

Maria Steinmetz
Heiner Dintera

Deutsch für Ingenieure

Ein DaF-Lehrwerk für Studierende
ingenieurwissenschaftlicher Fächer

VDI



Springer Vieweg

Deutsch für Ingenieure

Maria Steinmetz · Heiner Dintera

Deutsch für Ingenieure

Ein DaF-Lehrwerk für Studierende
ingenieurwissenschaftlicher Fächer

 Springer Vieweg

Dr. Maria Steinmetz
Berlin, Deutschland
deutschfueringenieure@gmail.com

Dr. Heiner Dintera
TU Ilmenau International School (TUIIS)
Ilmenau, Deutschland

ISBN 978-3-658-03633-1
DOI 10.1007/978-3-658-03634-8

ISBN 978-3-658-03634-8 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2014

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Geschäftliches Konzept, Projektmanagement und Marketing: Stefan Kurzmann

Fachwissenschaftliche und didaktische Konzeption und Umsetzung: Dr. Maria Steinmetz und

Dr. Heiner Dintera

Gestaltung und Satz: Robert Haselbacher, Verein der Gestaltung e. V.

Lektorat: Thomas Zipsner, Ellen Klabunde

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
www.springer-vieweg.de

Deutsch für Ingenieure
Maria Steinmetz
Heiner Dintera

Grußwort

Prof. Dr.-Ing. Udo Ungeheuer
Präsident des VDI Verein Deutscher Ingenieure

Herzlich Willkommen in Deutschland!

Der Hinweis „made in Germany“ steht rund um den Globus für Qualität. Der Technikstandort Deutschland zählt zu den führenden weltweit. Unser Land ist attraktiv – insbesondere für Studierende technischer Fächer und Fachkräfte, die sich in Deutschland weiterbilden und arbeiten.

Stellen Sie sich vor, Sie kommen als Nachwuchsingenieur oder Spezialist nach Deutschland. Sie haben sich gut vorbereitet und bereits einen Sprachkurs in Ihrem Heimatland besucht. Welche sprachlichen Fähigkeiten werden Sie beherrschen? Sicherlich einige, aber könnten Sie sich auch über Getriebe, Schaltkreise oder mathematische Formeln austauschen? Sehr wahrscheinlich nicht. Deshalb ist dieses Lehrbuch so ein wichtiger Begleiter für Studierende und Ingenieure im deutschen Arbeitsalltag und darüber hinaus.

Wir vertreten als VDI die Ingenieurinnen und Ingenieure auf vielen Ebenen. Wir setzen uns gemeinsam mit unserem Ehrenamt und unseren Regionalorganisationen für den Ingenieur Nachwuchs ein und helfen Studierenden und Jungingenieuren während ihrer Ausbildungsphase und des Jobeinstiegs. Ebenso sind wir Ansprechpartner für Ingenieure, die ihren Platz in der Arbeitswelt bereits gefunden haben und unterstützen ausländische Fachkräfte, wenn sie nach Deutschland kommen. Dies sind bereits mehr als genügend Gründe, warum wir das Projekt „Deutsch für Ingenieure“ nur unterstützen können.

Und wir tun auch selbst etwas, um die Mobilität von Ingenieuren zu erleichtern. Damit deutsche Ingenieure europaweit im Einsatz sein können und talentierte Experten nach Deutschland kommen, setzt sich der VDI für eine mobile Lösung ein: Mit der engineerING card, dem freiwilligen Berufsausweis für Ingenieure, ist es den Karteninhabern problemlos möglich im Ausland zu arbeiten. Dokumente zu Studienabschlüssen, Berufserfahrungen und Weiterbildungen werden geprüft und anschließend nach international anerkannten Regeln dokumentiert und auf die Karte übertragen.

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen
Ihr Prof. Dr.-Ing. Udo Ungeheuer



Vorwort

Diplom Geograph Stefan Kurzmann
Projektmanager

Nicht nur große und bekannte Unternehmen sind heute international aufgestellt, auch mittelständische Unternehmen der deutschsprachigen Länder agieren mehr und mehr auf internationalen Märkten. Zugleich steigt im Zuge der weltweiten Mobilität international Studierender und hochqualifizierter Arbeitskräfte der Bedarf an jeweils fach- und berufsspezifischen Fremdsprachenkenntnissen, so dass es hierzulande immer weniger um die Frage „Englisch *oder* Deutsch“ geht, sondern vielmehr dynamische Mehrsprachigkeit in der Praxis die Teilhabe an fachlichen Diskursen erlaubt. Für Deutschland als ein international starker Technik- und Hochschulstandort liegt daher die Bereitstellung von attraktivem Lehrmaterial zur deutschen Fachsprache in Technik und Ingenieurwesen sehr nahe. Eigene Forschungsaufenthalte in GUS-Staaten bezüglich Bildungsmigration wiesen jedoch gerade für den Deutschunterricht ingenieurwissenschaftlicher Fächer auf eine Lücke an professionellem Lehrmaterial, so dass ich beschloss, mich der Sache anzunehmen und mit einem Lehrbuch *Deutsch für Ingenieure* globale Bildungsbrücken anzubieten.

Um den Lernern konkrete, fachspezifische Anknüpfungspunkte in Deutschland an die Hand zu geben, war es mir als Projektmanager ein besonderes Anliegen, Unternehmen und Verbände aus der Technikbranche einzubeziehen. So gilt mein Dank auch dem Verein Deutscher Ingenieure – VDI, der als Projektpartner das Vorhaben von Anfang an mit unterstützte. Schließlich konnte mit Springer Vieweg ein in der Technik heimischer Fachverlag rasch von dem Buchkonzept überzeugt werden. Hier möchte ich namentlich Thomas Zipsner meinen großen Dank aussprechen, griff er doch als Cheflektor der Sparte Maschinenbau das Fremdsprachenlehrbuch ohne Vorbehalt auf und führte das nicht alltägliche Buchprojekt äußerst engagiert mit zum Erfolg. Dass Unternehmen der Elektronikbranche und Fremdsprachendidaktik äußerst fruchtbar zusammengebracht werden können, zeigt die Kooperation mit FESTO, der wir das Kapitel *Lösungen aus der Natur für die Automatisierungstechnik und Industrie* verdanken, das durch seinen Praxisbezug in Wort und Bild junge wie berufserfahrene Ingenieure ansprechen wird.

So wünsche ich Lernern wie Dozenten gute Zeiten mit dem Lehrbuch, wohl wissend, dass eine erste Auflage bereits die Anregungen und Verbesserungen einer folgenden in sich trägt. Auch mit Blick auf alle diejenigen, die an dem Lehrbuch mitgewirkt haben, heißt *Deutsch für Ingenieure* alle Lerner und Lehrenden in der deutschen Fachsprache für Technik-Wissenschaften Willkommen, ob in Aachen, Singapur, Detroit, Brasilia, Neu-Delhi oder in Zentralasien.

Bonn, den 12. August 2014 Diplom Geograph Stefan Kurzmann,
Projektmanager

Einleitung → 16

Themen

Inhalte

1. Kapitel

Ingenieure – „Made in Germany“

→ 25

- 1.1. **Ingenieurwesen – was ist das?** → 27
 - 1.1.1. Ingenieurwissenschaftliche Fachrichtungen → 30
 - 1.1.2. Tätigkeitsfelder von Ingenieuren:
Was tun Ingenieure? → 32
- 1.2. **Wie wird man Ingenieur? Informationen zum Hochschulsystem und Ingenieursstudium in Deutschland** → 34
 - 1.2.1. Überblick über die Hochschulen - Landeskunde: Das Hochschulsystem in Deutschland → 34
 - 1.2.2. Porträt einer Technischen Universität: Die TU Ilmenau
Infos über das eigene Fachstudium: Ziele und Stundenplan → 38

2. Kapitel

Mathematik auf Deutsch 1
Grundlagen

→ 51

- 2.1. **Mathematische Operationen** → 51
- 2.2. **Potenzen und Wurzeln** → 56
- 2.3. **Klammern** → 59
- 2.4. **Rechengesetze mit natürlichen Zahlen** → 60
 - 2.4.1. Rechengesetze bei der Addition → 61
 - 2.4.2. Rechengesetze bei der Subtraktion → 62
 - 2.4.3. Rechengesetze bei der Multiplikation → 62
 - 2.4.4. Rechengesetze bei der Division → 63
- 2.5. **Zur Terminologie für die Zahlenbereiche** → 66
- 2.6. **Rechnen mit rationalen Zahlen** → 68
 - 2.6.1. Bruchzahlen / Brüche → 68
 - 2.6.2. Operationen mit Brüchen → 71
 - 2.6.3. Dezimalzahlen → 76
- 2.7. **Zahlensysteme** → 79
 - 2.7.1. Dezimalsystem → 79
 - 2.7.2. Dualsystem → 82

Sprachstrukturelle Aspekte

- Wortarten
- Wortschatz: Zuordnung Begriffe – Worterklärungen
- Wortbildung 1: Nominalisierung (*-ung*)
- Wortbildung 2: Verwandte Nomina und Adjektive – häufige Suffixe (*-isch, -ig, -iv, -lich*)
- Wortbildung 3: Komposita im Deutschen – Typen der Kompositabildung und Grundregeln (*Position, Artikel, Fugen-s*)

Kommunikative Aspekte

- Lexik: Ingenieurwesen und Hochschulstudium
- ingenieurwissenschaftliche Bereiche und Fachrichtungen (mit Übersetzung in Mutter-/Studiensprache)
- Zuordnung von Begriffen und Worterklärungen
- Formulieren von Oberbegriffen / Untertiteln
- Vergleichen von Informationen aus Text und Grafik
- Diskutieren
- Berichten
- Kommentieren eines Diagramms
- Informieren:
- Fachliches Selbstporträt

-
- Präpositionen (*davon, dazu, durch, mit, von, zu*)
 - einfacher Imperativ
 - Wortfeld: mathematische Begriffe und allgemein-sprachliche Varianten
 - Fragesatztypen (*mit Fragewörtern, mit Inversion, mit Nebensatz*)
 - Notwendige Grammatik: Passiv und Passiver-satzformen (*Umwandlung Infinitivsätze mit zu / Sätze mit Modalverb / man-Sätze*)
 - Wortbildung: (*Verben, Adjektive auf -bar, Nomen*)
 - Nebensätze mit Konjunktionen (*durch, indem*) und sinngleiche Nominalisierungen

- Verbalisierung mathematischer Symbole und Operationen
- Vergleich von Symbolschreibweise und Aussprache
- Beschreiben von Rechenregeln und Zahlensystemen
- Wiederholung: Kardinal- und Ordinalzahlen
- Brüche und Dezimalzahlen
- Terminologie der Zahlenbereiche
- Definieren
- Prüfen von Aussagen
- Beschreiben, Referieren, Umformulieren und Präsentieren von Rechenregeln
- Erklären von Zahlensystemen an selbst gewählten Beispielen

Themen

Inhalte

3. Kapitel

Geometrie

→ 85

3.1. Klassische euklidische Geometrie → 86

3.1.1. Figuren und Körper → 86

3.1.2. Klassische Geometrie → 92

3.1.3. EUKLID im Kopf → 96

3.1.4. Tangenten → 97

3.1.5. Beweise → 100

3.2. Fraktale Geometrie → 102

3.2.1. Einführung: Die Sprache der fraktalen Geometrie → 102

3.2.2. Neue Perspektiven beim Messen? - Wie lang ist die Küste von England? → 105

3.2.3. Dimension → 108

3.2.4. Koch-/Schneeflockenkurve, Selbstähnlichkeit → 114

4. Kapitel

Chemie und Werkstoffkunde 1

→ 119

4.1. Aus der Chemie → 120

4.1.1. Chemische Grundbegriffe → 120

4.1.2. Molekülverbindungen → 126

4.1.3. Periodensystem → 131

4.2. Aus der Werkstoffkunde → 139

4.2.1. Was sind Werkstoffe? (Teil 1 und 2) → 140

4.2.2. Materialwissenschaft und Werkstofftechnik → 143

4.2.3. Werkstoffkreislauf → 144

4.2.4. Fertigungsverfahren → 146

4.2.5. Praktisches Beispiel: Glasrecycling → 148

4.2.6. Werkstoffklassen und -gruppen → 150

5. Kapitel

Werkstoffkunde 2

→ 153

5.1. Metalle → 155

5.1.1. Zeitalter der Metalle: Kupfer, Bronze, Eisen → 155

5.1.2. Stahl: Das maßgeschneiderte Metall → 157

5.2. Legierungen → 166

5.3. Keramik und Glas → 169

5.4. Kunststoffe - Polymertypen → 174

5.5. Smart Materials → 177

Sprachstrukturelle Aspekte

- Wortbildung und geometrische Terminologie:
- Substantive und verwandte Adjektive (*-ig, -isch, -förmig; -al*)
- Umwandlung von man-Sätzen ins Passiv und umgekehrt
- Wortbildung: Nominalisieren von Verben (*-ung*)
- Präpositionen (*aus, bis, für, in, mit, seit, von*)
- Notwendige Grammatik: Sätze mit der Relation „wenn – dann“ und syntaktische Varianten
- Präpositionalkonstruktionen
- Wortbildung und –ver-wandtschaft: (*Nomina - Adjektive, Verben*)
- Konnektoren zum Ausdruck von Gegensätzen (*aber, dagegen, jedoch, während*)

Kommunikative Aspekte

- Vergleichen, Erklären, Beschreiben
- Verbalisieren geometrischer Begriffe
- Zeichendiktat
- Zeichnen und Beschriften (Anwendung der Lexik)
- Inhaltliche Kontrolle von Aussagen
- Standardstruktur von Beweisen
- Konstruktions- und Bildbeschreibungen
- Begriffsbildung
- Diskutieren und Notieren von Positionen
- Präsentation von Kurzreferaten

- Wiederholung Präpositionen und Artikel
- Wortbildung: Adjektive
- *-haltig, -frei, -fähig,*
- *-träge, -los, -reich, -arm,*
- *-förmig*
- Adjektivkomposita
- Nominalisierung von Adjektiven und Verben
- Passiv: Regeln, Formenbestand und Übungen für Vorgangs- und Zustandspassiv

- Aussprache, Verbalisierung von Formeln, chemischen Symbolen und Gleichungen
- chemische Nomenklatur
- Definieren:
- Definitionen verstehen und formulieren
- Strukturmodell für Definitionen
- Redemittel und diverse Anwendungsbeispiele für das Definieren (interne Progression)
- Gezieltes Fragenstellen
- Beschreiben
- Recherchieren und Beschreiben nach Vorgaben

- Systematik der Adjektivbildung: Einfache Adjektive, Wortbildung mit Suffixen (*-isch, -lich, -ig, -in, -al, ell, -iv, -ant*) und Suffixoiden (*-bar, -los, -frei, -arm, -reich*), Derivation, zusammengesetzte Adjektive (*-fest, -beständig, -fähig, -haltig*)
- Umwandlung von Adjektiven in Relativsätze
- Erweiterte Partizipialattribute / Partizip II - Umwandlung in Relativsätze
- Partizip I und Partizip II
- Umwandeln von Linksattributen in Nebensätze (*final, kausal*) mit Konjunktionen (*weil/da, damit / um zu + Inf., dadurch, dass / indem*)

- Sehr viel Fachlexik zu den zahlreichen Werkstoffen
- Zuordnungsübungen: Begriff – Bild, Begriff – Erklärung, Begriff - Textabschnitt
- Erweiterung der Redemittel zum Definieren und Beschreiben, zum Darstellen von Vor- und Nachteilen, zum Präsentieren
- Strategie: Umwandeln und Vereinfachen von komprimierten Sätzen und Satzteilen (*Links-attribute u. ä.*) in mehrere kurze Sätze, in Abschnitte oder durch Auflösung in Fragen

Themen

Inhalte

6. Kapitel

Mathematik auf Deutsch 2
Vertiefung / Erweiterung
→ 183

- 6.1. Mengenlehre → 184
 - 6.1.1. Symbole, Nullmenge → 184
 - 6.1.2. Mengendiagramme und Mengenverknüpfungen (*Teilmengen, Schnittmenge, Vereinigungsmenge, Differenzmenge*) → 188
 - 6.1.3. Weitere Symbole → 193
- 6.2. Wortschatz und Grammatik in der Mathematik → 195
 - 6.2.1. Mathematik-Verben von A bis Z → 195
 - 6.2.2. Verben und W-Fragen → 196
 - 6.2.3. Was kann man mit einer Gleichung machen? → 197
 - 6.2.4. Verben der Aufforderung → 198
 - 6.2.5. Verschiedene syntaktische Formen – gleiche Bedeutung → 200
- 6.3. Textaufgaben → 204
 - 6.3.1. Beispiel zum Lesen → 204
 - 6.3.2. Regeln für Textaufgaben? → 205
- 6.4. Funktionen in der Mathematik und Technik → 207
 - 6.4.1. Was versteht man unter einer Funktion? → 207
 - 6.4.2. Wie kommuniziert man über Funktionen? → 210
 - 6.4.3. Welche Terminologie ist üblich? → 211
 - 6.4.4. Welche sprachlichen Mittel sind noch sehr nützlich? → 212

7. Kapitel

Elektrotechnik
→ 219

- 7.1. Terminologie → 200
 - 7.1.1. Grundbegriffe der Elektrotechnik → 220
 - 7.1.2. Formelzeichen der Elektrotechnik nach dem Internationalen Einheitensystem (SI) → 226
- 7.2. Messen des elektrischen Stroms → 228
 - 7.2.1. Grundbegriffe → 228
 - 7.2.2. Fragestellungen vor der Messung → 230
- 7.3. Digitales Messgerät → 230
- 7.4. Oszilloskop → 232
- 7.5. Messungen am virtuellen Oszilloskop und Versuchsprotokoll → 236
- 7.6. Messen und Prüfen: Worin besteht der Unterschied? → 240

Sprachstrukturelle Aspekte

- Strategie: Erkennen und Anwenden: gleiche Bedeutung - verschiedene syntaktische Formen
- Sprachliche Mittel: Verben von A – Z
- Basis-Formenbestand Konjugation (*Wiederholung Imperativ – Infinitiv – Passiv*)
- Trennbare und nichttrennbare Verben
- Textaufgaben: Anwendung, Verbalisierung von Rechenschritten
- Nominalisierte Verben (*-ung*)
- Nominalisierung – Nebensatz (*indem – durch*)
- Attribute – Umformen in Nebensätze
- Passivsätze mit Modalverb, Passiversatzformen
- Präpositionen (*an, auf, durch, für, in, nach, von, zu*)
- komprimierte „ritualisierte“ Sätze (*... sei!*)
- Kausalität: Varianten für die logische Folge „wenn – dann“

Kommunikative Aspekte

- Verbalisierung von Symbolen und logischen Aussagen
- Verbalisierung und Darstellung mengentheoretischer Gleichungen
- Verbalisierung von Symbolschreibweise (u.a. in der Mengenlehre), Zuordnung und Umwandlung von Symbolen in Text und umgekehrt
- Lexikalische Varianten im Bereich der Verben
- Lexik: Terminologie und Kommunikation über Gleichungen, Funktionen, zur Stellung von Aufgaben, zur Erläuterung von Rechenschritten
- Beschreiben, Begründen, Erklären, Argumentieren, Beweisen
- Präsentation von Textaufgaben aus Mengenlehre und Funktionen

- Verbalisierung von Gleichungen, Einheiten und Berechnungen
- Formulieren von exakten Fragen zu Einheiten, Einheiten- und Formelzeichen
- Unpersönliche Sätze - Passiversatzformen (Wiederholung): mit Modalverben, mit man, mit sich lassen + Inf.
- Spezifika von Aktiv und Passiv, Umwandlung von Passiv- in Aktivsätze mit Ergänzung des Agens
- Extralange Komposita

- Fachlexik: Grundbegriffe, Schaltzeichen, SI-Einheiten, Abkürzungen, Schaltelemente
- Anwendung der Fachlexik zum praktischen Erklären, Beschreiben, Berichten, Berechnen
- Bedienungsanleitung
- Wortfeld: Betrieb
- Protokollieren eines virtuellen Versuches
- Kategorisierung von Fachlexik nach semantischen Kriterien
- Zusammenfassung

Themen

Inhalte

8. Kapitel

Energietechnik 1

→ 247

- 8.1. Energiebegriff → 248
 - 8.1.1. Energiebegriff und Energieeinheiten → 248
 - 8.1.2. Textaufgaben → 252
 - 8.1.3. Quiz zu den Energieeinheiten → 256
- 8.2. Energieformen (Teil 1 und 2) → 258
- 8.3. Energieverbrauch → 266
- 8.4. Regenerative Energieträger → 268
 - 8.4.1. Photovoltaik → 269
 - 8.4.2. Wie funktioniert eine Solarzelle? → 271
 - 8.4.3. Solarthermie → 276
 - 8.4.4. Geothermie → 279

9. Kapitel

Energietechnik 2

→ 285

- 9.1. Windenergie → 286
 - 9.1.1. Windkraftanlagen → 286
 - 9.1.2. Welche Ingenieurleistungen stecken in einer WEA? → 289
- 9.2. Strombedarf und Belastung des Stromnetzes → 294
- 9.3. Wasserkraft → 298
 - 9.3.1. Typen von Wasserkraftwerken → 300
 - 9.3.2. Pumpspeicherwerke → 302
 - 9.3.3. Wasserturbinen → 308

10. Kapitel

Lösungen aus der Natur für die Automatisierungs- technik und Industrie

→ 313

- 10.1. Bionik → 314
- 10.2. Bionik in der Praxis - das Beispiel Festo → 319
 - 10.2.1. Das Unternehmen Festo → 319
 - 10.2.2. Bionic Learning Network → 322
 - 10.2.3. Bionische Prinzipien → 325
 - 10.2.4. Modellhafte technische Objekte → 326
 - 10.2.5. Methoden in der Bionik → 328
 - 10.2.6. Von der Bionik zur Biomechatronik → 332

Sprachstrukturelle Aspekte

- Spezielle Verben (*freisetzen, umwandeln ...*)
- Regel: trennbare / nicht trennbare Verben
- Verbverbindungen (mit Präpositionen und Kasus)
- Regeln für Komposita / Fugen-s
- Satzanalyse und -bau: komprimierte Sätze
- Grund und Gegengrund
- Gegensatz und Zeit (*während*)
- Umwandeln von Nebensätzen in Attribute und umgekehrt (*indem, dadurch dass – durch + Nominalisierung*)

- Genitiv-Formen (*Wiederholung und Variationen*)
- bestimmter/unbestimmte Artikel
- Wiederholung Präpositionen
- Satzbau: Nominale und verbale Formen (*um zu + Inf., damit - als Präpositionalphrase mit zu + Dativ; für + Akk.*)
- Relativsätze und
- -pronomen
- Passiv oder reflexiv? - Analyse und Konstruktion von Sätzen
- Umwandeln in Passivsätze
- Präpositionen (*wegen, angesichts, mittels + Gen., mit Hilfe von + Dat.*)

- Komposita
- Ober- und Unterbegriff
- Präpositionen
- Ersatz von nominalen Phrasen (*mit Präposition oder Partizipien*) und Relativsätzen
- Komplexe Nominalphrasen als fachsprachliches Merkmal
- Synonyme
- Techniken der Informationsverarbeitung

Kommunikative Aspekte

- Fachlexik und Aussprache von Abkürzungen / Einheiten
- Stichwörter: suchen – zuordnen – Sätze bilden als Voraussetzung für die Zusammenfassung von Texten
- Zusammenfassung – Begriffserklärung
- Beschreiben und Vergleichen von Grafiken
- Fragen formulieren
- Paraphrasierungen verstehen und bearbeiten
- Themenbezogene Recherche und Kommentieren von Diagrammen
- Ursachen benennen

- Zuordnung Fachlexik – Bilder
- Satzverkürzungen
- Umschreiben langer Komposita und Wendungen – Strategie: Zerlegung in kleine Sätze
- Angabe von Zweck und Ziel, Vermutungen
- Erklären von Fachlexik durch Synonyme und Schlüsselwörter
- Beschreiben und Interpretieren einer Grafik
- Recherche und Darstellung eines Realbeispiels
- Vergleichen von technischen Zeichnungen
- Zuordnung von Abkürzungen, Einheiten und Formelzeichen
- Recherchieren und Berichten

- Fachlexik Bionik
- Top-Down-Prozess / Bottom-Up-Prozess
- Bildbeschreibung und Formulieren von Fragen zu Bild und Text
- Paraphrasieren und Erklären
- Recherchieren und Berichten
- Suchen von Schlüsselwörtern, Zuordnen von Infos
- Schreiben einer Zusammenfassung

Themen

Inhalte

11. Kapitel
Informatik
→ 337

- 11.1. Zum Begriff Informatik → 338
- 11.2. Einteilung der Informatik → 339
- 11.3. Daten, Bits und Bytes → 341
- 11.4. Dateien, Dateisysteme und Schnittstellen → 343
- 11.5. Embedded Systeme → 347
- 11.6. Computer-Architektur → 349
- 11.7. Hauptprozessor, Taktgeber, Bussystem → 351
- 11.8. Peripherie und Datenspeicher → 353
- 11.9. Schichtenmodell in der Computertechnik → 353

12. Kapitel
Perspektiven und Möglich-
keiten für Ingenieure „made
in Germany“
→ 359

- 12.1. DAAD – IAESTE → 360
 - 12.1.1. Das Allerwichtigste: Das DAAD-Büro in Ihrer Nähe → 360
 - 12.1.2. Was Studenten der Ingenieurwissenschaften wissen müssen → 361
 - 12.1.3. Offene Fragen zum Geld → 361
 - 12.1.4. Stufen oder Grade der akademischen Qualifizierung → 364
 - 12.1.5. Auslandspraktika mit IAESTE → 365
 - 12.1.6. Motivationsschreiben → 366
- 12.2. VDI → 369
 - 12.2.1. Was ist ein Verein? → 369
 - 12.2.2. VDI – Verein Deutscher Ingenieure e.V.
Sprecher, Gestalter, Netzwerker → 370
- 12.3. Perspektiven und Möglichkeiten bei Festo → 379
 - 12.3.1. Festo für Studenten → 379
 - 12.3.2. Anforderungen für Praktika bei Festo → 380
 - 12.3.3. Festo international → 381
 - 12.3.4. Masterstipendien für Ingenieurstudentinnen → 382
 - 12.3.5. Erfahrungsberichte → 382
- 12.4. Zum Ausklang → 383

Sprachstrukturelle Aspekte

- Indirektes Passiv (bekommen, erhalten, kriegen + Partizip II)
- Wiederholung Passiv
- Komposita, Mischformen zwischen Deutsch und Englisch

Kommunikative Aspekte

- Fachlexik Informatik: Fachbegriffe im Kontext
- spezifische Verben und Funktionen ihrer Verwendung
- Begriffsbildung:
- Schlüssel- und Stichwörter zum Definieren und Zuordnen
- Umschreibungen
- Recherchieren und Berichten

- Transfer: Anwendung komplexer sprachlicher Mittel zur systematischen Informationssammlung und
- -weitergabe
- sprachlich-stilistische Merkmale eines Motivationsschreibens:
Unterscheidung – Analyse – Anwendung
- Komposita
- Wiederholung: Passiv
- Wiederholung: Modalverben

- Fachlexik zu Studium, Fortbildung, Praktika und Arbeit im Ausland
- Gezielte Recherchen nach Informationen zu den Themen Auslandspraktikum und -studium
- Textsorte Motivationsschreiben
- Fachlexik zum Thema Verein und VDI
- Recherche und Diskussion auf der Basis von spezifischen Informationen
- Fachlexik zur betrieblichen Aus- und Weiterbildung im Ausland
- Training von Techniken der Informationssuche und -aufbereitung
- Zusammenfassende Darstellung: Kurzreport, Bericht

Einleitung – Werkstattbericht

Zum Lehrwerk allgemein



„Deutsch für Ingenieure“ ist ein DaF-Lehrbuch, das sich an eine spezielle Zielgruppe wendet: Es ist für *ausländische* Studierende und Absolventen der Ingenieurwissenschaften konzipiert. Studentinnen und Studenten aus der ganzen Welt, deren Muttersprache nicht Deutsch ist, die sich jedoch für die zahlreichen Qualifikationsmöglichkeiten im Bereich von Technik, Natur- und Ingenieurwissenschaften in deutschsprachigen Studiengängen und Ländern interessieren, ebenso wie ausländische Ingenieure, die eine berufliche Perspektive in Deutschland suchen, finden hier ein für sie geeignetes Lehrbuch. „Deutsch für Ingenieure“ ist ein kombiniertes Lehr- und Arbeitsbuch; für die weiterführenden schriftlichen Aufgaben (Symbol links) empfiehlt sich ein Heft. Für die zahlreichen Rechercheaufgaben benötigt man zusätzlich einen Internetzugang.

Als Lehrwerk kann es variabel eingesetzt werden: Für technikorientierte Deutschkurse an Universitäten und Sprachschulen im In- und Ausland, für Sommerschulen mit Schwerpunkt Technik, für internationale Austauschprogramme zwischen Partnerhochschulen, zur sprachlichen Vorbereitung auf Praktika und Arbeit in deutschsprachigen Ländern usw. Die Lerner sollten über eine allgemeinsprachliche Basis in Deutsch verfügen, die in etwa dem Level A2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens entspricht, idealerweise mit Tendenzen in Richtung B1. Das Buch enthält sowohl Aufgaben, die mit guten Grundstufenkenntnissen zu lösen sind, als auch sprachlich anspruchsvollere Texte.

„Deutsch für Ingenieure“ zeigt einen *praktikablen* Weg auf, um die ingenieurwissenschaftliche Fachsprache in den DaF-Unterricht zu integrieren. Es basiert u. a. auf jahrzehntelanger Praxiserfahrung im Bereich „DaF an technischen Hochschulen“ in Deutschland, China und zahlreichen GUS-Ländern.

„Deutsch für Ingenieure“ bietet einen Einstieg in die Verwendungsweisen der deutschen Sprache, die in der technischen und ingenieurwissenschaftlichen Fachkommunikation gebraucht werden: Themen, Inhalte, Textsorten, Aufgabenstellungen und sprachliche Übungen orientieren sich immer an der Frage: Wie kommuniziert man über technisch-naturwissenschaftliche Themen in der Fremdsprache Deutsch?

Zur Konzeption: 1. Ausgangspunkt

Inhaltlich geht es um die deutschen Fachsprachen im Umkreis der sog. MINT-Fächer: Mathematik, Ingenieur-, Technik- und Naturwissenschaften. Der Fachsprachenunterricht spielt in der Fremdsprachenausbildung eine immer größere Rolle: In vielen Curricula für Fremdsprachen weltweit taucht inzwischen das Modul „Fachsprachenunterricht“ (FSU) auf. Die Bedeutung einer konstruktiven Verknüpfung von Fremdsprachen- und Fachsprachendidaktik wird als zukunftsweisende Perspektive für das Fremdsprachenlernen generell gesehen. Aber die *naturwissenschaftlich-technischen* (NTW-) Fachsprachen kommen zu wenig vor.

Im fachsprachlich orientierten DaF-Unterricht gibt es immer ein Problem: Das, was Lehrende und Lernende als „schwierig“ empfinden, ist nicht dasselbe: Für die DaF-Lehrwerksautoren und Lehrenden ist das Fachliche ungewohnt und daher „schwierig“, weil sie selten eine entsprechende Fachausbildung haben, während für die Studierenden das Fachliche eher „leicht“ ist, da sie es aus dem Fachunterricht in ihrer Mutter- oder Lernsprache kennen, aber sie wissen nicht, wie man dazu auf Deutsch sagt und sie verstehen den Stil nicht, in dem die entsprechende Fachliteratur geschrieben ist.

Nicht die Formel ist das Problem, sondern die Verbalisierung der Formel auf Deutsch. Und: Viele begreifen zwar die Bildinformationen einer technischen Abbildung sehr wohl, aber sie verstehen die komplizierten Sätze und die langen Fachwörter nicht, in denen der jeweilige Sachverhalt im Text dargestellt ist.

Es geht immer um das Zusammenspiel von Inhalt und sprachlicher Form. Das Grundproblem bleibt: Das, was man im „normalen“ DaF-Unterricht lernt und das, was man innerhalb einer fachlichen Situation (Praktikum, Aus- und Weiterbildung, Studium, Prüfung, Forschung, Umgang mit Fachliteratur usw.) braucht, klafft weit auseinander.

Ein Großteil der Fremdsprachenlehrwerke sind an der Allgemeinsprache ausgerichtet und führen in konzentrischen Kreisen auf eine zunehmende Teilnahmefähigkeit an der mündlichen und schriftlichen Kommunikation im deutschsprachigen Raum hin. Die einzelnen Niveaustufen sind im Europäischen Referenzrahmen detailliert und operational beschrieben. Für die Fachsprachen steht eine solche Beschreibung noch aus. Dabei nimmt die Zahl berufsspezifischer und fachsprachlich orientierter Lehrmaterialien immer mehr zu, denn der Bedarf wächst kontinuierlich: Weltweit wird die Fremdsprache Deutsch gelernt, um sie im beruflichen Kontext zu verwenden, um sie

als eine Zusatzqualifikation für Ausbildung, Studium, Weiterqualifizierung und Beruf einzusetzen. Nur ist es angesichts der Spezialisierungstendenzen in den Fächern immer schwieriger, einen gemeinsamen Nenner zu finden.

Lange Zeit galt der Begriff „Wirtschaftsdeutsch“ nahezu als Zauberwort, um eine Aktualisierung des DaF-Unterrichts auf weltweit interessante Berufsfelder hin zu gewährleisten. Weitere bestimmte Berufsorientierungen (z.B. im medizinischen, juristischen, administrativen und touristischen Sektor) kamen hinzu.

Der naturwissenschaftlich-technische Bereich ist unterrepräsentiert.

Zur Konzeption: 2. Unser Ansatz

Fachsprachendidaktisch sind wir konsequent dem Ansatz der Fachlichkeit verbunden, d. h. das erste Auswahlkriterium für ein Thema und einen Text ist immer seine *fachliche Relevanz*. Leitfragen waren u. a.: Welche Arten von Websites, von Lexika und Nachschlagewerken, von Fachzeitschriften, Scripten, Kompendien und Fachbüchern muss man lesen und verstehen können, um ein Fachstudium erfolgreich zu absolvieren? Sind die Informationen des Textes sachlich und fachlich richtig, präzise und aktuell? Wird die korrekte Fachlexik verwendet? Ist die Quelle seriös? Handelt es sich um Inhalte, die für den Lerner wichtig und nützlich sind?

Ein zweites Auswahlkriterium, das mit dem ersten eng verknüpft ist, ist die *fachsprachliche Relevanz*, denn die Grenzen zwischen fachlichen, linguistischen und fremdsprachendidaktischen Gesichtspunkten überlagern sich. Die Fachsprachenlinguistik hat die sprachlichen Merkmale und Spezifika der Fachsprachen im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich auf den Ebenen der Morphologie, der Syntax, der Lexik und Semantik sowie der Textstruktur sehr genau beschrieben. Diese Erkenntnisse haben wir als Hintergrundwissen für die Materialsammlung eingesetzt, geleitet von den Fragen: Sind die Textsorten typisch für Texte, mit denen Ingenieursstudierende in Theorie und Praxis konfrontiert werden? Enthalten sie somit die sprachlichen Merkmale, die der Lernende kennen und können muss, um in das betreffende Fach „hineinzuwachsen“? Ist der Text inhaltlich zu banal oder zu kompliziert und speziell? Ist die Sprache repräsentativ für ähnlich schwierige Texte aus anderen fachlichen Teilgebieten? Welche sprachlichen Merkmale werden hier eingesetzt? Sind sie transferierbar auf andere Texte? Und welche Inhalte – und zwar sowohl fachlicher als auch sprachlicher Art – sind für die Lerner des Bereichs „Ingenieurwissenschaften“ mit seiner enormen Bandbreite von Bedeutung? Was ist unabdingbares Basiswissen, was ist innovativ, was ist auf andere Gebiete übertragbar?

Ganz entscheidend ist der Einsatz von authentischen Texten. Wenn die Lernenden an den Umgang mit der Literatur und den Informationsquellen, die in ihrem Fach üblich sind, herangeführt werden sollen, dann muss man genau mit diesen Texten arbeiten. Dabei ist es zweitrangig, ob das Medium in elektronischer Variante oder als Print-Erzeugnis vorliegt, denn es kommt auf die darin verwendete Sprache an. Für Recherchezwecke ist jedoch das Training eines angemessenen Umgangs mit dem Internet unabdingbar, damit die Studierenden zu entscheiden lernen, welche Quellen wissenschaftlich nutzbar sind und welche nicht. Und besonders der kritische und sorgfältige Umgang mit ein-, zwei- und mehrsprachigen Wörterbüchern, mit Glossaren und Hilfsmitteln, mit Übersetzungssoftware u. ä. muss gelernt werden, da in diesem Bereich geradezu skurrile Vorstellungen von der Fehlerlosigkeit der modernen Kommunikationstechnologien kursieren.

Da es unendlich viel gute und aktuelle Fachpublikationen gibt, hatten wir bei der Materialauswahl oft die *Qual der Wahl*. Immer wieder haben wir geprüft, ob wir möglichst viele der sprachlichen Hürden und Spezifika der naturwissenschaftlich-technischen Fachsprachen „abgedeckt“ haben, wobei es unmöglich ist, alle ausnahmslos zu behandeln. Ohne „Mut zur Lücke“ wäre die Materialauswahl nicht möglich gewesen, aber es ging immer wieder um das Prinzip: FSU ersetzt keineswegs systematischen Fachunterricht, sondern führt dazu hin, dass Fachwissen im Medium der Fremdsprache vertieft und erworben werden kann.

Und so viel wir uns auch mit den sprachlichen Merkmalen beschäftigt haben: Die Progression des Lehrbuchs ist immer fachlich begründet. Zuerst geht es um ein fachliches Hauptthema mit verschiedenen Facetten und / oder Unterthemen, dann werden die sprachlichen Mittel, die man zur Behandlung dieser Thematik braucht bzw. die implizit darin verwoben sind, gründlich untersucht und didaktisiert.

So ist es kein Zufall, dass die Mathematik fachlich am Anfang steht: Die mathematische Ausdrucksweise ist die Basis aller technisch-naturwissenschaftlichen Gebiete. Und gerade am Beispiel der Mathematik wird deutlich, was ein Kernstück des FSU ist: die Verbalisierung mathematischer Symbole, Zeichen, Verfahren und Operationen. Wir zeigen exemplarisch, dass es nicht um das Lernen der mathematischen Inhalte geht, sondern darum, wie man im Fach korrekt über sie spricht und schreibt. Denn wir beginnen bei Themen, die alle aus dem Schulunterricht kennen und oft als „kinderleicht“ abtun. Natürlich sind die grundlegenden Rechenoperationen jedem Studenten geläufig, aber es ist höchst selten, dass die Konventionen ihrer sprachlichen Darstellung auf Deutsch jemals im DaF-Unterricht

behandelt worden sind. Und gerade deshalb gelingt der Einstieg über die Mathematik in die Fachsprachen der vielen ingenieurwissenschaftlichen Fächer so gut.

Darauf aufbauend werden an vielen *exemplarische Beispielen* aus den Fachbereichen Chemie, Werkstoffkunde, Elektrotechnik, Energietechnik und Informatik fachsprachliche Merkmale und fachtypische Kommunikationsverfahren aufgezeigt und mathematische Themen erweitert. Wir haben uns bemüht, eine Balance zu finden zwischen grundlegenden sprachlichen Instrumenten, die man zum Einstieg in die Wissenschaften benötigt (z. B. Regeln zur Aussprache chemischer Formeln und Benennung von Maßeinheiten) und aktuellen technischen Fragestellungen (z. B. in der Werkstoffkunde und der Energietechnik).

Eine Sonderstellung nimmt das Kapitel über Bionik und Automatisierungstechnik ein, da es direkt aus der Industriepraxis kommt und am Beispiel des Unternehmens Festo die Anwendung bionischer Prinzipien bei innovativer Technologie zeigt. Für die großzügige Unterstützung von Festo bei der Entwicklung des Lehrbuches bedanken wir uns sehr.

Das erste und das letzte Kapitel enthalten nützliche Informationen zum Studium der Ingenieurwissenschaften in Deutschland und zu den unterschiedlichsten Möglichkeiten weiterer Qualifizierung im Zusammenhang mit dem Hochschul- und Industriestandort Deutschland.

Didaktische Überlegungen

Zur Grammatik

Der Aufbau des Lehrwerks beruht auf einer fachlich-inhaltlichen Progression, der die Progression der grammatikalischen Lerninhalte untergeordnet ist, deshalb stehen die sprachlich anspruchsvolleren Grammatikthemen nicht unbedingt in den letzten Kapiteln des Buches. Beispielsweise kommen die komplexen Passiv-ersatzformen bereits im 2. Kapitel (Mathematik 1) vor und werden im 6. Kapitel (Mathematik 2) wieder aufgegriffen, während Grundregeln und Formenbestand des Passiv im 4. Kapitel dargestellt und verschiedene Schwerpunkte bzw. Übungen (Zustands- und Vorgangspassiv, indirektes Passiv, Passiv mit Modalverben) im 11. Kapitel (Informatik) behandelt werden. Auch in den Kapiteln 7 (Elektrotechnik) und 9 (Energietechnik 2) taucht das Passiv explizit wieder auf, nämlich bei der Umwandlung von Aktiv- in Passivsätzen und umgekehrt sowie der Unterscheidung von Passiv- und Reflexivkonstruktionen.

Wir haben also nie ein Grammatik-Thema „abgearbeitet“, sondern nach dem Modell des Spiralcurriculums immer die fachlichen Texte auf ihre syntaktischen und morphologischen Spezifika hin analysiert und dementsprechend die Grammatikstrukturen, die im konkreten Text enthalten sind, thematisiert, bei Bedarf systematisiert und dazu Übungen entwickelt. Viele Zwischenüberschriften in den Kapiteln spiegeln diese funktionale Sichtweise: „Notwendige Grammatik“, „Nützliche Grammatik“, „Wichtige Grammatik“ u.ä. Syntaktische Mittel, die in den Fachsprachen besonders häufig auftreten, werden wiederholt demonstriert und geübt.

Allerdings waren wir sehr darauf bedacht, die behandelten grammatikalischen Phänomene mit den Ergebnissen der linguistischen Forschung über die Spezifika der NTW-Fachsprachen abzugleichen, um eine möglichst große Menge an fachsprachlichen Merkmalen abzudecken.

Nach Möglichkeit haben wir an geeigneten Stellen knappe Systematisierungen und Grammatik-Tipps eingefügt, da wir einen kognitiven Zugang beim Sprachlernen für nützlich und hilfreich halten. Vor allem dann, wenn die Studierenden die Regel selbst herausfinden und formulieren können, ist der Lerneffekt positiv. Dies trifft gerade bei Wiederholungen zu (z.B. Kardinal- und Ordnungszahlen, Relativsätze, Kompositabildung etc.).

Jedoch gibt es keine zusammenfassende Darstellung der Regeln der deutschen Grammatik, da diese in der Literatur zum Fremdsprachenlernen aufgearbeitet und vor allem den DaF-Dozenten bestens bekannt sind. Testreihen von Lektionen aus „Deutsch für Ingenieure“ haben ergeben, dass es gut ist, wenn die Lehrenden je nach Leistungsstand ihrer Lerngruppe bestimmte Grammatik-Themen aufgreifen, wiederholen und vertiefen und immer wieder an Beispielen zeigen, dass es keinen wirklichen Unterschied gibt zwischen fachsprachlicher und allgemeinsprachlicher Grammatik, sondern dass nur die Häufigkeit, mit der diese Strukturen eingesetzt werden, unterschiedlich ist.

Im Inhaltsverzeichnis ist detailliert dargestellt, welche grammatischen Strukturen an welcher Stelle explizit behandelt werden: In drei Spalten sind dort die *Inhalte und Themen*, die *sprachstrukturellen Aspekte* und die *kommunikativen Aspekte* von jedem Kapitel nebeneinander aufgeführt. So können lerngruppenspezifische Prioritäten gesetzt werden.

Eine systematische Unterscheidung von Syntax und Morphologie haben wir nicht getroffen, sondern alles, was an sprachstrukturellen Merkmalen mit grammatischer Funktion auftritt, wird an der Stelle erklärt und behandelt,

wo es zum Verständnis der Texte sowie zum Umgang mit der Thematik notwendig ist und wo sich geeignete Übungssequenzen aus den fachlichen Inhalten ergeben.

Zur Wortbildung

Bekanntlich ist der größte Unterschied zwischen Allgemeinsprache und Fachsprachen in der verwendeten Lexik zu finden; die Systematik und Denkweise der Fächer sowie die zunehmenden Spezialisierungen und Überschneidungen spiegeln sich in der Fachlexik, den verwendeten Terminologien und ihrer Begrifflichkeit. Da die Quantität der Fachwortschätze enorm und zudem immer weiter zunimmt, ist es unmöglich, Vollständigkeit auch nur anzustreben, sondern die Studierenden brauchen Hilfsmittel und Strategien, um sich *den* Fachwortschatz zu erschließen, mit dem sie es im konkreten Fall zu tun haben.

