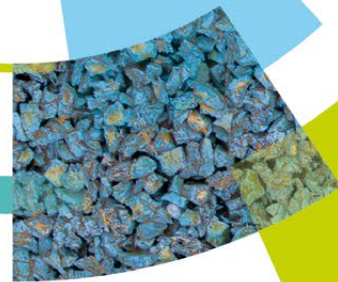


# MOVING IN CIRCLES

Kreislaufwirtschaft in der  
deutschen Kautschukindustrie



wdk

Wirtschaftsverband  
der deutschen  
Kautschukindustrie e. V.

# MOTIVATION

Die deutsche Kautschukindustrie setzt sich für Nachhaltigkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Gummi und Elastomeren ein. Ein zentraler Baustein ökologischer Nachhaltigkeitsbetrachtung ist der bewusste und sparsame Ressourcenverbrauch. Die Kautschukbranche unterstützt den „European Green Deal“ und den „Kreislaufwirtschaftsaktionsplan“ als politisches Schwerpunktthema der EU-Kommission.

Kautschuk – in seinem Ursprung als Naturkautschuk ein nachwachsender Rohstoff mit positiver CO<sub>2</sub>-Bilanz („Carbon Handprint“) – ist Basis langlebiger Produkte. Er garantiert Dauerhaftigkeit, Resistenz und Flexibilität. Er ist global in vielen – aber wenig sichtbaren – Einsatzgebieten unersetzlich. Kautschuk findet Anwendung nicht nur im Bereich der Elastomere, sondern auch im Bereich der thermoplastischen Elastomere (TPE). Als Rohstoff durch die EU als überlebensnotwendig eingestuft („kritischer Rohstoff“) und als Folgeprodukt in weiteren Lebenszyklen vielfältig einsetzbar, existiert für diese Werkstoffgruppe in Deutschland ein funktionierendes und sicheres Kreislaufwirtschaftskonzept.

**Das Leitmotiv dieses Konzeptes lautet: „Von Energie zu Energie“ („From Energy to Energy“). Energieträger werden in Kautschukprodukten überführt und die eingesetzte Primärenergie wird am Ende des Lebenszyklusses weitgehend zurückgewonnen.**

## **Die vorliegende Publikation**

- quantifiziert erstmals die Kautschuk-Stoffströme innerhalb Deutschlands,
- bildet das nationale Kreislaufwirtschaftssystem für Kautschuk und Elastomere in Deutschland ab und
- zeigt, wo staatliche Regulierung dieses funktionierende Kreislaufwirtschaftssystem unterstützt oder auch gefährdet.

## **Folgen Sie dem Weg des Kautschuks entlang seines Lebenszyklusses**

- von den Plantagen in Asien und Afrika,
- zu den Zwischenhändlern in den Erzeugerländern,
- von biobasierten Rohstoffen und
- von internationalen Raffinerien zu Chemieanlagen,
- zu den traditionsreichen Handelshäusern in Deutschland.

## **Von hier geht es in Deutschland zur Verarbeitung von Kautschukpolymeren in hochspezialisierte Unternehmen.**

### **Es folgen**

- bestimmungsgemäßer Gebrauch der Produkte,
- stoffliche Weiterverarbeitung,
- thermische Verwertung,
- Rückgewinnung von Ausgangsmaterialien.



ROHSTOFFE

1

WAREN-STRÖME

2

PRODUKTE

3

END OF LIFE

4

CRADLE TO GRAVE

5

POLITISCHES UMFELD

6

GLOSSAR

7

QUELLEN

8

# NATUR- KAUTSCHUK

Im 15. Jahrhundert durch spanische Konquistadoren in Südamerika schriftlich dokumentiert und zu Beginn des 16. Jahrhunderts erstmals nach Europa exportiert, wurde Wildkautschuk bis ins beginnende 20. Jahrhundert ausschließlich in südamerikanischen Regenwäldern geerntet. Kautschukplantagen gibt es seit 1904. Heute ist Asien Hauptanbauggebiet, gefolgt von Afrika. Auch wenn Mittel- und Südamerika ihr Alleinstellungsmerkmal des 19. Jahrhunderts verloren haben: Es gibt hier eine steigende Zahl an Naturkautschukplantagen.

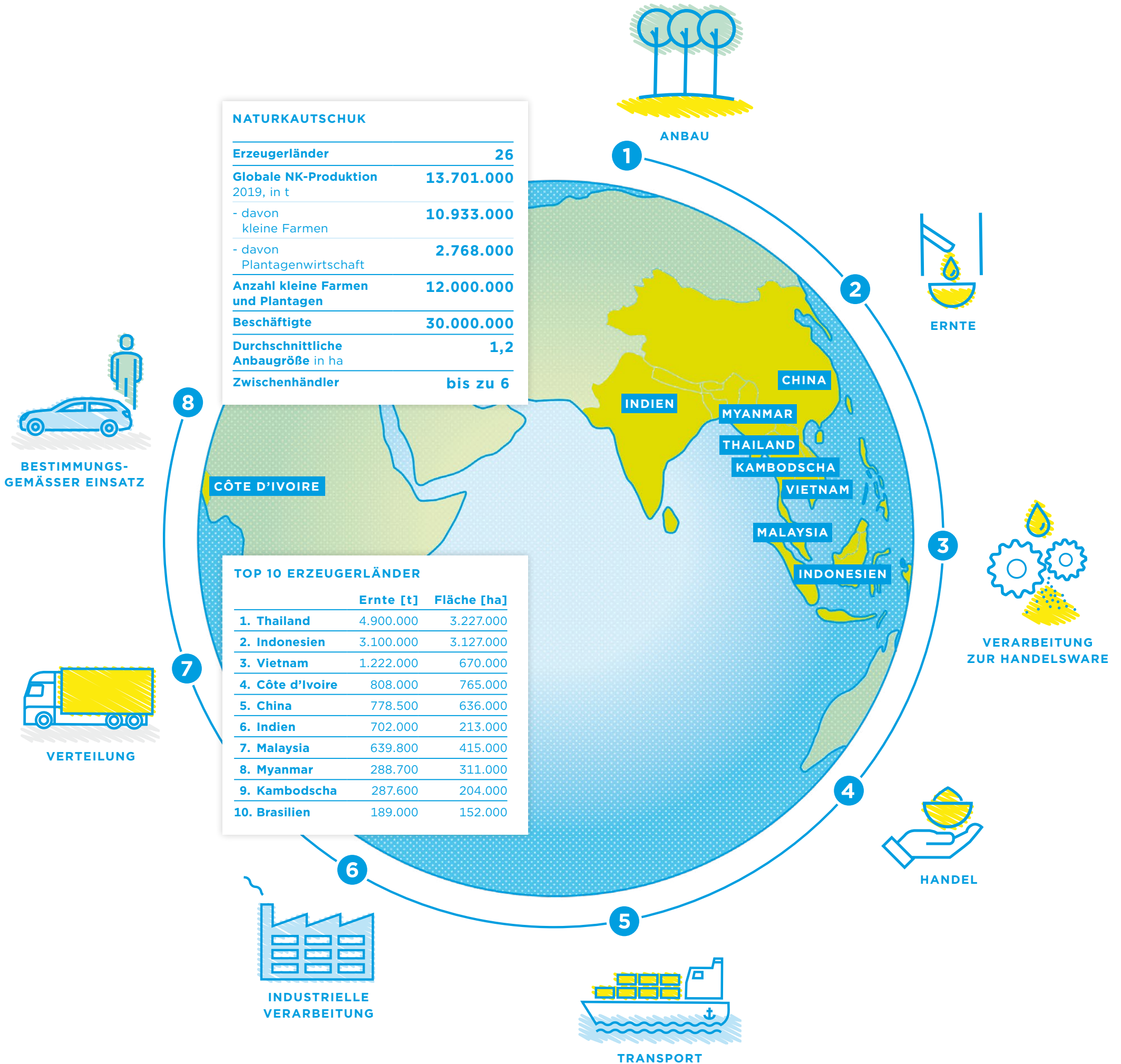
Die Gewinnung von Naturkautschuk ist auch heute in erster Linie Handarbeit. Das als „Tapping“ bezeichnete Anritzen der Bäume und Sammeln des Pflanzensaftes, Latex, geschieht von Hand. Die Trennung von Flüssigkeit und Feststoff mittels Gerinnung erfolgt in örtlichen Fabriken, bevor der Kautschuk in Form von Ballen („Sheets“ oder „Crepes“) oder als konzentrierter Flüssiglatex in den Export geht. Naturkautschukanbau und -ernte erfolgen hauptsächlich durch Kleinbauern („Smallholders“). 12 Millionen kleine Farmen mit insgesamt 30 Millionen Beschäftigten gibt es weltweit – für viele im ländlichen Raum ist der Kautschukanbau eine unverzichtbare Einnahmequelle. Daneben existieren auch große Plantagen, die von privaten Gesellschaften oder von staatlichen Organisationen betrieben werden. Zwei alternative Naturkautschuk-Quellen werden aktuell ausgebaut: Dandelion (Löwenzahn) sowie Guayule (Mexikanische Gummipflanze). Anbaubar mit weitgehendem Maschineneinsatz in nördlichen Breiten oder Wüstengebieten, wird dieser Kautschuk wegen bisher eingeschränkter Verfügbarkeiten nur für Spezialprodukte eingesetzt.

Der internationale Naturkautschukhandel befindet sich aktuell im größten Umbruch der letzten Jahrzehnte – hin zur Nachfrage nach ausschließlich nachhaltigem Kautschuk. Eine Stärkung der Nachhaltigkeit in der Wertschöpfungskette Naturkautschuk ist seit Jahren Gegenstand globaler Beratungen zwischen Erzeugern und Verbrauchern.

Besonderes Augenmerk richten die in Deutschland vertretenen Händler und Unternehmen auf ökologische Rahmenbedingungen in den Erzeugerländern – angesichts der Verdrängung von Urwald durch Landwirtschaft – sowie auf die Beachtung sozialer Standards – insbesondere im Hinblick auf Kinderarbeit. In Deutschland wird kein Kautschuk gehandelt oder verarbeitet, der im Verdacht steht, durch gewerbsmäßige Kinderarbeit geerntet worden zu sein. Immer wieder wird die Abhängigkeit der Kleinbauern von den Preisentwicklungen für Kautschuk an den Weltmärkten (spekulative Effekte) sowie von bis zu 6 lokalen Zwischenhändlerebenen beraten. Selbst wenn Verbraucher und internationale Händler höhere Preise zahlen, kommen diese beim Erzeuger nicht an, sondern versickern bei den lokalen Zwischenhändlern. Die Herausforderungen sind erkannt. Allerdings gibt es keine simplen Lösungen.

