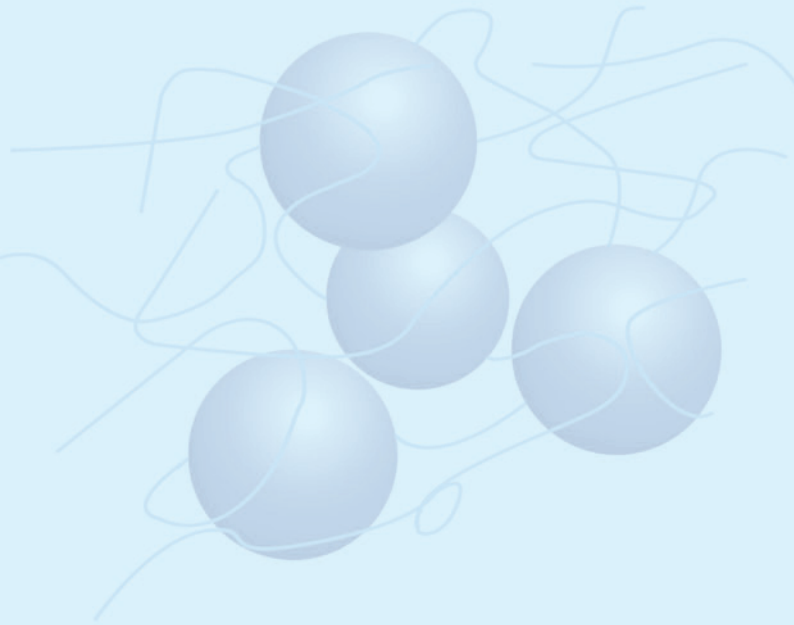


11
102
1004

Leibniz
Universität
Hannover

WEITERBILDUNGSSTUDIUM KAUTSCHUKTECHNOLOGIE



wdk

DKG

DIK

WEITERBILDUNGSSTUDIUM KAUSCHUKTECHNOLOGIE



an der Gottfried Wilhelm Leibniz
Universität Hannover (LUH)



in Kooperation mit:

- **Wirtschaftsverband der deutschen Kautschukindustrie e.V. (wdk)**
- **Deutsche Kautschuk-Gesellschaft e.V. (DKG)**
- **Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e.V. (DIK)**

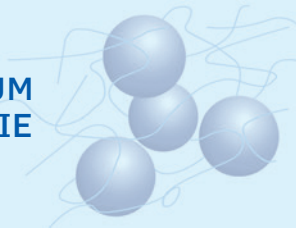
Das „Weiterbildungsstudium Kautschuktechnologie“ (WBS) ist ein Studienangebot für Teilnehmer mit berufspraktischen Erfahrungen aus den Industriezweigen, die Kautschuk und andere gummielastische Werkstoffe herstellen, verarbeiten und anwenden.

Das WBS ist im Zertifikatsprogramm der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover (LUH) berufsbegleitend angelegt und dient der berufsbezogenen Ergänzung und wissenschaftlichen Vertiefung von Fachkenntnissen und Erfahrungen durch praxis- und problembezogene Lehrangebote.

Es soll insbesondere die Teilnehmer mit den die Kautschuktechnologie beeinflussenden Fachwissenschaften vertraut machen. Dazu gehören Kenntnisse aus der makromolekularen Chemie und der Polymerphysik, der Verfahrenstechnik, der Technologie der Kautschukverarbeitung, Produktprüfung, Qualitätssicherung, Recycling und der Rheologie sowie der Konstruktionsgrundlagen von elastomeren Produkten und deren mechanischen Eigenschaften.

Ziel des Studienganges ist es, das bereits vorhandene Expertenwissen durch Kenntnisse in den jeweils anderen Fachbereichen zu ergänzen, Verständnis für Zusammenhänge in allen Bereichen der Kautschuktechnologie zu schaffen und so die fachübergreifende Zusammenarbeit zu optimieren.

