



Geräteliste 2018



Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e. V.
Hannover

DIK Prüfgesellschaft mbH
Hannover



Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e. V.
und
DIK Prüfungsgesellschaft mbH

Eupener Straße 33
30519 Hannover
Tel. +49 (0)511 84201-0
Fax: +49 (0)511 8386826
info@DIKautschuk.de

www.dikautschuk.de

Inhalt

Spektrometrie und Chromatographie	2
1. Spektrometrie.....	2
2. Gaschromatographie, Massenspektrometrie.....	2
3. Nitrosaminanalytik	3
4. Flüssigchromatographie	3
5. Gelpermeationschromatographie (GPC).....	3
6. Dünnschichtchromatographie	4
7. Chemilumineszenz.....	4
Mikroskopie, Oberflächen Charakterisierung und Thermoanalyse	5
1. Lichtmikroskopie	5
2. Transmissionselektronenmikroskopie (TEM).....	5
3. Raster-Kraftmikroskopie (AFM) und Topographie-Messsysteme	6
4. Mikroindenter	6
5. Computertomografie	6
6. Rasterelektronenmikroskopie (REM).....	7
7. Thermische Analyse	7
8. Emissionsmessungen	7
9. Thermografische Analyse	8
10. Niedrigfeldkernresonanz Spektrometrie (NMR).....	8
Verarbeitungsmaschinen	9
1. Mischungsherstellung.....	9
2. Extrusion	10
3. Spritzgiessen	11
4. Kalandrieren	12
5. Vulkanisation	12
6. Oberflächenbehandlung.....	13
7. Elektrosponning	13
Physikalische und mechanisch-dynamische Eigenschaften und Ermüdung	14
1. Physikalische Prüfmethode.....	14
2. Dynamisch-Mechanische und Lebensdauer-Eigenschaften	15
3. Dielektrische Eigenschaften	16
4. Tribologische Eigenschaften.....	16
Rheologie und Vulkametrie	17
1. Rheologie	17
2. Vulkametrie	18
Simulations-Software	19
1. FEM-Software	19
2. Mathematical Computation	19



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-Nah-Infrarot-Spektrometer (FT-NIR)

Bruker Optics

Typ: Matrix-F Duplex (Wellenzahlenbereich von 12.800–4.000 cm⁻¹)

Probencharakterisierung in Reflexion und Transmission

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

Laser-induzierte Breakdown Spektroskopie (LIBS)

Emissionsspektralanalyse zur Bewertung der Mischungshomogenität bzgl. der Effektivität der distributiven Verteilung von Mischungsbestandteilen wie Zinkoxid

Komponenten:

LIBS-6 Modul und Prüfkammer (Applied Photonics),

5 Spektroskope: Wellenlängenbereich zwischen 314–977 nm (AVANTES),

Laser: Q-switched Nd: YAG-Festkörperlaser (QUANTEL) (Wellenlänge: 1064 nm,

Laserpulsenergie: max. 100 mJ, Pulsrate: 7 ns, Pulsfrequenz: max. 20 Hz)

UV/VIS-Spektrometer

Thermo Electron, Evolution 300, UV-Spektren, Quantifizierung von Substanzen aus Lösungen

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 (Inverse GC),

Agilent GC 7890B

Injektionssysteme

Agilent Autosampler 7683, on column, Split/Splitless, Headspace-Technique, Gerstel Multi Purpose Sampler MPS Robotic XL



Detektorsysteme

Flammenionisationsdetektor (FID), elementspezifischer Detektor für Stickstoff und Phosphor (NPD), massenselektiver Detektor (MSD)

GC/MS-Systeme

Agilent GC 7890B/MSD 5977B,
Agilent GC 6890 N/MSD 5973N,
Agilent GC 6890 N/MSD 5975C mit Headspace sampler 7697A,
Massenselektiver Detektor: Quadrupol, chemische Ionisation, Elektronenstoßionisation

Thermodesorption

Gerstel TDS 3, Peltier-Kühlung UPC (10 bis 400 °C), Heizrate max. 60 °C/min, Split/Splitless-Injektor, Gerstel Kaltaufgabesystem KAS 4 mit N₂(fl)-Kühlung (-150 bis +400 °C), Controller 505, Pyrolyse-Modul PM 1

