

Arbeitsblätter Kunststofftechnik

Lernfelder 1 bis 4 – Lösungen

Lernsituationen mit Versuchen und Übungen

Autoren:

Küspert, Karl-Heinz	Hof
Lindenblatt, Gerhard	Wunsiedel
Morgner, Dietmar	Chemnitz
Rudolph, Ulrike	Sonneberg
Schmidt, Albrecht	Selbitz
Schwarze, Frank	Sonneberg

Lektorat:

Morgner, Dietmar	Chemnitz
------------------	----------

Verlagslektorat:

Barth, Alexander	Haan
------------------	------

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, 73760 Ostfildern
Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar

4. Auflage 2018, korrigierter Nachdruck 2021
Druck 5 4 3 2

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-8085-1510-5

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2018 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar
Umschlagfoto: Coperion Werner & Pfeleiderer GmbH & Co. KG
Umschlag: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar
Druck: RCOM Print GmbH, 97222 Würzburg-Rimpar

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 14146

Vorwort zur 4. Auflage des Arbeitsheftes

Die Arbeitsblätter sind für alle Auszubildenden im Bereich Kunststoff- und Kautschuktechnik geeignet, die über ein ausreichendes theoretisches Wissen verfügen und damit komplexe praktische Aufgabenstellungen lösen können.

Sie eignen sich zur Lehrstoffvermittlung und -festigung sowie zur Kontrolle. Die Arbeitsblätter sind für den handlungsorientierten Unterricht in der Berufsschule, im Berufsgrundbildungsjahr, in der Berufsfachschule und im technischen Gymnasium ausgelegt.

Die Themen der Arbeitsblätter entsprechen dem Rahmenlehrplan „Verfahrensmechaniker/Verfahrensmechanikerin für Kunststoff- und Kautschuktechnik“. Die Basis für eine solide Ausbildung des Facharbeiternachwuchses aller Spezialisierungsrichtungen in der Kunststofftechnik wird im ersten Ausbildungsjahr mithilfe der Lernfelder 1 bis 4 geschaffen:

◆ **Lernfeld 1: Werkstoffe nach anwendungsbezogenen Kriterien auswählen**

◆ **Lernfeld 2: Bauelemente aus berufsbezogenen Werkstoffen herstellen**


◆ **Lernfeld 3: Einfache Baugruppen herstellen**

◆ **Lernfeld 4: Anlagenbezogene Steuerungstechnik anwenden**

Die Lehrplaninhalte der vier Lernfelder werden durch praxisorientierte Problemstellungen vermittelt. Handlungsorientierte Aufgabenstellungen sind das Hauptanliegen der Arbeitsblätter.

Für Bundesländer, die die ausgewiesenen Unterrichtsstunden des Rahmenlehrplanes aller Lernfelder mit fachpraktischen Lerninhalten ergänzen, sind im Anschluss an den fachtheoretischen Teil der Lernsituationen geeignete Versuche und Übungen aufgeführt.

Dem neuen Lehrplan, erlassen zum 22.03.2015, in der Berufsausbildung zum Verfahrensmechaniker Kunststoff- und Kautschuktechnik und zur Verfahrensmechanikerin Kunststoff- und Kautschuktechnik wurde der Inhalt der Themen im Arbeitsheft angepasst.

Für Bundesländer **ohne** festgelegte Unterrichtsstunden für praxisorientierte Versuche und Übungen eignen sich die Aufgabenstellungen der Versuche und Übungen als Demonstrationsversuche zur verbesserten Wissensvermittlung und Erkenntnisbildung, gekennzeichnet durch das Symbol .

In der **4. Auflage** wurde bei der Korrektur auf eine Übereinstimmung mit dem **Tabellenbuch Kunststofftechnik 2. Auflage** geachtet, die bewährte Darstellung der Lernfelder entsprechend des Rahmenlehrplanes war dafür die Grundlage.

Die gezielte Verwendung von Fach- und Tabellenbüchern unterstützt den Erwerb von fachlichem Wissen und Können. Im symbolisierten Merkfeld können die ermittelten Seitenangaben eingetragen werden.



Aus dem Firmenverzeichnis auf der Seite 136 sind die Bezugsquellen für die Übungsstücke ersichtlich.

Der Verlag und die Autoren der Arbeitsblätter Kunststofftechnik sind für Anregungen und kritische Hinweise, die der Verbesserung der folgenden Auflagen dienen, dankbar. Verbesserungsvorschläge können dem Verlag und somit dem Autorenteam über

lektorat@europa-lehrmittel.de

zugestellt werden.

Für die umfangreiche und kompetente Unterstützung danken wir allen Unternehmen, Verbänden und Institutionen, die uns mit zahlreichen praxisbezogenen Unterlagen bei der Erarbeitung des Arbeitsheftes unterstützt haben.

Autoren und Verlag

Frühjahr 2018

◆ Technologische Grundlagen

Lernfeld 1 Werkstoffe nach anwendungsbezogenen Kriterien auswählen

Mindmap – Lehrplaninhalte	5
Projekt: Pkw	6 ... 28
Kunststoffverhalten	29
Kunststofferkennung I	31
Kunststofferkennung II	33
Kunststofferkennung III	35
Schwindung und Verzug bei Kunststoffteilen	37

Lernfeld 2 Bauelemente aus berufsbezogenen Werkstoffen herstellen

Mindmap – Lehrplaninhalte	39
Projekt: Förderelemente	40 ... 56
Stahlmaßstab	57
Messschieber	59
Handhabung und Pflege von Messgeräten	61
Prüfmittelauswahl I	62
Messschraube	64
Handhabung und Pflege von Messgeräten	66
Prüfmittelauswahl II	67
Messen und Lehren	69
Anreißen	71
Keil- und Werkzeugschneide	73
Kunststoff- und Metallbearbeitung I	75
Bohren – Schnittbedingungen	77
Kunststoff- und Metallbearbeitung II	79
Umformen von Kunststoffen	81

Lernfeld 3

Einfache Baugruppen herstellen

Mindmap – Lehrplaninhalte	83
Projekt: Rohrschraubstock	84 ... 106
Gewindeschneiden	107
Schweißen von Kunststoffen	109
Kleben von Metallen	111
Kleben von Kunststoffen	113