2014 hat die deutsche Kautschukbranche als weltweit erstes Kautschuknetzwerk eine Nachhaltigkeits-Charta verabschiedet sowie die Initiativen „Nachhaltig Berichten“ (2015) und „Nachhaltig Handeln“ (2019) gestartet ([www.wdk.de](http://www.wdk.de)). Ebenfalls 2014 wurde zwischen Regierungen, Wirtschaft und Verbänden unter Trägerschaft der International Rubber Study Group (IRSG) die Sustainable Natural Rubber Initiative vereinbart ([www.snr-i.org](http://www.snr-i.org)). 2019 haben sich Unternehmen, NGOs (non-governmental organizations) und Farmer in der Global Platform for Sustainable Natural Rubber (GPSNR) zusammengeschlossen. Ziel sind messbare Veränderungen in der Wertschöpfungskette ([www.gpsnr.org](http://www.gpsnr.org)).





### NATURKAUTSCHUK

<b>Erzeugerländer</b>	<b>26</b>
<b>Globale NK-Produktion 2019, in t</b>	<b>13.701.000</b>
- davon kleine Farmen	<b>10.933.000</b>
- davon Plantagenwirtschaft	<b>2.768.000</b>
<b>Anzahl kleine Farmen und Plantagen</b>	<b>12.000.000</b>
<b>Beschäftigte</b>	<b>30.000.000</b>
<b>Durchschnittliche Anbaugröße in ha</b>	<b>1,2</b>
<b>Zwischenhändler</b>	<b>bis zu 6</b>

### TOP 10 ERZEUGERLÄNDER

	Ernte [t]	Fläche [ha]
<b>1. Thailand</b>	4.900.000	3.227.000
<b>2. Indonesien</b>	3.100.000	3.127.000
<b>3. Vietnam</b>	1.222.000	670.000
<b>4. Côte d'Ivoire</b>	808.000	765.000
<b>5. China</b>	778.500	636.000
<b>6. Indien</b>	702.000	213.000
<b>7. Malaysia</b>	639.800	415.000
<b>8. Myanmar</b>	288.700	311.000
<b>9. Kambodscha</b>	287.600	204.000
<b>10. Brasilien</b>	189.000	152.000

# SYNTHESE- KAUTSCHUK

1909 gelang dem deutschen Chemiker Fritz Hofmann die erste patentierte Synthese von Kautschuk auf der Basis petrochemischer Rohstoffe. Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR) war der erste in industriellem Maßstab nutzbare „Synthesekautschuk“. Damit waren die Industriestaaten nicht mehr abhängig von der Verfügbarkeit von Naturkautschuk oder seinen Handelswegen. Waren die ersten verarbeiteten Synthesekautschuke nur für eingeschränkte Einsatzgebiete geeignet, so wurden in der Folge viele weitere Kautschuktypen durch synthetische Polymerisation hergestellt. Synthesekautschuke werden sortenrein oder als Mischungen verarbeitet in einer Vielzahl von Produkten eingesetzt.

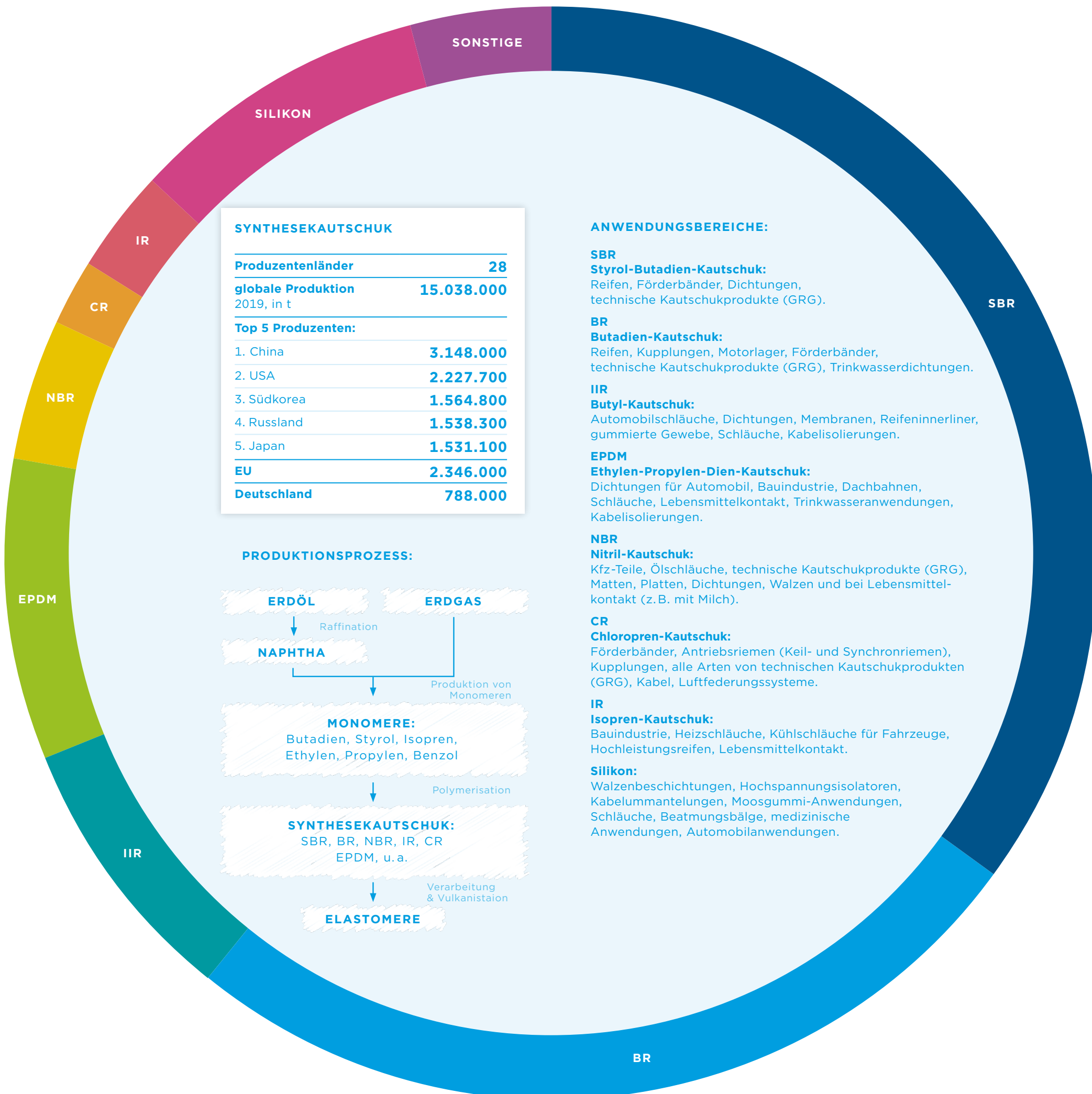
**Kautschukprodukte – aufgrund ihrer elastischen Eigenschaften auch chemisch als „Elastomere“ bezeichnet – sind in ihrer Resistenz gegen aggressive Beanspruchungen, Umwelteinflüsse oder Temperaturen durch kein anderes Material ersetzbar.**

Aufgrund ihrer Ausgangsprodukte – Erdöl und Erdgas – unterliegen Synthesekautschuke aus Sicht der Rohstoffgewinnung und Kreislaufwirtschaft den gleichen Rahmenbedingungen wie andere petrochemische Produkte. Die Verfügbarkeit fossiler Energieträger ist endlich, auch wenn neue Lagerstätten und Förderverfahren diese Endlichkeit hinauszögern.

Synthesekautschuk ist übrigens kein Substitut für Naturkautschuk. Beide Kautschuke haben ihre ganz speziellen Einsatzgebiete und lassen sich in Produkten nicht beliebig austauschen.

Mit Blick auf Verfügbarkeiten und Ressourcenverbrauch befassen sich zentrale Anbieter von Synthesekautschuken seit Jahren mit alternativen Rohstoffquellen. So kann Synthesekautschuk auch aus biobasierten Kraftstoffen gewonnen werden. Wie bei Biofuels insgesamt, so ist auch hier ein möglicher, unerwünschter Verdrängungswettbewerb zwischen „Tank und Teller“ zu beachten. Der Versuch eines deutschen Chemieunternehmens, im Großmaßstab auf Basis von brasilianischem Zuckerrohr hergestellten Synthesekautschuk im Markt zu etablieren, war zu dem gewählten Zeitpunkt nicht zuletzt aufgrund rückläufiger Rohölpreise wenig erfolgreich. Die Technik für einen biobasierten Umstieg in der Synthesekautschukproduktion ist also verfügbar. Entscheidend für die industrielle Anwendung sind jedoch Nachfrage und Rohstoffmarkt.

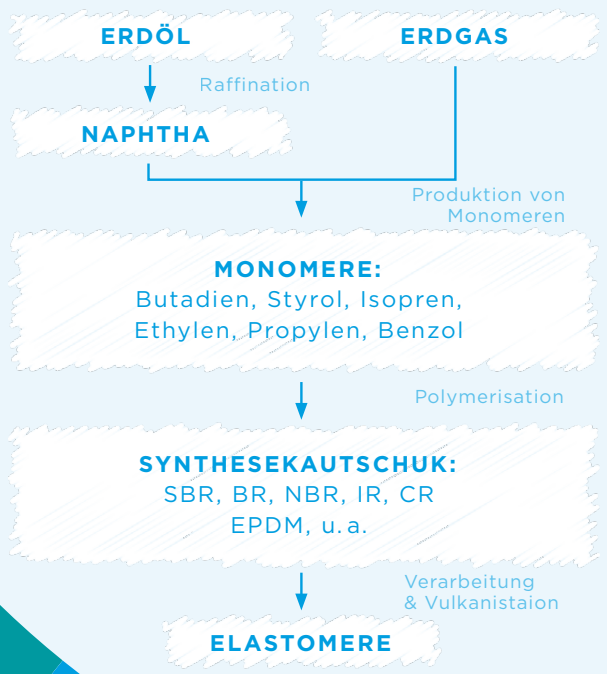
Der Nachhaltigkeit der Wertschöpfungskette Synthesekautschuk widmen sich aktuell das International Institute of Synthetic Rubber Producers IISRP sowie die International Rubber Study Group IRSG.



**SYNTHESEKAUTSCHUK**

<b>Produzentenländer</b>	<b>28</b>
<b>globale Produktion 2019, in t</b>	<b>15.038.000</b>
<b>Top 5 Produzenten:</b>	
1. China	<b>3.148.000</b>
2. USA	<b>2.227.700</b>
3. Südkorea	<b>1.564.800</b>
4. Russland	<b>1.538.300</b>
5. Japan	<b>1.531.100</b>
<b>EU</b>	<b>2.346.000</b>
<b>Deutschland</b>	<b>788.000</b>

**PRODUKTIONSPROZESS:**



**ANWENDUNGSBEREICHE:**

- SBR Styrol-Butadien-Kautschuk:** Reifen, Förderbänder, Dichtungen, technische Kautschukprodukte (GRG).
- BR Butadien-Kautschuk:** Reifen, Kupplungen, Motorlager, Förderbänder, technische Kautschukprodukte (GRG), Trinkwasserdichtungen.
- IIR Butyl-Kautschuk:** Automobilschläuche, Dichtungen, Membranen, Reifinnerliner, gummierte Gewebe, Schläuche, Kabelisolierungen.
- EPDM Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk:** Dichtungen für Automobil, Bauindustrie, Dachbahnen, Schläuche, Lebensmittelkontakt, Trinkwasseranwendungen, Kabelisolierungen.
- NBR Nitril-Kautschuk:** Kfz-Teile, Ölschläuche, technische Kautschukprodukte (GRG), Matten, Platten, Dichtungen, Walzen und bei Lebensmittelkontakt (z.B. mit Milch).
- CR Chloropren-Kautschuk:** Förderbänder, Antriebsriemen (Keil- und Synchronriemen), Kupplungen, alle Arten von technischen Kautschukprodukten (GRG), Kabel, Luftfederungssysteme.
- IR Isopren-Kautschuk:** Bauindustrie, Heizschläuche, Kühlschläuche für Fahrzeuge, Hochleistungsreifen, Lebensmittelkontakt.
- Silikon:** Walzenbeschichtungen, Hochspannungsisolatoren, Kabelummantelungen, Moosgummi-Anwendungen, Schläuche, Beatmungsbälge, medizinische Anwendungen, Automobilanwendungen.