Die Interdisziplinarität der für die Kautschuktechnologie entscheidenden Fachkenntnisse ist eine Besonderheit des Studiums. Der erfolgreiche Abschluss des WBS bildet eine ideale Grundlage für eine fachbezogene Karriere.



ZIEL DES STUDIUMS UND ZERTIFIKATSPRÜFUNG

Durch die Zertifikatsprüfung soll festgestellt werden, ob der Prüfling die Qualifikation zum erfolgreichen Absolventen des WBS erworben hat.

Nach bestandener Zertifikatsprüfung stellt die LUH ein Hochschulzertifikat aus.

Prüfungsleistungen sind insbesondere Klausuren, mündliche Prüfungen sowie Hausarbeiten.

Für Prüfungen in Zertifikatsprogrammen ist zugelassen, wer in das betreffende Zertifikatsprogramm an der LUH eingeschrieben ist.

ZULASSUNG ZUM STUDIUM

Zugelassen werden Bewerberinnen und Bewerber, die folgende Voraussetzungen erfüllen:

- eine ausreichende, mindestens zweijährige, Berufsausbildung in der Kautschuktechnologie bzw. in zugeordneten Industriezweigen
- ein abgeschlossenes Hochschulstudium in einem einschlägigen Studiengang
- eine im Beruf und mit dem erfolgreichen Abschluss der drei Aufbaukurse am Deutschen Institut für Kautschuktechnologie e. V. (DIK) erworbene vergleichbare Qualifikation in Bezug auf das WBS

Bewerberinnen und Bewerber, die diese Voraussetzungen nicht erfüllen, können als Gasthörer an der Veranstaltung teilnehmen.

Es ist notwendig, dass die Studierenden einen von der Universität anerkannten Praktikumsplatz nachweisen, in der Regel ist dies der eigene Arbeitsplatz.

DURCHFÜHRUNG DES STUDIUMS

Das Studium umfasst ca. 300 Unterrichtsstunden und besteht aus Vorlesungen, Demonstrationen/Praktika und Exkursionen zu namhaften Geräte- und Maschinenherstellern, Kautschukverarbeitern und Rohstoffherstellern.

Die Lehrveranstaltungen werden innerhalb jeweils viertägiger Präsenzphasen angeboten. Davon finden sechs im Winter- und fünf im Sommersemester statt. Auf diese Weise wechseln sich viertägige Phasen intensiver Lehre mit drei- bis vierwöchigen Arbeitsphasen ab, während derer sich die Teilnehmer am Arbeitsplatz befinden.

Diese studienbegleitende Tätigkeit der Teilnehmer in der Kautschukverarbeitung und zugeordneten Industriezweigen wird von der LUH als Praktikantenplatz anerkannt und ergänzt das WBS um den notwendigen praxisnahen Teil der Ausbildung.

Das gesamte Unterrichtsprogramm wird im Zeitraum zwischen dem Beginn des Wintersemesters (Anfang Oktober) und dem Ende des folgenden Sommersemesters (Ende Juli/Anfang August) angeboten. Die Zeit zwischen den Semestern wird für Exkursionen zu ausgewählten Unternehmen der Branche genutzt.

ANMELDESCHLUSS: 15. September

Verspätete Anmeldungen können nur in Ausnahmefällen berücksichtigt werden.



ANMELDUNG ZUM STUDIUM

Das Anmeldeformular des Wirtschaftsverbandes der Kautschukindustrie (wdk) für die LUH, Naturwissenschaftliche Fakultät, kann beim wdk angefordert oder von der Homepage heruntergeladen werden:

www.wbs-kautschuk.de/de/Anmeldeformular.html

Die Bewerber senden die ausgefüllten Anmeldeunterlagen mit den einzureichenden Anlagen/Belegen an den wdk zurück.

Die Anmeldungen werden vom wdk an das DIK weitergeleitet. Die Naturwissenschaftliche Fakultät der LUH (Prof. Dr. Ulrich Giese) entscheidet über die Zulassung zum WBS.

Studienbeginn ist jeweils zum Wintersemester eines jeden Jahres, in der Regel im Oktober.