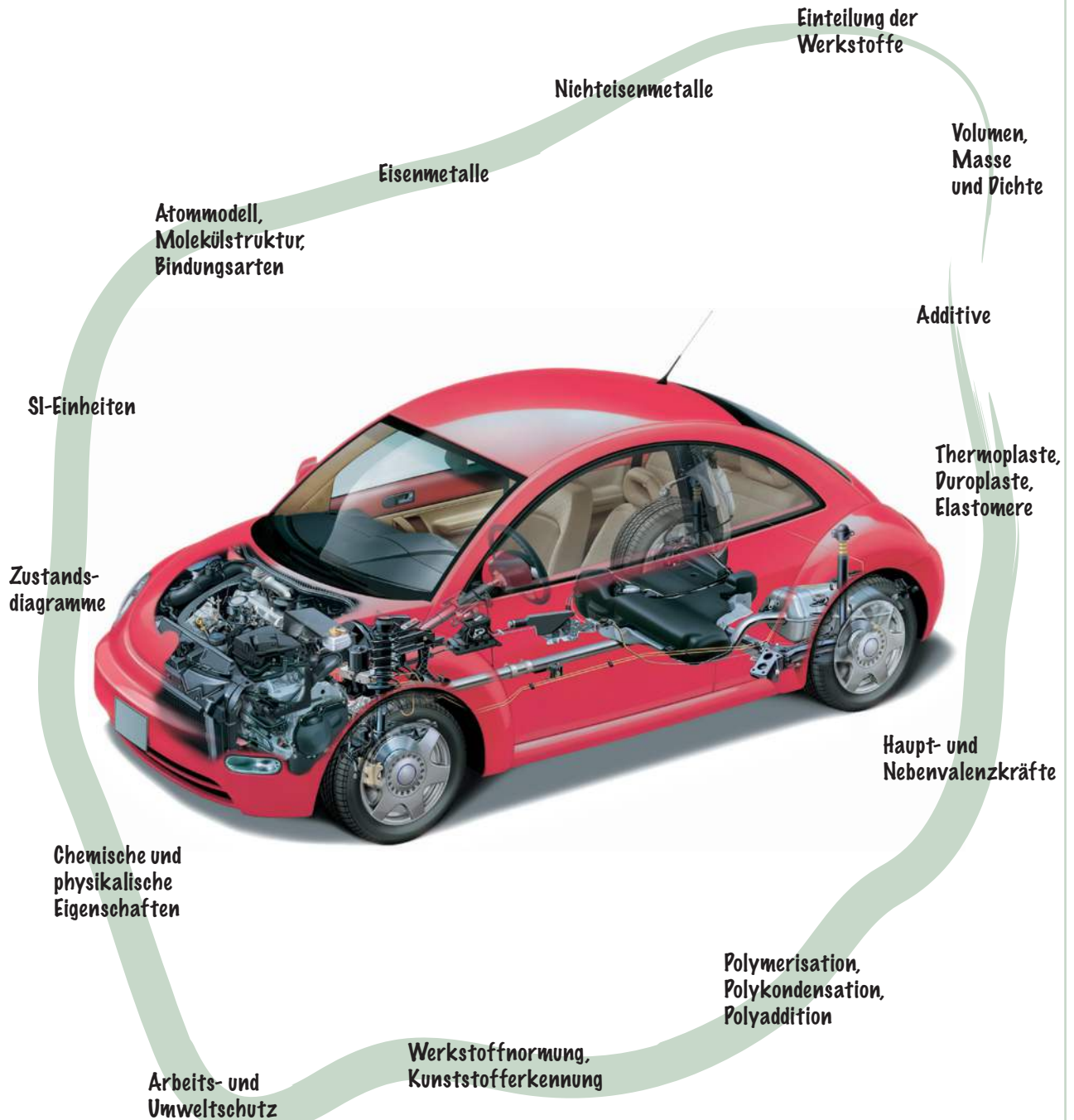
Lernfeld 4

Anlagenbezogene Steuerungstechnik anwenden

Mindmap – Lehrplaninhalte	115
Projekt: Spritzgießmaschine	116 ... 131
Elektrischer Stromkreis – Ohmsches Gesetz	132
Elektrischer Stromkreis – Reihen- und Parallelschaltung	134

◆ Firmenverzeichnis mit Internetadressen	136
---	------------

Lehrplaninhalte



Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages.
Copyright 2018 by Europa-Lehrmittel

**Lernsituation
Personenkraftwagen**

Projekt: Pkw

Beschreibung der Lernsituation

Kraftfahrzeuge bestehen aus einer Vielzahl von Bauteilen und Baugruppen. Sie sind aus unterschiedlichen konventionellen und modernen Werkstoffen hergestellt. Um eine fertigungsgerechte Auswahl der eingesetzten Materialien treffen zu können, sind Kenntnisse über Eigenschaften und Merkmale der Werkstoffe erforderlich.

Aufgaben

1. Die spezifischen Eigenschaften und Anwendungen der Werkstoffe sind zu strukturieren und zu ordnen. In Versuchen werden die ausgewählten Werkstoffe hinsichtlich der festgelegten Kriterien untersucht und die Ergebnisse protokolliert.

◆ Ordnen Sie die die Kategorien den Werkstoffen am Kraftfahrzeug zu!

Kategorie	
Stahl und Eisengusswerkstoffe	1
Nichteisenmetalle und NE-Metall-Legierungen	2
Verbundwerkstoffe	3
Kunststoffe	4
natürliche Werkstoffe	5

◆ Ergänzen Sie die Tabelle bezüglich der Unterscheidung nach Eisenmetallen, Nichteisenmetallen und Kunststoffen, Werkstoffart und Verwendung im Kraftfahrzeug. Verwenden Sie dazu die obige Abbildung!

Werkstoffübersicht			
Metalle	Unterscheidung	Werkstoffart	Verwendung/Beispiele
Eisenmetalle	Eisengusswerkstoffe	Gusseisen Stahlguss	Bremsscheiben Bremsattel
	Stahl	Stahlblech Federstahl	Auspuff, Karosserie Fahrzeugfederung
Nichteisenmetalle	Dichte $\leq 5 \text{ g/cm}^3$ Leichtmetalle	Al-Legierung Mg-Legierung	Leichtmetallfelgen Motorblock
	Dichte $> 5 \text{ g/cm}^3$ Schwermetalle	Kupfer Zink	elektrische Leitungen Korrosionsschutz
Nichtmetalle	Unterscheidung	Werkstoffart	Verwendung/Beispiele
Kunststoffe	Thermoplaste	Polyamid ABS	Saugrohr am Motor Stoßstange
	Duroplaste	Polyester-Harz	Aschenbecher
	Elastomere	synthetischer Kautschuk	Bereifung

2. Am Beispiel des Pkw sollen die verschiedenen Werkstoffeigenschaften und deren Einsatz näher untersucht werden.

◆ Ordnen Sie den aufgeführten Werkstoffeigenschaften jeweils charakteristische Werkstoffkenngrößen zu!

Eigenschaften	physikalisch	mechanisch-technologisch	fertigungs-technisch	chemisch-technologisch	umwelt-verträglich
Kenngröße	Dichte	Elastizität	Gießbarkeit	Korrosionsbeständigkeit	Lösungsmittelfreiheit

Physikalische Eigenschaften

3. Die Karosserie eines Fahrzeuges ist hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Sie muss sowohl stabil als auch möglichst leicht sein.

◆ Was verstehen Sie unter der physikalischen Werkstoffeigenschaft Dichte?

Die Dichte eines Stoffes ρ ist das Verhältnis aus der Masse m und dem Volumen V eines Körpers.

◆ Geben Sie die Gleichung zur Berechnung der Dichte und deren Einheiten an.



Gleichung	Einheiten
Dichte = $\frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}}$ $\rho = \frac{m}{V}$	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}; \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}; \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$

◆ Ermitteln Sie die fehlenden Werte in der Tabelle!



Werkstoffe (Metalle)	Dichte (g/cm ³)	Werkstoffe (Kunststoffe)	Dichte (g/cm ³)	Werkstoffe (Kunststoffe)	Dichte (g/cm ³)
Aluminium	2,7	ABS	1,12 ... 1,15	PA	1,12 ... 1,15
Blei	11,3	PVC-U	1,37 ... 1,44	PMMA	1,19
Kupfer	8,96	PE-LD	0,915 ... 0,935	PF	1,25 ... 1,45
Stahl, unlegiert	7,85	PE-HD	0,94 ... 0,97	SB	1,0 ... 1,25
Zink	7,13	PTFE	2,14 ... 2,20	PP	0,895 ... 0,92

◆ Welche Kantenlänge hat ein Würfel mit einer Masse von 1 kg aus unlegiertem Stahl im Vergleich zu einem Würfel aus PVC-U?



