



2024

Geschäftsbericht

Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e. V.
Hannover

DIK Prüfgesellschaft mbH
Hannover

Geschäftsbericht **2024**

**Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e. V.
DIK Prüfgesellschaft mbH**

Eupener Straße 33
30519 Hannover

Redaktion: T. Rodriguez

Inhalt

Vorwort	3
Organisation des DIK e. V.	4
Organe des DIK e. V.	4
Mitglieder	5
Kuratorium	5
Vorstand.....	6
Wissenschaftlicher Beirat	6
Personalstand und Organigramm.....	6
Organigramm DIK e. V.	7
Abteilungsleiter.....	7
Organe der DIK Prüfgesellschaft mbH.....	8
Gesellschafterversammlung	8
Aufsichtsrat	8
Akkreditierung.....	8
Öffentlichkeitsarbeit	8
Kooperationspartner	9
Organisation der DIK Prüfgesellschaft mbH	9
Organigramm der DIK Prüfgesellschaft mbH.....	9
Ausgewählte Projekte – Übersicht 2024	10
Aus- und Weiterbildung	18
Weiterbildungsstudium Kautschuktechnologie (Zertifikatsstudiengang).....	18
Personalien im WBS.....	18
DIK-Fortbildungskurse.....	19
Ausgewählte Publikationen und Vorträge 2024	20
Auszug aus der Publikationsliste	20
Vorträge 2024	21
Poster	23
Zahlen und Fakten des DIK e. V.	24
Ertragslage.....	24
Gewinn- und Verlustrechnung 2020–2024	25

Vorwort

Sehr geehrte Mitglieder,
Sehr geehrte Geschäftspartner und Förderer des Instituts,

die durch die allgemeine politische Situation bedingten Unsicherheiten in Wirtschaft und Industrie haben im Geschäftsjahr 2024 auch den DIK e. V. und die DIK Prüfgesellschaft mbH spürbar getroffen. Insbesondere in der Prüfgesellschaft ist ein deutlicher Auftragsrückgang zu verzeichnen. Hintergrund sind hier vor Allem die wirtschaftliche Situation der Automobilzulieferer und die Zurückhaltung der Medizingeräteindustrie im Bereich der Spurenanalyse. Entsprechend wird die Prüfgesellschaft mit zusätzlicher Projektakquise und Werbung um neue Kunden aktiv sein. Aus Sicht des DIK e. V. wurde ein zufriedenstellendes Geschäftsergebnis erzielt, obwohl wie in den Vorjahren der zu beobachtende Trend eines Rückgangs an Forschungsprojekten aus der Industrie und der öffentlichen Förderung sich leider fortgesetzt hat. Insbesondere die teilweise extrem langen Bearbeitungszeiten bei öffentlichen Förderstellen und die terminliche Unsicherheit von Zuwendungsbescheiden bei genehmigten Projekten bereiten zunehmend finanzielle und personelle Planungsschwierigkeiten. Erfreulich ist aber die im Rahmen der Forschungsstrategie des DIK erfolgreiche Bearbeitung und Start von Forschungsprojekten im Bereich der Prozessdigitalisierung, dem 3 D-Druck von Elastomeren, Nanokomposite bzw. Verstärkung, Methodenentwicklung, Alterung, reversible Vernetzung, Wasserstofftechnologie und dynamische Eigenschaften, hier speziell „Schwingungs- und Akustikdämpfung“. Die in Verbindung mit den Forschungsprojekten entstandenen Doktor- und Masterarbeiten sowie eine insgesamt gute Präsenz des DIK auf Konferenzen, Messen und Gremien haben auch in 2024 zu einer guten nationalen und internationalen Reputation geführt.

Bezüglich notwendiger Investitionen in Maschinen/Geräte und Infrastruktur des DIK konnten in Absprache mit dem ADK und dem Wirtschaftsministerium auch in Verbindung mit einer Evaluierung des DIK zum Jahreswechsel 2024/25 durch die Wissenschaftskommission Niedersachsen hier wichtige Weichen für 2025 gestellt werden. Da insbesondere im Bereich der Verarbeitungstechnik viele Großgeräte wie Kneten und Walzen mit teilweise mehr als 30 Jahren Laufzeit an ihre Grenzen stoßen, besteht hier ein erheblicher Ersatzbedarf. Gleiches gilt für die digitale Infrastruktur des DIK und für die analytische und messtechnische Ausrüstung in der Chemie und Physik.

Für die fortwährende und gute Unterstützung gilt besonderer Dank dem ADK und dem Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr, Bauen und Digitalisierung sowie dem WDK. Auch bei einer global anhaltenden politisch und wirtschaftlich zunehmenden Verunsicherung blicken wir optimistisch nach vorne und freuen uns auf neue Herausforderungen aus der Kautschukbranche mit den neuen zum Teil bereits begonnenen Themen. Speziell für die Projektakquise gilt besonderer Dank der DKG und dem WDK.

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr. Ulrich Giese



Organisation des DIK

Am 14.12.1981 konstituierte sich das Deutsche Institut für Kautschuktechnologie unter der Schirmherrschaft des damaligen Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr des Landes Niedersachsen sowie des Wirtschaftsverbandes der deutschen Kautschukindustrie in der Rechtsform eines eingetragenen Vereins. 2017 wurde die Ausgliederung wirtschaftlicher Geschäftsbereiche mit der Neugründung der DIK Prüfgesellschaft vorgenommen. Hauptgesellschafter ist der DIK e.V., eine Minderheitsbeteiligung wird von der Norddeutschen Wirtschaftsholding GmbH gehalten.

Zweck und Gemeinnützigkeit DIK e.V.

Der DIK e.V. verfolgt den Zweck, angewandte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Kautschuktechnologie sowie Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern aus der kautschukverarbeitenden Industrie und Zulieferer zu betreiben.

Hierzu gehört insbesondere die Durchführung von interdisziplinär orientierten Forschungsarbeiten über das chemische, physikalische und technologische Verhalten von Kautschuken und Elastomeren sowie deren Umsetzung in die betriebliche Praxis. In Zusammenarbeit mit Universitäten, Hochschulen und insbesondere der Leibniz Universität Hannover wird die Ausbildung von wissenschaftlichem Nachwuchs durch Eröffnung von Forschungsmöglichkeiten für die Anfertigung von Bachelor- und Masterarbeiten sowie von Doktorarbeiten wahrgenommen.

Das DIK verfolgt gemeinnützige Zwecke im Sinne des Abschnitts „Steuerbegünstigte Zwecke“ der Abgabenordnung 1977; es ist selbstlos tätig und verfolgt keine eigenwirtschaftlichen Zwecke.

Zweck DIK Prüfgesellschaft mbH

Gegenstand der DIK Prüfgesellschaft mbH ist laut Gesellschaftsvertrag die Durchführung von Prüfungen und industrieller Auftragsforschung auf den Gebieten polymerer Materialien, Verbundmaterialien sowie der Kunststoff- und Kautschuktechnologie.

Zur Unterstützung der gemeinnützigen Tätigkeiten des DIK e.V., die sich auf Grundlagenforschung sowie Aus- und Weiterbildung konzentrieren, werden in der ausgegliederten DIK Prüfgesellschaft mbH industriennahe, angewandte Forschungsprojekte durchgeführt und ein breites Spektrum an Dienstleistungen, Problemlösungen sowie technische Beratungen angeboten. Zur Zielgruppe dieses Technologietransfers gehören vor allem mittelständische Betriebe, die mit hohem Vertrauen das Leistungsangebot der GmbH nutzen.

Organisation des DIK e.V.

Organe des DIK e.V.

Die Organe des Vereins sind:

1. die Mitgliederversammlung
2. das Kuratorium
3. der Vorstand
4. der Wissenschaftliche Beirat

Mitglieder

Für das DIK ist die langfristige und nachhaltige Förderung durch seine Mitglieder von besonderer Bedeutung. Durch ihre Mitgliedschaft unterstützen die Firmen die Aufrechterhaltung und Weiterentwicklung der kautschuktechnologischen Kompetenz, die zur Durchführung von Forschung, Auftragsarbeiten mit Forschungscharakter und Fortbildungsmaßnahmen erforderlich ist.

Das DIK ist bemüht, dem Engagement der Mitglieder durch besondere Leistungen auf möglichst hohem und praxisgerechtem Niveau zu entsprechen.

Dem DIK können ordentliche Mitglieder und Ehrenmitglieder angehören. Ordentliche Mitglieder können juristische Personen sowie sonstige Personenvereinigungen sein. Zu Ehrenmitgliedern können Persönlichkeiten ernannt werden, die die Ziele des DIK in besonderem Maße und nachhaltig gefördert haben.

Die Mitglieder des DIK setzten sich am 31. Dezember 2024 aus 89 ordentlichen Mitgliedschaften und einer Ehrenmitgliedschaft zusammen.

Kuratorium

Gemäß der gültigen Satzung besteht das Kuratorium aus höchstens 14 Mitgliedern. Je ein Mitglied können benennen: der/die Niedersächsische Minister:in für Wirtschaft, Verkehr, Bauen und Digitalisierung, der Wirtschaftsverband der Deutschen Kautschukindustrie wdk e.V., der Arbeitgeberverband der Kautschukindustrie e.V., die Deutsche Kautschuk-Gesellschaft DKG e.V. und die Leibniz Universität Hannover. Weitere 4 Mitglieder werden von der Mitgliederversammlung aus dem Kreis führender Persönlichkeiten der Kautschukwirtschaft gewählt. Im Jahr 2024 gehörten dem Kuratorium folgende Personen an:

Dr. Volker Schmidt
(Kuratoriumsvorsitzender)
Arbeitgeberverband der deutschen
Kautschukindustrie,
Hannover

Claudia Niemann
Wirtschaftsverband der
Deutschen Kautschukindustrie (wdk)

Dr. Jens Högermeier
ContiTech AG,
Hannover

Petra Schulz
(Stellv. Kuratoriumsvorsitzende)
Niedersächsisches Ministerium für
Wirtschaft, Verkehr, Bauen
und Digitalisierung

Prof. Dr. Volker Epping
Leibniz Universität Hannover

Dr. Andreas Jäger
Jäger Gummi und Kunststoff GmbH,
Hannover

Dr. Peter Schmidt
Troester GmbH & Co. KG,
Hannover

Michael Wendt
Pirelli Deutschland GmbH,
Breuberg

Prof. Dr. Herbert Baaser
Deutsche Kautschuk-Gesellschaft e.V.
Frankfurt

Prof. Dr. Elmar Moritzer
(beratend als Sprecher des wissenschaftlichen Beirats)
Universität Paderborn
Fakultät für Maschinenbau, KTP



Vorstand

Der Vorstand besteht aus bis zu 4 Mitgliedern. Dem Vorstand des Vereins gehören der hauptamtliche Geschäftsführer als Vorsitzender, ein Vertreter der Deutschen Kautschuk-Gesellschaft e.V., ein Vertreter der Wirtschaft (Kautschuk, Gummi, Metall, Verarbeitung) und ein auf dem Gebiet der Kautschuktechnologie international ausgewiesener Wissenschaftler mit beratender Funktion an. Letzterer hat kein Stimmrecht; eine Vertretungsfunktion steht ihm nur zu, sofern ihm diese vom Kuratorium als Bestellungsorgan ausdrücklich erteilt wird.