Ein entscheidender Schlüssel dazu ist die *Wortbildung*. In den Fachsprachen gelten dieselben Regeln der Wortbildung wie in der Allgemeinsprache; neue Begriffe entstehen unter Einsatz dieser Regeln. Im Bereich der deutschsprachigen Fachbegriffe und Termini sind das die zahlreichen Wortbildungsregeln für Nomina, Adjektive und Verben sowie die unterschiedlichen Möglichkeiten von Ableitungen. Neben allen Systematiken von Präfix- und Suffixverwendung ist vor allem die Kenntnis der Kompositabildung im Deutschen für die Lerner ein zentrales Thema. Die Struktur der Nominalkomposita mit Grundwort, Bestimmungswort und Artikelverwendung (Modell: das Haus + die Tür = die Haustür) ist wohl allen Lernern aus der Grundstufe des Deutschkurses im Prinzip bekannt, aber die Vielfalt an Variationsmöglichkeiten von Nominal- und Adjektivkomposita muss unbedingt und immer wieder thematisiert werden, dazu die Kombinationen von Wortarten (Nomina, Adjektive und Verben), aber auch von unterschiedlichen Sprachen (Fremdwörter, Anglizismen, Internationalismen usw.). Ein allmählicher Überblick über die Vielfalt in der deutschen Wortbildung entsteht - wie in einem Puzzle - durch die häufige Präsentation von Wortfeldern, verwandten Wörtern, Ableitungen und Kompositaformen, und nur wer diesen Überblick hat, kann sich neue Fachbegriffe erschließen.

Übungen und Fertigkeiten

Auch die Übungsformen passen zu den Fachinhalten: Übungen zur *mündlichen* und teilweise auch *schriftlichen Sprachproduktion* sind mit dem *Leseverstehen* von *Fachtexten* und *fachlichen Aufgaben* verschränkt. Es gibt so häufig wie möglich *fachliche Übungen*, in denen Berechnungen durchgeführt, Ergebnisse verglichen und kommentiert, Tabellen sinngemäß ergänzt werden sollen u.v.a.m. Die Aufgaben enthalten sehr oft die Kommunika-

tionsverfahren (KV), die in der Fachsprachenverwendung besonders häufig benutzt werden, wie Vergleichen, Beschreiben, Benennen, Definieren, Argumentieren, Begründen, das Stellen von exakten Fragen und Antworten mit Belegen, Interpretieren von Ergebnissen etc. Damit werden im Sprachunterricht genau die sprachlichen Handlungen durchgeführt, in denen sich fachliche Kommunikation abspielt. Inhalte, die zum Studieninteresse von Ingenieursstudenten passen, werden im Medium der Fremdsprache Deutsch behandelt; die Fähigkeit, geeignetes Fachwissen mit Hilfe des Werkzeugs Fremdsprache Deutsch zu erwerben, wird so trainiert.

Die Anforderungen im Bereich des *Leseverstehens* sind ohne fachliches Mit-Denken und technisch-naturwissenschaftliche Basiskenntnisse nicht zu erfüllen. Aufgaben zum Leseverstehen wechseln sich mit sprachlichen Übungen ab, bei denen der Fokus auf die Bewusstmachung, das Training, die Wiederholung und den *Erwerb der sprachlichen Mittel* gerichtet ist, ohne die der betreffende Inhalt nicht kommuniziert werden kann. In diesem Kontext steht die *mündliche Sprachproduktion* im Vordergrund: „Wie sagt man zu ...? Wie spricht man über ...?“

In den „Technische Gespräche“, die am Ende jedes Kapitels stehen, werden Verknüpfungen verschiedener Übungstypen zur Entwicklung komplexer Fertigkeiten kombiniert.

Wir freuen uns über feed-back, Erfahrungen mit dem Lehrbuch und Anregungen zur Verbesserung. Bitte schreiben Sie an die Mailadresse: deutschfueringenieure@gmail.com

Großer Dank geht an Dr. Renate Steußloff für die Begeisterung am Thema, an Prof. Hans Dieter Kleinschroth für die fachliche Beratung, an Thomas Zipsner für das Lektorieren des Manuskripts, an Robert Haselbacher für die grafische Gestaltung, an Mariami Melqadze und die vielen Studenten und Dozenten in den Testphasen sowie an zahlreiche freundliche Menschen, die geholfen haben, dass Text- und Bildmaterial gefunden und verwendet werden konnte.



Kapitel 1

Ingenieure – „Made in Germany“

Aufgabe 3 Beantworten Sie folgende Fragen mit Hilfe des Textes.

1. Was bedeutet das Wort Ingenieur und aus welcher Sprache stammt es?

2. Wie lautet die Definition für Ingenieur?

3. Welche Aufgaben hat ein Ingenieur?

4. Welche Soft-Skills muss ein Ingenieur – neben dem Fachwissen – mitbringen?

1.1. Ingenieurwesen – was ist das?

„Wo man ihm ein Rätsel schenkt, steht der Ingenieur und denkt“, heißt es etwas spöttisch in einer bekannten Redewendung. Dass sich Ingenieure aber durch Kreativität und Innovationsgeist auszeichnen, liegt schon im Wort selbst: Das lateinische Wort ingenium bedeutet nämlich „sinnreiche Erfindung“ oder „Scharfsinn.“ So überrascht es auch nicht, dass Ingenieure oft als „die geistigen Väter technischer Systeme“ bezeichnet werden. Ingenieure sind wissenschaftlich ausgebildete Fachleute, die auf technischem Gebiet arbeiten. Ihre wesentlichsten Aufgaben sind die Schaffung von möglichst wirkungsvollen und effektiven Lösungen für technische Fragestellungen und die Entwicklung zukunftssträchtiger Technologien. Dabei handelt es sich um Schaffung von komplexen Systemen und Produkten oder die

Einführung neuer technischer Anwendungen. Meist muss dabei das beste Kosten-Nutzen-Verhältnis beachtet werden. Mithilfe von innovativen Ideen versucht der Ingenieur schnell auf Veränderungen zu reagieren und diese in technologische und moderne Produkte umzusetzen. Dabei ist nicht nur technisches Fachwissen gefragt, sondern auch Kreativität und Teamgeist sowie soziales, politisches und ökologisches Verantwortungsbewusstsein.

www.ingenieurwesen-studieren.de/was-ist-ingenieurwesen/

Aufgabe 4
Wortschatz

Suchen Sie im Text die Begriffe für folgende Worterklärungen:

Begriffe aus dem Text	Worterklärungen
das Rätsel	Denkaufgabe, meist als Umschreibung eines Gegenstandes, den man raten soll
	Realisierung einer neuartigen, fortschrittlichen Lösung für eine bestimmte Fragestellung, besonders die Einführung eines neuen Produkts oder die Anwendung eines neuen Verfahrens
	Intelligenz, Klugheit
	wirksam, wirkungsvoll
	gute Zukunftsaussichten haben
	vielschichtig, zusammenhängend, kompliziert
	einfallsreich, fantasievoll, ideenreich
	Fähigkeit, Verantwortung zu übernehmen und zu tragen

Aufgabe 5 Nominalisierung von Verben.

Wortbildung 1

Ergänzen Sie die Tabelle mit den verwandten Wörtern:

Grammatik-Tipp

Alle Nomina mit der Endung –ung sind feminin!

Verb	Nominalisierte Form = Nomen / Substantiv
	die Schaffung
anwenden	
	die Verantwortung
verändern	
	die Einführung
	die Erfindung
lösen	
	die Realisierung

Aufgabe 6 Verwandte Nomina und Adjektive – häufige Suffixe.

Wortbildung 2

Schreiben Sie die entsprechenden Adjektive in die 2. Spalte.

Häufige Suffixe	Adjektiv	Nomen / Substantiv
-isch	<i>technisch</i>	die Technik die Technologie die Politik die Ökologie der Spott
-ig		der Geist
-iv		der Effekt, die Effektivität die Kreativität die Innovation
-lich	<i>wesentlich</i>	das Wesen der Fortschritt die Wissenschaft die Verantwortung

Aufgabe 7 Fragen vor dem Lesen:

Welche ingenieurwissenschaftlichen Fachrichtungen kennen Sie?
Schreiben Sie die Benennungen in Ihrer Muttersprache / Studiersprache.
Kennen Sie auch die englischen Begriffe?

Maschinenbau / (mechanical) engineering

Aufgabe 8 Beantworten Sie folgende Fragen mit Hilfe des Textes.

1. Nennen Sie die fünf großen Bereiche des Ingenieurwesens.
2. Warum gibt es innerhalb dieser Bereiche viele Spezialisierungsrichtungen?

1.1.1. Die bekanntesten Fachrichtungen

Die Schwerpunkte für Studiengänge des Ingenieurwesens und der Informatik sind inzwischen sehr vielfältig. Man unterscheidet aber immer noch die fünf großen Bereiche bzw. Studienrichtungen:

- Maschinenbau/Verfahrenstechnik
- Elektrotechnik
- Informatik
- Wirtschaftsingenieurwesen/Wirtschaftsinformatik
- Bauingenieurwesen/Architektur

Die meisten Ingenieure sind in den Bereichen Maschinenbau und Elektrotechnik beschäftigt. Aber in jedem der fünf großen Bereiche gibt es inzwischen viele verschiedene fachliche Spezialisierungsmöglichkeiten. Dies ist eine Folge der immer komplexer und spezialisierter werdenden Welt der Technik.

www.ingenieurwesen-studieren.de/was-ist-ingenieurwesen/

Aufgabe 9 **Vergleichen Sie Text und Grafik. Welche Unterschiede sehen Sie?**
Als sprachliche Hilfe dienen folgende Redemittel:

Redemittel

- Der Text informiert über ...
- Danach lassen sich ... unterscheiden
- Zunehmend gibt es jedoch auch viele ...
- Als Ergänzung zum Text liegt eine Grafik vor über ...
- Die Angaben sind in (Euro, Prozent, Kilo etc.) und beziehen sich auf das Jahr ...
- Die Zahlen stammen vom ...
- Das Schaubild zeigt ...
- Im Text steht ..., aber die Grafik zeigt ...
- Aus dem Schaubild geht hervor, dass ..., doch nach dem Text ...
- Unklar bleibt, ob ...

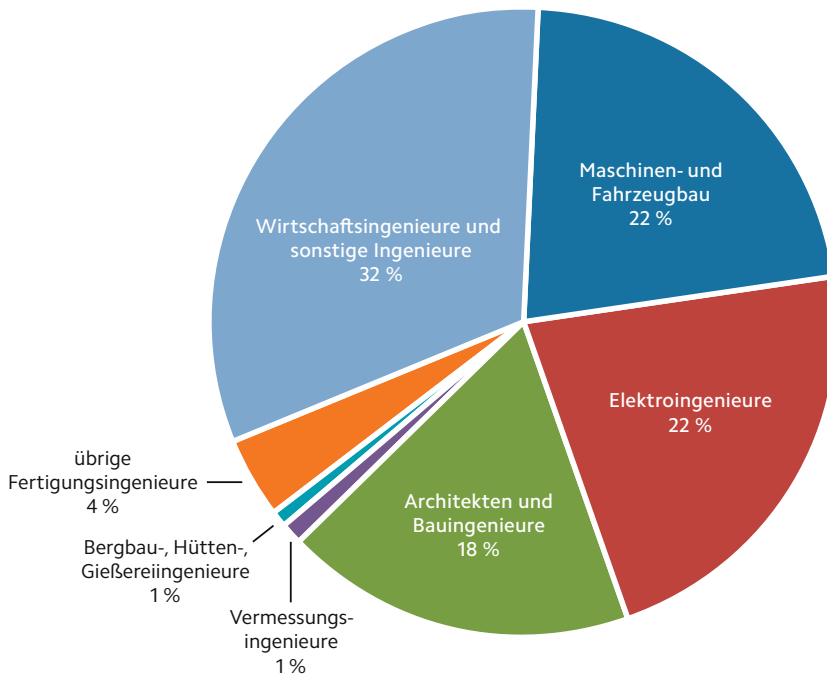


Abb. 2: Mikrozensus 2011; Auswertung VDI e.V./IW Köln,
www.vdi.de/monitorING

Das Branchenspektrum ist ebenso vielfältig wie die Aufgaben von Ingenieuren. Ob Umwelt- oder Kraftfahrzeugtechnik, Informatik oder Nachrichtentechnik, Chemieingenieurwesen oder Bauingenieur, Mechatronik oder Medizintechnik: In nahezu allen Wirtschaftszeigen sind Ingenieure gefragte Mitarbeiter und Motoren des Fortschritts.

1.1.2. Tätigkeitsfelder von Ingenieuren:
Was tun Ingenieure?

Aufgabe 10 Ordnen Sie die Verben des folgenden Textausschnitts in die Tabelle ein und ergänzen Sie in Ihrer Muttersprache / Studiersprache.
Ingenieure forschen, entwickeln, analysieren, konstruieren, programmieren, produzieren, beraten, prüfen und verkaufen verschiedenste Produkte, Technologien und Dienstleistungen. Dementsprechend vielfältig sind auch die Tätigkeitsfelder von Ingenieuren.

Verb	Erklärung	Übersetzung
analysieren	auf einzelne Merkmale hin untersuchen; zergliedern und dadurch klarlegen	
	etwas auf Qualität, Funktions-tüchtigkeit hin untersuchen	
	erzeugen, herstellen	
	(EDV) ein Programm für einen Computer, eine computerge-steuerte Anlage o. Ä. aufstellen; einem Computer Instruktionen eingeben	
	in einem Arbeitsprozess etwas Neues, Fortschrittlicheres erfin-den, konstruieren	
	jemandem etwas gegen Zah-lung einer bestimmten Summe als Eigentum überlassen	
	jemanden helfen, Tipps / Rat-schläge geben	
	Form und [Zusammen-]bau eines technischen Objektes durch Ausarbeitung des Entwurfs, durch technische Berechnungen, Überlegungen usw. maßgebend gestalten	
	sich um [wissenschaftliche] Erkenntnis bemühen	

Aufgabe 11 Ordnen Sie den Textabschnitten passende Überschriften zu.

Controlling, Forschung und Entwicklung, Konstruktion, Marketing und Vertrieb, Montage und Inbetriebnahme, Produktion und Instandhaltung, Technischer Service und Kundendienst

Die häufigsten Tätigkeitsfelder von Ingenieuren kurz erklärtForschung und Entwicklung

Innovationen haben gerade in Deutschland einen hohen Stellenwert. Keine Innovation ohne Forschung. Deshalb sind Ingenieure gefragt in der Grundlagenforschung sowie bei der Optimierung bestehender Lösungen.

Konstruktionsingenieure sind am kompletten Prozess beteiligt: von der Idee bis zur technischen Umsetzung. Dabei ist nicht nur Kreativität gefragt, sondern auch der versierte Umgang mit CAD- und CAE-Programmen.

Ingenieure in diesem Bereich planen und überwachen die gesamte Produktion eines Produkts unter ökonomischen, qualitativen und sicherheitstechnischen Gesichtspunkten.

Für den Aufbau und die fristgerechte Inbetriebnahme von Maschinen, Anlagen oder ganzen Bauwerken sind die Ingenieure verantwortlich, die in diesem Bereich arbeiten.

Ingenieure in diesem Bereich sind verantwortlich für die Verfügbarkeit von Maschinen, Anlagen oder auch Software. Häufig führen sie ein Team von Servicetechnikern, mit dem sie Instandhaltungsdienste oder Störungsfälle termingerecht ausführen.

Produkte müssen nicht nur entwickelt, sondern auch verkauft werden. Gut ist, wenn der Verkäufer nicht nur die Märkte und Vermarktungsstrategien kennt, sondern auch technisch kompetent ist. Der Vertriebsingenieur ist außerdem Repräsentant des Unternehmens und Ansprechpartner für die Kunden.

Wirtschaftsingenieure koordinieren und kontrollieren die zielgerechte Entwicklung eines Unternehmens. Sie prüfen Bilanzen, Geschäftsberichte und Innovationen. Sie beraten Betriebe und die Geschäftsführung von Unternehmen.

Aufgabe 12

Technische
Gespräche

Gibt es in Ihrer Familie Ingenieure?

In welchem Bereich möchten Sie später als Ingenieur tätig sein?

Begründen Sie Ihren Berufswunsch.

Aufgabe 13

Fragen vor dem
Lesen

Diskutieren Sie: Worin bestehen die Unterschiede zwischen einer Universität und einer Fachhochschule?

1.2. Wie wird man Ingenieur?

Informationen zum Hochschulsystem und Ingenieursstudium
in Deutschland



Abb. 3: Studienberatung an einem DAAD-Stand, Foto: Heiner Dintera

1.2.1. Überblick über die Hochschulen in Deutschland

Deutschland hat viele unterschiedliche Hochschulen. Sie alle bieten exzellente Qualität. Bei dieser großen Auswahl fällt es nicht leicht, sich zu entscheiden. Wir helfen Ihnen bei der Orientierung.

In Deutschland gibt es rund 400 staatlich anerkannte Hochschulen an 175 Orten mit über 17 000 Studiengängen. Diese Hochschulen sind prinzipiell gleichrangig. Aber jede hat ihre eigenen Stärken. Gemeinsam ist allen: Professoren und Dozenten sind wissenschaftlich hochqualifiziert, und Sie erhalten dort staatlich anerkannte Studienabschlüsse auf hohem Niveau. Doch es gibt auch einige Unterschiede, die Sie kennen sollten.

Es gibt drei Arten von Hochschulen:

- Universitäten für ein forschungsorientiertes Studium
- Fachhochschulen für ein praxisorientiertes Studium
- Kunst-, Film- und Musikhochschulen für ein künstlerisches Studium

An den 106 Universitäten liegt der Schwerpunkt auf der Vermittlung von methodischem und theoretischem Wissen. Forschung und Lehre sind eng miteinander verknüpft. Universitäten bieten ein breites Fächerspektrum an: Rechtswissenschaften, Geistes- und Kulturwissenschaften, Natur- und Wirtschaftswissenschaften sowie Medizin. Auch wenn Sie in Deutschland den Dokortitel erlangen wollen, sind Sie an einer Universität richtig.

©Deutscher Akademischer Austauschdienst, www.daad.de/deutschland

Neben der Hochschulausbildung kann man auch eine Berufsausbildung absolvieren. Diese bereitet Schulabsolventen in einem dualen System (Berufsschule und praktische Ausbildung im Betrieb) auf einen nichtakademischen Beruf vor, z. B. Friseur/in, Bankkaufmann/frau, Mechatroniker/in.

Die Ausbildung an den 212 Fachhochschulen („Universities of Applied Sciences“) ist stark auf die berufliche Praxis ausgerichtet. Hier werden Sie auf den Einsatz in bestimmten Arbeitsfeldern vorbereitet, etwa Technik, Wirtschaft, Sozialarbeit oder Mediengestaltung. Zum Studium gehören Praktika und Praxissemester.

Ein Studium an einer der 53 Kunst-, Film- oder Musikhochschulen ist die richtige Wahl, wenn Sie eine künstlerische Begabung zum Beruf machen wollen. Ob Malerei, Musik, Gesang, Regie oder Schauspiel: Voraussetzung für ein solches Studium ist ein besonderes künstlerisches Talent, das Sie in einer Aufnahmeprüfung unter Beweis stellen müssen. Besonders Begabte können auch zugelassen werden, wenn sie nicht die formalen Voraussetzungen für den Hochschulzugang erfüllen.

©Deutscher Akademischer Austauschdienst, www.daad.de/deutschland

Aufgabe 14
Wortschatz

Zum Verstehen der Informationen über Hochschulen in Deutschland benötigen Sie einen speziellen Wortschatz. Lösen Sie die 5 kleinen Aufgaben, dann brauchen Sie (vielleicht) kein Wörterbuch.

1. Setzen Sie ein:
Orientierung, sich orientieren

Wer seinen Weg nicht mehr weiß, hat die _____
verloren. Man benützt eine Landkarte oder einen Stadtplan, um _____
zu _____.

2. Erklären Sie die Bedeutung der Wörter:
praxisorientiert, forschungsorientiert

3. Kennen Sie ein verwandtes Wort zu „künstlerisch“?

4. Was sind die *Gemeinsamkeiten* der deutschen Hochschulen?
Notieren Sie wichtige Stichwörter aus dem Text:

5. Welche *Unterschiede* gibt es zwischen den drei Arten von Hochschulen? Suchen Sie informative Stichwörter und ordnen Sie zu:

Fachhochschulen	Universitäten	Kunsthochschulen

Aufgabe 15 Beschreiben Sie die Struktur der Hochschulausbildung in Ihrem Land.

1. Was für Hochschultypen gibt es?

2. Welche Fächer sind besonders beliebt?

3. Haben Sie ein System der dualen Berufsausbildung?

4. In welchen Branchen / Berufen gibt es die besten Berufschancen?



Abb. 4: Hochschulen in Deutschland, ©Deutscher Akademischer Austauschdienst

Aufgabe 16 Diskutieren Sie:

Was macht eine gute Universität aus?

Nach welchen Gesichtspunkten haben Sie Ihre Universität ausgewählt?

exzellente Forschung

meine
Universität

erfolgreiche Lehre

1.2.2. Porträt einer Technischen Universität: Die TU Ilmenau



Abb. 5: TU Ilmenau, Humboldtgebäude, Foto: Michael Reichel (ari)



Aufgabe 17 Formulieren Sie zu jedem der sieben Textabschnitte eine Überschrift.

Die TU Ilmenau ist die einzige technische Universität des Bundeslandes Thüringen und steht für eine lange Tradition in der Ausbildung von Ingenieuren der Elektrotechnik und des Maschinenbaus. Heute umfasst ihr Profil Technik, Naturwissenschaften, Wirtschaft und Medien. Fünf Fakultäten bieten den derzeit 6.800 Studierenden ein interdisziplinäres Programm von 19 Bachelor- und 24 Masterstudiengängen in Ingenieurwissenschaften, Mathematik und Naturwissenschaften sowie Wirtschafts- und Sozialwissenschaften an.

Die Universität ist bekannt für ihr international anerkanntes hohes Ausbildungsniveau, für eine persönliche Betreuung durch Professoren, Mentoren sowie studentischen Tutoren und für einen hohen Praxisbezug. Schon Studierende werden in Forschungsprojekte eingebunden und absolvieren Praktika in der Wirtschaft.

Ein moderner Campus mit kurzen Wegen sowie ein sehr gutes soziales Umfeld mit einer großen Anzahl studentischer Vereine, fachlicher, kultureller und sportlicher Initiativen zeichnen die Universität aus. Auf dem Campus befinden sich neben den Universitätsbauten auch die vollständig sanierten Wohnheime. Sie bieten mit rund 1.600 Plätzen fast einem Viertel aller Studierenden eine Unterkunft direkt im Zentrum der Universität.

Die TU Ilmenau nimmt in ausgewählten Kompetenzfeldern der **Forschung** national und international Spitzenpositionen ein.

In den letzten Jahren wurden sechs Forschungscluster etabliert:

- Nanoengineering
- Präzisionstechnik und Präzisionsmesstechnik
- Technische und biomedizinische Assistenzsysteme
- Antriebs-, Energie- und Umweltsystemtechnik
- Digitale Medientechnologie
- Mobilkommunikation

Die Arbeit in den Forschungclustern ist interdisziplinär, das heißt über die Grenzen der fünf Fakultäten hinweg. In weiteren Forschungsschwerpunkten widmen sich die Wissenschaftler der Universität den Themen Solartechnik, Medizintechnik, Bildverarbeitung, Nanopositionier- und Nanomessmaschinen, optische Technologien und neue Werkstoffe.

An sechs Graduiertenkollegs können Studierende in internationalen Teams an ihren Promotionen arbeiten.

Das Netzwerk »we4you« betreut intensiv ausländische Studierende und richtet u. a. den Internationalen Sommerkurs für deutsche Sprache, Landeskunde und Kultur aus.

Im Ergebnis dieser vielfältigen Projekte mit Partneruniversitäten in Osteuropa, Westeuropa, Südamerika, Nahost und China erhalten mehr als 700 internationale Studierende ihre Ausbildung in Ilmenau. Die wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Universitäten und Forschungseinrichtungen in den USA, Westeuropa, Südamerika, Nahost und Asien dokumentiert das hohe Niveau der TU Ilmenau als Zentrum der Wissenschaften.

Nach: www.tu-ilmenau.de/universitaet/wir-ueber-uns/portraet/

Aufgabe 18

Fragen zum Text

Sammeln Sie die Informationen und diskutieren Sie in der Lerngruppe.

1. Nennen Sie fünf Faktoren, die ein Studium in Ilmenau attraktiv machen. Welche wären für Sie wichtig?
2. Welche Forschungsschwerpunkte hat die TU Ilmenau?
3. Nennen Sie drei Beispiele für die internationale Ausrichtung der Universität.

Die Technische Universität Ilmenau in Zahlen



Abb. 6: Studentinnen der TU Ilmenau, Foto: Sebastian Trepesch

Studierende

Gesamtzahl der Studierenden im WS 2013/14*)	6.818
Studienanfänger im WS 2012/13	1.342

Anzahl der Studierenden in Fächergруппen

Ingenieurwissenschaften:	4.387
Mathematik und Naturwissenschaften:	825
Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften:	668
Sprach- und Kulturwissenschaften:	812
Anteil weiblicher Studierender:	ca. 26,3 %
Anteil international Studierender:	ca. 13,1 %

Lehrkörper und Mitarbeiter

Professoren: (Stand 01.12.2012, mit Stiftungs- und Juniorprofessuren)	104
Wissenschaftliche Mitarbeiter:	ca. 800
Technische und sonstige Mitarbeiter:	ca. 600

Nach: www.tu-ilmenau.de/universitaet/wir-ueber-uns/daten-fakten-zahlen/



Fakultät für Elektrotechnik
und Informationstechnik



Fakultät für Mathematik
und Naturwissenschaften



Fakultät für Informatik
und Automatisierung



Fakultät für Wirtschafts-
wissenschaften



Fakultät für Maschinenbau

Abb. 7: Fakultäten an der TU Ilmenau, Piktogramme: Torsten Weilepp

Aufgabe 19 Erstellen Sie ein Kreisdiagramm, in dem Sie diese Zahlen grafisch darstellen, und kommentieren Sie das Ergebnis.

Aufgabe 20 *Recherchieren und schreiben:*



Suchen Sie auf der Website Ihrer Universität nach Zahlen und Fakten zu Ihrer Hochschule. Schreiben Sie einen kurzen zusammenhängenden Text.

Die Studienfächer an der TU Ilmenau

(B = Bachelor, M = Master)

Aufgabe 21 Schreiben Sie die Übersetzungen in Ihrer Muttersprache / Studiersprache in die rechte Spalte.

Aufgabe 22 Beantworten Sie die zwei Fragen:

1. Welche dieser Studienfächer kann man an Ihrer Heimat-Universität studieren?
2. Welche Studienfächer gibt es an Ihrer Universität, die man in Ilmenau nicht studieren kann?

Namen der Studienfächer	Übersetzung
Angewandte Medien-und Kommunikationswissenschaft (B)	
Allgemeine Betriebswirtschaftslehre (M)	
Biomedizinische Technik (B,M)	
Biotechnische Chemie (B)	
Communications and Signal Processing (M)	
Electrical Power and Control Engineering (M)	
Elektrochemie und Galvanotechnik (M)	
Elektrotechnik und Informationstechnik (B, M)	
Fahrzeugtechnik (B, M)	
Informatik (B, M)	
Ingenieurinformatik (B, M)	
Maschinenbau (B, M)	
Mathematik (B)	
Mathematik und Wirtschaftsmathematik (M)	
Mechatronik (B, M)	
Medien und Kommunikationswissenschaft (M)	
Medientechnologie (B, M)	
Medienwirtschaft (B, M)	
Mikro- und Nanotechnologien (M)	
Miniaturisierte Biotechnologie (M)	
Optische Systemtechnik /Optronik (B, M)	
Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen (B)	
Regenerative Energietechnik (M)	
Research in Computer and Systems Engineering (M)	
Technische Kybernetik und Systemtheorie (B, M)	
Technische Physik (B, M)	
Werkstoffwissenschaft (B, M)	
Wirtschaftsinformatik (B, M)	
Wirtschaftsingenieurwesen (B, M)	

Wortbildung 3, Komposita im Deutschen

Grammatik-Tipp Eine Besonderheit der deutschen Sprache sind die vielfältigen Möglichkeiten zur Bildung von Komposita. Komposita sind zusammengesetzte Wörter oder Wortzusammensetzungen; sie können aus verschiedenen Wortarten gebildet werden, z. B.:

Kombination von Wortarten	Beispiele
Nomen + Nomen	das Haus + der Schlüssel → der Hausschlüssel
Nomen + Nomen + Nomen	die Wirtschaft + die Informatik + der Professor → der Wirtschaftsinformatikprofessor
Nomen + Adjektiv	der Schnee + weiß → schneeweiß
Verb + Nomen	spielen + das Zeug → das Spielzeug

Es gibt noch viel mehr mögliche Kombinationen.
Wissen Sie die wichtigste Regel?

Aufgabe 23 Dann ergänzen Sie die fehlenden Wörter:

Nominalkomposita bestehen aus einem Grundwort und einem oder mehreren Bestimmungswörtern. Das Grundwort steht am _____ und bestimmt den _____ des ganzen Wortes.

Beispiel

Bestimmungswort	Grundwort	Kompositum
der Mantel	die Tasche	die Manteltasche
die Statistik	der Kurs	der Statistikkurs

Manchmal wird zwischen die Wörter ein sog. Fugenelement eingesetzt, damit man sie leichter aussprechen kann. Solche Fugenelemente sind -s, -n, -en. Am häufigsten ist das „Fugen-s“. Leider gibt es keine exakten Regeln für alle Möglichkeiten, aber:
Nach den Endungen -ung, -heit, -keit, -tion, -ion, -schaft, -tät, -ling, -tum steht immer ein „Fugen-s“!
z. B.: Information-s-veranstaltung, Wirtschaft-s-informatik

Aufgabe 24 Suchen Sie aus allen Texten dieser Lektion Beispiele für Nominalkomposita, die zu der Systematik in der folgenden Tabelle passen. Tragen Sie das Wort und seine Bestandteile in die Tabelle ein und kreuzen Sie an, um welchen Typ von Komposita es sich handelt.

Achtung! Es gibt auch Kombinationen von Typen der Kompositabildung!

[illegible]

Infos über das eigene Fachstudium

Aufgabe 25 Fachliches Selbstportrait:

Vervollständigen Sie den Text mit Ihren persönlichen Angaben.

Ergänzen Sie am Ende folgende Punkte:

- Haben Sie praktische Übungen (z. B. Laborübungen)?
- Gehört ein Berufspraktikum in einem Unternehmen zum Studium?
- Haben Sie Kurse in einer Fremdsprache?

Ich studiere an der _____ (Universi-

tät) an der Fakultät für _____ den

Studiengang _____.

Zurzeit bin ich im _____ Semester.

In diesem Semester haben wir Vorlesungen in den Fächern

und Seminare in den Fächern

In der Woche haben wir _____ Stunden Unterricht. Die interessan-
testen Fächer sind für mich:

_____ und

_____.

Nach dem Studium möchte ich gerne als

_____ in/bei

_____ arbeiten.

Aufgabe 26 Tragen Sie Ihren Stundenplan in die Tabelle ein:
Fachlexik

Mein Studienplan					
Uhrzeit	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
8.00 – 9.00					
9.00 – 10.00					
10.00 – 11.00					
11.00 – 12.00					
12.00 – 13.00					
13.00 – 14.00					
14.00 – 17.00					
15.00 – 16.00					
16.00 – 17.00					
17.00 – 18.00					
18.00 – 19.00					
19.00 – 20.00					

Aufgabe 27 Sprechen Sie mit Ihrem Nachbarn über Ihre Woche an der Universität.
Technische Stellen Sie sich gegenseitig Fragen zum Stundenplan.
Gespräche

Beispiel:

Frage: Welche Stunden / Welche Lehrveranstaltungen hast du am Montag vormittag / am Montag nachmittag?

Antwort: Am Montag habe ich von 09.00 Uhr bis 10.30 Uhr eine Vorlesung in Physik. Am Nachmittag habe ich von 13.00 – 14.30 Uhr eine Laborübung „Messtechnik“ und von 15.00 – 16.30 Uhr ein Seminar „Einführung in die Mess- und Regeltechnik“.

Oder: Welche Seminare / Vorlesungen / Übungen haben Sie besonders gerne? Welche machen Ihnen keinen Spaß? Warum (nicht)?

Literatur

- www.ingenieurwesen-studieren.de
- www.daad.de/deutschland
- www.tu-ilmenau.de/universitaet/wir-ueber-uns/portraet

$$\frac{\partial}{\partial a} \ln f_{a, \sigma^2}(\xi_1) = \frac{(\xi_1 - a)}{\sigma^2}$$

$$\int T(x) \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} f(x, \theta) dx =$$

$$\int T(x) \cdot \left(\frac{\partial}{\partial \theta} \ln L(x, \theta) \right) \cdot f(x, \theta) dx =$$

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \int T(x) f(x, \theta) dx =$$

Kapitel 2

Mathematik auf Deutsch 1

Grundlagen

2.1. Grundlegende mathematische Operationen

Achtung! In der Fachsprache der Mathematik bedeutet der Begriff „Operation“ etwas anderes als im medizinischen Bereich. Während man in der Medizin mit „Operation“ einen chirurgischen Eingriff meint, bezeichnet man in der Mathematik damit die *Ausführung einer Rechnung* (ausführen = machen).

Tabelle 1: Rechenoperationen

Grundrechnungsart	Symbol	man sagt:	Glieder der Rechnung	Ergebnis (+ Präp.)	Rechenoperation
die Addition	$1 + 1 = 2$	plus (ist) gleich	(der) Summand + Summand	die Summe (von)	1. Stufe
die Subtraktion	$7 - 5 = 2$	minus	(der) Minuend - Subtrahend	die Differenz (von)	
die Multiplikation	$3 \cdot 4 = 12$	mal	(der) Faktor \times Faktor	das Produkt (von)	2. Stufe
die Division	$16 \div 2 = 8$	(dividiert) durch	(der) Dividend : Divisor	der Quotient (aus)	

2.1.1. Aufgaben zu den Operationen aus der Tabelle

Aufgabe 1 Diktieren Sie Ihrem Lernpartner drei Operationen der ersten Stufe und vier Operationen der zweiten Stufe. Verwenden Sie nur die Redemittel der dritten Spalte. Ihr Partner soll die Rechnungen *ausführen* und dabei die Symbole schreiben.

Partnerarbeit

Aufgabe 2 Wie heißen die einzelnen Glieder der sieben Operationen, die Ihr Lernpartner aufgeschrieben hat? Verwenden Sie *nur* die Begriffe der vierten und fünften Spalte.

Beispiel: „Der Minuend beträgt x, der Subtrahend beträgt y und die Differenz ist z.“

Aufgabe 3 Produzieren Sie in mündlicher und schriftlicher Form sprachlich korrekte Fragen/Aufforderungen nach dem *Ergebnis* von einfachen Rechenoperationen.

Beispiele für formale Wendungen	Beispiele für umgangssprachliche Wendungen
Was ist das Produkt von 7 und 8?	Was kommt heraus, wenn man 11 zu 99 addiert?
Was ist das Ergebnis der Multiplikation von 7 und 8?	Wie viel ist 11 plus 99?
Worin besteht die Differenz von 16 und 4?	Was macht 11 + 99?
Welches Ergebnis erhält man, wenn man 4 von 16 subtrahiert?	Wie viel ist 49 geteilt durch 7?
Nennen Sie die Summe von 99 und 11!	Und 42 durch 6 ist doch ..., oder?
Sagen Sie das Ergebnis der Addition von 99 und 11!	Weißt du, was 12 mal 3 ist?
Die Summe von 2 und 4 beträgt 6 – ist das korrekt?	Was war nochmal 49 durch 7?
Wie groß ist die Differenz von 20 und 8?	72 durch 12 – was war das nochmal?

2.1.2. Zur Verbalisierung mathematischer Symbole

Achtung! Für das Symbol = gibt es viele mündliche Varianten:
ist, gleich, ist gleich, ergibt, macht
Bei den anderen Symbolen ist es einfacher!

Aufgabe 4 Tragen Sie bitte passende Zahlenbeispiele in die 3. Spalte und lesen Sie laut vor:

Symbol	man sagt	Zahlenbeispiel
~	(ist) ungefähr	
≠	(ist) ungleich, nicht gleich	
<	(ist) kleiner als	
>	(ist) größer als	
≤	(ist) kleiner oder gleich	
≥	(ist) größer oder gleich	

Mathe-Spiel

Aufgabe 5 **Lernpartner A beginnt. Stellen Sie Ihrem Lernpartner B die Aufgaben aus der Spalte a) in Worten. B schreibt dann die Aufgabe und die Lösung in Zahlen in die leere Spalte a) seiner Tabelle. Dann umgekehrt: Partner B stellt die Aufgaben von Spalte b) in Worten und Partner A schreibt die Aufgabe mit Lösung in Zahlen in seine leere Spalte b). Dann dasselbe mit den Spalten c) und d).**

Partnerarbeit

Partner A ←

a)	b)	c)	d)
zwölf plus sechs ...	$17 - 11 = 6$	vierzehn geteilt durch zwei	
fünfundzwanzig mal fünf		vierundfünfzig minus acht	
dreizehn mal zwei		einundreißig plus dreizehn	
achtundachtzig durch acht		zweihundert plus hundert-fünfzig	

Wortfeld für Operationen

Symbol	Nomen	Verb mit Präposition	häufige mündliche Varianten
+ plus	die Addition	addieren zu, dazu	dazuzählen
− minus	die Subtraktion	subtrahieren von, davon	abziehen
• mal	die Multiplikation	multiplizieren mit	mal nehmen
÷ (geteilt) durch	die Division	dividieren durch	teilen durch

Aufgabe 6 **Setzen Sie die richtigen Präpositionen in die Lücken.**

Addieren Sie 4 _____. 7. Multiplizieren Sie diese Summe _____. 9. Subtrahieren Sie _____. 18. Und jetzt dividieren Sie bitte _____. 9. Multiplizieren Sie nun _____. 6. Subtrahieren Sie _____ diesem Produkt 16. Addieren Sie 25 _____. Dividieren Sie das Ergebnis _____. 21. Und was ist nun das Ergebnis? (Synonym: Was kommt heraus?)

→ Aufgabe 5 Partner B

a)	b)	c)	d)
$12 + 6 = 18$	siebzehn minus elf...		einundzwanzig durch drei
	neunzehn plus achtzehn		zwölf mal vier
	fünf mal fünfundzwanzig		zweiundsiebzig minus acht
	siebenundsiebzig durch sieben		hundertdreißig plus drei-hundert

Und nun die Grammatik: Die Sätze in Aufgabe 6 verwenden den Imperativ in der Höflichkeitsform „Addieren Sie ...“. Wie würden die Sätze lauten, wenn die Sprecher sich duzen?

Beispiel: *Addiere* 4 zu 7.

Aufgabe 7
Gruppenarbeit

Formulieren Sie ähnliche Aufgaben (= Kettenaufgaben) für Ihre Lerngruppe. Ein Kursteilnehmer schreibt dabei die Aufgaben in Symbolschreibweise an die Tafel oder – falls Sie in Gruppen arbeiten – auf einen Notizzettel.

Aufgabe 8

Schreiben Sie zehn Fragen zu Tabelle 1, in denen Sie möglichst viele Begriffe aus allen Spalten verwenden. Versuchen Sie, verschiedene Satztypen zu produzieren: die Tabelle 2 zeigt Ihnen die Satztypen und passende Beispielsätze.

Tabelle 2: Satztypen

Satztyp	Beispielsätze
Fragesatz mit Fragewörtern	Welche Rechenoperationen gehören zur 1. Stufe? Wie nennt man das Ergebnis einer Subtraktion?
Fragesatz mit Inversion	Ist ein Quotient das Ergebnis einer Multiplikation?
Fragesatz mit Nebensatz	Wie sagt man zu dem Symbol, das bei einer Division verwendet wird? Welches Ergebnis erhält man, wenn man 9 von 14 subtrahiert?

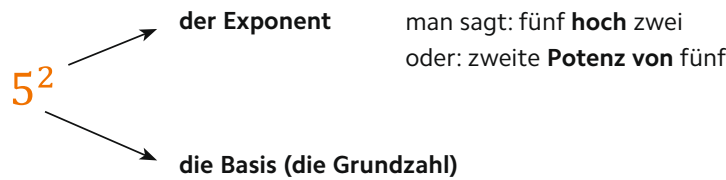
Aufgabe 9



Schreiben sie eine lange *Kettenaufgabe* (ähnlich Aufgabe 5) mit mindestens zwölf Sätzen. Verwenden Sie dabei möglichst viele verschiedene Begriffe und Satztypen aus den Tabellen 1 und 2. Tauschen Sie dann diese Texte innerhalb Ihrer Lerngruppe, lesen Sie laut vor, korrigieren Sie eventuelle Sprachfehler und berechnen Sie die Ergebnisse.

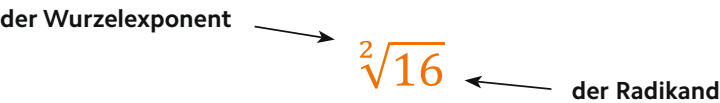
2.2. Potenzen und Wurzeln

Die Rechenoperationen der dritten Stufe sind das *Potenzieren* und das *Wurzelziehen* oder *Radizieren*. Bei der Potenz unterscheiden wir die *Basis* oder *Grundzahl* der Potenz und den *Exponenten* oder die *Hochzahl* der Potenz. Das Radizieren oder Wurzelziehen ist die Umkehrung des Potenzierens. Die Zahl, aus der man die Wurzel zieht, heißt *Radikand*, der Exponent heißt hier *Wurzelexponent*.



Man sagt:	6^2	sechs hoch zwei	Lesen sie laut:	4^2
	a^2	a Quadrat		y^2
	a^n	a hoch n		b^x

.....



Man sagt: **die zweite Wurzel aus** sechzehn

Wiederholung

Kardinalzahlen (ohne Punkt)		Ordinalzahlen (mit Punkt)	
Symbol	gesprochen	Symbol	gesprochen
1	eins	1.	der erste
2	zwei	2.	der zweite
3	drei	3.	der dritte
4	vier	4.	der vierte
5	fünf	5.	der fünfte
...
19	neunzehn	19.	der neunzehnte
20	zwanzig	20.	der zwanzigste
...
100	hundert	100.	der hundertste
...

Achtung! Der Wurzelexponent n wird als Kardinalzahl geschrieben, aber als Ordinalzahl gesprochen. Im Beispiel $\sqrt[3]{a}$ schreibt man die Zahl 3 (ohne Punkt) und sagt „dritte“ (wie 3. – mit Punkt!). Im Beispiel $\sqrt[5]{32}$ schreibt man die Zahl 5 und sagt „fünfte“ usw. Bei der zweiten Wurzel (Quadratwurzel) lässt man die 2 oft weg: $\sqrt{9} = \sqrt[2]{9}$ und sagt einfach „Wurzel aus neun“. Wenn man sie aber spricht, sagt man „die zweite Wurzel“.

Beispiele	mündliche Varianten
$\sqrt{16} = 4$; $\sqrt[2]{16} = 4$	Quadratwurzel aus, von ... zweite Wurzel aus, von ... Wurzel aus, von ...

Weitere Beispiele:

Symbolschreibweise	gesprochen
$\sqrt[4]{375} = 5$	die vierte Wurzel aus dreihundertfünfundsiebzig ist fünf
$\sqrt[5]{32} = 2$	die fünfte Wurzel aus zweiunddreißig ist zwei
$\sqrt[n]{a} = b$	die n -te Wurzel aus a ist gleich b

Tabelle 3: Rechenstufen

Rechenstufen	Symbol		Operation	
3. Rechenstufe	$(\)^n$	$\sqrt[n]{}$	Potenzieren	Wurzelziehen
2. Rechenstufe	\cdot	\div	Multiplizieren	Dividieren
1. Rechenstufe	$+$	$-$	Addieren	Subtrahieren

Aufgabe 10 Lesen Sie bitte die folgenden Terme laut vor:
 $\sqrt[3]{27} = 3$ | $\sqrt{49} = 7$ | $7^2 = 49$ | $125 = 5^3$ | $5 \cdot 5 \cdot 5 = 125$ | $5^4 = 625$
 $4^5 = 1024$ | $\sqrt[n]{100} = b$ | $114 \div 6 = 19$ | $\sqrt[6]{64} = 2$ | $\sqrt{64} = 8$ | $10^3 = 1000$
 $10^5 = 100000$

Und noch einmal das Mathe-Spiel ...