Berechnung: Stahlwürfel	Berechnung: PVC-Würfel
$V = \frac{m}{\rho}$	$V = \frac{m}{\rho}$
$V = \frac{1 \text{ kg}}{7,85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}} = 0,127 \text{ dm}^3 = 127 \text{ cm}^3$	$V = \frac{1 \text{ kg}}{1,38 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}} = 0,725 \text{ dm}^3 = 725 \text{ cm}^3$
$l = \sqrt[3]{V}$ $l = \sqrt[3]{127 \text{ cm}^3} \approx \underline{5,0 \text{ cm}}$	$l = \sqrt[3]{V}$ $l = \sqrt[3]{725 \text{ cm}^3} \approx \underline{9,0 \text{ cm}}$

4. An einem Pkw sind viele unterschiedliche Werkstoffe kraft- oder formschlüssig miteinander verbunden. Sie dehnen sich bei Erwärmung unterschiedlich aus. Wird diesem Verhalten bei der Konstruktion ungenügend Beachtung geschenkt, kann es beim Betrieb, z. B. an der Karosserie, zu Klapper- bzw. Knarrgeräuschen kommen.

- Wie heißt die physikalische Größe, mit deren Hilfe dieses Materialverhalten beschrieben wird?

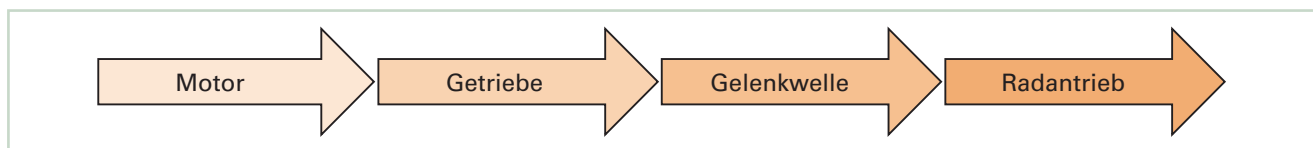
Längenausdehnungskoeffizient α (Längenänderung bei Temperatureinfluss)

- Wie verhält sich ein Bauteil aus Stahl im Vergleich zu einem Bauteil aus Kunststoff bei Erwärmung?

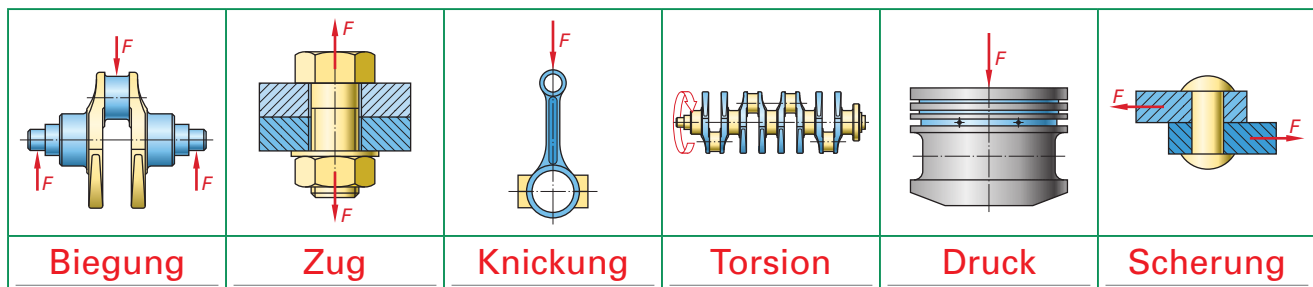
Das Bauteil aus Stahl dehnt sich bei Erwärmung weniger stark aus als das Bauteil aus Kunststoff (gleiche Maße und gleiche Temperaturänderung vorausgesetzt).

Mechanisch-technologische Eigenschaften

5. Viele Teile eines Kraftfahrzeuges, insbesondere der Antriebsstrang und die Karosserie, werden bei Beschleunigungs- und Bremsvorgängen durch mechanische Spannungen beansprucht. Um die Fahrstabilität und den Gebrauchswert über die gesamte Lebensdauer zu erhalten, muss eine entsprechende Werkstoffauswahl getroffen werden.



- Ordnen Sie die nachfolgend genannten mechanischen Belastungsarten Zug, Druck, Scherung, Biegung, Verdrehung (Torsion) und Knickung zu!



6. Abhängig davon, in welche Richtung die Kräfte auf ein Bauteil einwirken, entstehen die verschiedenen Belastungsarten. Für jede Belastungsart hat ein Werkstoff eine maximale Belastungsgrenze (Festigkeit).

- Wie berechnet sich die Zugspannung σ_z und welche physikalische Einheit besitzt sie?

Formel:	Einheit:
$\sigma_z = \frac{F}{S_0}$	$\frac{N}{mm^2}$

- Was geben die Streckgrenze R_e und die Zugfestigkeit R_m eines Werkstoffes an?

Die Streckgrenze R_e ist derjenige Kennwert eines Werkstoffes, nach dessen Überschreitung die plastische Verformung im Werkstoff einsetzt.

Die Zugfestigkeit R_m ist die maximale Zugspannung des Probekörpers während des Zugversuches. Sie kann mit der Spannung beim Bruch identisch sein.

7. Bei Schrauben wird die Festigkeitsklasse durch zwei Zahlen z. B. 10.9 und bei Muttern durch eine Zahl angegeben. Wegen der Gefahr einer bleibenden Dehnung darf die Mindeststreckgrenze R_e nicht überschritten werden.

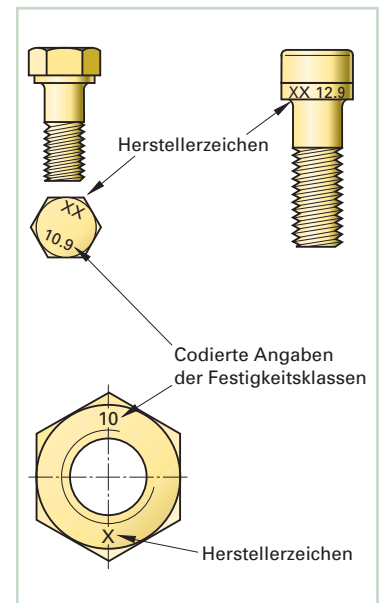
◆ Was ist mit der im Vordergrund dargestellten Schraube passiert und welche Folgen hat dies?



Die Schraube wurde mit einer Zugspannung über die Mindeststreckgrenze R_e des Schraubenwerkstoffes belastet und dabei plastisch verformt. Die Schraube darf nicht wieder verwendet werden.

◆ Ermitteln Sie die Festigkeitswerte!