EINZUREICHENDE UNTERLAGEN

1. Tabellarische Aufstellung des Lebenslaufes, des beruflichen Werdegangs und Beschreibung der derzeit ausgeübten Tätigkeit
2. Nachweis einer zweijährigen beruflichen Tätigkeit in der Kautschukverarbeitung oder zugeordneten Industriezweigen
- 3.a) Von Bewerbern mit abgeschlossener Hochschulausbildung:
 - Nachweis eines abgeschlossenen Studiums als Diplomingenieur der Fachrichtung Maschinenbau oder verwandter Fachrichtungen
 - Nachweis eines abgeschlossenen Studiums der Physik oder Chemie
- 3.b) Von Bewerbern ohne abgeschlossene Hochschulausbildung:
 - Nachweis einer dem abgeschlossenen Hochschulstudium vergleichbaren Qualifikation. Dieser erfolgt durch die Beschreibung des derzeitigen Tätigkeitsbereiches und der dafür im Beruf erworbenen Kenntnisse

Die Anmeldeunterlagen senden Sie bitte an:

Wirtschaftsverband der deutschen
Kautschukindustrie e. V. (wdk)

Zeppelinallee 69

60487 Frankfurt am Main

E-Mail: info@wdk.de

Telefon: 069 7936-116

Telefax: 069 7936-140

STUDIENANGEBOTE UND PRÜFUNGSINHALTE

Die Studieninhalte sind in vier Gebiete gegliedert:

- A Grundlagen der Chemie und Technologie
kautschukartiger Werkstoffe**
- B Chemie und Technologie des Kautschuks**
- C Verfahren und Produktionstechnik der
Kautschukverarbeitung**
- D Konstruktionsgrundlagen und Eigenschaften von
Elastomerprodukten**

Für die Lehrveranstaltungen haben die beteiligten Fakultäten der LUH neben eigenen Professoren namhafte Fachleute aus einschlägigen Firmen der kautschukverarbeitenden und der chemischen Industrie als Lehrbeauftragte gewonnen. Als Honorarprofessoren lehren sie teilweise schon über 10 Jahre an der Universität. Sie stellen das für das WBS notwendige Bindeglied zwischen dem Vermitteln wissenschaftlicher Grundlagen aus Polymerchemie und Polymerphysik, aus Verfahrenstechnik und Produktgestaltung mit den in der betrieblichen Praxis gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnissen dar.

Die im Rahmen des Prüfungsplanes angebotenen Lehrveranstaltungen sind auf den folgenden Seiten zusammengefasst.

A GRUNDLAGEN DER CHEMIE UND TECHNOLOGIE KAUTSCHUK-ARTIGER WERKSTOFFE

A.1 Synthese und Strukturen von Polymeren (1 SWS*)

- Chemische Bindung (Konstitution, Konfiguration, Konformation, Taktizität)
- Grundzüge der chemischen Synthese von Polymeren und der Kinetik von Polymerisationsreaktionen (Stufenwachstumsreaktionen und Kettenwachstumsreaktionen, Überträger, lebende Polymerisation)
- Copolymere (statistisch, Pfropf- und Blockcopolymere)
- Polymerisationstechniken (u. a. Emulsionspolymerisation, Lebend anionische Polymerisation)
- Vernetzte Polymere (chemische und physikalische Vernetzung, Entropieelastizität)
- Einführung in die Thermodynamik von Polymerlösungen, Polymerschmelzen und Polymermischungen
- Zusammenhänge zwischen chemischer Konstitution und physikalischen Eigenschaften von Polymeren

A.2 Elastomerprodukte mit und ohne Zuschlagstoffe (1 SWS*)

- Grundlagen der Verträglichkeit von Polymeren
- Methoden zur Beurteilung der Verträglichkeit und Phasenmorphologie
- Thermodynamische und rheologische Einflüsse auf die Phasenmorphologie
- Grenzflächen
- Polymer-Füllstoff-Wechselwirkung
- Auswirkungen der Dispersion und Verteilung von nanoskaligen Füllstoffen auf Vulkanisateigenschaften