Aufgabe 11 Stellen Sie Ihrem Lernpartner die folgenden Aufgaben aus den Kästchen *in Worten*. Der Partner schreibt dann die Aufgabe und die Lösung *in Zahlen* in die leeren Kästchen seiner Tabelle (siehe a). Welches Paar ist zuerst fertig?

Partner A ←

a)	b)	c)	d)
drei hoch drei		vier hoch drei	
fünfte Wurzel aus zweiunddreißig		zweite Wurzel von einundachtzig	
vierhundertvierzig durch elf		a hoch b gleich x	
dritte Wurzel aus c gleich y		a Quadrat minus b Quadrat	

→ Aufgabe 11 Partner B

a)	b)	c)	d)
$3^3 = 27$	dritte Wurzel aus siebenundzwanzig		zweihundertfünfzig mal drei
	fünfte Wurzel aus zweihundertdreißig		neun hoch drei
	eintausend durch zweihundert		b hoch n gleich y
	a Quadrat plus b Quadrat		Quadratwurzel aus sechzehn

2.3. Klammern ()

Sie erinnern sich: Die runden Klammern () sind ein mathematisches Symbol. Damit wird angegeben, in welcher *Reihenfolge* mehrere Rechnungen ausgeführt werden müssen. Denn wenn in einer Rechnung Rechenoperationen verschiedener Stufen auszuführen sind, dann kommt es auf die Reihenfolge an.

Beispiel: $2 \cdot 4 + 9 = ?$ Wenn man *zuerst multipliziert* ($2 \cdot 4 = 8$) und *dann addiert* ($8 + 9$), dann ist das Ergebnis 17.

Wenn man aber *zuerst addiert* ($4 + 9 = 13$) und *dann multipliziert* ($2 \cdot 13$), ist das Ergebnis 26.

Merke Die allgemeine Regel heißt: Die Rechenoperation höherer Stufe wird zuerst ausgeführt.



Merksatz „Vorfahrtsregel“:

Potenzen gehen vor Klammern

Klammern gehen vor Punkt

Punkt geht vor Strich

Wenn die Rechenoperationen in einer anderen Reihenfolge ausgeführt werden sollen, dann müssen wir Klammern schreiben:

$$2 \cdot 4 + 3 \cdot 2 = 14 \quad \text{oder} \quad 2 \cdot (4 + 3) \cdot 2 = 28$$

Symbolschreibweise	gesprochen
$2 \cdot (4 + 3) \cdot 2$	zwei mal – vier plus drei in Klammern – mal zwei
$2 \cdot (4 + 3) \cdot 2$	zwei mal – Klammer auf – vier plus drei – Klammer zu – mal zwei
[]	„eckige“ Klammern
{ }	„geschweifte“ Klammern

Aufgabe 12 Suchen Sie geeignete Zahlenbeispiele für Rechnungen, in denen mehrere Operationen auf verschiedenen Stufen ausgeführt werden. Spielen Sie dann „Mathematiklehrer für große Kinder“ und erklären Sie an den von Ihnen gewählten Beispielen die Regel, wie man solche Rechenoperationen ausführt!

Technische
Gespräche

Verwenden Sie dabei die Wörter:
die Reihenfolge, die Klammer(n), zuerst, dann, vor, bevor, nach, nachdem, der Unterschied, wichtig, beachten, aufpassen

2.4. Rechengesetze mit natürlichen Zahlen

Die *natürlichen Zahlen* sind in der menschlichen Begriffswelt ganz selbstverständlich vorhanden. Schon kleine Kinder *zählen* 1 – 2 – 3 und in der Grundschule lernt man damit zu *rechnen*. Bei diesen elementaren Operationen werden bestimmte *Rechengesetze* angewandt. Die Mathematiker sind sich nicht einig, ob die Zahl 0 zur Menge der natürlichen Zahlen gehört. Deshalb muss man exakt definieren:

Definition 1 \mathbb{N} sei die Menge der natürlichen Zahlen inklusive 0:
 $\mathbb{N} = \{0, 1, 2, 3, \dots\}$

Definition 2 \mathbb{N}^* sei die Menge der natürlichen Zahlen ohne die Zahl 0:
 $\mathbb{N}^* = \{1, 2, 3, \dots\}$

Aufgabe 13 Unterstreichen Sie beim Lesen von Text „2.4.1 Rechengesetze bei der Addition“ alle Sätze mit „man“:

2.4.1. Rechengesetze bei der Addition

Die einfachste Rechenoperation mit natürlichen Zahlen ist die Addition. Hier gelten (u.a.) folgende Gesetze:

1. Kommutativgesetz

$$a + b = b + a$$

Das Gesetz besagt: Bei der Addition können die Summanden vertauscht werden. Die *Vertauschbarkeit der Summanden* gilt für alle natürlichen Zahlen.

2. Assoziativgesetz

$$a + b + k = (a + b) + k = a + (b + k)$$

Will man mehr als 2 Zahlen addieren, so kann man beliebige Teilsummen bilden.

3. Wenn man eine beliebige natürliche Zahl a zu einer beliebigen natürlichen Zahl b addiert, so erhält man wieder eine natürliche Zahl s . Die Addition ist in der Menge \mathbb{N} stets *ausführbar*.

4. Addiert man a zu b , so gibt es genau ein Ergebnis s . Die Addition in der Menge ist eine *eindeutige* Operation.

5. Monotoniegesetz

$$a < b \Rightarrow a + c < b + c$$

Die Kleiner-Relation (Symbol: $<$ gesprochen: „kleiner als“) zwischen zwei natürlichen Zahlen bleibt erhalten, wenn man zu beiden Zahlen die gleiche natürliche Zahl addiert.

Die Zahl 0 ist bei der Addition das **neutrale Element**: Wenn man die Rechenoperation durchführt, wird sie durch 0 nicht verändert.

Aufgabe 14 Unterstreichen Sie beim Lesen von Text „2.4.2. Rechengesetze bei der Subtraktion“ alle Wörter mit der Endung -bar und ergänzen Sie die Tabelle:

Adjektiv mit -bar	passendes Verb	verwandte Nomina
		die Lösbarkeit, die Lösung,
	ausführen	

2.4.2. Rechengesetze bei der Subtraktion

Die Subtraktion ist die Umkehrung der Addition. Sie ist in \mathbb{N} nur dann ausführbar, wenn der Subtrahend kleiner als der Minuend ist.

6. Die Subtraktion ist in \mathbb{N} nicht immer ausführbar.
 $8 - 5 = 3 \mid 8 - 8 = 0 \mid 5 - 8 = ?$
7. Die Subtraktion ist eine eindeutige Operation, denn wenn die Gleichung $a - b = c$ in \mathbb{N} lösbar ist, so hat sie genau diese eine Lösung.
8. Die Subtraktion ist nicht assoziativ, weil meist gilt:
 $a - (b - c) \neq (a - b) - c$
 Für das Symbol \neq sagt man „ungleich“.
9. Die Subtraktion ist nicht kommutativ, denn im allgemeinen ist
 $a - b \neq b - a$

Wie bei der Addition ist auch bei der Subtraktion die Zahl 0 das **neutrale Element**: Wenn man die Rechenoperation durchführt, wird sie durch 0 nicht verändert: $a - 0 = a$

Aufgabe 15 Nehmen Sie zwei verschiedene Farben (z. B. rot und grün) und unterstreichen Sie in Text „2.4.3. Rechengesetze bei der Multiplikation“ die Verbkonstruktionen. Markieren Sie Sätze im Aktiv in der einen Farbe und Sätze im Passiv in der anderen Farbe.

2.4.3. Rechengesetze bei der Multiplikation

Die Multiplikation in der Menge \mathbb{N} hat dieselben Eigenschaften wie die Addition:

10. Die Multiplikation in \mathbb{N} ist stets ausführbar.
11. Die Multiplikation ist eine eindeutige Operation.
12. **Assoziativgesetz**
 $a \cdot b \cdot c = (a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$
 Die Multiplikation in der Menge \mathbb{N} ist assoziativ, weil die Reihenfolge, in der die Faktoren multipliziert werden, beliebig ist. Das bedeutet, dass beliebige Teilprodukte gebildet werden können.
13. **Kommutativgesetz**
 $a \cdot b = b \cdot a$
 Die Multiplikation ist kommutativ, weil man die Faktoren vertauschen kann.

14. Monotoniegesetz

$$a < b \rightarrow a \cdot c < b \cdot c \quad (c \neq 0)$$

Die Kleiner-Relation zwischen zwei natürlichen Zahlen bleibt erhalten, wenn man beide Zahlen mit der gleichen natürlichen Zahl $\neq 0$ multipliziert.

Für die Multiplikation ist 1 das **neutrale Element**:

$$a \cdot 1 = 1 \cdot a = a$$

Aufgabe 16 Welche Verbformen zeigen, dass etwas unmöglich ist? Unterstreichen Sie im folgenden Text diese Verben. (Sie sind die grammatische Form für den Irrealis.)

2.4.4. Rechengesetze bei der Division

Die Division ist die Umkehrung der Multiplikation.

15. Sie ist in \mathbb{N} nicht immer ausführbar. Die Gleichung $\frac{a}{b} = c$ ist in \mathbb{N} nur dann lösbar, wenn b ein Teiler von a ist.
16. Die Division durch 0 ist grundsätzlich nicht möglich. Wenn $b \neq 0$ ist und $\frac{b}{0} = c$ wäre, dann müsste $0 \cdot c = b$ sein, also $0 \cdot c \neq 0$. Dies ist unmöglich, die Division $\frac{b}{0}$ ist sinnlos.
Denn die Division durch 0 ist nicht definiert.

17. Die Division in der Menge \mathbb{N} ist eine eindeutige Operation.
18. Die Division in \mathbb{N} ist nicht assoziativ.
19. Die Division in \mathbb{N} ist nicht kommutativ, weil meistens $\frac{a}{b} \neq \frac{b}{a}$

Die Zahl 1 ist für die Division (wie für die Multiplikation) das **neutrale Element**:

Notwendige Grammatik: Passiversatzformen

In den 4 Texten über die Rechengesetze haben Sie *verschiedene sprachliche Möglichkeiten* gelesen und unterstrichen, die in der Sprache von Ingenieuren sehr oft verwendet werden. Dabei können *verschiedene grammatische Formen* die gleiche Bedeutung ausdrücken.

Modellsatz: „Bei der Addition können die Summanden vertauscht werden“. Dieser Beispielsatz ist ein *Passiv-Satz* mit dem *Modalverb* „können“. Man kann diese (lange) Form durch andere (kürzere) Formen ersetzen, ohne die Bedeutung zu ändern.

Regel: Für Passiv mit Modalverb gibt es drei mögliche Ersatzformen.

Grammatische Form	Beispielsätze
Passiv mit Modalverb	Bei der Addition <i>können</i> die Summanden <i>vertauscht werden</i> .
Ersatzformen	
Verwendung von <i>man</i>	Bei der Addition <i>kann man</i> die Summanden vertauschen. / <i>Man kann</i> bei der Addition die Summanden vertauschen.
Adjektiv mit Endung <i>-bar</i>	Bei der Addition sind die Summanden <i>vertauschbar</i> .
<i>sich lassen</i> + <i>Infinitiv</i>	Bei der Addition <i>lassen sich</i> die Summanden vertauschen.
Die Bedeutung bleibt immer gleich.	

Aufgabe 17 Schreiben Sie alle grammatisch möglichen Formen für den Satz:
 „Die Multiplikation in \mathbb{N} ist stets ausführbar.“

Aufgabe 18 Schreiben Sie die drei möglichen Ersatzformen für den Nebensatz in: „Die Multiplikation ist kommutativ, weil man die Faktoren vertauschen kann.“

Die Multiplikation ist kommutativ, weil ...

Wiederholung: Modalverben
 können, müssen, sollen, dürfen – man kann, muss, soll, darf

Aufgabe 19 Konjugieren Sie die Modalverben und machen Sie damit *man*-Sätze!

Aufgabe 20 Ergänzen Sie die fehlenden Wörter in der Tabelle:
Wortbildung

Verb	Adjektiv auf -bar	Nomen
teilen	teilbar	die Teilbarkeit
zerlegen		die Zerlegbarkeit
	vertauschbar	
berechnen		die Berechenbarkeit
		die Planbarkeit
ausführbar		
	machbar	
realisieren		
lesen		

Aufgabe 21



Suchen Sie fünf Beispielsätze aus den Texten über die Grundrechenarten heraus, die entweder Konstruktionen im Passiv oder in Passiversatzformen enthalten. Schreiben Sie alle möglichen Varianten auf, in die man diese Sätze umformulieren kann. Die Bedeutung darf sich nicht verändern!

Aufgabe 22
*Technische
 Gespräche*

Bereiten Sie kleine Präsentationen zu jeweils einem der vier Texte über die Rechengesetze der vier Rechenoperationen vor. Suchen Sie geeignete Beispiele mit natürlichen Zahlen und erläutern Sie daran jeweils die Gesetze, die für eine Grundrechenart gelten.

Weitere Themen (zur Auswahl):

- Welche Gesetze gelten für die Addition und die Multiplikation? Warum?
- Erklären Sie das Kommutativgesetz an Beispielen von verschiedenen Operationen!
- Erklären Sie mit eigenen Zahlenbeispielen den Satz: Das Kommutativgesetz und das Assoziativgesetz sind für die Division in \mathbb{N} nicht gültig.

2.5. Zur Terminologie für die Zahlenbereiche

Aufgabe 23
Leseverstehen

Ordnen Sie die Begriffe im Kasten den Symbolen zu.

Ganze Zahlen, natürliche Zahlen, reelle Zahlen, rationale Zahlen

Q		R	
Z		N	

Mit dem Begriff *natürliche Zahlen* (Symbol \mathbb{N}) werden alle *positiven ganzen* Zahlen bezeichnet. Man kann mit ihnen Dinge *zählen*, d. h. die Anzahl der Elemente bestimmen. Addition und Multiplikation sind uneingeschränkt möglich. Da die Zahl 0 weder *positiv* noch *negativ* ist, muss definiert werden, ob man sie zur Menge der natürlichen Zahlen zählt oder nicht: $[0]$, 1, 2, 3, 4, 5 usw.

Die natürlichen Zahlen bilden zusammen mit der Null und den *negativen ganzen* Zahlen, z. B. $-1, -2, -3 \dots$ die Menge der *ganzen Zahlen* (Symbol \mathbb{Z} für „ganze Zahlen“). Damit ist die Subtraktion uneingeschränkt möglich, z. B.: $4 - 5 = -1$. Diese Menge umfasst die Zahlen $\dots -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3 \dots$

Aufgabe 24

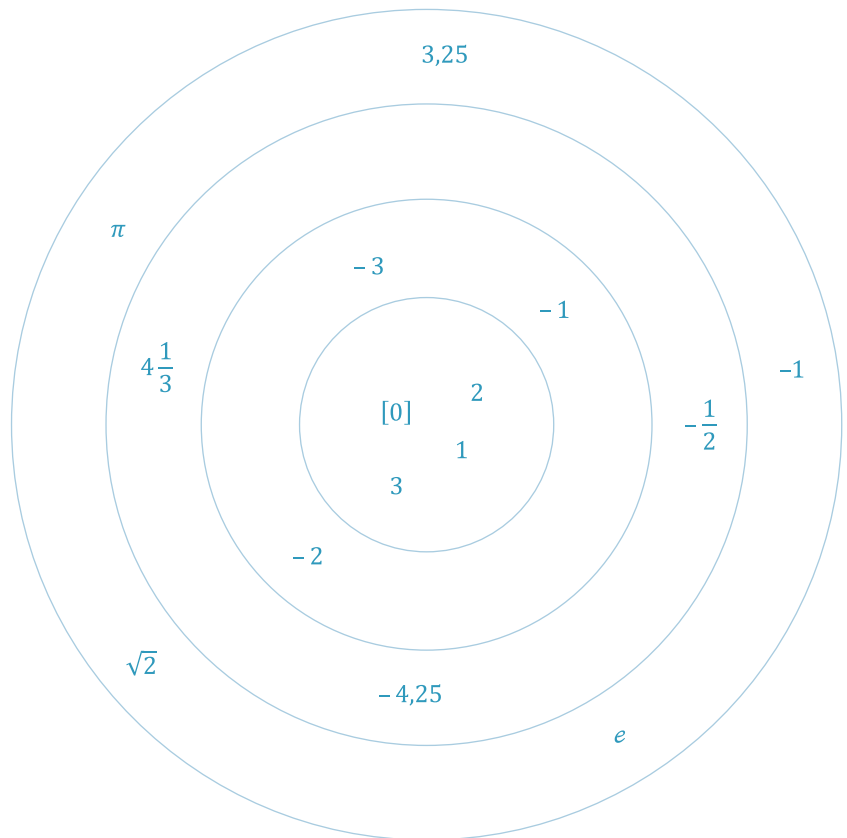
Ergänzen Sie die kleine Tabelle durch die korrekten Definitionen:
Bei den ganzen Zahlen lassen sich die *geraden Zahlen*, die durch zwei teilbar sind, von den *ungeraden Zahlen*, die nicht durch zwei teilbar sind, unterscheiden.

als Wort	als Symbol	Definition
gerade Zahlen	2, 4, 6, $-2, -4, -6, \dots$,	
ungerade Zahlen	$-5, -3, 1, 3, 5, \dots$,	

Die ganzen Zahlen bilden zusammen mit der Menge aller Brüche die *rationalen Zahlen* (Symbol \mathbb{Q}). Man kann sie als das Verhältnis von zwei ganzen Zahlen darstellen, z. B.: $\frac{2}{3}, \frac{1}{5}$. Jeder Dezimalbruch lässt sich auch als Dezimalzahl darstellen, z. B.: dem Bruch $\frac{1}{4}$ entspricht die Dezimalzahl 0,25.

Die rationalen Zahlen und die *irrationalen* Zahlen bilden zusammen die Menge der *reellen* Zahlen (Symbol \mathbb{R}). Irrationale Zahlen sind unendliche, nicht periodische und also nicht als Bruch darstellbare Zahlen, z. B.: $\sqrt{2}$, $\sqrt[3]{17}$, π .

Aufgabe 25 Ordnen Sie die Symbole für die Zahlenbereiche in das Schema ein.



Aufgabe 26 Prüfen Sie die Aussagen über Zahlenbereiche.
a) Welche sind richtig, welche falsch? Kreuzen Sie an.
b) Verbessern Sie die falschen Aussagen.

wahr falsch

1. Die Null gehört nicht zu den natürlichen Zahlen.
2. Jeder Dezimalbruch kann auch als Dezimalzahl geschrieben werden.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	wahr	falsch
3. Man kann reelle Zahlen als Bruch von zwei ganzen Zahlen schreiben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Die Zahl Null ist negativ.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Rationale und irrationale Zahlen bilden die Menge der reellen Zahlen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Man kann rationale Zahlen nicht als das Verhältnis von zwei ganzen Zahlen darstellen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Man kann jede Dezimalzahl auch als Dezimalbruch darstellen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Ungerade Zahlen sind durch 2 teilbar, gerade Zahlen nicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.6. Rechnen mit rationalen Zahlen – Brüche und Dezimalzahlen

Aufgabe 27 Ergänzen Sie die fehlenden Begriffe.

Die ganzen _____ bilden zusammen mit der Menge aller Brüche die _____ Zahlen (Symbol \mathbb{Q}). Sie können als das _____ von zwei _____ Zahlen dargestellt _____.

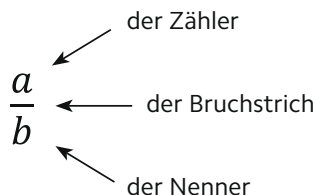
$$\mathbb{Q} = \frac{a}{b}$$

2.6.1. Bruchzahlen / Brüche

Natürliche Zahlen stehen für ganze Einheiten; im alltäglichen Sprachgebrauch sind das z. B. „eine Klasse von Schülern“, „eine Gruppe von Studenten“, „ein Kilo Tomaten“ oder „ein Liter Bier“. Im mathematischen Kontext verwendet man die ganzen Zahlen oder in der Algebra Buchstaben a , b , c .

Brüche (Synonym: *Bruchzahlen, gebrochene Zahlen*) verwendet man, um Teile von ganzen Einheiten darstellen zu können, z. B. „die halbe Klasse ist krank“, „ein Viertel der Studentengruppe hat die Prüfung nicht bestanden“, „ein halbes Kilo Tomaten“ oder „eine Halbe“ (= $\frac{1}{2}$ l Bier).

Mathematisch hat jeder Bruch die Form $\frac{a}{b}$ für $a, b \in \mathbb{Z}$, $b \neq 0$ (Die Division durch 0 ist ja nicht sinnvoll.)



Ein einfacher Bruch wie z. B. $\frac{2}{3}$ wird aus zwei Zahlen und einem waagrechten Bruchstrich gebildet: Die Zahl oben heißt *Zähler*, die Zahl unten *Nenner*. Die Schreibweise $2/3$ (mit Schrägstrich) soll man in der Mathematik nicht verwenden.

Jeder Bruch hat die Form $\frac{p}{q}$. Der Zähler **p** gibt die Anzahl der geteilten Ganzen an, der Nenner **q** gibt an, in wie viele Teile geteilt wird.

Wenn man Zähler und Nenner vertauscht, erhält man den *Kehrwert*:

$$\text{z. B.: } \frac{3}{2} \rightarrow \frac{2}{3}$$

Mehrere Brüche mit demselben Nenner nennt man *gleichnamig*:

$$\text{z. B.: } \frac{3}{7}, \frac{4}{7}, \frac{6}{7};$$

Ein Bruch ist somit eine nicht ausgeführte Division, den Bruchstrich kann man als eine andere Schreibweise für das Symbol der Division \div ansehen.

$$\div \longrightarrow \frac{a}{b}$$

Aufgabe 28 Die Zahlen in Zähler und Nenner werden verschieden ausgesprochen! Unterstreichen Sie bei den Angaben im Kasten die Endungen der *Nenner* und schreiben Sie den verbalen Ausdruck neben den entsprechenden Bruch.

Ein Halb, fünf Sechzehntel, sechs Einundvierzigstel, drei Zwanzigstel, siebzehn Drittel, ein Viertel, vier Zehntel, drei Hundertstel

a) $\frac{3}{20}$ _____ c) $\frac{1}{2}$ _____

b) $\frac{5}{16}$ _____ d) $\frac{3}{100}$ _____



e) $\frac{1}{4}$ _____ g) $\frac{17}{3}$ _____

f) $\frac{4}{10}$ _____ h) $\frac{6}{41}$ _____

Aufgabe 29 Ergänzen Sie die Lücken – dann haben Sie die Regel für die richtige Aussprache der Nenner von Brüchen!

3 | -stel | 2 | -tel

Achtung! Aussprache der Nenner bei Bruchzahlen

Bei 4 – 19 (auch: 104 – 119, 204 – 219, ...) hängt man an die Zahl das Suffix _____ . Bei 20 – 100 (120 – 200, 220 – 300, ...) hängt man an die Zahl das Suffix _____ . Ausnahmen: _____ spricht man „Halb(e)“ und _____ spricht man „Drittel“.

Aufgabe 30 Wenden Sie die Regel an und schreiben Sie auf:

Aufgabe 31 Diktieren Sie Ihrem Lernpartner 15 Bruchzahlen. Er soll sie in Symbol-
Partnerarbeit

a) $\frac{5}{2}$ _____ e) $\frac{7}{100}$ _____

b) $\frac{4}{17}$ _____ f) $\frac{8}{9}$ _____

c) $\frac{3}{21}$ _____ g) $\frac{9}{8}$ _____

d) $\frac{7}{3}$ _____ h) $\frac{2}{15}$ _____

schreibweise notieren und dann noch einmal vorlesen. Dann tauschen Sie die Rollen.

Aufgabe 32 Schreiben Sie eine Bruchzahl auf einen Zettel und geben Sie den Zettel weiter. Der nächste muss diese Zahl auf Deutsch in Worten aufschreiben und dann eine neue Bruchzahl dazu fügen, den Zettel weitergeben usw. Am Ende wird der ganze Zettel vorgelesen. – Welche Gruppe hat am meisten *verbal* richtige Lösungen?

Gruppenarbeit

2.6.2. Operationen mit Brüchen

Die Operationen mit Brüchen sind kinderleicht, aber auf Deutsch zu *sagen*, wie man sie ausführt, das ist am Anfang kompliziert. Lesen Sie daher (zur Übung!) die folgenden Beispiele laut vor.

Multiplikation von Bruchtermen / Multiplikation zweier Brüche

mathematisch	in Worten
$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{a \cdot c}{b \cdot d} = \frac{ac}{bd}$	Brüche werden multipliziert, indem man Zähler mit Zähler und Nenner mit Nenner multipliziert.

Division von Bruchtermen / Division zweier Brüche

mathematisch	in Worten
$\frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{a \cdot d}{b \cdot c} = \frac{ad}{bc}$ <p>für: $b \neq 0, c \neq 0$</p>	<p>Die Division ist die Multiplikation mit dem Kehrwert (der Kehrzahl). Daraus folgt:</p> <p>Der Bruchterm wird durch einen zweiten Bruchterm dividiert, indem man mit dem Kehrwert des zweiten Bruchterms (= Kehrwert des Divisors) multipliziert.</p>

Kürzen von Bruchtermen / Brüchen

mathematisch	in Worten
$\frac{2b}{3} \cdot \frac{3}{a} = \frac{2 \cdot b \cdot 3}{3 \cdot a} = \frac{2b}{a}$	<p>Wenn beim Multiplizieren von Brüchen in Zähler und Nenner gleiche Faktoren auftreten, dann kann man sie kürzen.</p> <p>Durch das Kürzen wird ein Bruch einfacher.</p> <p>Grundregel: Man darf nur Faktoren kürzen!</p>

Erweitern von Bruchtermen / Brüchen

mathematisch	in Worten
<p>Die Brüche $\frac{1}{2}, \frac{2}{4}, \frac{4}{8}, \dots$ haben alle denselben Wert. Sie sind durch Erweitern entstanden.</p> $\frac{1}{2} + \frac{1}{5} = \frac{1 \cdot 5}{2 \cdot 5} + \frac{1 \cdot 2}{5 \cdot 2} = \frac{5+2}{10} = \frac{7}{10}$	<p>Erweitern bedeutet die Formänderung eines Bruches durch Multiplizieren von Zähler und Nenner mit dem gleichen Term ($\neq 0$). Man erweitert besonders beim Addieren und Subtrahieren von Brüchen, um ungleichnamige Brüche gleichnamig zu machen. Dies geschieht durch Erweitern auf den Hauptnenner. Der Hauptnenner sollte das kleinste gemeinsame Vielfache (kgV) aller einzelnen Nenner sein.</p>

Aufgabe 33 Setzen Sie die folgenden Wörter in die Lücken ein.

Fachlexik

der Dividend, die Division, der Divisor, das Ergebnis, gemeinsam, der Hauptnenner, der Kehrwert, der Nenner, der Quotient, der Zähler

$$\frac{a}{b}$$

In einer _____ heißt das Glied, das geteilt wird (a), der _____ (im Bruch: der _____). Das Glied, durch das geteilt wird (b), heißt der _____ (im Bruch: der Nenner). Das _____ ist der _____ aus a und b. Der _____ eines Bruches entsteht, wenn man Zähler und _____ vertauscht. Der _____ sollte das *kleinste* _____ e Vielfache (kgV) aller einzelnen Nenner sein.

Nach: Göttmann/edaf, Begriffe aus der Bruchrechnung

„Wie macht man das?“

Wenn man (nicht nur) in der Mathematik eine Aufgabe lösen will oder muss und dazu eine Methode oder eine Technik wissen will, dann fragt man „Wie macht man das?“ Eine richtige Antwort besteht aus einem abstrakten Modell (eine Rechnung, eine Skizze, eine Formel, Zahlen oder Symbolen etc.) und einem korrekten Satz.

z. B.: Wie kürzt man einen Bruch? Das macht man folgendermaßen:

$$\frac{2a}{4b} = \frac{2a}{2 \cdot 2b} = \frac{a}{2b}$$

Und der korrekte Satz heißt so: *Man kürzt den Bruch (hier: $\frac{2a}{4b}$), indem man (den) Zähler und (den) Nenner durch den gleichen Faktor (hier: 2) dividiert.*

Eine gute Konstruktion für eine solche Aussage ist ein instrumentaler Nebensatz mit der Konjunktion „indem“.

Eine elegante, kurze Alternative ist die Verwendung einer Nominalisierung mit der Präposition „durch“:

Man kürzt einen Bruch durch Division von Zähler und Nenner durch den gleichen Faktor.

Aufgabe 34 Unterstreichen Sie in den vier Kurztexten über Operationen mit Brüchen folgende sprachliche Strukturen:

- alle Nebensätze mit „indem“
- alle nominalisierten Formen mit der Präposition „durch“
- alle Nebensätze mit anderen Konjunktionen
- alle Nominalisierungen mit anderen Präpositionen

Aufgabe 35 Formulieren Sie analog zu den Modellsätzen die Anweisung für die folgenden Aufgaben und schreiben Sie die korrekten Sätze auf:

1. Wie erweitert man einen Bruch?

$$\frac{a}{b} = \textcolor{brown}{c} \cdot \frac{a}{b} = \frac{a \cdot \textcolor{brown}{c}}{b \cdot \textcolor{brown}{c}} = \frac{a}{b}$$

einen Bruch erweitern, Zähler und Nenner mit dem gleichen Faktor multiplizieren

Variante 1: mit Nebensatz und der Konjunktion „indem“

Variante 2: mit Nominalisierung und Präposition „durch“

2. Wie addiert man gleichnamige Brüche?

$$\frac{a}{b} + \frac{c}{b} = \frac{a+c}{b}$$

gleichnamige Brüche addieren, die Zähler addieren und den Nenner beibehalten

Variante 1:

Variante 2:



3. Wie multipliziert man Brüche?

$$\frac{a}{c} \cdot \frac{b}{d} = \frac{ab}{cd}$$

Brüche multiplizieren, Zähler mit Zähler und
 Nenner mit Nenner multiplizieren

Variante 1:

Variante 2:

4. Wie dividiert man Brüche?

$$\frac{a}{b} \div \frac{c}{d} = \frac{ad}{bc}$$

Brüche dividieren, einen Bruch mit dem Kehrwert
 des anderen Bruchs multiplizieren

Variante 1:

Variante 2:

Nach: Göttmann/edaf, Begriffe aus der Bruchrechnung

Aufgabe 36
Schreiben Sie das Gegenteil:

kürzen

 dividieren

gleichnamig

 gerade

Aufgabe 37 Tragen Sie die richtigen Wörter in die Lücken ein:
Erweitern, Faktoren, gleichnamig, vereinfachen

Ungleichnamige Bruchterme müssen durch _____ auf
den Hauptnenner zuerst _____ gemacht werden. Kürzen
ist eine Methode, um Brüche zu _____. Man darf jedoch
nur _____ kürzen.

Aufgabe 38 Wie heißen die folgenden Begriffe in Ihrer Muttersprache / Lernsprache?
Partnerarbeit Suchen Sie passende Zahlenbeispiele dazu.

Begriff	Zahlenbeispiel	Übersetzung
der Hauptnenner		
das kleinste gemein- same Vielfache (kgV)		
gleichnamig		
ungleichnamig		

Verschiedene grammatische Formen – gleiche Bedeutung

Aufgabe 39 Formulieren Sie die Beispielsätze um, indem Sie die Satzkonstruktion
„... ist/sind zu + Infinitiv“ durch die Satzkonstruktion mit Modalverb
„man muss ...“ ersetzen.

Merke Die Bedeutung ändert sich nicht!

Summen sind in Klammern zu schreiben.

Bei negativen Termen sind die Vorzeichenregeln zu beachten.

Bei Summentermen ist das Distributivgesetz anzuwenden.



Das Quadrat der Summe $(x + y)^2$ ist in ein Produkt zu zerlegen.

Gleichnamige Brüche sind zusammenzufassen.

Doppelbrüche sind zu vereinfachen.

Zahlen und Potenzen sind in Faktoren zu zerlegen.

In manchen Fällen ist der neutrale Faktor 1 hinzuzufügen.

Aufgabe 40
Partnerarbeit

Versuchen Sie mathematische Gleichungen aufzustellen, die zu den Sätzen von Aufgabe 39 passen.

2.6.3. Dezimalzahlen

Ein *Dezimalbruch* ist ein Bruch, dessen Nenner eine Potenz von 10 ist. Schreibt man ihn als *Dezimalzahl*, dann steht der ganzzahlige Teil links und der gebrochene Teil rechts vom Komma.

$$\frac{175}{100} = 1 + \frac{75}{100} = 1,75 \quad \frac{43}{10} = 4 + \frac{3}{10} = 4,3 \quad \frac{3}{10} = 0,3$$

In der Praxis werden die Begriffe *Dezimalbruch* und *Dezimalzahl* oft synonym gebraucht, obwohl sich manche Dezimalzahlen wie z. B. $\pi = 3,14159\dots$ nicht durch Dezimalbrüche darstellen lassen.

Nach: Göttmann/edaf

Achtung! Beim Sprechen wird der Teil der *ganzen Zahlen* – vor dem Komma – mit dem entsprechenden Zahlwort ausgesprochen (135 = einhundertfünfunddreißig), aber der gebrochene Teil – *nach* dem Komma – als *Ziffernfolge*: Zu 0,135 sagt man: null Komma eins drei fünf. In der Technik ist das praktisch, weil man ganz exakt arbeiten muss und z. B. beim Aufschreiben / Diktieren die Zahlen nicht verdrehen darf. („Zahlendreher“: 73 = dreiundsiebzig? Sieben- unddreißig?) Wie sagt man somit zu 325,325?

Ausnahme: Im Alltag, z. B. bei Längenangaben in Meter und bei Geldbeträgen wird oft anstatt des Kommas die Einheit genannt. Dann werden die beiden Stellen nach dem Komma als Zahl ausgesprochen.

1,92 m Er ist einen Meter zweiundneunzig groß.

4,75 € Das Fleisch kostet drei Euro fünfundsiebzig.

Aufgabe 41
Partnerarbeit

Suchen Sie ähnliche Beispiele, schreiben Sie diese als Symbole auf und üben sie die schnelle, richtige Aussprache.

Umwandlung von Stammbrüchen in Dezimalzahlen

Stammbrüche sind Brüche mit dem Zähler 1, z. B.: $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{3}$; $\frac{1}{4}$

Bei der Umwandlung in Dezimalzahlen sind nur solche Dezimalzahlen rationale Zahlen, deren Ziffernfolgen nach dem Komma abbrechen oder *periodisch* sind.

$$\frac{1}{2} = 1 \div 2 = 0,5 \quad \frac{1}{3} = 1 \div 3 = 0,\overline{3} \text{ (gelesen: 0 Komma Periode 3)}$$

Aufgabe 42
Partnerarbeit

Lesen Sie laut:

$\frac{1}{4} = 1 \div 4 = 0,25$	$\frac{1}{6} = 1 \div 6 = 0,16666 = 0,1\overline{6}$ (Achtung! gelesen: 0 Komma 1 Periode 6)
$\frac{1}{5} = 1 \div 5 = 0,2$	$\frac{1}{7} = 1 \div 7 = 0,142857\ 142857 = 0,\overline{142857}$
$\frac{1}{9} = 1 \div 9 = 0,1111 \dots = 0,\overline{1}$	$\frac{1}{11} = 1 \div 11 = 0,0909 \dots = 0,\overline{09}$
$\frac{1}{12} = 1 \div 12 = 0,8333 \dots = 0,8\overline{3}$	$\frac{1}{22} = 1 \div 22 = 0,04545\overline{45}$

Achtung! Während international häufig der *Punkt* als Dezimaltrennzeichen verwendet wird, ist in Deutschland das *Komma* üblich. In Programmiersprachen wird der Punkt verwendet, in der Mathematik sollte man grundsätzlich das Komma schreiben. Eine Schreibweise wie 100.100,1 ist missverständlich, korrekt schreibt man: 100100,1

Zur Angabe großer Zahlen im Alltag wie auch im wirtschaftlichen Bereich werden zur besseren Lesbarkeit häufig Dreiergruppen (Hunderter / Tausender ...) durch ein Leerzeichen optisch getrennt: 3 455 600; in der Mathematik und in den Naturwissenschaften soll man das aber nicht tun.

Beispiel

Zeitungsbericht: Die Firma hatte im letzten Jahr einen Umsatz von 6 500 400 €.

Buchhaltung; Umsatz: 6500400,00 €

Aufgabe 43 Schreiben Sie als Zahl

sieben Komma vier neun acht zwei _____

siebenundvierzig Komma zwei acht _____

zwei Meter achtundsiebzig _____

neunundachtzig Euro fünfunddreißig _____

Aufgabe 44 Korrigieren Sie die nach deutscher Konvention falsch geschriebenen Zahlen und lesen Sie laut vor

4.900.850 _____

47.5 Meter _____

20.000 € _____

11.111 _____

2.7. Zahlensysteme

2.7.1. Dekadisches Zahlensystem / Dezimalsystem

Jede natürliche Zahl lässt sich als Summe von Vielfachen von *Zehnerpotenzen* darstellen. Dabei treten als Faktoren der Zehnerpotenzen nur die Zahlen 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 auf. Die Zahl *fünfhundertneunddreißig* kann dargestellt werden durch die Summe $5 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 9 \cdot 10^0$.

Die natürlichen Zahlen können auch arabische Ziffern genannt werden.

Zehnerpotenzen	lesbare Ziffern	in Worten
10^0	1	eins
10^1	10	zehn
10^2	100	hundert
10^3	1 000	tausend
10^4	10 000	zehntausend
10^5	100 000	hunderttausend
10^6	1 000 000	eine Million
10^7	10 000 000	zehn Millionen
10^8	100 000 000	hundert Millionen
10^{12}	1 000 000 000 000	eine Milliarde

Achtung! Wenn Sie normalerweise englische Bezeichnungen verwenden, müssen Sie besonders aufpassen, die deutschen Bezeichnungen sind anders! Die amerikanische „billion“ ist eine deutsche „Milliarde“, und die deutsche „Billion“ ist in den USA schon eine „trillion“!

Aufgabe 45

Was passt zusammen?
Verbinden Sie bitte die Begriffe mit den passenden Zahlen.

Transsibirische Eisenbahn		10000 kg
1 Lichtjahr		40076 km
10 ² Tonnen (t)		384 000 km
Längster Fluss der Erde (Nil)		149 509 000 km
Länge des Äquators		510 100 000 Km ²
Größe der Erdoberfläche		< 9600 km
Mittlere Entfernung Erde - Mond		6671 km
Mittlere Entfernung Erde - Sonne		≈ 9.460.000.000.000 km (ca 9,5 Billionen Kilometer)
Mittlerer Durchmesser der Erde		148 900 000 km ² (= 29,2 %)
Fläche der Meere auf der Erde		4 600 000 Jahre
Landfläche der Erde		12756 km
Alter der Erde		361 150 000 km ² (= 70,8 %)

Große Zahlen als Zehnerpotenzen

Nach DIN 1301 sind für große Maßeinheiten folgende Vorsilben eingeführt:

man sagt	man schreibt	als Zehnerpotenz	Beispiel	gesprochen
Deka-	da	10 ¹	10N = 1daN	ein Deka-Newton
Hekto-	h	10 ²	100l = 1hl	ein Hektoliter
Kilo-	k	10 ³	1000g = 1kg	ein Kilogramm
Mega-	M	10 ⁶	1000000N = 1000kN = 1MN	ein Mega-Newton
Giga-	G	10 ⁹	1000000000g = 1000000kg = 1000t = 1Gg	ein Gramm – ein Kilogramm – eine Tonne – ein Gigagramm
Tera-	T	10 ¹²	1000000000000W = eine Billion Watt	ein Terawatt

Aufgabe 46 **Bilden Sie fünf Beispielsätze zum Thema PC.**
Partnerarbeit z. B.: „Wieviel Gigabyte hat dein Laptop?“

Kleine Zahlen als Zehnerpotenzen

Aufgabe 47 **Ergänzen Sie die folgende Tabelle mit konkreten Beispielen und üben Sie zusammen mit Ihrem Lernpartner die richtige Aussprache.**

Nach DIN 1301 sind für kleine Maßeinheiten folgende Vorsilben eingeführt:

man sagt	man schreibt	als Zehnerpotenz	Beispiel
Pico-	p	10^{-12}	$\frac{1}{1000000000000} mm = 10^{-12} mm = 1 pm$
Nano-	n	10^{-9}	$\frac{1}{1000000000} mm = 10^{-9} m = 1 nm$
Mikro-	μ	10^{-6}	$\frac{1}{1000000} mm = 10^{-6} = 1 \mu m$
Milli-	m	10^{-3}	
Zenti-	c	10^{-2}	
Dezi-	d	10^{-1}	

Aufgabe 48 **Was passt zusammen? Verbinden Sie bitte die Begriffe mit den passenden Zahlen.**

Durchmesser des Atomkerns		0,000 000 000 000 000 000 000 000 9 107 g = $9,107 \times 10^{-28} g$
Ruhemasse eines Elektrons		rund $10^{-8} cm$
Länge der kleinsten Bakterien		rund $10^{-12} cm$
Masse des Wasserstoffatoms		rund $10^{-3} mm$

Aufgabe 49



Gehen Sie nochmal zurück zum Text „Dekadisches Zahlensystem/Dezimalsystem“ und suchen Sie nach Passivkonstruktionen mit Modalverb bzw. deren Ersatzformen. Schreiben Sie dann die Sätze um, indem Sie andere sprachliche Varianten verwenden.

Beispiel aus dem Text: Die Zahl 539 kann dargestellt werden durch ...
 Umformulierungen: Die Zahl 539 lässt sich darstellen als ...
 Man kann die Zahl 539 darstellen als ...
 Die Zahl 539 ist darstellbar als ...

2.7.2. Zweiersystem / Dualsystem

Jede natürliche Zahl lässt sich auch als Summe von Vielfachen von Zweierpotenzen darstellen. Wir betrachten also die Potenzen $2^0 = 1$, $2^1 = 2$, $2^2 = 4$, $2^3 = 8$, $2^4 = 16$ usw. Dabei treten als Faktoren der Zweierpotenzen nur die Zahlen 0 und 1 auf, da das Zweifache jeder Zweierpotenz bereits gleich der nächsthöheren Zweierpotenz ist.
 Die Zahl neunundfünfzig kann dargestellt werden durch die Summe $1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$.
 Bei Verwendung einer Tabelle, in der den Spalten Zweierpotenzen zugeordnet sind, erhält man folgende Darstellung:

2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
32	16	8	4	2	1
1	1	1	0	1	1

Ohne Tabelle: 111011

Die im Dualsystem geschriebenen Zahlen heißen auch Dual- oder Binärzahlen. Die Zahlen, mit denen ein Rechner arbeitet, haben gewöhnlich eine konstante Anzahl von Binärziffern (binary digit), kurz „Bit“ genannt.

Aufgabe 50
 Technische
 Gespräche

Wählen Sie ein geeignetes Zahlenbeispiel und erklären Sie daran die Schreibweise von Zahlen im Dualsystem.
 Beobachtungsauftrag für die Zuhörer: Welche Verben und welche Satzkonstruktionen hat der Referent/die Referentin bei der Erklärung seines/ihrer Beispiels für eine Zahl im Dualsystem verwendet?

Literatur

- Hanke, C.; Semenova, E.: Fachdeutsch für Ingenieure. Verlag Bauman MSTU. Moskau 2010
- Rapp, Heinz: Mathematik für Fachschule Technik und Berufskolleg. Springer Vieweg. Wiesbaden (8. Aufl.) 2012
- Rapp, Heinz; Rapp, Matthias: Übungsbuch Mathematik für Fachschule Technik und Berufskolleg. Anwendungsorientierte Aufgaben mit ausführlichen Lösungen. Springer Vieweg. Wiesbaden (3. Aufl.) 2012
- Steußloff, Renate: Einführung in die Deutsche Fachsprache der Mathematik. Lehrbuch für den Unterricht im Diplomteilstudiengang „Fachdeutsch Technik“ an der Zhejiang-Universität in Hangzhou, VR China. Manuskript Berlin 1993
- Steußloff, Renate: Einführung in die Deutsche Fachsprache der Mathematik. Lehrerhandbuch. Hangzhou Berlin 1993
- www.mathe-online.at/mathint/ (Zuletzt aufgerufen am: 15.02.2014)
- www.stk-darmstadt.de/goettmann/edaf/ (Zuletzt aufgerufen am: 15.02.2014)
- www.stk-darmstadt.de/goettmann/edaf/mathe/go3_02.htm (Zuletzt aufgerufen am: 10.09.2014)



Hongkong Foto Hans Werner Hess

Kapitel 3

Geometrie

3.1. Klassische euklidische Geometrie

3.1.1. Figuren und Körper der euklidischen Geometrie

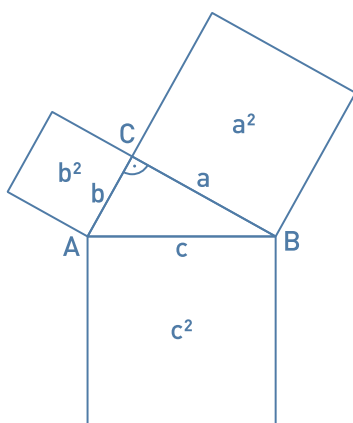


Abb. 1: Satz des Pythagoras, Grafik: Veronika Aumann

Jeder kennt den berühmten Satz des Pythagoras aus dem *Geometrie*-Unterricht: In einem rechtwinkligen Dreieck mit den Katheten a und b und der Hypotenuse c gilt:

$$a^2 + b^2 = c^2$$

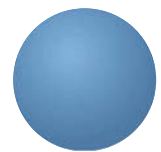
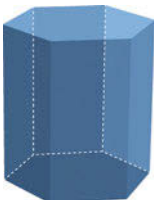
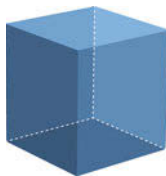
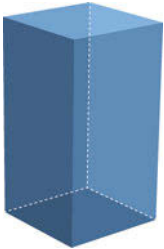
Geometrisch bedeutet dies: In einem rechtwinkligen Dreieck ist die Summe der Flächeninhalte der Quadrate über den Katheten gleich dem Flächeninhalt des Quadrats über der Hypotenuse.