Bauteil	An-gaben	Festigkeitswerte
Schraube	10.9	10: Mindestzugfestigkeit $R_m = 10 \cdot 100 \text{ N/mm}^2 = 1000 \text{ N/mm}^2$
		10/9: Mindeststreckgrenze $R_e = 10 \cdot 9 \cdot 10 \text{ N/mm}^2 = 900 \text{ N/mm}^2$
	12.9	12: Mindestzugfestigkeit $R_m = 12 \cdot 100 \text{ N/mm}^2 = 1200 \text{ N/mm}^2$
		12/9: Mindeststreckgrenze $R_e = 12 \cdot 9 \cdot 10 \text{ N/mm}^2 = 1080 \text{ N/mm}^2$
Mutter	10	10: Mindestzugfestigkeit $R_m = 10 \cdot 100 \text{ N/mm}^2 = 1000 \text{ N/mm}^2$



Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. Copyright 2018 by Europa-Lehrmittel

Fertigungstechnische Eigenschaften

8. Die fertigungstechnischen Eigenschaften beschreiben die Eignung der Werkstoffe für verschiedene Fertigungsverfahren.

◆ Welche fertigungstechnischen Eigenschaften sind für die dargestellten Fertigungsverfahren erforderlich?

<p>Vollformgießen</p>	<p>Rohrbiegen</p>	<p>Sägen</p>	<p>Schutzgasschweißen</p>
Gießbarkeit	Umformbarkeit	Zerspanbarkeit	Schweißbarkeit

Chemisch-technologische Eigenschaften

9. Auch bei bester Pflege und Wartung unterliegt ein Kraftfahrzeug zahlreichen Umwelteinflüssen und aggressiven Wirkmedien, welche die Lebensdauer herabsetzen. Die Werkstoffauswahl muss deshalb optimiert werden.

- ◆ Welche Einflüsse auf den Werkstoff sind hier angesprochen?



Alterung



Korrosion



Verschleiß

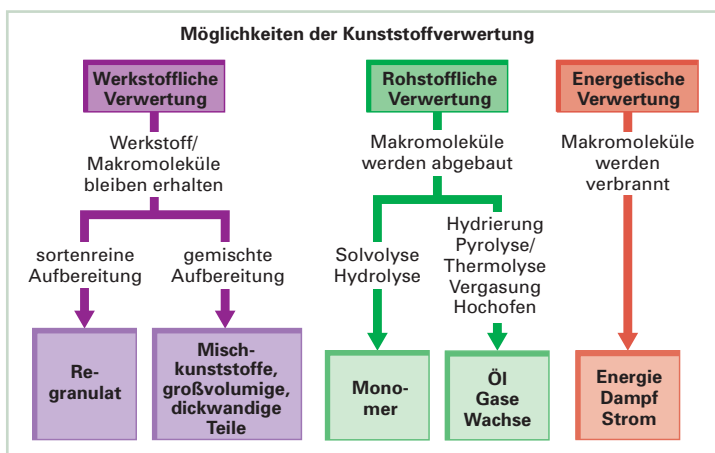
Umweltverträglichkeit

10. Neben den klassischen Werkstoffeigenschaften spielen heute immer mehr ökologische Gesichtspunkte eine wichtige Rolle. Der Energieaufwand bei der Herstellung, im Betrieb sowie die verwendeten Werk- und Hilfsstoffe belasten die Umwelt mehr oder weniger. Schon bei der Konstruktion eines Pkws müssen umweltschädigende Einflüsse beim Betreiben und auch die spätere sortenreine Entsorgung berücksichtigt werden.

- ◆ Nennen Sie umweltbelastende Stoffe während der einzelnen Lebensabschnitte eines Fahrzeuges!

Herstellung	Gebrauch	Entsorgung
		
Lackreste, Entfettung	CO _x , NO _x , Feinstaub	Altöl, Kühlmittel, Schrott

- ◆ Welche Möglichkeiten der Verwertung von Werkstoffen am Beispiel der Kunststoffe sind in der Übersicht dargestellt. Wodurch sind sie gekennzeichnet?



1. Werkstoffliche Verwertung;
Werkstoff bleibt erhalten
2. Rohstoffliche Verwertung;
Moleküle werden abgebaut
3. Energetische Verwertung;
Kunststoff wird verbrannt

Grundlagen der Werkstofftechnik

11. Am Beginn des Werkstoffkreislaufes stehen die Naturstoffe, die durch den Menschen genutzt und dabei verändert werden.

◆ Vervollständigen Sie die Tabelle!

Stoffart	Beschreibung	Beispiele
Naturstoff	In der Natur vorkommende Stoffe	ungeschlagenes Holz, ungeförderetes Erdöl, ungeförderetes Eisenerz, Latexmilch in Gummibäumen
Rohstoff	Naturstoff, an dem menschliche oder maschinelle Arbeit verrichtet wurde	geschlagenes Holz, geförderetes Erdöl, abgebaute Kohle, gewonnene Latexmilch, abgebaute Erze
Werkstoff	Für die Konstruktion nützlicher Stoff mit günstigen mechanischen oder physikalischen Eigenschaften, guter Verarbeitbarkeit und Wirtschaftlichkeit in der Beschaffung und Entsorgung	Metalle, Nichtmetalle, Kunststoffe, Verbundwerkstoffe
Fertigprodukt	Bauteile, Baugruppen, Formteile, Halbzeuge	Schrauben, Wälzlager, Rohre, Autoreifen

◆ Welche Bedeutung haben Hilfsstoffe und Energien für den Fertigungsprozess und wie gehen diese in die Gesamtkosten für ein Fertigprodukt ein? Nennen Sie einige Beispiele!

Hilfsstoffe und Energien dienen der Aufrechterhaltung des Fertigungsprozesses und gehen nur wertmäßig in die Kosten für ein Erzeugnis ein.

Beispiele: Kühlschmierstoffe, elektrische Energie, Treibstoffe, Hydrauliköl zum Betrieb einer Spritzgießmaschine, Reinigungsgranulat

12. Die Anzahl der verfügbaren Werkstoffe nimmt ständig zu. Daraus erwächst die Notwendigkeit einer ordnenden und systematischen Einteilung.

◆ Ordnen Sie die nachfolgend genannten Werkstoffe einer der drei Hauptgruppen durch Ankreuzen zu!

Werkstoff	Hauptgruppe	Nichtmetall		Verbundwerkstoff
		Metall	anorganisch	
Werkzeugstahl		X		
Holzmehl				X
Polyvinylchlorid				X
Naturkautschuk				X
C-Faser-verstärktes Epoxidharz				X
Hartmetall				X
Melamin-Formaldehyd-Harz				X
Diamant			X	

13. Der Einsatz von Kunststoffen im modernen Kraftfahrzeugbau gewinnt immer mehr an Bedeutung. Trotzdem ist es nicht immer möglich, Eisenmetalle und Nichteisenmetalle (Leicht- und Schwermetalle) durch kostengünstigere Werkstoffe und Werkstoffkombinationen komplett zu ersetzen.

- ◆ Ordnen Sie den in der Tabelle genannten Werkstoffeigenschaften Bauteile oder Baugruppen eines Pkws zu. Verwenden Sie dazu die Abbildung von Aufgabe 1!