A.3 Analyse von Polymeren und Elastomeren (1,5 SWS*)

- Strategie und Methoden zur Elastomeranalyse und zur Rohstoffcharakterisierung
- Grundlagen von Analysenmethoden
- Bestimmung von Polymeren, Füllstoffen und niedermolekularen Elastomerinhaltsstoffen (z. B. Beschleuniger, Alterungsschutzmittel, Weichmacher, Verarbeitungshilfsmittel)
- Charakterisierung der Mikrostruktur und Molmasse von Polymeren
- Chemische Charakterisierung von Netzwerken
- Umwelt-/Gefahrstoffanalytik im Bereich Elastomere
- Schadensanalyse
- Grundlagen zur Qualitätssicherung in der Analytik
- Praktische Übungen/Demonstrationen

A.4 Physikalische Eigenschaften von Polymeren (1 SWS*)

- Lineares viskoelastisches Verhalten
- Empirische und molekulare Beschreibung mechanischer Relaxationsvorgänge
- Der Glasprozess
- Äquivalenz von Frequenz und Temperatur
- Einfluss molekularer Größen wie Molekulargewicht, Netzstellenstrukturdichte, Wechselwirkung mit Füllstoffen auf makroskopische Eigenschaften
- Deformationsverhalten im nichtlinearen Deformationsbereich
- Theorien zur Elastomerelastizität, Weiterreißverhalten von Netzwerken auf Basis des Griffithschen Energiekriteriums

B CHEMIE UND TECHNOLOGIE DES KAUSCHUKS

B.1 Herstellung und Eigenschaften natürlicher und synthetischer Kautschuke (1,5 SWS*)

- Reifenkautschuke (NR, IR, E-SBR, SSBR)
- Spezialkautschuke (CR, NBR, EPDM, (X)IIR)
- Spezialitäten (HNBR, FKM, EVM, Q)
- TPEs
- Nomenklatur
- Kautschukmarkt
- Chemische und technische Aspekte großtechnischer Produktionsverfahren sowie einzelner Verfahrensschritte, wie Emulsionspolymerisation, Lösungspolymerisation, Dispersions-/Slurypolymerisation
- Polymermodifikation
- Radikalische, anionische, kationische und Ziegler/Natta-Polymerisation
- Homo-, statistische Copolymere, Blockcopolymere
- Chemische Einheitlichkeit
- Möglichkeiten zur Beeinflussung der molekularen Struktur von Polymeren und Konsequenzen für die Rohkautschuk und Vulkanisateigenschaften

B.2 Technologie der Elastomerverarbeitung - Compounding, Füllstoffe, Chemikalien

B.2.1 Vulkanisation (1 SWS*)

- Vulkanisation mit Schwefel, Thiazole und Sulfenamide
- Beschleuniger für die Vulkanisation
- Vulkanisationsharze
- Halogene als Vulkanisationsbindung
- Vernetzung mit Peroxiden



B.2.2 Anwendungsbezogene Rezepturgestaltung und Compounding zur Elastomerherstellung (2 SWS*)

- Werkstoffentwicklung bzw. Compounding als Spezifikum der Kautschukindustrie (Rezeptentwicklung, Rohstoffauswahl)
- Vernetzung von Kautschuken zu Elastomeren
- Abhängigkeit der Werkstoffeigenschaften von Vernetzungsgrad/-art und von Rezepturbestandteilen
- Bindung von Elastomerwerkstoffen an Festigkeitsträgern
- Herstellung von Gummi-Metall-Formteilen
- Herstellen von Kunststoff-Elastomer-Verbundsystemen
- Compounding-Übungen

B.2.3 Füllstoffe in der Elastomertechnologie (1 SWS*)