Aufgabe 1 Ergänzen Sie die fehlenden Wörter.

Jedes Kind lernt im _____-Unterricht den Satz des
 _____. In einem _____ Dreieck mit den Katheten _____ und _____ und der Hypotenuse
 _____ gilt: $a^2 + b^2 = c^2$
 D.h. in einem rechtwinkligen _____ ist die
 _____ der Flächeninhalte der _____
 über den Katheten gleich dem _____ des Quadrats
 _____ der Hypotenuse.

Aufgabe 2 Ordnen Sie die folgenden Substantive den einzelnen Bildern auf Abb. 2 zu.
Fachlexik

-s Dreieck | -e Ellipse | -r Kegel | -r Kreis | -e Kugel | -s Parallelogramm
 -s dreiseitige Prisma | -s sechseitige Prisma | -e Pyramide | -r Quader
 -s Quadrat | -s Rechteck | -r Rhombus/-e Raute | -s Trapez | -r Würfel
 -r Zylinder



Aufgabe 3



Formulieren Sie Unterschiede zwischen den Figuren und den Körpern von Abb. 4 und benutzen Sie dabei folgende Wörter:

-e Dimension | zweidimensional | dreidimensional | -r Raum | -e Ebene
sich befinden in

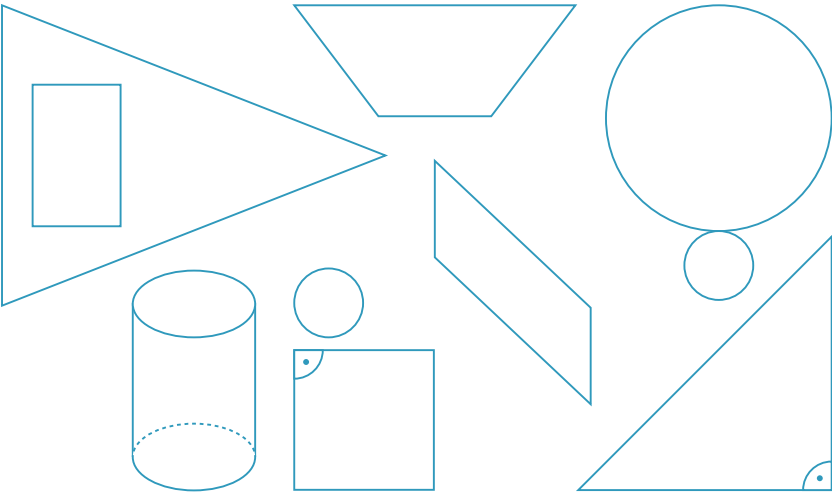
Aufgabe 4

Partnerarbeit

Zeichendiktat

Setzen Sie sich mit Ihrem Lernpartner Rücken an Rücken, so dass Sie sich nicht sehen können. Partner A nimmt die **Zeichnung 1** und deckt die **Zeichnung 2** zu. Partner B nimmt ein leeres Blatt Papier. Partner A diktiert die **Zeichnung 1**, Partner B muss nach Diktat zeichnen. Am Ende vergleichen beide Partner die Zeichnung von B mit dem Original. Dann werden die Rollen getauscht und Partner B diktiert die **Zeichnung 2**.

Zeichnung 1



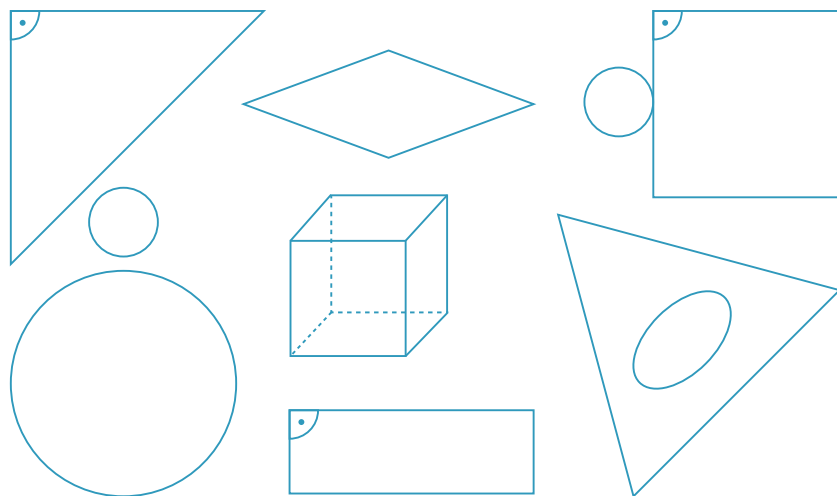
Aufgabe 5

Wortbildung

Bilden Sie zu den Substantiven entsprechende Adjektive, indem Sie die Suffixe -ig, -(t)isch und das Suffixoid -förmig verwenden:

Substantiv	Adjektiv
Zylinder	zylinderförmig
Würfel	
Trapez	

➔ Aufgabe 4 Zeichnung 2



... Fortsetzung Aufgabe 5:

Rhombus	
Rechteck	
Viereck	
Sechseck	
Dreieck	
Quader	
Pyramide	
Prisma	
Kugel	
Kreis	
Kegel	
Ellipse	
Quadrat	

Aufgabe 6 Und nun umgekehrt: Welche Nominalausdrücke bzw. Substantive gehören zu den folgenden Adjektiven?

Adjektiv	Nominaler Ausdruck / Substantive
dreiseitig	drei Seiten
sechsseitig	
gleichseitig	
rechtwinklig	
spitzwinklig	
mathematisch	
geometrisch	
algebraisch	
elliptisch	
parallel	

Zur geometrischen Terminologie:

Winkel \sphericalangle werden mit den Buchstaben des griechischen Alphabets ($\alpha, \beta, \gamma \dots$) bezeichnet und in **Grad** (mit dem Symbol $^\circ$) gemessen.

Seiten in Polygonen benennt man mit kleinen Buchstaben des lateinischen Alphabets (a,b,c ...). Zur Bezeichnung von **Ecken** (auch **Eckpunkte** genannt) verwendet man Großbuchstaben (A, B, C ...).

Will man Vorgaben für Winkel, Seiten und Ecken formulieren, sagt man einfach „Der Winkel (die Seite a etc.) **sei ...**.“ Das bedeutet: „**So soll es sein!**“ (Ob es sich dabei grammatisch um einen Konjunktiv I oder eine veraltete Form des Imperativs handelt, ist umstritten.)

Aufgabe 7 Umwandlung von man-Sätzen ins Passiv und umgekehrt: Ergänzen Sie die Tabelle, indem Sie die Sätze umwandeln.

Grammatik

man-Satz	Passivsatz
	Winkel werden mit griechischen Buchstaben bezeichnet.
	Winkel werden in Grad gemessen.
Seiten in Polygonen benennt man mit kleinen lateinischen Buchstaben (a,b,c).	



Zur Bezeichnung von Ecken verwendet man Großbuchstaben (A, B, C ...).	
Vorgaben formuliert man so: „... sei ...“	

Aufgabe 8 a) Suchen Sie die folgenden Begriffe im Wörterbuch und schreiben Sie sie in Ihrer Mutter-/Lernsprache auf:
Partnerarbeit

auf Deutsch	in Ihrer Mutter-/Lernsprache
rechtwinklig	
gleichseitig	
gleichschenkelig	
-s Polygon	

b) Zeichnen Sie ein rechtwinkliges, ein gleichseitiges und ein gleichschenkeliges Dreieck und beschriften Sie die Ecken, Seiten und Winkel. Vergleichen Sie Ihre Zeichnungen mit denen Ihres Lernpartners und diskutieren Sie die korrekte Beschriftung.

c) Diktieren Sie dann weitere Polygone, die Ihr Partner zeichnen soll. Verwenden Sie dabei die Begriffe „parallel“ (Symbol: \parallel) und „senkrecht auf / zu ...“ (Symbol: \perp)

Mündlich können Sie in mehreren kurzen Sätzen diktieren, z. B.: „Zeichne ein Dreieck. Der Winkel α sei 90° . Die Seite b sei kürzer als die Seite a.“

d) Versuchen Sie, einige Figuren in Worten zu beschreiben. Machen Sie dazu erst ganz kurze Sätze mit allen einzelnen Informationen. Danach können Sie komplexere Sätze formulieren.

Merke *Beispiel:* Ein Quadrat ist ein Viereck. Alle vier Seiten sind gleich lang. Alle Winkel betragen 90° .

Ein Quadrat ist ein Viereck, dessen vier Seiten alle gleich lang sind. Alle Winkel sind rechte Winkel / betragen 90° .

3.1.2. Klassische Geometrie

Aufgabe 9 Leseverstehen

Schreiben Sie zu jedem Absatz eine Überschrift.

1. _____

Geometrie betreiben die Menschen seit Jahrtausenden – von Anfang an aus sehr praktischen Gründen. Alljährlich mussten die alten Ägypter ihr Land am Ufer des Nil neu vermessen, weil das Hochwasser die Felder mit fruchtbarem Schlamm überzog und alle alten Markierungen auslöschte. Dabei nutzten sie schon geometrische Maximen wie die, die wir heute in der Schule als „Satz des Pythagoras“ lernen. Wahrscheinlich formulierten die Ägypter die Tatsache, dass „die Summe der Kathetenquadrate im rechtwinkligen Dreieck gleich dem Hypothenusenquadrat“ ist, ganz anders – aber für die Praxis genügte ihnen ein Seil, um einen rechten Winkel zu konstruieren und so das Land in exakt rechteckige Felder aufzuteilen.

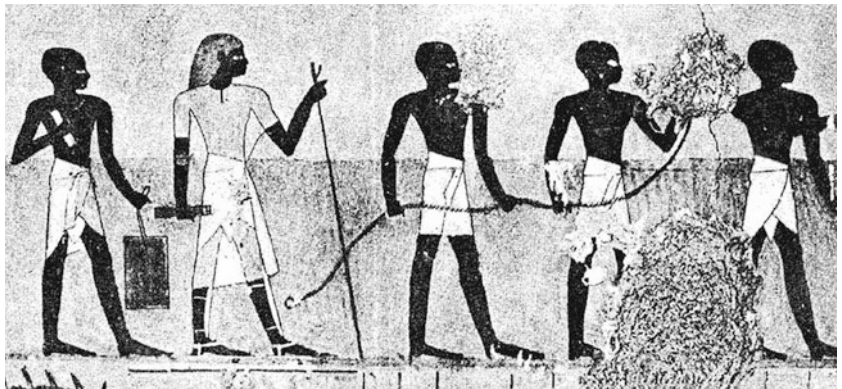


Abb. 3: Landvermesser - Ägypten 1475 v. Chr.

2. _____

Diese aus dem alten Ägypten überlieferte Methode bestand darin, auf einem geschlossenen Seil 12 gleich lange Teilstücke zu markieren.

Wird das Seil von drei Personen, zwischen denen sich jeweils 3, 4 und 5 Teilstücke befinden, gespannt, so entsteht ein rechtwinkliges Dreieck, denn $3^2 + 4^2 = 5^2$. Auf diese Weise ließen sich ganz einfach rechteckige Grundstücke markieren.

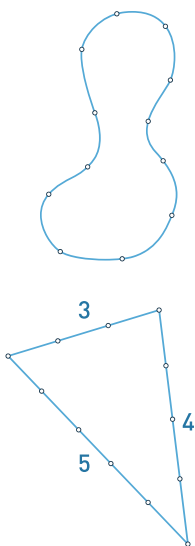


Abb. 4: Aus dem Seil mit 12 Teilstücken wird ein Dreieck aus 3 + 4 + 5 Teilstücken
Grafik: Veronika Aumann

3. _____

„Geometrie“ bedeutet im Griechischen „Erdvermessung“; es handelte sich somit um eine ökonomische Notwendigkeit. Geometrische Probleme wurden im Zusammenhang mit Aufgaben der Landvermessung behandelt, aber auch in der Astronomie und in der Architektur.

4. _____

Eine erste zusammenfassende Darstellung der geometrischen Kenntnisse der Völker der Antike stammt von dem Griechen EUKLID von Alexandria (um 300 v. Chr.). Mit seinem Buch „Die Elemente“ begründete er die moderne Geometrie. 2000 Jahre lang galt dieses Buch als das wichtigste Lehrbuch der Geometrie überhaupt. In diesem Buch hat EUKLID versucht, alle geometrischen Sachverhalte aus *Postulaten* und *Axiomen* herzuleiten. Grundlegende Begriffe wie „Punkt“, „Gerade“, „Dreieck“ wurden in ein System von Definitionen gefasst, aus denen die gesamte Geometrie logisch abgeleitet wurde. Dabei benutzte er das noch heute verwendete Darstellungsschema „*Voraussetzung – Behauptung – Beweis*“. Fortan war mathematisch exakt beweisbar, dass beispielsweise die Winkelsumme im Dreieck 180° (Grad) beträgt, unabhängig davon, ob nun jemand bei einem Dreieck draußen auf der Wiese zufällig $179,5$ oder 181° misst.

5. _____

Unter den von EUKLID angegebenen *Axiomen* befand sich das „Parallelenaxiom“: **Ist g eine Gerade und P ein Punkt mit $P \notin g$, so gibt es genau eine Gerade h mit $P \in h$ und $g \cap h = \emptyset$.**

Verbalisierung!

Zum Symbol \in sagt man: „... ist Element von ...“,

\notin : ... ist nicht Element von ...,

\cap : „geschnitten mit/durch“,

\emptyset : leere Menge

6. _____

Die klassische Geometrie und mit ihr weitgehend die Mathematik zerlegen jede Linie in eine Folge aus Geraden und mehr oder weniger stark gekrümmten Kreisabschnitten. Sie behandeln die Ebene als zusammengesetzt aus einer Vielzahl exakt beschreibbarer einzelner Flächen oder als umrundet von den genannten Linienzügen. Für den Raum gilt Entsprechendes.

Nach: Steußloff 1993:125 ff.

Aufgabe 10 Suchen Sie genaue Antworten.

Fragen zum Text

- a) Was bedeutet das Wort „Geometrie“?
- b) Warum beschäftigen sich die Menschen seit vielen Jahrtausenden mit Geometrie?
- c) Worin liegt die Bedeutung der euklidischen Geometrie?
- d) Wie werden in der klassischen Geometrie Linien und Flächen beschrieben? Und der Raum?

Aufgabe 11 Aus vielen Verben kann man ein Nomen mit dem Suffix -ung bilden.

Wortbildung

Füllen Sie bitte die Tabelle aus.

Grammatik-Tipp Nomina auf -ung sind immer feminin!

Verben	Nomina
ableiten	-e <i>Ableitung</i>
aufteilen	
behandeln	
	Behauptung
beschreiben	
darstellen	
formulieren	
herleiten	
	Krümmung
	Markierung
spannen	
steigen	
überliefern	
umrunden	
vermessen	
	Voraussetzung
zerlegen	
	Zusammenfassung
Aber: beweisen	-r Beweis

Aufgabe 12 Welche der folgenden Aussagen sind im Text enthalten?
Leseverstehen Kreuzen Sie an.

	<i>ja</i>	<i>nein</i>
1. Vor Tausenden von Jahren benutzten die Griechen ein Seil, um das Land in rechteckige Felder aufzuteilen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Der Grieche Euklid schrieb das Buch „Die Elemente“, das die moderne Geometrie begründete.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Die klassische Geometrie wird auch die euklidische Geometrie genannt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Die Ebene wird aus einer Menge einzelner Flächen zusammengesetzt und berechnet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Der Raum wird aus einer Menge von zusammengesetzten Körpern berechnet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Aufgabe 13 Welche Präposition passt?
Grammatik Verwenden Sie: *aus, bis, für, in, mit, seit, von*

- _____ vielen tausend Jahren beschäftigen sich die Menschen _____ Geometrie.
- Die Erdvermessung wurde _____ ökonomischen Gründen vorgenommen.
- Das Land wurde _____ rechteckige Felder aufgeteilt.
- Das Buch „Die Elemente“ wurde _____ Euklid geschrieben.
- Dieses Buch war und ist _____ den Beweis geometrischer Sätze wichtig.
- _____ dem Altertum _____ heute lernen die Kinder in der Schule die euklidische Geometrie.

3.1.3. EUKLID im Kopf

Seither haben wir alle – auch die meisten Mathematiker – einen „EUKLID im Kopf“, der versucht, die Natur unseren Vorstellungen anzupassen. Vor allem handelt es sich dabei um die Vorstellung der geraden Linie. Vergrößert man eine Kugeloberfläche, so nähert sie sich mit zunehmendem Vergrößerungsmaßstab einer Ebene an. Deshalb glaubten die Menschen auch Jahrtausende lang, auf einer Scheibe zu leben. Mit der Infinitesimalrechnung, die LEIBNIZ und NEWTON im 17. Jahrhundert unabhängig voneinander entwickelten, konnte man zwar viel mehr Kurven und Flächen analysieren, aber immer noch galt: *An fast jeder Stelle dieser Kurven kann man eine Tangente anlegen.* Und das heißt nichts anderes, als dass man den Vergrößerungsmaßstab nur groß genug wählen muss, um sie durch eine Gerade annähern zu können. Einige Ausnahmen gibt es, z. B. die Ecken eines Quadrats. Jeden Punkt, an dem zwei Geradenstücke aufeinanderstoßen, kann man vergrößern, so viel man will – es bleibt eine Ecke. Man glaubte aber, dass die Anzahl dieser Ecken begrenzt sei. GALILEO GALILEI sagte: „Man kann das Universum nicht verstehen, ohne dass man zunächst lernt, die Sprache zu verstehen, in der es geschrieben ist. Es ist in der Sprache der Mathematik geschrieben, und seine Buchstaben sind Dreiecke, Kreise und andere geometrische Figuren, ohne die es menschenunmöglich ist, ein einziges Wort von ihm zu verstehen.“

Nach: Steußloff 1993:128

Aufgabe 14
Leseverstehen

Steht das so im Text? Kreuzen Sie an!	ja	nein
1. Nach GALILEO GALILEI muss man die Sprache der Mathematik lernen, um das Universum zu verstehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Kreise, Dreiecke und weitere geometrische Figuren sind die Buchstaben der Sprache der Mathematik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Ein Punkt, in dem sich zwei Gerade schneiden, ist eine Ecke.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. An die Ecke eines Quadrats lässt sich keine Tangente anlegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Will man die Oberfläche einer Kugel beschreiben, so muss man sie nur so vergrößern, dass sich ihre Ausschnitte einer Ebene annähern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ja nein

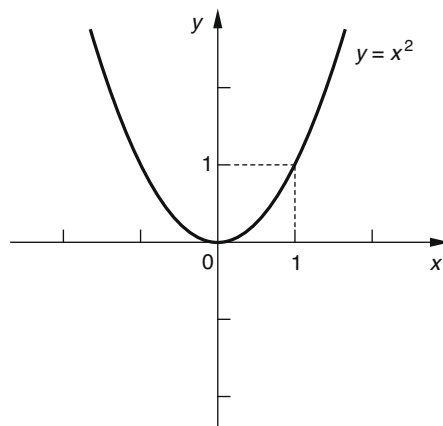
6. LEIBNIZ und NEWTON haben die Infinitesimalrechnung gemeinsam entwickelt.

☐☐

7. Die Natur kann mit der Vorstellung der geraden Linie an die Geometrie angepasst werden.

☐☐

3.1.4. Tangenten



Die Gleichung einer Kurve nennt man auch ihre Funktionsgleichung.

$y = x^2$ ist die Funktionsgleichung der Normalparabel.

Abb. 5: Normalparabel

Legt man an einem Punkt der Kurve eine Tangente an, so ist das der geometrische Ausdruck der Differenzierung der Funktion. Ist es an allen Punkten möglich, eine Tangente anzulegen, so heißt die Kurve an allen Punkten differenzierbar oder auch stetig. Punkte, an denen keine Tangenten angelegt werden können, heißen Unstetigkeitspunkte. Die Funktion ist an diesen Punkten nicht eindeutig definiert bzw. unstetig.

Steußloff 1993: 130

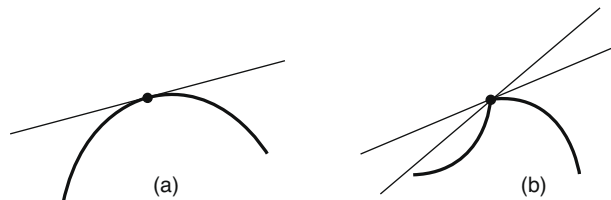


Abb. 6: An Ecken ist die Tangente an einer Kurve nicht eindeutig definiert.

Notwendige Grammatik: Sätze mit der Relation „wenn – dann“

Beispielsatz: **Wenn** man an eine Kurve eine Tangente anlegt, **dann** ist die Kurve an diesem Punkt eindeutig definiert.

Es geht hier um die *logische* Relation von *Ursache (Grund)* und *Wirkung (Folge)*. Mit „warum?“ fragt man nach dem Grund. *Sprachlich* benützt man dazu oft **Wenn-dann-Sätze**. Wenn-dann-Sätze können **verkürzt** werden. Verkürzte Wenn-dann-Sätze sind **in Mathematik** und **Naturwissenschaften** besonders **häufig**.

grammatische Varianten	Beispielsätze
wenn – dann	Wenn man an eine Kurve eine Tangente anlegt, dann ist die Kurve an diesem Punkt eindeutig definiert.
(Inversion, betont) – dann	Legt man an eine Kurve eine Tangente an, dann ist die Kurve an diesem Punkt eindeutig definiert.
(Inversion, betont) – so	Legt man an eine Kurve eine Tangente an, so ist die Kurve an diesem Punkt eindeutig definiert.
(Inversion, betont) – (Inversion, betont)	Legt man an eine Kurve eine Tangente an, ist die Kurve an diesem Punkt eindeutig definiert.

Aufgabe 15 Schreiben Sie nach diesem Modell die anderen grammatischen Varianten für den Beispielsatz (Wasser / 100 °Celsius)

grammatische Varianten	Beispielsätze
wenn – dann	
(Inversion, betont) – dann	
(Inversion, betont) – so	Wird Wasser auf 100 °Celsius erwärmt, so verdampft es.
(Inversion, betont) – (Inversion, betont)	

Aufgabe 16  Schreiben Sie drei Sätze über Tangenten und wandeln Sie diese in möglichst viele sprachliche Varianten um.

Aufgabe 17 Was passt zusammen? Verbinden Sie!

differenzierbar		$x = y^2$
eine Tangente		nicht eindeutig definiert
unstetig		stetig
keine Tangente möglich		Ableitung
Normalparabel		anlegen
Differenzierung		Unstetigkeitspunkt

Aufgabe 18 **Verben mit Präpositionen**

Setzen Sie bitte die passenden Wörter in den Text ein.

ableiten aus, anlegen an, anpassen an, aufteilen in, behandeln als, fassen in, herleiten aus, sich annähern an, zerlegen in, zusammensetzen aus

1. Nach EUKLID lässt sich die gesamte Geometrie _____ einem System von Definitionen _____.
2. Dazu werden grundlegende Begriffe wie „Punkt“, „Gerade“ oder „Dreieck“ _____ ein System von Definitionen _____.
3. Will man nach der Methode der alten Ägypter das Land _____ exakt rechteckige Felder _____, so kann man einfach ein Seil mit Abschnitten im Verhältnis 3:4:5 benutzen.
4. Punkte, _____ die man keine Tangente _____ kann, heißen Unstetigkeitspunkte.
5. Die klassische Geometrie und die ihr entsprechende Mathematik _____ jede Linie _____ eine Folge aus Geraden und mehr oder weniger stark gekrümmten Kreisabschnitten.
6. Nach dieser Vorstellung sind Raum und Ebene _____ einer Vielzahl exakt beschreibbarer einzelner Flächen _____.
7. Die Mathematik _____ die Gegenstände _____ logische Objekte.



8. Die Frage ist, ob man mit einem „EUKLID im Kopf“ die Natur _____ unsere Vorstellungen _____ kann.
9. Stimmt es, dass _____ jede Linie _____ eine Gerade _____, wenn man den Vergrößerungsmaßstab nur groß genug wählt?
10. Mehr als 2000 Jahre lang war nicht klar, ob man das Parallelenaxiom _____ den übrigen Axiomen von Euklid _____ kann oder nicht.

3.1.5. Beweise

In der Mathematik geht es darum, Aussagen eindeutig zu beweisen. Eine Standardstruktur für einen solchen Beweis ist die Form:

Voraussetzung → Behauptung → Beweis

Für den am Anfang dieses Kapitels genannten Satz des Pythagoras gibt es über 400 Beweise.

Beispiel 1

Voraussetzung: Gegeben sei ein rechtwinkeliges Dreieck mit den Katheten a und b , für das gilt: $a > b$

Behauptung: $a^2 + b^2 = c^2$

Beweis:

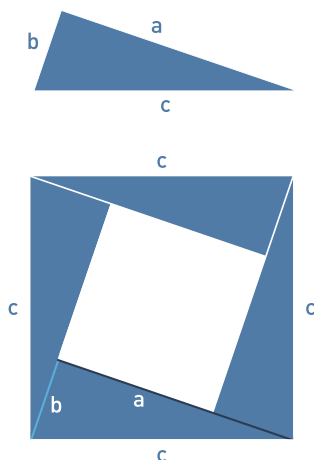


Abb. 7: Ein Beweis für den Satz des Pythagoras, Grafik: Veronika Aumann

Betrachten Sie diese Konstruktion: Man legt vier Kopien des gegebenen rechtwinkligen Dreiecks so zusammen, wie die Zeichnung zeigt. Die vier Hypotenusen bilden ein Quadrat mit der Seitenlänge c . Die Fläche, die in der Mitte frei bleibt, ist ein Quadrat mit der Seitenlänge $a - b$. Jedes der vier Dreiecke hat einen Flächeninhalt von $\frac{ab}{2}$; daher überdecken die vier Dreiecke eine Fläche der Größe $2ab$.

Der Flächeninhalt des gesamten Quadrats ist daher gleich c^2 , ist aber auch gleich der Summe seiner fünf Bestandteile (vier rechtwinklige Dreiecke und das Quadrat in der Mitte), also $(a - b)^2 + 2ab$.

Daher muss gelten: $(a - b)^2 + 2ab = c^2$.

Wenn man die Klammer auf der linken Seite ausmultipliziert, erhält man die Aussage: $a^2 + b^2 = c^2$.

Beispiel 2

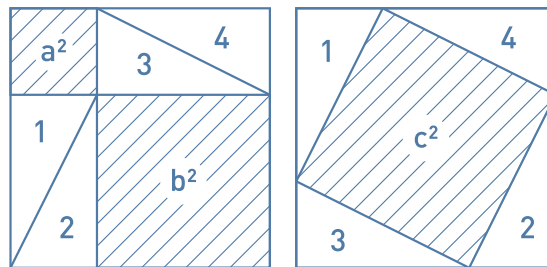


Abb. 8: Noch ein Beweis für den Satz des Pythagoras. Grafik: Veronika Aumann.

Aufgabe 19 Wie könnte man die Konstruktion, die auf dem Bild zu sehen ist, in Worten ausdrücken? Lesen Sie noch einmal den Text zu Beispiel 1 und formulieren Sie mit ähnlichen Sätzen den Beweis zu Beispiel 2.

Grammatik-Tipp Machen Sie viele kurze Sätze. Das ist leichter als ein oder zwei lange Sätze.

3.2. Fraktale Geometrie

3.2.1. Einführung: Die Sprache der fraktalen Geometrie



Abb. 9: Kastanienwald mit Farn, Foto: Maria Steinmetz

Außer der euklidischen kennen wir verschiedene andere Geometrien, z. B. die analytische, die projektive, die algebraische Geometrie. Seit den 70er Jahren gibt es eine neue Schule von Mathematikern, die mit der fraktalen Geometrie arbeiten. Sie glauben, damit eine neue Sprache zur Beschreibung der Natur gefunden zu haben – eine Sprache, die die Vielfalt unserer Welt viel besser erfasst als die glatten Formen der klassischen Geometrie.

„Wolken sind keine Kugeln, Berge keine Kegel, Küstenlinien sind keine Kreise, Baumrinde ist nicht glatt, und ein Blitz verläuft nicht entlang gerader Linien.“

Dieser berühmte Satz des Mathematikers BENOIT MANDELBROT beschreibt, wie unpassend die Geometrie der Kreise und Dreiecke für viele Erscheinungen der Natur ist. Die von MANDELBROT begründete „Fraktale Geometrie“ revolutioniert seitdem nicht nur die Mathematik, sie verändert auch zunehmend unser Verständnis von der Natur. MANDELBROT meint sogar: „Formen, die nicht fraktal sind, sind die Ausnahme.“

Plötzlich lassen sich Dinge, die bisher als „unregelmäßig“ und daher als „ungeometrisch“ galten, mit einfachen mathematischen Mitteln beschreiben: irreguläre Gebilde, die sich mit Hilfe einer neuartigen Geometrie beschreiben und entwerfen lassen, z. B. die Verzweigungen und Verästelungen von Bäumen und Pflanzen, Schneeflocken und Kristallen oder das feine Netz von Adern, Gewebe und Nerven in unserem Körper.

Nach: Steußloff 1993:198

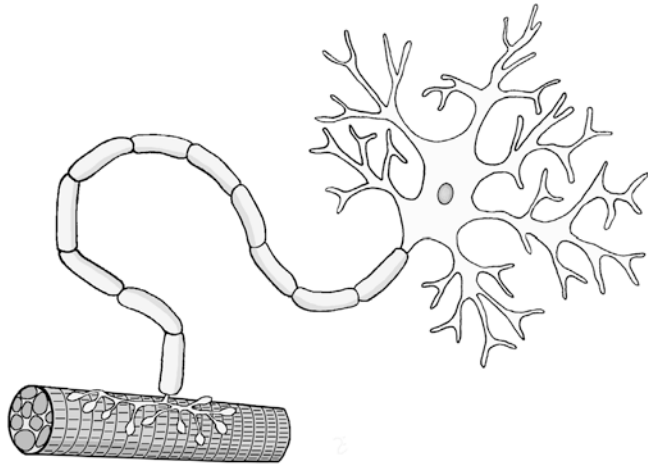


Abb. 10: Nervenzelle, Grafik: Lars Ebbersmeyer

- r Zweig → verzweigen → -e Verzweigung;
- r Ast → verästeln → -e Verästelung

Das künstliche Wort „Fraktal“ kommt vom lateinischen Wort „frangere“, das bedeutet „brechen“. Es erinnert u.a. an den Begriff „gebrochene Zahlen“. Eine zentrale Eigenschaft von Fraktalen ist ihre *Selbstähnlichkeit*. Ein bekanntes Beispiel dafür aus der Natur ist der Blumenkohl. Die Bedeutung des Wortes Selbstähnlichkeit ergibt sich auch ohne Mathematik: Der Blumenkohl enthält Teile, die Röschen heißen. Der Vergleich mit dem ganzen Blumenkohlkopf zeigt, dass sie ihm sehr ähnlich sehen, nur die Größe ist unterschiedlich. Die Röschen lassen sich weiter in kleinere Röschen zerlegen, die sowohl den ersten Röschenteilen als auch dem ganzen Kopf sehr ähnlich sehen. Durch etwa drei bis vier Stufen kann diese Selbstähnlichkeit beobachtet werden, dann werden die Teile zu klein.

Nach: Peitgen 1998:83



Abb. 11: Blumenkohl und Röschen – ein Modell für Selbstähnlichkeit, Foto: Maria Steinmetz

„In mathematischer Idealisierung kann sich die Eigenschaft der Selbstähnlichkeit eines Fraktals durch unendlich viele Stufen fortsetzen. Dies führt zu neuen Begriffen, wie der fraktalen Dimension.“ (Peitgen 1992:83)

Die Idee der Selbstähnlichkeit steckt auch im Dezimalsystem: Die Einteilung von 1 Meter in 10 Dezimeter ist ähnlich der Einteilung von 1 Dezimeter in 10 Zentimeter und von einem Zentimeter in 10 Millimeter. Die Strukturen sind ähnlich, nur jeweils um den Faktor 10 verkleinert.

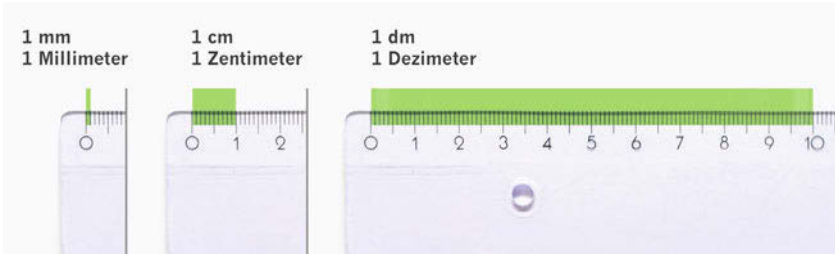


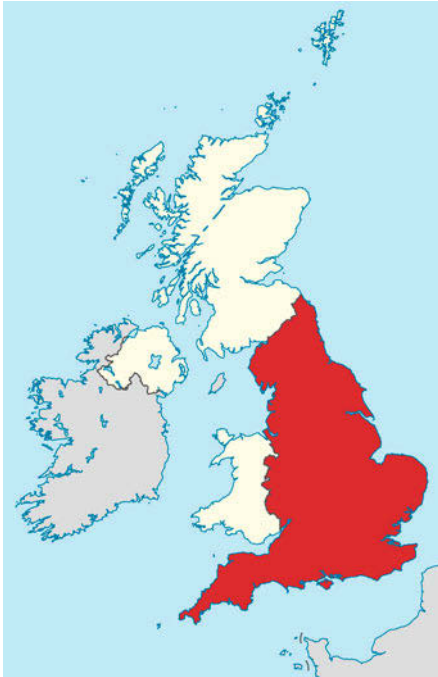
Abb. 12: Lineal, Foto: Robert Haselbacher

Aufgabe 20
Wortschatz

Vervollständigen Sie die Tabelle und geben Sie jeweils ein passendes Beispiel an.

Nomina	Adjektive	Beispiel (als Wort, Skizze, Symbol)
-s Fraktal		
	selbstähnlich	
-e Mathematik		
	groß	
	glatt	
	regelmäßig	
	irregulär	

3.2.2. Neue Perspektiven beim Messen? – Wie lang ist die Küste von England?



MANDELBROT publizierte 1967 in der amerikanischen Zeitschrift „Science“ einen Artikel mit diesem Titel, einem ungewöhnlichen Titel für einen wissenschaftlichen Aufsatz. Und dieser Aufsatz machte ihn berühmt. Denn jeder dachte bisher, dass man zur Antwort auf die Frage „Wie lang ist die Küste von England?“ eben in der Fachliteratur nachschaut.

Genau das hatte Mandelbrot getan und dabei beobachtet, dass die Angaben über die britische Küstenlänge erstaunlich differierten. MANDELBROTS Erklärung für diese Diskrepanzen war ungewöhnlich: Er sagte, es komme auf den Maßstab an, mit dem man misst. Die gemessene Länge werde umso größer, je feiner das Maß ist. Das heißt in letzter Konsequenz: Die Küste von England ist unendlich lang.

Abb. 13: Die Küste von England, © wikipedia

Nehmen wir an, wir messen die Länge der englischen Küste von einem Raumschiff aus, das sich auf einer Erdumlaufbahn befindet, mit einem imaginären Maßstab von 100 Kilometer Länge. Wir erhalten einen gewissen Wert, der aber sicherlich viel zu klein ist, denn durch das grobe Maß hat man alle größeren und kleineren Buchten weggelassen. Und die Küste von England hat sehr viele Buchten!

In einem ersten Verbesserungsschritt nehmen wir also als nächstes eine Landkarte von England und messen die Küste mit einem Zirkel ab, dessen Weite 10 Kilometer in der Natur entspricht. Der so ermittelte Wert für die Küstenlänge wird natürlich größer sein als der aus dem Raumschiff errechnete.

Als nächstes benützen wir eine detaillierte topografische Karte mit einem kleinen Maßstab.

Aber selbst wenn wir uns die Mühe machen und zu Fuß die Küste ablaufen und sie in Ein-Meter-Schritten vermessen, dann vernachlässigen wir vielleicht den Unterschied von Ebbe und Flut. Unser Wert ist immer noch kleiner, als wenn wir ein Zentimetermaß anlegen.

MANDELBROTS Schluss: Dieser Prozess lässt sich immer weiter fortführen, bis in die Welt der Atome. Die gemessene Länge wird dabei immer weiter wachsen, theoretisch bin ins Unendliche.
Von einem eindeutigen endlichen Wert für die Länge der britischen Küste kann man also nicht sprechen.

Nach: Steußloff 1993:139 ff

Aufgabe 21 Bilden Sie aus den Silben Wörter.

ab- | -än- | -dern | -deu- | ein- | -ge | -gra- | -fen | -fisch | -kar- | -kel
Ki- | Kü- | Land- | Län- | -lau- | -lo- | Maß- | mes- | -me- | -me- | -po-
Raum- | -schiff | -sen | -stab | -ste | -te | -ter- | -ter | -ti- | -tig | to-
ver- | Zen- | Zir-

Aufgabe 22 Schreiben Sie die Wörter nach Wortarten geordnet in die Tabelle:

Nomina	Verben
	Adjektive

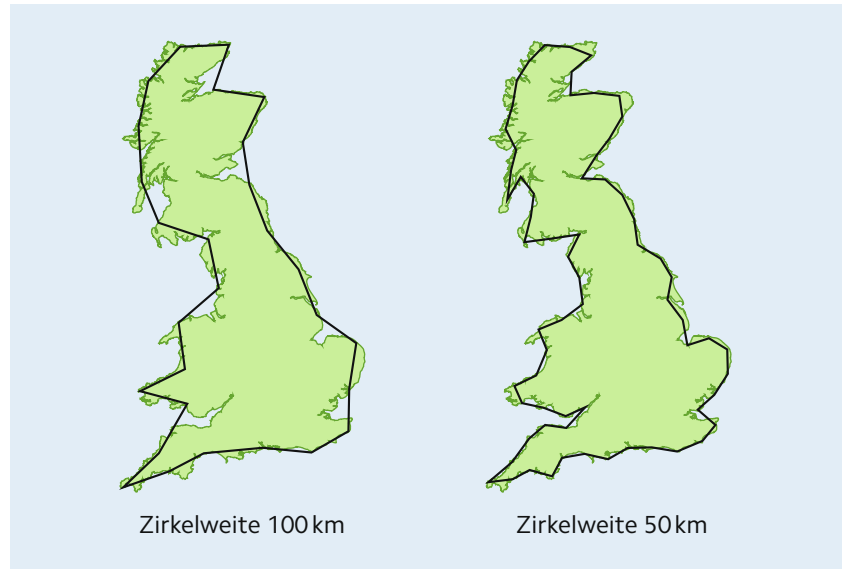
Aufgabe 23 Beschreiben Sie die folgende Abbildung unter Verwendung dieser Wörter!

Abb. 14: Annäherungen an die Küste von England durch Vielecke (Polygone)

Aufgabe 24 Interpretieren Sie die folgende Tabelle

Länge der Küste von England gemessen auf Karten mit verschiedenen Maßstäben und mit einem Zirkel verschiedener Einstellung:

ZirkelEinstellung km	Länge km
500	2600
100	3800
54	5770
17	8640

Aufgabe 25 Diskussion

Technische
Gespräche

Nehmen Sie eine Landkarte, auf der Ihr Heimatland und Deutschland zu sehen sind, am besten eine Weltkarte.

Wählen Sie zwei Sprecher, einen Vertreter der Position von MANDELBROT und einen Vertreter der bisher als selbstverständlich angesehenen Position. Einigen Sie sich über ein außereuropäisches Land X (vielleicht Ihr Heimatland?) im Vergleich zu Deutschland.

Diskutieren sie dann die Behauptung: „Die Grenzen von Land X und Deutschland sind gleich lang.“

Versuchen Sie bitte, das Ergebnis der Diskussion aufzuschreiben!

3.2.3. Dimension

Aufgabe 25 Was fällt Ihnen zum Begriff „Dimension“ ein?

Dimension

Aufgabe 26 Nennen Sie Beispiele für unterschiedliche geometrische Gebilde:

nulldimensional

eindimensional

zweidimensional

dreidimensional

„Dimension“ - ein eindeutiger Begriff?

POINCARÉ ging zur Erklärung des Begriffs „Dimension“ induktiv vor und begann mit einem Punkt. „Ein Punkt hat die Dimension 0. Dann hat eine Linie die Dimension 1, weil sie durch einen Punkt (mit der Dimension 0) in zwei Teile zerlegt werden kann. Und ein Quadrat hat die Dimension 2, weil es durch eine Linie (mit der Dimension 1) in zwei Teile zerlegt werden kann. Ein Würfel hat die Dimension 3, weil er durch ein Quadrat (mit der Dimension 2) in zwei Teile zerlegt werden kann.“

Peitgen 1998:130

Aufgabe 27 Verbinden Sie die Begriffe mit der richtigen Erklärung.

Begriff	Erklärung
mehrdeutig	ein Wort mit zwei (meist) gegensätzlichen Bedeutungen, ambivalent
eindeutig	wissenschaftliche Methode, in der man vom Einzelnen zum Allgemeinen geht
zweideutig	wissenschaftliche Methode, in der man aus allgemeinen Erfahrungen bestimmte Schlüsse folgert
induktiv	ein Wort mit mehreren verschiedenen Bedeutungen
deduktiv	ein Wort mit einer klaren Bedeutung

Fraktale Dimension?

In der fraktalen Geometrie ist viel von gebrochenen, fraktalen Dimensionen die Rede. Wenn wir verstehen wollen, was eine fraktale Dimension ist, so müssen wir uns daran erinnern, was eine Dimension überhaupt bedeutet. Die meisten Leute denken, sie hätten eine recht klare Vorstellung von diesem Begriff. Der Raum ist *dreidimensional*. Eine Wand oder eine Tischplatte oder ein Stück Papier sind *zweidimensional*. Eine Linie oder eine Kurve oder eine Kante ist *eindimensional*. Und schließlich ist ein Punkt oder sogar eine Menge von Punkten *nulldimensional*.

Die Dimensionen, die uns im Alltag begegnen, sind also einfach null, eins, zwei oder drei.

Ist die Sache aber wirklich so einfach? Was ist z. B. die Dimension eines Wollknäuels?



Abb. 15: Wollknäuel,
Foto: Maria Steinmetz

Welche Dimension hat ein Wollknäuel?

Schauen wir es aus großer Entfernung an, so erscheint es als Punkt, hat also die Dimension null. Aus einigen Metern Abstand erkennen wir wieder, dass das Knäuel dreidimensional ist, nämlich eine Kugel. Was aber geschieht, wenn wir uns noch weiter annähern? Dann sehen wir einen aufgewickelten Faden. Die Kugel besteht aus einer verworrenen Linie und ist also offenbar eindimensional. Bei noch näherer Betrachtung verwandelt sich diese Linie in eine Säule endlicher Dicke, und der Faden wird dreidimensional. Noch näher heran, und wir verlieren den Faden aus dem Gesicht, sehen dafür eine Menge feiner Härchen, die sich umeinander schlingen und den Faden erzeugen – nun ist das Knäuel wieder eindimensional.

Mit anderen Worten: Die „effektive Dimension“ des Knäuels ändert sich von drei nach eins – oder sogar null! – und wieder zurück. Die scheinbare Dimension hängt davon ab, aus welchem Abstand wir das Knäuel ansehen.

Wir erkennen also, dass der Begriff der Dimension nicht so einfach ist, wie wir zunächst glaubten. Vielleicht sind nirgends in der Natur die Dimensionen viel klarer definiert als hier: Hängen sie nicht immer davon ab, wie wir die Sache ansehen?