Werkstoffeigenschaft	Verwendung	verwendbarer Werkstoff
gute elektrische Leitfähigkeit	elektrische Leitungen	Kupfer
gute Wärmeleitfähigkeit	Kühler	Aluminium
gute Gießbarkeit	Motorengehäuse	AlMg-Legierungen
gute Umformbarkeit	Karosserieblech	Tiefziehblech
gute Korrosionsbeständigkeit	Auspuffanlage	legierte Stahlbleche
gute elastische Verformbarkeit	Federn	Federstahl

14. Um bestimmte Werkstoffeigenschaften zu erhalten, werden dem Stahl gezielt Legierungselemente zugefügt. Aus reinen Nichteisenmetallen entstehen durch Zulegieren anderer Metalle Knet- und Gusslegierungen. Dabei kann die gewollte Verbesserung einer Eigenschaft zur Verschlechterung einer anderen führen.

- ◆ Ergänzen Sie die folgende Tabelle!



Wichtige Legierungselemente für Stähle und Eisenguss-Legierungen			
Legierungselement	werkstoff- oder fertigungstechnische Eigenschaft		Anwendung
	verbessert wird die	vermindert wird die	
Kohlenstoff (C)	Härtbarkeit	Schweißbarkeit	Vergütungsstahl
Schwefel (S)	Zerspanbarkeit	Schweißbarkeit	Automatenstahl
Molybdän (Mo)	Verschleißfestigkeit	Kaltumformbarkeit	Einsatzstahl
Chrom (Cr)	Warmfestigkeit	Warmumformbarkeit	Stahlblech
Wichtige Legierungselemente für Aluminiumguss- und -knet-Legierungen			
Silizium (Si)	gute Gießbarkeit	Aushärtbarkeit	AlSi - Gusslegierung
Magnesium (Mg)	Massereduzierung	schlechte Verformbarkeit	AlSiMg - Gusslegierungen
Kupfer (Cu)	Erhöhung der Festigkeit	–	AlSiCu - Legierungen
Titan (Ti)	Massereduzierung	schlechte Schweißbarkeit	AlCuTi - Legierungen

15. Bei der Kennzeichnung von Werkstoffen aller Art verwendet man entweder Kurznamen oder Werkstoffnummern.
 ♦ Welchen Sinn und Zweck hat eine solche Kurzbezeichnung und worüber gibt sie Auskunft?

Die Kurzbezeichnung ist eine klare, eindeutige Verständigung in kürzester Form zwischen dem Erzeuger, Handel und dem Verarbeiter. Die Kurzbezeichnung muss alle Angaben enthalten, die über Art und Eigenschaft eines Werkstoffes Auskunft geben.

16. Die normgerechte Bezeichnung der Stähle nach Kurznamen erfolgt auf Basis der DIN EN 10027.
 ♦ Welche zwei Bezeichnungssysteme werden unterschieden?

Hauptgruppe 1: Die Bezeichnung erfolgt aufgrund der Verwendung und der mechanischen und/oder physikalischen Eigenschaften.

Hauptgruppe 2: Die Bezeichnung erfolgt aufgrund der chemischen Zusammensetzung. Die Stähle sind für eine Wärmebehandlung vorgesehen.

- ♦ Erklären Sie die Stahlbezeichnungen und bestimmen Sie die werkstofftypischen Eigenschaften bzw. Kenngrößen!



Unlegierter Baustahl, warmgewalzt (DIN EN 10025-2)	Kenngrößen, Eigenschaften, Verwendung	Anwendungsbeispiel
<p>S 275 J0</p> <p>$KV = 27 \text{ J bei } 0 \text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>$R_e = 275 \text{ N/mm}^2$</p> <p>Stahl für den Stahlbau</p>	<p>$R_m = 410 \dots 560 \text{ N/mm}^2$</p> <p>$A = 23 \%$</p> <p>Schweißkonstruktionen im Stahl- und Maschinenbau</p>	
Kaltarbeitsstahl, unlegiert (DIN EN ISO 4957)	Kenngrößen, Eigenschaften, Verwendung	Anwendungsbeispiel
<p>C 60 E</p> <p>für Kleinteile</p> <p>mittl. C-Gehalt: 0,60 %</p> <p>Kohlenstoffstahl</p>	<p>Härtetemperatur: $800 \text{ }^\circ\text{C} \dots 830 \text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>Anlasstemperatur: $180 \text{ }^\circ\text{C} \dots 300 \text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>Schrauben, Bolzen, Handwerkzeuge</p>	
Einsatzstahl, legiert (DIN EN 10084)	Kenngrößen, Eigenschaften, Verwendung	Anwendungsbeispiel
<p>17 Ni Cr Mo 6-4</p> <p>Molybdän: $\leq 1 \%$</p> <p>Chrom: 1%</p> <p>Nickel: $1,5 \%$</p> <p>0,17 % Kohlenstoff</p>	<p>$R_m \geq 1000 \text{ N/mm}^2$</p> <p>Getriebebauteile (Zahnräder, Ritzel, Wellen, Gelenkwellen)</p>	

Schnellarbeitsstahl (DIN EN ISO 4957)	Kenngößen, Eigenschaften, Verwendung	Anwendungsbeispiel
HS6-5-2-5 Cobalt: 5 % Vanadium: 2 % Molybdän: 5 % Wolfram: 6 %	Härtetemperatur: 1200 °C ... 1240 °C Härte: 270 HB Spiralbohrer für höhere Belastung, Fräswerkzeuge	
Nichtrostende Stähle (DIN EN 10088)	Kenngößen, Eigenschaften, Verwendung	Anwendungsbeispiel
X2 Cr Ni 18-9 Nickel: 9 % Chrom: 18 % Kohlenstoff: 0,02 %	$R_m = 500 \text{ N/mm}^2 \dots 950 \text{ N/mm}^2$ Gebrauchsgegenstände und Behälter für den Haushalt, chirurgische Instrumente	

17. Der Rohstahl wird durch verschiedene Umformverfahren, wie Walzen, Strangpressen oder Tiefziehen zu Halbzeugen weiterverarbeitet. Es entstehen Form- und Stabstähle, Rohre und Hohlprofile, Bleche, Bänder und Drähte.
- ◆ Ergänzen Sie die fehlenden Angaben für Stabstahl und Stahlblech!

Handelsform	Genormte Kurzbezeichnung	
Stabstahl 	Vierkant EN 10059 – 12-5000 F Stahl EN 10025 – S275J0	Seitenlänge a: 12 mm, Festlänge l = 5000 mm Stahlsorte: Warmgewalzter Vierkantstahl aus S275J0 Längenbezogene Masse m': 1,13 kg/m
Formstahl 	L EN 10056-1 – 60 x 40 x 5 – S235J0	Seitenlänge a: 60 mm Schenkellänge b: 40 mm Erzeugnisdicke t: 5 mm Querschnittsfläche S: 479 mm² Längenbezogene Masse m': 3,76 kg/m Lage der neutralen Faser: e _x : 19,6 mm e _y : 9,7 mm Stahlsorte: unlegierter Baustahl DIN EN 10025 aus S235J0
Stahlblech 	Blech EN 10130 – DC04 - A - g	Euro-Norm: DIN EN 10130 Werkstoff des Bleches: DC04 Oberflächenart: A Oberflächenausführung: g

- ◆ Berechnen Sie mit Hilfe der flächenbezogenen Masse m'' die Masse von 5 Blechtafeln aus: **Blech EN 10030 – 2,5 x 1250 x 2500 – DC03 – B – m!**



$m'' = 19,6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
$A_{\text{ges}} = b \cdot l \cdot n = 1,25 \text{ m} \cdot 2,5 \text{ m} \cdot 5 = 15,625 \text{ m}^2$
$m = m'' \cdot A_{\text{ges}} = 19,6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 15,625 \text{ m}^2 = \underline{\underline{306,25 \text{ kg}}}$

18. Nichteisenmetalle dienen im Kraftfahrzeugbau der Gewichtsersparnis, als Legierungsmetall, dem Schutz vor Korrosion oder als katalytisch aktive Schichten.