# THERMO- PLASTISCHE ELASTOMERE

Die beiden Werkstoffgruppen der Thermoplaste (Kunststoffe) und der Elastomere (Gummi) werden in den letzten Jahren zunehmend von der Werkstoffgruppe der Thermoplastischen Elastomere (TPE) verbunden, die Eigenschaften aus den beiden zuvor genannten Werkstoffen verknüpft.

**TPE kombiniert die gummi-elastischen Eigenschaften der Elastomere mit den Vorteilen der Wiederaufschmelzbarkeit der Thermoplaste durch Temperaturzufuhr. Dabei ist ein wesentlicher Aspekt neben der schnellen und einfachen Verarbeitung zu den unterschiedlichen Produkten eben auch die Tatsache, dass ein gebrauchtes Teil wieder aufgeschmolzen und zu einem neuen Teil geformt werden kann.**

Zur Erzeugung von TPE sind auf der einen Seite neue Polymerkombinationen entwickelt worden, das heißt, der Molekülaufbau besteht aus elastischen als auch aus härtenden oder kristallisierenden Segmenten. Dies kann man sich als ein physikalisches Netzwerk vorstellen, das unter Wärme wieder aufgeschmolzen werden kann. Eine andere Konstruktion ist ein reiner Polymer-Compound. Das sind physikalische Mischungen aus einem harten Kunststoff mit einer elastischen (Kautschuk-) Komponente. Die Komponenten werden in der Schmelze vermischt, sodass äußerlich ein homogenes Material entsteht, das wieder verarbeitet werden kann. Eine weitere Form des Compounds wird angeboten, wo der elastische Anteil in sich chemisch vernetzt wird, um die Morphologie der Mischung auch bei der Verarbeitung stabil zu halten.

Kein existierendes Produkt kann das Eigenschaftsprofil eines anderen vollständig abdecken. So sind auch die TPE als Ergänzung im Werkstoffbaukasten der Industrie zu sehen. Allein die Hitzebeständigkeit der TPE reicht nicht aus, da diese Materialien irgendwann schmelzen. So sind sie als Ergänzung zu den Gummiprodukten zu verstehen, wenn nach einer technischen Lösung gesucht wird, die z. B. schnellere Verarbeitbarkeit, größere Designfreiheit oder bessere Einfärbbarkeit ermöglicht. Auch wenn diese Produktfamilien einen kleinen Marktanteil im Vergleich zu den Elastomeren haben, so finden sie sich in allen Lebensbereichen, teilweise etwas versteckt, wieder, wenn elastische Eigenschaften gefordert sind. Sie lassen sich leicht einfärben und sind innerhalb der gesamten Familie äußerst vielseitig. Das führt seit Jahren zu einem stetigen Wachstum der Werkstoffgruppe.

Die Edukte für die Herstellung der TPE sind wie bei den Synthesekautschuken Erdöl und Erdgas. Es sind vielfach die gleichen chemischen Bausteine, wie sie für die großen Mengenkunststoffe verwendet werden. Mittlerweile sind einige Alternativen auf dem Markt, wo diese chemischen Bausteine aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. In der Hauptsache sind das Getreide und Mais, aber auch Zucker oder Rizinusöl. Natürlich ist der technische Aufwand zur Herstellung dieser Stoffe aus Pflanzen höher als bei den seit Jahrzehnten etablierten fossilen Strömen, doch gibt es bereits Anwendungen, in denen die höheren Kosten auch getragen werden, weil sich die Nachhaltigkeit und damit der ökologische Fußabdruck deutlich verbessern lassen.

Der größte Trumpf ist aber zur Zeit noch die Rezyklierbarkeit der TPE, die innerbetrieblich schon sehr lange genutzt wird, sodass beim Hersteller und Verarbeiter kein signifikanter Abfall entsteht. Nicht verkaufsfähige Anteile werden in Neuware eingearbeitet oder als Rohstoff für andere Anwendungen mit geringerem Anspruch angeboten.

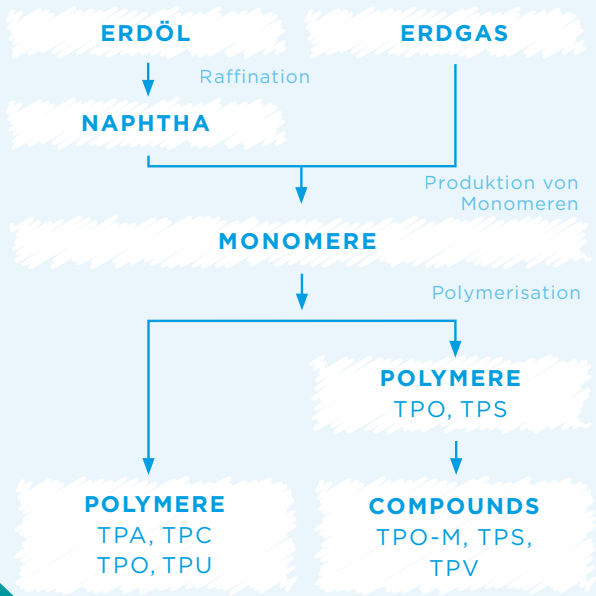




**TPE - REGIONEN DES VERBRAUCHS**

<b>Welt</b> 2017, in 1.000 t	<b>5.555</b>
<b>Nordamerika</b>	<b>1.384</b>
USA	1.125
Kanada + Mexiko	259
<b>Südamerika</b>	<b>152</b>
<b>Westeuropa</b>	<b>935</b>
<b>Osteuropa</b>	<b>219</b>
<b>Asien/ Pazifik</b>	<b>2.723</b>
China	1.665
Japan	409
Andere	649
<b>Afrika/ Mittlerer Osten</b>	<b>142</b>

**PRODUKTIONSPROZESS:**



**EINTEILUNG DER THERMOPLASTISCHEN ELASTOMERE (TPE)**

**TPA**  
**Polyamid-basierte Elastomere**, die transparente, verschleißfeste Produkte ergeben. Die Produkte finden sich in Bereichen des Automobils, der Freizeit und Medizin.

**TPC**  
**Polyester-basierte Elastomere**, die verschleißfeste, temperaturstabile Produkte ergeben. Anwendung in Bereichen des Automobils, Maschinenbaus und der Freizeit.

**TPO**  
**Polyolefin-basierte Elastomere**, die transparente, weiche Produkte ergeben. Häufig dienen sie zur Modifizierung von harten Kunststoffen, ein großer Bereich sind Verpackungen. Gleichzeitig gibt es auch TPO als Compound (TPO-M) aus einem olefinischen, harten und einem elastischen Kunststoff. Automotive Anwendungen sind ein großer Absatzbereich.

**TPS**  
**Polystyrol-basierte Elastomere**, die in der Hauptsache zu sehr anforderungsspezifischen Compounds verarbeitet werden. Daher finden sich die Produkte in Haushalt, Automobil, Kommunikationstechnik, Maschinenbau, Freizeit und Medizin.

**TPU**  
**Polyurethan-basierte Elastomere**, die vielfältige, verschleißfeste Produkte ergeben. Die Produkte finden sich in Bereichen des Automobils, Maschinenbaus, Haushalts, der Kommunikationstechnik, Landwirtschaft, Freizeit und Medizin.

**TPV**  
**Polyolefin-basierte Compounds aus hartem Thermoplast** (z. B. Polypropylen) und Kautschuk (z. B. EPDM), wobei letzterer chemisch vernetzt (vulkanisiert) ist. Die Produkte finden sich in Bereichen des Automobils, Maschinenbaus, Haushalts, der Landwirtschaft, der Freizeit und Medizin.

# WAREN- STRÖME

**Afrika und Asien sind die Ausgangsregionen für den in Deutschland verarbeiteten Naturkautschuk. Der Naturkautschukhandel hat in den letzten Jahren einen weltweiten Konsolidierungsprozess erlebt, der auch aktuell anhält. Die führenden Handelshäuser sind heute global agierende und niedergelassene Organisationen, in der Regel unter asiatischer Führung. Nach über 150 Jahren deutscher Handelsgeschichte mit Naturkautschuk knüpft aktuell nur noch ein deutsches Handelshaus erfolgreich an diese Tradition an.**

Hamburg ist auch heute in Deutschland Hauptankunftsort für Schiffscontainer mit Naturkautschuk. Von dort – aber auch von anderen europäischen Häfen – werden die Kautschukballen und Flüssiglax an die ca. 200 Unternehmen in Deutschland geliefert, die Kautschuk verarbeiten – üblicherweise mittels Auftrags-Speditionen (Lkw). Neue Lösungen gibt es bei den für Naturkautschuk in der Regel aus Holz bestehenden und sensiblen (Verunreinigungsgefahr) Transportverpackungen. Hier setzt man inzwischen Metall-Mehrweg-Verpackungssysteme ein. Wie auch bei Naturkautschuk, so steht und fällt die Verfügbarkeit von Synthetikautschuk (neben der spezifischen Verfügbarkeit von Rohöl- und Erdgasreserven) mit globalen, offenen Handelsbeziehungen. Die zur Synthese notwendigen Raffinerien und Spezialanlagen („Cracker“) sind global verteilt – und in Deutschland zunehmend nicht mehr vorhanden. Neben Kautschuken sind Chemikalien und Füllstoffe (Ruß, Kieselsäure) für die Kautschukverarbeitung zu Mischungen („Compounds“) und Fertigerzeugnissen unverzichtbar. Letztere unterscheiden sich in General Rubber Goods (GRG), Thermoplastische Elastomere (TPE) und Reifen.

Unter dem Gesichtspunkt der Kreislaufwirtschaft sind neben an Nachhaltigkeitsprinzipien orientierten Vor-Lieferketten („Sustainable Sourcing“) auch die Länge der Handelswege sowie die Transportmittel von Bedeutung. In der Regel werden bei Natur- und Synthetikautschuk zwischen den Kontinenten Schiffe eingesetzt. Die 2016 durch die internationale Schifffahrtsorganisation IMO beschlossenen und ab 2020 geltenden neuen Schweröl-Grenzwerte für die Seeschifffahrt wirken sich positiv auf die Ökobilanz dieser Verkehrsmittel aus. Gleichzeitig müssen die Ölkonzerne jedoch aufgrund der neuen Treibstoffanforderungen für die Schifffahrt ihre Raffinerien umsteuern, mit negativen Folgen für die Verfügbarkeit von unverzichtbaren Raffinerieprodukten für Synthetikautschuk: Die erforderlichen Anlagenteile werden stillgelegt.