Prof. Dr. Ulrich Giese
Hauptamtlicher Geschäftsführer
Deutsches Institut für
Kautschuktechnologie e.V.,
Hannover

Dr. Manfred Grothe
Vertreter der Deutschen
Kautschuk-Gesellschaft e.V.,
Frankfurt

Jörg Lautenbach
Arbeitgeberverband der deutschen
Kautschukindustrie,
Hannover

Wissenschaftlicher Beirat

Der Wissenschaftliche Beirat hat die Aufgabe, den Vorstand des DIK und das Kuratorium in allen wissenschaftlichen und sonstigen – die fachliche Arbeit betreffende Fragen – zu beraten. Der Wissenschaftliche Beirat setzt sich gemäß der seit 2010 gültigen Satzung aus bis zu 7 Mitgliedern aus Forschung und Lehre zusammen. Aktuell besteht der Beirat aus folgenden Mitgliedern:

Prof. Dr.-Ing. Andreas Limper
Deutsche Kautschuk-Gesellschaft e.V.

Dr. Herman Dikland
Arlanxeo Netherlands B.V.

Dr. Gerard Nijman
KraussMaffei Extrusion GmbH

Dr. Fabio Bacchelli
Versalis SpA

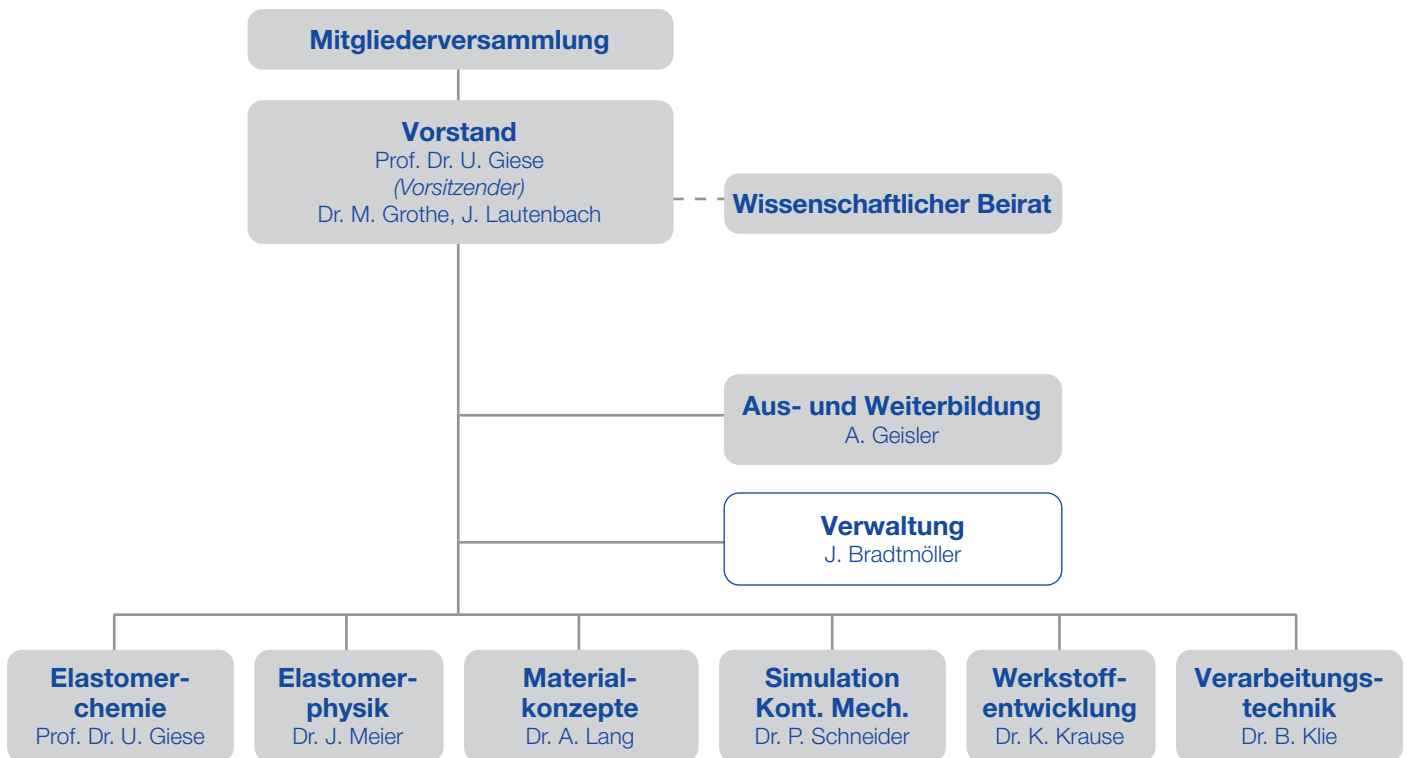
Frau Dr. Bieringer
Freudenberg Sealing Technologies (FST)

Prof. Dr. Elmar Moritzer (Sprecher)
Universität Paderborn/KTP

Personalstand und Organigramm

Insgesamt verzeichnete das DIK e.V. am 31.12.2024 einen Personalbestand von 59 Mitarbeitenden, davon 30 Festangestellte im technischen Bereich, Verwaltung, Zentrale Dienste sowie 29 wissenschaftliche Mitarbeitende. Die Zahl der Mitarbeitenden der Prüfgesellschaft mbH lag zum selben Zeitpunkt bei 24.

Organigramm DIK e.V.



Abteilungsleiter

Dr. Jens Meier
Abteilung Elastomerphysik (EP)

Jan Bradtmöller
Verwaltung (VW)

Dr. Kevin Krause
Abteilung Werkstoffentwicklung
und Prüfung (WE)

Prof. Dr. Ulrich Giese
Abteilung Elastomerchemie (EC)

Dr. Benjamin Klie
Abteilung Verarbeitungstechnik (VT)

Dr. Patrick Schneider
Abteilung Simulationsverfahren und
Kontinuumsmechanik (SK)

Dr. Andrej Lang
Abteilung Materialkonzepte und Modellierung
(MM)



Organe der DIK Prüfgesellschaft mbH

Die Organe der DIK Prüfgesellschaft mbH sind:

- die Gesellschafterversammlung
- der Aufsichtsrat
- der Geschäftsführer

Gesellschafterversammlung

Gemäß des gültigen Gesellschaftsvertrages besteht die Gesellschafterversammlung aus Vertretern des DIK e. V. (Vorstand, Prof. Dr. Ulrich Giese) und der Norddeutsche Wirtschaftsholding GmbH, Dr. Volker Schmidt).

Aufsichtsrat

Gemäß des gültigen Gesellschaftsvertrages und des Beschlusses der konstituierenden Gesellschafterversammlung besteht der Aufsichtsrat aus Vertretern des DIK e. V. (Vorstand) und der Norddeutsche Wirtschaftsholding GmbH bzw. entsprechend Bevollmächtigter. Im Einzelnen sind folgende Personen bestellt worden:

Dr. M. Grothe (DIK e. V.) Vorsitzender

J. Bradtmöller (DIK e. V.)

Dr. S. Vogt (ADK, bevollmächtigt für Norddeutsche Wirtschaftsholding GmbH)

Akkreditierung

Die DIK Prüfgesellschaft mbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 mit flexiblem Geltungsbereich der Akkreditierung Kategorie I und Kategorie II akkreditiert. Im Mai, September und Oktober 2024 fand eine Wiederholungsbegutachtung der Akkreditierung durch die Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) statt, bei der alle Prüfstellen begutachtet wurden. Dadurch wurde sichergestellt, dass die Fachkompetenz, Unparteilichkeit und konsistente Arbeitsweise unseres Prüflaboratoriums nach wie vor eingehalten werden. Der Umfang der Akkreditierung erstreckt sich auf mechanisch-technologische und chemische Prüfungen von Kautschuk und Kunststoffen, Prüfungen zur Bestimmung temperaturabhängiger Eigenschaften von Kautschuk und Kunststoffen sowie auf Prüfungen zur Bestimmung von N-Nitrosaminen in Raumluft, in polymeren Matrices und in Bedarfsgegenständen aus Elastomeren und Kautschuk.

Öffentlichkeitsarbeit

Die Außendarstellung des DIK wurde 2024 durch informative Reporte und Aktuelles über LinkedIn, Instagram sowie über den DIK-Newsletter in regelmäßigen Abständen intensiviert. Zusätzlich erschienen letzte Mitgliederinformationen für 2024, die „DIK-Aktuell“ im März 2023 und im April 2024. Die Werbung für Seminare und Kurse wurde mit neuen „Flyern“ und der „Fortbildungsbroschüre 2024“ ausgeweitet. Das Fachpublikum wird auf der Homepage über Neuigkeiten aus dem DIK ebenso informiert wie über Veröffentlichungen, Vorlesungen und Vorträge auf nationaler und internationaler Ebene. Zusätzlich sind auf der „Homepage“ wertvolle Informationen zu Master- und Doktorarbeiten sowie über aktuelle wissenschaftliche Themen und Projekte im DIK zu finden. Ergänzend erfolgen Veröffentlichungen von Anzeigen und Beiträgen unter Nutzung ausgewählter Fachzeitschriften.

Kooperationspartner

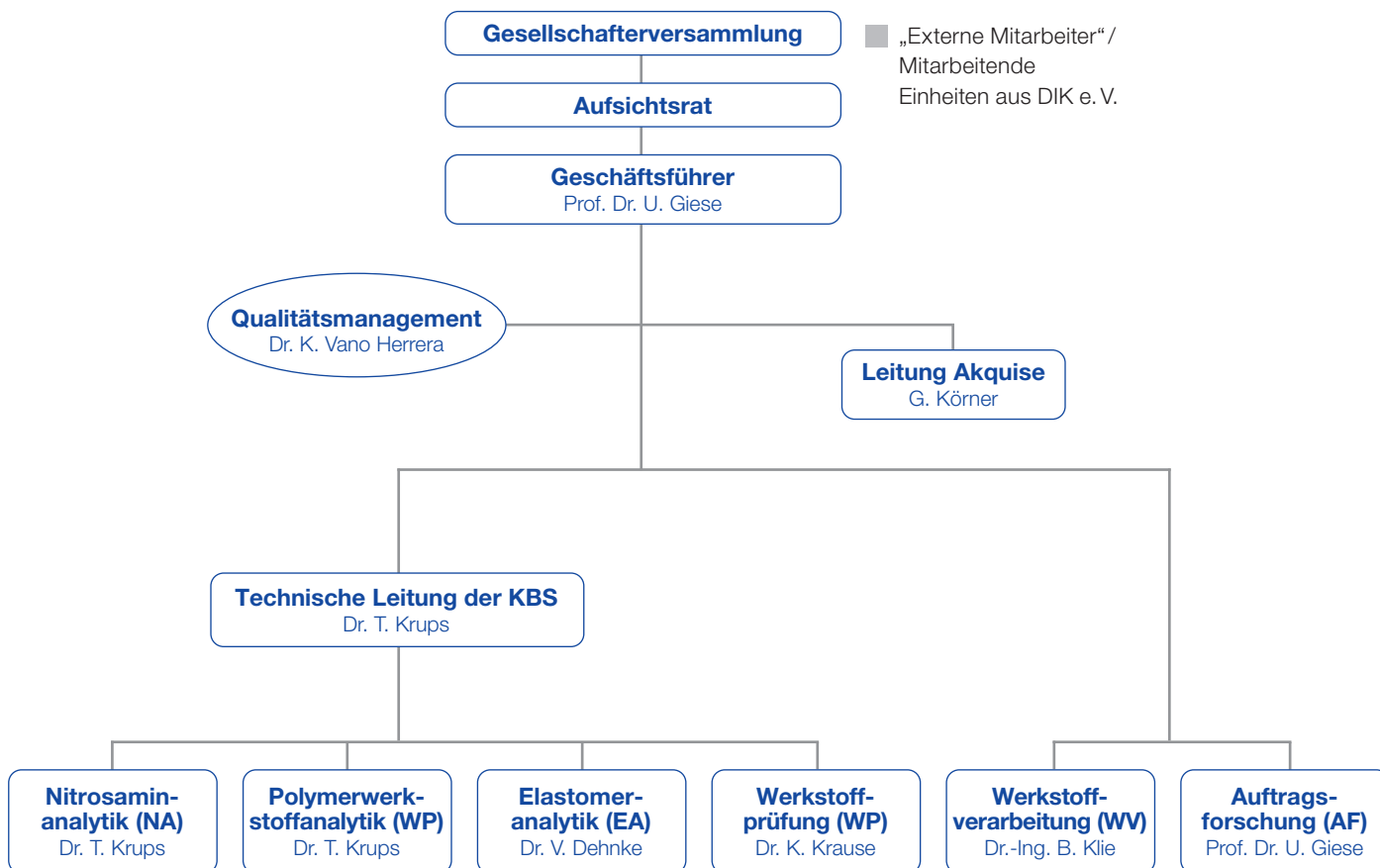
Das DIK pflegt für den wissenschaftlichen Austausch bei Tagungen und Konferenzen seit vielen Jahren internationale Kontakte. Erfolgreiche Kooperationen auch in Verbindung mit dem Austausch von Doktoranden bestehen insbesondere mit folgenden Institutionen:

- Nagaoka, Japan
- Elanova Paris, Aficep, Frankreich
- Cetepo, Universität Porto Alegre (UFRGS), Brasilien
- Universität Sao Leopoldo (Ursinos), Brasilien
- Universität Rio de Janeiro, Brasilien
- Universität Lodz, Polen
- Beijing University (BUST), Universität Qingdao, China
- ERRLAB mit WDK, Assogomma (Italien), SNCP (Frankreich), Elanova (Frankreich), Cerisie (Italien), ETRMA
- Politecnico, Milano
- Universität Twente (Niederlande)
- Universität Brest/Frankreich
- TARRC, London/Brickbury (UK),
- Universität Karlsstadt/Schweden,
- Sungkyunkwan University, Korea,
- Prince of Songkla University, Thailand
- Finnische Kautschukgesellschaft, Besuch in 10/2022
- Indian Rubber Institute / HASETRI Research Institute

Organisation der DIK Prüfgesellschaft mbH

- Organe der Prüfgesellschaft mbH
- Gesellschafterversammlung

Organigramm der DIK Prüfgesellschaft mbH



Ausgewählte Projekte – Übersicht 2024

Qualifizierung von metallischen Werkstoffen in Wasserstoffatmosphäre unter dynamischen Lasten

Projektdurchführung:

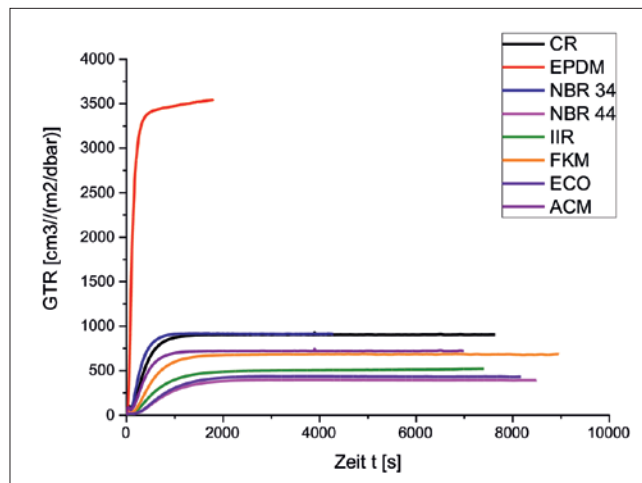
Kooperation DIK e.V., IW Leibniz Universität Hannover, Industriepartner

Laufzeit: 3 Jahre

Öffentliche Förderung: N-Bank

Zur Vermeidung und Reduzierung von fossilen Energieträgern wie Öl und Gas ist grüner Wasserstoff eine viel diskutierte Alternative, die auch zeitlich unabhängig von anderen regenerativen Wegen der Energieerzeugung wie Solar- und Windenergie ist, vorausgesetzt, man kann den Wasserstoff und möglichen Mischderivaten sicher lagern und transportieren. Mit Blick auf Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung und Wirtschaftlichkeit bietet sich hier die Nutzung vorhandener Gasleitungen in einem dynamisch betriebenen Leitungsnetz und entsprechende Vorratsbehälter an. So könnte bereits bestehende Infrastruktur weiterhin genutzt werden und es würden aufgrund der Betriebsweise zusätzliche Speicherkapazitäten geschaffen ohne neue Infrastrukturbaumaßnahmen umzusetzen. Aus Sicht der verwendeten Werkstoffe liegt hier eine Herausforderung in dem Phänomen der sogenannten Wasserstoffkorrosion, welche auf molekularer Ebene durch Einlagerung von Wasserstoff in die Struktur der metallischen Werkstoffe negative Auswirkungen u.a. auf die Festigkeit und Sprödigkeit dieser haben kann. Eine wasserstoffinduzierte Herabsetzung der mechanischen Werkstoffeigenschaften kann zu einem Sprödbruch führen und sich in einem plötzlichen Werkstoffversagen äußern. Ein solches Versagen muss bei sicherheitsrelevanten Infrastrukturen wie Leitungen und Behältern ausgeschlossen werden.

Übergreifendes Ziel ist die Qualifizierung verschiedener Werkstoffklassen für den Einsatz in 100 % Wasserstoffatmosphäre unter dynamischen Lasten wie Druckschwankungen, thermische Ausdehnung und mechanische Schwingungen. Bei den zu untersuchenden Werkstoffklassen handelt es sich um speziell für den Einsatz in Wasserstoffatmosphäre ausgewiesene austenitische CrNi-Stähle und Bestandswerkstoffe für Gasleitungen wie L485/X70 und L360/X52. Des Weiteren wird ein Werkstoff zur



Gastransportrate für Wasserstoff durch 2 mm Elastomermembranen bei RT in Abhängigkeit der Polymertypen (ungefüllt), GTR = Gastransportrate

Fertigung von Kugelhähnen und Wellheads nach Druckgeräterichtlinie untersucht. Aufbauend soll ein Schichtsystem aus einer innovativen Gummibeschichtung und einem Bestandswerkstoff sowie einem CrNi-Stahl für hochbeanspruchte Komponenten untersucht werden.

Bei der Entwicklung einer geeigneten Beschichtung des metallischen Untergrundes muss der zyklischen Beanspruchung Rechnung getragen werden. Folglich muss diese Beschichtung elastisch und von hoher Permeationsdichtigkeit gegenüber Wasserstoff sein. Entsprechend gilt es im Rahmen des Projektes ein geeignetes polymeres Beschichtungsmaterial zu entwickeln und darauf folgend eine adäquate Haftung von diesem auf dem Untergrund (Gummi/Metallhaftung) zu realisieren. Ein Risiko für das Versagen des Werkstoffes und der Haftung ist die plötzliche Druckentlastung, wie sie beispielsweise im Störfall auftreten kann. Diese Druckentlastung ist im Normalbetrieb nicht präsent, so dass hierfür speziell im Schadensfall die obligatorisch vorgesehene Überprüfung der betroffenen Bereiche greift und im Zweifelsfall zu einem Austausch des Materials führen muss. Der Einschätzung eines solchen Szenarios kann durch die Testung des Elastomers mittels plötzlicher Druckentlastung (Anti-Explosive-Dekompression) begegnet werden. Für die Entwicklung geeigneter Elastomersysteme sind die Wahl des Polymeren, der Füllstoffe und deren Dispersion in der Polymermatrix sowie die optimale Vernetzungsdichte als Steuerungsinstrumente zur Verfügung. Bei den Füllstoffen

eigne sich insbesondere anisotrope Füllstoffe, welche mit optimierten Inkorporationsmethoden in einen Kautschuk eingearbeitet werden. Bei der Auswahl von Kautschuken hat sich bezüglich der Permeationsdichtigkeit, gemessen in einer Zweikammerpermeationsmessapparatur, folgende Reihenfolge für die Durchlässigkeit von Wasserstoff ergeben: EPDM > NBR 34% Acrylnitril) $\approx$ CR > ACM > FKM > IIR > ECO > NBR (44% Acrylnitril)

Als effektivste Einarbeitungsmethode für z.B. Schichtsilikate als plättchenförmige Füllstoffe hat sich das Latexmischen herausgestellt.

Untersuchung zur Phasenmorphologie und deren Einfluss auf das viskoelastische Verhalten von Elastomerblends

Auftraggeber: DFG

Laufzeit: 01.02.2020–31.01.2024

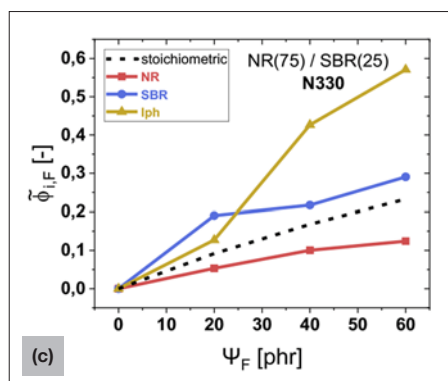
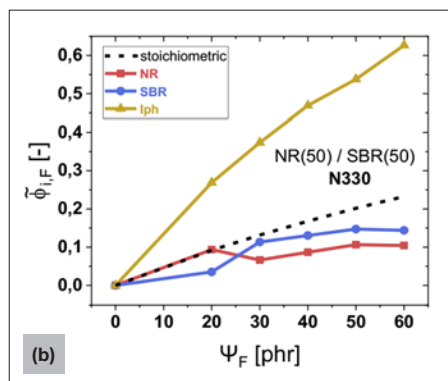
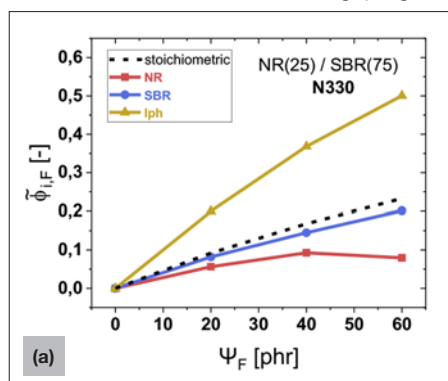
Gefördert durch

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

Polymerblends bestehend aus inkompatiblen Polymeren ermöglichen die gezielte Kombination spezifischer Materialeigenschaften. Die Vorhersage des resultierenden Eigenschaftsprofils ist jedoch schwierig, da solche heterogenen Systeme eine komplexe Phasenmorphologie aufweisen. Der zusätzliche Einsatz verstärkender Füllstoffe wie Ruß oder Kieselsäure erhöht die Komplexität und erschwert die Vorhersage.

Ziel des Projekts war es, diese Zusammenhänge zu analysieren und ein numerisch basiertes Modell bereitzustellen. Dieses konnte erfolgreich konzipiert und anhand von dynamisch-mechanischen Daten validiert werden.

Zudem konnte im Rahmen des Projekts gezeigt werden, dass die Interphase eines NR-SBR-Gemisches – als Übergangsbereich mit Konzentrationsgradient zwischen den beiden Polymertypen – einen überproportionalen Anteil des Füllstoffs aufnimmt und, dass Ruß bevorzugt in die SBR-Phase migriert, was eine Optimierung der Mischprozesse (z.B. Masterbatching) zur verbesserten Füllstoffverteilung ermöglicht. Ein entsprechendes Auswertungsbeispiel ist in der Abbildung dargestellt. Es sei hier darauf hingewiesen, dass die Interphase recht klein ist, weshalb der Füllstoffanteil so ausgeprägt ist.



