



2025

Geschäftsbericht

Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e. V.
Hannover

DIK Prüfgesellschaft mbH
Hannover

Geschäftsbericht **2025**

**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.	5
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 2025	10
Aus- und Weiterbildung	20
Weiterbildungsstudium Kautschuktechnologie (Zertifikatsstudiengang).....	20
Personalien im WBS.....	20
DIK-Fortbildungskurse.....	21
Ausgewählte Publikationen und Vorträge 2025	22
Auszug aus der Publikationsliste	22
Vorträge 2025	23
Poster	23
Zahlen und Fakten des DIK e. V.	24
Ertragslage.....	24
Gewinn- und Verlustrechnung 2021–2025.....	25

Vorwort

Sehr geehrte Mitglieder,
sehr geehrte Geschäftspartnerinnen und Geschäftspartner,
sehr geehrte Förderinnen und Förderer des Instituts,

im Geschäftsjahr 2025 haben sich die bereits im Jahr 2024 abzeichnenden, durch die allgemeine politische Lage bedingten Unsicherheiten in Wirtschaft und Industrie für den DIK e. V. und die DIK Prüfgesellschaft mbH fortgesetzt. Insbesondere in der Prüfgesellschaft ist leider eine unbefriedigende Auftragslage zu verzeichnen. Hintergrund sind hier vor Allem die wirtschaftliche Situation der Automobilzulieferer und die Zurückhaltung der Medizingeräteindustrie im Bereich der Spurenanalyse. Dem defizitären Geschäftsabschluss für 2025 wird mit einer Personalreduzierung und zusätzlicher Akquise und Werbung um neue Kunden begegnet. 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 sich leider fortgesetzt hat. Bei der öffentlichen Förderung von Projekten sind die teilweise extrem langen Bearbeitungszeiten seitens der Förderstellen und die geringen Erfolgsquoten bei hohem Akquiseaufwand für einen positiven Bescheid zu bedauern. Erfreulich ist aber die im Rahmen der Forschungsstrategie des DIK erfolgreiche Bearbeitung und Start von neuen Forschungsprojekten im Bereich der Prozessdigitalisierung, dem 3 D-Druck von Elastomeren, Nanokomposite bzw. Verstärkung, Methodenentwicklung, Alterung, reversible Vernetzung 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 2025 zu einer guten nationalen und internationalen Reputation geführt.

Bezüglich notwendiger Investitionen in Maschinen, Geräte und die Infrastruktur des DIK konnten in Abstimmung mit dem ADK und dem Niedersächsischen Wirtschaftsministerium wichtige Weichen für die Jahre 2025 und 2026 gestellt werden. Dabei spielte auch die Evaluierung des DIK durch die Wissenschaftliche Kommission Niedersachsen zum Jahreswechsel 2024/2025 eine wichtige Rolle. Da insbesondere im Bereich der Verarbeitungstechnik viele Großgeräte wie Knet- und Walzen mit mehr als 30 Jahren Laufzeit an ihre Grenzen stoßen, besteht hier ebenso ein erheblicher Ersatzbedarf wie auch in der Chemie. Wichtige Analysengeräte wie GC-MS und LC-MS werden von den Herstellern auf Grund des Alters nicht mehr unterstützt (Out of Support), so dass diese je nach Zustand nicht mehr eingesetzt werden können. Gleiches gilt für die digitale Infrastruktur des DIK. Die Umsetzung dieser Investitionen war administrativ bedingt in 2025 nicht möglich, kann aber endlich in 2026 erfolgen.

Für die fortwährende und gute Unterstützung gilt besonderer Dank dem ADK und dem Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Bauen 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 für das Engagement im Bereich der IGF-Projektförderung.

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 angewandte Grundlagenforschung sowie Aus- und Weiterbildung konzentrieren, werden in der ausgegliederten DIK Prüfgesellschaft mbH industrienähe, 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 2025 aus 86 ordentlichen Mitgliedschaften 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 und Bauen, der Wirtschaftsverband der Deutschen Kautschukindustrie wdk e.V., der Arbeitgeberverband der Kautschukindustrie ADK e.V., die Deutsche Kautschuk-Gesellschaft DKG e.V. und die Leibniz Universität Hannover. Weitere vier Mitglieder werden von der Mitgliederversammlung aus dem Kreis führender Persönlichkeiten der Kautschukwirtschaft gewählt. Im Jahr 2025 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

Thomas Holzer

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 vier Mitgliedern. Dem Vorstand des Vereins gehören der hauptamtliche Geschäftsführer als Vorsitzender, ein Vertreter der DKG 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 DKG e. V.,
Frankfurt

Jörg Lautenbach

Arbeitgeberverband der deutschen
Kautschukindustrie ADK e. V.,
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 sieben 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

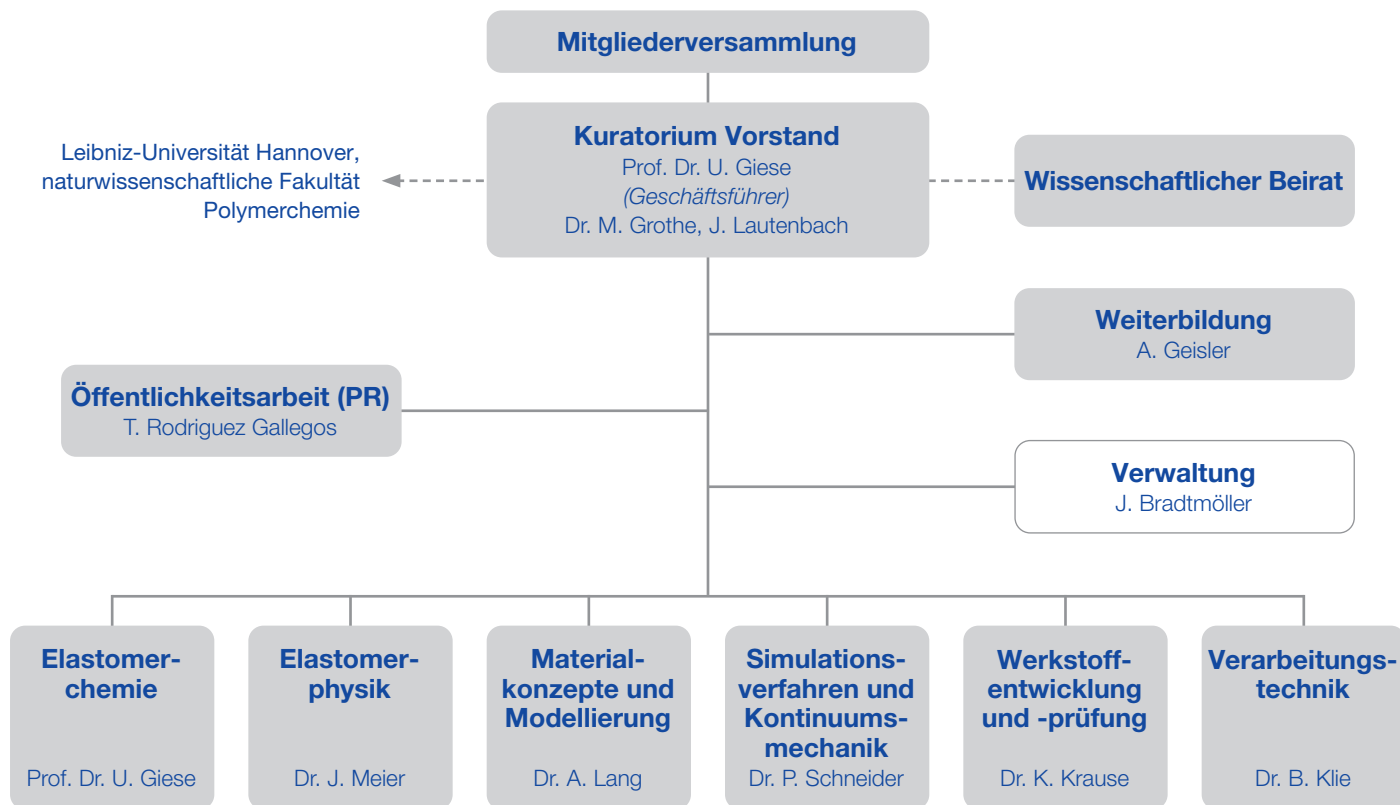
Dr. Thomas Hanel

Pirelli Tyre S.p.A.

Personalstand und Organigramm

Insgesamt verzeichnete das DIK e. V. am 31.12.2025 einen Personalbestand von 54 Mitarbeitenden, davon 27 Festangestellte im technischen Bereich, Verwaltung, Zentrale Dienste sowie 27 wissenschaftliche Mitarbeitende. Die Zahl der Mitarbeitenden der Prüfgesellschaft mbH lag zum selben Zeitpunkt bei 24.

Organigramm DIK e.V.



Abteilungsleiter

Prof. Dr. Ulrich Giese
Abteilung Elastomerchemie (EC)

Dr. Jens Meier
Abteilung Elastomerphysik (EP)

Dr. Andrej Lang
Abteilung Materialkonzepte und Modellierung (MM)

Dr. Patrick Schneider
Abteilung Simulationsverfahren und Kontinuumsmechanik (SK)

Dr. Kevin Krause
Abteilung Werkstoffentwicklung und Prüfung (WE)

Dr. Benjamin Klie
Abteilung Verarbeitungstechnik (VT)

Jan Bradtmöller
Verwaltung (VW)

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 B und Kategorie C akkreditiert. Mit dem Überwachungsaudit der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkKs) im November 2025 wurde die DIK Prüfgesellschaft mbH die erfolgreiche Anwendung und Verbesserung des QM-Systems mit einer sehr positiven Beurteilung bescheinigt.

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, Prüfungen zur Bestimmung von N-Nitrosaminen in Raumluft, in polymeren Matrices und in Bedarfsgegenständen aus Elastomeren und Kautschuk sowie auf Prüfungen von Eluaten und Extrakten aus Arzneimitteln und Werkstoffen (Leachables & Extractables).

Öffentlichkeitsarbeit

Die Öffentlichkeitsarbeit des DIK wurde im Jahr 2025 konsequent weiterentwickelt und ausgebaut. Aktuelle Informationen und Berichte erschienen regelmäßig auf LinkedIn, Instagram, YouTube sowie im DIK-Newsletter. Darüber hinaus wurde im Juli 2025 die Mitgliederinformation *DIK-Aktuell* veröffentlicht.