◆ Was sind Nichteisenmetalle?

Nichteisenmetalle sind alle Metalle außer reinem Eisen, sowie Metalllegierungen, in denen Eisen nicht als Hauptelement enthalten ist.

◆ Wann ist der Einsatz von Nichteisenmetallen erforderlich?

Ihr Einsatz ist notwendig, wenn besondere Eigenschaften gefordert werden, die von Stählen nicht erbracht werden können.

◆ Ordnen Sie die Leicht- und Schwermetalle und deren Legierungen den Eigenschaften zu!
Al, Be, Pb, Mg, Ti, Cu, Zn, Sn, Ag, Ni, Cr sowie Al-, Cu-, Zn- und Sn-Legierungen.

Eigenschaften	NE-Metalle und NE-Metalllegierungen
niedrige Dichte	Al, Ti, Mg, Be
niedriger Schmelzpunkt	Pb, Mg, Al, Sn, Al-Leg.
gute Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität	Ag, Cu, Al
Korrosionsbeständigkeit	Cu, Ni, Ti, Cr, Zn
gute Gleiteigenschaften	Sn-Leg., Zn-Leg., Cu-Leg.



◆ Erklären Sie die folgenden Kurzbezeichnungen!

EN-AW-AISi12: EN: Euro-Norm; AW: Aluminium-Halbzeug; Al-Legierung mit 12 % Silizium

G-CuZn36: G: Gusslegierung; CuZn: Legierung von Kupfer mit 36 % Zink

◆ Was versteht man unter „Legieren“?

Zwei oder mehrere Metalle werden im schmelzflüssigen Zustand miteinander gemischt.

◆ Warum werden die meisten NE-Metalle nicht als Reinetalle, sondern als Legierungsmetalle eingesetzt?

Viele Eigenschaften reiner NE-Metalle sind für einen speziellen Anwendungsfall nicht ausreichend. Durch Legieren werden ihre Eigenschaften gezielt verändert.

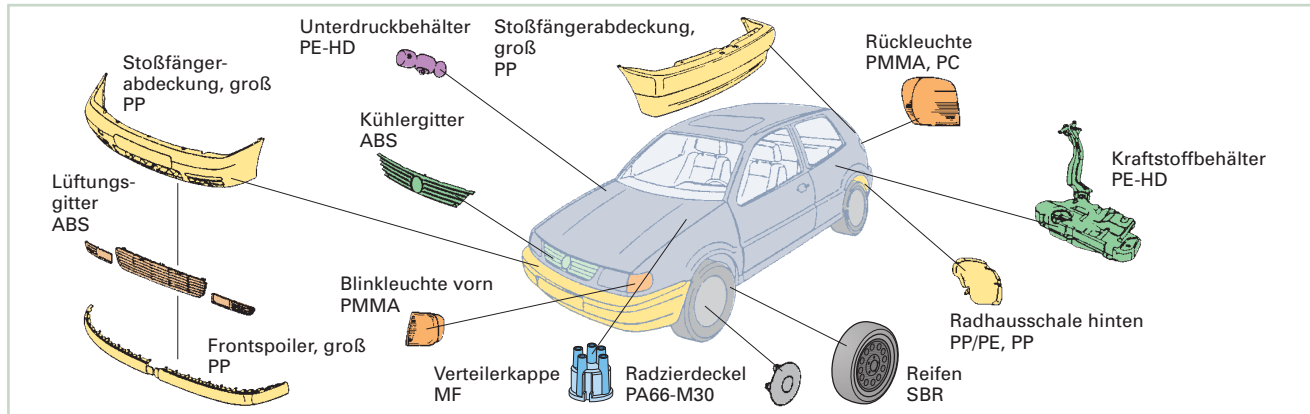
19. Bei Verbundwerkstoffen sind die Einzelstoffe nicht wie bei Legierungen ineinander gelöst.

◆ Nennen Sie Beispiele für Kraftfahrzeugteile aus Verbundwerkstoffen!

Faserverstärkter Werkstoff	Teilchenverstärkter Werkstoff	Durchdringungsverbund	Schichtverbund	Strukturverbund
<p>Bindung Verstärkungsfasern</p>	<p>Bindung Verstärkungsteilchen</p>	<p>getränkte Hohlräume Feststoffgerüst</p>	<p>Decklage Grundwerkstoff</p>	<p>Kunststoffschale Schaumstoff Stahlblechträger</p>
Anbauteile am Motor	Scheinwerfergehäuse	Bremsbeläge	Dachhimmel	Stoßfänger

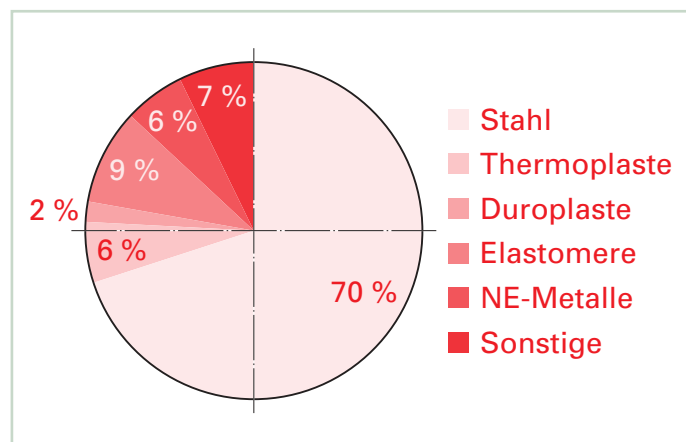
Grundlagen der Kunststofftechnik

20. Durch die Verwendung von Bauteilen aus Kunststoff kann die Fahrzeugmasse verringert und somit Kraftstoff eingespart werden. Gleichzeitig verbessert sich die Korrosionsbeständigkeit von Bauteilen und Baugruppen.

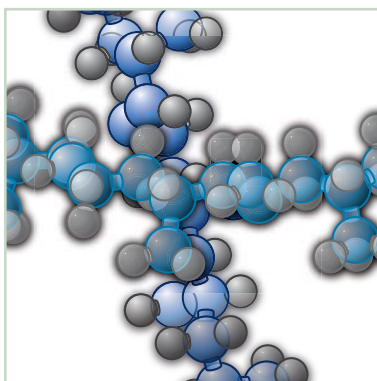


◆ Stellen Sie in einem Kreisdiagramm die Gewichtsanteile in Prozent der Werkstoffe grafisch dar, die in einem Kraftfahrzeug eingesetzt werden! Kennzeichnen Sie die Werkstoffe im Kreisdiagramm farblich!

Werkstoff	Gewichtsprozent	Winkelgrade
Stahl	70 %	252°
Thermoplaste	6 %	22°
Duroplaste	2 %	7°
Elastomere	9 %	32°
NE-Metalle	6 %	22°
Sonstige	7 %	25°



◆ Was sind Kunststoffe und wie werden sie hergestellt?