Die enge Verzahnung von Rohstoffverfügbarkeit und nachhaltiger Mobilität wird deutlich und gilt auch für Füllstoffe sowie Chemikalien.

# GRÖSSTE VERBRAUCHER



**USA**  
NK 1.003.400 t  
SK 1.880.000 t



**DEUTSCHLAND**  
NK 206.000 t  
SK 435.000 t



**RUSSLAND**  
NK 126.500 t  
SK 643.100 t



**CHINA**  
NK 5.497.000 t  
SK 4.395.100 t



**JAPAN**  
NK 714.300 t  
SK 838.800 t



**INDIEN**  
NK 1.143.600 t  
SK 658.500 t

EXPORT NK

## KAUSCHUKVERBRAUCH in Deutschland 2019 641.000 t



\* General Rubber Goods

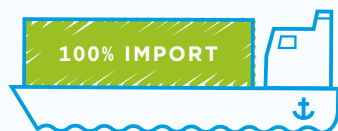
**NK**  
Naturkautschuk

**SK**  
Synthesekautschuk

## IMPORT DEUTSCHLAND

### NATURKAUSCHUK (TOP 5)

- 23% Thailand
- 21% Côte d'Ivoire
- 17% Indonesien
- 14% Vietnam
- 12% Malaysia



### SYNTHESKAUSCHUK

- 53% EU-Binnenmarkt
- 47% EU-Ausland



# PRODUKTE: REIFEN

Rund 150.000 Tonnen Naturkautschuk und 180.000 Tonnen Synthekautschuk werden jährlich in Deutschland zu Reifen verarbeitet. Ergänzt durch Chemikalien und Füllstoffe entstehen Gummimischungen. Bis zu zehn verschiedene dieser Mischungen können in einem aktuellen Pkw-Reifen enthalten sein. Ein Reifen besteht aus bis zu 25 unterschiedlichen Aufbauteilen, im Wesentlichen verschiedenen, mit Gummi ummantelten Kordlagen (Gewebe aus Stahl und Textil).

**Die Reifenhersteller entwerfen, produzieren und testen ihre Reifen im Hinblick auf bis zu 20 Einzeleigenschaften. Die bekanntesten drei – und mit einem „Reifenlabel“ auf jedem Reifen im Handel ausgewiesen – sind Nassbremsverhalten (Bremsweg auf nasser Fahrbahn), Rollwiderstand (Kraftstoffverbrauch) sowie Rollgeräusch (Lautstärke). Betriebssicherheit und Langlebigkeit in eine optimale Balance zu bringen, erfordert hohes technisches Know-How bei Herstellern und beim Handel sowie eine am Qualitätswettbewerb orientierte Nachfrage privater Verbraucher bzw. gewerblicher Kunden (z. B. Speditionen).**

In Deutschland kann man aktuell zwischen ca. 2.500 verschiedenen Pkw-Reifen-Modellen sowie 900 beziehungsweise 700 Varianten bei leichten/schweren Nutzfahrzeug-Reifen wählen.

Reifen sind Verbundprodukte. Während der Produktion anfallende Überschüsse an Kautschukmischungen können in den Herstellungsprozess reintegriert werden. Entscheidender Prozessschritt ist die Vernetzung des Gummis im fertiggestellten Reifen durch Vulkanisieren („Backen“) in Reifenpressen. Danach sind alle Aufbauteile bis zum Ende der Gebrauchstauglichkeit mechanisch untrennbar miteinander verbunden. Nur so lässt sich ein bestimmungsgemäßer Gebrauch des Reifens als Sicherheitsbauteil garantieren.

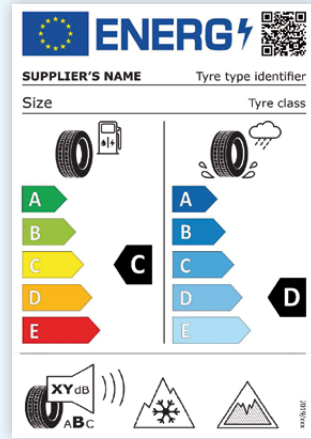
Entscheidend für die Sicherheit des Fahrzeugs und dessen Insassen ist die Reifen-Interaktion mit der Straße und deren Oberfläche. Diese Interaktion ist – neben dem wichtigen Faktor Fahrverhalten – auch bestimmend für die Lebensdauer des Reifens, d.h. für den Verschleiß der Reifen-Lauffläche. Der dabei entstehende – immer mit Straßenpartikeln verbundene – Abrieb und dessen Einfluss auf die Umwelt ist aktuell Gegenstand von Brancheninitiativen ([www.tyreandroadwear.com](http://www.tyreandroadwear.com)), von Regierungsuntersuchungen sowie begleitenden wissenschaftlichen Studien. Alle Stakeholder, insbesondere die in Deutschland aktiven Reifenhersteller, setzen sich mit diesem unbeabsichtigten Eintrag in die Umwelt sowie mit der Lösungsfindung auseinander.

Die Verlängerung des ersten Lebenszyklusses eines Reifens ist möglich: durch ein Nachschneiden der Profile sowie durch Runderneuerung („Retreading“) der Laufflächen bei hochwertigen Lkw-Reifen. So kann man bei unbeschädigter Karkasse die Reifen-Lebenszeit verdreifachen.



**Das Reifenlabel informiert über die drei Kriterien:**

Rollwiderstand (Kraftstoffverbrauch), Nasshaftung (Bremsweg auf nasser Straße) und externes Rollgeräusch (Lautstärke). Insgesamt bestimmen rund 20 Kriterien die Reifeneigenschaften.



**NASSHAFTUNG**  
Bremsweg auf nasser Straße

**DEUTSCHE REIFENINDUSTRIE**

**Bestand Fahrzeuge** 65 Mio  
in Deutschland

**Reifen an Fahrzeugen** 350 Mio

**Reifenproduktion** 53 Mio  
2019, Stück

**Produktionsstandorte:**

Neureifen 13

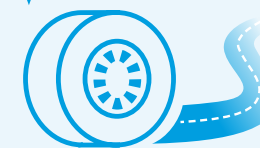
lokale Runderneuerung 54

**Reifenabsatz:**

2019, Stück

Erstausrüstung  
Fahrzeugindustrie 28 Mio

Ersatzbedarf  
Verbraucher 52 Mio



**ABRIEBSWIDERSTAND**  
Langlebigkeit



**ROLLWIDERSTAND**  
Kraftstoffverbrauch

**Das magische Reifen-Dreieck:**

Rollwiderstand, Nasshaftung und Abriebswiderstand eines Reifens können nicht unabhängig voneinander optimiert werden. Die Verbesserung einer dieser Eigenschaften beeinflusst in der Regel mindestens eine der beiden anderen Eigenschaften negativ.

# PRODUKTE: GRG

Rund 65.000 Tonnen Naturkautschuk sowie 260.000 Tonnen Synthekautschuk werden jedes Jahr in Deutschland zu Technischen Elastomer-Erzeugnissen verarbeitet, im Englischen auch als General Rubber Goods bzw. GRG bezeichnet. Hinzu kommen Füllstoffe (Ruß, Kieselsäure) sowie Chemikalien. Diese Tonnage besitzt wenig Aussagekraft für die Zahl der hergestellten Artikel. So bringen zahlreiche Produkte aus Kautschuk – z. B. Rohrleitungsdichtungen oder Kondome – nur ein sehr geringes Gewicht auf die Waage, werden aber in großen Stückzahlen hergestellt.

**Langlebigkeit, Elastizität, Widerstandsfähigkeit und einzigartiger Schutz: Das sind die markanten Eigenschaften dieser Kautschukprodukte.**

Hinsichtlich der Langlebigkeit überleben die meisten Kautschukprodukte in Fahrzeugen, Flugzeugen und Schiffen deren Nutzungsdauer. Ein Austausch ist in der Regel nicht vorgesehen und ein Versagen kann katastrophale Folgen haben: So war das Versagen einer Dichtung Ursache des Space Shuttle Challenger Absturzes 1986.

Die Produktpalette ist breit. Von Kondomen, Babysaugern, medizinischen Handschuhen, Druckwalzen, Sportgeräten, hochwertigen Bodenbelägen, Automobilbauteilen, Schläuchen, Förderbändern für die Lebensmittelindustrie und Bergwerke bis hin zu Dichtungen für Bauwerke oder Bauwerksteile jeder Art: Produkte aus Kautschuk und Elastomeren sind unverzichtbar und in vielen Fällen unersetzbar.

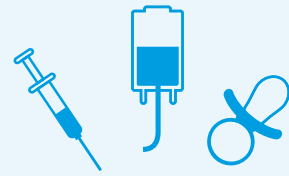
Kautschuk befindet sich aber auch in dokumentenechten Tinten, in Klebstoffen (insbesondere bei Klebebändern), im Deckel von Kaffeekapseln, in Kosmetika oder in Kaugummi.

Mehr als 70 Prozent des Inlandsabsatzes der deutschen Kautschukbranche gehen allerdings in den Mobilitätssektor, zwei Drittel davon als Reifen, ein Drittel als GRG: Schwingungsdämpfer, Schlauch- und Elektroleitungen, Dichtungen, Riemen. Kautschuk überträgt Kräfte, isoliert, dämpft und dichtet ab.

Im Hoch-, Tief- und Verkehrswegebau werden GRG als Bauwerksabdichtungen, Fugenprofile, als Schwingungsdämpfer bei Schienenbahnen oder als Bauteile mit Resistenzen gegen aggressive Umgebungsbedingungen eingesetzt. Zum Beispiel in Kläranlagen, Säurebehältern und Rauchgasentschwefelungsanlagen von Kraftwerken.

Im Transport von Medien spielen GRG ebenfalls eine entscheidende Rolle, z. B. als flexible Schlauchleitungen für Erdöl- und Kraftstofftransporte, als Dichtungen für Wasserversorgungs- und Abwassersysteme oder für jede Form von Förderbandsystemen.