Gerstel TDU 2, UniversalPeltierControl UPC plus (10 bis 350 °C), Heizrate max. 720 °C/min, Gerstel Kaltaufgabesystem KAS 4 mit N₂(fl)-Kühlung (-150 bis +450 °C), Controller C200, Gerstel TDU Pyrolyse-Modul für MPS Robotic XL

3. Nitrosaminanalytik

- Nitrosaminbestimmung in Luft, Vulkanisaten, Rohkautschuken und Füllstoffen

Gaschromatographie-Thermal Energy Analyzer

Agilent GC 6890N/Autosampler 7683B mit Ellutia Thermal Energy Analyzer TEA 810-Detektor
Agilent GC 7890A/Autosampler 7693B mit Ellutia Thermal Energy Analyzer TEA 810-Detektor

4. Flüssigchromatographie

- Qualitative und quantitative Analyse höher siedender und thermisch labiler Stoffe (z. B. Öle, Weichmacher, Antioxidantien, Beschleuniger)
- Spurenanalyse an Extrakten von polymeren Werkstoffen („Leachables/Extractables“)

Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC-UV/RI)

Thermo Scientific UltiMate 3000 mit variablem Wellenlängendetektor VWD 3400RS,
Thermo Scientific UltiMate 3000 mit Diodenarray-Detektor DAD 3000 und Brechungsindex-Detektor, 2 x Thermo Separation Products P2000, Gradientenpumpensystem mit Autosampler AS 1000,
Refractomax 521

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

Thermo Finnigan Surveyor-System mit Photodiodenarray-Detektor PDA Plus und massenselektivem Detektor LCQ Classic, Chemische Ionisation bei Atmosphärendruck (APCI), Elektrospray-Ionisation (ESI), Ionenfalle 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-Gerät

Agilent 1100 Series mit isokratischer Pumpe G1310A, Autosampler G1313A, UV/vis-Detektor G1314A, Brechungsindex-Detektor G1362A, Lichtstredetektor SLD 7000



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
- Dünnschichtplatten, Reagenzien, Glasgerät

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

2 Geräte:

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, Oberflächen Charakterisierung und Thermoanalyse



1. Lichtmikroskopie

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

Durchlichtmikroskop mit Phasenkontrasteinrichtung

Zeiss Universal

Vergrößerung: max. 2000-fach

Stereomikroskop SR

Zeiss 9901

Vergrößerung max. 100-fach

Durchlicht- und Auflichtmikroskop

Jena JenaVal/JenaVert, Vergrößerung max. 1250-fach

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.

Dispersionsanalyse nach ISO 11345

Alpha Technologies,

Typ: disperGRADER aview SR (für Partikelgrößen von 3–57 µm)

Vergrößerung: 50-fach

2. Transmissionselektronenmikroskopie (TEM)

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

Transmissionselektronenmikroskop

LIBRA® 120 (Zeiss),

Beschleunigungsspannung 80 kV und 120 kV, Köhlersches Beleuchtungsprinzip, LaB₆-Filament, Vergrößerung 8 × ... 630.000 ×, 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

2 Geräte:

Reichert FC-4E Ultramikrotom,

Leica Ultramikrotom UC6 mit Tieftemperaturschneidesystem FC6,

Ausstattung: Stereomikroskop MZ6 und Gerätetisch



3. Raster-Kraftmikroskopie (AFM) und Topographie-Messsysteme

- Oberflächenrauigkeit
- Phasenmorphologie von Verschnitten
- Füllstoffdistribution und -dispersion
- Härtegradient durch oxidative Alterung

Raster-Kraftmikroskop (AFM)

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. Mikroindenter

LNP nano touch + LNP cross table

Mechanische Prüfung von Härtetopographie, Adhäsion, Elastizitätsmodul, Shore A Mikro kompakter taktiler Sensor in Linearführung mit optischem Weg-Messsystem