- Grundzüge der Vulkanisation
- Vernetzungsdichte und Rheometrie
- Nomenklatur von Füllstoffen
- Märkte
- Herstellung von Industrierußen, Silica und Silanen
- Morphologische und chemische Charakterisierung von Industrierußen und Silica
- Verstärkungsmechanismus von Füllstoffsystemen
- Funktionsmechanismus und Einsatzmöglichkeiten von Silanen

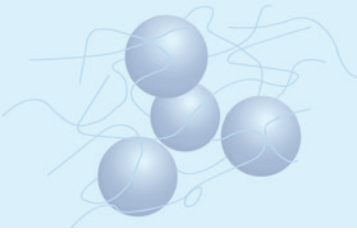
B CHEMIE UND TECHNOLOGIE DES KAUTSCHUKS

B.2.4 Chemische Reaktionen in der Elastomerverarbeitung (1 SWS*)

- Thermooxidative Alterung (Reaktionsmechanismen, Antioxidantien, Metalldeaktivatoren)
- Photooxidative Alterung (Reaktionsmechanismen, UV-Absorber, Quencher)
- Ozonolyse (Reaktionsmechanismus, Ozonschutz)
- Verbrennungsprozesse (Modelle, Reaktionen, Flammschutz)
- Verarbeitungshilfsmittel (Gleitmittel, Weichmacher, Verträglichmacher)
- Coagenzien

B.2.5 Umweltrelevante Aspekte bei Compounding und Entsorgung (1 SWS*)

- Allgemeine Übersicht
- Umwelt als Aspekt der Unternehmensführung
- Gesetzliche Regelungen
- Gefahrstoffe in der Kautschukindustrie
- Vermeidung von Belastungen
- Verwertungsmethoden und Recycling-Verfahren
- Umweltnormen und Öko-Audits



B.3 Festigkeitsträger für Elastomerprodukte (1 SWS*)

- Faserpolymere (Textil) und Stahl als Basis für Festigkeitsträger in der Elastomermatrix
- Chemische Zusammensetzung, Herstellung und Vergleich der Eigenschaften
- Spinnverfahren, Ziehprozesse sowie Kordieren
- Weben und Oberflächenaktivierung
- Haftsysteeme und Testmethoden
- Produktadaptierte Konstruktionen und wesentliche Anwendungsgebiete

B.4 Verfahren zum Prüfen von Kautschuk und Elastomeren (1 SWS*)

- Interpretieren von Prüfergebnissen im Hinblick auf die Aussagefähigkeit über das Verhalten von Gummi-elastischen Werkstoffen unter Einsatzbedingungen
- Physikalische Grundbegriffe (z. B. Glasumwandlung, Nebenrelaxation)
- Prüfung rheologischer, viskoelastischer und mechanisch-technologischer Eigenschaften von Kautschuk, unvulkanisierten Mischungen und Elastomeren, vornehmlich nach ISO-Methoden
- Dynamische Prüfungen, Elastizitäts- und Schubmodulmessungen, Dynamisches Risswachstum
- Physikalische Grundlagen

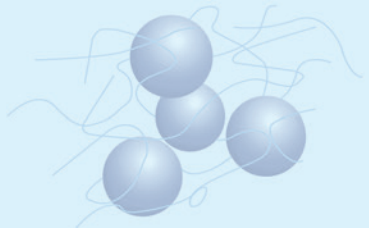
C VERFAHREN UND PRODUKTIONSTECHNIK DER KAUSCHUKVERARBEITUNG

C.1 Verfahrenstechnische Grundlagen der Kautschukverarbeitung (1 SWS*)

- Verfahrenstechnische Grundlagen des Fließens viskoser und viskoelastischer Fluide
- Dissipation, Energietransport und Wärmeübergang
- Rheologie und Rheometrie
- Scherviskosität, Viskoelastizität, Wandgleiten
- Fließen durch Rohre, Kanäle, Düsen, Kalanderspalte, Ringspalte, Schneckenkanäle
- Auslegung von Werkzeugen und Verteilergeometrien
- Numerische Berechnung von Strömungsfeldern (CFD), Grundlagen, Randbedingungen und Beispiele