**Eine Besonderheit der GRG ist also die extrem breite Produktpalette mit entsprechend komplexer Zusammensetzung der Kautschukmischungen sowie Verbundsysteme. Unter dem Blickwinkel eines Kreislaufwirtschaftssystems stellt diese Heterogenität alle Beteiligten im Hinblick auf Wiederaufbereitung oder nachgelagerte Verwertung vor spezielle Herausforderungen (siehe Kapitel „End of Life GRG“).**



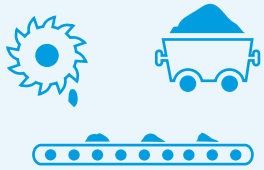
### GESUNDHEIT

NK 8.000 t  
SK 0 t



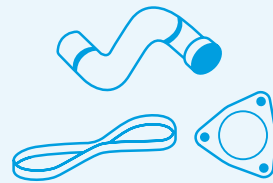
### FREIZEIT

NK 2.000 t  
SK 25.000 t



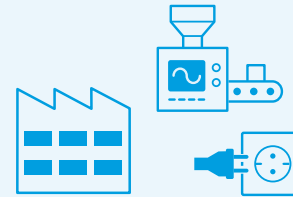
### TRANSPORT & FÖRDERBÄNDER

NK 0 t  
SK 10.000 t



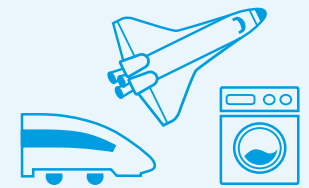
### AUTOMOTIVE

NK 45.000 t  
SK 120.000 t



### VERARBEITENDES GEWERBE & BAU

NK 6.000 t  
SK 90.000 t



### ANDERE

NK 2.000 t  
SK 10.000 t

#### HERSTELLUNG VON GENERAL RUBBER GOODS IN DEUTSCHLAND

**Produktion** 780.000  
2019, in t

**Produktionsstandorte** 120

**Umsatz mit GRG** 6.500  
2019, in Mio €

#### Umsatzstärkste Bereiche:

Schwingungstechnik 15 %

Fluid-Systeme 11 %

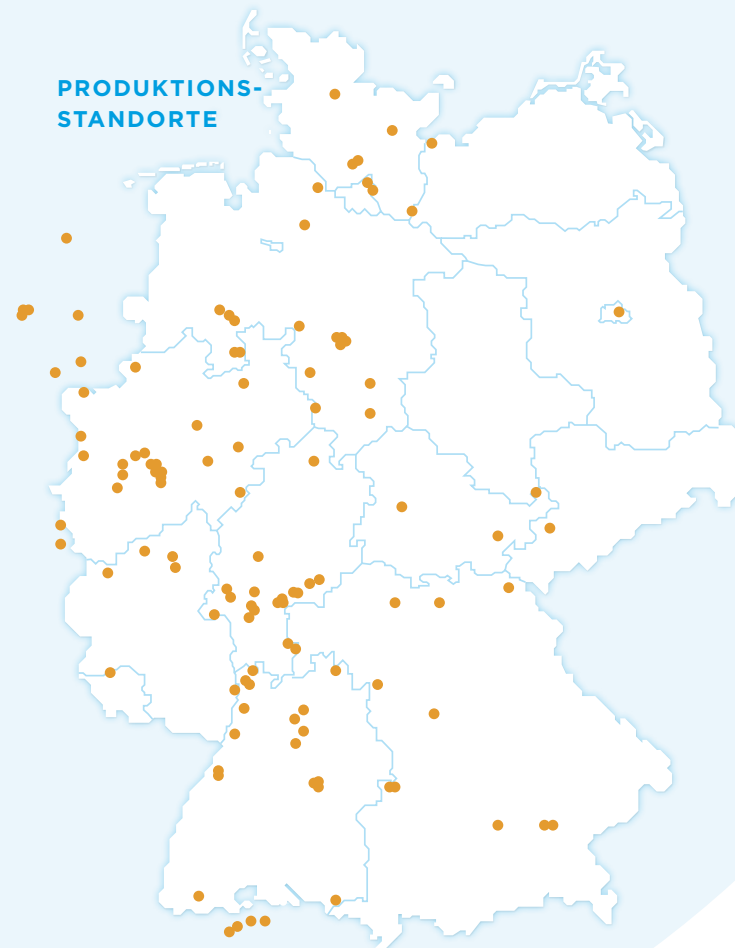
Dichtungen 10 %

Formartikel 4 %

sonstige GRG 60 %  
(zeigt die Heterogenität des Produktportfolios)

**Beschäftigte** 60.000

#### PRODUKTIONSSTANDORTE



# PRODUKTE: TPE

Im Vergleich zu Thermoplasten und Elastomeren ist der Weltmarkt für TPE mit einer Größe von ca. 6 Mio. Tonnen relativ überschaubar. Die vielfältigen fertigungstechnischen Anwendungen der TPE zu Produkten, wie z. B. Mehrkomponentenspritzguss oder auch 2K-Anwendungen im Automotivbereich, fördern die mengenmäßig ständig wachsende Bedeutung der Werkstoffgruppe, die die Welt der Thermoplaste mit den Elastomeren verbindet.

Die besonderen haptischen Eigenschaften der TPE im Einsatz sorgen für den wachsenden Anwendungsmarkt. Sind es Handwerkszeug oder Handwerksmaschinen, die Dichtung an einem Gehäuse, der Schaltknopf im Auto oder gar die Zahnbürste, wo immer es geht, haben diese Teile einen weichen Griff. Die thermoplastische Verarbeitung ermöglicht es, ein TPE auf einen harten Körper zu applizieren, indem es beim Herstellungsprozess im Spritzguss oder bei der Extrusion aus der Schmelze heraus direkt auf das andere Material im dichten Schluss angelegt wird. Der Hersteller des Produktes spart sich den Prozess des nachträglichen Aufklebens. Man spricht von der Mehr-Komponenten-Verarbeitung, „Overmolding“ im Englischen. Auch dies kann durch die einfachere Prozessführung die Nachhaltigkeit in der Herstellung spürbar verbessern.

**Gute Verschleißbeständigkeit auch bei erhöhten Temperaturen kombiniert mit bleibender Flexibilität in der Kälte ebenso wie eine einfache Verarbeitung, sind die generellen Ansprüche, denen die TPE begegnen.**

Sind es Profile zum Abdichten, als Stoßschutz oder Designelemente – wenn die Flexibilität des Materials gefragt ist, sind die TPE zur Stelle. Daher finden sich die Materialien in Fahrzeugen, Bahn und Flugzeugen, an Möbeln, an Fenstern und bewegten Teilen. Es geht weiter mit Förderbändern für Lebensmittel und Gütern. Dort sind neben den mechanischen Anforderungen eine Reihe von behördlichen Zulassungen notwendig, die sich mit den TPE realisieren

lassen. Gerade solche Rahmenbedingungen gelten für viele Anwendungen von Schläuchen aus TPE: Kritische Prüfungen für Trinkwasser, hohe Ansprüche beim Transport von Fördergütern.

Nicht zu vernachlässigen sind die vielen Einsätze in der Medizintechnik. Schläuche, Kanülen, Dichtungen bis hin zu Wundpflastern bilden ein vielseitiges Betätigungsfeld für die TPE. Ein großes Gebiet der TPE bilden die Artikel für Sport und Freizeit. Das reicht von elastischen Fasern und Folien für die Kleidung bis zu den Schuhen. Gerade dort werden die TPE mit allen Fähigkeiten gefordert: Beständigkeit gegen Verschleiß und klimatische Einflüsse, gute Flexibilität und Festigkeit. Die Anwendung der TPE reicht in alle Teile, aus denen ein Schuh zusammengesetzt ist.

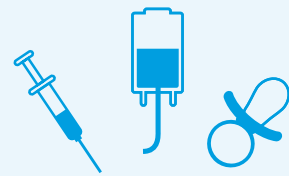
**Letzteres geht soweit, dass ein „one-material shoe“ entwickelt wird, der nach Gebrauch in der Gesamtheit wieder zu neuen Teilen verarbeitet werden kann.**

Da die TPE in ihrer Härte sehr variiert werden können oder bei der Verarbeitung aufschäumbar sind, Filamente für den Schuhschaft aus TPE eingesetzt werden können, ist ein solches Rezyklier-Konzept gut vorstellbar. Dies kann zu einem komplett geschlossenen Stoffkreislauf im Zuge einer sich etablierenden Kreislaufwirtschaft führen.

Weiterhin tauchen die TPE auch in der Beschichtungs- oder Klebstoff-Industrie auf. In diesen Fällen ist ein Oberflächenschutz oder eine Klebenaht flexibel, sodass sie bei Beanspruchung nicht reißt oder bricht.

TPE werden aufgrund ihrer Eigenschaften mittlerweile in der „neuen additiven Fertigung“ von Kleinmengen mit speziellen Eigenschaften verwendet. Bei dem 3-D-Druck, ein Fertigungsverfahren, bei dem Material Schicht für Schicht aufgetragen wird und so dreidimensionale Gegenstände erzeugt werden, erhöht sich die Wirtschaftlichkeit mit steigender Komplexität der Bauteilgeometrie und sinkender benötigter Stückzahl.

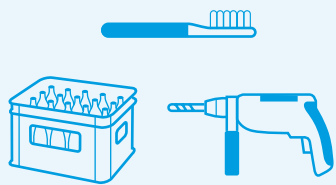




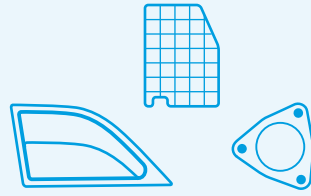
### GESUNDHEIT



### FREIZEIT



### VERBRAUCHS- GÜTER



### AUTOMOTIVE



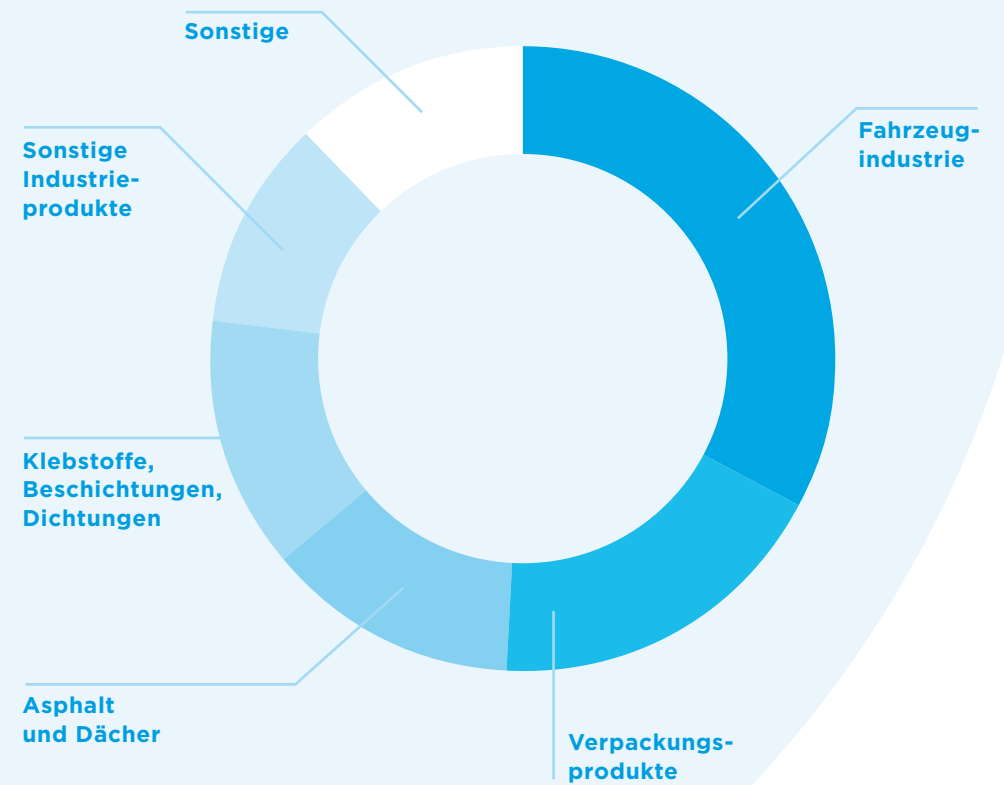
### VERARBEITUNG



### ANDERE

#### ANWENDUNGSGEBIETE VON TPE

<b>Fahrzeugindustrie</b>	<b>33 %</b>
<b>Verpackungsprodukte</b>	<b>18 %</b>
<b>Asphalt und Dächer</b>	<b>13 %</b>
<b>Klebstoffe, Beschichtungen, Dichtungen</b>	<b>13 %</b>
<b>Sonstige Industrieprodukte</b>	<b>11 %</b>
<b>Sonstige</b> (Verpackungen, Kabel, Medizinprodukte, Luftfahrt, etc.)	<b>12 %</b>



# END OF LIFE: REIFEN

Seit 2003 ist es in Deutschland verboten, Reifen auf Deponien zu entsorgen. Daher liegt seitdem ein starker Fokus auf Recycling von Altreifen – auch als „End-of-Life-Tyres“ (ELT) bezeichnet. Unterschieden werden zwei Verwertungswege: die stoffliche sowie die energetische (oder thermische) Verwertung.