Messbereich: 4 mm; Linearität Weg: < 200 nm

Messkraft: 0,6 mN ... 1,4 N; Auflösung: 0,6 mN; elektromechanische Erzeugung

Indentormessungen mit hoher Ortsauflösung

- Kraft- oder Weg-gesteuerte Eindruckmessungen
- Härtetopographie
- Härte (z. B. IRHD, Shore A/M, Shore A Mikro)
- Biege E-Modul
- Adhäsion
- Mikro-Tribologie
- Rheologie

Mikroindenter-Gerät: 031790 LNP nano touch mit Piezo Kreuztisch
(Ludwig nanoPräzision GmbH)

Weg-Messsystem: Optisch inkrementell, Messbereich: 4 mm, Auflösung: 0,00001 mm

Standard, Linearität Weg: < 200 nm auf Messbereich, Linearität Kraft: 0...1400 mN

Messkrafterzeugung: Elektromechanisch, Messkraft: 0,6 mN...1,4 N

Messkraftauflösung: 0,6 mN, Spitzengeometrien: sphärisch, variabler Durchmesser

5. Computertomografie

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

Nanotom®; 180 kV/15 W nanofocus-Computertomografie

GE phoenix x-ray, 180 kV/15W high-power nanofocus-Röhre

Volldigitaler Detektor mit 5 Megapixeln,

Prüfkörperdimensionen max. ca. 150 × 120 × 120 mm (Höhe × Breite × Dicke); Beste Auflösung (abhängig von der Probengröße) ca. 500 nm in 3D; Bildverarbeitungssoftware für 3D-Darstellungen und quantitative Analysen (z. B. Partikelgrößenverteilungen)



6. 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)

7. 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
- Cp-Werte
- Vernetzungskinetik
- Kinetik des Treibprozesses
- Phasenumwandlungen

TGA-Geräte

TA-Instruments TGA 2950CE-Hi-Res, Probenmasse: max. 1 g, Temperaturbereich: 25 ... 1.000 °C, Heizrate: 0,1 ... 200 K/min, Auswertung: PC/Software
Netzsch TG 209 F1, Probenmenge: max. 2 g, Temperaturbereich: 20 ... 1.000 °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

8. Emissionsmessungen

VCI-Brandsimulationsapparatur

Analytik Jena GmbH, Temperaturbereich: bis 1,200 °C

Fogging-Apparatur

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

Prüfkammer zur Emissionsprüfung an Bauteilen

400 l Volumen, temperierbar von RT bis 110 °C, definierte Luftwechselzahl, Probenahme über Ad- und Absorption



9. 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; Temperaturauflösung (30 °C): < 0,1 (0,01 mA); Temperatur-Messbereich: -25 ... +1.200 °C; geometrische Auflösung mit Std.-Optik: 1,0 mrad; Bildfeld mit Std.-Optik: 14 \times 14°; Bildformat: 256 \times 256 Pixel; Digitalisierungstiefe: 16 Bit; Arbeitstemperatur: -15 ... 50 °C; Datenausgabe: PAL-FBAS, Y/C

Thermografisches Kompaktkamerasystem

Micro-Epsilon thermolMAGER TIM 640 Wärmebildkamera; Außenmaße (46 \times 56 \times 90 mm), 320 g; Messbereich: -20 °C-100 °C, 0 °C-250 °C, 150 °C-900 °C (umschaltbar)

Spektralbereich: 7,5-13 μm , Thermische Auflösung: 0,1°C, Emissionsgrad: 0,1 -1,0 einstellbar
Optische Auflösung: 640 \times 480 Pixel, Bildwiederholfrequenz: 32 Hz; Signalausgang: USB 2.0
Objektivbrennweite: f = 18,4mm/33°-Objektiv; f = 7,3 mm/90° \times 66°-Objektiv

10. Niedrigfeldkernresonanz Spektrometrie (NMR)

- Charakterisierung der Polymerkettendynamik
- T1 und T2 Relaxationszeitbestimmung
- Korrelation T2-Vernetzungsdichte
- Polymeralterung (auch in-situ möglich)

Gerät:

XLDS-15, IIC Innovative Imaging Corp. KG; 0,35 T = 15 MHz; RT bis 120 °C; Festkörper-NMR-Spektrometrie; statisch; T1 -Verwendung von APS; T2-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: Wasserumlauf temperierung für Kneterkammer und Klappsattel sowie Knetelemente; temperierbar bis 95 °C; Prozesssteuerung (CCS 2000 von CT-Datentechnik) nach Zeit, spezifischer Energie, Überrollungsmarken, Temperatur; Messwerterfassung und Darstellung in Tabellenform oder durch grafische Auswertetools

Gravimetrische Weichmacherdosierung: Einspritzdruck 30–40 bar, Vorwärmung max. 70 °C (Zeppelin Systems)

Innenmischer

Werner & Pfleiderer GK 1,5 E

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

Laborwalzwerk

Berstorff 250 * 500

Walzendurchmesser 250 mm, Walzenlänge 500 mm, Antrieb durch 2 Gleichstrommotoren; Chargengröße ca. 6 dm³, Drehzahl 1 ... 25 U/min; Öl-Umlauf temperierung, Ausschneidevorrichtung mit 10 Messern auf Messerbalken, Messung von Vor- und Rücklauf temperatur der Temperierkreisläufe, 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, Temperierung: bis 100 °C

Messkneteter

Polylab-System

Mischungsherstellung unter Messung von Temperatur und Drehmomenten. Programmierte Mischintervalle bzgl. Temperatur und Drehzahl. Kammern: 70 cm³ und 350 cm³.

Planetenmischer

LPV 1A40 Serie Nr. 420-16, Baujahr 2016 mit integrierter Vakuumvorrichtung

Mischwerkzeuge:

ineinandergreifende Satz Balkenrührer KES0.57 D90 HVT, Geschwindigkeit: 0 ... 620 U/min, Abstreifer vom Typ KES90 AB-Ha Quer V10 mit PT 100 und PTFE-Blatt, Geschwindigkeit: ca. 10 U/min, Edelstahlrührgefäß mit 600 mL Volumenkapazität, Maximal zulässige Temperatur im Doppelmantel: 150 °C, Maximal zulässiger Druck im Doppelmantel bei Vakuumbetrieb: 1.100 mbar absolut



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 Temperierkreisläufe für Speisewalze, Schnecke und 3 Zylinderzonen, Messung von Antriebsleistung, Drehzahl, Mischungstemperatur 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 Temperierkreisläufe für Schnecke und 2 Zylinderzonen, Messung von Antriebsleistung, Drehzahl sowie Massetemperatur 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 Enhex 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 Schneckenziehvorrichtung 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 cm³ Micro-compounder

Zweischneckenextruder mit corotierenden konischen Schnecken, Schneckenlänge 150 mm, Nennvolumen 12,5 cm³, 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, Einzugeswindigkeit 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 (Leihweise von LWB Steinl)

LWB Steinl VS EFE 3000/2000 P in Holmenbauweise mit EFE-System zur Heizzeitreduzierung Schließkraft 3000 kN; Spritzvolumen 2000 cm³; Spritzdruck (Spritzkolben) 2200 bar; Spritzdruck (E-Ausspritzkolben) 1800 bar; Schneckendurchmesser 40 mm

Kleinst-Labor-Spritzgießmaschine

DSM Explore 10 cm³ Injection moulding machine

Nennvolumen 10 cm³, 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/80. Beide 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 Walzenspaltverstellrichtung, 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 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. Oberflächenbehandlung

- Plasma-Behandlungsanlagen

Plasmatreat PFW20

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

Plasmatreat PFW10

Eine Plasmadüse, Plasmaaktivierung und Plasmapolymerisation bei Atmosphärendruck durch Zudosieren eines im Plasma polymerisierbaren Precursors, Behandlungsbreite 5 ... 220 mm, Verfahrensgeschwindigkeit 1 ... 60 m/min.