Füllstoffgehalt der einzelnen Mischungsphasen in Abhängigkeit von der normierten Kautschuk-Rußmasse für (a) NR(25) / SBR(75), (b) NR(50) / SBR(50) und (c) NR(75) / SBR(25)

Effizienz und Reaktionsmechanismen von Alterungsschutzmitteln – Alternativen für p-Phenylendiaminderivate

Laufzeit: 2/2022 bis 8/2024

Förderstelle: Industriekonsortium

Kooperationspartner: wdk, Frankfurt

Die Lebensdauer von Elastomerwerkstoffe für dynamisch beanspruchte, temperatur- und medienbeständige Bauteile hängt in hohem Maße von externen Faktoren, wie Sauerstoff- und Temperatureinfluss (thermisch-oxidative Alterung) sowie einwirkenden Lastkollektiven ab. Diese Einflüsse führen zu funktionslimitierenden Materialveränderungen, die irreversibel sind und im schlimmsten Fall zu einem Ausfall des Bauteils führen. Aufgrund ihrer Mikrostruktur stellt der Einfluss der thermisch-oxidativen Alterung insbesondere für Dien-Kautschuke, wie NR, BR, SBR und NBR, ein großes Problem dar. Durch die Zugabe von Alterungsschutzmitteln kann der radikalische Angriff von Sauerstoff am Kautschukrückgrat verhindert und somit auch die Lebensdauer des Bauteils maßgeblich verbessert werden. Mechanistisch spielen hier Radikalstabilitäten, Reaktionskinetiken und die Diffusionsfähigkeit der eingesetzten Antioxidantien eine entscheidende Rolle. In mehrschichtigen Systemen oder Blends kommen Löslichkeitsgleichgewichte als wichtiger Parameter hinzu. In den letzten Jahrzehnten haben sich bei schwarzen Elastomeren, bei denen es nicht auf Verfärbungen ankommt, p-Phenylendiaminderivate als hoch effektiv bewährt. Insbesondere „6PPD“ ist hier aufgrund seiner hervorragenden kombinatorischen Schutzwirkung gegen Sauerstoff und Ozon hervorzuheben. Aktuell steht es jedoch wie auch einige Reaktionsprodukte aufgrund ökotoxikologischer Bedenklichkeit in der Diskussion (REACH). Gleiches ist sicherlich

zukünftig für andere strukturähnliche Typen dieser Stoffklasse zu erwarten.

Aus dieser Situation ergibt sich das Ziel für auf dem Markt verfügbare und per Literatur bekannte Antioxidantien sowie für alternative neue Typen aus dem Bereich nachwachsender Rohstoffe detaillierte Kenntnisse bezüglich ihrer Effizienz (Wirkung pro Konz.-Einheit), Verbrauch, Reaktionsprodukte und Kinetik zur Verfügung zu haben. Auch sind Aspekte wie die chemische Verträglichkeit bzw. Löslichkeit von Antioxidantien in unterschiedlichen Kautschukmatrices von Interesse, um Probleme wie Entmischung, Ausblühverhalten und Umverteilung in Schichtsystemen zu erfassen. Der wirtschaftliche Nutzen der Arbeit liegt insbesondere in dem effektiven Einsatz alternativer Alterungsschutzmittel im Hinblick auf die zukünftige Regulierung des Einsatzes von 6PPD und anderen Antioxidantien. Verbesselter Alterungsschutz und Kenntnisse der Effizienz führt zu finanziellen Einsparungen und höherer Produktsicherheit. Die Verwendung von Antioxidantien als nachwachsender Rohstoff ist ein Beitrag zur politisch zunehmend wichtigen Nachhaltigkeit von Gummiprodukten.

Für die Untersuchungen wurden insbesondere Polydiene berücksichtigt. Die Untersuchungen zur Wirkungseffizienz und zum Verbrauch mit Ermittlung kinetischer Kenndaten von kommerziell verfügbaren Antioxidantien verschiedener Stoffklassen und alternativer Typen (nachwachsender Rohstoffe) erfolgt mittels Chemielumineszenz, künstlicher Alterung mit vergleichender physikalischer Prüfung, Extraktion, chromatographischer Methoden und IR-Spektroskopie. Unter mechanistischen Aspekten werden Intermediate und Reaktionsprodukte zeitabhängig identifiziert. Die Bestimmung von Diffusionskoeffizienten in Kautschuken und Gleichgewichtskonzentrationen entsprechend der Löslichkeit in Schichtsystemen werden mittels ATR-FT-IR Spektroskopie/ time-lag Methode im Sandwichversuch analysiert.

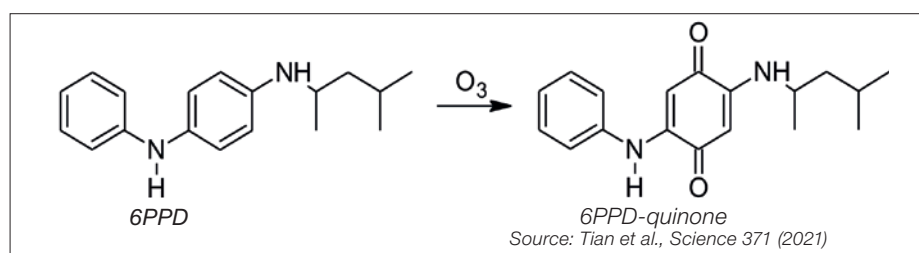


Abbildung: Reaktion von 6PPD unter Bildung eines umwelttoxischen Chinonderivats

Digitale Transformation in der Polymerverarbeitung: Interoperabilität und Lösungen des maschinellen Lernens zur Prozessoptimierung und Nachhaltigkeitssteigerung im industriellen Umfeld (DIPONI)

Auftraggeber: BMFTR

Kooperationspartner:

- Gerlach Maschinenbau GmbH
- Tesa SE
- DeepIng Business Solutions GmbH
- Ludwig Nano Präzision GmbH
- Untitled GmbH
- Meteor GmbH
- Leibniz Universität, Institut für Transport- und Automatisierungstechnik (ITA)
- Leibniz Universität, Institut für Mess- und Regelungstechnik (IMR)
- Leibniz Informationszentrum Technik und Naturwissenschaften (TIB)

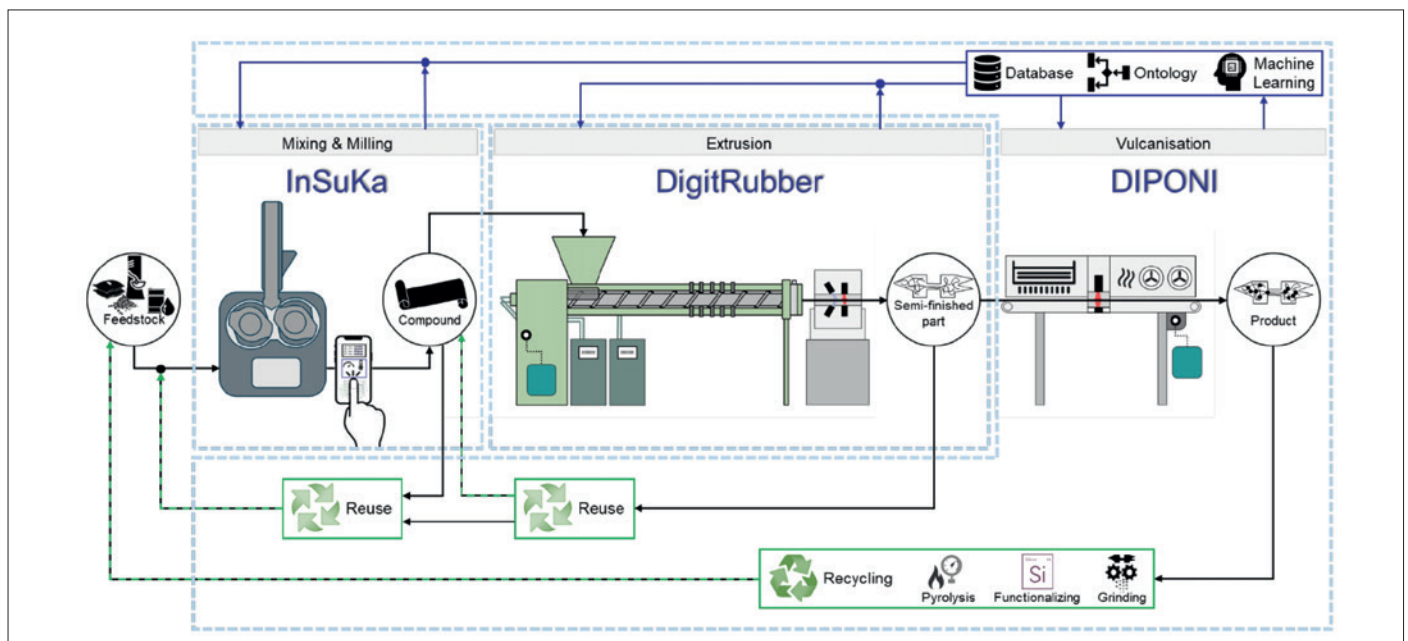
Laufzeit: 01.05.2025 – 30.04.2029

Die klassische Kautschukverarbeitung ist auch in Zeiten von Industrie 4.0 weiterhin stark handwerklich orientiert. Ein möglichst frühzeitiges Erkennen von Material außerhalb einer definierten Spezifikation reduziert die CO₂-Bilanz des späteren Formteils deutlich, so dass in der energieintensiven Kautschukverarbeitungs-Industrie durch eine digitale

Überwachung und Steuerung der Verarbeitungsschritte weitreichende Einsparpotenziale bezüglich Rohstoffe und Primärenergie erschlossen werden können.

Das Ziel des Forschungsvorhabens *DIPONI* ist es, den gesamten Kautschuk-Lebenszyklus digital abzubilden und über eine integrierte Steuerungs-KI Ausschussraten und Anfahr-effekte zu minimieren. Als wissenschaftliche Grundlage nutzt *DIPONI* die in den Vorgängerprojekten *DIGIT RUBBER* (MaterialDigital 1) und *INSUKA* (MaterialDigital 2) erarbeiteten Forschungsergebnisse. Dies sind eine kautschukspezifische Ontologie, ein Digitaler Zwilling des Vulkanisationsprozesses im Autoklav, eine datenbankgestützte KI-basierte Regelung des Verarbeitungsprozesses „Mischen-Walzen-Extrudieren“ und eine sehr umfangreiche „Inline“-Messstrecke zur Qualitätsbewertung der Kautschukmischung bzw. des Extrudates. Hinzu kommt die im Projekt *INSUKA* erarbeitete intelligente Suchmaschine („*INSUKA-App*“), die basierend auf einer Materialdatenbank geeignete Kautschukmischungen und Verarbeitungsbedingungen (Maschinen- und Prozessparameter) vorschlägt, um qualifizierte Vorhersagen zu deren mechanischen Eigenschaften zu liefern. Mit den Vorarbeiten aus *DIGIT RUBBER* und *INSUKA* wird im Forschungsvorhaben *DIPONI* die am *DIK* aufgebaute experimentelle Verarbeitungsstrecke, um den fehlenden Prozessschritt der kontinuierlichen Vulkanisation (durch Fa. *Gerlach Maschinebau*) erweitert, um finale, geometrisch stabile Formteile für den definierten Einsatzzweck produzie-

ren zu können. Um auch hier den Prozess bezüglich seiner Ressourceneffizienz zu optimieren, wird in einer kontinuierlichen Vulkanisationseinheit (modular aufgebaut aus IR- bzw. UHF-Einheit und Heißluftkanal als Temperaturhaltezone) der Vernetzungsprozess inline überwacht (IMS-System) und über die KI geregelt. Als finale Qualitätskontrolle wird dann ein Inline-fähiges Messsystem (Inline-Indentor, entwickelt durch Fa. *Ludwig Nano Präzision*) entwickelt und aufgebaut, das mittels lokaler fortlaufender Nanoindentation am vulkanisierten Extrudat, über die detektierten Härteunterschiede, auf die erzielte Vernetzungshomogenität schließen lässt. Das entsprechende System wird steuerungstechnisch mit der Vulkanisationseinheit verknüpft, so dass die KI identifizierte Qualitätsschwankungen durch Anpassung der Vulkanisationsparameter beheben kann. Die Ergebnisse werden zentral gesammelt und über die App gesteuert. Diese rein qualitätsbezogene Steuerungs-KI wird auf der digitalen Ebene mit Wirtschaftlichkeitsdaten (Produktionsplanung- und -steuerung, ESG-Daten) erweitert. So entsteht eine zusätzliche Metaebene („Business-KI“), die den Entscheidungsträgern eines Unternehmens neben technisch relevanten Qualitätskriterien auch die wirtschaftliche Komponente aufzeigt. Um den Transfer der Projektergebnisse – auch abseits der beteiligten Unternehmen – in die freie Wirtschaft zu unterstützen, wird die entwickelte Steuer-KI über die PMD-Infrastruktur als „Workflow-App“ verfügbar gemacht.