Beim energetischen oder thermischen Recycling kommen die Altreifen gezielt als Brennstoff zum Einsatz. Sie ersetzen in diesem Fall Primärenergieträger, d.h. fossile Brennstoffe. Aufgrund ihres hohen Brennwertes (hohe Energieausbeute bei geringem Materialeinsatz) sind Altreifen insbesondere in Abfallbehandlungsanlagen oder der Zementherstellung ein gefragter Brennstoff. Bei der thermischen Verwertung in Zementöfen ergibt sich ein weiterer Mehrwert aus der positiven Nutzbarkeit der Reifenhaltstoffe für die Herstellung des Zementklinkers. Auch hier werden Rohstoffe eingespart.

Im Rahmen der stofflichen Verwertung werden die Altreifen als sekundärer Rohstoff eingesetzt. Drei wesentliche stoffliche Verwertungswege werden aktuell besprochen und weiterentwickelt.

Erstens der Versuch, Rohstoffe aus Reifen wiederzugewinnen. Ein Verfahren dazu ist die Pyrolyse. In einem Hochtemperaturprozess werden unter Ausschluss von Sauerstoff die Altreifen zu Ruß, Ölen, Gas und Stahl zersetzt. Aktuell wird an der Wirtschaftlichkeit der Verfahren gearbeitet.

Mit der Zerlegung des Gummis in Kautschukprodukten in seine Ausgangsstoffe befasst sich die Devulkanisation. Dabei handelt es sich um ein mechanisch-chemisches Aufbrechen der Schwefelverbindungen in vulkanisierten Kautschukmischungen. Ziel ist es, devulkanisierten Kautschuk zurückzugewinnen und in Neumischungen (anteilig) wiedereinzusetzen. Auch hier gibt es aktuell Ansätze, das Verfahren im Industriemaßstab aufzubauen.

Zweiter stofflicher Verwertungsweg ist der Einsatz von gekapselten, granulierten Altreifen als Schwingungsdämpfer im Bauwesen.

Dritter und am häufigsten genutzter stofflicher Verwertungsweg ist die Granulierung von Altreifen mit dem Ziel der Verwertung des Granulats in Folgeprodukten. Nach der Zerkleinerung und der Entfernung von Verbundwerkstoffen (z.B. Stahl und Gewebe) erhält man Kautschukgranulat. Dieses wird weiterverarbeitet zu Laufbahnen, Stallmatten, Fallschutzböden, Formartikeln oder Kunstrasenplätzen.

Staatliche und europäische Regulierung unternehmen allerdings immer wieder den Versuch, die Verwendung von Produkten aus den beiden letztgenannten Verfahren erheblich einzuschränken. Dies aus falsch verstandener, vermeintlicher Gefahrenabwehr für Verbraucher.

**Mit der stofflichen Verwertung von Reifen befasst sich eine 2019 gegründete Branchen-Initiative: NEW LIFE. Sie dokumentiert Anwendungen und sichere, hochwertige Folgeprodukte. Die Bedeutung des stofflichen Recyclings wächst. Dessen Anteil am gesamten Reifen-Recycling ist in den letzten 20 Jahren von unter 50 Prozent auf über 66 Prozent gestiegen ([www.initiative-new-life.de](http://www.initiative-new-life.de)).**

- Wiederverwendung
- Neue Produkte
- Energetische Verwertung

**Altreifenanfall**  
494.000 t

**Setzt sich zusammen aus:**

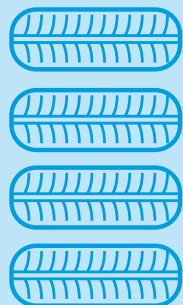
- 497.000 t Neureifen
- 33.000 t Runderneuerte Reifen
- 8.000 t Gebrauchtreifen
- Abzüglich 44.000 t Reifenabrieb

**Import Gebrauchtreifen**  
57.000 t

**Reifen aus der Fahrzeugverwertung**  
20.000 t

**571.000 t**

**Altreifen zur Weiterverwendung und Verwertung in Deutschland**



**Export und Wiederverwendung**  
55.000 t

**Export von Runderneuerungen**  
48.000 t

**Runderneuerung**  
26.000 t

**Wiederverwendung im Herstellprozess**  
10.000 t

**Granulate und Gummimehl**  
251.000 t

**Export zur energetischen Verwertung**  
6.000 t

**Energetische Verwertung in Zementindustrie**  
175.000 t

**TRENDS:**

- ↗ Wiederverwendung
- ↘ Export
- ↗ Runderneuerung
- ↗ Neue Produkte
- ↘ Energetische Verwertung

# END OF LIFE: GRG

**In der Widerstandsfähigkeit der Primärprodukte, in der extremen Breite der Produktpalette mit entsprechend komplexer Zusammensetzung der Kautschukmischungen sowie in der Verarbeitung in Verbundsystemen liegen die Herausforderungen für eine funktionierende Kreislaufwirtschaft bei General Rubber Goods (GRG). Anders als bei Reifen, ist bei GRG die Zahl der eingesetzten Kautschuktypen höher, das Kautschukgewicht bzw. der Anteil des Kautschuks am Gesamtprodukt teilweise deutlich geringer.**

In bestimmten Produktgruppen ist die Widerstandsfähigkeit darüber hinaus gekoppelt mit einem bestimmungsgemäßen einmaligen Gebrauch. So bei Medizinprodukten, medizinischen Handschuhen oder Kondomen. Diese werden über den Medizin- oder Hausmüll entsorgt. In der Regel folgt eine thermische Verwertung, die durch den hohen Heizwert der Kautschukprodukte hilft, den Einsatz von Primärenergie zu reduzieren: Von Energie zu Energie („From Energy to Energy“). Energieträger werden in dauerhafte Produkte überführt. Die eingesetzte Primärenergie wird bei Kautschukprodukten am Ende des Lebenszyklusses zurückgewonnen.

Während der GRG-Produktion lassen sich Kautschuk-Überschüsse oder Abfälle wiedereinsetzen, solange diese noch nicht die Vulkanisation durchlaufen haben, also erhitzt wurden.

Einmal produziert, sind viele GRG Verbundbauteile. Im Fokus stehen hier langlebige Verbundeigenschaften – bereits bei der Mischungs- und Bauteilentwicklung. In diesem Materialverbund liegt aber eine der zentralen Herausforderungen bei einer Weiterverwertung von GRG-Produktionsresten oder Fertigerzeugnissen.

**Die Deutsche Kautschuk-Gesellschaft sowie weitere Wissenschafts- und Forschungsverbände der Branche beschäftigen sich daher aktuell mit der Frage, ob und wie man in der Konzeptionsphase eines Elastomer-Produkts Mischungen sowie Endprodukte mit anschließender Trennbarkeit der Verbundmaterialien sowie der eingesetzten Mischungsbestandteile entwickeln kann.**

Bei großen Bauteilen (z.B. Transportbändern) wird bereits heute eine Wiederaufbereitung praktiziert. Bei kleinteiligen Bauteilen (z.B. Dichtungen) ist eine Sammlung sowie sortenreine Rückgewinnung des Kautschuks weder wirtschaftlich noch technisch realisierbar. Auch bei fest eingebauten Komponenten (z.B. in Motoren) ist ein Rück- bzw. Ausbau derzeit kaum möglich. Das aktuelle Recycling von Kraftfahrzeugen beschränkt sich daher auf Hauptstoffmengen (z.B. Metalle).

Die aus dem Reifenbereich bekannten Recycling-Verfahren lassen sich grundsätzlich auch für GRG einsetzen. Die Volumenströme sind aber verschieden. Die Branche stellt sich jedoch den Herausforderungen: Mehrere Kautschuk-Branchenverbände befassen sich aktuell mit einem innereuropäisch grenzüberschreitenden Kreislaufwirtschaftsansatz für GRG.



- Wiederverwendung
- Neue Produkte
- Energetische Verwertung

Das Gesamtaufkommen der jährlich in Deutschland anfallenden Alt-Elastomere ist statistisch nicht erfasst. Eine Annäherung an das Volumen kann über die Altautoverwertung erfolgen.

**Jährliche endgültige Außerbetriebsetzung von Fahrzeugen:**  
3.000.000

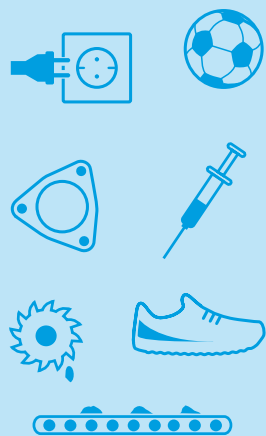
**Gewichtsanteil Elastomere pro Fahrzeug (ohne Reifen):**  
35 kg

**Tonnage Elastomere aus Altautoverwertung:**  
105.000

**Anteil automobile Produkte an GRG gesamt:**  
50 %

**210.000 t**

**Alt-Elastomere zur Weiterverwendung und Verwertung in Deutschland**



**Wiederverwendung u. a. im Herstellungsprozess**  
7.000 t

**Granulate und Gummimehl**  
15.000 t

**Energetische Verwertung u. a. in Zementindustrie, Strom- und Fernwärmegewinnung**  
188.000 t

**TRENDS:**

- ↗ Wiederverwendung
- ↑ Neue Produkte
- ↘ Energetische Verwertung

# END OF LIFE: TPE

Thermoplastische Elastomere sind aus dem täglichen Leben nicht wegzudenken und in nahezu allen Bereichen vertreten. Als thermoplastische Materialien weisen sie zudem eine sehr gute Recyclingfähigkeit auf und können problemlos mehrfach in einem mechanisch-stofflichen Recycling wiederverwertet werden.

Dieser Vorteil kommt bisher nur selten zum Tragen, weil kleinteilige und versteckte Anwendungen der Sammlung und Rückführung der TPE entgegenstehen. Daher wird die gute Rezyklierbarkeit bisher häufig nur innerbetrieblich innerhalb der gleichen Fertigung im Sinne einer „Null-Abfall-Produktion“ eingesetzt.