Die Bewerbung der Seminare und Kurse wurde durch neu gestaltete Flyer sowie die Fortbildungsbroschüre 2025 unterstützt. Über die Homepage informiert das DIK kontinuierlich über aktuelle Entwicklungen aus dem Institut, wissenschaftliche Veröffentlichungen sowie Vorlesungs- und Vortragstätigkeiten auf nationaler und internationaler Ebene. Darüber hinaus finden Interessierte dort Informationen zu Master- und Promotionsarbeiten sowie zu aktuellen Forschungsprojekten und wissenschaftlichen Themen. Ergänzt wird die Öffentlichkeitsarbeit durch Anzeigen und Fachbeiträge in ausgewählten Fachzeitschriften.

Kooperationspartner

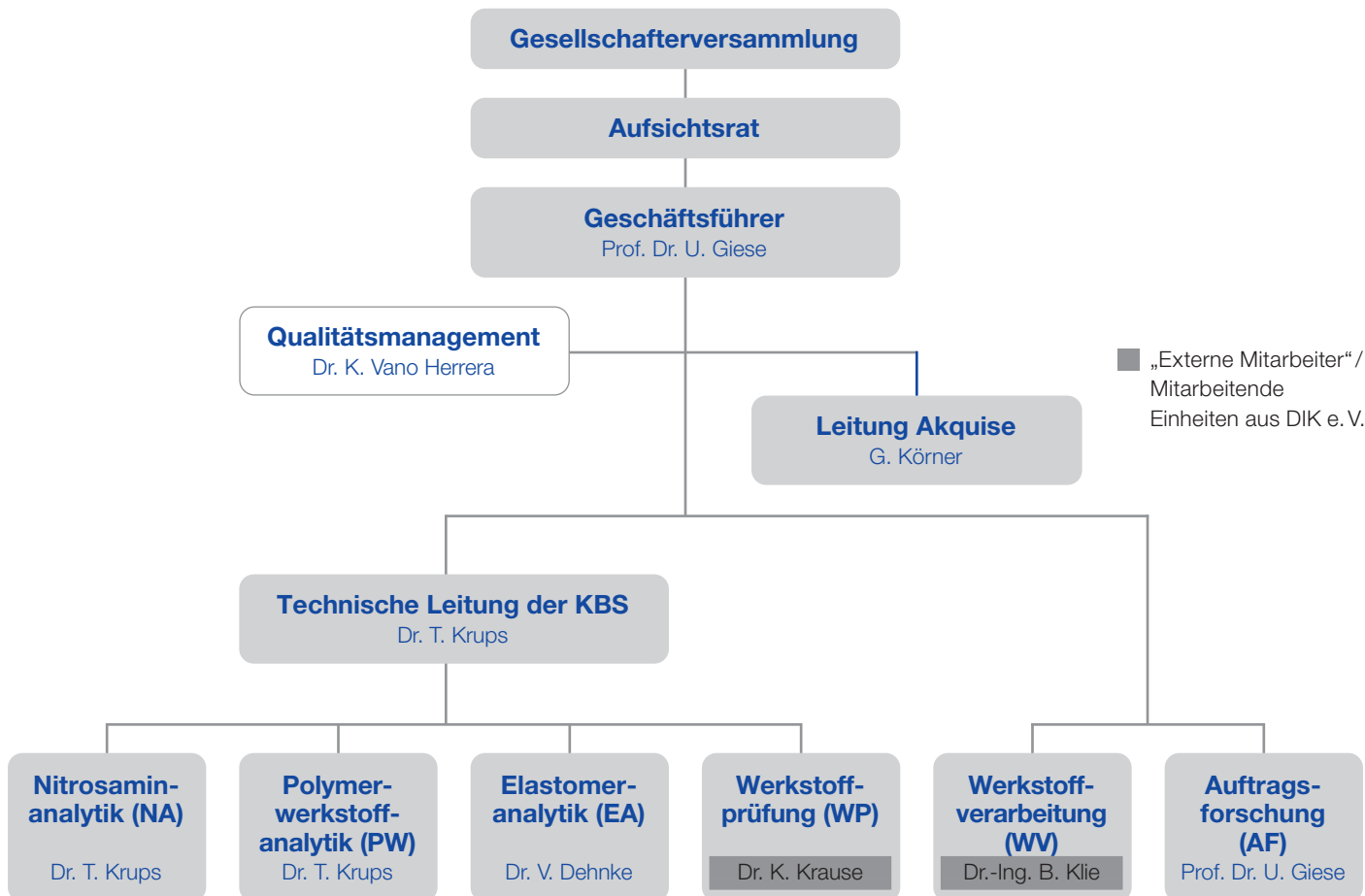
Das DIK pflegt für den wissenschaftlichen Austausch bei Tagungen und Konferenzen seit vielen Jahren internationale Kontakte. Erfolgreiche Kooperationen, auch in Verbindung mit dem Austausch von Doktoranden, bestehen insbesondere mit folgenden Institutionen:

- 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), Tyres Europe
- 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 2025

Einsatz alternativer Additive in der Reifenindustrie

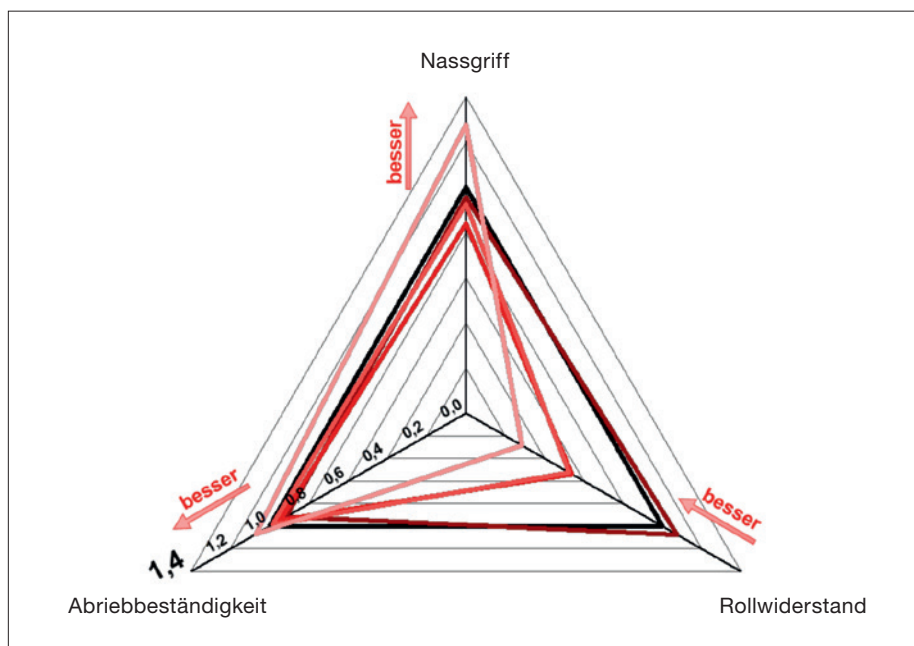
Auftraggeber: Industrie
Laufzeit: 03/2022 – 04/2026

Additive spielen in der Entwicklung elastomerer Materialien und insbesondere bei der Entwicklung von Reifenlaufflächen eine zentrale Rolle. Sie ermöglichen die gezielte Steuerung der Verarbeitbarkeit sowie des Eigenschaftsprofils und tragen dazu bei, Werkstoffe an spezifische Anforderungs- und Einsatzbedingungen anzupassen.

Regulatorische Anforderungen und der Trend zu nachhaltiger Mobilität erhöhen den Bedarf an ressourceneffizienten und energieoptimierten Reifenlösungen und fördern damit die Entwicklung und den Einsatz alternativer Additive.

Vor diesem Hintergrund untersucht das Projekt das Potenzial alternativer Additive zur Verbesserung zentraler Leistungsindikatoren (siehe Abbildung) von Reifenlaufflächen. Im Fokus stehen dabei insbesondere die Optimierung des Rollwiderstands, des Nassgriffs sowie der Abriebbeständigkeit.

Zentrale Leistungsindikatoren für Entwicklung von Elastomermaterialien für Reifenlaufflächen.



Untersuchung der Traktion von Laufschuhsohlen

Auftraggeber: Industrie
Laufzeit: 05/2025 – 12/2025

Die Auswahl geeigneter Laufschuhe stellt einen wesentlichen Faktor für die Laufökonomie sowie die Prävention laufbedingter Verletzungen dar. Neben Eigenschaften wie Dämpfung und Stabilität beeinflussen insbesondere das Schuhgewicht und die Griffigkeit der Laufsohle die Leistungsfähigkeit und Sicherheit von Läuferinnen und Läufern. Eine unzureichende Bodenhaftung kann die biomechanische Effizienz beeinträchtigen und gleichzeitig das Risiko von Stürzen sowie Fehlbelastungen erhöhen. Insbesondere auf nassen, glatten oder unebenen Untergründen kommt der Traktion zwischen Schuhsohle und Laufoberfläche eine entscheidende Bedeutung zu.

Vor diesem Hintergrund untersucht das vorliegende Projekt die Reibungseigenschaften von Schuhsohlenmaterialien, um Rückschlüsse auf die Traktionsfähigkeit kompletter Laufschuhe zu ermöglichen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen dazu beitragen, die Entwicklung und Optimierung von Schuhsohlenmaterialien gezielt zu unterstützen und damit die Sicherheit sowie die Leistungsfähigkeit im Laufsport zu verbessern.

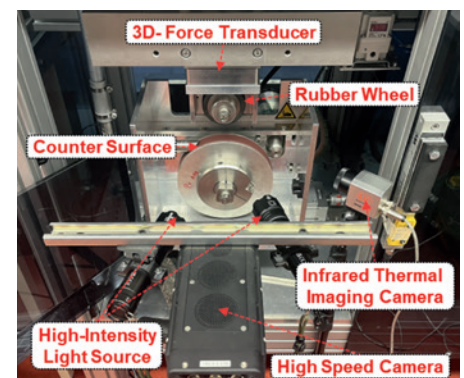
Untersuchung von Reifenreibung und Traktion mithilfe fortschrittlicher experimenteller Techniken und neuer theoretischer Konzepte

Auftraggeber: Industrie
Laufzeit: 06/2023 – 08/2026

Reibung spielt in zahlreichen technischen Anwendungen eine zentrale Rolle. Der Reifen stellt dabei den größten Anwendungsbeereich für Elastomere dar, deren tribologische Eigenschaften gezielt optimiert werden müssen. Die zugrunde liegenden Reibungsmechanismen sind jedoch hochkomplex und lassen sich bislang nur eingeschränkt theoretisch beschreiben.