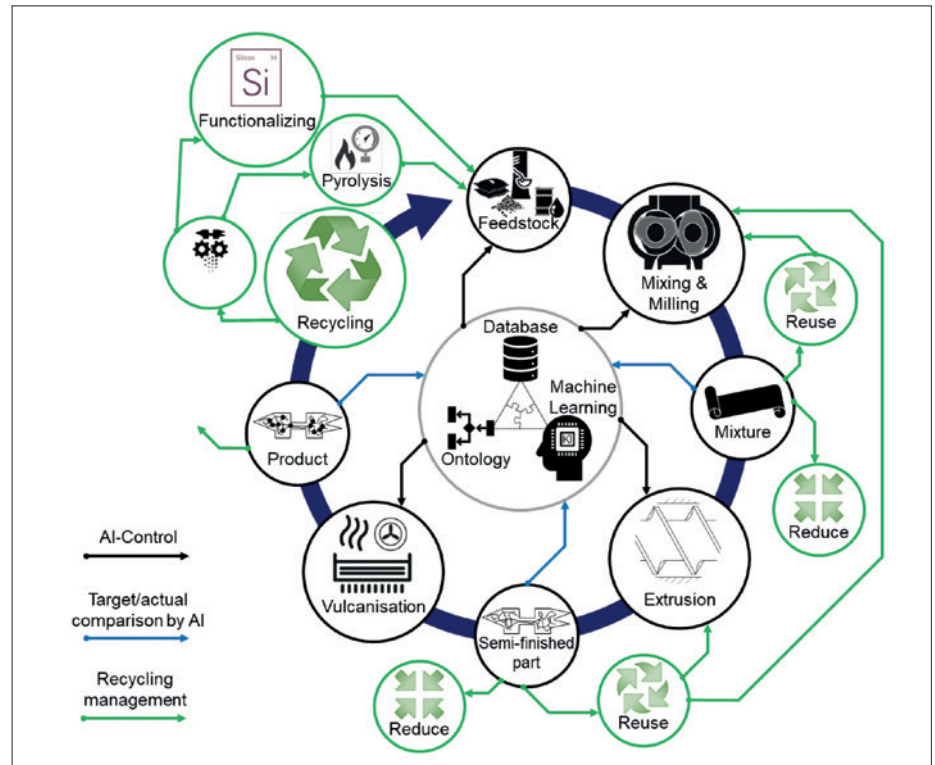


Schematische Darstellung der digitalisierten Prozessstrecke und die Verknüpfung der Projekte DIGIT RUBBER, INSUKA und DIPONI

Durch den im Projekt geplanten holistischen Digitalisierungsansatz des Lebenszyklus entlang der Wertschöpfungskette eines Formteils, werden insbesondere in einer energieintensiven Industrie wie der Kautschukverarbeitung, weitreichende Einsparpotenziale bezüglich Rohstoffen und Primärenergie erschlossen. Entsprechend des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) werden innerhalb des Forschungsvorhabens die ersten drei Stufen der Abfallhierarchie: Abfallvermeidung, Wiederverwendung und Recycling separat adressiert und in das neuronale Netzwerkmodell des Verarbeitungsprozesses integriert, da eine Rückführung von „schadhaftem“ Material je nach Produktionsfortschritt (unvulkanisierte Kautschukmischung vs. vulkanisiertes Formteil) weitere zwischengeschaltete Verarbeitungsschritte nach sich ziehen kann. Durch Integration von Wirtschaftlichkeitsdaten kann die Steuer-KI auch gezielt die Quoten der Materialrückführung unter Einhaltung der Sollvorgaben maximieren, die benötigte Primärenergie über Recyclingsschritte hinweg minimieren, oder ein ausgewogenes Verhältnis zwischen diesen konkurrierenden Zielen verfolgen (Qualitäts-KI vs. Business-KI).

Um die Übertragbarkeit der im wissenschaftlichen Maßstab realisierten Prozesskette auf industrierelevante Anwendungen zu prüfen, wird die Messkette im weiteren Projektverlauf im Betrieb eines Kautschukverarbeiters (Fa. Meteor) aufgebaut. Die Anbindung der Maschinen an ein neuronales Netz wird dabei durch Nutzung des IoT-Systems der Firma Bitmotec realisiert. Im Langzeitbetrieb können dann Trainingsdaten im erheblichen Umfang generiert werden, um die bereits erarbeiteten Regelalgorithmen der KI auf Industrietauglichkeit zu prüfen und ggf. zu optimieren.

Nach Erweiterung der kontinuumsmechanischen Modellierung der Vulkanisation aus DIGIT RUBBER auf kontinuierliche Vulkanisation (Digital Twin) sollen zudem Simulationen des Prozesses im interpolierenden Bereich der Prozessparameter durchgeführt werden – also beispielsweise bei einer Vulkanisationstemperatur zwischen zwei real gefahrenen Temperaturen. Somit kann der Trainingsdatensatz für das Anlernen der Steuer-KI multipliziert und dadurch die Prädiktionsgenauigkeit erhöht werden. Bzgl. der entwickelten Ontologie werden definierte Begrifflichkeiten mit den Industriepartnern abgeglichen, um auftretende Inkonsistenzen zu bereinigen. Als „Usecase“ für die seman-



Interoperabel miteinander interagierende experimentelle und datengetriebene Wissens- und Materialströme in einer Kautschuk-verarbeitenden Kreislaufwirtschaft INSUKA und DIPONI

tische Interoperabilität der kautschukspezifischen Ontologie soll diese für die polymere Materialklasse der acrylatbasierten Rezepturen erweitert werden (durch Fa. tesa SE). Diese Materialklasse benötigt hinsichtlich der Verarbeitungsmaschinen eine dem Kautschuk ähnliche Prozesskette. Fachspezifische Begriffe sind jedoch anders definiert und müssen den FAIR-Prinzipien entsprechend angepasst und mit der kautschukspezifischen Ontologie in Einklang gebracht werden. Die bestehende im Projektverlauf erweiterte relationale Datenbank (MAT-AI) soll zudem in eine Graphen-basierte Datenbank überführt werden, um für zukünftige Erweiterungen komplexe Datenbankabfragen zu ermöglichen, die im Rahmen der bestehenden „Use-cases“ noch nicht antizipierbar sind.

Die zentrale Zusammenführung und Sammlung aller Daten aus Maschinen der Produktion und Qualitätskontrolle und die Verknüpfung mit wirtschaftlich relevanten Kennwerten ermöglicht die langfristige und automatisierte Verbesserung von Vorhersagen und Handlungsempfehlungen für den Anwender. DIPONI zielt darauf ab, die in den Vorgängerprojekten angestoßene Digitalisierung der Kautschukverarbeitung zu vervollständigen und über die KI in verschiedenen

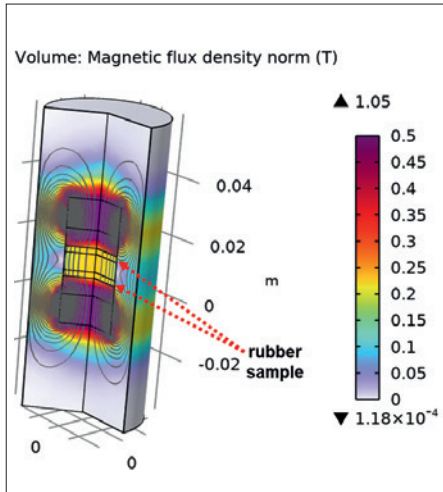
Ebenen der Produktion, Entscheidungshilfen geben zu können, um den Ausschuss zu minimieren, den CO₂-Ausstoß zu reduzieren und den Verarbeitungsprozess am Qualitätsoptimum zu betreiben.

Material Development and Enhancement of Magnetorheological Elastomers for Vibration System Applications

Auftraggeber: Industrie

Laufzeit: 01.04.2024–31.12.2025

Magnetosensitive Elastomere (MSE) sind polymerbasierte Materialien, die durch das Einbetten magnetischer Partikel ihre mechanischen Eigenschaften unter Einfluss eines äußeren Magnetfelds gezielt verändern können. Diese extern steuerbaren Materialien ermöglichen eine adaptive Regelung von Steifigkeit und Dämpfung. So lassen sich semi-aktive Dämpfersysteme konzipieren, die ein ausgewogenes Verhältnis zwischen anpassbaren Dämpfungseigenschaften und Energieeffizienz bieten und somit zur Verbesserung der Schwingungsisolierung und Komfortsteigerung in technischen Systemen



Simulation des resultierenden Magnetfeldes anliegen an den MSEs bei Nutzung von zwei Permanentmagneten

beitragen und zusätzlich energetische Vorteile gegenüber aktiven Systemen ermöglichen.

In diesem Projekt werden solche Elastomersysteme untersucht und hinsichtlich ihrer dynamisch-mechanischen Eigenschaften charakterisiert, die spezielle Messmethoden benötigen. Ein Beispiel einer Simulation zur Auslegung einer kombinierten Methode zur Bestimmung des komplexen Moduls in Abhängigkeit des äußeren Magnetfeldes ist in der Abbildung gezeigt.

Untersuchung des dynamischen und akustischen Dämpfungsverhaltens von Elastomerschäumen – Moosgummi II

Auftraggeber:

Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF), DLR Projektträger

Kooperationspartner: Universität Siegen, Fakultät IV, Department Maschinenbau, Lehrstuhl für Festkörpermechanik

Laufzeit: 01.03.2024 – 28.02.2026

Geschäumte Elastomere finden aufgrund ihres strukturabhängigen und damit individuell einstellbaren Deformationsverhaltens in diversen Industriezweigen ein breites Anwendungsspektrum. Insbesondere zu nennen sind Komponenten in Dichtungs-, Wär-

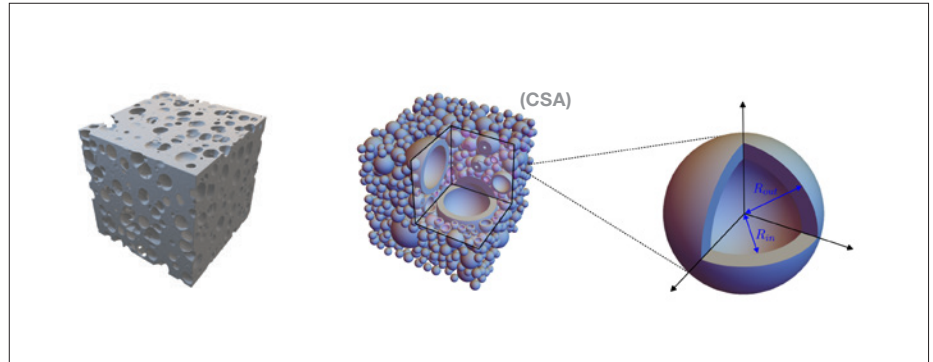


Abbildung 1: (li.) Segmentierte CT-Aufnahme eines Elastomerschaums; (mi.) Modellierung des Schaums als Composite Sphere Assemblage; (re.) Modellierung des Schaums mit einer Hohlkugel

medämmungs- und Schallschutzsystemen. Während diese Systeme im letzten Jahrzehnt durch computergestützte Auslegungsverfahren einen enormen Entwicklungsschub erhielten, ergaben sich fortlaufend erweiterte Anforderungsprofile, insbesondere im Wandel zum Leichtbau. Neben dem statischen Deformationsverhalten spielt nun auch das dynamische Materialverhalten eine wesentliche Rolle beim Produktdesign. Dabei steht insbesondere die Dämpfung von extern eingetragenen mechanischen Schwingungen (Körperschall) im Fokus. Die technische Umsetzung solcher kombinierter Anforderungen ermöglicht eine optimierte Neugestaltung von Bauteilkomponenten in unterschiedlichen Anwendungsfeldern, vom klassischen Baufenster bis zu Karosseriedichtungen im Automobilbereich.