C.2 Verfahrens- und Produktionstechnik der Kautschukverarbeitung: Halbzeugherstellung (1 SWS*)

- Herstellung von Kautschukmischungen und deren Weiterverarbeitung zu Halbzeugen, insbesondere durch Kalandrieren und Extrudieren
- Verformungs- und Fließverhalten unvulkanisierter Kautschukmischungen
- Zusammenhänge zwischen den werkstoff-, maschinen- und verfahrensspezifischen Parametern und den angestrebten Produkteigenschaften auf der Grundlage physikalischer Gesetzmäßigkeiten und praktischer Erfahrung
- Verfahrenstechnik zur Herstellung von Kautschukmischungen



C.3 Konstruktion und Herstellung technischer Elastomerprodukte (1 sws*)

- Die Prozesskette in der Elastomerverarbeitung
- Grundlagen Vulkanisation im Werkzeug
- Compression Moulding-Verfahren
- Transfer Moulding-Verfahren
- Vergleich/Bewertung der Verfahren
- Sonderverfahren/TPE-Verarbeitung
- Gummi-Metall-Verbunde
- Rohlingsvorbereitung
- Fehleranalyse
- Prozessdatenerfassung, Prozessanalyse
- Heizzeitrechnung
- Werkzeugtechnik
- Folgeprozesse/Endbearbeitung

C.4 Möglichkeiten der numerischen Simulation zur Absicherung der Funktion von Elastomerprodukten (1 sws*)

- Analytische vs. numerische Auslegung
- Grundlagen der Mechanik
- Diskretisierungsverfahren
- Finite Elemente Methode
- Probleme und Lösungsmöglichkeiten bei der numerischen Beschreibung von elastomeren Materialgesetzen
- Bestimmung von Materialparametern
- Funktionsuntersuchung von statischen Dichtungen
- Dynamisches Verhalten von Elastomerbauteilen
- Einbauraumuntersuchungen
- Automatische Formoptimierung eines Aggregatelagers
- Fertigungssimulation für Elastomerbauteile
- Mehrkörperdynamik: Auslegung eines Motorlagerungssystems und eines Riementriebes

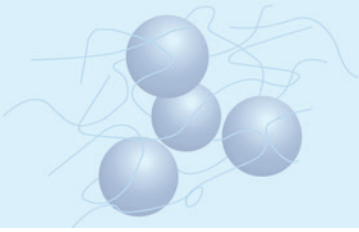
D KONSTRUKTIONSGRUNDLAGEN UND EIGENSCHAFTEN VON ELASTOMERPRODUKTEN

D.1 Federelemente - Schwingungs- und Lagerungstechnik (1 SWS*)

- Konstruktion von Metallgummikomponenten zur Schwingungs- und Geräuschisolation
- Gestaltung funktionsgerechter Produkte
- Einfluss der Konstruktion auf Funktion und Haltbarkeit
- Systemauslegung für Motorlagerung und Radaufhängung
- Rechnerische Möglichkeiten zur Lebensdauervorhersage
- Erläuterung des physikalischen Prinzips der Schwingungsisolation
- Einführung in die Fahrzeugakustik
- Luftfedern für den Fahrzeugbau
- Einführung in die Herstellung von Antriebsriemen
- Federelemente – Grundlagen und Lebensdauer
- Schwingungsisolation und Akustik

D.2 Konstruktionsgrundlagen, Eigenschaften und Herstellverfahren für Reifen (1 SWS*)

- Geschichtlicher Rückblick mit Einführung in die Funktion des Reifens
- Reifenaufbau und Materialien
- Kräfte im Reifen
- Entwicklung und Prüfung
- Runderneuerung, Marktentwicklung
- Normen und Vorschriften
- Reifentypen
- Reifenkonstruktion und -aufbau samt Funktion der einzelnen Bauteile
- Aufstandsfläche und Straßenkontakt
- Reifenherstellung
- Labor- und Straßenprüfungen/Reifengeräusche
- Fahrdynamik
- Reifenprobleme
- Notlaufkonzepte
- Wiederverwertung