Das Projekt setzt an dieser Stelle an und entwickelt aufbauend auf aktuellen Fortschritten im physikalischen Verständnis und in der Modellierung von Reibmechanismen elastomerer Materialien eine Vorhersagemethode zur Beschreibung der Traktionseigenschaften von Reifen unter variierenden Betriebsbedingungen. Zentrale Voraussetzungen hierfür sind ein detailliertes Verständnis der Kontaktmechanik zwischen Elastomeren und rauen Oberflächen sowie eine hinreichend genaue Beschreibung der viskoelastischen Materialeigenschaften.

Ziel ist die Entwicklung einer Methode, die die wesentlichen tribologischen Einflussgrößen berücksichtigt und dadurch eine verbesserte Vorhersage des Reibungs- und Traktionsverhaltens ermöglicht. Das soll mit geeigneten Validierungsexperimenten, wie in der Abbildung gezeigt, verglichen werden.



Coesfeld Friction and Wear Tester (CFWT) mit diversen Zusatzkameras, um sowohl die Temperatur als auch das Deformationsfeld zu bestimmen.

Entwicklung von Elastomer-Cellulose-Nanokompositen für Leichtbauanwendungen

Projektträger: DLR

Laufzeit: 11/2025 – 10/2027

Kautschukindustrie ist bisher stark auf verstärkende Füllstoffe wie Ruß und Kieselsäure angewiesen. Insbesondere Ruß ist ein über einen Verbrennungsprozess (z.B. Furnace Verfahren) gewonnener Füllstoff fossilen Ursprungs – was zu einem entsprechend ungünstigen CO₂-Footprint über den gesamten Lebenszyklus von rußhaltigen Elastomeren führt und im Widerspruch zu den zunehmend strengeren Nachhaltigkeitszielen im Automobil- und Industriesektor steht. Ähnliches gilt für gefällte hochverstärkende Kieselsäure, die durch energieintensive Verfahren hergestellt wird.

Cellulose bietet als häufigstes Biopolymer der Erde eine erneuerbare, CO₂-neutrale Alternative als Füllstoff mit dem Potenzial, sowohl den ökologischen Fußabdruck als auch das Bauteilgewicht von Kautschukprodukten zu reduzieren – und trägt damit direkt zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs in gewichtsoptimierten Anwendungen bei.

Die zentrale wissenschaftliche Herausforderung des Projekts besteht in der Kompatibilisierung der polaren Cellulose mit der unpolaren Kautschukmatrix. Zu diesem

Zweck werden verschiedene kommerziell erhältliche Cellulose Typen – mikrofibrillierte (MFC), nanofibrillierte (NFC) und nanokristalline Cellulose (CNC) – über etablierte industrielle Mischverfahren wie Innenmischer und alternativ im Latex-Mischen eingearbeitet und hinsichtlich ihrer Verarbeitbarkeit und Verstärkungswirkung verglichen.

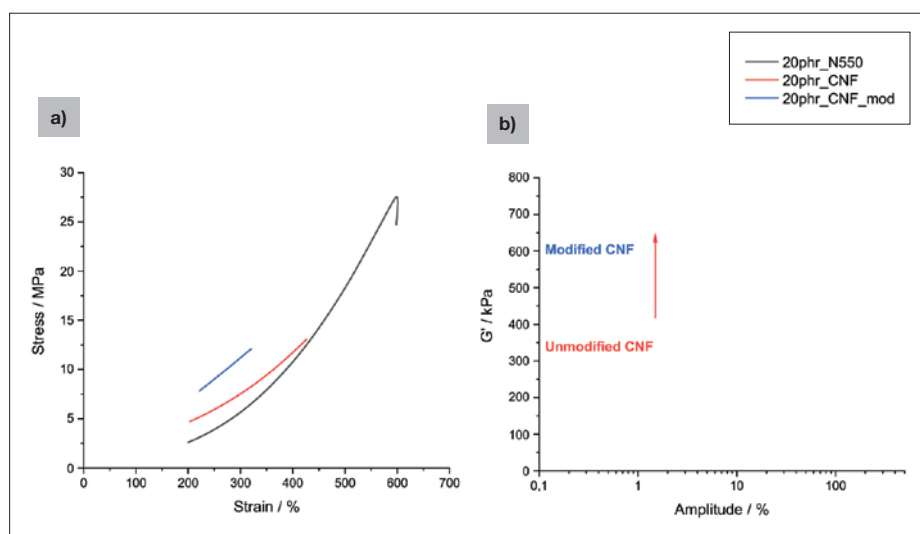
Ein wesentlicher Projektschwerpunkt liegt auf der chemischen Oberflächenmodifizierung der Cellulose, die in ersten Versuchsergebnissen zu einer deutlichen Verbesserung der mechanischen Eigenschaften geführt hat. Aufbauend auf diesen Befunden werden Mischrezepturen sowie Modifizierungs- und Verarbeitungsprotokolle systematisch optimiert, mit dem Ziel, Cellulose als praxistauglichen alternativen Füllstoff zu etablieren. Ergänzend werden Hybridsysteme untersucht, in denen Cellulose konventionelle Füllstoffe wie Silica oder Ruß partiell ersetzt. Neben den mechanischen Eigenschaften werden dabei auch die resultierenden Verbunddichten erfasst, da ein partieller Füllstoffaustausch sowohl die Ökobilanz als auch das Leichtbaupotenzial der Compounds gezielt verbessert. Die Dispersion und auch die Polymer-Füllstoffwechselwirkung lassen sich u.a. über schwingungsrheologische Messungen wie die Bestimmung des Schermoduls als Funktion der Verformungsamplitude und durch Zug-Dehnungsmessungen untersuchen. Ausgewählte Ergebnisse sind in u. a. in der Abbildung dargestellt.

Effizienz von Ozonschutzmitteln in Kautschukmatrices – Regulierung von p-Phenylendiaminen

Auftraggeber: Industrie

Laufzeit: 08/2021 – 07/2025

Elastomerwerkstoffe sind unabdingbar für dynamisch beanspruchte, temperatur- und medienbeständige Bauteile. Ihre Lebensdauer wird durch externe Faktoren, wie Ozon-, Sauerstoff- und Temperatureinfluss sowie einwirkende Lastkollektive, maßgeblich beeinflusst. Diese Einflüsse führen zu funktionslimitierenden Materialveränderungen, die irreversibel sind und im schlimmsten Fall zu einem Ausfall des Bauteils führen können. Aufgrund ihrer Mikrostruktur stellt der Einfluss von Ozon insbesondere für Dien-Kautschuke, wie z.B. NR, BR, NBR und SBR, ein großes Problem dar. Nur durch die Zugabe von Ozonschutzmitteln oder von gesättigten Polymeren (soweit ausreichend verträglich) kann der Ozonangriff am Kautschuk verhindert werden. Der Schädigungsmechanismus ist eine elektrophile Addition des Ozons an Doppelbindungen, z.B. des Polymerrückgrats mit anschließenden Degradationsreaktionen. In den letzten Jahrzehnten haben sich spezielle p-Phenylendiamine wie z.B. „6PPD“ aufgrund ihrer hervorragenden kombinatorischen Schutzwirkung gegen Ozon und Sauerstoff bewährt, aktuell steht insbesondere 6PPD jedoch aufgrund seiner ökologischen und toxikologischen Bedenklichkeit in der Diskussion (REACH). An dieser Stelle besteht die Notwendigkeit, effiziente Ersatzstoffe zu finden und ihre Wirkungsweisen zu kennen. Ziel des Projektes war es, Alternativen zum etablierten Antiozonant 6PPD zu finden. Verschiedene unter strukturellen Aspekten ausgewählte Substanzen wurden an NR, SBR und NBR analysiert. Effizienztests unter definierter Ozonexposition wurden mit Untersuchungen zum Blooming- und Diffusionsverhalten verknüpft. Die Diffusion wurde mittels ATR-FT-IR erfasst, wobei Diffusionskoeffizienten und Aktivierungsenergien mit der Time-lag-Methode bestimmt wurden. Der Additivverbrauch wurde mittels GC-MS quantitativ erfasst und kinetisch ausgewertet. Temperatur, Kautschukmatrix und Additivmobilität beeinflussen den



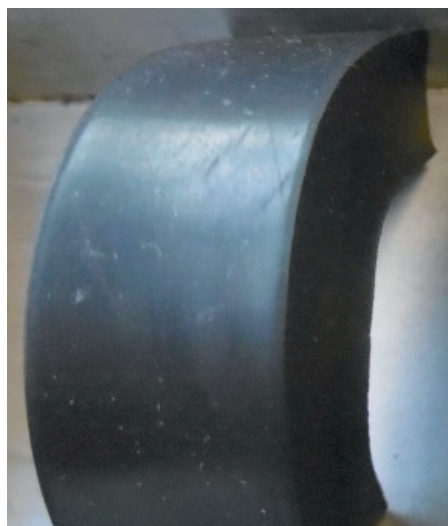
Vergleich ausgewählter (modifizierter) CNF mit N550

a) Zug-Dehnung

b) Amplitudensweep zur Charakterisierung des Payne-Effekts

Ozonschutz entscheidend. In NR und SBR wurde bereits bei geringen Einsatzmengen eines alternativen Antiozonants vollständiger Schutz erreicht, in NBR waren deutlich höhere Konzentrationen erforderlich. Das Diffusionsverhalten korrelierte mit dem *Blooming*, die Einsatzmengen ließen sich jedoch nicht allein aus den Diffusionskoeffizienten ableiten, entscheidend war das Zusammenspiel aus Diffusion, Reaktivität und Abbaugeschwindigkeit.

Insgesamt trägt diese Arbeit zu einem vertieften Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Transportprozessen, Abbauverhalten und Schutzwirkung von Antiozonantien unter praxisnahen Bedingungen bei und ermöglicht eine fundierte experimentelle Bewertung ausgewählter alternativer Additive im Kontext der europäischen Chemikalienregulierung, insbesondere nach der REACH-Verordnung.



Material ohne und mit Rissbildung nach Ozonexposition.