Kunststoffe sind künstlich hergestellte Werkstoffe. Sie werden aus organischen, makromolekularen Verbindungen hergestellt. Die Herstellung erfolgt vorwiegend vollsynthetisch aus Erdöl, Erdgas, Kohle, Wasser oder anderen Grundmaterialien. Kunststoffe können auch aus abgewandelten Naturstoffen wie Eiweiß, Zellulose und Naturkautschuk hergestellt werden.

21. **Kohlenstoff** und **Wasserstoff** sind die Hauptbestandteile der Kunststoffe. Anstelle von Wasserstoff können auch andere Elemente am Aufbau beteiligt sein.

◆ Welche weiteren chemischen Elemente können am Aufbau von Kunststoffen beteiligt sein?

Sauerstoff (O), Stickstoff (N), Chlor (Cl), Fluor (F), Schwefel (S), Silizium (Si)

Von den zurzeit bekannten Kunststoffen gibt es keinen, der alle acht chemischen Elemente gleichzeitig enthält.

22. Kunststoffe besitzen gegenüber anderen Konstruktionswerkstoffen viele vorteilhafte, aber auch nachteilige Eigenschaften.

◆ Ordnen Sie die folgenden Eigenschaften in der Tabelle zu!

Geringe Dichte, geringe thermische Leitfähigkeit, geringe Temperaturbeständigkeit, Brennbarkeit, niedrige Verarbeitungstemperatur, großer Längenausdehnungskoeffizient, hohe chemische Beständigkeit, gute Einfärbbarkeit, hoher Oberflächenglanz, hohe Dehnbarkeit, geringe mechanische Festigkeit, geringe Formbeständigkeit unter Krafteinwirkung, physiologische Unbedenklichkeit, elektrostatische Aufladung, niedrige elektrische Leitfähigkeit.

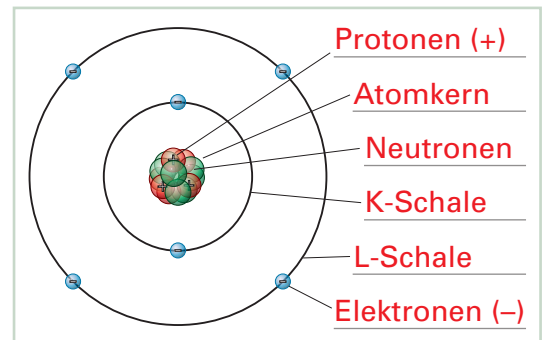
Vorteilhafte Eigenschaften	Nachteilige Eigenschaften
geringe Dichte, geringe thermische Leitfähigkeit, niedrige Verarbeitungstemperatur, hohe chemische Beständigkeit, gute Einfärbbarkeit, hoher Oberflächenglanz, physiologische Unbedenklichkeit, niedrige elektrische Leitfähigkeit	geringe Temperaturbeständigkeit, Brennbarkeit, großer Längenausdehnungskoeffizient, hohe Dehnbarkeit, geringe mechanische Festigkeit, geringe Formbeständigkeit unter Krafteinwirkung, elektrostatische Aufladung

23. Das chemische Element Kohlenstoff ist der Grundbaustein aller organischen Verbindungen und somit hauptsächlich am Aufbau der Kunststoffe beteiligt.

◆ Ermitteln Sie mithilfe des Periodensystems der Elemente die fehlenden Angaben für das Kohlenstoffatom und ergänzen sie die Darstellung!



Hauptgruppe:	<u>IV</u>
Ordnungszahl:	<u>6</u>
Periode:	<u>2</u>
Anzahl der Protonen:	<u>6</u>
Anzahl der Neutronen:	<u>6</u>
Gesamtzahl der Elektronen:	<u>6</u>
Anzahl der Elektronen auf der K-Schale:	<u>2</u>
Anzahl der Elektronen auf der L-Schale:	<u>4</u>



24. Durch die Anzahl der freien Elektronen auf der zuletzt belegten Schale ist auch die Wertigkeit des Kohlenstoffs festgelegt. Das C-Atom kann mit anderen Atomen oder mit anderen C-Atomen Bindungen eingehen. Zeichnerisch erfolgt die Darstellung mit Bindungsarmen (Valenzen).

◆ Ergänzen Sie die Tabelle!



Chem. Bezeichnung	Alkane	Alkene	Alkine
	<u>Paraffine</u>	<u>Olefine</u>	Arine
Bindungsart	<u>Einfachbindung</u>	Doppelbindung	<u>Dreifachbindung</u>
Sättigung	gesättigt	<u>ungesättigt</u>	<u>ungesättigt</u>
Allgemeine Bildungsformel	<u>C_nH_{2n+2}</u>	C _n H _{2n}	<u>C_nH_{2n-2}</u>
Summenformel für Verbindung mit 2 C-Atomen	<u>C₂H₆</u>	<u>C₂H₄</u>	<u>C₂H₂</u>
Strukturformel für Verbindung mit 2 C-Atomen	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{C} & = & \text{C} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	H-C≡C-H
Name	<u>Ethan</u>	<u>Ethen (Ethylen)</u>	Ethin (Azetylen)

25. Neben den kettenförmigen Kohlenwasserstoffverbindungen existieren die ringförmigen Kohlenwasserstoffverbindungen, die Aromate.

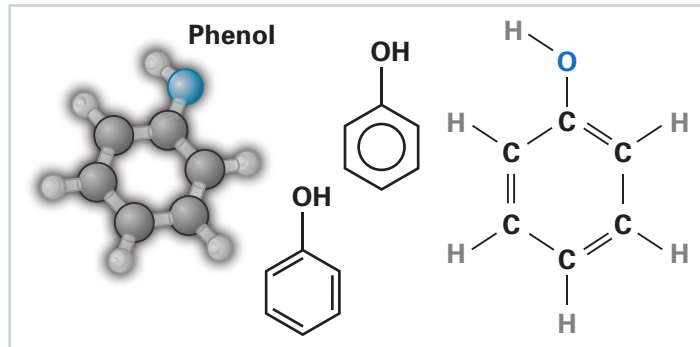
◆ Nennen Sie Beispiele für Kunststoffe mit ringförmigem Molekülaufbau!

Polystyrol (PS)

Polycarbonat (PC)

Polyethylenterephthalat (PET)

Phenolharz (PF)



26. Moleküle mit Doppelbindungen sind überaus reaktionsfreudig, das heißt, die Doppelbindungen sind instabil und neigen schon bei geringster Veränderung ihrer Existenzbedingungen zum Aufspalten und Aneinanderlagern zu Einzelbindungen (Polymerisation).

◆ Wovon ist die Anordnung der Einzelmoleküle in der Kette abhängig?

Die Anordnung der Einzelmoleküle in der Molekülkette ist von den Reaktionsbedingungen während des Kettenwachstums und vom Aufbau der Monomere abhängig.

◆ Was versteht man unter dem Polymerisationsgrad n ?

Mit dem Polymerisationsgrad n wird die Anzahl der zu einem Makromolekül (Polymer) vereinigten Monomereinheiten beschrieben. Er ist das Verhältnis der molaren Masse eines Polymers und der molaren Masse eines Monomers.