7. Elektrosponning

- Herstellung von nanoskaligen Fasern
- Vliesherstellung
- Herstellung von Fasern mit anisotroper Orientierung

Elektrosponninganlage der Firma Mecc, Typ: Nano-01 A

Hochspannungsquelle (0,5-30 kV), Spritzenpumpe für bis zu 3 Spritzen, bewegliche Spinddüsen für bis zu 3 Kanülen, Volumenstrom (0,1–99,9 cm³/h)

3 verschiedene Kollektoren:

Disk (Umfang: 600 mm; max. 3.000 rpm),

Trommel (Umfang: 600 mm; Breite 210 mm; max. 2500 rpm),

flache Edelstahlplatte (145 × 250 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

Zentriereinheit zur Härtemessung an Dichtringen

Zwick digitest; Härte Shore-A; Mikrohärtigkeit, Kugeldruckhärtigkeit

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 $-20 \dots +150 \text{ }^\circ\text{C}$, Berechnung der freien Oberflächenenergien von Festkörpern und der Ober- und Grenzflächenspannungen von Flüssigkeiten.

Tensiometer und dynamisches Kontaktwinkelmessgerät

Dataphysics DCAT11 mit Thermostatisierungseinrichtung. Temperaturbereich $-10 \dots +130 \text{ }^\circ\text{C}$, Messung von Kontaktwinkeln an Pulvern, Fasern, Faserbündeln und zylindrischen oder prismatischen Körpern.

Gasadsorption zur Füllstoffcharakterisierung

Gasadsorptionsanlage: BELSorp max.

Prinzip: volumetrische Gasadsorption

drei Meßports (zwei hochauflösend – gleichzeitige Messungen möglich)

Adsorption mit verschiedenen Gasen: Stickstoff, Ethan, Ethen, Propen, 1-Buten und iso-Buten

verschiedene Temperaturen: $-200 \text{ }^\circ\text{C}$ (fl. N_2) und $-60 \text{ }^\circ\text{C}$ bis $+20 \text{ }^\circ\text{C}$

erreichbarer Druckbereich: 10^{-2} – 10^5 Pa

Auswerteverfahren: BET-Oberfläche, Energieverteilung, Porositätsanalyse, ...

2. Dynamisch-Mechanische und Lebensdauer-Eigenschaften

- Dynamische Eigenschaften
- Ermüdungseigenschaften
- Hochfrequenzeigenschaften (Ultraschall)
- Dehnmodul, Schubmodul, Dämpfung
- Temperatur-, Frequenz- und Amplitudenabhängigkeit
- Kälteeigenschaften TR, TL
- Untersuchungen nach Normen und speziellen Kundenspezifikationen

Automatic Tear and Fatigue Analyzer

Elastomer-Prüfsystem zur Ermüdungsprüfung mit Risswachstumsverfolgung nach Tear Analyzer System Bayer/Coefeld, Risswachstumsbeständigkeit unter dynamischer Belastung, insbesondere praxisnahen Pulsen. Untersuchungen an Laborprüfkörpern unter Zug-, Druck- oder Scherbeanspruchung. Optische on-line-Erfassung und Quantifizierung der Rissfläche, Aufzeichnung der Energie. Ermittlung bruchmechanischer Kennwerte zur Vorhersage der Bauteillebensdauer (tearing energy). Elektrischer Direktantrieb 5 kN; Wegbereich bis $\pm 50 \text{ mm}$. Traverse für 5-fache Parallelprüfung; je Messplatz eigene Kraftmessdose bis $\pm 1 \text{ kN}$ und Kompensation der bleibenden Dehnung durch elektromotorische Nachspannung.

Temperierbare Prüfkammer, in Luft oder N_2

Tear Analyzer, dyn. Risswachstumsbeständigkeit

Tear Analyzer System Bayer/Coefeld, 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_2

Ultraschallspektrometer (Prototyp)

Messung der Ultraschalldämpfung und Ultraschallgeschwindigkeit (daraus: Modul und Verlustfaktor) im Transmissionsverfahren bei 0,5 ... 13 MHz und $-90 \dots +60 \text{ }^\circ\text{C}$

Mechanisch-dynamischer thermischer Analysator (DMTA)

Mettler-Toledo DMA 861, Untersuchung unter Scherbeanspruchung (double-shear-sandwich) bei $-150 \text{ }^\circ\text{C} \dots 500 \text{ }^\circ\text{C}$ und 0,001 ... 1000 Hz, ca. 0,01 ... 5 % Amplitude



GABO Qualimeter

Eplexor 500N/1500N statisch, Untersuchungen unter Scher-, Druck- und Zugbeanspruchung
-150 °C ... 500 °C; 0,01 ... 100 Hz
Statische und dynamische Dehnungssweeps; +/- 3 mm dyn.