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

Gefördert vom BMFTR

Kooperationspartner:

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

Laufzeit: 05/2025–04/2029

Die klassische Kautschukverarbeitung ist auch in Zeiten von Industrie 4.0 weiterhin stark handwerklich orientiert. Ein im Fertigungsprozess möglichst frühzeitiges Erkennen von „Material außerhalb einer definierten Spezifikation“ verbessert die CO₂-Bilanz des späteren Formteils deutlich. In der energieintensiven kautschukverarbeitenden Industrie können durch eine digitale Überwachung und Steuerung der Verarbeitungsschritte weitreichende Einsparpotenziale bezüglich Rohstoffe und Primärenergie erschlossen werden.

Das Ziel des Forschungsvorhabens *DIPONI* ist es, den gesamten Fertigungsprozess eines Elastomerbauteils in der Extrusion digital abzubilden und über eine integrierte Steuerungs-KI Ausschussraten und Anfahrereffekte 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 Kaut-

schukmischung 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 und geometrisch stabile Formteile für den definierten Einsatzzweck produzieren 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 Infrastruktur der Plattform MaterialDigital (PMD DataPortal) als „Workflow-App“ verfügbar gemacht.

Durch den im Projekt geplanten holistischen Digitalisierungsansatz des Prozesses entlang der Wertschöpfungskette eines Form-

teils werden entsprechend des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) innerhalb des Forschungsvorhabens die ersten drei Stufen der Abfallhierarchie: Abfallvermeidung, Wiederverwendung und Recycling separat adressiert und in das neuronale Netzwerkmodell des Verarbeitungsprozesses integriert. Eine Rückführung von „schadhaftem“ Material zieht je nach Produktionsfortschritt (unvulkanisierte Kautschukmischung vs. vulkanisiertes Formteil) weitere zwischengeschaltete Verarbeitungsschritte nach sich. 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).

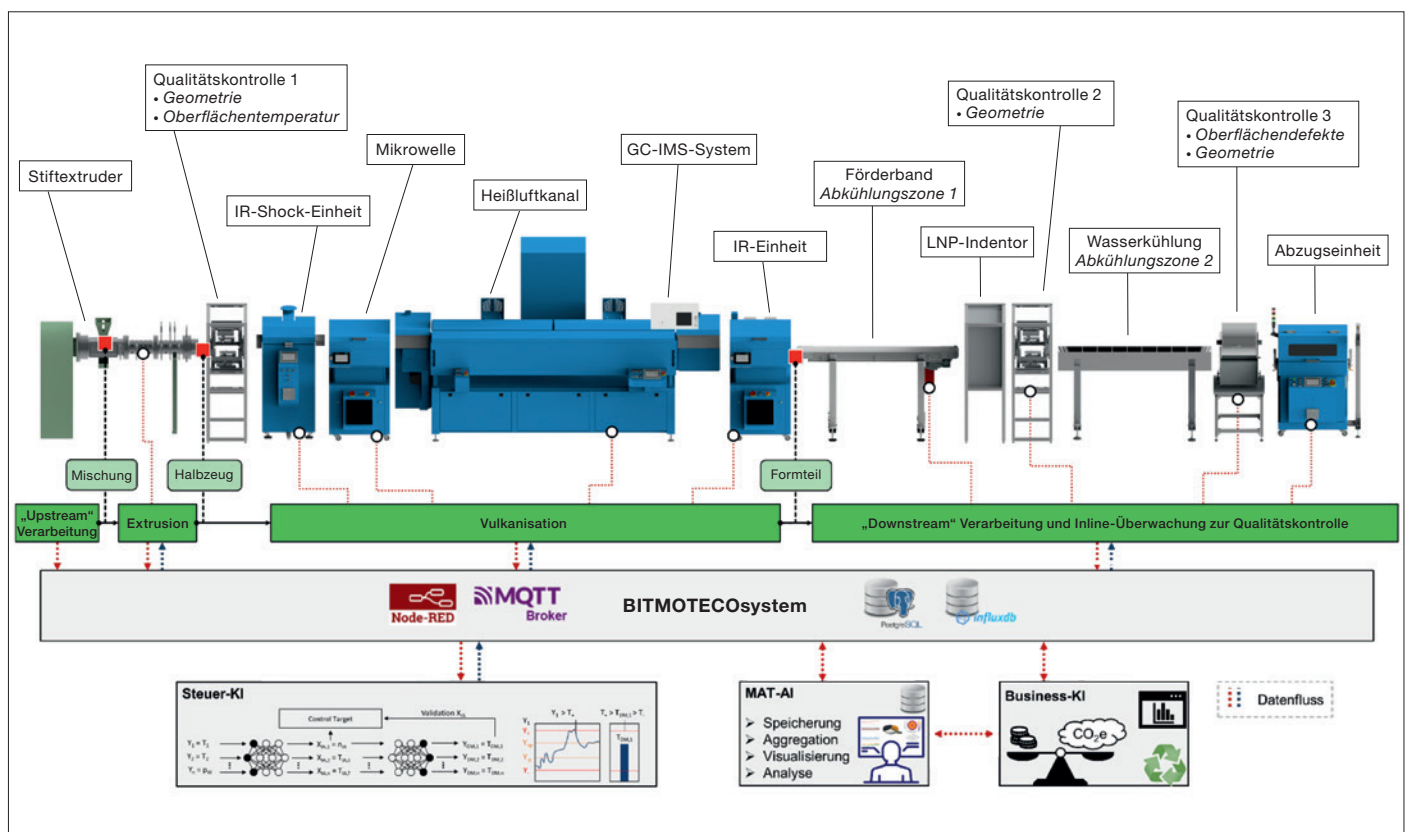
Um die Übertragbarkeit der im wissenschaftlichen Maßstab realisierten Prozesskette auf industrierelevante Anwendungen zu prüfen, wird die Messkette im weiteren Projektverlauf im Betrieb eines Kautschukverarbeiters aufgebaut. Die Anbindung der Maschinen an ein neuronales Netz wird dabei durch

Nutzung des IoT-Systems (*Fa. 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 semantische Interoperabilität der kautschukspezifischen Ontologie soll diese um Acrylatkautschuk-basierte Rezepturen erweitert werden (*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.



Schematische Darstellung der digitalisierten Prozessstrecke und der Datenströme

Untersuchung des dynamischen und akustischen Dämpfungsverhaltens von Elastomerschäumen – Moosgummi II

Projekträger: Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF), DLR PT
Kooperationspartner: Universität Siegen, Fakultät IV, Department Maschinenbau, Lehrstuhl für Festkörpermechanik
Laufzeit: 03/2024 – 08/2026

Viele Elastomer-Komponenten bestehen aus geschäumtem Material und nicht aus konventionellem porenfreiem „Vollmaterial“. In der Regel kommen dabei überwiegend geschlossen-porige Elastomerschäume, sogenanntes Moosgummi zum Einsatz. Gegenüber dem Vollmaterial sorgt das Aufschäumen insbesondere dafür, dass sich beim Verformen eines Bauteils auch das Volumen ändern kann, was insgesamt zu einem „weicheren“ Bauteil führt und beispielsweise für Dichtungsanwendungen von Vorteil ist. Weiter verbessern sich die thermischen und akustischen Isolationseigenschaften, was eine Funktionsintegration erlaubt und damit Moosgummi zum Material der Wahl für Anwendungen wie z. B. Autotürdichtungen macht. Insbesondere durch die Elektromobilität ändern sich hier die Anforderungen bezüglich der Dämpfung von extern eingetragenen mechanischen Schwingungen (Körperschall) so, dass ein Neudesign erforderlich wird. Der Industrie mangelt es jedoch an effektiven Berechnungsmodellen um solche Bauteile auszulegen.

Hier gibt es auf der einen Seite rechnerisch sehr aufwändigen Multiskalenmethoden wie die FE^2 -Methode, welche auf normalen Workstations für reale Bauteile kaum praktikabel ist, im akademischen Bereich auf Cluster-Architekturen aber beeindruckende Ergebnisse liefert. Auf der anderen Seite gibt es einfache phänomenologische, effektive (homogenisierte) Materialmodelle deren Prädiktionsgenauigkeit deutlich geringer ist, die aber vor allem auch bei einer Änderung der Mikrostruktur eine neue experimentelle Charakterisierung erfordern, die aufwändig und kostenintensiv ist. Multiskalenmodelle erfordern dagegen nur eine einmalige Charakterisierung des Vollmaterials. Dies ist in der Praxis ein erheblicher Vorteil, da die

Porenstruktur von klassischen Moosgummi-Bauteilen stark variieren kann. Bereits im Projekt Moosgummi (I) setzte das DIK daher auf einen Mittelweg: Eine Multiskalenmodellierung, bei der das Mesoskalenproblem auf einer einfachen Geometrie – einer Hohlkugel – definiert ist, für welche eine analytische Näherungslösung bekannt ist. Durch diese kann der Rechenaufwand gegenüber der FE^2 -Methode sehr stark reduziert werden, so dass Auslegungen auf industrieüblichen Workstations ermöglicht werden. Gleichzeitig muss nur das Vollmaterial experimentell charakterisiert werden. Während im ersten Moosgummi Projekt (21080 N) „Experimentelle Untersuchungen und Erweiterung der kontinuumsmechanischen Modellierung von geschäumten Elastomeren“ die statische Deformation im Vordergrund stand, wird im aktuellen Projekt (01F23158N) das dynamische Materialverhalten bis in den akustischen Frequenzbereich genauer untersucht. Das entwickelte Rechenmodell wird um dynamische Masseneffekte erweitert. Auch wurde bereits identifiziert, dass das Modell bei Scherspannungszuständen vergleichsweise ungenau ist. Daher wurde eine Erweiterung mittels einer numerischen Spektralmethode implementiert, welche die Prädiktionsgüte

in diesen Fällen entscheidend verbessert, während der numerische Aufwand nur moderat erhöht wurde, siehe Abb. 1. Da die Näherungslösung aus Moosgummi I bereits die Verschiebungsrandbedingungen erfüllt, muss der zusätzliche Anteil aus der Spektralmethode homogene Randbedingungen erfüllen, siehe Abb. 2. Das Modell wird im Projekt auch mit einem einfachen phänomenologischen Surrogate-Modell verglichen und einem Modell welches anhand von Simulationen von statistisch äquivalenten Schaumgeometrie kalibriert wird, um das für Anwender beste Modell zu identifizieren. Flankiert wird Projekt dabei von umfangreichen Parameterstudien zur strukturierten Ermittlung des Einflusses der Mikrostruktur und Simulationen von realen Moosgummi-Bauteilen um die Praxistauglichkeit zu evaluieren.