Das mechanische Verhalten eines Elastomerschaums wird zum einen durch das Matrixmaterial und zum anderen durch die geometrische Beschaffenheit der Mikrostruktur definiert. Die Porosität, d.h. das Verhältnis von Porenvolumen zum Gesamtvolumen, ist hierbei eine der wichtigsten Kenngrößen. Mit zunehmender Porosität steigt der Anteil an Offenporigkeit und somit der Effekt der Mikrostruktur auf das mechanische Deformationsverhalten. Auch der Porendurchmesser- und -verteilung wird ein wichtiger Einfluss zugesprochen. Erst durch die Kenntnis der Kombination von Matrixmaterialeinfluss und Struktureinfluss auf das dynamische Werkstoffverhalten kann eine Anpassung von Bauteilkomponenten im Sinne der Funktionsintegration zielgerichtet erfolgen. Während das nichtlineare Deformationsverhalten unter statischen Lasten im vorherigen Projekt (21080 N) „Experimentelle Untersuchungen und Erweiterung der kontinuumsmechanischen Modellierung von geschäumten Elastomeren“ im Vordergrund stand, soll nun

das dynamische Materialverhalten genauer untersucht werden.

Im aktuellen Projekt (01IF23158N) soll das im Vorgängerprojekt entwickelte Composite Focaloid Assemblage (CFA) Modell um dynamische Masseneffekte erweitert werden, wobei mikrostrukturelle Größen des Schaums wieder direkt ins Modell einfließen. Parallel erfolgt auch eine rein phänomenologische Beschreibung des makromechanischen Materialverhaltens durch ein nicht-lineares, viskoelastisches Surrogate-Modell. Dieses Ersatzmodell ist insbesondere aufgrund des reduzierten Rechenaufwands für KMU interessant, da deren Rechenkapazitäten gewöhnlich stark beschränkt sind. Während die vorherigen Ansätze die Mikrostruktur in vereinfachter Weise durch Strukturannahmen oder das effektive Deformationsverhalten berücksichtigen, soll zudem auch das komplexe Mikrostrukturverhalten anhand von Simulationen an repräsentativen Volumenelementen systematisch untersucht werden, um Abweichungen der Modellierungsansätze zu quantifizieren. Die numerischen und theoretischen Ansätze werden dabei durch umfassende experimentelle Untersuchungen gestützt, sodass sowohl Materialparameter als auch Parameter der Mikrostruktur in die Berechnungsmodelle einfließen. Ziel des Projekts ist schließlich die Entwicklung eines Materialmodells für die Berechnung von Bauteilen aus Elastomerschäumen unter dynamischen Belastungen bis in den akustischen Frequenzbereich.

Es wurde bereits belegt, dass das bisherige CFA-Modell bei isochor dominierten Dehnungszuständen größere Abweichungen zu komplexen Referenzsimulationen an repräsentativen Volumenelementen zeigt. Daher wurde im Projekt bisher ein neuartiger Ansatz auf Basis des Prinzips virtueller Arbeit mittels spezieller Ansatzfunktionen entwi-

ckelt, der die Simulationsgenauigkeit bei moderat steigendem Rechenaufwand verbessern soll. Die vollständige Implementierung, sowie die Validierung der neuen Methode an einfachen Beispielen und praxisnahen Bauteilen, steht jedoch noch aus.

Projekt RecyBer: Hochleistungselastomere mit hoher Recycling- Fähigkeit

**CORNET-Projekt in Kooperation mit
Celabor (Belgien) und der Universität
Liège**

**Laufzeit: 01.07.2023–30.06.2025,
verlängert bis 31.12.2025**

Das Recycling von Elastomeren besteht derzeit hauptsächlich aus Downcycling, Energiegewinnung oder Devulkanisation – wobei letzteres nicht zu einer vollständigen Auflösung der Vernetzungsstruktur führt. Zahlreiche Studien befassen sich mit dem Recycling von schwefelvernetzten Kautschuken, wobei Verfahren wie die Desulfu-

rierung zum Einsatz kommen. Die Ergebnisse dieser Methoden sind jedoch noch nicht zufriedenstellend, da zumindest die kurzen Schwefelbrücken (S1) nach der Zersetzung der Poly- oder Disulfidbrücken weiterhin erhalten bleiben.

An dieser Stelle kommt die Vitrimiertechnologie ins Spiel, die die Entwicklung von leicht recycelbaren Elastomeren mit austauschbaren Vernetzungsbindungen ermöglicht. Vitrimere stellen eine neue Materialklasse dar, die die herausragenden Eigenschaften von Duroplasten (wie hohe mechanische Festigkeit und Lösungsmittelbeständigkeit) mit den Vorteilen von Thermoplasten (wie gute Verarbeitbarkeit) kombiniert – und das durch Bildung dynamisch reversibler Netzknoten wie in *Abbildung 1* gezeigt.

In diesem Projekt wird eine dynamisch reversible Netzknotenstruktur durch den Einsatz biobasierter, funktionalisierter Füllstoffe erreicht, welche in eine Matrix aus epoxidiertem Naturkautschuk eingearbeitet werden. Als Füllstoffe werden carboxylierte Cellulose Nanofasern – CNF und deacetylierte Chitin Nanofasern – ChNF eingesetzt, die gleichzeitig als Füllstoff sowie als Vernetzungsagenz agieren. Ziel hierbei ist es, die physikalischen Eigenschaften typischer

Elastomermaterialien beizubehalten und gleichzeitig eine gute Rezyklierbarkeit zu erreichen. Aktuelle Ergebnisse zeigen eine erfolgreiche Vernetzung des Kautschuks mit CNF als Vernetzungsmaterial (*Abbildung 2a*) sowie Zugdehnungs-Verhalten, das annähernd das Wertenniveau gängiger Elastomere erreicht. Eine Verbesserung der Vernetzung soll durch den Einsatz geeigneter Katalysatoren erreicht werden, welche sowohl die Vernetzungs- als auch die dynamische Austauschreaktion beschleunigen und somit auch die Rezyklierbarkeit verbessern. Eine weitere Strategie ist der Einsatz von weiteren Füllstoffen (Hybrid-Werkstoff), um eine weitere Verstärkung des Materials zu erhalten und die hysikalischen Eigenschaften des Materials zu optimieren.

Tire Industry Project (TIP) – Quantification of Overall Use-Phase Emission

**Förderstelle: Industrie
Laufzeit: 2 Jahre**

Während des Fahrbetriebs wird ein Reifen unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt, die im Laufe der Nutzungsdauer zu seinem Verschleiß führen. Im Rahmen der gesetzgeberischen Aktivitäten zur Reduktion von nicht-verbrennungsmotorischen Partikelemissionen soll auch der am Reifen entstehende Verschleiß reduziert werden. Dieser Reifenverschleiß ist jedoch schwer zu quantifizieren: Aktuelle Forschungsarbeiten offerieren eine Diskrepanz zwischen dem Masseverlust des Reifens und der gesammelten Menge an abgeriebenem Material.

Im Rahmen des Projektes wird der Abriebprozess im realistischen Fahrbetrieb in einem Innentrommelprüfstand erforscht und die Ursachen für den Unterschied zwischen messbarem Reifenmasseverlust und gesammeltem Reifenabrieb ermittelt. Zur Aufklärung werden am DIK die zu Grunde liegenden chemisch-physikalischen Prozesse reifenbezogener Emissionen analysiert. Die Forschungsarbeiten erfolgen in Kooperation mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

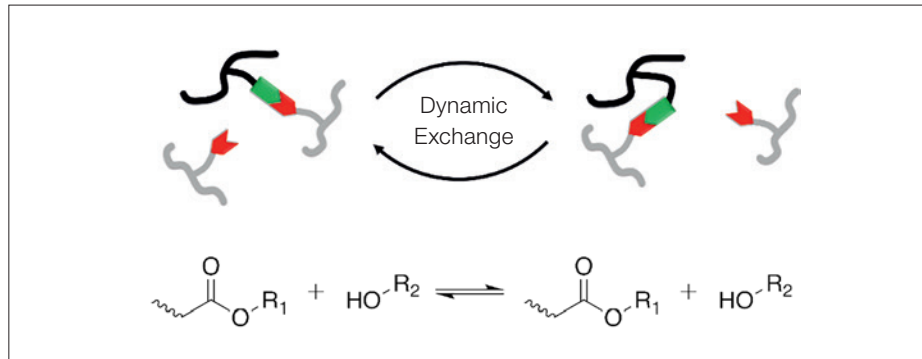


Abb. 1: Dynamischer Austausch von Netzknoten, basierend auf einer Umesterungsreaktion

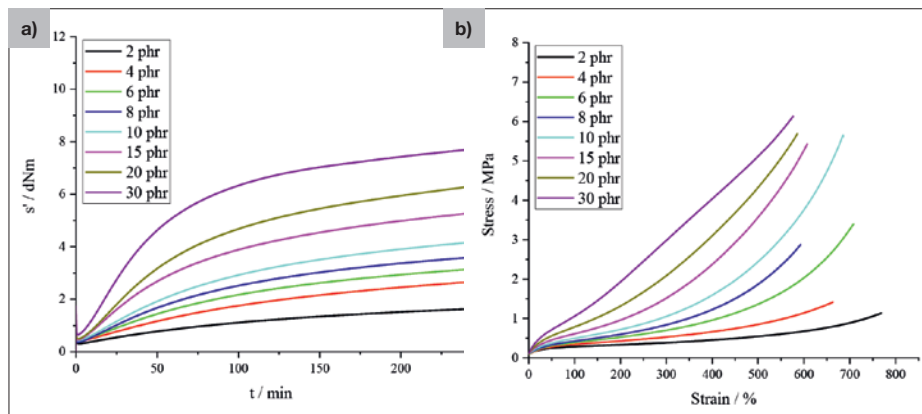


Abb. 2: a) Rheometer Kurven des Materials bei unterschiedlichem CNF-Gehalt; b) Zugdehnungs-Verhalten des Materials bei unterschiedlichem CNF-Gehalt

Investigation of Tire Friction and Traction using Advanced Experimental Techniques and New Theoretical Concepts

Auftraggeber: Industrie
Laufzeit: 01.06.2023–31.08.2026

Aufbauend auf den jüngsten Fortschritten im grundlegenden physikalischen Verständnis und der Modellierung von Reibmechanismen elastomerer Materialien zielt das Projekt darauf ab, eine Vorhersagemethode zur Abbildung der Traktionseigenschaften von Reifen unter variierenden Betriebsbedingungen zu entwickeln. Für eine genaue Vorhersage der Reifengriffigkeit sind neben detaillierten Kenntnissen der Kontaktmechanik zwischen Elastomeren und rauen Oberflächen auch die hinreichend genaue Beschreibung der viskoelastischen Eigenschaften erforderlich. Insbesondere bei Reifenlaufflächen unter ABS-Bremsbedingungen ist es essenziell, die Verformung der Laufächenelemente während des Bremsvorgangs sowie die Aufteilung des Gesamtschlupfs in Verformungs- und Gleitkomponenten zu berücksichtigen.