Eine andere Möglichkeit bietet das chemische Recycling, bei dem die Polymere wieder in kleine chemische Bausteine oder in ein ölarziges Produkt zurückgeführt werden, ohne dass Abgase entstehen. Die daraus resultierenden Produkte können dann wieder als Ausgangsstoffe in die chemischen Prozesse zurückgeführt werden und der Stoffkreislauf ist damit geschlossen.

Eine sehr breite Anwendung der TPE ist die Überschichtung von Bauteilen und Werkzeugen in einem direkten, automatisierten Konstruktionsschritt, sei es, dass eine Dichtung angefügt wird oder das harte Teil einen weichen Griff bekommen soll. Diese Verarbeitungsprozesse sind energetisch besonders günstig und ergeben Kombinationsbauteile von hoher Lebensdauer. Beides sind wichtige Aspekte in der Nachhaltigkeit der TPE. „End of Life“ ermöglicht dann sinnvollerweise die energetische, abgasfreie Aufspaltung der Polymere in der Pyrolyse oder Chemolyse. Dabei ist es dann auch nur noch von untergeordneter Bedeutung, welcher chemischen Natur die Kunststoffe sind bzw. dass die Einsatzmenge der TPE am Gesamtbauteil den kleineren Anteil darstellt.

Grundsätzlich ist kein Kunststoff/TPE/Elastomer als wertloser Müll, sondern immer als wertvoller Rohstoff anzusehen. Wird das Ansehen in Zukunft geschärft werden, die polymeren Werkstoffe als Wertstoffe zu sehen, auch nach dem Gebrauch, so wird sich dieses Bewusstsein beim Verbraucher entwickeln und die Problematik des Plastikmülls der Vergangenheit angehören. Thermoplastische Elastomere haben jedenfalls alle Voraussetzungen, hier einen positiven Beitrag leisten zu können. Sie sind daher nicht Teil des Problems, sondern Teil der Lösung einer sinnvollen Kreislaufwirtschaft.

- Wiederverwendung
- Energetische Verwertung

Das Gesamtaufkommen der jährlich in Deutschland anfallenden Alt-TPE ist statistisch nicht erfasst. Eine Annäherung an das Volumen kann aus den hergestellten Mengen abgeleitet werden.

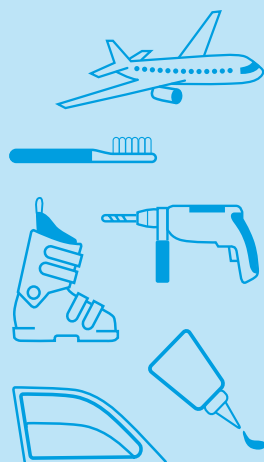
**Der Weltverbrauch für Kunststoffe beträgt jährlich:**  
270 Mio. Tonnen

**Auf Deutschland entfallen:**  
ca. 12 Mio. Tonnen.

**Die Thermoplastischen Elastomere** machen mit 0,3 Mio. Tonnen einen Anteil von 2,5% aus.

**300.000 t**

**Alt-TPE zur Weiterverwendung und Verwertung in Deutschland**



**47 %**

**Wiederverwendung**  
141.000 t

**53 %**

**Energetische Verwertung**  
159.000 t

**TRENDS:**

- ↗ Wiederverwendung
- ↘ Energetische Verwertung

# CRADLE TO GRAVE

**Zu irgendeinem Zeitpunkt – bestimmt oder unbestimmt – endet der Lebenszyklus jedes materiellen Produkts. So auch von Gegenständen aus Kautschuk. Nach bestimmungsgemäßem Gebrauch, nach mehrmaliger Wiederaufbereitung oder Einsatz als Sekundärrohstoff ist die Gebrauchstauglichkeit der Kautschukprodukte auch als Rezyklat erschöpft. Auf Robustheit und Langlebigkeit ausgelegt, liegen die Kautschukerzeugnisse zu diesem Zeitpunkt ohne wesentlichen Verlust im Volumenstrom vor.**

Immer noch kann der Kautschuk seine Stärke als Material mit hohem Brennwert ausspielen. Im Transformationsprozess „von Energie zu Energie“ hat er zwischenzeitlich in einer anderen Aggregatform in der Mobilität, Gesundheitsfürsorge, in der Wasser- und Nahrungsmittelversorgung oder in der Siedlungsinfrastruktur unverzichtbare Dienste geleistet. Bei Naturkautschuk ist er mit einer positiven CO<sub>2</sub>-Bilanz gestartet.

Jetzt, am Ende seines Lebens, leistet der Kautschuk seinen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft in Form von Energie. Gleichwohl muss es Aufgabe aller an der Liefer- und Verarbeitungskette Beteiligten sein,

1. im Betrieb der Fertigprodukte den Verschleiß zu reduzieren, bei gleichzeitigem Erhalt der bestimmungsgemäßen Funktion sowie der Anwendungssicherheit,
2. in der Rezyklierungsphase eine einfachere Komponententrennung und sortenreine Sortierung und damit vereinfachte Weiterverarbeitung zu erleichtern,
3. die Herstellung von Elastomeren im Hinblick auf Ressourcenverbrauch und Transport zu optimieren, aber auch mit Blick auf die ökologischen, ökonomischen und sozialen Folgen,
4. die Verarbeitung von Kautschuk zu Fertigprodukten gerade im Hinblick auf Produktionsabfälle und Energieeinsatz weiterzuentwickeln,
5. einen höheren Anteil an rezykliertem Kautschuk in Neuprodukten nachzufragen und zuzulassen,
6. möglichst viele verschiedene Verwertungswege offen zu halten.

# VON ENERGIE ZU ENERGIE

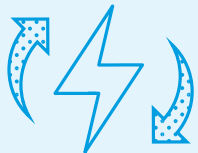
JÄHRLICHER ANFALL  
ALT-ELASTOMERE:

**1.100.000 t**

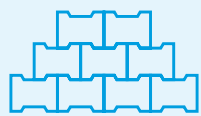
Zum Vergleich 0,3% des  
Gesamtabfallaufkommens  
in Deutschland 2019:  
416.500.000 t



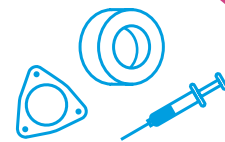
Zementproduktion



Energiegewinnung



Baustoffproduktion



**1 KG**  
Altgummi



**0,7 KG**  
Rohöl

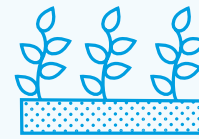
Heizwert von  
Elastomeren  
am Ende ihres  
Lebenszyklusses:

**29 MJ/KG**

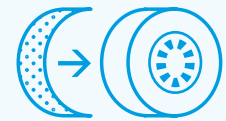
ENERGETISCHE VERWERTUNG  
549.000 t

WEITERVERWERTUNG  
391.000 t

NEUE PRODUKTE  
160.000 t



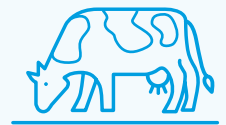
Baumaterialien  
(Einfassungen und  
Begrenzungen)



Runderneuerung



(Sport) Böden



Stallmatten



Fallschutz



„Flüster“-Asphalt



Lärmschutzmauern



Bauindustrie

# POLITISCHES UMFELD

**Deutschland besitzt grundsätzlich eine funktionierende Kreislaufwirtschaft für Kautschuk- und Elastomerprodukte. Regelmäßig sind Wirtschaft und Politik in den zurückliegenden Jahren zusammengekommen, um eventuellen Defiziten und Fehlentwicklungen gegenzusteuern. Ohne kritische Befunde. Ursächlich ist sicherlich die ausgeprägte Eigenverantwortung der Branche, die sich in den beispielhaft auf der nachstehenden Grafik abgebildeten Entwicklungen ablesen lässt.**

Ungeachtet dieser Unauffälligkeit sieht sich die Kautschukbranche Deutschlands in jüngster Zeit mit politischer Regulierung konfrontiert, die entscheidend in die Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit der Branche eingreift.

## **Beispiel Altgummi:**

Eine Deponierung ist zu Recht gesetzlich untersagt. 2017 bestimmte das Bundesumweltministerium durch die Streichung der Heizwertklausel im Kreislaufwirtschaftsgesetz, dass Altgummi zukünftig nicht mehr thermisch verwertet werden soll, sondern stofflich und das Verbraucherministerium verschärfte die Haftungsgrundsätze für Händler bei Bedarfsgegenständen aus Altgummi. Und geplante EU-Regelungen zur Beschränkung des Mikroplastikeintrags in die Umwelt werden in der Folge den Einsatz von Gummigranulat in Kunststoffrasensportplätzen erheblich einschränken oder gar verbieten. Dies führt de facto jetzt zu einem kompletten Einbaustopp für die Branche.

## **Beispiel Lieferkette:**

Die unternehmerischen Pflichten aus dem 2021 vom Bundestag verabschiedeten deutschen Lieferkettengesetz (Gesetz über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten in Lieferketten) wird aktuell durch den von der EU-Kommission vorgelegten Entwurf eines EU-Lieferkettengesetzes (COM(2022) 71 final) nochmals verschärft. Deutsche Unternehmen setzen sich täglich unter Wahrung der Menschenrechte und der weltweit höchsten Umweltstandards für den Erhalt ihres Unternehmens und der damit verbundenen Existenzen ein. Welche Verantwortlichkeiten für vorgelagerte Lieferketten sind ihnen realistisch zuzuschreiben? Ist mit der Entscheidung eines deutschen Unternehmens, eine Schuhsohle zu produzieren, bereits die Grundlage für einen möglichen Umwelt- und Menschenrechtsverstoß durch den Anbau des dafür benötigten Naturkautschuks geschaffen? Und ist der Schuhsohlenproduzent damit ab diesem Zeitpunkt haftbar zu machen? Der Grundsatz, dass Unternehmen nur für Zulieferer haften können, mit denen eine vertragliche Beziehung besteht, steht politisch zur Disposition.

## **Beispiel Chemikalienregulierung:**

Die aktuell auf Chemikalien-Listung zielende Produktregulierung für kleinteilige Kautschukprodukte (z. B. Trinkwasserdichtungen) ist in der Nachweisführung so aufwändig, dass diese ungefährlichen Produkte ihren Fertigungsstandort in Deutschland verlieren. Sie werden durch Importe aus Asien mit entsprechend ungeordneten Stoffströmen ersetzt.