Mit dem jetzigen Projektpartner, dem Lehrstuhl für Festkörpermechanik der Universität Siegen (Prof. Kerstin Weinberg) wurde zudem bereits vor Ende des Projektes ein Fortsetzungsantrag über die DKG beim Projekträger eingereicht. Im geplanten Projekt Moosgummi III sollen Druckbelastungen und stoßartige Beanspruchungen in den Fokus rücken, um auch Anwendungen im Bereich von Stoßisolationssystemen zu erschließen.

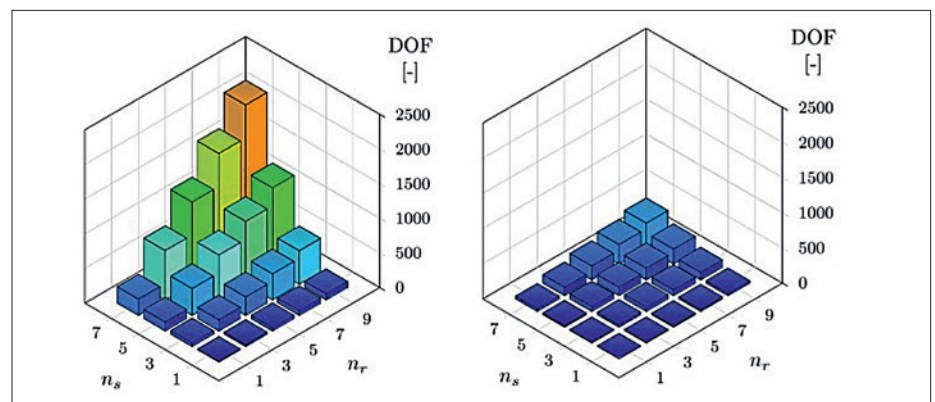


Abb. 1: Numerische Freiheitsgrade (DOFs) des Mesoskalenproblems bei Variation der Ordnung der radialen (n_r) und sphärischen (n_s) Ansatzfunktionen ohne (links) und mit (rechts) Ausnutzung der Symmetrien der Lösung.

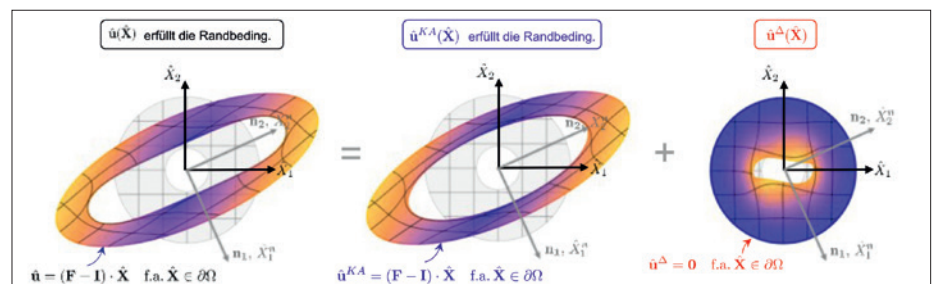
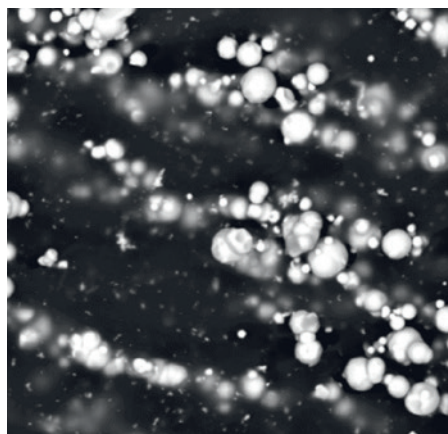


Abb. 2: Zerlegung des Mesoskalenproblems in die Näherungslösung aus Moosgummi I und einem zusätzlichen Anteil, welcher mittels einer Spektralmethode berechnet wird.

Entwicklung und Optimierung magnetorheologischer Elastomere für Anwendungen in Schwingungssystemen

Auftraggeber: Industrie
Laufzeit: 04/2024–12/2025

Um zukünftigen Herausforderungen mit intelligenten Lösungen zu begegnen, werden sogenannte Smart Materials zunehmend wissenschaftlich untersucht und bereits gezielt in technischen Anwendungen eingesetzt. Magnetosensitive Elastomere (MSE) zählen zu dieser Materialklasse. Durch die Einbettung magnetischer Partikel in eine Elastomermatrix können ihre mechanischen Eigenschaften unter dem Einfluss eines äußeren Magnetfelds gezielt verändert werden. Solche Materialien ermöglichen eine adaptive Regelung von Steifigkeit und Dämpfung und eignen sich daher für den Einsatz in semi-aktiven Dämpfersystemen. Voraussetzung für eine hohe Funktionalität ist jedoch eine gezielte Materialentwicklung und -vorbereitung, um ausreichend große Eigenschaftsänderungen und damit einen spürbaren Effekt in der Anwendung zu erzielen. Im Rahmen dieses Projekts werden magnetosensitive Elastomersysteme entwickelt und charakterisiert. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf dem Zusammenhang zwischen der Mikrostruktur, insbesondere der Anisotropie der magnetischen Partikelanordnung in der Polymermatrix, wie in der Abbildung dargestellt, und den resultierenden mechanischen Eigenschaften unter Magnetfeldeinfluss.



Anisotropie der Anordnung magnetischer Partikel in einer Polymermatrix.

OptiMold – Resource Optimized Injection Molding

Projekträger: CORNET-IGF-Projekt in Kooperation mit Bursa Uludag University (Türkei)
Laufzeit: 03/2023–02/2025, verlängert bis 08/2026

Ziel des Projektes OPTIMOLD ist die Steigerung der Vorhersagezuverlässigkeit von Elastomerbauteil-Spritzgussimulationen sowohl für das Prozessverhalten, daraus ableitbare Maschinenanforderungen, sowie erreichbare Artefakteigenschaften besonders hinsichtlich Produktionsfehlerminimierung. Hierzu werden effiziente rheologische Konzepte, sowohl der Modellbildung als auch der prüftechnischen Nachweisbarkeit, entwickelt und zusammengeführt. Das Gesamtkonzept zielt auf die relaxationszeitbasierte nichtlinear-viskoelastische Beschreibung des Materialverhaltens unter Einfluss von Temperatur, Druck, Schergeschwindigkeits-historie und Zeit, letzteres mit der Frage zur Korrelation mit Frontkontaktfestigkeiten. Zur Charakterisierung einer Druckabhängigkeit des rheologischen Verhaltens wurde eine Schlitzkapillare mit Druck- und Temperatursensoren gebaut und resultierende Messwerte mit einem erweiterten Carreau-Yasuda-Barus-WLF-Modell in plausibler Weise angepasst, wie in Abb. 1 zu sehen.

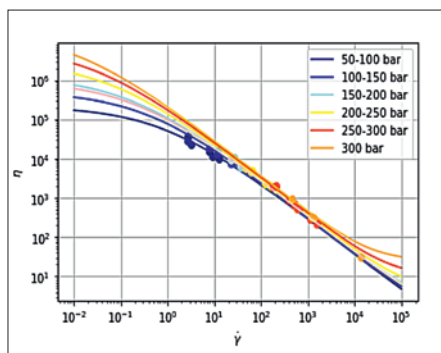


Abb. 1: Druckeinfluss auf die schergeschwindigkeitsabhängige Viskosität; Rußverstärkter EPDM; 80 °C

Wesentlich für die Erfassung zeitabhängigen Verhaltens sind Scheranlaufversuche, welche mit einem RPA (RPA Ultra, Bareiss) durchgeführt wurden. Dabei tritt wie exemplarisch in Abb. 2 für einen EPDM-Compound dargestellt, unter höheren Schergeschwindigkeiten eine deutliche Spannungsspitze (overshoot) bei ca. 20 ms auf, wodurch bereits eine erste Schätzung für

eine Relaxationszeit vorgenommen werden kann. Um solche Effekte rheologisch zu beschreiben und auch in entsprechenden transienten Simulationen darstellen zu können wird hier das Rolie-Poly-Modell (Likhtman et. Al., Non-Newtonian Fluid Mech. 114, 2003, 1–12) herangezogen, welches molekular-rheologisch auf drei Relaxationszeiten fußt und sich in ersten Simulationen bereits als aussichtsreich sensitiv zeigt.

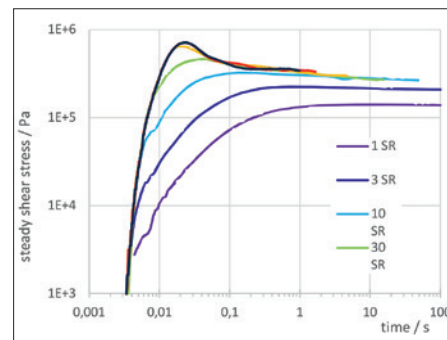


Abb. 2: Spannung im Scheranlaufversuch unter variabler Schergeschwindigkeit eines rußverstärkten EPDM-compound bei 70 °C

Im weiteren Verlauf wird noch untersucht, wie diese Relaxationszeiten die Stabilität der Kontaktfrontausbildung beeinflussen, wozu mittels einer Spritzguss simulationssoftware (Sigmasoft, Sigma Engineering) ein Formfüllprozess, wie in Abb. 3 zu sehen, ausgelegt und anschließend ein entsprechendes Spritzgusswerkzeug (M. Huber I.T.S.) angefertigt wurde. Die Anwendung dieses Werkzeugs und die Untersuchung der Frontkontakte stehen noch aus, ebenso die Betrachtung, wie die Frontkontaktfestigkeit unter verschiedenen thermisch variierbaren Vulkanisationsgeschwindigkeiten mit den zu identifizierenden Relaxationszeiten korreliert.