D.3 Dichtungen aus Elastomeren - Grundlagen und Anwendungen (1 SWS*)

- Vulkanisation und kontinuierliche Herstellverfahren
- Chemie und Verfahren der Vulkanisation
- Vernetzung bei Umgebungsdruck und niedrigem Druck
- Gummiwerkstoffverbunde (Allgemeines, Karosserie-dichtungen, Technische Schläuche)
- Dichtsysteme und deren Einteilung
- Allgemeine Grundlagen der Dichtungstechnik
- Dynamische Dichtsysteme (Radialwellendichtring, Gleitringdichtung, Stangen- und Kolbendichtung, Ventilschaftdichtung)
- Statische Dichtsysteme (Grundlagen, O-Ring, Zylinderkopfdichtungen)

D.4 Qualitätsmanagement in der Kautschukindustrie (1 SWS*)

- Qualitätssicherung in der kautschukverarbeitenden Industrie
- Qualitätssicherungssysteme
- Elemente der Qualitätssicherung
- Prozessregelung, Total Quality Management, statistische Verfahren
- Qualitätsförderung
- Selbstprüfung
- Qualität und Recht, Qualität und Umwelt, Umweltmanagement

*1 SWS = 1 Semesterwochenstunde entspricht
12 Vorlesungen à 45 Minuten

ÜBUNGEN UND DEMONSTRATIONEN AN KAUSCHUKVERARBEITUNGSANLAGEN UND MESSGERÄTEN

Die Übungen und Demonstrationen werden am Deutschen Institut für Kautschuktechnologie e.V. (DIK), Hannover durchgeführt.

Mikroskopie

Vorstellung der Funktionsweise unterschiedlicher mikroskopischer Methoden (z. B. Lichtmikroskopie, TEM, AFM, REM, EDX): Erläuterung der Probenpräparation sowie deren Auswertung mit Hilfe einer Bildverarbeitung.

Verarbeitung

Spritzgießen, Innenmischer, Walze, Extrusion, 2K-Spritzguß, Extruder-Zahnradpumpenkombinationen.

Dynamisch-mechanische Untersuchungen an Elastomeren

Messung des dynamischen Schubmoduls und des Verlustfaktors in Abhängigkeit von der Temperatur und der Frequenz, Untersuchung der Hysterese.

Emulsionspolymerisation

Polymerisation von Styrol sowie die Messung der resultierenden Partikelgrößenverteilung an zwei verschiedenen Polystyrol-emulsionen.



Physikalische Prüfungen

Messung der Härte, Zugfestigkeit, Alterungsbeständigkeit, Elastizität, Lichtechtheit und Ozonbeständigkeit mit den aus der Vorlesung bekannten Messtechniken.

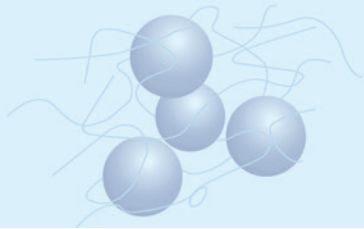
Elastomeranalytik

Analyse extrahierbarer Mischungsbestandteile, Polymer- und Elastomercharakterisierung.

Compounding

Entwicklung eines Radialwellendichtring-Materials aus NBR.

ADRESSEN



Naturwissenschaftliche Fakultät
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover (LUH)
Apfelstraße 11 A
30167 Hannover
www.naturwissenschaften.uni-hannover.de
E-Mail: Studiendekanat@nat.uni-hannover.de



Zeppelinallee 69
60487 Frankfurt am Main
Tel.: 069 7936 - 116
www.wbs-kautschuk.de
E-Mail: info@wdk.de



Zeppelinallee 69
60487 Frankfurt am Main
Tel.: 069 7936 - 154
www.dkg-rubber.de
E-Mail: info@dkg-rubber.de



Eupener Straße 33
30519 Hannover
Tel.: 0511 84201 - 16
Internet: www.dikautschuk.de
E-Mail: info@dikautschuk.de