## **Fazit:**

Eine funktionierende Kreislaufwirtschaft bei Kautschuk und Elastomeren gibt es nur mit einer realistischen, in sich abgestimmten Regulierung. Die deutsche Kautschukbranche steht bereit, ein öffentlich beliehenes Kreislaufwirtschafts-System in Eigenverantwortung einzurichten. Unser Dialogangebot an politische Entscheider und alle Stakeholder der Wertschöpfungskette:

**Sprechen Sie mit uns, den  
Fachleuten!**



# EIGENVERANTWORTUNG IN DER DEUTSCHEN KAUTSCHUKINDUSTRIE

Entwicklungsfortschritte der Branche  
in den vergangenen 20 Jahren

## TECHNOLOGIE

- Verstärkte Forschung und Entwicklung in Pyrolyse-Verfahren

- Entwicklung moderner Devulkanisations-Verfahren/ Ausweitung der Kapazität

- Innovationen in Bezug auf Sortenreinheit für Recycling

**2022f**

- Optimierung und Ausweitung der vorhandenen Verfahren

## ROHSTOFFE & PROZESSE

- Prozessoptimierungen, Produktionsabfälle und automatisierte Rückführung von Produktionsüberschuss

- Trennung von Verbundteilen, Mikronisierung (Kalt-/ Warm-Mahlung)

- Optimierung von Compounds, Einsatz modernster Rohstoffe (Füllstoffe, Vernetzer, Additive)

**2022f**

- Biobasierte Rohstoffe  
- Optimierung und Ausweitung der vorhandenen Verfahren

## INITIATIVEN

**2014**

- Nachhaltigkeits-Charta  
- SNR-i – Sustainable Natural Rubber Initiative

**2015**

- Nachhaltig Berichten

**2019**

- Nachhaltig Handeln  
- GPSNR – Global Platform for Sustainable Natural Rubber

**2022f**

- Initiative NEW LIFE  
- AZuR

# GLOSSAR

## **Carbon Handprint**

„CO<sub>2</sub> Handabdruck“, entwickelt vom Center for Environment Education (CEE) in Indien. Mit dem Carbon Handprint werden im positiven Sinn die schon erreichten Verbesserungen aufgezeigt.

## **Elastomere**

Elastomere (Hart- und Weichgummi) sind hochpolymere, organische Netzwerke, die in der Lage sind, große Verformungen reversibel aufzunehmen. Sie werden durch Vulkanisation aus Kautschukmischungen hergestellt.

## **GPSNR**

Die Global Platform for Sustainable Natural Rubber ist eine internationale Multi-Stakeholder-Organisation, die es sich zum Ziel gesetzt hat, die Nachhaltigkeit der Wertschöpfungskette bei Naturkautschuk zu stärken.

## **Heizwertklausel**

Bis zum 1. Juni 2017 galt in Deutschland die Heizwertklausel des § 8 Abs. 3 Satz 1 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG). Sie regelte das Verhältnis von stofflicher zu energetischer Verwertung. Es bestand die Grundannahme, dass die energetische Verwertung einer stofflichen Verwertung gleichrangig ist, wenn der Heizwert des einzelnen Abfalls mindestens 11 MJ/kg beträgt (Altreifen: 29 MJ/kg). Die Heizwertklausel sollte davor schützen, dass niederkalorische Abfälle unter 11 MJ/kg einer Verbrennung zugeführt werden.

## **Karkasse**

Die Karkasse bildet das Grundgerüst des Reifens und besteht aus einer oder mehreren Textilgewebelagen oder Stahlkordlagen (Lkw), die in Gummi eingebettet sind. Durch den Reifenluftdruck wird die Karkasse unter Spannung gesetzt und ist daher im Wesentlichen für die Kraftübertragung zwischen Felge und Lauffläche/Straße verantwortlich.

## **Kautschuk**

Kautschuk ist die Bezeichnung für unvernetzte, aber vernetzbare (vulkanisierbare) Polymere mit kautschukelastischen Eigenschaften bei 20 °C. Kautschuke werden systematisch unterteilt in Natur- und Synthetikautschuke. Naturkautschuk besteht fast ausschließlich aus dem aus Pflanzensäften (Latex) gewonnenen Rohstoff. Synthetikautschuke sind künstlich hergestellte Polymere, die durch Polymerisation der Monomere gewonnen werden.

## **Monomere**

sind niedermolekulare, reaktionsfähige Moleküle, die sich zu molekularen Ketten oder Netzen, zu unverzweigten oder verzweigten Polymeren zusammenschließen können.

## **Naphtha**

ist der Fachbegriff für Rohbenzin, das aus der Destillation von Rohöl gewonnen wird und aus Kohlenwasserstoffen besteht.

## **Polymerisation**

(auch Polymerbildungsreaktion genannt) ist eine allgemeine Sammelbezeichnung für Synthesereaktionen, die gleichartige oder unterschiedliche Monomere in Polymere überführen.

## **Vulkanisation**

ist ein 1839 von Charles Goodyear entwickeltes chemisch-technisches Verfahren, bei dem Kautschuk unter Einfluss von Zeit, Temperatur und Druck widerstandsfähig gemacht wird.

# QUELLEN

**Arlanxeo**, [www.arlanxeo.de](http://www.arlanxeo.de)

**BOUNCE – Demand Sustainable Rubber**,  
[www.demandsustainablelubber.org](http://www.demandsustainablelubber.org)

**Bundesamt für Güterverkehr**, [Verkehrsprognose](#)

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)**, [Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG](#)

**Bundesministerium für Wirtschaft und Energie**, [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)

**Destatis (Statistisches Bundesamt)**, [Außenhandelsstatistik](#)

**Deutscher Bundestag**, Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Christian Jung, Frank Sitta, Grigorios Aggelidis, weiterer Abgeordneter und der Fraktion FDP, Bundestagdrucksache 19/12056, „Auswirkungen der Profiltiefe von Reifen auf den Klimaschutz“ (2019)

**Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)**, [www.dibt.de](http://www.dibt.de)

**Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e.V. (DIK)**,  
[www.dikautschuk.de](http://www.dikautschuk.de)

**Deutsche Kautschuk-Gesellschaft e.V. (DKG)**,  
[www.dkg-rubber.de](http://www.dkg-rubber.de)

**End-of-Life Tyres**, [wdk Altreifenzahlen 2019](#)

**EU-Chemikalienregulierung**, [REACH](#)

**EU-Deponierichtlinie**, [www.bmu.de](http://www.bmu.de)

**EU-Reifenlabel-Verordnung**, [www.eur-lex.europa.eu](http://www.eur-lex.europa.eu)

**Europäische Kommission**, [EU Circular Economy Action Plan; Mitteilung der Kommission \(neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft\)](#)

**European Tyre and Roadwear Platform**,  
[www.tyreandroadwear.com](http://www.tyreandroadwear.com)

**European Tyre & Rubber Manufacturers' Association**,  
[www.etrma.org](http://www.etrma.org)

**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**, [www.fraunhofer.de](http://www.fraunhofer.de)

**Giersch, U.; Kubisch, U. (Hrsg.)**, Gummi – Die elastische Faszination, Nicolai Verlag, Berlin 1995/Dr. Gupta Verlag, Ratingen 1995

**Global Platform for Sustainable Natural Rubber (GPSNR)**,  
[www.gpsnr.org](http://www.gpsnr.org)

**International Institute of Synthetic Rubber Producers (IISRP)**,  
[www.iso.org](http://www.iso.org)

**International Maritime Organization (IMO)**, [www.imo.org](http://www.imo.org)

**International Rubber Study Group (IRSG)**, [www.rubberstudy.com](http://www.rubberstudy.com),  
„Rubber Statistical Bulletin“, Vol. 74, No. 7–9 (2020);  
„Rubber Statistical Bulletin“, Vol. 73, No. 10–12 (2019)

**Initiative New Life**, [www.initiative-new-life.de](http://www.initiative-new-life.de)

**Jackson J.**, The Thief at the End of the World: Rubber, Power, and the Seeds of Empire, Viking Press, New York 2008

**Jünger W.**, Kampf um Kautschuk, Wilhelm Goldmann Verlag, Leipzig 1941

**KGK Rubberpoint**, [www.kgk-rubberpoint.de](http://www.kgk-rubberpoint.de)

**Kraftfahrt-Bundesamt (KBA)**, [Statistik Fahrzeugbestand](#)

**Lieferkettengesetz**: [Gesetz über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten in Lieferketten](#)

**Lieferkettengesetz**: [wdk Leitfaden zur Umsetzung in Unternehmen der Kautschuk- und Elastomerindustrie 2021](#)

**Lanxess AG**, Technische Kautschuke – Verborgene Alleskönner, Leverkusen 2009

**Reifenlabel**, [www.dasreifenlabel.de](http://www.dasreifenlabel.de)

**Sustainable Natural Rubber Initiative (SNR-i)**, [www.snr-i.org](http://www.snr-i.org)

**Umweltbundesamt (UBA)**, [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

**We move our world**, [www.wemoveourworld.com](http://www.wemoveourworld.com)

**Wirtschaftsverband der deutschen Kautschukindustrie e.V. (wdk)**, [www.wdk.de](http://www.wdk.de); „Die nationale Nachhaltigkeitsinitiative der deutschen Kautschukindustrie und ihrer Verbände“ (2014); „Nachhaltig Berichten“ (2015); „Nationaler Aktionsplan Wirtschaft und Menschenrechte (NAP)“ (2019); „Nachhaltig Handeln“ (2019)

# DER WDK E.V.



1894 in Hamburg gegründet als Verein deutscher Gummiwarenfabriken, vereint der Wirtschaftsverband der deutschen Kautschukindustrie (wdk) heute Unternehmen aus Deutschland und Europa.

Zum Zeitpunkt der Gründung war ausschließlich Naturkautschuk verfügbar, gewonnen im tropischen Regenwald durch das Anritzen der Rinde von Kautschukbäumen (*Hevea Brasiliensis*). Brasilien war der größte Produzent und Kautschuk gehörte mit einem Preis von 1.630 US-Dollar je Tonne (ca. 80.000 Euro in heutiger Kaufkraft) zu den wertvollsten Rohstoffen weltweit.

1899 gelang es erstmals, Kautschuk in Plantagen anzubauen. Die Hauptanbaugebiete wechselten von Südamerika nach Asien. Die Weltproduktion vervierfachte sich bis zum Ersten Weltkrieg, Deutschland wurde zu einem der weltweit größten Verarbeiter von Naturkautschuk und der Preis je Tonne stieg auf bis zu 28.000 Mark, heute 145.000 Euro.

1909 – der wdk saß als „Central-Verein deutscher Kautschukwaren-Fabrikanten“ in Berlin – wurde in Deutschland erstmals aus Erdöl Synthesekautschuk hergestellt. In der Folge entwickelte sich hierzulande weltweit führendes Know-How zur Herstellung von Synthese- und Naturkautschuk, ebenso wie zur Entwicklung, zur Fertigung und zum Handel von Kautschuk-Produkten.

Herausragendes Know-How, das auch heute die deutsche Kautschukbranche auszeichnet. 2020 ist das Kautschuk- und Elastomernetzwerk des wdk mit 170 Unternehmen und national 70.000 Beschäftigten entlang der gesamten Wertschöpfungskette Kautschuk weltweit aktiv, technisch federführend und mit seinen Produkten unverzichtbar!

[www.wemoveourworld.com](http://www.wemoveourworld.com)

[www.wdk.de](http://www.wdk.de)

Stand: April 2022



**1894**  
Debüt Benz Motor-Velociped



**2020**  
Mercedes-Benz Vision AVTR, gezeigt bei der CES 2020



Wirtschaftsverband  
der deutschen  
Kautschukindustrie e. V.