereich von 50 ... 400 °C. Das automatische Rheometer mit servoelektrischem Antrieb ist als Doppelkapillarsystem ausgelegt. Die simultane Messung mit Lang- und Kurzkapillaren zur Korrektur des Einlaufdruckverlustes ist möglich.

### Ubbelohde-Viskosimeter

Visco System® AVS 370 (SCHOTT Instruments)

Ermittlung der Viskositätszahlen zur Berechnung der Grenzviskositätszahl und der mittleren Molmasse von Polymeren (Viskositätsmittel) max. 5 frei wählbare Verdünnungsschritte. Bestimmung der kinematischen Viskosität (Messbereich: 0,35 ... 5000 mm<sup>2</sup>/s).

Elektronische Datenaufnahme und Auswertung.

### **Schwingungsrheometer (Rubber Process Analyzer)**

Alpha Technologies RPA 2000

Schwingungsrheometer zur Untersuchung der viskoelastischen Eigenschaften und des Verarbeitungsverhaltens von Kautschukmischungen.

Temperaturbereich 40 ... 250 °C, Scheramplitudbereich 0,5 ... 150 %, Frequenzbereich 0,1 ... 33 Hz.

## **2. VULKAMETRIE**

- Vernetzungskinetik,
- Aktivierungsenergien,
- Inkubationsverhalten,
- Treibverhalten.

### **Vulkameter**

Alpha Technologies MDR 2000 E

Spaltlos arbeitendes rotorloses Torsionsschubvulkameter, variable Messpunktfestlegung, Drehmoment- und Verlustwinkelmessung.

Stand: April 2009



Deutsches Institut für  
Kautschuktechnologie e. V.

Eupener Straße 33  
D-30519 Hannover

Tel.: +49 (0) 511 / 84 20 1-0  
Fax: +49 (0) 511 / 83 86 82 6

[info@DIKkautschuk.de](mailto:info@DIKkautschuk.de)  
[www.DIKkautschuk.de](http://www.DIKkautschuk.de)