Nach: Steußloff 1993:144

Aufgabe 28 Setzen Sie die zutreffenden Ableitungen von „dimensional“ sowie die fehlenden Begriffe in die Lücken ein:

Einem Beobachter, der weit genug entfernt ist, erscheint das Knäuel als eine _____ Figur, als ein _____.

Mit 10cm-Auflösung betrachtet, ist das Knäuel ein _____

Körper. Bei 10mm _____ ist es ein Wirrwarr von

_____ Fäden. Bei 0,1mm-Auflösung wird jeder Faden zur Säule (geometrisch: _____), und das Ganze wird

wieder _____. Wenn das Knäuel durch eine endliche

Anzahl von atomähnlichen Pünktchen dargestellt _____,

wird es erneut _____.

Beispiele:

- Wenn man 2 Aussagen miteinander vergleicht und den Unterschied / den Gegensatz betonen will, eignen sich die folgenden Konnektoren:
aber, während, dagegen, jedoch

Beispiele:

Fraktale Dimension

Aufgabe 30 Suchen Sie für jeden Abschnitt eine Überschrift.

Nach MANDELBROT weist die fraktale Geometrie auf die untrennbare Beziehung zwischen dem Beobachter und dem Beobachtungsgegenstand hin, so wie auch andere große Entdeckungen des 20. Jahrhunderts, nämlich die Relativitäts- und die Quantentheorie. Denn auch dort wurde eine enge Abhängigkeit zwischen dem Beobachter und dem Beobachteten gefunden.

Damit wird quantitatives Messen als wichtigste Methode in Frage gestellt. Die Länge der Küste hängt davon ab, welchen Maßstab wir wählen. Denn wenn Quantität ein relativer Begriff wird – weil man immer etwas „weglassen“ muss – so wird alles beim Messen viel weniger genau als gedacht. Anstelle der quantitativen Größe der Länge setzt MANDELBROT das qualitative Maß einer effektiven fraktalen Dimension als Maß des relativen Komplexitätsgrades seines Beobachtungsgegenstandes.

Diese effektive fraktale Dimension der Kurve zeigt, wie glatt oder rau die Kurve – hier: die Küstenlinie – ist. Die fraktale Dimension ist eine gebrochene Zahl größer eins. Liegt sie nahe bei eins, so ist die Küste sehr glatt und gerade, sie hat wenig Buchten. Je weiter die Zahl über eins liegt, desto unregelmäßiger ist die Kurve, wobei sich diese Unregelmäßigkeit auf immer kleineren Skalen fortsetzt. Die Küstenlinie von England hat z. B. die fraktale Dimension von 1,26.

Das Innere der Kastanie ist glatt und die äußere Schale ist rau.



Abb. 16: Kastanien – ohne und mit Schale, Foto: Maria Steinmetz

Aufgabe 31 Suchen Sie das Wort „beobachten“ im Wörterbuch und ordnen Sie
Wortschatz danach zu.

der Beobachtungsgegenstand, der Beobachter, das Beobachtete, beobachten

Tätigkeit:

Der Mensch, der dies tut:

Die Sache, für die sich der Mensch interessiert:

Aufgabe 32 Lesen Sie jetzt bitte den Text „Fraktale Dimension“ noch einmal sorg-
fältig durch und beantworten Sie dann die Fragen:

1. Welche Merkmale hat die Relation zwischen dem forschenden Beobachter und dem, was er beobachtet?
2. Welche Gründe sprechen für ein qualitatives Maß anstelle rein quantitativen Messens?
3. Was zeigt die effektive fraktale Dimension einer bestimmten Kurve?
4. Nehmen Sie eine politische Weltkarte zur Hand und betrachten Sie den östlichen Teil der Grenze zwischen den USA und Kanada (zwischen Vancouver und Winnipeg). Stellen Sie Vermutungen an über die fraktale Dimension dieser Grenzlinie.

3.2.4. Die Koch-Schneeflocke



Abb. 17: Schneekristalle, Foto: Maria Steinmetz

Der schwedische Mathematiker Helge von Koch hat 1904 die nach ihm benannte *Koch-Kurve* eingeführt. Fügt man drei Exemplare von Koch-Kurven, die entsprechend gedreht worden sind, zusammen, so entsteht eine Figur, die *Schneeflockenkurve* genannt wird.

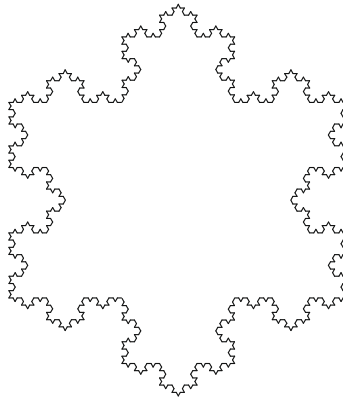


Abb. 18: Umriss der Koch-Schneeflocke, zusammengesetzt aus drei kongruenten Koch-Kurven

Hier ist die Anleitung für die einfache geometrische Konstruktion einer Koch-Kurve. Man beginnt mit einer geraden Linie. Dieses Ausgangsobjekt wird als Initiator bezeichnet. Diesen zerlegen wir in drei gleiche Teile, ersetzen das mittlere Drittel durch ein gleichseitiges Dreieck und entfernen dessen Grundlinie. Dies ist bereits der Grundschrift der Konstruktion. Eine Verkleinerung dieser aus vier Teilen bestehenden Figur – man nennt sie Generator – wird in den folgenden Schritten wieder verwendet. Im nächsten Schritt der Konstruktion zerlegen wir also jede verbleibende Strecke in drei gleiche Teile usw.

Konstruktion der Koch-Kurve

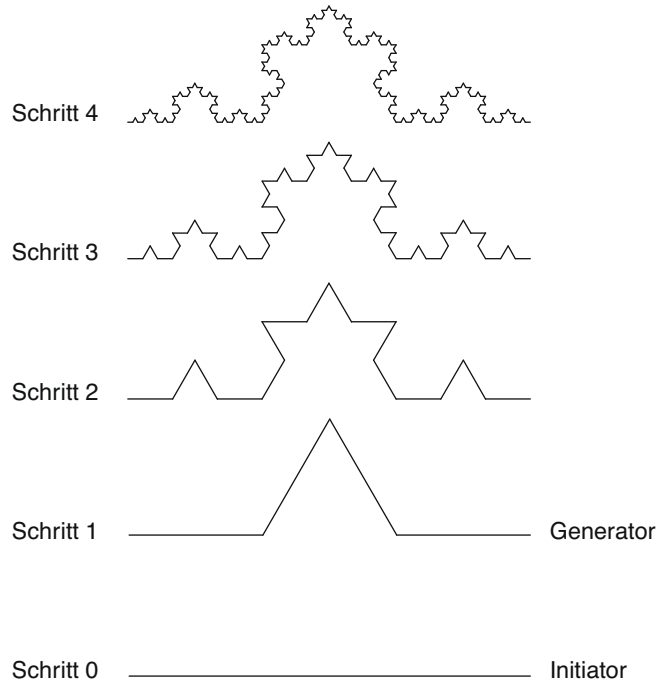


Abb. 19: Konstruktion der Koch-Kurve

Aufgabe 33

Partnerarbeit

Zeichendiktat - Diktieren Sie Ihrem Lernpartner die Konstruktion der Koch-Kurve. Achtung: Ihr Partner darf nur das zeichnen, was Sie sagen!

Aufgabe 34



Formulieren Sie die Konstruktionsbeschreibung und benützen Sie dabei nur man-Sätze und Passiv-Sätze.

Selbstständigkeit

In diesem Konstruktionsverfahren ist Selbstähnlichkeit verankert, d. h. jeder der vier Teile des k -ten Schrittes ist wiederum eine – um den Faktor 3 – verkleinerte Kopie des vorhergehenden $(k - 1)$ -ten Schrittes. Ein sich ständig wiederholender Konstruktionsschritt heißt *Iteration*.

Nach: Steußloff 1993:148

Aufgabe 35
 Ordnen Sie die Definitionen den Begriffen zu:

Definition		Begriff
sich ständig wiederholender Schritt einer Konstruktion		Tangente
Grundschrift einer Konstruktion		Maßstab
Punkt an einer Kurve, an der keine Tangente angelegt werden kann		Initiator
geometrischer Ausdruck der Differenzierung einer Funktion		Iteration
Einheit zur Darstellung von Größenverhältnissen		Generator
Ausgangsobjekt einer geometrischen Konstruktion		Unstetigkeitspunkt

Mit seiner Koch-Kurve wollte Koch nur ein weiteres Beispiel zu der Entdeckung liefern, die zuerst von dem deutschen Mathematiker WEIERSTRASS gemacht wurde. Dieser hatte 1872 in der Mathematik eine kleine Krise ausgelöst. Er hatte eine Kurve beschrieben, die sich nicht differenzieren ließ, d. h. eine Kurve, die an keinem ihrer Punkte eine Tangente zuließ. Differenzieren zu können – also die mögliche Berechnung der Steigung einer Kurve in einem Punkt – ist ein Hauptmerkmal der Infinitesimalrechnung, die NEWTON und LEIBNIZ unabhängig von einander 200 Jahre vor WEIERSTRASS entwickelt hatten.

Steußloff 1993:149

Aufgabe 36
 Ergänzen Sie die Tabelle „Mathematische Entdeckungen“

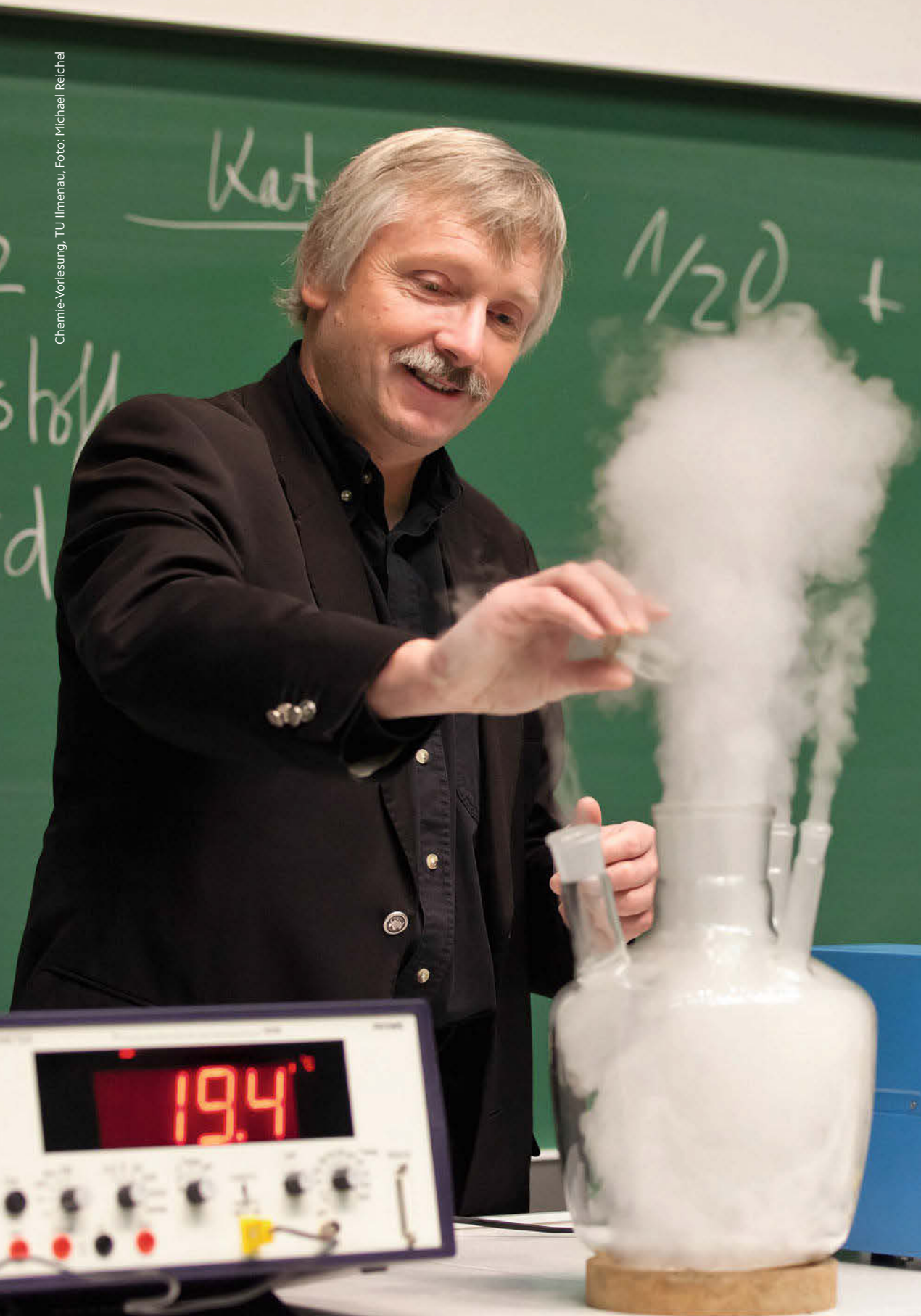
Jahreszahl	Entdeckung	Mathematiker
	Infinitesimalrechnung	
1872		
		Helge von Koch

Aufgabe 37
 Technische Gespräche

Kurzreferate
 Präsentieren Sie weitere Beispiele aus der fraktalen Geometrie, die Ihnen aus anderen Quellen bekannt sind.

Literatur

- Beutelspacher, Albrecht – Mathe für die Westentasche. Piper. München Zürich. 2001
- Peitgen, Heinz-Otto; Jürgens, Hartmut; Saupe, Dietmar: Bausteine des Chaos. Fraktale. Springer Verlag. Berlin Heidelberg. 1992
- Steußloff, Renate: Einführung in die deutsche Fachsprache der Mathematik. Lehrbuch. Internes Manuskript. Hangzhou – Berlin. 1993
- Steußloff, Renate: Einführung in die deutsche Fachsprache der Mathematik. Lehrerhandbuch. Internes Manuskript. Hangzhou – Berlin. 1993
- [www.mathe-online.at/Exkurs Geometrie](http://www.mathe-online.at/Exkurs_Geometrie) (zuletzt aufgerufen am 31.8.2014)



Kapitel 4

Chemie und Werkstoffkunde 1

4.1. Aus der Chemie

4.1.1. Chemische Grundbegriffe

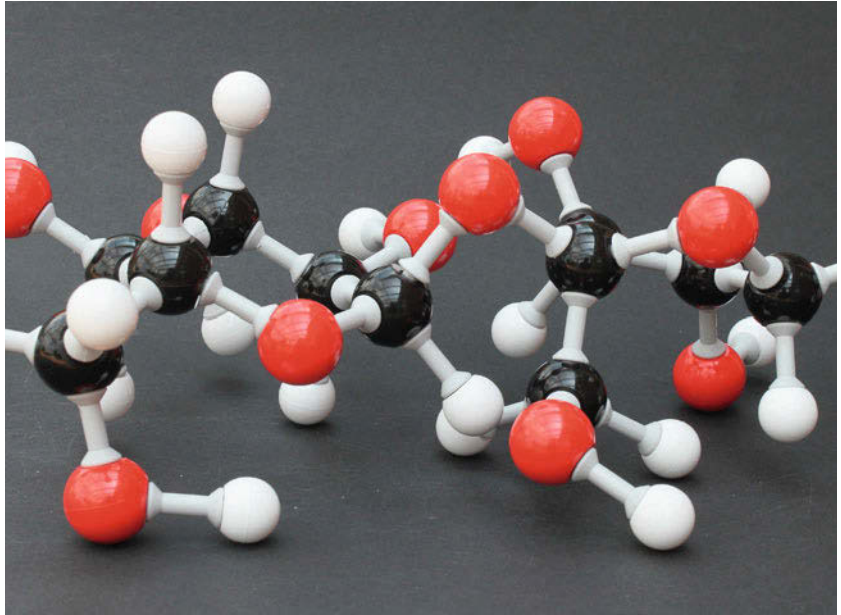


Abb. 1: Molekülmodell, Foto: Bin-Im-Garten, wikimedia.commons

Welcher Begriff gehört zu welcher Definition?

Aufgabe 1 Schreiben Sie den richtigen Begriff über den passenden Text und in den Text.

das Atom | *das Molekül* | *das Element* | *die Synthese*

Ein _____ ist das kleinste Teilchen einer chemischen Verbindung. Es besteht aus zwei oder mehr miteinander verbundenen Atomen. _____ (*Plural*) können mit chemischen Methoden wieder in ihre Bestandteile zerlegt werden.

Das kleinste Teilchen eines chemischen Grundstoffs oder Elements nennt man ein _____.

Auf chemischem Weg kann man _____ (*Plural*) nicht teilen.

Einen chemischen Grundstoff bezeichnet man als _____.
Im Periodensystem der _____ (*Plural*) sind alle bekannten _____ in tabellarischer Form angeordnet.

Eine chemische Reaktion, bei der eine Verbindung aufgebaut wird, heißt _____.

Wie formuliert man eine Definition?

Um eine Definition zu formulieren, gibt es viele Möglichkeiten. In den vier Beispielen wurden sehr einfache **Redemittel** verwendet, nämlich:

Redemittel zum Definieren

ist | nennt man | bezeichnet man als | heißt

Aufgabe 2 Partnerarbeit

Versuchen Sie Begriffe aus dem Alltag zu definieren und verwenden Sie dabei dieselben Redemittel.

Aufgabe 3 Und jetzt weiter mit Definitionen aus der Chemie! Ergänzen Sie die Sätze und füllen Sie die Tabelle „Symbol – Element“ aus; die fehlenden Informationen hat Ihr Partner. Suchen Sie dann gemeinsam zwei weitere Beispiele.

Partner A ◀

He ist das Symbol für das chemische Element _____.

_____ ist das Symbol für das chemische Element **Sauerstoff**.

Fe ist das Symbol für das chemische Element _____.

_____ ist das Symbol für das chemische Element **Magnesium**.

Symbol	Element

Aufgabe 4 Ergänzen Sie die Sätze und füllen Sie die Tabelle „Formel – chemische Verbindung“ aus; die fehlenden Informationen hat Ihr Partner. Suchen Sie dann gemeinsam drei weitere Beispiele.

Partner A ◀

_____ ist die Formel für die chemische Verbindung **Natriumchlorid**.

H₂O ist die Formel für die chemische Verbindung _____.

_____ ist die Formel für die chemische Verbindung **Chlorwasserstoff**.

Formel	chemische Verbindung

Aufgabe 3 Partner B

_____ ist das Symbol für das chemische Element **Helium**.

O ist das Symbol für das chemische Element _____.

_____ ist das Symbol für das chemische Element **Eisen**.

Mg ist das Symbol für das chemische Element _____.

Symbol	Element

Aufgabe 4 Partner B

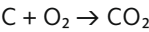
NaCl ist die Formel für die chemische Verbindung _____.

_____ ist die Formel für die chemische Verbindung **Wasser**.

HCl ist die Formel für die chemische Verbindung _____.

Formel	chemische Verbindung

Reaktionsgleichungen – wie sagt man?



Diese chemische Reaktion ist eine *Verbindung* oder *Synthese*.

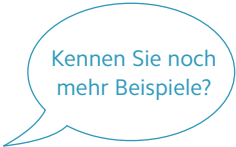
Man sagt:

Variante 1	Kohlenstoff C <i>reagiert mit</i> Sauerstoff O ₂ zu Kohlendioxid.
Variante 2	Kohlenstoff C <i>verbindet sich mit</i> Sauerstoff O ₂ zu Kohlendioxid.
Variante 3	Kohlenstoff C <i>setzt sich mit</i> Sauerstoff O ₂ zu Kohlendioxid <i>um</i> .

Aussprache

Bei allen chemischen Formeln liest man die Buchstaben und Ziffern einzeln, nämlich so:

- O₂ „O zwei“
- N₂ „N zwei“
- Cl₂ „C-l zwei“
- Br₂ „B-r zwei“



Chemische Gleichungen haben eine *qualitative* und eine *quantitative* Bedeutung.

Beispiel: $2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$

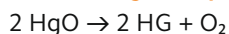
qualitativ	= Stoffumsatz	Wasserstoff <i>reagiert mit</i> Sauerstoff zu Wasser.
quantitativ	= Teilchenumsatz	Zwei Moleküle Wasserstoff <i>reagieren mit</i> einem Molekül Sauerstoff zu zwei Molekülen Wasser.

Aufgabe 5 Ergänzen Sie die Tabelle und lesen Sie laut vor. Verwenden sie alle Partnerarbeit 3 Varianten.

Ausgangsstoffe (= Bestandteile, Reaktionspartner, Reaktionsteilnehmer, Reaktanden)	Reaktionsgleichung (= Reaktionsschema) (= Reaktionspfeil)	Reaktionsprodukt (= Ergebnis)	
		als Formel:	als Wort:
C O ₂	$C + O_2 \rightarrow CO_2$	CO ₂	Kohlendioxid
	$2 C + O_2 \rightarrow 2 CO$		Kohlenmonoxid
	$2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$		
	$S + O_2 \rightarrow SO_2$		Schwefeldioxid
	$2 Na + Cl_2 \rightarrow 2 NaCl$		Natriumchlorid
	$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2 HCl$		Chlorwasserstoff

Aufgabe 6 Schreiben Sie sechs Reaktionsgleichungen in Worten, verwenden Sie verschiedene Varianten des Verbs und achten Sie ganz genau auf die korrekten Verbformen. 

Umkehrung der Synthese: Zerlegung



Diese Reaktion ist die Umkehrung einer Synthese und heißt *Zerlegung*. Man sagt: Quecksilberoxid HgO wird *in* Quecksilber Hg und Sauerstoff O zerlegt.

Aufgabe 7 a) Wie sagt man also für die Zerlegung von Wasser durch Elektrolyse? (Achten Sie auf Singular und Plural!)



b) Nennen Sie 3 weitere Beispiele für die Spaltung einer chemischen Verbindung in ihre Elemente.

Chemische Pfeile

Chemische Reaktionen können in *einer* Richtung ablaufen; dann sind sie irreversibel und der Pfeil zeigt von links nach rechts.

Andere chemische Reaktionen laufen in *beide* Richtungen ab; dann verwendet man den Doppelpfeil. Der Reaktionsdoppelpfeil weist darauf hin, dass gleichzeitig eine Hin- und Rückreaktion stattfindet.

Symbol	Name des Symbols	gelesen als
→	Chemischer Reaktionspfeil	„reagiert zu“
⇌	Reaktionsdoppelpfeil	„reagiert in einer Gleichgewichtsreaktion zu“ (oder) „reagiert zu ... und rückwärts“

- Aufgabe 8** a) Wie sagt man also zu dieser Reaktion? $2 \text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{CO}_2$
b) Suchen Sie weitere Beispiele für Reaktionen mit den Symbolen
→ | ⇌ | ⇐

4.1.2. Molekülverbindungen

- Aufgabe 9** a) Im folgenden Abschnitt fehlen ein paar kleine Wörter (Präpositionen und Artikel). Ergänzen Sie bitte.
b) Welcher Satz definiert den Begriff „Molekül“? Unterstreichen Sie ihn.

Molekülverbindungen sind Stoffe, die _____ Molekülen bestehen.

Die Moleküle bestehen aus _____ oder mehreren Atomen.

Man kann sie _____ chemischen Methoden _____ die

Atome zerlegen. Ein Molekül ist _____ kleinste Teilchen einer

Molekülverbindung, das noch _____ Eigenschaften dieser Molekülverbindung besitzt.

Wichtige Molekülverbindungen sind die Elementverbindungen, die Nichtmetalloxide und die Säuren.

1. Elementverbindungen

- Aufgabe 10** Entscheiden Sie: Ist der folgende Satz eine Definition?

ja ☐ nein ☐

Elementverbindungen sind Molekülverbindungen, deren Moleküle nur aus gleichartigen Atomen bestehen, z. B. Sauerstoff (O_2), Stickstoff (N_2), Chlor (Cl_2), Brom (Br_2) und Iod (I_2).

2. Nichtmetalloxide

Nichtmetalloxide sind Molekülverbindungen, die bei der Reaktion eines Nichtmetalls mit Sauerstoff entstehen.

- Aufgabe 11** Ist das eine Definition?

ja ☐ nein ☐

Aussprache

Die Namen der Nichtmetalloxide bildet man aus den Namen der Nichtmetalle und dem Wortteil -oxid. Da die meisten Nichtmetalle mehrere Oxide bilden können, muss man sie genauer benennen.

Man gibt die Anzahl der Sauerstoffatome im Molekül *in griechischen Zahlwörtern* an, z. B. sagt man für CO: „C-O Kohlen*mon*oxid“ und CO₂: „C-O Kohlen*di*oxid“.

Bedeutung der griechischen Zahlwörter in der chemischen Nomenklatur:

mon(o)	1 Teilchen im Molekül
di	2 Teilchen im Molekül
tri	3 Teilchen im Molekül
tetr(a)	4 Teilchen im Molekül
pent(a)	5 Teilchen im Molekül
hex(a)	6 Teilchen im Molekül
hept(a)	7 Teilchen im Molekül

Merke Regel 1

Man vermeidet doppelte Vokale: Kohlenmonoxid - nicht Kohlenmonooxid, Stickstofftetroxid - nicht Stickstofftetraoxid.

Regel 2

Die griechischen Zahlwörter stehen *vor* dem Namen des Teilchens, dessen Zahl sie angeben: Schwefeldioxid, Distickstofftetroxid.

Aufgabe 12 Schreiben und sagen Sie die Formeln dieser Nichtmetalloxide:

Benennung	Formel	Benennung	Formel	Benennung	Formel
Kohlenmonoxid		Stickstoffmonoxid		Schwefeldioxid	
Kohlendioxid		Distickstoffmonoxid		Phosphorpentoxid	
Schwefeltrioxid		Distickstofftetroxid		Chlordioxid	

**Aufgabe 13 Schreiben und sagen Sie die Namen dieser Nichtmetalloxide:**

Formel	Benennung	Formel	Benennung
N ₂ O ₄		N ₂ O ₃	
ClO ₂		Cl ₂ O	

3. Säuren

In der Alltagssprache verwendet man das Wort „Säure“ für Stoffe, die sauer schmecken oder andere Stoffe angreifen (Lateinisch: acetum = Essig, acidus = sauer). In der Chemie zählen die Säuren zu den wichtigen Molekülverbindungen. Alle Säuren enthalten immer Wasserstoffatome. Je nach Anzahl der Wasserstoffatome teilt man die Säuren in *einwertige*, *zweiwertige* und *dreiwertige* Säuren ein.

Säuren können in konzentrierter oder verdünnter Form vorliegen und sind unterschiedlich stark. Ihre Stärke hängt vom pH-Wert ab: Je kleiner der pH-Wert ist, umso stärker ist die Säure. Mit Metallen bilden die Säuren Salze. Das Gegenteil einer Säure heißt in der Chemie eine Base (in der Chemie und im Alltag auch: Lauge).

Manche Säuren *enthalten* Sauerstoff, sie sind *sauerstoffhaltig*. Andere Säuren enthalten *keinen* Sauerstoff, sie sind *sauerstofffrei*.

Aufgabe 14 Gibt es in diesem Text eine Definition? ja ☐ nein ☐

Aufgabe 15 Tragen Sie in die folgende Tabelle die Wertigkeit der Säuren ein.

Name der Säure	Formel	Wertigkeit
Schwefelsäure	H ₂ SO ₄	
schweflige Säure	H ₂ SO ₃	
Schwefelwasserstoffsäure	H ₂ S	
Salpetersäure	HNO ₃	
salpetrige Säure	HNO ₂	
Phosphorsäure	H ₃ PO ₄	
Kohlensäure	H ₂ CO ₃	
Fluorwasserstoffsäure (Flusssäure)	HF	
Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure)	HCl	
Bromwasserstoffsäure	HBr	
Iodwasserstoffsäure	HI	

Aufgabe 16 Schreiben Sie sieben Fragen, auf die der Text „Säuren“ eine Antwort gibt.
Partnerarbeit Ihr Lernpartner soll dann diese Antworten finden und sagen.

Wortbildung: Adjektive mit der Endung -haltig und -frei**Aufgabe 17 Schreiben Sie kurze Sätze nach dem Modell in die Tabelle:**

eine metallhaltige Verbindung, das eisenhaltige Wasser, das eisenfreie Wasser, salzfreies Essen, salzhaltiges Gestein, ozonhaltige Luft, eine zuckerfreie Limonade, fettfreie Diät

-haltig	-frei
Eine sauerstoffhaltige Säure enthält Sauerstoff.	Eine sauerstofffreie Säure enthält keinen Sauerstoff.

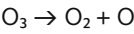
Wortbildung: Adjektive mit der Endung -fähig und -träge

Mit dem Wort „Reaktion“ kann man auch Adjektive bilden. Ein Stoff, der leicht mit anderen reagiert, ist *reaktionsfähig* („fähig“ bedeutet: man kann). Dagegen ist ein Stoff, der nur schwer mit anderen Stoffen reagiert, *reaktionsträge* („träge“ bedeutet: faul).

Aufgabe 18 Tragen Sie weitere Beispiele in die Tabelle ein:

Temperatur	reaktionsfähig	reaktionsträge
bei normaler Temperatur	atomarer Sauerstoff O	molekularer Stickstoff N ₂

Wie sagt man zu dieser Reaktionsgleichung?



Aufgabe 19 Setzen Sie folgende Wörter in die Lücken:
(die richtigen Adjektivendungen stehen schon da)

atomar | molekular | dreiatomig | zweiatomig

Wenn sich ein _____es Ozonmolekül zersetzt,
so entsteht ein _____es Sauerstoffmolekül und ein
Sauerstoffatom. Man sagt auch: Zersetzt sich Ozon, so entsteht
_____er Sauerstoff und _____er
Sauerstoff. Aber Sauerstoff ist nicht das einzige Element, das
_____ und _____ auftreten kann.

Aufgabe 20 Kennen Sie Beispiele dafür? Dann schreiben Sie die Formeln auf!

Wortbildung: Adjektive mit der Endung -los, -reich, -arm, -förmig

Nicht nur in der Chemie, sondern auch in anderen Fächern und in der Alltagssprache bildet man zahlreiche Adjektive mit solchen Endungen (sog. Suffixoiden).

Suffixoid	Bedeutung	weitere Beispiele
-los	... enthält <i>kein</i>	salzlos, wasserlos
-arm	... enthält <i>wenig</i>	salzarm, wasserarm
-reich	... enthält <i>viel</i>	wasserreich, sauerstoffreich
-förmig	... hat die <i>Form</i> von	gitterförmig, gasförmig

Aufgabe 21 Suchen Sie weitere Beispiele:

Zum Schluss noch die 3 Aggregatzustände: fest – flüssig – gasförmig

Aufgabe 22 Ergänzen Sie die Tabelle und die Lücken im Text.

Aggregatzustand	fest	flüssig	gasförmig
Temperatur	°C	°C	°C
chem. Verbindung	H ₂ O	H ₂ O	H ₂ O
Wort	Eis		Wasserdampf

Neon NE ist bei 10 °C _____ . Quecksilber HG ist bei 20 °C

_____ . Eisen Fe ist bei 50 °C _____ .

Silber Ag ist bei 0 °C _____ . CO₂ ist bei 30 °C _____

Kupfer Cu ist bei 1000 °C immer noch _____ .

Wasserstoff H ist bei Zimmertemperatur _____ .

4.1.3. Das Periodensystem der Elemente

Im *Periodensystem* der Elemente (Abkürzung: PSE) sind alle Elemente geordnet dargestellt. Links unterhalb des Symbols für das Element (z. B. Na für Natrium) steht die *Ordnungszahl* (Kernladungszahl). Die mit arabischen Ziffern bezeichneten waagerechten Zeilen heißen *Perioden*, die senkrechten Spalten entsprechen den *Gruppen* (*Haupt- und Nebengruppen*) und werden mit römischen Ziffern gekennzeichnet.

Aufgabe 23 Wie heißen die kursiv gesetzten Begriffe in Ihrer Mutter-/Lernsprache?

1		2		Periodensystem der Elemente																		13	14	15	16	17	18																																			
Periode	Hauptgruppen I a II a																				III a	IV a	Hauptgruppen V a VI a VII a			0																																				
1	1.0079 1 H																										4.0026 2 He																																			
2	6.941 3 Li 4 Be																										20.18 10 Ne																																			
3	22.990 11 Na 24.305 12 Mg		Übergangsmetalle (Nebengruppen)																		26.982 13 Al			28.086 14 Si 30.974 15 P			32.066 16 S 35.453 17 Cl 39.948 18 Ar																																			
4	39.098 19 K 40.078 20 Ca																				69.723 31 Ga			72.61 32 Ge			74.922 33 As			78.96 34 Se 79.904 35 Br 83.798 36 Kr																																
5	85.468 37 Rb 87.62 38 Sr																				114.82 49 In			118.71 50 Sn			121.76 51 Sb			127.60 52 Te 126.90 53 I 131.29 54 Xe																																
6	132.91 55 Cs 137.33 56 Ba																				204.38 81 Tl			207.2 82 Pb			208.98 83 Bi			(209.98) 84 Po* (209.99) 85 At* (222.02) 86 Rn*																																
7	(233.02) 87 Fr* (226.03) 88 Ra*																				(284) 113 Uut*			(289) 114 Ff*			(288) 115 Uup*			(293) 116 Lv* (294) 117 Uus*			(294) 118 Uuo*																													
Lanthanoide																					140.12 58 Ce			140.91 59 Pr			144.24 60 Nd			(146.92) 61 Pm*			150.36 62 Sm			151.96 63 Eu			157.25 64 Gd			158.93 65 Tb			162.50 66 Dy			164.93 67 Ho			167.26 68 Er			168.93 69 Tm			173.05 70 Yb			174.97 71 Lu		
			Actinoide																					(232.04) 90 Th*			(231.04) 91 Pa*			(238.03) 92 U*			(237.05) 93 Np*			(244.06) 94 Pu*			(243.06) 95 Am*			(247.07) 96 Cm*			(247.07) 97 Bk*			(251.08) 98 Cf*			(252.08) 99 Es*			(257.18) 100 Fm*			(258.10) 101 Md*			(259.10) 102 No*		

Abb. 2: Periodensystem der Elemente, mit freundlicher Erlaubnis von Prof. Peter Kurzweil, 2014

Die Namen der Elemente – alphabetisch geordnet (Liste unvollständig!)

Aufgabe 24 Schreiben Sie das Buchstabensymbol zum jeweiligen Element.
(die Ordnungszahl hilft beim Suchen)

Symbol	Name	Symbol	Name	Symbol	Name	Symbol	Name
89 <i>Ac</i>	Actinium	35	Brom	01	Wasserstoff	07	Stickstoff (lat. Nitrogenium)
47	Silber (lat. Argentum)	06	Kohlenstoff	02	Helium	11	Natrium
13	Aluminium	48	Cadmium	80	Quecksilber (lat. Hydrargyrum)	10	Neon
51	Antimon (lat. Stibium)	55	Cäsium	77	Iridium	28	Nickel
18	Argon	20	Calcium	53	Jod (engl. Iodine)	08	Sauerstoff (lat. Oxygenium)
33	Arsen	17	Chlor	19	Kalium	16	Schwefel (lat. Sulfur)
79	Gold (lat. Aurum)	24	Chrom	27	Kobalt	22	Titan
56	Barium	27	Kobalt	06	Kohlenstoff (lat. Carbon)	92	Uran
04	Beryllium	29	Kupfer (lat. Cuprum)	36	Krypton	23	Vanadin
83	Wismut	99	Einsteinium	03	Lithium	74	Wolfram
82	Blei (lat. Plumbum)	26	Eisen (lat. Ferrum)	12	Magnesium	54	Xenon
05	Bor	09	Fluor	25	Mangan	30	Zink

Aufgabe 25
Partnerarbeit

Fragen Sie Ihren Lernpartner – er hat die Antworten!
Kontrollieren Sie im PSE, ob alles stimmt.

Partner A

Welche Ordnungszahl hat Gold?	Gold ist ein Element der Nebengruppe I b	Wie heißt die IV. Hauptgruppe?	Radon (Rn) hat die Ordnungszahl 86
N steht für Stickstoff	Was wissen Sie über Iod?	Kernladungszahl	Kennen Sie noch mehr Edelgase?
Welches Metall ist bei 0 ° Celsius flüssig?	Das ist Chlor (Cl)	In welcher Periode stehen Natrium und Magnesium?	Titan hat die Massenzahl 47,9 und die Ordnungszahl 22
Cu bedeutet Kupfer	Und was bedeutet das Symbol Co?	Aluminium (Al) hat die Massenzahl 26,98	Warum hat das Blei das Symbol Pb?

Aufgabe 26
Partnerarbeit

a) Betrachten Sie zusammen das Periodensystem und formulieren Sie ähnliche Fragen, die Ihr Lernpartner beantworten muss.
b) Schreiben Sie die passenden Fragen zu den Antworten.

Fragen	Antworten
	Wasserstoff H ist das leichteste Element.
	Das sind die Hauptgruppen.
	Die bezeichnet man als Perioden.
	Links unten steht immer die Ordnungszahl.
	Ja, man kann dafür auch Kernladungszahl sagen.
	Das ist die Massenzahl.

Aufgabe 25 Partner B

Gold (Au) hat die Ordnungszahl 79	Zu welcher Gruppe gehört Gold?	Kohlenstoffgruppe	Was ist die Ordnungszahl von Radon?
Welches Element hat das chemische Symbol N?	Iod hat das chemische Symbol I, die Ordnungszahl 53, und es gehört zur VII. Hauptgruppe	Wie kann man für „Ordnungszahl“ noch sagen?	Ja, Helium, Neon, Argon, Krypton, Xenon ...
Quecksilber (Hg)	Welches Element hat die Kernladungszahl 17?	Natrium (Na) und Magnesium (Mg) stehen in der 3. Periode	Sagen Sie die Massenzahl und die Ordnungszahl von Titan!
Was bedeutet das Symbol Cu?	Co bedeutet Kobalt	Welche Massenzahl hat Aluminium (Al)?	Weil Blei auf Lateinisch Plumbum heißt

Definitionen

Das Definieren von Begriffen ist ein logisches Verfahren, mit dem die *Bedeutung* des Wortes *eindeutig* bestimmt wird. Gleichzeitig werden *verschiedene* Begriffe durch Definitionen genau voneinander *abgegrenzt*.

Definitionen haben oft folgende Form:

B (Begriff) = **O** (Oberbegriff) + **M** (Merkmale)

Auf der einen Seite steht der zu definierende Begriff (B), auf der anderen Seite stehen der Oberbegriff (O) und die wichtigen Merkmale. Beide Seiten müssen *bedeutungsgleich* sein. Der Begriff, der definiert werden soll, darf *nicht auf beiden Seiten* stehen.

Beispiel 1

Ein Molekül ist das kleinste Teilchen einer chemischen Verbindung. Es besteht aus zwei oder mehr miteinander verbundenen Atomen und kann mit chemischen Methoden wieder in seine Bestandteile zerlegt werden (vgl. S.1).

Aufgabe 27 Ordnen Sie zu:

Begriff: _____

Oberbegriff: _____

spezifische Merkmale: _____

Beispiel 2

Der zu definierende Begriff: Aluminium

Oberbegriff: Leichtmetall

Merkmale:

- Ordnungszahl: 13
- Relative Atommasse: 26,98
- Dichte: 2,7 g/cm³
- Schmelzpunkt: 660 °C
- Siedepunkt: 2470 °C
- elektrische Leitfähigkeit: 37,7 · 10⁶ S/m
- kristallisiert kubisch
- Farbe: silberweiß glänzend
- Geruch: geruchlos
- weitere Eigenschaften: sehr weich und dehnbar, relativ korrosionsbeständig
- Verwendung: in Form von Blechen, Folien, Drähten, Profilen, Rohren
-

Beispiel für eine Definition

Aluminium ist ein Leichtmetall, das die Ordnungszahl 13 und die relative Atommasse 26,98 hat. Seine Dichte beträgt 2,7 g/cm³. Der Schmelzpunkt liegt bei 660 °C und der Siedepunkt bei 2470 °C. Es zeichnet sich durch eine gute elektrische Leitfähigkeit von 37,7 · 10⁶ S/m aus. Es kristallisiert kubisch und ist silberweiß glänzend, sehr weich und dehnbar sowie relativ korrosionsbeständig; ferner ist es geruchlos. Man verwendet es in Form von Blechen, Folien, Drähten, Profilen und Rohren.

Redemittel, Wörter und Wendungen

1. Zur Zuordnung zum Oberbegriff sind folgende Verben geeignet:

Verben	Modellsätze
sein	Aluminium <i>ist</i> ein Leichtmetall
gehören zu	Al <i>gehört</i> zur Gruppe der Leichtmetalle
zählen zu	Al <i>zählt</i> zur Gruppe der Leichtmetalle Al <i>wird</i> zur Gruppe der Leichtmetalle <i>gezählt</i>

2. Zur Beschreibung der Merkmale eignen sich folgende Verben:

Verben	Modellsätze
haben	Al <i>hat</i> die Ordnungszahl 13
betragen	Seine Dichte <i>beträgt</i> 2,7 g/cm³
liegen bei	Sein Siedepunkt <i>liegt bei</i> 2470 °C

sich auszeichnen durch	Es <i>zeichnet sich</i> durch eine gute elektrische Leitfähigkeit <i>aus</i>
verfügen über	Es <i>verfügt über</i> eine gute elektrische Leitfähigkeit
verwenden	Man <i>verwendet</i> es in Form von ...

Merke Nahezu alle Zahlenangaben lassen sich mit den Verben „betragen“ und „liegen bei“ darstellen. Fragen Sie immer: Was hat? Wie ist? Was tut/kann?

Aufgabe 28 Schreiben Sie die Definitionen von Kalzium und Cadmium unter Verwendung des PSE und der beiden Übersichtstabellen A) und B).



A) Eigenschaften einiger Leichtmetalle

Leichtmetalle sind Metalle, deren spezifische Dichte $\rho < 5 \text{ kg/dm}^3$ ist. Es gibt derzeit 15 Leichtmetalle.

	Aluminium	Cäsium	Kalzium	Magnesium	Natrium	Titan
chemisches Zeichen	Al	Cs	Ca	Mg	Na	Ti
Aussehen	silbrig	silbrig-gold glänzend	silbrig weiß	silbrig weiß	silbrig weiß	silbrig metallisch
Aggregatzustand	fest	fest	fest	fest	fest	fest
Dichte (kg/dm ³)	2,7	1,879	1,55	1,738	0,968	4,507
Schmelzpunkt (°C)	660,32	28,45	842	650	97,72	1668
Siedepunkt (°C)	2470	705	1484	1090	883	3260
elektr. Leitfähigkeit (S/m)	$37,7 \cdot 10^6$	$4,89 \cdot 10^6$	$29,8 \cdot 10^6$	$22,6 \cdot 10^6$	$21 \cdot 10^6$	$2,34 \cdot 10^6$
Verwendung	Maschinenbauteile, Fenster, Fahr- und Flugzeugbau	Atomuhren, Fotozellen	Reduktionsmittel, Legierungszusatz	Magnesium-Legierung für Druckguss	Legierungsbestandteil zur Kühlung (Atomkraftwerk)	Maschinenbauteile, Legierungsbestandteil

B) Eigenschaften einiger Schwermetalle

Schwermetalle sind Metalle, deren spezifische Dichte $\rho > 5\text{kg/dm}^3$ ist. Es gibt derzeit 66 Schwermetalle.

	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Wolfram
chemisches Zeichen	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	W
Aussehen	bläulich weiß	silbrig grau metallisch	silbrig metallisch	lachsrosa metallisch	silbrig metallisch	gräulich weiß
Aggregatzustand (10°C)	fest	fest	fest	fest	fest	fest
Dichte (kg/dm³)	11,34	8,65	7,14	8,92	8,908	19,25
Schmelzpunkt (°C)	327,46	321,07	1907	1084,4	1455	3422
Siedepunkt (°C)	1749	767	2482	2595	2730	5930
elektr. Leitfähigkeit (S/m)	$4,76 \cdot 10^6$	$14,3 \cdot 10^6$	$7,87 \cdot 10^6$	$58 \cdot 10^6$	$13,9 \cdot 10^6$	$18,9 \cdot 10^6$
Verwendung	Akku, Korrosionsschutz, Abschirmung	Rostschutz, Batterien, Elektroindustrie	Legierungsbestandteil, galvanische Überzüge	Legierungen (Bronze, Messing), Spenglerei	Legierungsbestandteil, galvanische Überzüge	Schweißelektrode, Mikrowellenfilter

Nach: www.wikipedia.wikiorg.de-schwermetalle

Aufgabe 29 Wählen Sie weitere Stoffe aus den Listen aus. Definieren Sie mündlich – Ihr Lernpartner muss die Richtigkeit Ihrer Angaben prüfen.
Partnerarbeit

4.2.1. Was sind Werkstoffe? (Teil 1)

Werkstoffe sind Materialien, aus denen sich technisch relevante Bauteile herstellen lassen. Ihre Eigenschaften sind dabei von der chemischen Zusammensetzung, dem mikroskopischen Aufbau, dem Herstellungsprozess, der konstruktiven Gestaltung des Werkstoffs und von der Betriebsbeanspruchung des jeweiligen Bauteils abhängig.