Application of alternative additives in tire industry

Auftraggeber: Industrie
Laufzeit: 01.03.2022–30.04.2026

Die Entwicklung moderner Reifen wird zunehmend von strengen Umweltauflagen, steigenden Rohstoffpreisen und wachsenden Kundenanforderungen geprägt. Politische Zielsetzungen wie der europäische Green Deal, Ausweitung der Abgasnorm auf Reifenemissionen und verschärfte CO₂-Flottengrenzwerte setzen die Hersteller unter Druck, den Ressourceneinsatz zu senken und die Energieeffizienz ihrer Produkte zu erhöhen. Gleichzeitig steigt die Nachfrage nach nachhaltigen Mobilitätslösungen, die Sicherheit, Leistung und Umweltverträglichkeit vereinen. Der Einsatz alternativer Additive in Reifenlaufflächen bietet hier das Potenzial, Mikroplastikemissionen zu reduzieren und die Wettbewerbsfähigkeit in einem sich wandelnden Markt zu sichern. Ziel des Projekts ist deshalb die Erprobung alternativer Additive für Reifenlaufflächen, um zentrale Performanzindikatoren wie Rollwiderstand, Nassgriff und Abriebstabilität zu optimieren.

Understanding of abrasion phenomena between tire tread materials and rigid surfaces

Auftraggeber: Industrie
Laufzeit: 01.10.2023–30.09.2026

Während der Fahrzeugnutzung kann Reifenverschleiß durch unterschiedliche extrinsische sowie intrinsische Einflussfaktoren begünstigt werden. Zu den Einflussfaktoren zählen mitunter Reifenbelastung, Straßenbeschaffenheit, aber auch Witterungsbedingungen oder auch die Materialzusammensetzung. All diese und darüber hinaus noch viele andere Faktoren triggern unterschiedliche Abriebmechanismen, die je nach Bedingungen in verschiedenen Kombinationen auftreten können. In diesem Projekt gilt es diese Mechanismen zu identifizieren und im Labor nachzustellen. Zwar gibt es viele Ansätze das Abriebverhalten von Elastomer-materialien insbesondere Reifenlaufflächen zu beschreiben, sowohl experimentell als auch theoretisch ist es aber immer noch nicht möglich, das Abriebverhalten mit einer ausreichenden Sicherheit vorherzusagen. Deshalb soll auch eine Strategie entwickelt werden, solche Vorhersagen nur mittels Labordaten zu realisieren. Solch eine Vorhersagemethode würde bei der Entwicklung neuer Materialien einen enormen Beitrag dazu beisteuern, vor allem im Hinblick auf den Nachhaltigkeitsgedanken die Entwicklungskapazitäten effizient zu nutzen.

SAVE THE DATE

16th Fall Rubber Colloquium

13.–15. Oktober 2026



Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e.V., Hannover

www.dikautschuk.de

Aus- und Weiterbildung

Weiterbildungsstudium Kautschuktechnologie (Zertifikatsstudiengang)

In Zusammenarbeit mit der Leibniz Universität Hannover und dem WDK haben im berufsbegleitend organisierten „Weiterbildungsstudium Kautschuktechnologie“ insgesamt bisher 686 Studierende (Stand 31.12.2024) vertiefte Fachkenntnisse und Erfahrungen durch praxis- und problemorientierte Lehrangebote erlangt. Das mit dem ersten Studienzyklus 1985/1986 gegründete WBS soll die Teilnehmenden insbesondere mit den die Kautschuktechnologie beeinflussenden Fachwissenschaften vertraut machen. Dazu gehören Kenntnisse der makromolekularen Chemie, der Analytik und Prüfung, der Polymerphysik, der Verfahrenstechnik, der Rheologie sowie der Konstruktionsgrundlagen von elastomeren Produkten und mechanischen Eigenschaften.

Das Studienangebot umfasst ca. 300 Präsenzstunden und besteht aus Vorlesungen, praxisnahen Übungen und Demonstrationen, die im und vom DIK durchgeführt werden. Begleitend finden vom DIK organisierte Exkursionen zu namhaften Apparateherstellern, Gummiverarbeitern und Kautschukherstellern statt. Die Lehrinhalte gliedern sich in folgende Schwerpunkte:

A Grundlagen der Chemie und Technologie kautschukartiger Werkstoffe

Synthese und Strukturen von Polymeren; Elastomerprodukte mit und ohne Zuschlagstoffe; Analyse von Polymeren und Elastomeren; Physikalische Eigenschaften von Polymeren

B Chemie und Technologie des Kautschuks

Herstellung und Eigenschaften natürlicher und synthetischer Kautschuke; Technologie der Elastomerverarbeitung – Compounding, Füllstoffe, Chemikalien (Vulkanisation; Anwendungsbezogene Rezepturgestaltung und Compounding zur Elastomerherstellung, Füllstoffe in der Elastomertechnologie, Chemische Reaktionen in der Elastomerverarbeitung, Umweltrelevante Aspekte bei Compounding und Entsorgung); Festigkeitsträger für Elastomerprodukte; Verfahren zum Prüfen von Kautschuk und Elastomeren

C Verfahren und Produktionstechnik der Kautschukverarbeitung

Verfahrenstechnische Grundlagen der Kautschukverarbeitung; Verfahrens- und Produktionstechnik der Kautschukverarbeitung; Halbzeugherstellung; Konstruktion und Herstellung technischer Elastomerprodukte; Möglichkeiten der numerischen Simulation zur Absicherung der Funktion von Elastomerprodukten

D Konstruktionsgrundlagen und Eigenschaften von Elastomerprodukten

Federelemente – Schwingungs- und Lagerungstechnik; Konstruktionsgrundlagen, Eigenschaften und Herstellverfahren für Reifen; Dichtungen aus Elastomeren – Grundlagen und Anwendungen; Qualitätsmanagement in der Kautschukindustrie

Übungen und Demonstrationen an Kautschukverarbeitungsanlagen und Messgeräten

Mikroskopie; Verarbeitung; Dynamisch-mechanische Untersuchungen an Elastomeren; Emulsionspolymerisation; Physikalische Prüfungen; Elastomeranalytik; Compounding

Personalien im WBS

Frau Dr. Heike Wittek ist seit WS 2023/24 die Nachfolgerin von Herrn Prof. Edmund Haberstroh.

DIK-Fortbildungskurse

Die satzungsgemäße Aufgabe des DIK ist es, für die Beschäftigten in der Kautschukverarbeitenden Industrie und ihre Zulieferer Aus- und Weiterbildung anzubieten.

Nach dem pandemiebedingten Anstieg der Teilnehmendenzahlen im Jahr 2023 hat sich die Nachfrage im Berichtsjahr 2024 auf 246 Teilnehmende eingependelt. Damit setzt sich die kontinuierliche Inanspruchnahme des Weiterbildungsangebots fort.

Fortbildungskurs „Kautschuktechnologie für Einsteiger“

Im Jahr 2024 wurde der Fortbildungskurs „Kautschuktechnologie für Einsteiger“ mit insgesamt 68 Teilnehmenden, aufgeteilt in 5 Veranstaltungen, durchgeführt.

Für den Kurs sind keine theoretischen oder beruflichen Vorkenntnisse bzw. Erfahrungen erforderlich. Der Kurs führt ein in Themen wie:

Natur- und Synthesekautschuk; Füllstoffe: Ruß, Kieselsäuren; Mischungsherstellung: Mischaggregate, Mischungskontrolle; Vulkanisation; Vulkanisationstechniken; Verarbeitungstechniken: Extrudieren, Kalandrieren; Physikalische Prüfung: Härtemessungen, Bestimmung von Zugfestigkeit und Druckverformungsrest, Ermittlung der Quellungsbeständigkeit.

Kurse des modularen Fortbildungssystems

Das modulare Fortbildungssystem setzt sich zusammen aus den Kursen „Rohstoffe“, „Verarbeitung“ und „Eigenschaften“:

„Rohstoffe“:

Einführung Elastomerwerkstoffe, Naturkautschuke, Synthesekautschuke, Alterung, Spezialruß, Kieselsäuren, Vulkanisationschemikalien, Vulkanisation, neue Füllstoffe, TPE/TPV, Verträglichkeit, Phasenvermittler, Weichmacher, chemische Rohstoffcharakterisierung, Compounding, REACH. Der Rohstoff-Kurs fand im März 2024 mit 8 Teilnehmenden statt.

„Verarbeitung“:

Rohstoff-Handling (Handhabung von Rohstoffen für die Mischungsherstellung Down Stream), Mischungsherstellung, Mischungsüberprüfung (maschinenbauliche Aspekte der Mischaggregate [Innenmischer, Walzwerk, Tandem-Mischer etc.]), Überprüfung des Mischerfolges (Viskosität, Vulkanisationsverhalten, Füllstoffverteilung), Rheologie (Grundlagen und rheometrische Verfahren), Extrusion, Kalandrieren, Vulkanisationsverfahren (Salzbad, Heißluft, Auma, Presse, Autoklav), Spritzgießen (Maschinenkonzepte und -verfahren, Automatisierung, 2-Komponenten-Spritzgießen). Teilnehmendenzahl: 9.

„Eigenschaften“:

Physikalische Prüfungen, Viskoelastische Eigenschaften, Relaxations- und Kriecheigenschaften, Dielektrische Eigenschaften, Risswachstums- und Ermüdungseigenschaften. Teilnehmendenzahl: 17.

Seminare DIK und DKG

Das DIK war Gastgeber und Ausrichter für die mit der Deutschen Kautschukgesellschaft e. V. (DKG) veranstalteten Seminare unter dem Motto: Maschine – Material – Verfahren. Das Seminar „Herstellung von Kautschukmischungen“ und „Mixing of Rubber Compounds“ fanden jeweils mit 22 und 27 Teilnehmenden statt. Die Seminare „Spritzgießen I“ sowie „Extrusion“ fanden mit jeweils 18 und 9 Teilnehmenden statt.

Fachseminare DIK

Die zusätzlich angebotenen Spezialkurse wie: „Elastomer- und Werkstoffanalytik“ und „Compounding“ fanden mit 4 und 11 Teilnehmenden statt. „Schadensanalyse an Elastomerbauteilen“ fand mit 14, „Rheologie von Elastomeren – ein Schlüssel zur Verarbeitung“ mit 4 sowie „Gummi/Metallhaftung + K/K Verbund“ mit 16 Teilnehmenden statt. „3D-Druck in der Gummiindustrie“ hat im April mit 7 Teilnehmenden stattgefunden.



Ausgewählte Publikationen und Vorträge 2024

Auszug aus der Publikationsliste

F. Magaletti, G. Prioglio, U. Giese, V. Barbera, M. Galimberti

Hexagonal Boron Nitride as Filler for Silica-Based Elastomer Nanocomposites
Nanomaterials 1

T. Ebel, T. Lankenau, L. Sundermann, K. Ottink, M. Graf, B. Klie, U. Giese

Functional testing of entirely additively manufactured two-component hydraulic rod seals made of TPU and NBR
Discover Mechanical Engineering

B. Klie, S. Schwabe, C. Lenth, U. Giese, H. Wackerbarth

Conversion of an industrial LIBS system to double-pulse operation to improve sulphur detection in rubber-based parts
Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy

N. Noii, M. Ghasabeh, P. Wriggers

Phase-field modeling of fracture for ferromagnetic materials through Maxwell's equation
Engineering Fracture Mechanics 303 110078

L. Sundermann, B. Klie, U. Giese

Relaxation behavior of 3D printed NBR-based rubber O-rings as inner part of rod seals
Rubber Chem. Technol.