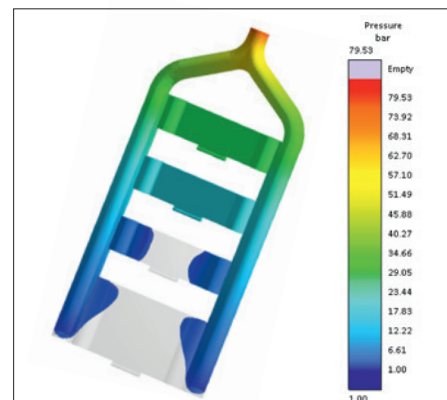


Abb. 3: Druckverteilung aus einer Füllsimulation mit SBR-Compound unter 150 °C Form-Temperatur und bei 80 % Füllgrad

Entwicklung von Polysaccharid-Kautschuk-Nanokompositen unter Verwendung von Naturkautschuk

Auftraggeber: Industrie
Laufzeit: 07/2024–06/2025

Moderne Elastomere müssen strenge Anforderungen hinsichtlich ihrer Funktionalität unter extremen Betriebsbedingungen erfüllen, darunter hohe mechanische Festigkeit, Oxidationsstabilität und eine lange Lebensdauer. Darüber hinaus legt das moderne Produktdesign für Reifen und technische Gummiteile den Schwerpunkt auf Gewichtsreduzierung, um die Energieeffizienz während der Lebensdauer zu verbessern. Um dies zu erreichen, ist eine geeignete Auswahl von Polymeren und Additiven, insbesondere von verstärkenden Füllstoffen, erforderlich. Herkömmliche nanoskalige Füllstoffe wie Ruß und gefällte Kieselsäure sind für die Verbesserung der Verschleißfestigkeit und Festigkeit unverzichtbar, stellen jedoch eine gewisse Umweltbelastung dar. Ruß ist fossilen Ursprungs, die Herstellung gefällter Kieselsäure ist äußerst energieintensiv. Im Gegensatz dazu bieten biobasierte Füllstoffe wie Polysaccharide eine nachhaltige Alternative mit geringer Dichte, die das Potenzial hat, den CO₂-Fußabdruck der Mischung deutlich zu verringern. Bei gleichem Füllstoffgehalt lassen sich erhebliche Gewichtseinsparungen erzielen, ohne dass die Verstärkungseigenschaften beeinträchtigt werden. Eine praktikable Strategie ist die Verwendung von 1,3-verknüpfter Polyglucose, dem sogenannte α -1,3-Glucan. 1,3-Glucan kommt in verschiedenen natürlichen Quellen wie Pilzen vor und kann ausgehend von einem weit verbreiteten Ausgangsmaterial, das eine Saccharosequelle enthält, durch enzymatische Polymerisation synthetisiert werden. Konkret wird die in der Saccharose enthaltene Glukose direkt und selektiv zu α -1,3-Glucan polymerisiert (siehe Schema, Abb. 1). Glucan ist im Gegensatz zu z.B. nanofibrillierter Cellulose eher von sphärischer Struktur und keine Faser.

Glucan liegt in einer wässrigen Suspension vor und wird daher sinnvollerweise über ein Latexmischverfahren in NR eingearbeitet und anschließend co-coaguliert. Das Coagulat kann anschließend direkt oder besser als Masterbatch in Kombination mit her-

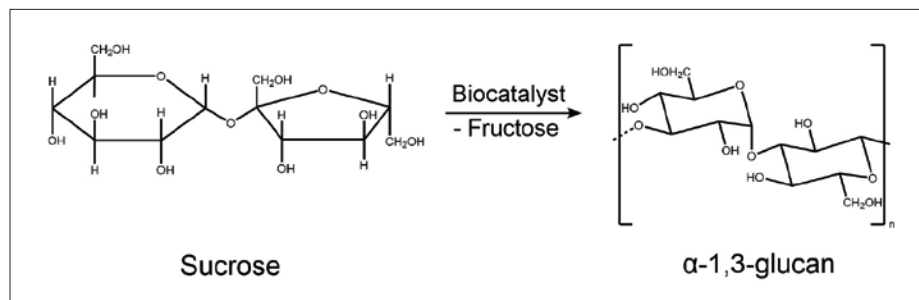


Abb. 1: α -1,3-Glucan aus der enzymatischen Polymerisation.

kömmlichen Schmelzmischverfahren weiterverarbeitet werden.

Zur Optimierung der Füllstoff-Polymer-Wechselwirkungen werden in Verbindung mit der Einarbeitung des Masterbatches in einen NR-Compound Triethoxy-alkylsilane oder entsprechende Mercaptosilane eingesetzt. Mit S/CBS vernetzte Glucan-haltige NR-Vulkanisate wurden umfassend hinsichtlich der physikalischen Daten charakterisiert.

Die Abbildung 2 zeigt Spannungswerte bei 100 bis 300 % Dehnung von NR-Vulkanisaten mit 93 phr Glucan unter unterschiedlichen Silanisierungen. Es wurde festgestellt, dass ein Mercapto-Silan die Polymer-Glucan am wirksamsten verbessert.

Aufgrund der geringeren Dichte von Glucan (1,5 g/cm³) im Vergleich zu Ruß oder Silica (1,8 bzw. 2,0 g/cm³) kann dieses Verfahren zur Herstellung von hochgefüllten Naturkautschuk-Vulkanisaten mit vergleichsweise geringer Dichte genutzt werden. Dieser Ansatz ermöglicht bei gleichem Füllstoffgehalt Gewichtsparsnisse von 17 bzw. 25 %.

Literatur

- [1] A. Adibi, J. Kim, J. Mok, C. Lenges, Carbohydrate Polymers 2021, 267, 118234
- [2] W. Kuprewitz, U. Giese, J. Zlopasa, N. Behabtu, C. Lenges, KGK 3/26, 52 ff.

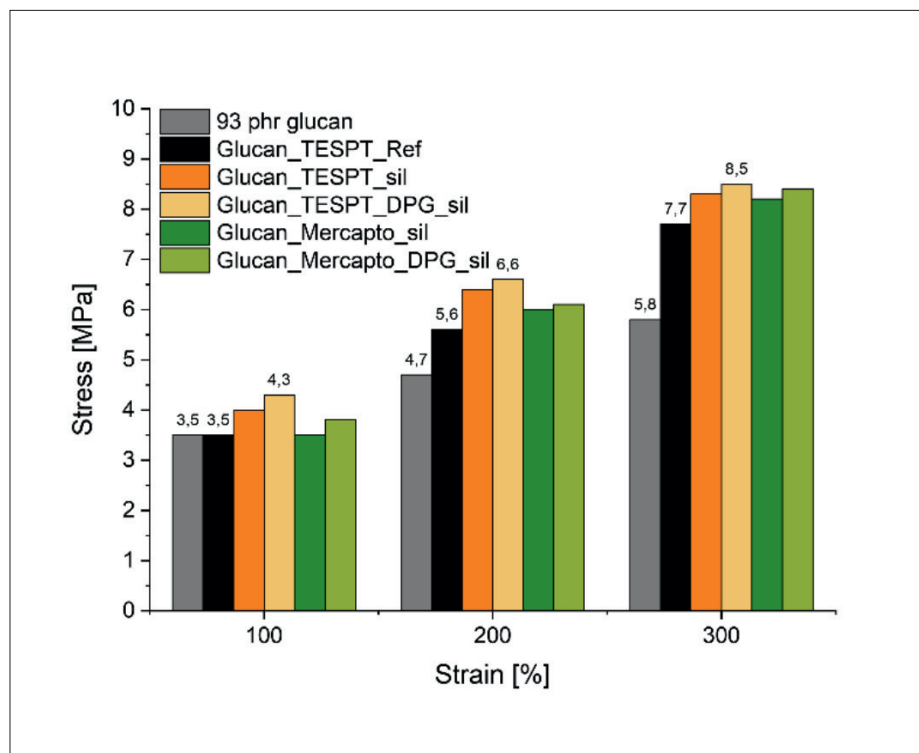


Abb. 2: Spannungswerte bei 100, 200 und 300 % Dehnung von NR-Glucan -Vulkanisaten mit unterschiedlicher Silanisierung. [2]

Projekt RecyBer - Hochleistungselastomere mit hoher Recycling-Fähigkeit

Projektträger: IGF (Cornet)

Projektpartner: CELABOR, Belgien, Universität Lüttich, Belgien

Laufzeit: 07/2023 – 12/2025

Zielsetzung des Projektes RecyBer war die Erhöhung der Recyklierbarkeit von Hochleistungselastomeren. Herausforderung dabei ist der Umstand, dass sich Elastomere auf Grund ihrer chemischen Struktur (bedingt durch den irreversiblen Vernetzungsprozess – Schwefelvulkanisation) nicht wie andere Materialien wie beispielsweise Metalle, Kunststoffe oder Glas aufschmelzen lassen. Aktuelle Bestrebungen zum Recycling von Elastomeren sind daher limitiert und resultieren in minderwertiger Qualität oder sind wenig effektiv. Um wirklich recyclingfähige Elastomere zu erhalten, muss daher direkt am Vernetzungsmechanismus angesetzt werden und dieser umstrukturiert werden. Dies wurde im Projekt RecyBer durch die

In Projekt RecyBer wurden die dynamisch reversiblen Netzknoten durch Einsatz carboxylierter Cellulose Nanofasern (cCNF) und epoxidiertem Naturkautschuk (ENR) gebildet (Abbildung 1). Die dadurch entstehenden β -Hydroxy-Ester sind in der Lage Umesterungsreaktionen auszuüben, wie in Abbildung 2 gezeigt.

Aktuelle Ergebnisse zeigen eine erfolgreiche Vernetzung, sowohl über Schmelzmischverfahren als auch über Co-Koagulation im Latex. Hierbei wurden annähernd physikalische Werte typischer Elastomermaterialien erreicht. Erste Recycling-Versuche (Eigenschaftserhalt von 50 %) haben gezeigt, dass dieses Material umformbar ist, aber die Effizienz der Vernetzung als auch der Umformungsreaktion weiter optimiert werden müssen. Neben ENR und CNF als Ausgangsmaterialien konnten auch durch Einsatz weiterer Materialien wie XNBR, XSBR und ENBR erfolgreich Esterbindungen als Netzknoten erzeugt werden. Beispielhaft ist dies in Abbildung 3 anhand von Rheometerkurven zur Darstellung des Vernetzungsprozesses für die Reaktion von XSBR mit ENR gezeigt.



Abb. 1: Reaktion von cCNF mit ENR.



Abb. 2: Umesterungsreaktion.