Weitze, Berger: Werkstoffe 2013:3

Aufgabe 31 Schreiben Sie zu den Nominalisierungen aus dem Text die passenden Fragen.
Syntax

Nominalisierung	Fragen
die chemische Zusammensetzung	Wie ist das Bauteil chemisch zusammengesetzt?
der mikroskopische Aufbau	
der Herstellungsprozess	
die konstruktive Gestaltung des Werkstoffs	
die Betriebsbeanspruchung	

Wichtige Grammatik: Das Passiv

Beispiele für Sätze im Passiv

Prozess:

Das Fenster **wird** geöffnet.
Das Produkt **wird** hergestellt.
Das Material **wird** getestet.

Resultat:

Das Fenster **ist** geöffnet.
Das Produkt **ist** hergestellt.
Das Material **ist** getestet (worden).

Regeln für Passiv

1. Es gibt zwei Arten von Passiv: das **Vorgangspassiv** und das **Zustandspassiv**.
2. Beim Vorgangspassiv geht es um den **Prozess** einer Handlung, beim Zustandspassiv um das **Resultat** einer Handlung.
3. Man bildet das Vorgangspassiv mit dem Hilfsverb **werden** (Perfekt: **worden**, nicht *geworden!) und dem Partizip II.
4. Man bildet das Zustandspassiv mit dem Hilfsverb **sein** und dem Partizip II.

Grammatik-Tipp

Das Partizip II vom Hilfsverb „werden“ ist „**worden**“, die Vorsilbe *ge-* fällt weg.
Der Test ist gestern gemacht worden.

Aber wenn man „werden“ als *Vollverb* gebraucht, dann ist das Partizip II „**geworden**“.

Was ist aus deinem Freund geworden? Oh, der ist Ingenieur geworden!

Überblick über die Formen

	Vorgangspassiv	Zustandspassiv
Formen	Hilfsverb werden + Partizip II	Hilfsverb sein + Partizip II
Präsens	Der Fisch wird gefangen. Das Haus wird gebaut. Die Tests werden gemacht.	Der Fisch ist gefangen. Das Haus ist gebaut. Die Tests sind gemacht.
Präteritum	Der Fisch wurde gefangen. Das Haus wurde gebaut. Die Tests wurden gemacht.	Der Fisch war gefangen. Das Haus war gebaut. Die Tests waren gemacht.
Perfekt	Der Fisch ist gefangen worden . Das Haus ist gebaut worden . Die Tests sind gemacht worden .	– <i>nicht nötig – zu selten!</i> (Das Haus war gebaut gewesen).

Aufgabe 32



Schreiben Sie 7 Passiv-Sätze zum Thema Werkstoffe.

Folgende Verben passen gut:

verwenden, gebrauchen, einsetzen, gestalten, zusammensetzen, formen

z. B.: Leder wird zur Herstellung von Schuhen verwendet.

Was sind Werkstoffe? (Teil 2)

Werkstoffe sind die Brücke vom Stoff zum Ding.

Werkstoffe bezeichnet man als *Konstruktions- bzw. Strukturwerkstoffe*, wenn vor allem ihre Eigenschaften wie Festigkeit, Verformbarkeit und Zähigkeit, aber auch Beständigkeit etwa gegen Korrosion im Vordergrund stehen. Werden elektrische, thermische, magnetische oder optische Eigenschaften gebraucht, spricht man von *Funktionswerkstoffen*. Zwei Drittel aller Technologie getriebenen Innovationen sind von Werkstoffaspekten abhängig.

Weitze, Berger: Werkstoffe 2013:4

Aufgabe 33 Ergänzen Sie die folgende Tabelle zum Thema Werkstoffe:

Konstruktionswerkstoffe/Strukturwerkstoffe	
Festigkeit,	elektrische magnetische optische thermische Eigenschaften

Aufgabe 34 Ergänzen Sie die folgende Tabelle zur Wortbildung:

Adjektive	Nomina	verwandte Wörter, Verben etc.
abhängig		
	die Beständigkeit	
	die Zähigkeit	
	die Verformbarkeit	
thermisch		das Thermometer
	die Sprödigkeit	
magnetisch		magnetisieren
	die Festigkeit	
optisch		

Grammatik-Tipp Alle Nomina auf -keit, -heit, -ik sind feminin, aber Nomina auf -mus sind maskulin.

Aufgabe 35

Schreiben Sie einen kleinen Text zu dem Satz „Werkstoffe sind die Brücke vom Stoff zum Ding“.

Diskutieren Sie Ihre Gedanken mit Ihrem Lernpartner / in der Gruppe und sammeln Sie mehrere gute Beispiele.

Aufgabe 36

Leseverstehen

Beantworten Sie die Fragen zum folgenden Text.

1. Welche Werkstoffe kommen in der Natur vor?

2. Seit wann gibt es die Materialwissenschaft?

3. Wie nennt man die Herstellung von Stahl aus Eisenerz?

4.2.2. Materialwissenschaft und Werkstofftechnik

Die ersten Werkstoffe wie Holz, Ton oder Stein fand man noch in der Natur vor. Doch viele der heute gebräuchlichen Werkstoffe müssen in vielen Prozessschritten hergestellt werden. Jahrhundertlang wurde praktisch handwerkliches Erfahrungswissen angesammelt, etwa zur Verhüttung von Eisenerzen oder zur Glasfertigung. Im 17. und 18. Jahrhundert setzte die aus heutiger Sicht „wissenschaftliche“ Beschäftigung mit der Materie ein: Die mikroskopische Struktur wurde mit der Festigkeit von Materialien in Beziehung gesetzt, die Eigenschaften von Werkstoffen wie Stahl und Glas wurden optimiert.

Weitze, Berger: Werkstoffe 2013:4

Aufgabe 37

Syntax

Schreiben Sie alle Passivkonstruktionen aus dem Text heraus und geben Sie den Infinitiv an.

Passivkonstruktion	Infinitiv

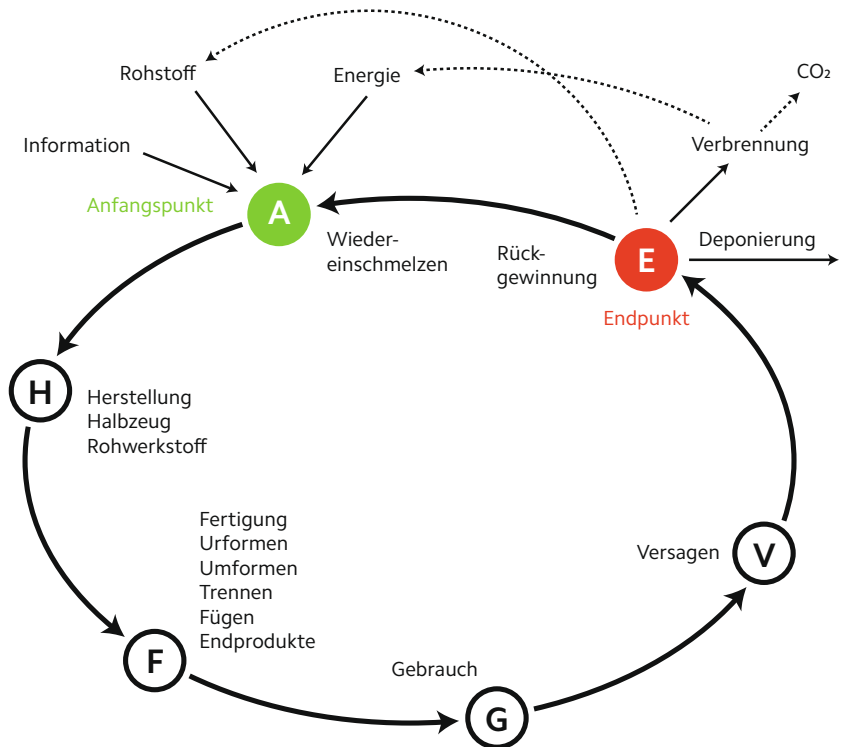


Abb. 4: Der Werkstoffkreislauf, nach: Weitzel/Berger 2013:5

Aufgabe 38 Ergänzen Sie den folgenden Text mit Hilfe der Grafik.

4.2.3. Der Werkstoffkreislauf

Ausgangspunkt des Werkstoffkreislaufs ist die Herstellung eines Halbzeugs oder Rohwerkstoffs aus einem _____. Bei der Herstellung wird Energie verbraucht, wichtig für die erfolgreiche Herstellung sind Erfahrungen und _____ zum Herstellungsprozess.

Die Halbzeuge und Rohwerkstoffe werden dann zu Endprodukten weiterverarbeitet. Typische Fertigungstechniken dazu sind:

Die Endprodukte werden so lange gebraucht (benutzt), bis sie _____ (kaputt gehen). Mit der Entsorgung auf einer

Deponie ist der _____ des Werkstoffkreislaufs erreicht. Ein Teil der Reststoffe wird _____, wobei CO₂ freigesetzt wird, biologisch abbaubare Materialien werden kompostiert, Materialien, aus denen man Rohstoffe zurückgewinnen (recyclen) kann, werden eingeschmolzen. Sie gelangen dann als Rohstoff wieder zum Ausgangspunkt des _____.

Aufgabe 39 Tragen Sie passende Verben in die Tabelle ein.

Nominalisierungen	Verben	Nominalisierungen	Verben
die Rückgewinnung	<i>zurückgewinnen</i>	der Gebrauch	
das Recycling		die Entsorgung	
die Herstellung		die Freisetzung	
die Weiterverarbeitung		die Deponierung	
die Fertigung		die Kompostierung	
das Trennen		das Versagen	

Aufgabe 40 Bilden Sie mit dem aufgelisteten Wortschatz Sätze im Passiv, mit denen Sie den Werkstoffkreislauf beschreiben.

- Halbzeuge – herstellen
- Informationen – verwenden
- Erfahrungswissen – anwenden
- Energie – verbrauchen
- Mikroskopische Struktur und Festigkeit eines Werkstoffs in Beziehung setzen
- Rohwerkstoffe – weiterverarbeiten
- Endprodukte – benutzen
- Kaputte Teile – entsorgen
- Rohstoffe – zurückgewinnen
- Materialien – recyceln/recyclen (beide Infinitivformen sind möglich)
- Reststoffe – verbrennen oder deponieren
- CO₂ – freisetzen
- Biologisch abbaubare Materialien – kompostieren
- Glas – wieder einschmelzen
- Neue Werkstoffe (an)fertigen
- Halbzeuge und Rohwerkstoffe – zu Endprodukten weiterverarbeiten

4.2.4. Fertigungsverfahren

Als *Fertigungsverfahren* bezeichnet man Verfahren zur Herstellung von festen Körpern. Diese Körper können sowohl *Halbzeuge* oder auch *Bestandteile von technischen Gebilden* sein. Meist muss man *mehrere Fertigungsverfahren* miteinander kombinieren, um *aus Teilen fertige Produkte* wie z. B. Maschinen, Apparate, Werkzeuge, Fahrzeuge und andere Gegenstände *herzustellen*.

Rohteile → Halbfertigteile → fertige Produkte (einteilig oder mehrteilig)

Aufgabe 41 Welche Definition passt zu welchem Fertigungsverfahren? Ordnen Sie zu.
Die Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580:

Urformen ist das Verbinden oder Zusammenbringen mehrerer Werkstücke mit fester Form oder von festen Werkstücken mit formlosem Stoff.
Umformen		... ist Fertigen durch Aufbringen einer fest haftenden Schicht aus formlosem Stoff an ein Werkstück.
Trennen		... ist Fertigen durch Verändern der Eigenschaften des Werkstoffes, aus dem ein Werkstück besteht.
Fügen		... so bezeichnet man Verfahren, in denen man durch Formänderung neue Werkstücke erzeugt. Volumen und Masse sind bei Rohteil und Fertigteil gleich.
Beschichten		... sind Fertigungsverfahren, in denen aus formlosem Stoff ein Werkstück hergestellt wird. Dabei wird der Zusammenhalt der Stoffteilchen geschaffen.
Stoffeigenschaften ändern		... so bezeichnet man die Fertigungsverfahren, bei denen die Form eines Werkstücks verändert wird. Zur Formänderung werden Teilchen abgetrennt. Das Volumen des Fertigteils wird geringer.

Nach: www.fachwissen-technik.de

- Aufgabe 42**
- a) Suchen Sie die folgenden Begriffe im Wörterbuch.
Biegen, Drehen, Drücken, Fräsen, Galvanisieren, Gießen, Kleben, Lackieren, Löten, Sägen, Schmieden, Schweißen, Sintern, Verschrauben, Ziehen
 - b) Tragen Sie die einzelnen Fertigungsverfahren in die jeweils passende Hauptgruppe ein.
 - c) Machen Sie auf ein DIN-A4-Blatt schematische Zeichnungen zu zwei Verfahren und vergleichen Sie Ihre Zeichnungen im Plenum.

Verfahren

Urformen

Spinnen,

Umformen

Walzen, Prägen,

Trennen

Feilen, Schleifen,

Fügen

Nieten, Nageln,

Beschichten

Aufdampfen,

Stoffeigenschaften ändern

Härten,

4.2.5. Praktisches Beispiel: Glasrecycling

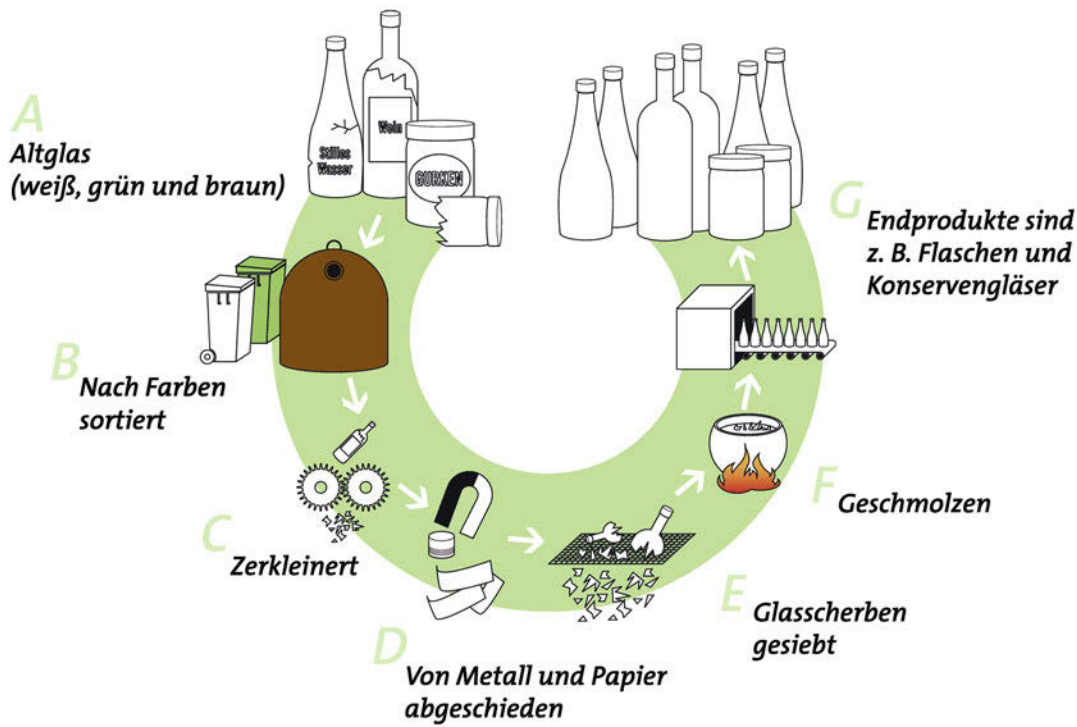


Abb. 5: Glasrecycling, mit freundlicher Erlaubnis der Berliner Stadtreinigung (BSR)

Aufgabe 43 Bilden Sie kurze Passivsätze zu den einzelnen Stationen des Werkstoffkreislaufs Glas.

Das Altglas wird nach Farben getrennt erfasst.

Aufgabe 44 Setzen Sie die Wortteile zu 12 Komposita zusammen. 3 x müssen Sie ein
Wortbildung **Fugen-s dazwischen schieben!**

Ausgang- | End- | End- | Fertigung- | Fremd- | Halb- | Herstellung-
 -kreis- | -lauf | -produkt | -prozess | -punkt | -punkt | Rest- | Roh- | Roh-
 Roh- | -stoff- | -stoff | -stoff | -stoff | -stoff | -stoff | -technik | -werk
 Werk- | Werk- | -zeug

4.2.6. Werkstoffklassen

Die Vielfalt der Werkstoffe wird strukturiert in Werkstoffgruppen, die nach Aufbau und Eigenschaften gebildet werden.

Aufgabe 45 **Ordnen Sie die Werkstoffe den entsprechenden Gruppen zu.**
Duroplaste, Eisenguss, Elastomere, Form-Gedächtnis-Materialien, Funktionsglas, Holz, Keramik-Matrix-Komposit, Metall-Matrix-Komposit, Naturfaser, Naturstein, Nichteisenmetall, Nicht-oxidkeramik, Nichtsilizium, Oxidkeramik, Piezoelektrische Materialien, Polymer-Matrix-Komposit, Silizium, Stahl, Strukturglas, Thermoplaste

Werkstoffklassen
Klassische Werkstoffgruppen

Metalle	Keramik	Glas	Polymere
Eisenguss			

Neue Werkstoffgruppen

Verbundstoffe	Halbleiter	Naturstoffe	Smart Materials

Aufgabe 46 Recherche

Technische
Gespräche

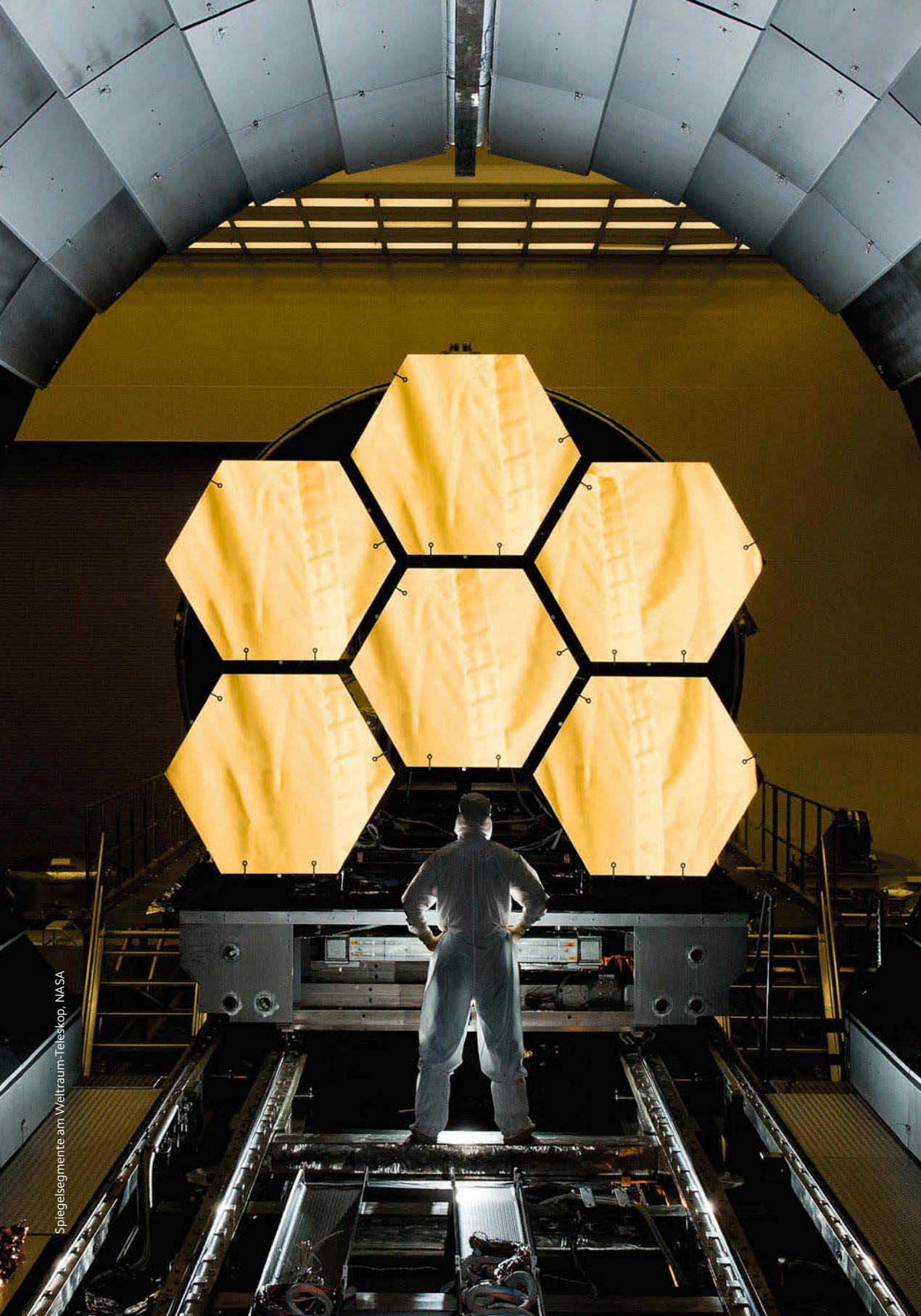
1. Suchen Sie sich aus jeder Werkstoffgruppe je einen Werkstoff aus und recherchieren Sie im Internet. Stellen Sie Ihre beiden Werkstoffe im Kurs vor.
2. Gehen Sie auf folgende Punkte ein: (chemischer) Aufbau – Eigenschaften – Verwendung
3. Beobachtungsauftrag an die Zuhörer: Schreiben Sie alle *Adjektive* auf, die zur *Präsentation von Werkstoffen* verwendet werden

Redemittel

- besitzt ... zeigt ... enthält ...
- zeichnet sich durch ... aus
- weist einen hohen / niedrigen Anteil an ... auf
- in Prozent (%)
- im Vergleich zu
- besonders
- als weitere ... sind zu nennen
- wesentliche Bestandteile sind ...
- zum Einsatz kommen / verwendet werden
- ermöglichen

Literatur

- Buhlmann, Rosemarie: MNF Hinführung zur mathematisch-naturwissenschaftlichen Fachsprache. Teil 3: Chemie. Max Hueber Verlag, München 1978
- Kurzweil, Peter: Chemie: Grundlagen, Aufbauwissen, Anwendungen und Experimente. Vieweg+Teubner Verlag, 2011
- Weitze, Marc-Denis; Berger, Christina: Werkstoffe. Unsichtbar, aber unverzichtbar. Technik im Fokus. Springer Vieweg, Berlin Heidelberg 2013
- www.fachwissen-technik.de (zuletzt aufgerufen am 16.06.2014)
- www.wikipedia.wikiorg.de-leichtmetalle (zuletzt aufgerufen am 02.08.2014)
- www.wikipedia.wikiorg.de-schwermetalle (zuletzt aufgerufen am 02.08.2014)



Kapitel 5

Werkstoffkunde 2



Abb. 1: Moderne Verbundwerkstoffe sparen Gewicht im Flugzeugbau, © wikimedia.org



Abb. 2: Sudkessel, Foto: Maggie Galway, © wikimedia.org



Abb. 3: Kerbschnittgefäße der Niederrheinischen Grabhügelskultur, jüngere Bronzezeit, 1200–800 v. Chr., Museum Burg Linn. © Hartmann Linge, Wikimedia Commons



Abb. 4: Rüstung aus dem 15. Jhd., ca 1495. Foto: Konrad Poler, Nuremberg, de.wikipedia.org

Aufgabe 1 Welches Bild gehört zu welchem Abschnitt?

Bild 1 zu _____, Bild 2 zu _____, Bild 3 zu _____, Bild 4 zu _____.

5.1. Metalle

Aufgabe 2 Schreiben Sie für jeden Abschnitt eine Überschrift.

Ob Schaufel oder Schmuck – metallische Werkstoffe begleiten die Menschen seit Jahrtausenden. Metalle sind fest und verformbar, sie leiten Wärme und Strom gut und glänzen aufgrund der metallischen Bindung.

5.1.1. Zeitalter der Metalle

A) _____

Als erstes Metall stellte der Mensch Kupfer in größerem Umfang her, gefolgt von Bronze: Kupfer wird mit Zinn zu einer harten Bronzelegierung, die korrosions- und verschleißfest ist. Die Schmelztemperatur von Kupfer liegt bei 1084 Grad Celsius; durch Legieren mit Zinn, dessen Schmelzpunkt bei nur 231 Grad liegt, wird der Schmelzpunkt der Bronze verringert. Der Schmelzprozess und die Verarbeitung werden also erleichtert. Die ältesten bekannten Bronze-Gegenstände sind mehr als 5000 Jahre alt; vor drei bis viertausend Jahren war Bronze (neben Holz und Keramik) der wohl wichtigste Werkstoff. Kupfer ist auch heute noch ein begehrter Werkstoff, es wird z. B. für Rohre, Dachrinnen und Kessel zum Bierbrauen verwendet. Für elektrische Anlagen ist Kupfer in Form von Kupferdraht aufgrund seiner ausgezeichneten Leitfähigkeit von großer Bedeutung.

B) _____

Bronze ist härter und schöner als Kupfer, durch seine goldglänzende Farbe wirkt es sehr edel. Wegen seiner Härte war es besonders geeignet für die Herstellung von Werkzeugen und Waffen: Es entwickelte sich eine Metallurgie, in der geschickte Handwerker Äxte, Zangen, Messer, Schwerter, Helme, Dolche u.v.a.m. aus Bronze herstellten. Das schöne Aussehen machte die Bronze aber auch sehr geeignet für die Produktion von Schmuck und Verzierungen aller Art, auf kostbaren Vasen, Gefäßen und Krügen.

C) _____

Bronze wurde allmählich durch Eisen als Werkstoff ersetzt. Circa 800 v. Chr. war auch in Mitteleuropa nicht mehr Bronze, sondern Eisen dominant. Gegenüber den teuren Bronzen war das viel häufigere Eisen

vor allem wegen seiner größeren Härte, Festigkeit und Verformungsfähigkeit überlegen. Entscheidend war hier eine Verbesserung der Heiztechnik der Schmelzöfen: Durch Zulegieren von Kohlenstoff konnte die Schmelztemperatur von 1536 Grad Celsius (reines Eisen) auf bis zu 1150 Grad Celsius (bei 4,3 Prozent Kohlenstoffanteil) gesenkt werden. Diese Legierungen konnten jedoch nur im gegossenen Zustand durch mechanische Bearbeitung zur Endkontur gestaltet werden. Erst mit geringeren Kohlenstoffgehalten nimmt die Verformungsfähigkeit zu – die Legierung wird schmiedbar, und damit vergrößern sich die Gestaltungsmöglichkeiten der endgültigen Form des Bauteils.

d) _____

Der überwiegende Anteil der chemischen Elemente fällt in die Klasse der Metalle. Es gibt eine große Vielfalt an Leichtmetallen (z. B. Aluminium, Magnesium), Schwermetallen (z. B. Eisen, Zink, die im Unterschied zu den Erstgenannten eine Dichte größer 5 kg/dm³ haben) und sogenannten Refraktärmetallen wie z. B. Wolfram, Molybdän, die alle einen Schmelzpunkt über demjenigen von Platin (1772 Grad Celsius) aufweisen und erst bei höherer Temperatur umformbar werden. Noch größer wird die Vielfalt, wenn man diese Elemente zu Legierungen kombiniert und ihre Struktur gezielt verändert.

Weitze/Berger: Werkstoffe 2013:30f.

Aufgabe 3 Unterstreichen Sie alle Adjektive im Text.

Aufgabe 4 Tragen Sie die Informationen zu A) und B) sowie c) in die Tabellen und zu d) in den Lückentext ein.

zu A) und B)

Bestandteile von Bronze	
Eigenschaften	
Schmelztemperatur von Kupfer	
Gegenstände aus Bronze	

zu C)

Vorteile von Eisen gegenüber Bronze	
Welches Verfahren ermöglichte eine Senkung der Schmelztemperatur?	
Verarbeitungsmöglichkeit bei < 4 % Kohlenstoff	

zu D)

Ergänzen Sie die Sätze:

Die meisten chemischen Elemente sind _____.

Man unterscheidet zwischen _____ und _____ und sog. _____.

Letztere haben folgende Eigenschaften: _____.

Die große Anzahl an Metallen kann durch _____ noch erhöht werden.

Aufgabe 5 Unterstreichen Sie beim 1. Lesen alle Adjektive und Partizipien.**Aufgabe 6** Lesen Sie den Text über Stahl noch einmal und ergänzen Sie die Tabelle.

5.1.2. Stahl: Das maßgeschneiderte Metall

Wolkenkratzer, Eisenbahn, Auto oder Panzer – ohne Stahl undenkbar. Kein anderer Werkstoff wird in so vielen Anwendungen gebraucht. Und keiner lässt sich so gut maßschneidern, dass exakt definierte Produkteigenschaften entstehen: Festigkeit, Korrosionsverhalten und Verformbarkeit. Stahl ist eine Legierung mit dem Hauptbestandteil Eisen, einem Kohlenstoffanteil von bis zu zwei Prozent sowie weiteren Elementen. Über zweitausend Stahlsorten sind definiert und genormt. Nickel und

Chrom erhöhen die Korrosionsbeständigkeit, Mangan und Titan machen den Werkstoff fester, Molybdän und Chrom beständiger gegen Verschleiß.

Zur Stahlherstellung wird Eisenerz mit Koks und weiteren Zuschlägen in Hochöfen zu Roheisen umgewandelt. So werden Sauerstoff und andere Begleitelemente entfernt. Roheisen enthält noch über zwei Prozent Kohlenstoffanteil. Man spricht auch von Gusseisen: Dieser Werkstoff ist durchaus formstabil, jedoch spröde, so dass er nicht geschmiedet werden kann. Aus dem Hochofen wird das flüssige Roheisen bei Temperaturen um 1700 Grad Celsius in ein Konverter-Gefäß gebracht (Abb. s.u.), in dem Kohlenstoff und weitere Begleitstoffe oxidiert werden. Jährlich werden so eine Milliarde Tonnen Rohstahl weltweit hergestellt. Dabei wird immer mehr Stahlschrott anstelle von Eisenerz und Koks zur Herstellung von Rohstahl eingesetzt. Damit aus Rohstahl schließlich qualitativ hochwertige Stahlsorten entstehen, muss Rohstahl nachbehandelt werden („Sekundär-Metallurgie“). Die Schmelzen werden homogenisiert, Legierungsbestandteile wie Chrom und Nickel dazugegeben (die Mengen dieser Bestandteile werden bis auf ein Tausendstel Prozent genau eingestellt), ebenso der Gehalt von Kohlenstoff und anderen Nichtmetallbeimengungen. Festigkeit, Härte, Zähigkeit, Verformungsfähigkeit, Schwingfestigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Dichte werden hier maßgeschneidert.

Weitze/Berger: Werkstoffe 2013:32



Abb. 5: Konverter im Stahlwerk Arcelor Mittal, Eisenhüttenstadt,
Foto: Weitze/Berger: Werkstoffe 2013:32

Bestandteile von Stahl	Eigenschaften von Stahl	Mögliche Zusätze bei der Nachbehandlung

Zum besseren Verständnis:

Das Wort „maßgeschneidert“ kommt aus der Textilbranche und bedeutet, dass ein Schneider ein Kleidungsstück exakt nach den Körpermaßen und speziellen Wünschen des Kunden näht. Was bedeutet dann der Ausdruck „Stahl – das maßgeschneiderte Metall“?

Aufgabe 7 Tragen Sie passende Nomina zu den Adjektiven in die Tabelle ein.

Adjektive	Nomina	Adjektive	Nomina
hart		formstabil	
zäh		schmiedbar	
fest		verformbar	
dicht		verformungsfähig	
spröde		flüssig	
schwingfest		korrosionsbeständig	
hochwertig		nachbehandelt	

Grammatik-Tipp Nomina mit den Nachsilben –keit, -heit, -tät sind immer feminin!

Aufgabe 8 **Erweiterte Partizipialattribute kann man in Relativsätze umformen.**
Grammatik

Modell:

das *exakt nach den Körpermaßen und speziellen Wünschen des Kunden* **genähte** Kleidungsstück

→ das Kleidungsstück, *das exakt nach den Körpermaßen und speziellen Wünschen des Kunden* **genäht (worden) ist**

a) Markieren Sie in den folgenden Konstruktionen die Teile, die umgeformt werden - nämlich die erweiterten Partizipialattribute.

b) Formen Sie diese erweiterten Partizipialattribute in Relativsätze um.

- das zu Roheisen umgewandelte Eisenerz
- der durch Eisen ersetzte Werkstoff Bronze
- der durch Legieren mit Zinn verringerte Schmelzpunkt von Bronze
- die exakt definierten Produkteigenschaften
- die genau definierten und genormten Stahlsorten
- der in so vielen Anwendungen gebrauchte Werkstoff
- die durch Nickel und Chrom erhöhte Korrosionsbeständigkeit
- die weltweit und milliardenfach hergestellten Tonnen Rohstahl
- der anstelle von Eisenerz und Koks zur Herstellung von Rohstahl eingesetzte Stahlschrott
- die dazu gegebenen Legierungsbestandteile Chrom und Nickel
- die bis auf ein Tausendstel Prozent genau eingestellten Mengen
- die als „Sekundär-Metallurgie“ bezeichnete Nachbehandlung von Rohstahl
- die durch „Sekundär-Metallurgie“ entstandenen Stahlsorten

Zur Systematik der Adjektivbildung

Werkstoffe haben bestimmte *Eigenschaften*; um sie zu beschreiben, braucht man *Adjektive (Eigenschaftswörter)*. Es gibt verschiedene Formen: einfache Adjektive, Adjektive mit bestimmten Suffixen und zusammengesetzte Adjektive sowie vielfältige Kombinationen von Wortbildungsmustern.

Einfache Adjektive

Aufgabe 9 **Schreiben Sie das Gegenteil:**

groß – _____	lang – _____
hoch – _____	jung – _____
neu – _____	schnell – _____
hart – _____	rau – _____

teuer – _____ schön – _____
hell – _____

Aufgabe 10 Wiederholung: Was bedeuten folgende Adjektive?

fest, zäh, rein, dicht, spröde

Wortbildung bei Adjektiven

Viele Adjektive werden mithilfe von *Suffixen* von Nomen und Verben abgeleitet. Häufige Suffixe sind: -isch, -lich, -ig, -bar, -los. Seltener werden die Suffixe -in, -al, -ell, -iv, -ant verwendet.

Aufgabe 11 Schreiben Sie die Adjektive nach Suffixen geordnet auf (s. u.).



abbaubar, abhängig, ähnlich, (an)organisch, augenfällig, beständig, beweglich, billig, biologisch, chemisch, denkbar, (ein)hundertjährig, elektrisch, endgültig, experimentell, flüssig, gebräuchlich, häufig, haltbar, handwerklich, hochwertig, interessant, jährlich, jeweilig, klassisch, konstruktiv, kristallin, magnetisch, makroskopisch, metallisch, mikroskopisch, mühelos, niedrig, optisch, praktisch, qualitativ, schmiedbar, technisch, thermisch, typisch, verformbar, vielseitig, wichtig, wissenschaftlich, zusätzlich

-isch	-lich	-ig	-bar	-los
metallisch	naturwissen- schaftlich	kreisförmig	verformbar	wasserlos
...
...
...
...
-in	-al	-ell	-iv	-ant
kristallin	final	maschinell	relativ	relevant
...
...

Bedeutung von -bar, -los, -frei, -arm, -reich

Manche Adjektive (wie arm oder reich) können auch wie ein Suffix gebraucht werden, dann heißen sie *Suffixoid*.

- Das Suffix **-bar** bedeutet, dass etwas *möglich* ist, dass „*man kann*“:
essbar – man kann essen; denken – man kann denken
- Das Suffix **-los** bedeutet „*ohne*“: problemlos – ohne Probleme, wasserlos – ohne Wasser
- Das Suffixoid **-frei** bedeutet ebenfalls „*ohne*“: sauerstofffrei – ohne Sauerstoff
- Das Suffixoid **-arm** bedeutet „*etwas enthält wenig*“: wasserarm – mit wenig Wasser, salzarm – mit wenig Salz
- Das Suffixoid **-reich** bedeutet „*etwas enthält viel*“: wasserreich – mit viel Wasser, erfolgreich – mit gutem Erfolg, sauerstoffreich – mit viel Sauerstoff

Aufgabe 12 Suchen Sie weitere Beispiele – sie müssen nicht zum Thema Werkstoffe passen!

-bar	erreichbar, lesbar,
-los	lustlos,
-reich	kinderreich,
-arm	fettarm,
-frei	schadstofffrei,

Aufgabe 13 Formulieren Sie die Sätze um, indem Sie Adjektive mit -bar oder -los verwenden.

Modell: Diese Aufgabe ist leicht zu **lösen**. → Diese Aufgabe ist leicht **lösbar**.

a) Aber jener Auftrag ist nicht zu **machen**.

b) Der Werkstoff Gusseisen kann nicht **geschmiedet** werden.

c) Mit gutem Werkzeug lässt sich dieser Werkstoff **ohne Mühe** bearbeiten.

d) Eisen lässt sich besser **verformen** als Bronze.

e) Ein guter Metallarbeiter wird niemals **ohne Arbeit** sein.

Aufgabe 14 Formulieren Sie die Sätze um, indem Sie statt der kurzen Relativsätze Adjektive mit -frei, -arm oder -reich verwenden.

a) Gute Messer werden aus Stahl, der **nicht rosten** kann, hergestellt.

b) Wüsten und Steppen sind Gegenden, in denen es nur **wenig Wasser** gibt.

c) Österreich ist ein Land, das **viel Wasser** hat, deshalb produziert es viel Strom aus Wasserkraftwerken.

Aufgabe 15

Partnerarbeit

Welche Adjektive kann man aus diesen Nomina ableiten? Machen Sie Notizen zur Bedeutung und gebrauchen Sie die Wörter dann in einem sinnvollen Kontext, indem Sie damit Sätze bilden.

Nomina	Adjektive	Notizen zur Bedeutung
Ölreichtum		
Handlungsfähigkeit		
Arbeitslosigkeit		
Sauerstoffarmut		
Stickstoffreichtum		
Schiffbarkeit		
Fischreichtum		
Vielfältigkeit		
Schlaflosigkeit		
Phantasielosigkeit		
Ideenreichtum		
Verwendbarkeit		
Aufnahmefähigkeit		
Verformbarkeit		
Einsetzbarkeit		


Zusammengesetzte Adjektive

Zur Beschreibung von Materialien, Werkstoffen und neuen Produkten benötigt man viele zusammengesetzte Adjektive (Adjektivkomposita). Das Grundwort wirkt wie ein Suffix, daher heißt es Suffixoid. In der Technik entstehen so laufend neue Wörter, z. B.:

Grundwort (Suffixoid)	Bedeutung	Beispiele
-fest	fest, resistent gegen den Einfluss von ...	korrosionsfest, verschleißfest, wetterfest, druckfest, wasserfest
-beständig	unveränderlich, sicher gegen den Einfluss von ...	korrosionsbeständig, temperaturbeständig, lichtbeständig, verschleißbeständig
-fähig	es kann, ist in der Lage	verformungsfähig, reaktionsfähig
-haltig	es enthält	nickelhaltig, sauerstoffhaltig

Aufgabe 16 Was passt zusammen? Verbinden Sie.

Achtung Bei den Adjektiven gibt es 2 Synonyme!

wetterfest		ein Material, das sich auch bei sehr starkem Verschleiß nicht ändert oder verbraucht
korrosionsfest		
temperaturbeständig		ein wasserundurchlässiges Material
verschleißbeständig		ein Metall, das durch Oxidation nicht oder fast nicht zersetzt werden kann
verschleißfest		
verformungsfähig		ein Material, das gegen Wind, Regen und Eis schützt
druckfest		ein Material, das sich gut verformen lässt
wasserfest		ein Material, das gegen hohe und tiefe Temperaturen resistent ist
chromhaltig		ein Material, das sich bei Licht nicht verändert
lichtbeständig		eine Verbindung, die Chrom enthält
korrosionsbeständig		ein Material, das auch hohen Druck aushält

Aufgabe 17 Erklären Sie die Bedeutung folgender Adjektive:

maßgeschneidert, formstabil, weltweit, schmelzflüssig, luftdicht

5.2. Legierungen

Aufgabe 18 Beantworten Sie die Fragen zum Text.

1. Was ist eine Legierung?
2. Welche Eigenschaften haben Legierungen?
3. Wie werden Legierungen hergestellt?
4. Welche zwei Kategorien von Legierungen gibt es?
5. Welche Sätze enthalten eine Definition?

Eine Legierung ist ein Gemisch aus mindestens zwei Komponenten, von denen mindestens eines ein Metall ist. Eine Legierung weist metallische Eigenschaften auf, z. B. Metallglanz, elektrische Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit. Die Komponenten können chemische Elemente oder chemische Verbindungen sein. Die makroskopischen Eigenschaften der Legierung unterscheiden sich von denen der Komponenten. Eine Legierung wird meist durch Mischen der Komponenten im schmelzflüssigen Zustand und anschließendem Abkühlen des Gemischs hergestellt. Es ist aber auch möglich, Legierungen durch Vermischen von Pulvern und anschließendem Sintern herzustellen. Beim Sintern werden keramische oder metallische Stoffe unter Druck erhitzt und geformt. Entsprechend der Anzahl der in der Legierung enthaltenen Komponenten bezeichnet man das System als Zwei- oder Mehrstoffsystem.

Nach: www.uni-protokolle.de/Lexikon/Legierung.html

Aufgabe 19 a) Markieren Sie im Modellsatz das Attribut zum Partizip II.

Modellsatz:

Entsprechend der Anzahl der in der Legierung enthaltenen Komponenten bezeichnet man das System als Zwei- oder Mehrstoffsystem.

b) Ergänzen Sie die Lücken.

Ein Zweistoffsystem ist eine _____, die
 _____ Komponenten _____.
 Mit _____ wird eine Legierung _____
 _____, die mehrere _____ enthält.

Häufig verwendete Legierungen

In der Industrie arbeitet man mit sehr vielen unterschiedlichen Legierungen. Die folgende Liste enthält Beispiele für Legierungen, die häufig verwendet werden.

Aufgabe 20 Verbinden Sie die Namen der Legierungen mit den Erklärungen bzw. Definitionen.

Bronzen		sind Legierungen von Eisen mit Nickel, Chrom und weiteren Zusätzen.
Messing		ist eine Sammelbezeichnung für Legierungen aus mindestens 50 % Kupfer und Zink.
Stellit		sind Legierungen aus Kupfer und Zinn.
Silumin		ist eine Sammelbezeichnung für nicht plastisch verformbare Legierungen aus Eisen und 3–5 % Kohlenstoff.
Gusseisen		ist eine Sammelbezeichnung für plastisch verformbare Legierungen aus Eisen und höchstens 2,06 % Kohlenstoff.
Stahl		ist eine Legierung aus Aluminium; Kupfer, Mangan, Magnesium und Silizium.
Nichtrostende Stähle		ist eine Legierung aus Kobalt, Chrom, Wolfram, Eisen und Kohlenstoff.
Duralumin		besteht aus Wolfram, Kobalt, Kohlenstoff und Titan.
Widia		ist eine Aluminium-Silizium-Legierung.

Aufgabe 21 Unterstreichen Sie im Text und in der Tabelle zum Thema Legierungen alle *Präpositionen* und setzen Sie dann die richtigen Wörter in die Lücken ein.

Eine Legierung ist ein Gemisch _____ mindestens zwei Komponenten, _____ denen mindestens eines ein Metall ist. Bronze ist eine Sammelbezeichnung _____ Legierungen _____ Kupfer und Zink. Eine Legierung kann entweder _____ Mischen _____ flüssigen Komponenten oder _____ Mischen von Pulvern und anschließendes Sintern hergestellt werden. _____ Stahl ist Eisen und Kohlenstoff enthalten. Welche Legierung besteht _____ Wolfram,

Kobalt, Kohlenstoff und Titan? Wodurch unterscheidet sich Gusseisen
_____ Stahl? Und wie heißen Legierungen _____ Eisen
_____ Nickel, Chrom und weiteren Zusätzen?

Aufgabe 22 Schreiben Sie 9 Sätze zu verschiedenen Legierungen und verwenden Sie dabei *alle* angegebenen Redemittel.



Redemittel ... für Definitionen

Verb	Redemittel	Beispielsatz
sein	... ist sind ...	Bronzen sind Legierungen aus Kupfer und Zinn.
verstehen	unter ... versteht man ...	Unter Bronzen versteht man Legierungen aus Kupfer und Zinn.
bezeichnen	als etwas bezeichnen ... wird als ... bezeichnet	Legierungen aus Kupfer und Zinn werden als Bronzen bezeichnet.