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: 3×10^{-5} ... $2 \cdot 10^7$ Hz

Impedanzbereich: 10^{-2} ... 10^{14} Ω

Kapazitätsbereich: 10^{-15} ... 1 F

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

BDS 60

Frequenzband: 10^0 ... 3×10^9 Hz

Impedanzbereich: 10^{-1} ... 10^5 Ω

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

Quatro Cryosystem Temperiereinheit

Temperaturbereich: -160 ... +400 °C

Temperaturauflösung: 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

- Messung der Mooney-Viskosität von Kautschuken und Kautschukmischungen

Bei allen Messungen ist eine variable Messpunktfestlegung möglich.

Alpha Technologies MV 2000 E

Drehmoment-Rheometer

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

Polylab-System

Messextruder

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

Polylab-System

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 Analytator von Novocontrol $3 \cdot 10^{-5}$... 10 MHz

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

Hochdruckkapillarviskosimeter

- 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

Göttfert Rheograph 6000

Zwei Messmodi: konstante Schergeschwindigkeit, konstante Schubspannung; maximale Schubspannung 2×10^6 Pa, Schergeschwindigkeit 2×10^{-2} ... 2×10^6 s⁻¹,

Kapillardurchmesser 0,5 ... 4 mm, Kapillarlängen 5 ... 120 mm; Spezialkapillaren mit Druck- und Temperatursensoren auch als Schlitzkapillaren

Rosand RH 7-2

- Simultane Messung mit Lang- und Kurzkapillaren zur Korrektur des Einlaufdruckverlustes 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.



Ubbelohde-Viskosimeter

- 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 ... 5.000 mm²/s).
- Elektronische Datenaufnahme und Auswertung.

Visco System® AVS 370 (SCHOTT Instruments)

Schwingungsrheometer (Rubber Process Analyzer)

Alpha Technologies RPA 2000

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

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

Schwingungsrheometer (Rubber Process Analyzer)

TA Instruments RPA elite

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

Drehmomentbereich 0,0001 ... 25 Nm; Scheramplitudenbereich ±0,005 ... ±360°;

Belastungsbereich ±0,07 ... ±5000 %; Frequenzbereich 0,001...50 Hz; Temperaturbereich von Raumtemperatur bis 230 °C

Als Testmethoden können verwendet werden: Isothermes, lineares sowie schrittweises Vulkanisieren, Spannungs-Relaxation, Deformations-Sweep, Deformationsvorgabe, LAOS, Frequenz-Sweep mit Multi-Wave und benutzerdefinierten Schwingungsverläufen.

2. Vulkametrie

- Vernetzungskinetik
- Aktivierungsenergien
- Inkubationsverhalten
- Treibverhalten

Vulkameter

- Drehmoment- und Verlustwinkelmessung

Alpha Technologies MDR 2000 E

Spaltlos arbeitendes rotorloses Torsionsschubvulkameter, variable Messpunktfestlegung

Simulations-Software



1. FEM-Software

SIMULIA Abaqus 2017

Abaqus/CAE/Standard/Explicit

MSC.Marc 2017

Marc® Mentat® 2017.1.0.

COMSOL Multiphysics

COMSOL Multiphysics 5.3, Acoustics Module, Nonlinear Structural Materials Module, Structural Mechanics Module, CFD Module, Chemical Reaction Engineering Module, Heat Transfer Module

SIGMASOFT Virtual Molding

SIGMASOFT v5.2.1.0, SIGMA Basic Elastomer, SIGMA Stress, SIGMAlink, SIGMAstep Reader/Writer

2. Mathematical Computation

MATLAB R2017a

Curve Fitting Toolbox, Global Optimization Toolbox, Optimization Toolbox, Parallel Computing Toolbox

MAPLE 17

Computer Algebra System für Symbolische und Numerische Berechnungen