M. Lukas, S. Leineweber, B. Reitz, L. Overmeyer, A. Aschemann, B. Klie, U. Giese

Minimizing temperature deviations in rubber mixing process using artificial neural networks
Rubber Chem. Technol.

T. M. de Rijk, M. Cen-Puc, Y. Mirzaei, P. Schneider, U. Giese, W. Lang

Integrated Flexible Polyimide Sensor for Monitoring Compressive Force in Sealings
IEEE Sensors Council pp. 99

N. Noii, D. Milijasevic, H. Waisman, A. Khodadadian

Fatigue failure theory for lithium diffusion induced fracture in lithium-ion battery electrode particles
Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering 428 117068

N. Noii, D. Milijasevic, A. Khodadadian, T. Wick,

An Efficient FEniCS implementation for coupling lithium-ion battery charge/discharge processes with fatigue phase-field fracture,
Engineering Fracture Mechanics 306 110

M. Müller, A. Lang, M. Klüppel, U. Giese, J. Voges, D. Juhre

Micro-Heterogeneity and Chain Mobility of blended Monodisperse Polymers
Kautsch. Gummi Kunstst. 4 38–46

K. Krause, U. Giese

Role and Mechanisms of Co-agents in peroxide Crosslinking Optimizing the Properties of Elastomers
Kautsch. Gummi Kunstst. 5 50–57

Mohammed El Yaagoubi, Sahbi Aloui, Khanh Chau Le, Jens Meier

Influence of Deformation Speed on the Tearing Energy of Carbon Black-Filled EPDM Rubber
Arabian Journal for Science and Engineering 0 45444

A. Aschemann, P.-F. Hagen, S. Albers, R. Rofallski, S. Schwabe, M. Dagher, M. Lukas, S. Leineweber, B. Klie, P. Schneider, H. Bossemeyer, L. Hinz, M. Kästner, B. Reitz, E. Reithmeier, T. Luhmann, H. Wackerbarth, L. Overmeyer, U. Giese

Smart rubber extrusion line combining multiple sensor techniques for AI-based process control

Advanced Engineering Materials

I. Yakovlev, F. Fleck, S. Finger, M. Sztucki, V. Karimi, A. Hossein, J. Lacayo Pineda, U. Giese

Effects of Silica Content on the Durability of Rubber Compounds Described by (ultra) Small-Angle X-Ray Scattering

SSRN

Y. Yakovlev, M. Sztucki, H. A. Hossein, V. Karimi, J. Lacayo Pineda, F. Fleck, C. Vatterott, U. Giese

Cavity Formation in Silica-Filled Rubber Compounds observed during deformation by ultra Small-Angle X-Ray Scattering

Nanomaterials 0

N. Hanne, C. Egelkamp, J. Meier, P. Junker

Influence of strain induced crystallisation on the dynamic crack propagation resistivity of NR vulcanisates

Tagungsband ECCMR

I. Yakovlev, F. Fleck, S. Finger, M. Sztucki, H. A. Karimi-Varzaneh, J. Lacayo Pineda, U. Giese

Effects of silica content on the durability of rubber compounds described by (ultra) small-angle x-ray scattering

SSRN-online

I. Yakovlev, M. Sztucki, H. A. Karimi-Varzaneh, J. Lacayo Pineda, F. Fleck, C. Vatterott, U. Giese

Cavity formation in silica-filled rubber compounds observed during deformation by ultra small-angle x-ray scattering

Nanomaterials 15

Vorträge 2024

L. Schasse, E. Schmidtke, J. Meier

Bestimmung akustischer Materialparameter von Elastomeren: Simulative Überprüfung der getroffenen Annahmen und Näherungen,

DAGA 2024, 50. Deutsche Jahrestagung für Akustik, Hannover, 18.–21.03.2024

L. Schasse, J. Meier

Structure-borne sound behavior of elastomers by means of ultrasonic transmission, DKT 2024, Nürnberg, 01.–04.07.2024

Jens Meier, Lukas Schasse, Edgar Schmidtke

Viscoelastic effects within the sound reflection of elastomer attenuation layers, DAGA 2024, 50. Deutsche Jahrestagung für Akustik, Hannover, 18.–21.03.2024

Jens Meier, Marie Sgraja, Steven Ross, Christian Egelkamp, Benjamin Klie

Characterization of pressure dependent viscosity with slit capillary and implications for injection molding simulation,

DKT 2024, Nürnberg, 01.–04.07.2024



Jens Meier, Lukas Schasse, Edgar Schmidtke

Viscoelastic effects within the sound reflection of elastomer attenuation layers,
European Conference on Constitutive Models for Rubber XIII (ECCMR 2024),
Istanbul, 26.–28.06.2024

Jens Meier, Lukas Schasse, Edgar Schmidtke

Influence of Viscoelasticity on Structure-borne Sound Reflection and Transmission in
Attenuation Layers,
KHK 2024, 15th Fall Rubber Colloquium, Hannover, 10.–12.09.2024

Marie Sgraja, Jens Meier

OptiMold – Resource Optimized Injection Molding_PhD,
PhD Seminar, Zlin, Tschechien, 20.06.2024

C. Egelkamp, J. Meier, N. Hanne, R. Kipscholl

Local thermo-mechanical investigation of elastomers during fatigue crack growth,
DKT 2024, Nürnberg, 02.07.2024

L. Schasse, J. Meier, J. Ludwig, U. Giese

Detection of Near-Surface Inhomogeneities in Rubber Materials Using Micro-Indentation,
KHK 2024 (15th Fall Rubber Colloquium), Hannover, 10.–12.09.2024

U. Giese

Kreislaufwirtschaft: ein Werkzeug gegen Materialmangel,
Technologietag Hein, Hannover-Langenhagen, 29.02.2024

U. Giese

Effect of fillers on thermal oxidative aging behavior of rubbers,
Tire Technology Expo, Hannover, 19.–21.03.2024

U. Giese, K. Krause

Reaction mechanisms and property improvement of specialty rubbers using
approximate Coagent-peroxide combinations,
DKG-Region Gruppe Süd, Würzburg, 11.–12.04.2024

U. Giese

Green Deal – Consequences and solutions for the rubber industry,
DKG-Nord, Hannover, 18.–19.04.2024

U. Giese

Worauf es jetzt ankommt?,
wdk – Tag der Kautschukindustrie, Berlin, 23.04.2024

U. Giese, J. Laages

Limits and improvement of thermo-chemical devulcanization of tire compounds,
Technical Meeting of Rubber Division, ACS, Columbus, USA, 30.04.–02.05.2024

U. Giese

Challenges for the rubber industry,
Deutsche Kautschuktagung (DKT), Nürnberg, 01.–04.07.2024

U. Giese

Using Polysaccharides as sustainable effective fillers in elastomers,
Deutsche Kautschuktagung (DKT), Nürnberg, 01.–04.07.2024

Jens Meier, Lukas Schasse, Edgar Schmidtke

Viscoelastic effects within the sound reflection of elastomer attenuation layers,
DAGA 2024, Hannover, 19.–23.03.2024

Lukas Schasse, Edgar Schmidtke, Jens Meier

Bestimmung akustischer Materialparameter von Elastomeren:
Simulative Überprüfung der getroffenen Annahmen und Näherungen,
DAGA 2024, Hannover, 18.–21.03.2024

J. Meier, L. Schasse, E. Schmidtke

Viscoelastic effects within the sound reflection of elastomer attenuation layers,
DAGA 2024, Hannover, 19.–23.03.2024

L. Schasse, E. Schmidtke, J. Meier

Bestimmung akustischer Materialparameter von Elastomeren:
Simulative Überprüfung der getroffenen Annahmen und Näherungen,
DAGA 2024, Hannover, 18.–21.03.2024

U. Giese

Sustainable materials – Challenges for the rubber industry,
DKT-Tagung, Nürnberg, 01.–04.07.2024

Poster

C. Egelkamp, J. Meier

Critical discussion of filler dispersion analysis as lifetime indicators for reinforced elastomers,
15th Fall Rubber Colloquium, Hannover

Y. Klingemann, C. Vogel, R. Thiel, B. Klie, U. Giese

Inline-vulcanization of additively manufactured elastomers using IR-based heat sources
15th Fall Rubber Colloquium, Hannover



Zahlen und Fakten des DIK e.V.

Ertragslage

Zur Darstellung der Ertragslage verwenden wir in der nachfolgenden Übersicht eine unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten abgeleitete Ergebnisrechnung.

	2024 TEUR	2023 TEUR	Ergebnis- veränderung TEUR
Erlöse aus wirtschaftlichem Geschäftsbetrieb	506	504	2
Erlöse aus ideellem Bereich, Forschung und Lehre	4.342	4.334	8
Bestandsveränderungen	66	-24	90
Übrige Erträge	317	271	46
Leistung	5.231	5.085	146
Materialaufwand	102	88	-14
Personalaufwand	3.471	3.277	-194
Abschreibungen	459	455	-4
Übrige Aufwendungen	1.216	1.180	-36
Aufwendungen für die Leistung	5.248	5.000	-248
Ergebnis	-17	85	-102
Finanzergebnis	36	171	-135
Ertragssteuern	7	9	2
Jahresfehlbetrag	12	247	-235



Gewinn- und Verlustrechnung 2020–2024

	2020 Euro	2021 Euro	2022 Euro	2023 Euro	2024 Euro
Einnahmen					
Einnahmen aus dem wirtschaftlichen Geschäftsbetrieb					
Langfristige Projekte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kurzfristige Projekte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Verwaltungskostenpauschale DIK Prüfgesellschaft mbH	513.982,23	511.755,00	525.447,93	504.000,00	505.690,13
Erträge aus Beteiligungen	100.000,00	34.250,00	99.000,00	171.000,00	35.625,47
Einnahmen aus der gemeinnützigen Tätigkeit					
Langfristige Projekte	2.598.302,97	2.207.022,18	1.920.828,65	2.066.145,19	2.308.025,47
Kurzfristige Projekte	185.424,99	70.612,99	4.530,00	26.412,60	800,00
Mitgliederbeiträge	244.102,00	227.167,00	223.750,00	226.818,00	234.435,00
Einnahmen aus Lehrtätigkeit	211.866,00	301.553,00	481.332,00	565.120,80	589.456,00
Betriebsmittelförderung Land	700.000,00	1.100.000,00	1.100.000,00	1.450.000,00	1.209.000,00
Erhöhung des Bestands an unfertigen Leistungen	-76.702,00	73.880,00	-23.160,00	-24.480,00	65.760,00
Sonstige betriebliche Erträge	207.349,72	267.386,98	255.502,07	270.655,52	317.431,93
Sonstige Zinsen und ähnl. Erträge	20,90	5,03	10,79	98,49	8,68
Ausgaben					
Aufwendungen für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe	59.009,61	54.074,38	71.253,83	87.493,76	102.468,56
Personalaufwand	3.495.310,93	3.388.548,71	3.241.360,48	3.277.205,74	3.470.543,82
Abschreibungen	304.779,07	381.365,93	414.848,43	454.272,39	458.571,56
Sonstige betriebliche Aufwendungen	982.966,95	956.041,54	975.256,56	1.180.224,85	1.216.271,09
Aufwendungen für bezogene Leistungen und Zinsen	287,15	709,00	686,38	383,91	0,00
Steuern vom Einkommen und Ertrag	9.772,68	8.695,87	7.804,32	9.097,35	6.762,14
Sonstige Steuern	52,00	60,40	76,00	71,00	88,25
Gesamteinnahmen	4.684.346,81	4.793.632,18	4.587.241,44	5.255.770,60	5.266.232,68
Gesamtausgaben	4.852.178,39	4.789.495,83	4.711.286,00	5.008.749,00	5.254.705,42
Ergebnis	-167.831,58	4.136,35	-124.044,56	247.021,60	11.527,26



Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e. V.
DIK Prüfgesellschaft mbH



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