Aufgabe 23 Informieren Sie sich über die Legierungen von Aufgabe 20 und deren Verwendung. Suchen Sie zu jeder Legierung drei passende Adjektive und stellen Sie Ihre Ergebnisse im Plenum vor. Gebrauchen Sie dabei auch folgende Redemittel:

Recherche

Redemittel ... zum Beschreiben

- bestehen aus
- eine Bezeichnung für
- Kombination von ... mit ...
- enthalten sein in
- herstellen durch
- sich unterscheiden von
- gehören zu

5.3. Keramik und Glas

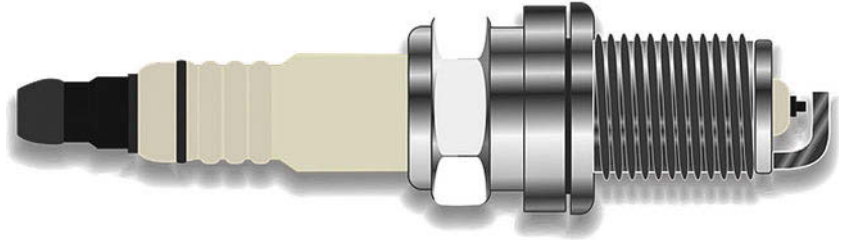


Abb. 6: Zündkerze, Isolator aus Porzellan



Abb. 7: Leselupe, ©Niabot, wikipedia.org

Aufgabe 24 Formulieren Sie eine Zwischenüberschrift zu jedem Abschnitt.

Keramik und Glas sind hart und haben teilweise hohe Schmelztemperaturen. Ähnlich wie Metalle werden sie seit Jahrtausenden verwendet, von der Antike bis in die Moderne. Im Lauf der menschlichen Kulturgeschichte wurden die verschiedensten Gegenstände aus Keramik und Glas entwickelt - vom Tongefäß über Porzellan bis hin zu Hitzeschilden von Raumfähren und Glasfaserkabeln in der Telekommunikation.

Keramik ist ein anorganisches kristallines Material. Ziegelsteine, Geschirr und Sanitäreinrichtungen aus Porzellan oder Steinzeug werden

im Alltag gebraucht. Von der chemischen Zusammensetzung her basieren die klassischen Keramiken (Tongut, Steinzeug, Porzellan) auf Silikaten, insbesondere Alkali- und Erdalkali-Alumosilikaten und Siliziumdioxid. Die Hochtemperaturkeramik, die sich in technischen Anwendungen findet, setzt vorwiegend Aluminiumoxid und weitere Metalloxide ein sowie Carbide und Nitride (also Kohlenstoff- bzw. Stickstoff-Verbindungen, beispielsweise von Silizium, Bor und anderen Metallen). Auch reiner Kohlenstoff in Form von Diamant, das härteste in der Natur vorkommende Material, gehört zu dieser Werkstoffklasse. Keramik ist hart und (druck)fest, aber auch sehr spröde: Ein Lastwagen könnte auf vier Porzellantassen stehen – fällt aber eine Tasse auf den Boden, zerbricht sie bekanntlich sofort.

Glas ist im Unterschied zu Keramik nicht kristallin, sondern amorph. Die Atome sind darin also nicht regelmäßig-periodisch angeordnet. Chemisch besteht mineralisches Glas neben Siliziumdioxid aus Natrium-, Kalzium- und Kaliumoxiden in verschiedenen Mischungsverhältnissen, und es enthält Beimengungen von Boroxiden (zur Erhöhung der chemischen und Temperatur-Beständigkeit) oder Bleioxiden (hohe Lichtbrechung und hohe Dichte).

Glas ist bei Zimmertemperatur eine „eingefrorene Flüssigkeit“ und verhält sich wie ein spröde-elastischer Körper: Beim (insbesondere raschen) Abkühlen der Glasschmelze unterbleibt eine Kristallisation aufgrund der hohen Viskosität (Zähflüssigkeit) der Schmelze, da die

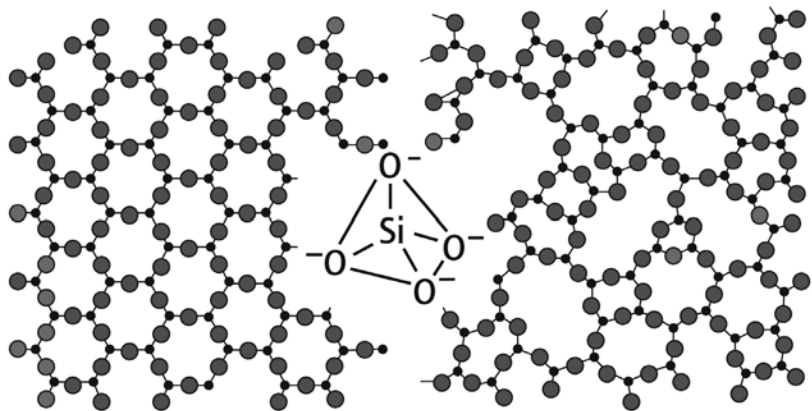


Abb. 8: Glas – die „eingefrorene Flüssigkeit“: links die kristalline Struktur, rechts die „ungeordnete“ Glasstruktur, Weitze/Berger 2013:37

Umlagerung der Atome zu Kristallen behindert wird. Mit dieser Definition können neben den mineralischen Gläsern auch organische Stoffe oder Metalle Gläser bilden.

Die hohe optische Transparenz prädestiniert mineralisches Glas für Anwendungen wie Linsen, Fensterscheiben in Gebäuden und Glasfasern in der Telekommunikation. Glas ist undurchlässig für Gase und chemisch sehr beständig, mithin auch ein geeignetes Material für Verpackungen und Behälter. Glas ist gegenüber Wasser und Säuren resistent, deshalb wird Glas für die Endlagerung von toxischen und radioaktiven Abfällen benutzt.

Nach: Weitze/Berger 2013:34 ff.

Aufgabe 25 Beantworten Sie die Fragen zum Text:

1. Was sind die Vorteile von Glas und Keramik?
2. Welche Eigenschaften hat Keramik?
3. Was ist die chemische Zusammensetzung von klassischer Keramik?
4. Was ist die chemische Zusammensetzung von Hochtemperaturkeramik?
5. Was ist die chemische Zusammensetzung von Glas?
6. Welche Eigenschaften hat Glas?
7. Für welche Anwendungsgebiete ist Glas besonders geeignet?
8. Warum sind Gefäße in der Chemie aus Glas?
9. Warum ist der Mantel der Zündkerze aus Keramik?

Aufgabe 26 Schreiben Sie die Sätze fertig.

Das Gegenteil von „die hohe chemische Resistenz“ ist eine

„ _____ chemische _____ “.

Man kann radioaktive Abfälle in Glas endlagern, weil _____

_____.

Glas ist ein geeignetes Material für Flaschen, weil _____

_____.

Im Gegensatz zu Keramik ist Glas _____

_____.

Aufgabe 27 Markieren Sie die *Präpositionen* in den nominalen Ausdrücken und wandeln Sie diese in Nebensätze um. Verwenden Sie dabei die angegebenen Konjunktionen.

Grammatik

Modell:

Nominal als Präpositionalphrase:

Wegen der nicht regelmäßig-periodischen Anordnung seiner Atome ist Glas amorph.

Verbal als Nebensatz:

Glas ist nicht amorph, **weil** seine Atome nicht regelmäßig-periodisch angeordnet sind.

weil / da

a) Infolge der regelmäßig-periodischen Anordnung seiner Atome ist Keramik kristallin.

b) Aufgrund der hohen Viskosität (Zähflüssigkeit) der Schmelze wird die Umlagerung der Atome zu Kristallen behindert.

c) Durch seine hohe optische Transparenz ist mineralisches Glas für Anwendungen wie Linsen, Fensterscheiben und Glasfasern in der Telekommunikation prädestiniert.

d) Aufgrund seiner Resistenz gegenüber Wasser und Säuren wird Glas für die Endlagerung von toxischen und radioaktiven Abfällen benutzt.

um zu / damit

- e) Zur Erhöhung der chemischen und Temperatur-Beständigkeit werden mineralischem Glas Boroxide beigemengt.

- f) Für die Erreichung von hoher Lichtbrechung und hoher Dichte werden mineralischem Glas Bleioxide beigemengt.

- g) Für die Herstellung unterschiedlichster Alltagsgegenstände ist Keramik seit Jahrtausenden ein viel verwendeter Werkstoff.

- h) Man benützt Keramik sowohl zur traditionellen Herstellung von Geschirr, Porzellan, Wasch- und Toilettenbecken als auch für hochmoderne Hitzeschilder von Raumfähren oder Glasfaserkabeln.

5.4. Kunststoffe

Besser als die Natur, haltbar, kostengünstig – Kunststoffe sind vielseitig. Kunststoffe sind für Chemiker Polymere, in der Regel mit den Hauptbestandteilen Kohlenstoff und Wasserstoff: Die langen Molekülketten (Makromoleküle) sind aus einer großen Anzahl sich wiederholender Monomereinheiten aufgebaut. Das Bauprinzip entspricht somit demjenigen der Proteine und Kohlenhydrate. Ihre geringe Dichte und niedrige Verarbeitungstemperaturen machen diese Materialien als Werkstoff interessant. Kunststoffe werden jährlich zu 100 Millionen Tonnen hergestellt. In der über einhundertjährigen Geschichte der Kunststoffe wurden immer neue Sorten entwickelt. Viele dieser Polymere bauen sich aus organischen Monomeren auf, die wiederum auf der Basis von Erdöl, Erdgas oder anderen Naturstoffen hergestellt werden. Bei ihrer Herstellung müssen die Monomere zu den Makromolekülen polymerisiert werden. Die Eigenschaften der Kunststoffe hängen dabei vom chemischen Aufbau der Monomere, der Art ihrer Verknüpfung in der Molekülkette und der Anordnung der Kette selbst ab. Durch Zugabe von sogenannten Weichmachern kann die Beweglichkeit der Ketten erhöht werden, andere Additive verbessern die Licht- oder die Temperaturbeständigkeit.

→ In den Kunststoffen sind viele kleine Bausteine kovalent miteinander zu langen Ketten verbunden. Hermann Staudinger eröffnete 1920 mit dieser Vorstellung, die lange umstritten war, aber zunehmend experimentell untermauert wurde, den Weg zur gezielten Herstellung von Kunststoffen wie Polyvinylchlorid. 1953 erhielt er den Chemie-Nobelpreis für seine grundlegenden Arbeiten zur Polymerchemie.

Nach: Weitze/Berger: Werkstoffe 2013:38 f.

Aufgabe 28 Tragen Sie die Informationen in Stichworten in die Tabelle ein:

Kunststoff	
Bestandteile	

Aufbau	
Werkstoff- eigenschaften	
Herstellung	

Aufgabe 29

Formulieren Sie grammatisch korrekte Sätze über Methoden. Wandeln Sie dazu die nominalen Präpositionalphrasen in Nebensätze um. Verwenden Sie dabei die Konjunktionen „dadurch dass“ und „indem“.

Modell:

Nominal als Präpositionalphrase:

Durch Zugabe von sogenannten Weichmachern kann die Beweglichkeit der Ketten erhöht werden.

Verbal als Nebensatz:

Dadurch, dass man sogenannte Weichmacher **dazu gibt**, kann die Beweglichkeit der Ketten erhöht werden.

Indem man sogenannte Weichmacher **dazu gibt**, kann die Beweglichkeit der Ketten erhöht werden.

- Durch Zugabe verschiedener Additive kann man die Licht- oder die Temperaturbeständigkeit verbessern.
- Durch Legieren mit Zinn wird der Schmelzpunkt von Bronze verringert.
- Durch Zulegieren von Kohlenstoff lässt sich die Schmelztemperatur von Eisen senken.
- Stahl wird durch die Legierung seines Hauptbestandteils Eisen mit bis zu 4 Prozent Kohlenstoff sowie weiteren Elementen hergestellt.
- Unter gleichmäßigem Rühren der Sahne sowie Mischen mit Zucker, Ei und Zitrone entsteht eine leckere Creme.

Finden Sie noch weitere Beispiele?

Polymertypen

Aufgabe 30 Schauen Sie auf die Tabelle unten und entscheiden Sie: Welches Bild entspricht welchem Polymertyp?

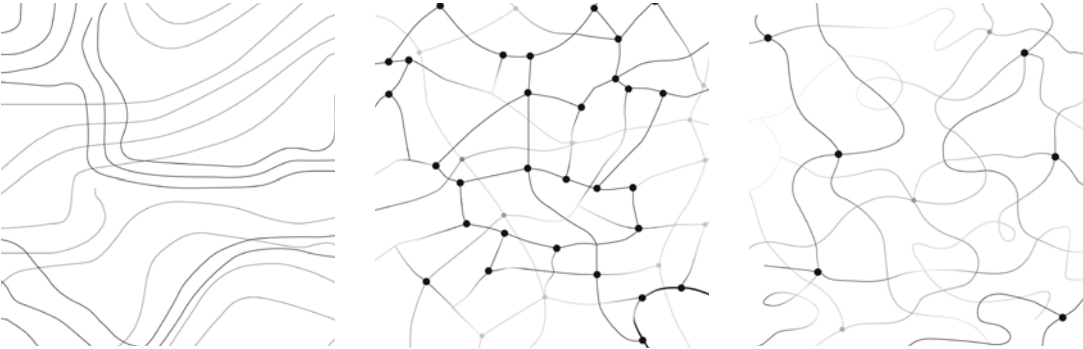


Abb. 9: Aufbau von Kunststoffen, Weitze/Berger 2013:40

Polymertypen mit verschiedenen Eigenschaften

Polymertyp	Eigenschaften	Struktur	Beispiel-Kunststoff
Thermoplaste	Werden beim Erwärmen plastisch verformbar, schmelzbar	Lineare oder nur geringfügig verzweigte Molekülketten	Polyvinylchlorid (PVC), Polystyrol, Polyethylenterephthalat (PET)
Duromere	Sind auch beim Erwärmen nicht schmelzbar und nur begrenzt verformbar	Räumlich eng und starr vernetzte Molekülketten	Phenolharze, Melaminharz, Polyesterharz
Elastomere	Gummielastisch	Molekülketten mit weitmaschigen Vernetzungen	Kautschuke

Aufgabe 31 Welche Gegenstände werden aus welchem Polymertyp hergestellt? Tragen Sie die Anwendungsbeispiele ein.

Abwasserrohre, Autoreifen, Bremsbeläge, Campinggeschirr, Dichtungen, Haushaltsgummis, Steckdosen, Getränkeflaschen, Tragetaschen

1. Thermoplaste

2. Duromere

3. Elastomere

Aufgabe 32

Technische
Gespräche

Rätselraten:

Beschreiben Sie ein *Produkt aus Kunststoff* (Eigenschaften, Größe, Farbe, Funktion ...), *ohne seinen Namen zu nennen*. Die Kursteilnehmer sollen den Gegenstand erraten.

5.5. Smart Materials: Die Ära der denkenden Dinge beginnt

Aufgabe 33

Unterstreichen Sie im Text „Smart Materials“ 25 besonders wichtige Fachwörter und diskutieren Sie, warum Sie diese für wichtig halten.

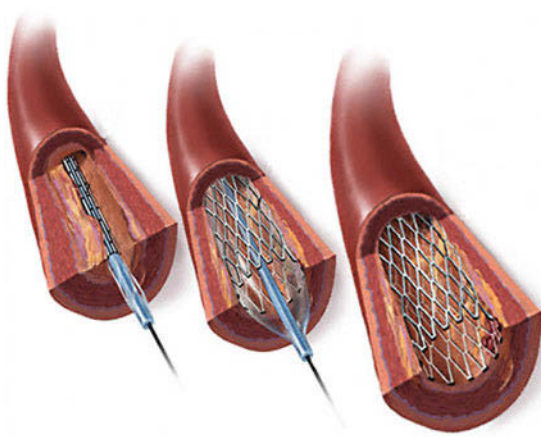
Neue Werkstoffe oder Smart Materials bilden einen Markt, der in den nächsten Jahren aus Stahlanbietern und Kunststoffherstellern völlig neue Unternehmen machen wird. Und zwar Unternehmen einer effizienteren und ökologischeren Produkt-Ära. Es werden immer mehr Werkstoffe entwickelt, die ihre physikalischen Eigenschaften unter bestimmten Umweltbedingungen verändern. Das hat den unschlagbaren Vorteil, dass sie keine zusätzlichen Steuerungen durch Computer und Motoren brauchen und so das Gesamtpaket günstiger und in der Regel auch nachhaltiger machen. Andere Werkstoffe bieten neue Eigenschaften, die auf ganz bestimmte Situationen angepasst sind, und erreichen dies durch die Legierung oder Fusion unterschiedlicher Ausgangsstoffe.

Rund 70 Prozent aller technischen Innovationen in Deutschland beruhen auf neuen Werkstoffen, Verbundwerkstoffen, innovativen Werkstofflegierungen und neuen intelligenten Hybridwerkstoffen, die durch die Fusion unterschiedlicher Ausgangsmaterialien wie Metall und Plastik entstehen.

Neue Werkstoffe in der Hightech-Medizin

In der modernen Gefäßchirurgie, wo mithilfe winziger Klammergerüste (so genannte Stents) gearbeitet wird, kommen die intelligenten Hightech-Werkstoffe zum Einsatz. Das hilft Patienten, deren Gefäße am Herz verengt oder verschlossen sind. Stents sind Mikroteile, die in Gefäße implantiert werden, damit das Blut weiter fließen kann. Die Stents der Zukunft bestehen aus intelligenten Hybridmaterialien: Sie werden (...) direkt in die Ader injiziert und nehmen im kranken Gefäß selbstständig die gewünschte Form an: Das Gefäß wird weiter und das Blut zirkuliert besser. Keine Steuerung von außen ist notwendig. Die Körpertemperatur führt zur Veränderung des Materials.

ITZ – Institut für Trend- und Zukunftsforschung, www.zukunftpassiert.de



Durch ein Blutgefäß kann das Blut nicht mehr richtig fließen, da es durch Ablagerungen verstopft ist. In die Ader wird ein Stent – eine Art „Ballon“ – eingeführt, der von einem stabilen Netz umgeben ist. Der Ballon bläst sich selbstständig auf, damit nimmt das Netz die gewünschte Form an und hält das Blutgefäß offen. Das Blut kann wieder normal zirkulieren.

Abb. 10: Stent, kardionet.com

Brücken zum Kleben und Lacke als Solarzellen

Im hessischen Friedberg wurde die europaweit erste Brücke aus Kunststoff eingeweiht. Sie haben richtig gelesen: Kunststoff. (...) Die Haltbarkeit der Kunststoffbrücke ist um ein Dreifaches höher als bei Eisen- und Stahlkonstruktionen. Die Leichtbaubrücke wurde auf die Pfeiler »aufgeklebt« und wenige Stunden später rollten die ersten Autos darüber. Weitere Beispiele: Mercedes-Benz hat intelligente Lacke erprobt, die als Solarzellen fungieren. Strom für die Lichtmaschine produziert zu großen Teilen dann die Außenhaut des Autos, was wiederum den Spritverbrauch auf 100 Kilometer um einen Liter reduziert.

ITZ – Institut für Trend- und Zukunftsforschung, www.zukunftpassiert.de

Aufgabe 34 Gruppenarbeit

Erstellen Sie ein Poster zum Thema Smart Materials.

Grammatik zum Thema „Die Ära der denkenden Dinge ...“: Partizipialsätze

Sie kennen alle das Partizip II (auch: Partizip Perfekt), das zur Bildung des Perfekts gebraucht wird:

z. B.: produzieren - (er hat) *produziert*, forschen - (sie hat) *geforscht*.

Es dreht sich dabei immer um eine *abgeschlossene* Handlung. **Etwas ist bereits geschehen.**

Seltener wird das Partizip I (auch: Partizip Präsens) verwendet, es hat immer mit einem gerade *ablaufenden* Prozess zu tun. **Etwas geschieht gerade.**

Partizip I	Partizip II	Perfekt	Infinitiv
produzierend	produziert	er hat produziert	produzieren
forschend	geforscht	sie hat geforscht	forschen

Grammatik-Tipp

Regel

Das Partizip I passt zu einem Prozess, der gerade stattfindet und noch nicht fertig ist – ein gerade **stattfindender** Prozess:

z. B.: *Die Ära der denkenden Dinge beginnt.*

Das Partizip II passt zu einem Prozess, der bereits abgeschlossen ist und **stattgefunden hat**:

z. B.: *Staudinger hat 1953 den Chemie-Nobelpreis erhalten.*

Aufgabe 35 Ergänzen Sie die Tabelle.

Infinitiv	Partizip I	Partizip II
	denkend	
funktionieren		
		hergestellt
		entstanden
speichern		
fließen		
		geschmolzen
formen		
	verändernd	
enthalten		
		isoliert
	schwingend	
oxidieren		

Aufgabe 36 Bilden Sie Sätze mit dem Partizip I oder dem Partizip II.



Beispiel: dieses Mineral – nur selten vorkommen (I) – (kostbar sein)
Dieses nur selten vorkommende Mineral ist extrem kostbar.

- a) die Struktur – gezielt verändern (II) – (Material verbessern)
- b) die Temperaturbedingungen – sich verändern (I) – (Material strapazieren)
- c) die Lacke – als Solarzelle funktionieren (I) – (Strom erzeugen)
- d) die Verarbeitung – erleichtern (II) – (Kosten sparen)
- e) der Anteil – überwiegen (I) – (an Innovationen – Werkstoffe bilden)
- f) eine Methode – den Spritverbrauch reduzieren (I) – (Geld sparen)
- g) das Blutgefäß – durch einen Stent vergrößern (II) – (wieder funktionieren)
- h) der Stent – das Blutgefäß vergrößern (I) – (Leben retten)
- i) Werkstoffe – in der Medizintechnik zum Einsatz kommen (I) – (getestet werden)
- j) Neue Hybridwerkstoffe – durch Fusion verschiedener Ausgangsmaterialien entstehen (I) – (teuer sein)

Aufgabe 37 *Recherche und Präsentation*

Technische
Gespräche

Recherchieren Sie im Internet über Smart Materials. Beschreiben Sie einen intelligenten Werkstoff aus einem der folgenden Bereiche:

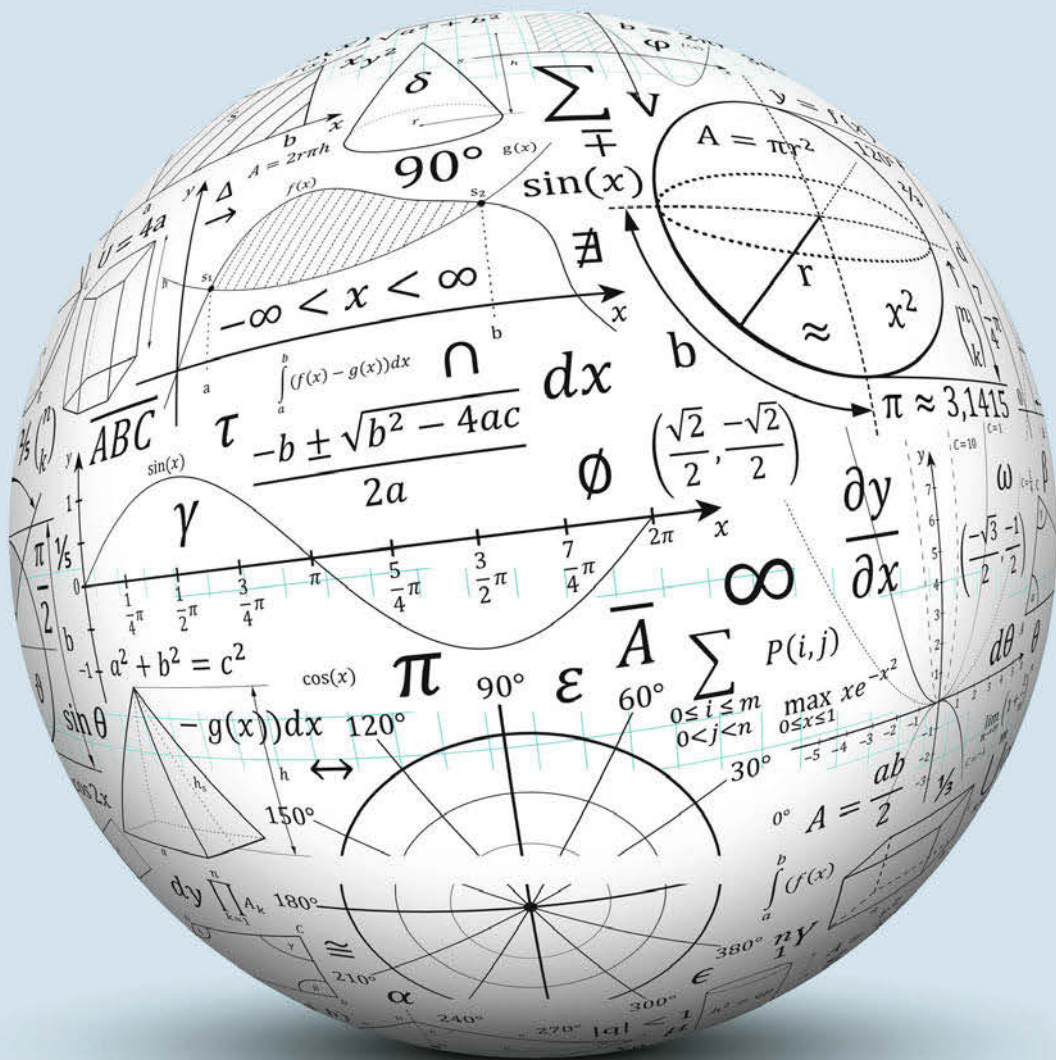
- Medizintechnik
- Energietechnik
- Fahrzeugbau / Luftfahrt
- Elektronik / Adaptronik
- Umwelttechnik

Redemittel

- Ich möchte Ihnen / euch das Material ... vorstellen
- Es wird im Bereich ... eingesetzt und funktioniert nach dem Prinzip ...
- Konkrete Anwendungsbeispiele sind ...
- Vorteile gegenüber traditionellen Materialien sind ...
- Nachteile könnten sein: ...
- Interessant / wichtig finde ich ...
- Ich habe die Informationen von ...

Literatur

- ITZ – Institut für Trend- und Zukunftsforschung
www.zukunftpassiert.de/smart-materials-die-ara-der-denkenden-dinge-beginnt/ (zuletzt aufgerufen am 01.06.2014)
- www.uni-protokolle.de/Lexikon/Legierung.html (zuletzt aufgerufen am 16.06.2014)
- Weitze, Marc-Denis; Berger, Christina: Werkstoffe. Unsichtbar, aber unverzichtbar. Technik im Fokus. Springer Vieweg, Berlin Heidelberg 2013



Kapitel 6

Mathematik auf Deutsch 2

Vertiefung / Erweiterung

6.1. Mengenlehre

In der alltäglichen Sprache bedeutet das Wort *Menge* die unbestimmte Anzahl *viel* oder *vielen*: Eine Menge Geld, eine Menge Autos, eine Menschenmenge, eine Menge Sterne usw.

In der mathematischen Fachsprache wurde der Begriff Menge von GEORG CANTOR (1845 – 1918) so definiert: „Eine **Menge** ist eine Zusammenfassung bestimmter **wohl-unterscheidbarer** Objekte (...) zu einem Ganzen. Diese Objekte werden **Elemente** der Menge genannt.“

Das Wort *wohlunterscheidbar* bedeutet, dass man die einzelnen Elemente genau voneinander unterscheiden kann und dass also keine zwei Elemente gleich sein dürfen.

6.1.1. Symbole und deren Aussprache

Das Symbol \in drückt aus, dass ein Element in einer Menge enthalten ist oder zu einer Menge gehört.

Das Symbol \notin drückt aus, dass ein Element in einer Menge *nicht* enthalten ist.

Symbolschreibweise	Gesprochen	Beziehung
$2 \in A$ $3 \in B$ $6 \in A ; 8 \in A$	2 ist Element von A 3 Element B 6 in A / 8 aus A	Inklusion
$1 \notin A$ $3 \notin A$ $2 \notin B$	1 ist nicht Element von A 3 ist kein Element von A 2 ist nicht in B	Exklusion

Mengen werden mit **großen kursiven** lateinischen Buchstaben *A, B, C, ...*, ihre **Elemente** mit **kleinen** lateinischen Buchstaben *a, b, c* (allgemein) oder einzeln/konkret geschrieben.

Die einzelnen Elemente, z. B. 1, 2, 3, ... werden in **geschweifte** Klammern gesetzt: z. B. $N = \{1, 2, 3, \dots\}$

Zur Erinnerung Es gibt runde Klammern (...), eckige Klammern [...] und geschweifte {...} Klammern.

In unserem Beispiel werden mehrere Elemente der Menge *N* angegeben. Diese trennt man durch **Komma**. Hat ein Element schon ein Komma, dann benutzt man ein **Semikolon (;)** z. B. $D = \{1,3; 1,5; 3,7\}$

Aufgabe 1 Lesen Sie die Formeln laut vor und verwenden Sie dabei folgenden Wortschatz:

die Menge | die Primzahl | das Vielfache | kleiner / größer (als)
bestehen aus | enthalten

$$A = \{1, 2, 3, 5, 7\} \quad B = \{1, 2; 2, 4; 4, 8; 9, 6\}$$

Aufgabe 2 Schreiben Sie sieben Mengen in mathematischer Schreibweise auf. Sie und Ihr Partner sollen diese Mengen laut lesen.

Partnerarbeit

\mathbb{N} ist die Menge der natürlichen Zahlen, das Symbol \wedge bedeutet „und“.

Für das Symbol $|$ sagt man „für die gilt“.

Wenn \mathbb{N} die Menge der natürlichen Zahlen (ist), dann (ist)

$$C = \{1n < 9 \wedge n \in \mathbb{N}\}$$

oder: $\mathbb{N} = \text{Menge der natürlichen Zahlen} \Rightarrow C = \{1 < n < 9 \wedge n \in \mathbb{N}\}$

oder: $n \in \mathbb{N} \Rightarrow C = \{1 < n < 9\}$

gelesen: Wenn n ein Element der natürlichen Zahlen ist, dann ist die Menge C eine natürliche Zahl, die größer als 1 und kleiner als 9 ist.

oder: C ist die Menge aller n , für die gilt: n ist eine natürliche Zahl und n ist größer als 1 und kleiner als 9.

oder: C enthält alle n größer 1 und kleiner 9 mit n aus den natürlichen Zahlen.

Aufgabe 3 Lesen Sie folgende Mengenangaben laut und sagen Sie, welche Menge das jeweils ist. Erinnern Sie sich an die Begriffe:

kleiner, größer, kleiner gleich, Teiler, Quotient, Faktor, Produkt

$$M = \{2a \wedge a \in \mathbb{N}\} \quad S = \{7s \wedge s \in \mathbb{N} \wedge 7 \leq s < 77\}$$

Nullmenge / leere Menge

Eine wichtige Zahl in der Mathematik ist die Null (0). Sie wissen, durch 0 darf man nicht dividieren. Auch bei Mengen spielt die 0 eine Rolle.

Wir erinnern uns: In der Alltagssprache bedeutet eine Menge **viel**; z. B.: auf der Straße sind viele Menschen. Sind aber nur zwei oder drei dort, sind es **wenig**. In der Mathematik ist es eine Menge: $M = \{m_1, m_2, m_3\}$, gibt es aber keine Menschen auf der Straße, dann ist das die **leere Menge**: $M = \{\}$ oder $M = \emptyset$.

Die Menge $M = \{0\}$ hat ein Element, nämlich 0.

(Das klingt sehr abstrakt – aber so ist die Sprache der Mathematik.)

Die Menge aller Lösungen einer Gleichung heißt Lösungsmenge.

Aufgabe 4 Diktieren Sie Ihrem Lernpartner die folgenden Mengenbeschreibungen.
Partnerarbeit Sie sprechen und Ihr Partner schreibt Ihre Angaben in Symbolschreibweise auf. Während Sie sprechen, muss Ihr Partner sein Buch geschlossen halten. Erst nach dem Diktat wird kontrolliert, und dann tauschen Sie die Rollen!

Partner A	Partner B
$M_1 = \{4, 5, 6, 7\}$ $4 \in M_1$; $8 \notin M_1$	$M_2 = \{5, 6, 7, 8\}$ $6 \in M_2$; $4 \notin M_2$
$M_3 = \{n \mid n \in \mathbb{N} \wedge 7 < n < 70\}$	$M_4 = \{n \mid n \in \mathbb{N} \wedge 8 < n < 88\}$
$M_5 = \{n \mid 2 < n < 100 \text{ mit } n \in \mathbb{N}\}$	$M_6 = \{n \mid 3 < n < 130 \text{ mit } n \in \mathbb{N}\}$

Aufgabe 5 Welche Aussagen zu den Mengen M_1 bis M_6 sind falsch, welche sind richtig? Kreuzen Sie an und schreiben Sie in Worten!

$3 \notin M_2$ richtig ☐ falsch ☐

$5 \in M_1 \wedge 5 \notin M_2$ richtig ☐ falsch ☐

$7 \in M_2 \wedge 7 \in M_1$ richtig ☐ falsch ☐

$35 \in M_3$ richtig ☐ falsch ☐

$40 \notin M_4$ richtig ☐ falsch ☐

$M_5 < M_6$ richtig ☐ falsch ☐

$M_4 > M_3$ richtig ☐ falsch ☐

Aufgabe 6 Formulieren Sie eine definierende Aussage für eine Menge M_7 :

$M_7 = \{ \hspace{10cm} \}$

... und lesen Sie diese Beschreibung laut vor. Versuchen Sie, mehrere Varianten des sprachlichen Ausdrucks zu gebrauchen.

Aufgabe 7 Ergänzen Sie die Lücken im Text:

Endliche und unendliche Mengen

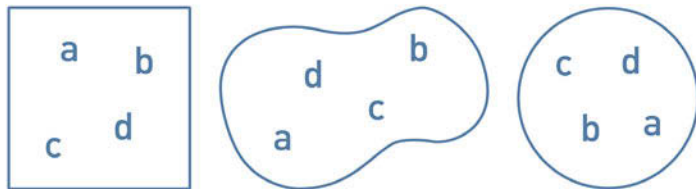
Die Mengen M_1 bis M_6 _____ aus einer endlichen Anzahl von _____; deshalb heißen sie

_____ Mengen. Dagegen _____

die unendliche Menge \mathbb{N} _____ unendlich vielen Elementen.

6.1.2. Mengendiagramme und Mengenverknüpfungen

Mengen lassen sich auch grafisch darstellen, indem die Elemente der Menge durch eine geschlossene Linie eingekreist werden; man spricht dann von einem Mengendiagramm. Die Form der Begrenzungsline ist dabei beliebig: $A = \{a; b; c; d\}$



Aufgabe 8 Handelt es sich um verschiedene oder um gleiche Mengen?
Erklären und begründen Sie Ihre Antwort mathematisch.

Teilmengen

Ein Vergleich der zwei Mengen $A = \{a; b; c; d\}$ und $B = \{a; b; c; d; e; f\}$ zeigt, dass die Elemente von A auch in B enthalten sind. A ist also eine *Teilmenge* von B , denn alle Elemente von A befinden sich auch in B .



$$A \subset B$$

Man sagt: A ist *Teilmenge* von B .

Manchmal verwendet man auch den Ausdruck: A ist *Untermenge* von B ; und B ist *Obermenge* von A . $B \supset A$

Wenn A keine *Teilmenge* von B ist, verwendet man das Symbol $\not\subset$: $A \not\subset B$

Aufgabe 9 Gibt es eine *Teilmenge* folgender Mengen für $n \in \mathbb{N}$?

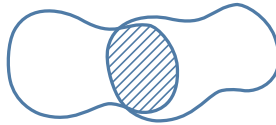
$$M_1 = \{2 \cdot n\} \text{ und } M_2 = \{4 \cdot n\}$$

Schreiben Sie Ihre Lösung auf und lesen Sie alles vor.

Schnittmenge

Zwei (oder mehrere) Mengen können gemeinsame Elemente besitzen. Die Menge dieser gemeinsamen Elemente heißt *Schnittmenge* oder *Durchschnittsmenge* (Kurzform: Durchschnitt) und wird mit dem Symbol \cap gekennzeichnet.

Für $A \cap B$ sagt man: A geschnitten mit B .



$$A = \{a; b; c; d\} \quad B = \{a; b; c; d; e; f\}$$

Die formale Definition lautet: $S = A \cap B = \{x \mid x \in A \wedge x \in B\}$

Man kann dazu *einfach* sagen: S enthält alle Elemente x , die in A und B sind.

Der *komplexe* Satz lautet: Die *Durchschnittsmenge* S von A geschnitten B ist die Menge aller Elemente, für die gilt: x ist Element aus A und x ist Element aus B .

Aufgabe 10 Gibt es eine Schnittmenge folgender Mengen?

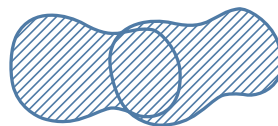
$$M_1 = \{13 \leq p \leq 57\} \quad p \in P \text{ (Primzahlen)}$$

$$M_2 = \{13 \leq u \leq 57\} \quad u \in U \text{ (ungerade Zahlen)}$$

Schreiben Sie die Zahlen auf und lesen Sie diese als Schnittmenge S von M_1 und M_2 vor.

Vereinigungsmenge

Wenn man die Elemente von zwei (oder mehreren) Mengen zusammenfasst, entsteht eine Menge mit mehr Elementen als in den Einzelmengen (Ausnahme: $A = B$). Sie heißt *Vereinigungsmenge* (kurz: Vereinigung) und wird mit dem Symbol \cup bezeichnet.



$$A = \{a; b; c; d\} \quad B = \{a; b; c; d; e; f\}$$

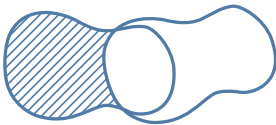
$$V = A \cup B = \{x \mid x \in A \vee x \in B\} \quad A \cup B \{a; b; c; d; e; f\}$$

Gesprochen: A vereinigt mit B , d. h. V enthält alle Elemente x , die in A oder B sind. Dabei wird das „oder“ im einschließenden Sinn gebraucht, d. h. ein Element gehört zu A oder zu B oder zu beiden.

Aufgabe 11 Vereinigen Sie die Menge \mathbb{N} (natürliche Zahlen) mit der Menge \mathbb{Z} (negative ganze Zahlen) und schreiben Sie das in mathematischen Symbolen auf. Welche Vereinigungsmenge erhalten Sie?

Differenzmenge

Die *Differenzmenge* $B \setminus A$ (Restmenge) (gesprochen: Menge B ohne Menge A , kurz: B ohne A) besteht aus der Menge von Elementen, die zwar zu B gehören, aber nicht zu A .



$$A = \{a; b; c; d\} \quad B = \{a; b; c; d; e; f\}$$

$$B \setminus A = \{e; f\}$$

Aufgabe 12 Entscheiden Sie: Passt der Satz zu der Formel?

	wahr	falsch
$V = A \cup B = \{x \mid x \in A \wedge x \in B\}$ A vereinigt mit B , d. h. V enthält alle Elemente x , die in A , aber nicht in B sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$V = B \cup A = \{x \mid x \in B \wedge x \in A\}$ B vereinigt mit A , d. h. V enthält alle Elemente x , die in A oder B , aber nicht in beiden sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$S = A \cap B = \{x \mid x \in A \wedge x \in B\}$ Alle Elemente aus A sind auch in B enthalten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$S = A \cap B = \{x \mid x \in A \wedge x \in B\}$ S enthält alle Elemente x , die in A und B sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$A \subset B$ A ist Teilmenge von B , weil alle Elemente von A auch in B enthalten sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

$A \setminus B$

wahr falsch

Unter der Differenz A der beiden Mengen A und B versteht man die Menge aller Elemente von A , die nicht zu B gehören.

☐☐

Aufgabe 13 Zeichnen Sie passende Mengendiagramme zu den Formeln.

1.

$R = \{4, 5, 6\}$

$P = \{4, 5, 6\}$

$R \cup P$

$R \setminus P$

2.

$K = \{1, 2, 3, 4, 5\}$

$L = \{3, 4\}$

$K \cap L$

$K \setminus L$

3.

$C = \{4, 5, 6, 7, 8\}$

$F = \{7, 8, 9, 10\}$

$C \cup F$

$C \cap F$

$F \setminus C$

Aufgabe 14 Lesen Sie laut vor, was Sie gezeichnet haben. Machen Sie dabei exakte Aussagen über die jeweiligen Mengen und die darin enthaltenen Elemente.

Aufgabe 15 a) Wodurch kann der Satzteil: „durch Angabe der Elemente“ ersetzt werden? Unterstreichen Sie den Nebensatz mit synonyme Bedeutung:

- indem man die Elemente angibt
- wenn man die Elemente angibt
- dass man die Elemente angibt

Nun können Sie die Textaufgabe lösen:

b) Stellen Sie die Menge $(A \setminus B) \cup (C \setminus B)$, bestehend aus den Mengen $A = \{1, 7, 3\}$, $B = \{1, 7, 2\}$, $C = \{1, 4, 5\}$ der Grundmenge G im Mengendiagramm durch Angabe der Elemente dar.

Aufgabe 16 a) Setzen Sie die richtigen Präpositionen in die Lücken ein:

Er zeichnet Mengendiagramme _____ den Formeln. Alle Elemente _____ A sind auch _____ B enthalten. A ist Teilmenge _____ B . Unter der Differenz der beiden Mengen A _____ B versteht man die Menge aller Elemente _____ A , die nicht _____ B gehören. A vereinigt _____ B enthält alle Elemente x , die _____ A , aber nicht _____ B sind. Eine bestimmte

Menge soll _____ Angabe der Elemente dargestellt werden. S ist die Schnittmenge _____ M_1 und M_2 . A ist Untermenge _____ B , und B ist Obermenge _____ A . _____ alle Primzahlen gilt: sie sind nur _____ 1 und _____ sich selbst teilbar.

b) Setzen Sie die richtigen Fragewörter in die Lücken ein und geben Sie nach Möglichkeit passende Antworten:

_____ kann diese Zahl ersetzt werden?
 _____ muss man 2 multiplizieren, um 14 zu erhalten?
 _____ denken Sie, wenn Sie das Wort „Schnittmenge“ hören? _____ weiß man, ob eine Zahl eine Primzahl ist? _____ welchem Symbol wird die Menge der rationalen Zahlen bezeichnet?

6.1.3. Weitere Symbole

Das Symbol \forall steht für die Aussage „**für alle gilt**“. Betrachten wir beispielsweise die beiden Mengen N_g (gerade, natürliche Zahlen) und N_u (ungerade, natürliche Zahlen), dann kann man so schreiben: $\forall x \in N_g \mid x$ ist eine gerade Zahl.

Gesprochen wird das: **Für alle Elemente aus N_g gilt: Sie sind eine gerade Zahl.**

Oft ist es klarer, wenn man \forall als „**für jedes**“ liest, nämlich so: **Für jedes Element x der Menge N_g gilt: Es ist gerade.**

Aufgabe 17 a) Lesen Sie bitte laut und schreiben Sie auf:

$$\forall x \in N_g: x \in \mathbb{N}$$

$$\forall x \in N_g: x \notin N_u$$



$\forall x \in N_u: \{g \notin N_g \wedge g \in \mathbb{N}\}$

b) Lesen Sie bitte laut und üben Sie mit Ihrem Lernpartner:

Logische Aussage	Gesprochen
\Rightarrow $a \Rightarrow b$ (nicht umkehrbar), aber eindeutig	aus a folgt b, aus ... folgt folglich ist ... wenn a, dann b; aber nicht: wenn b, dann a wenn ..., so ...
\Leftrightarrow $a \Leftrightarrow b$ (a und b sind gleichwertig), ein-eindeutig	wenn a dann b und wenn b dann a ... ist gleichwertig mit ist äquivalent mit gilt genau dann, wenn ... (umkehrbar)
\neg (Negation)	nicht, kein

6.2. Wortschatz und Grammatik in der Mathematik

In mathematischen Fachbüchern und Texten werden bestimmte *Verben* immer und immer wieder benutzt, d. h. sie sind *hochfrequent*. Wenn Sie die unten gesammelten Verben gelernt haben, sollten Sie mit deutschsprachigen Mathematikbüchern arbeiten können.

6.2.1. (nicht nur) Mathematik-Verben von A bis Z

Aufgabe 18



Legen Sie sich eine Kartei mit den unten stehenden Verben an. Schreiben Sie je ein Verb auf eine Karte. Im Unterricht werden Ihnen diese Verben wieder begegnen. Dann ergänzen Sie die Karteikarten – mit Beispielsätzen, einer Übersetzung oder einem verwandten Wort. Dann können Sie unterwegs jeder Zeit ein bisschen üben.