Entwicklung reversibler und dynamisch austauschbarer chemischer Bindungen umgesetzt. Die so entstehenden Materialien werden als Vitrimere bezeichnet. Sie vereinen die mechanischen Eigenschaften und Lösungsmittelbeständigkeit klassischer Thermosets mit der Wiederverarbeitbarkeit von Thermoplasten. Der entscheidende Mechanismus beruht auf assoziativen Austauschreaktionen: Eine neue kovalente Bindung wird geknüpft, bevor die alte bricht, sodass die Vernetzungsdichte im Material zu jeder Zeit nahezu konstant bleibt. Dies unterscheidet Vitrimere grundlegend von dissoziativen Systemen, bei denen ein temporärer Netzwerkabbau stattfindet.

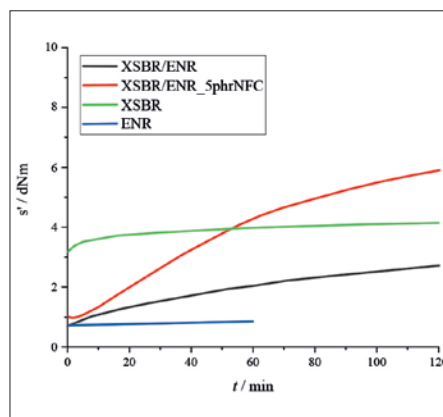


Abb. 3: Rheometerkurven von XSBR, ENR, XSBR+ENR sowie XSBR+ENR+cCNF.

Qualifizierung von metallischen Werkstoffen in Wasserstoffatmosphäre unter zyklischen Lasten

Förderstelle: N-Bank, Niedersachsen
Kooperationsprojekt mit Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover

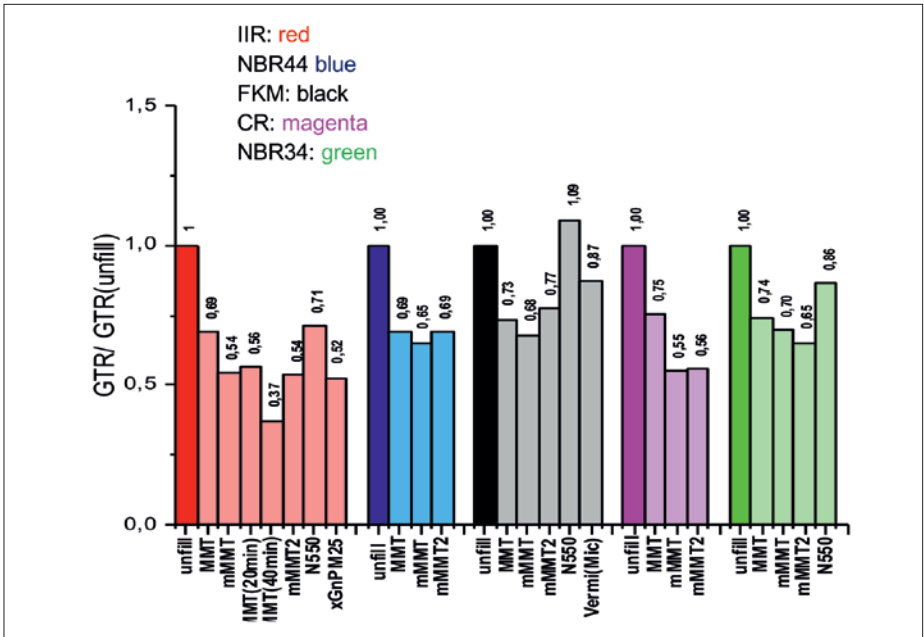
Laufzeit: 08/2022 – 06/2025

Die Nutzung von grünem Wasserstoff ist eine der Schlüsseltechnologien für den Klimaschutz. Wasserstoff ist in der Lage sowohl zeitliche als auch räumliche Schwankungen, die bei Produktion und Verbrauch regenerativer Energien natürlicherweise entstehen, auszugleichen und somit als Energiespeicher zu fungieren. Der Einsatz von Wasserstoff ist durch die erforderlichen hohen Drücke in Speichersystemen und negativer Auswirkungen auf die Festigkeit und Sprödigkeit metallischer Werkstoffe (Wasserstoffkorrosion) sowie durch eine hohe Permeationsdichtigkeit eingesetzter Elastomerdichtungen mit Risiken verbunden. Entsprechend sind elastische wasserstoffdichte Schutzbeschichtungen und Dichtungsmaterialien notwendig. Eine Schwierigkeit für eine hohe Barrierewirkung von Elastomeren gegenüber Wasserstoff liegt in der geringen Molekülgröße und der damit verbunden hohen Diffusionsfähigkeit. Die Wasserstoffdurchlässigkeit wurde für verschiedene reine Kautschuke mit folgendem Ranking als Ergebnis gemessen:

EPDM > NBR (34 % ACN) $\approx$ CR > ACM > FKM > IIR > ECO > NBR (44 % ACN)

Da bei elastomeren Werkstoffen die Verringerung des freien Volumens, die Reduzierung der Kettenbeweglichkeit und die Verlängerung der Diffusionswege die Dichtigkeit des Materials erhöhen, wird über Variation der Polymermatrix und des verwendeten Füllstoffes eine maximal hohe Permeationsdichtigkeit erreicht werden. Als Füllstoffe werden insbesondere plättchenförmige Materialien mit hohem Aspektverhältnis wie Schichtsilikate funktionalisiert, originär und Graphen-Platelets im Vergleich zur Ruß eingesetzt (Abbildung auf der nächsten Seite). Durch den Einsatz verschiedener Mischverfahren, insbesondere auch eines Latexmischverfahrens mit dynamischer Co-Koagulation werden hohe Barrierewirkungen in Butylkautschuk (Füllstoffinkorporation über

Sekundärlatex), NBR und in CR erzielt. Die Variation verschiedener Grundpolymere mit dem Füllstoff „Montmorillonit (MMT)“ und chemisch modifizierten MMT ergibt Gastransporttraen (GTR), die im Vergleich zu ruß-gefüllten Elastomeren deutlich reduziert sind.



Gastransportraten für Wasserstoff für verschiedene Montmorillonit/Kautschuk-Systeme

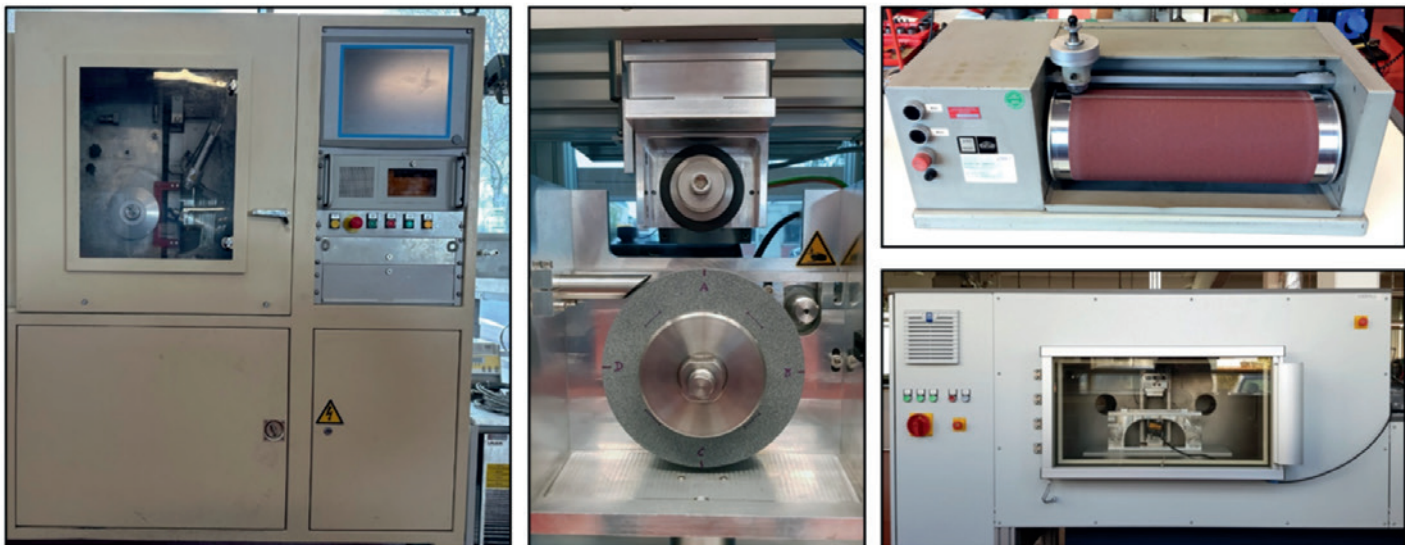
Verständnis der Abriebphänomene zwischen Reifenlaufflächenmaterialien und starren Oberflächen

Auftraggeber: Industrie
Laufzeit: 10/2023 – 09/2026

Neben den Reibungseigenschaften spielt auch das Abriebverhalten eine entscheidende Rolle für die Leistungsfähigkeit von

Reifen. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der EURO7 – Regulierung interessant. Zu den wesentlichen Einflussfaktoren zählen unter anderem die Reifenbelastung, die Straßenbeschaffenheit, die Witterungsbedingungen sowie die Materialzusammensetzung. Diese und weitere Faktoren führen zu unterschiedlichen Abriebmechanismen, die abhängig von den Einsatzbedingungen einzeln oder in Kombination auftreten können. Das Projekt nutzt die vielfältigen ex-

perimentellen Möglichkeiten des DIK (siehe Abbildung), um unter kontrollierten Laborbedingungen die wesentlichen Einflussgrößen des Abriebverhaltens zu identifizieren und ein vertieftes Verständnis der zugrunde liegenden Mechanismen zu erarbeiten. Auf dieser Basis werden neue Vorhersagemethoden entwickelt, die eine effizientere und nachhaltigere Entwicklung innovativer Materialien ermöglichen.