27. Die Anordnung der Molekülketten kann linear, verzweigt, engmaschig oder weitmaschig vernetzt sein. Grundlegende Kunststoffeigenschaften wie Festigkeit, Dehnung, Elastizität, Härte, chemische Beständigkeit, Quellbarkeit oder Gasdurchlässigkeit sind durch den unterschiedlichen Aufbau erklärbar.

◆ Skizzieren Sie die Kettenstruktur der Makromoleküle und ordnen Sie die Kunststoffgruppen zu. Nennen Sie jeweils einen Vertreter der Kunststoffe sowie charakteristische Eigenschaften für die Kunststoffgruppe!

Molekülform	linear (fadenförmig)	verzweigt (strauchförmig)	engmaschig vernetzt	weitmaschig vernetzt
Skizze				
Kunststoffgruppe	Thermoplaste	Thermoplaste	Duroplaste	Elastomere
Allgemeine Eigenschaften	verformbar, schweißbar, gering temperaturbeständig, recyclbar		hart, spröde, unschmelzbar, nicht verformbar, unlöslich	quellfähig, gummielastisch, unschmelzbar
Beispiele	PE-HD	PVC-U	EP	PUR

28. An die in einem Kraftfahrzeug eingesetzten Kunststoffe werden verschiedene mechanische, thermische, chemische und elektrische Anforderungen gestellt. Die geforderten Eigenschaften können nicht von einem Kunststoff sondern nur von verschiedenen Kunststoffgruppen oder Kunststoffkombinationen erfüllt werden.

◆ Ergänzen Sie die Tabelle!



Kunststoffgruppe	Thermoplaste		Duroplaste	Elastomere
	Ordnungszustand	amorph	teilkristallin	amorph
Vernetzung	unvernetzt	unvernetzt	räumlich engmaschig vernetzt	räumlich weitmaschig vernetzt
Skizze				unbelastet: belastet:
Beschreibung der Anordnung der Molekülketten	keine geordnete Struktur, regellose Anordnung, gestaltlos, (Knäuel- oder Wattebauschstruktur)	strenge, dichte Anordnung in Teilbereichen (kristalliner Anteil), ungeordnete Anordnung (amorpher Anteil)	räumlich engmaschig, vernetzt, (unlösbares, starres Raumnetz)	räumlich weitmaschig vernetzt
spezifische Eigenschaften der Kunststoffgruppe	ungefärbt glasklar, überwiegend hart, plastisch und formbar	mit steigendem teilkristallinen Anteil zunehmend undurchsichtiger, (milchig weiß, opak), schlagzäh und plastisch formbar	undurchsichtig, fest, glasartig spröde, nicht plastisch formbar	undurchsichtig, unter Krafteinwirkung dehnbar, spröde bei niedrigen Temperaturen, gummielastisch bei Erwärmung, nicht plastisch verformbar
Beispiele (Kurzbezeichnungen)	PVC-U PS PC PMMA	POM PE PA PTFE	PF MF UP EP	NR BR NBR SBR
Anwendung am Kraftfahrzeug				

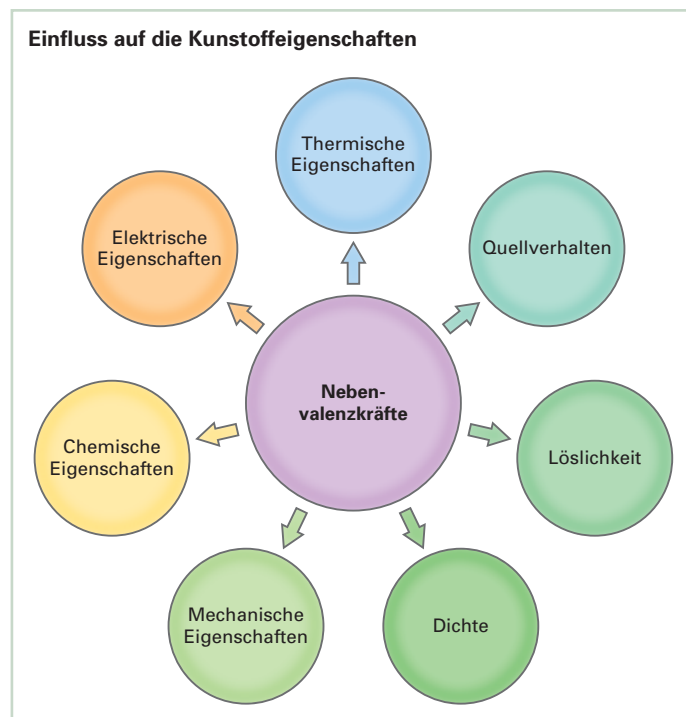
29. Das thermische und mechanische Verhalten der Kunststoffe wird überwiegend von den Bindungskräften, den sogenannten Haupt- und Nebervalenzkräften, bestimmt. Während bei den Duroplasten und Elastomeren die Hauptvalenzkräfte eigenschaftsbestimmend sind, dominieren bei den Thermoplasten die Nebervalenzkräfte.

◆ Was sind Hauptvalenzkräfte?

Die Hauptvalenzkräfte sind die chemischen Bindungskräfte innerhalb und zwischen den Einzelmolekülen in der Polymerkette. Sie sind relativ temperaturbeständig. Die zeichnerische Darstellung erfolgt mit Strichen zwischen den gemeinsamen Elektronenpaaren. (C-C, C=C, C≡O)

◆ Was sind Nebervalenzkräfte?

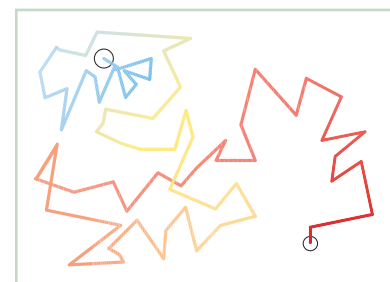
Die Nebervalenzkräfte sind die zwischen den Makromolekülen wirkenden Kräfte. Mit steigender Temperatur werden die Nebervalenzkräfte zunehmend kleiner. Sie entstehen durch elektrische Wechselwirkung der Elektronen der Atome. Die Stärke der Nebervalenzkräfte ist abhängig von der Größe und Gestalt und der Ordnung der Makromoleküle.



30. Der Anteil von Kunststoffen, insbesondere der von Thermoplasten, nimmt im modernen Fahrzeugbau ständig zu. Ihr Einsatz beschränkt sich auf Bereiche mit geringerer oder kurzzeitiger Wärmeentwicklung. Die Kunststoffe besitzen eine deutlich geringere Wärmebeständigkeit im Vergleich zu Metallen, Keramik und Glas.

◆ Woraus lassen sich die Verhaltensweisen der amorphen und teilkristallinen Thermoplaste ableiten?

Das Temperaturverhalten der Thermoplaste lässt sich auf die Wärmebewegung der Moleküle (Brownsche Molekularbewegung) zurückführen. Durch Temperatureinwirkung bis zum Fließtemperaturbereich (FT/KT) werden die Nebervalenzkräfte zunehmend kleiner.



◆ Wie verhalten sich die Molekülketten unterhalb und oberhalb des Fließtemperaturbereiches?

Unterhalb des Fließtemperaturbereiches setzen sich immer größere Teile der Kette in Bewegung. Sie werden aber noch an den Verschlaufungspunkten zusammengehalten. Oberhalb des Fließtemperaturbereiches wird die Bewegung so intensiv, dass die Molekülkette aneinander abgleiten.