Verschiedene Möglichkeiten am DIK Abriebmessungen durchzuführen (von oben-links: VMI LAT100, Coesfeld Friction and Wear Tester, DIN-Abriebtester der Firma Frank 11565, Coesfeld Linear Friction Tester)

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 berufs-
begleitend organisierten „Weiterbildungsstudium Kautschuktechnologie“ insgesamt bisher
693 Studierende (Stand 31.12.2025) 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 makro-
molekularen 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, praxis-
nahen Übungen und Demonstrationen, die im und vom DIK durchgeführt werden. Begleitend
finden vom DIK organisierte Exkursionen zu namhaften Geräteherstellern, Gummiverarbeitern
und Kautschukherstellern statt. Die Lehrinhalte gliedern sich in folgende Schwerpunkte:

A Grundlagen der Chemie und Technologie von Kautschukwerkstoffen

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 des natürlichen und synthetischen Kautschuks, Technolo-
gie der Elastomerverarbeitung – Compounding, Füllstoffe, Chemikalien (Vulkanisation, An-
wendungsbezogene Rezepturgestaltung und Compounding zur Elastomerherstellung, Füll-
stoffe in der Elastomertechnologie, Chemische Reaktionen in der Elastomerverarbeitung,
Umweltrelevante Aspekte bei Compounding und Entsorgung), Festigkeitsträger für Elasto-
merprodukte, Verfahren zum Prüfen von Kautschuk und Elastomeren.

C Verfahren und Produktionstechnik der Kautschukverarbeitung

Verfahrenstechnische Grundlagen der Kautschukverarbeitung, Verfahrens- und Pro-
duktionstechnik der Kautschukverarbeitung: Halbzeugherstellung, Konstruktion und Her-
stellung technischer Elastomerprodukte, Möglichkeiten der numerischen Simulation zur Ab-
sicherung der Funktion von Elastomerprodukten.

D Konstruktionsgrundlagen und Eigenschaften von Elastomerprodukten

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

E Übungen und Demonstrationen an Kautschukverarbeitungsanlagen und Messgeräten

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

Personalien im WBS

Dr. Andreas Bischoff ist seit WS 2025/26 der Nachfolger von Prof. Robert H. Schuster.
Dr. Christopher Kohl hat die Vorlesung von Dr. Warskulat übernommen, ebenso Dr. Cristian
Oprisoni die Vorlesung von Dr. Weidenhaupt.

DIK-Fortbildungskurse

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

Fortbildungskurs „Kautschuktechnologie für Einsteiger“

Im Jahr 2025 wurde der Fortbildungskurs „Kautschuktechnologie für Einsteiger“ mit insgesamt 50 Teilnehmenden, aufgeteilt in vier 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, Naturkautschuk, Synthesekautschuke, Alterung, Spezialruß, Kieselsäuren, Vulkanisationschemikalien, Vulkanisation, neue Füllstoffe, TPE/TPV, Verträglichkeit, Phasenvermittler, Weichmacher, chemische Rohstoffcharakterisierung, Compounding, REACH. Der Rohstoff-Kurs fand im März 2025 mit 12 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: 14.

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 25 und 15 Teilnehmenden statt. Die Seminare „Spritzgießen“ sowie „Extrusion“ fanden mit jeweils 10 und 13 Teilnehmenden statt.

Fachseminare DIK

Die zusätzlich angebotenen Spezialkurse wie: „Elastomer- und Werkstoffanalytik“ und „Compounding“ fanden mit 10 und 11 Teilnehmenden statt. „Schadensanalyse an Elastomerbauteilen“ fand mit 15, „Rheologie von Elastomeren – ein Schlüssel zur Verarbeitung“ mit 10 Teilnehmenden statt.

Ausgewählte Publikationen und Vorträge 2025

Auszug aus der Publikationsliste

E. Testa, V. Barbera, E. Fasoli, U. Giese, M. R. Belviso, P. Rossini, D. Bruno, G. Tettamanti, M. Orlando, G. Molla, M. Casartelli, M. Galimberti

Electroconductive Bionanocomposites from Black Soldier Fly Proteins for Green Flexible Electronics

ACS Sustainable Chemistry Engineering 13 2388–2400

Lukas Schasse, Jens Meier, Edgar Schmidtke

Viscoelastic effects within the sound reflection of elastomer attenuation layers

Constitutive Models for Rubber XIII, CRC Press /A.Balkema, London eingereicht 325–329

Niklas Hanne, Christian Egelkamp, Jens Meier

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

Constitutive Models for Rubber XIII, CRC Press /A.Balkema, London eingereicht 228–232

Claude Arreyngang Tabe, Ulrich Giese

Investigation of the polymer silane coupling in model natural rubber/silica/silane systems, Kautschuk Gummi Kunststoffe 2 (2025) 41–48. Yakovlev, F. Fleck, S. Finger, M. Sztucki, H.A. Karimi-Varzaneh

Ilya Yakovlev, Frank Fleck, Sebastian Finger, Michael Sztucki, Hossein Ali Karimi-Varzaneh, Jorge Lacayo-Pineda, Ulrich Giese

Microscopic Endurance of Rubber Compounds Investigated by In Situ Ultra Small-Angle X-Ray Scattering, Journal Applied Polymer Science 2025, 0xe57755, <https://doi.org/10-1002/app.57755>, page 1–11

Ulrich Giese

Nanomaterialien (Kap. 3.1.7) in A. Limper, A. Holzer, F. Röthemeyer, F. Sommer: Kautschuktechnologie, Band 1, 4. Auflage, Carl Hansa Verlag GmbH, München 2025, S. 371 ff

Ulrich Giese

Vernetzungssysteme (Kap. 3.2) in A. Limper, A. Holzer, F. Röthemeyer, F. Sommer: Kautschuktechnologie, Band 1, 4. Auflage, Carl Hansa Verlag GmbH, München 2025, S. 376 ff.

Ulrich Giese

Alterungs-, UV- und Ozonschutzmittel (Kap. 3.4) in A. Limper, A. Holzer, F. Röthemeyer, F. Sommer: Kautschuktechnologie, Band 1, 4. Auflage, Carl Hansa Verlag GmbH, München 2025, S. 447 ff.

Vorträge 2025

J. Niers, U. Giese

Emissions from vulcanization – primary and secondary reaction products PhD Rubber Seminar 2025 Mailand, Italien 16.–18.06.2025

U. Giese

Chances and Limits of recycling of elastomer materials VDMA – Erfa Kreis Online 05.05.2025

U. Giese, A. Aschemann, B. Klie

Zukunft der Elastomerherstellung - Digitalisierung von Verarbeitungsprozessen FutureLab Summit Hamburg 10.07.2025

U. Giese, F. Schneider, A. Diekmann

Elastomer composites with high barrier properties in hydrogen application Rubbercon 2025 Stockholm, Schweden 09. – 11.09.2025

U. Giese, R. Meyer, S. Al Afif

Thermal oxidative aging of elastomers under dynamical load WETEF Shanghai, China 16. – 18.09.2025

U. Giese, R. Meyer, S. Al Afif

Effects of dynamic-mechanical load on thermal oxidative aging behavior of elastomers Jornadas – Latin American Conference of Rubber Bogota, Kolumbien 12. – 14.11.2025

U. Giese

Critical raw materials and ingredients of rubber compounds - Trends with regard to regulations Jornadas – Latin American Conference on Rubber Bogota, Columbien 12. – 14.11.2025

U. Giese, J. Laages

Limits and chances in rubber recycling IRC Bangkok, Thailand 01.–03.12.2025

Poster

A. Aschemann, O. Bodem, B. Klie, H. Wittek, P. Schneider, U. Giese

Digital Transformation in Polymer Processing, PMD-Vollversammlung, Berlin

J. Niers, U. Giese

Reduction, neutralization and analysis of odor causing emissions from elastomers 1. FutureLab Summit, Hamburg



Zahlen und Fakten des DIK e.V.

Ertragslage

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

	2025 TEUR	2024 TEUR	Ergebnis- veränderung TEUR
Erlöse aus wirtschaftlichem Geschäftsbetrieb	426	506	-80
Erlöse aus ideellem Bereich, Forschung und Lehre	4.882	4.342	540
Bestandsveränderungen	58	66	-8
Übrige Erträge	255	317	-62
Leistung	5.621	5.231	390
Materialaufwand	131	102	29
Personalaufwand	3.807	3.471	336
Abschreibungen	428	459	-31
Übrige Aufwendungen	1.272	1.216	56
Aufwendungen für die Leistung	5.638	5.248	390
Ergebnis	-17	-17	0
Finanzergebnis	0	36	-36
Ertragssteuern	6	7	-1
Jahresüberschuss/Jahresfehlbetrag	-23	12	-35

Gewinn- und Verlustrechnung 2021–2025

	2021 Euro	2022 Euro	2023 Euro	2024 Euro	2025 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	511.755,00	525.447,93	504.000,00	505.690,13	426.337,05
Erträge aus Beteiligungen	34.250,00	99.000,00	171.000,00	35.625,47	0,00
Einnahmen aus der gemeinnützigen Tätigkeit					
Langfristige Projekte	2.207.022,18	1.920.828,65	2.066.145,19	2.308.025,47	2.638.508,96
Kurzfristige Projekte	70.612,99	4.530,00	26.412,60	800,00	1.720,00
Mitgliederbeiträge	227.167,00	223.750,00	226.818,00	234.435,00	231.571,00
Einnahmen aus Lehrtätigkeit	301.553,00	481.332,00	565.120,80	589.456,00	340.715,00
Betriebsmittelförderung Land	1.100.000,00	1.100.000,00	1.450.000,00	1.209.000,00	1.668.000,00
Erhöhung des Bestands an unfertigen Leistungen	73.880,00	–23.160,00	–24.480,00	65.760,00	58.000,00
Sonstige betriebliche Erträge	267.386,98	255.502,07	270.655,52	317.431,93	254.567,90
Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge	5,03	10,79	98,49	8,68	2,85
Ausgaben					
Personalaufwand	3.388.548,71	3.241.360,48	3.277.205,74	3.470.543,82	3.806.637,04
Materialaufwand	54.074,38	71.253,83	87.493,76	102.468,56	130.683,60
Abschreibungen	381.365,93	414.848,43	454.272,39	458.571,56	427.711,99
Sonstige betriebliche Aufwendungen	956.041,54	975.256,56	1.180.224,85	1.216.271,09	1.271.696,10
Aufwendungen für Leistungen und Zinsen	709,00	686,38	383,91	0,00	0,00
Steuern vom Einkommen und Ertrag	8.695,87	7.804,32	9.097,35	6.762,14	5.560,00
Sonstige Steuern	60,40	76,00	71,00	88,25	90,00
Gesamteinnahmen	4.793.632,18	4.587.241,44	5.255.770,60	5.266.232,68	5.619.422,76
Gesamtausgaben	4.789.495,83	4.711.286,00	5.008.749,00	5.254.705,42	5.642.378,73
Ergebnis	4.136,35	–124.044,56	247.021,60	11.527,26	–22.955,97





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