*abbilden, ableiten, etw. ablesen, angeben, auflösen, (eine Gleichung) aufstellen
beibehalten, berechnen, bestimmen, betragen, beweisen, bezeichnen, bilden
darstellen, durchführen*

*einsetzen, entscheiden, entsprechen, (Bedingungen) erfüllen, (sich) ergeben,
erfolgen, erhalten, ermitteln, ersetzen, existieren*

festlegen

kontrollieren

(eine Aufgabe) lösen

ordnen

schneiden, suchen


(über)prüfen, umformen, untersuchen

*verändern, vereinfachen, vergrößern, verkleinern, verlängern, verkürzen,
vermehren, vermeiden, vermindern, vertauschen, verwenden, vorhanden
sein, vorkommen*

wählen

zeichnen, zeigen, dass ..., zerlegen, zunehmen

6.2.2. Welche Verben passen zu welchen W-Fragen?



Aufgabe 19 Lesen Sie die Beispielsätze und schreiben Sie zehn ähnliche Sätze mit Verben aus Spalte 2. Beginnen Sie jeden Satz mit einer W-Frage. Als Inhalt für die Sätze eignet sich ein Beispiel, das eine Quadratzahl ergibt – aber Sie können auch frei andere Themen wählen.

W-Frage	Verben	Beispielsätze
Was ist das Ergebnis von ...?	ermitteln berechnen bestimmen erhalten bekommen sich ergeben entsprechen lauten	Man ermittelt die Lösungsmenge von ... Die Geschwindigkeit wird mit der Formel $s = v \cdot t$ berechnet. Der y-Wert soll bestimmt werden. Durch Umformen der Gleichung erhält man den gesuchten Wert. So bekommt man die gesuchte Zahl. Daraus ergibt sich, dass $\dots \approx$ daraus folgt ... In der Formel $s = v \cdot t$ entspricht t der Zeit und v der Geschwindigkeit. Die Antwort lautet: Ja!
Wieviel ist / sind ...?	betragen	Das Volumen beträgt ... Die Winkel α und β betragen zusammen 90° .
Was gibt es?	(vorhanden) sein existieren vorkommen / enthalten sein	In der Menge der natürlichen Zahlen sind keine negativen Zahlen vorhanden. Es existiert ein x, sodass y immer eine gerade Zahl ist. In der Menge der rationalen Zahlen kommt die Teilmenge der ganzen Zahlen vor. / In der Menge der rationalen Zahlen ist die Teilmenge der ganzen Zahlen enthalten.
Was ist richtig / falsch? Was ist wahr / nicht wahr?	(über)prüfen kontrollieren untersuchen entscheiden	Prüfen (= untersuchen, kontrollieren) Sie den Wahrheitsgehalt dieses Satzes. Entscheiden Sie, was zutrifft.

6.2.3. Was kann man mit einer Gleichung machen?

- Aufgabe 20
- a) Lösen Sie die Aufgaben in Spalte 2, 4. und 5. Zeile.
 b) Schreiben Sie kurze Imperativsätze mit den verbalen Ausdrücken aus Spalte 1:

verbaler Ausdruck	Beispiel
eine Gleichung aufstellen	Folgender Sachverhalt soll durch eine Gleichung interpretiert werden: Ein Brett hat einen Flächeninhalt von 16 m² (Quadratmetern). Seine Seiten sind x Meter bzw. y Meter lang. Gleichung: $x \cdot y = 16$
die Gleichung nach x auflösen	$x = \frac{16}{y}$
die Gleichung umformen	Formen Sie die Gleichung so um, dass auf der einen Seite die 0 steht. $x \cdot y - 16 = 0$
Werte in die Gleichung einsetzen	Setzen Sie für x, y Werte von 1 bis 5 ein.
die Gleichung grafisch darstellen	Tragen Sie x und y in ein Koordinatensystem ein und stellen Sie die Gleichung grafisch dar.

6.2.4. Verben der Aufforderung

Folgende Verben stehen für „Befehle“ in den Aufgaben und fordern Sie auf:
Tu das! Machen Sie dies! (Dieser Modus heißt Imperativ.)
Welche Bedeutungen sind Ihnen bekannt? Welche nicht?

Aufgabe 21 Schlagen Sie die unbekannten Verben im Wörterbuch nach.

deutsch	Mutter-/Lernsprache
berechnen	
zeichnen	
ermitteln	
suchen	
zeigen	
darstellen	
angeben	
abbilden	
ersetzen	

Aufgabe 22 Ergänzen Sie die fehlenden syntaktischen Varianten
Grammatik in der Tabelle.

Grammatik-Tipp Denken Sie an den Unterschied von trennbaren und nicht-trennbaren Verben!

Infinitiv	Imperativ	Passiversatz mit ist zu + Infinitiv	Passiv + Modalverb	Nominalisierung
berechnen	berechnen Sie!	... ist zu berechnen	soll berechnet werden	durch Berechnung
zeichnen				
ermitteln				
darstellen				
bilden				
abbilden				
suchen				durch Suchen
zeigen				
ersetzen				
angeben				durch Angabe
beweisen				durch den Beweis

Grammatik-Tipp Nominalisierte Formen auf -ung sind immer feminin. Wird der Infinitiv als Nomen verwendet (z .B. das Zeigen, das Schreiben, das Können), so ist das Wort immer neutral.

6.2.5. Verschiedene syntaktische Formen – gleiche Bedeutung

Aufgabe 23 Ergänzen Sie die Tabelle, indem Sie Sätze umformen:

Nominalisierung ↔ Nebensatz

Beispielsätze	Umformung
Durch Berechnung von a lässt sich b ermitteln.	b lässt sich ermitteln, indem man a berechnet.
Zur Bestimmung der Lösungsmenge ist die Angabe der Elemente erforderlich.	Die Angabe der Elemente erforderlich, um die Lösungsmenge zu bestimmen.
Zur Darstellung einer Parabel benötigt man ihre Funktionsgleichung.	
	Diese Gleichung lässt sich lösen, indem man die binomische Formel anwendet.
	Brüche werden multipliziert, indem man Zähler mit Zähler und Nenner mit Nenner multipliziert.
Durch Einsetzen des Kehrwerts kann ein Bruch dividiert werden.	

- Merke** Passivsätze mit Modalverb kann man mit „man“ und „sich lassen“ ersetzen
 = Passivsätze mit Modalverb können mit „man“ und „sich lassen“ ersetzt werden
 = Passivsätze mit Modalverb lassen sich mit „man“ und „sich lassen“ ersetzen

Variante 1) Bedeutung: kann

Aufgabe 24 Ergänzen Sie die Tabelle, indem Sie Sätze umformen:

Beispielsätze im Passiv	Umformungen mit Passiversatz	
	sich lassen + Infinitiv	man
In diesem Term <i>kann</i> x durch 2ab ersetzt werden.	In diesem Term <i>lässt sich</i> x durch 2ab ersetzen.	In diesem Term <i>kann man</i> x durch 2ab ersetzen.
	Die Längen dieser 2 Dreiecksseiten <i>lassen sich</i> nach Pythagoras berechnen.	
		Indem man die Werte aus der Tabelle einsetzt, <i>kann man</i> y ermitteln.
Die Lösungsmenge <i>kann</i> durch diese Abbildung gezeigt werden.		

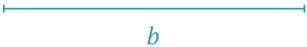

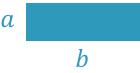
Variante 2) Bedeutung: muss/soll

Aufgabe 25 Ergänzen Sie die Tabelle, indem Sie Sätze umformen:

Beispielsätze im Passiv	Umformungen mit Passiversatz	
	ist zu + Infinitiv	man
f(x) (gelesen: f von x) <i>soll/muss</i> durch Einsetzen der Werte aus der Tabelle <i>ermittelt werden</i> .	Durch Einsetzen der Werte aus der Tabelle <i>ist f(x) zu ermitteln</i> .	Man <i>soll/muss</i> f(x) durch Einsetzen der Werte aus der Tabelle <i>ermitteln</i> .
	Bevor man weiter rechnet, <i>ist</i> der 1. Teil der Aufgabe <i>zu lösen</i> .	
Der Definitionsbereich <i>muss eingeschränkt werden</i> .		
		Diese Funktion <i>muss man</i> durch ein Pfeildiagramm <i>darstellen</i> .

Einfache Aktionen

Aufgabe 26 Verändern Sie die gegebenen Größen nach den Angaben des Satzes in Spalte 1:

Satz / Angabe	Zeichnung / Symbol 1	Zeichnung / Symbol 2
Verkürzen Sie die Strecke b um 2 cm.		
Die Strecke a ist um 1,5 cm zu verlängern.		
Dieser Bruch muss gekürzt werden.	$\frac{22}{66}$	
Das Rechteck $a \cdot b$ soll um den Faktor 2 vergrößert werden.		
Der angegebene Zahlenwert ist um 25 % zu vermindern.	100	
Nach dem Kommutativgesetz können in einem Term die Variablen vertauscht werden.	$a + b =$	
Das Quadrat der Summe $(x + y)^2$ ist in ein Produkt zu zerlegen.	$(x + y)^2$	

Aufgabe 27 Erfinden Sie ähnliche einfache Aufgaben, die Ihr Lernpartner lösen soll.
Partnerarbeit Sie müssen die Aufgabe in Symbolschreibweise *schreiben* oder *zeichnen* und dazu möglichst genau *sagen*, worin die Aufgabe besteht, also was Ihr Partner *tun* soll. Dann tauschen Sie die Rollen.

6.3. Textaufgaben

Textaufgaben sind solche Aufgaben, die fast keine mathematischen Zeichen verwenden, sondern die zu lösende Aufgabe in Worten – als Text – darstellen. Die Lösung besteht sehr oft im Aufstellen von Gleichungen.

6.3.1. Beispiel zum Lesen

Das Vierfache einer Zahl, vermindert um 3, ergibt genau so viel, wie wenn das Dreifache dieser Zahl um 8 vermehrt wird. Wie lautet die Zahl?

Lösung:

Als Text	mit Zahlen	Schritte
Aus der Fragestellung entnehmen wir, dass eine Zahl gesucht wird. Wir nennen diese Zahl x .	Die gesuchte Zahl sei x	1. Schritt
Das Vierfache dieser Zahl ($4x$) ...	$4x$	2. Schritt
... wird um 3 vermindert. Damit haben wir den 1. Teil der Gleichung in eine mathematische Formulierung gebracht.	$4x - 3$	3. Schritt
Das Dreifache der Zahl ($3x$) ...	$3x$	4. Schritt
... um 8 vermehrt	$3x + 8$	5. Schritt
... soll genau so groß, d. h. gleich sein wie $4x - 3$. Damit können wir die beiden Terme gleichsetzen und haben damit eine mathematische Gleichung formuliert, deren Lösung wir durch Termumformung erhalten.	$4x - 3 = 3x + 8$ $x = 11$ Ergebnis: die Zahl heißt 11	6. Schritt

Probe:

Das Vierfache von 11 ist 44. Diese Zahl wird um 3 vermindert, was 41 ergibt. Andererseits ist das Dreifache von 11 gleich 33. Diese Zahl, um 8 vermehrt, ergibt ebenfalls 41. Die Zahl 11 erfüllt also die gestellten Forderungen. Alles klar?

Nach: Rapp 2012:44

Aufgabe 28 Notieren Sie: Welche Verben bzw. Wendungen mit Verben stecken in den Nominalisierungen?

Fragestellung

Formulierung

Termumformung

6.3.2. Regeln für Textaufgaben?

Viele Textaufgaben lassen sich mit Gleichungen lösen. Einen allgemein gültigen Lösungsweg gibt es jedoch nicht. Dennoch gibt es bestimmte allgemein gültige Gesichtspunkte, die für das Aufstellen von Bestimmungsgleichungen helfen.

Die Lösung solcher Aufgaben erfolgt in der Regel in folgenden Schritten:

1. Feststellung, nach welcher Größe in der Aufgabe gefragt ist.
2. Einführung einer Variablen x für die gesuchte Größe.
3. Aufstellung einer Bestimmungsgleichung entsprechend der Vorgaben. Dabei darf nur Gleiches gleichgesetzt werden.
4. Beim Aufstellen der Gleichungen kann am Anfang noch die Einheit mitgeschrieben werden. Beim Ausrechnen ist es jedoch praktischer, später nur noch mit den Zahlenwerten ohne Einheiten (d. h. mit der Zahlenwertgleichung) zu arbeiten.
5. Zum Schluss schreibt man einen Satz mit dem Ergebnis. Dort erscheint die Einheit wieder.

Aufgabe 29 Füllen Sie die Lücken in der mittleren Spalte aus und schreiben Sie die mathematischen Symbole in die rechte Spalte.

Textaufgabe: Zwei Schwestern sind 21 und 29 Jahre alt. Vor wieviel Jahren war die ältere Schwester dreimal so alt wie die jüngere?

Schritte	Angaben in Worten	mit mathematischen Symbolen
1. Nach welcher Größe wird gefragt?	Aus der Fragestellung folgt: Es wird nach _____ gefragt.	
2. Wofür steht also x?	Der Zeitpunkt sei _____ x Jahren gewesen.	
3. Welche Bestimmungsgleichungen passen zu den Vorgaben?	Das Alter der älteren _____ betrug vor x Jahren: _____ Das Alter der _____ Schwester war: _____ Das 3fache _____ der jüngeren Schwester entsprach zu diesem _____ dem Alter der _____ Schwester. Als Gleichung erhalten wir: _____ Termumformung finden wir _____ Ergebnis: _____	
4. Wo wird die Einheit angegeben, wo nicht?		
5. Wie heißt der Satz mit dem Ergebnis?		

6.3.3. Weitere Textaufgaben

Aufgabe 30



Lösen Sie folgenden Textaufgaben nach demselben Schema. Beschreiben Sie möglichst exakt mit Worten, wie Sie gerechnet haben und warum.

1. In einer Sitzung wurde ein Antrag mit $\frac{2}{3}$ -Mehrheit angenommen. Die Stimmenmehrheit betrug 15 Stimmen. Wie viele Stimmen wurden jeweils für und gegen den Antrag abgegeben?
2. Verlängert man die kleinere Seite eines Rechtecks um 3 cm und verkürzt man die größere um 2 cm, so entsteht ein Quadrat, dessen Flächeninhalt um 22 cm^2 größer ist als der Flächeninhalt des Rechtecks. Wie lang sind die Rechteckseiten?

Rapp 2012:53 ff

6.4. Funktionen in der Mathematik und Technik

6.4.1. Was versteht man unter einer Funktion?

Funktionen (auch **Abbildungen** genannt) gehören zu den wichtigsten mathematischen Objekten. Sie spielen nicht nur in der Mathematik, sondern in zahllosen technischen Anwendungen eine zentrale Rolle. Es handelt sich dabei um **Zuordnungen**: Immer dann, wenn der Wert einer Größe vom Wert einer anderen Größe **abhängt**, liegt eine Funktion vor.

Beispiel: Wenn Sie am Fenster ein Thermometer haben, so **hängt** die **Temperatur**, die sie dort messen können, vom **Zeitpunkt** **ab**, an dem sie gemessen wird. Man kann also sagen: „Die Temperatur ist eine Funktion der Zeit.“ Mathematisch versteht man unter einer Funktion eine eindeutige Zuordnung einer unabhängigen Größe zu einer abhängigen Größe.

Aufgabe 31

Was wäre beim Thermometer-Beispiel die abhängige und was die unabhängige Größe? Ordnen Sie zu:

Zeit		abhängig
Temperatur		unabhängig

Beispiele für Abhängigkeiten:

- Zu jeder Massenangabe einer Ware gehört eine bestimmte Geldabgabe als Verkaufspreis.
- Zu jedem Sitzplatz im Theater gehört eine Eintrittskarte bei jeder Vorstellung (wochentags, am Wochenende).
- Jedem Pauschalurlauber sind bestimmte Reisebedingungen zugeordnet.

Merke Mathematisch ausgedrückt:
Jedem Element a einer Menge A ist ein bestimmtes m einer Menge M zugeordnet.

Weitere Beispiele:

- Aufgabe 32** a) Prüfen Sie, ob alle Beispiele für Abhängigkeiten richtig sind!
b) Suchen und diskutieren Sie weitere Beispiele.

Die Größe ...	ist eine Funktion ...
Der Kontostand (bei einmaliger Einzahlung von 1000 €) nach einem Jahr	des geltenden Zinssatzes
Die Position eines Fahrzeugs	der Zeit
Die Energie eines auf die Erde zurasenden Asteroiden	seiner Geschwindigkeit

Definition Eine Funktion (auch Abbildung genannt) $f: A \mapsto B$ „von der Menge A in die Menge B “ ist eine Vorschrift, die jedem Element von A in eindeutiger Weise ein Element der Menge B zuordnet. Die zugeordnete Menge B wird als $f(x)$ – gesprochen „f von x“ – bezeichnet. Die Menge A heißt *Definitionsreich*. Die Menge B heißt *Wertevorrat* oder *Wertemenge*.

Beispiele:**Zuordnungsvorschrift 1:**

Die Funktion f ordnet jeder Zahl x die Zahl x^2 zu: $f(x) = x^2$

Der Graph oder die grafische Darstellung dieser Funktion ist eine Parabel.

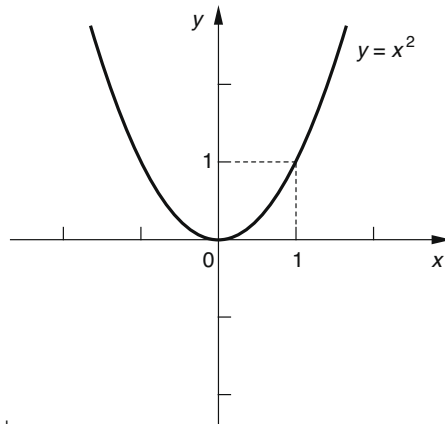


Abb. 1: Normalparabel

Zuordnungsvorschrift 2: Die Funktion g ordnet jeder Zahl x die Zahl $3x - 1$

zu: $g(x) = 3x - 1$

Der Graph dieser Funktion ist eine Gerade.

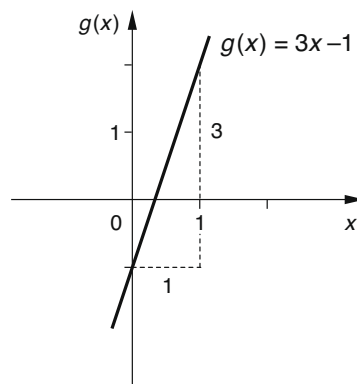


Abb.2: Gerade

6.4.2. Wie kommuniziert man über Funktionen?

Zwei mathematische *Schreibweisen* sind üblich:

- 1. mit *Doppelpunkt* : und *Zuordnungspfeil* \mapsto
- 2. mit „von“-Klammer

Mit Zuordnungspfeil	kurz gesagt	mit „von“-Klammer	kurz gesagt
$f: x \mapsto x^2$	x Pfeil x^2	$f(x) = x^2$	f von x gleich x^2
$g: x \mapsto 3x - 1$	x Pfeil $3x - 1$	$g(x) = 3x - 1$	g von $x = 3x - 1$

Achtung Wo man einen Doppelpunkt : schreibt, macht man beim Sprechen eine kurze Pause.

Wenn man über Funktionen **spricht**, sind folgende Varianten üblich:

Redemittel	Name der Funktion	Term
Gegeben ist die Funktion: (Pause)	y	wird abgebildet durch x^2
Gegeben ist die Funktion f : (Pause)	f von (x) gleich	$ax + 2$
Gegeben ist die Funktion f durch die Gleichung:	y gleich	$bx - 3$
Gegeben ist die Funktion f durch die Zuordnung:	y gleich	$x^2 - 0,5$
Gegeben ist die Funktion f :	x Pfeil	$0,5x + 4$

weitere Satzmodelle:

- Gegeben ist die Funktion $f(x)$, die jedem Wert x den Wert $x^2 - 0,5$ zuordnet
- x wird die Größe y zugeordnet
- x wird auf y abgebildet

Aufgabe 33 Lesen Sie die folgenden Funktionen laut vor und verwenden Sie dabei alle Partnerarbeit möglichen sprachlichen Varianten!

$f(x) = 5x + 7 \mid g = \sqrt{x} + 2 \mid h: x \mapsto x^2 - 1,5 \mid y = 1 + x \div 3$
 $f(x) = 2,25 - x^2 \mid f(x) \mapsto 4x + 0,33$

Aufgabe 34

Partnerarbeit

Diktat von Funktionen

- Jeder Partner notiert zuerst 6 verschiedene Funktionen in mathematischer Schreibweise. Dann diktieren Sie Ihrem Lernpartner diese Funktionen. Sie dürfen beim Sprechen jede sprachliche Variante nur 1x verwenden!
- Ihr Partner schreibt die Angaben in mathematischen Zeichen auf, dann vergleichen Sie miteinander. Danach tauschen Sie die Rollen.

6.4.3. Welche Terminologie ist üblich?

Das **Symbol x** steht für ein *beliebiges* Element der Menge A . Man sagt auch **unabhängige Variable** oder (altmodisch) **Veränderliche** oder **Argument**. Das **Symbol x** ist aber auch der **Platzhalter**, für den jeder konkrete Wert, d. h. jedes Element der Menge A **eingesetzt** werden kann.

Das **Symbol y** (oder ein anderer Name der Funktion) steht für die **abhängige Variable** oder auch **abhängige Größe**. Das einem konkreten Element $x \in A$ zugeordnete Element $f(x) \in B$ heißt **Funktionswert** oder auch **Funktionswert an der Stelle x** . Ist y ein Funktionswert, so sagt man auch: y wird von der Funktion **getroffen**.

Aufgabe 35 Schreiben Sie passende Synonyme in die 2. Spalte.

Begriffe / Symbole	Synonyme
x : beliebiges Element	
y	

Wertetabelle

In einer Wertetabelle kann man mehreren x -Werten die zugehörigen y -Werte gegenüberstellen, zum Beispiel: $f(x) = 0,5x + 2$

x	-2	-1	0	1	2
$f(x)$	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

Aufgabe 36
Lexik

- a) Schreiben Sie die Begriffe „Definitions­menge D“ und „Wertemenge W“ neben die richtige Zeile in der Wertetabelle auf der vorigen Seite.
- b) Kreisen Sie zusammen gehörende Zahlenpaare ein.
- c) Formulieren Sie Sätze mit den Wörtern „Funktionswert“ und „treffen“.

6.4.4. Welche sprachlichen Mittel sind noch sehr nützlich?

Komposita

Aufgabe 37

Bildern Sie aus den folgenden Wörtern zweigliedrige Komposita. Manchmal müssen Sie ein Fugen-s einfügen, wie z. B. in „Zuordnungspfeil“, oder Sie brauchen eine Pluralform. Sie können jedes Wort mehrmals verwenden. Wer findet die meisten Komposita?

Nomina	zweigliedrige Komposita
-e Zuordnung	
-r Wert	
-e Tabelle	
-e Funktion	
-e Zahl	
-e Definition	
-e Gleichung	
-e Vorschrift	
-r Pfeil	
-s Paar	
-e Menge	
-r Bereich	

Aufgabe 38 Setzen Sie die richtigen Präpositionen in die Lücken ein.

Präpositionen

an, auf, durch, für, in, nach, von, zu

Wenn man die Funktionsgleichung $f(x) = x^2$ _____ die Zahl 2 anwendet, dann ist der Funktionswert 4 ein richtiges Resultat. Die Elemente von B werden _____ die Funktion eingesetzt. Eine Funktion wirkt _____ die Elemente von B. Dabei wird jedes Element von A _____ ein Element von B abgebildet. Welche Zahl _____ einem bestimmten x zugeordnet werden muss, hängt _____ der Zuordnungsvorschrift ab. Für den Begriff „Funktion“ hört man auch oft den Ausdruck „Abbildung _____ der Menge A _____ die Menge B“. Das Symbol x steht _____ ein beliebiges Element der Menge A.

Wenn man fragt: Wo hat die _____ $f(x) = x^2$ definierte Funktion den Wert 4? dann ist die richtige Antwort: _____ den Stellen -2 und 2, denn _____ diesen Stellen wird y _____ der Funktion getroffen.

Zum Lösen einer Gleichung mit einer Unbekannten x ist es nötig, die Gleichung _____ x aufzulösen.

Partizip II bei trennbaren Verben (Wiederholung)

Sie erinnern sich? Verben mit einer betonten Vorsilbe (wie z. B. *án*kommen, *áb*fahren, *vorbé*gehen, *zú*ordnen, *zusá*mmenstellen) sind **trennbar**. Im Präsens kommt die Vorsilbe an das Ende des Satzes:

- Ich **komme** am Sonntag in München **an**.
- Wann **fährt** der Zug nach Frankfurt **ab**?
- Sie **geht** an ihm **vorbei**, ohne ihn zu grüßen.
- Eine Zuordnungsvorschrift **ordnet** einem beliebigen x ein bestimmtes y **zu**.
- **Stellt** doch bitte bald alle Materialien für die Abschlussprüfung **zusammen**.

Um Passiv- und Perfektformen zu bilden, benötigt man das Partizip II.
Es wird so gebildet:
an-ge-kommen | ab-ge-fahren | vorbei-ge-gangen
zu-ge-ordnet | zusammen-ge-stellt

Aufgabe 39 **Setzen Sie *alle* Verben, die in dieser Lektion verwendet werden, ins Partizip II. Schreiben Sie dann 12 kurze Passiv- oder Perfektsätze.**



Modell:
Durch eine Zuordnungsvorschrift wird einem beliebigen x ein y zugeordnet.

... sei ...!

Für die Stellung einer Aufgabe in Mathematik, Physik, Technik etc. liest man in Mathematikbüchern oft noch die Verbform „... sei ...!“ Diese Form kann ein Konjunktiv I sein oder ein veralteter Imperativ. Wichtig ist nur die Bedeutung: **Wir vereinbaren, dass etwas so sein soll!**

- Der Winkel sei 90°!
- Seien $A = \{1, 2\}$ und $B = \{1, 2, 3\}$
- Die Höhe des Dreiecks sei 5 cm.

Ähnliches gilt für die Formen: man *zeichne* ..., man *denke* ..., man *zeige* ..., man *widerlege* ..., man *untersuche* ... Diese kurzen Formen klingen etwas altmodisch und werden heute (fast) nur noch in der Mathematik verwendet. Sie bedeuten einfach: **Man soll ...**

Aufgabe 40 **Schreiben Sie die Sätze in Kurzform in Spalte 1 zu Ende, sodass mathematisch sinnvolle Aufgaben entstehen. Dann ergänzen Sie Spalte 2.**

Kurzform	Bedeutung
... sei ... <i>Modell:</i> Das Dreieck ABC sei ein rechtwinkliges Dreieck mit den Seiten $a = 9\text{ cm}$, $b = \dots$ und \dots	Das Dreieck ABC soll rechtwinklig sein und die Seiten $a = 9\text{ cm}$, $b = \dots$ und \dots haben.
Man untersuche, ob ...	Man soll _____, ob _____
Man zeige, dass ...	Man _____, dass _____
Man überlege, ob ...	_____ soll _____, ob _____

Man beweise, dass ...

, dass

Sätze für die logische Folge „wenn – dann“

Sie alle kennen die Satzkonstruktion mit „wenn – dann“, womit der **Grund** für etwas ausgedrückt wird: *Wenn* es regnet, *dann* wird die Erde nass.

Es geht dabei meist um die logische Folge von **Ursache** (Grund) und **Wirkung**, aber auch um die **Bedingungen** für einen **Sachverhalt**:

Wenn ich jeden Tag eine Stunde lerne, *dann* kann ich die Prüfung gut schaffen.

Für dieselbe Aussage sind *verschiedene Satzkonstruktionen* möglich. Die *Bedeutung bleibt immer gleich!* Da man in den Ingenieurwissenschaften gerne kurz und präzise spricht, ist dort die *Kurzform ohne „wenn“* sehr häufig, wie z. B.: Lerne ich täglich eine Stunde, (so) schaffe ich die Prüfung.

Beispiele für verschiedene mögliche Satzkonstruktionen:

- *Wenn* man über Funktionen spricht, *dann* sind mehrere Varianten üblich.
- *Wenn* man über Funktionen spricht, *so* sind mehrere Varianten üblich.
- Spricht man über Funktionen, (so) sind mehrere Varianten üblich.

Achtung! Zwischen Nebensatz und Hauptsatz steht immer ein Komma!

Nebensatz	Verknüpfung	Hauptsatz
Addiert man Zahlen,		ist die Reihenfolge beliebig.
Addiert man Zahlen,	so	ist die Reihenfolge beliebig.
Addiert man Zahlen,	dann	ist die Reihenfolge beliebig.
Wenn man Zahlen addiert,	so	ist die Reihenfolge beliebig.
Wenn man Zahlen addiert,	dann	ist die Reihenfolge beliebig.

Aufgabe 41**Schreiben Sie mehrere Varianten für die folgenden Sätze:**

1. Ist y ein Funktionswert, so sagt man auch: y wird von der Funktion getroffen.
2. Wenn man die Funktionsgleichung $f(x) = x^2$ auf die Zahl 3 anwendet, dann ist der Funktionswert 9 das richtige Resultat.
3. Verlängert man eine Seite eines Rechtecks und verkürzt man die andere Seite, so kann ein Quadrat entstehen.
4. Wenn in einem Dreieck die Winkel α und β zusammen 120° betragen, dann ist $\gamma = 60^\circ$.
5. Erhitzt man Kupfer (Cu) auf $1084,4^\circ$ Celsius, so schmilzt es.
6. Wenn zwei Geraden keinen Punkt gemeinsam haben, so sind sie parallel.

Aufgabe 42 Bereiten Sie kleine Präsentationen vor, in denen Sie Ihrer Lerngruppe zeigen, wie man eine Aufgabe rechnet und dabei das verbalisiert, was man rechnet.

Technische
Gespräche

Wählen Sie eines der 4 Themen aus:

1. Klären Sie die Mengenzugehörigkeiten der reellen Zahlen, der rationalen Zahlen, der irrationalen Zahlen, der ganzen Zahlen, der natürlichen Zahlen. – Sie können dabei die Symbole für Durchschnittsmengen, Teilmengen, Vereinigungsmengen oder eine grafische Darstellung wählen. Begründen Sie Ihre Entscheidung.
2. Jedem Element x aus der Menge der reellen Zahlen zwischen -2 und $+3$ (inklusive) sei das zugehörige Quadrat zugeordnet. Wie lautet die Gleichung? Können Sie alle Elemente aufzählen? – Berechnen Sie die vollständige Wertetabelle, indem Sie nur ganze Zahlen auswählen. – Zeichnen Sie die grafische Darstellung in ein Koordinatensystem. Lassen Sie sich die Werte von Ihrem Partner ansagen.
3. Erklären Sie den Begriff „Nullstelle“, indem Sie die Formel $y = f(x) = 0$ verwenden und die fehlenden Wörter im folgenden Satz ergänzen:

Eine Zahl aus dem Definitionsbereich einer Funktion, der bei dieser

Funktion die _____ Null _____

wird, heißt Nullstelle dieser _____. Die Nullstellen

einer _____ sind die Punkte, in denen das Funktions-

bild die x-_____ t oder berührt.

4. Berechnen Sie die Nullstellen der Funktion $y = x^2 + x - 2$. Wie viele sind das? Wo liegen sie? Zeichnen Sie die Parabel und zeigen Sie, was Sie tun.

Literatur

- Rapp, Heinz: Mathematik für Fachschule Technik und Berufskolleg. (8. Aufl.) Springer Vieweg, Wiesbaden 2012
- Rapp, Heinz; Rapp, Matthias: Übungsbuch Mathematik für Fachschule Technik und Berufskolleg. Anwendungsorientierte Aufgaben mit ausführlichen Lösungen. Springer Vieweg, Wiesbaden (3. Aufl.) 2012
- Steußloff, Renate: Einführung in die Deutsche Fachsprache der Mathematik. Lehrbuch für den Unterricht im Diplomteilstudiengang „Fachdeutsch Technik“ an der Zhejiang-Universität in Hangzhou, VR China. Manuskript Berlin 1993
- www.mathe-online.at/mathint/fun1/i.html
(zuletzt aufgerufen am: 18.07.2014)



Kapitel 7

Elektrotechnik

7.1. Terminologie

7.1.1. Grundbegriffe der Elektrotechnik

Schaltzeichen

In der Abbildung 1 befindet sich eine Auswahl wichtiger Symbole für Schaltzeichen.

- Aufgabe 1** Welche Benennung gehört zu welchem Schaltzeichen? Ordnen Sie zu und schreiben Sie die passenden Wörter neben das Symbol.
der Widerstand, die Leiterverbindung, der Schalter, der Kondensator, der Transistor, die Glühlampe, die Batterie, der Leiter, die Spule, der veränderbare Widerstand

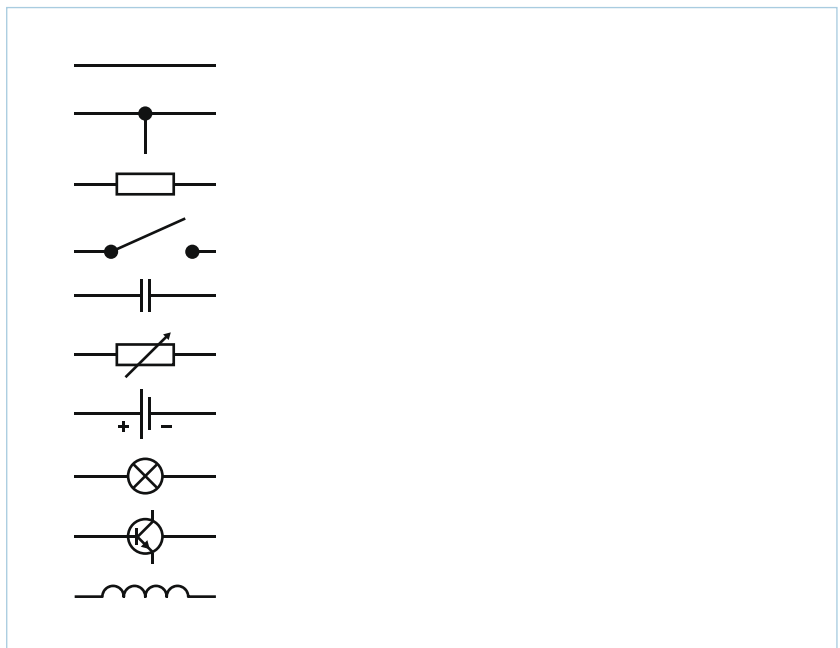


Abb. 1: elektrische Schaltzeichen

Ein **Schaltzeichen** ist ein in einem Schaltplan der Elektrotechnik verwendetes, standardisiertes, graphisches Symbol für Bauelemente, Bauteile, Geräteteile, Geräte und Leitungen innerhalb einer elektrischen Schaltung. Durch ein solches Schaltzeichen kann die Schaltung einfacher erstellt und wesentlich schneller erfasst werden. Weiterer Anwendungsbereich ist die Darstellung von Ersatzschaltbildern.

Alle Symbole sind durch entsprechende DIN-Normen (DIN = Deutsches Institut für Normung) verbindlich festgelegt und müssen einheitlich verwendet werden. In Deutschland sind elektrische Schaltzeichen durch DIN EN 60617 *Graphische Symbole für Schaltpläne* bzw. IEC 60617 genormt.

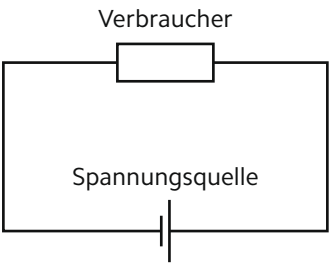
Aufgabe 2 Kennen Sie noch andere Schaltzeichen? Zeichnen Sie die Symbole und suchen Sie im Wörterbuch oder im Internet die Benennungen in Deutsch und in Ihrer Mutter-/Lernsprache.

Aufgabe 3 Lesen Sie den folgenden Text und ergänzen Sie die Lücken.

Der elektrische Stromkreis

Jeder elektrische Stromkreis besteht im Wesentlichen aus:

- Spannungsquelle
- Leitung
- Verbraucher



In der _____ (z. B. Batterie oder Steckdose) steht elektrische Energie in Form getrennter **Ladung** zur Verfügung. Die Leitung dient als Transportweg für die elektrische Energie, die als **elektrischer Strom** zwischen Spannungsquelle und dem Verbraucher fließt. Im Verbraucher wird die durch die Spannungsquelle erzeugte Energie in eine andere Energieform umgewandelt, z. B. in Wärme (Elektroofen), in Lichtenergie (Lampe) oder in Bewegung (Elektromotor).

Im _____ wird dem elektrischen **Strom** ein **Widerstand** entgegengesetzt.

Die elektrische Spannung

Zwischen 2 Punkten mit unterschiedlicher elektrischer Ladung besteht eine elektrische **Spannung**. Die Spannung ist die Ursache für den **elektrischen Strom**. Die Einheit der Spannung heißt **Volt** (abgekürzt: **V**). Das Formelzeichen der elektrischen Spannung ist **U**. Die Einheit Volt ist nach dem italienischen Physiker **ALESSANDRO VOLTA** (* 1745–1827) benannt.

Spannung	
Formelzeichen	Maßeinheit

Der elektrische Strom

Bedingt durch eine Spannungsdifferenz sind die elektrischen Ladungsträger bestrebt, ihre Ladungsdifferenz auszugleichen. Dadurch kommt es zu einem Fluss von Ladungsträgern, man nennt dies elektrischen **Strom**.

Die _____ für den elektrischen Strom (Stromstärke) ist **Ampere** (abgekürzt: **A**). Das Formelzeichen für die Stromstärke ist **I**.

Die Einheit Ampere ist nach dem französischen Physiker ANDRÉ-MARIE Ampère (* 1775 – 1836) benannt.

Strom	
Formelzeichen	Maßeinheit
I	A

Der elektrische Widerstand

Dem Fluss des elektrischen Stromes durch ein bestimmtes Material wird ein mehr oder weniger großer **Widerstand** entgegengesetzt. Dieser ist beispielsweise abhängig von der Art des Materials oder von der Temperatur.

Die Einheit des elektrischen Widerstandes ist das **Ohm** (abgekürzt mit dem griechischen Buchstaben Omega Ω). Das Formelzeichen des Widerstandes ist **R**.

Aufgabe 4 Ergänzen Sie die Tabelle.

Widerstand	
Formelzeichen	Maßeinheit

Achtung: Im Gegensatz zum Englischen bezeichnet das deutsche Wort **Widerstand**:

- die physikalische Erscheinung (engl. *resistance*)
- das elektronische Bauteil (engl. *resistor*)

Das Ohmsche Gesetz

Die wichtigsten Größen der Elektrotechnik sind Spannung, Strom und Widerstand.

	Formelzeichen	Einheit
Spannung	U	V
Strom	I	A
Widerstand	R	Ω

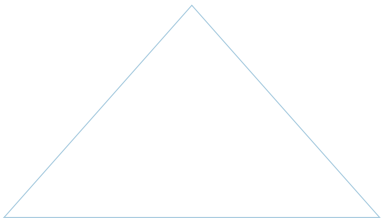
Wird in einem **einfachen Stromkreis** die angelegte Spannung erhöht, so erhöht sich auch der in der Schaltung fließende Strom. Die Stromstärke I ist also proportional zur angelegten Spannung U: $I \sim U$

Nach: www.elektrotechnik-fachwissen.de/grundlagen/stromkreis.php

Aufgabe 5 Verbalisieren Sie die folgenden Gleichungen zum Ohmschen Gesetz:

$I = \frac{U}{R}$	Stromstärke ist gleich Spannung durch Widerstand
$U = R \cdot I$	
$R = \frac{U}{I}$	

Aufgabe 6 Stellen Sie den Zusammenhang von Stromstärke, Spannung und Widerstand in einem Dreieck dar und erklären Sie den Zusammenhang.



Aufgabe 7 ... zum Ohmschen Gesetz

a) Berechnen Sie die jeweils fehlende Größe. Lesen Sie die Gleichung und das Ergebnis Ihrem Lernpartner vor und vergleichen Sie die Ergebnisse.

1. $U = 230V, I = 0,5A$ $R =$ _____ Ω
2. $I = 0,2A, R = 1000\Omega$ $U =$ _____ V
3. $U = 42V, R = 200\Omega$ $I =$ _____ mA
4. $U = 12V, I = 0,1A$ $R =$ _____ Ω

b) Prüfen Sie die Aussagen (richtig oder falsch?) und kreuzen Sie an.

richtig falsch

1. Je größer die Spannung, umso größer die Stromstärke. ☐ ☐
2. Je kleiner der Widerstand, umso kleiner die Stromstärke. ☐ ☐
3. Soll die Stromstärke konstant bleiben, so muss bei einer Spannungserhöhung der Widerstand ebenfalls erhöht werden. ☐ ☐

7.1.2. Formelzeichen der Elektrotechnik nach dem Internationalen Einheitensystem (SI)

Aufgabe 8 Ordnen Sie die Formelzeichen, Einheiten und Einheitenzeichen in die Tabelle (Abb. 2) ein.

Formelzeichen:

C | EV | I | LV | P | T

Einheiten:

Tesla | Volt pro Meter | Ampere pro Meter | Henry | Lumen
Ohm | Wattsekunde, Joule, Newtonmeter

Einheitenzeichen:

C/m² | S | cd | Wb | C | V

Formelzeichen	Physikalische Größe	Einheiten	Einheitenzeichen
B	Magnetische Flussdichte, Induktion		T = Weber pro Quadratmeter
	Elektrische Kapazität	Farad	F
D	Elektrische Flussdichte, Verschiebung	Coulomb pro Quadratmeter	
E	Elektrische Feldstärke		$\frac{V}{m}$
	Beleuchtungsstärke	Lux	lx
G	Elektrischer Leitwert	Siemens	
H	Magnetische Feldstärke		$\frac{A}{m}$
	Stromstärke	Ampere	A
IV	Lichtstärke	Candela	

L	Induktivität		H
	Leuchtdichte	Candela pro Quadratmeter	$\frac{cd}{m^2}$
Φ	Magnetischer Fluss	Weber	
Φ_v	Lichtstrom		lm
P	Leistung	Watt, Joule pro Sekunde, Newtonmeter p. S.	$W, \frac{J}{s}, \frac{Nm}{s}$
Q	Elektrische Ladung	Coulomb	
R	Elektrischer Widerstand		Ω
	Temperatur	Kelvin	K
U	Elektrische Spannung, elektrische Potentialdifferenz	Volt	V
W	Arbeit W = Energie E		Ws, J, Nm

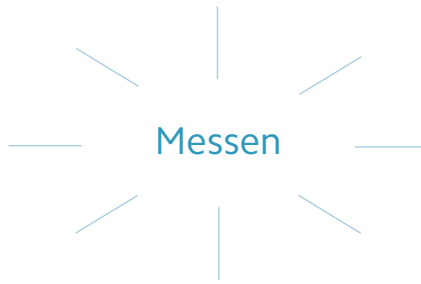
Abb. 2: Formelzeichen der Elektrotechnik nach dem Internationalen Einheitensystem (SI)

Aufgabe 9
Partnerarbeit

Quiz
Stellen sie konkrete Fragen an Ihren Lernpartner, die mit Hilfe der Tabelle „Formelzeichen der Elektrotechnik nach dem Internationalen Einheitensystem (SI)“ beantwortet werden können.
z. B.:
 „Welche Einheiten passen zur physikalischen Größe ...?“
 „Welches Einheitenzeichen entspricht der Einheit ...?“
 „Wie heißt das Formelzeichen für ...?“

7.2. Messen des elektrischen Stroms

Aufgabe 10 Was kann man alles messen? Mit welchen Instrumenten? Nennen Sie Beispiele aus dem Alltag sowie aus Ihrer Fachrichtung / Ausbildung / wissenschaftlichen Arbeit.



7.2.1. Grundbegriffe

Aufgabe 11 Lesen Sie die Definitionen/ Kurztexte und notieren Sie zu jedem Abschnitt zwei Fragen.

Messen

Messen bedeutet eine unbekannte Größe mit einer bekannten Größe vergleichen.

Messgröße

In der elektrischen Messtechnik werden Strom, Spannung und Widerstand als Messgrößen bezeichnet. Die Messgröße ist die Einheit des Messwerts.

Messwert

Bei der Messung wird ein Wert ermittelt. Er wird als Messwert bezeichnet. Dieser setzt sich aus dem Anzeigewert und der Messgröße zusammen. Die Messgröße ist die Einheit.

Anzeigewert

Der Anzeigewert wird aus dem Zeigerausschlag eines analogen Messgeräts ermittelt oder vom Display eines digitalen Messgeräts abgelesen.

Messbereich

Da der Messwert sehr groß oder sehr klein sein kann und aufgrund baulicher Größe ein Messgerät nur einen begrenzten Platz zur Anzeige des Messwerts hat, stellt man vor der Messung den Messbereich ein. Dazu muss man vorher ungefähr wissen, wie hoch der Messwert sein könnte. Im Regelfall beginnt man bei einem hohen Messbereich und schaltet bei Bedarf schrittweise auf kleinere Messbereiche um.

Messgerät

Mit dem Messgerät wird der Messwert, der Zahlenwert einer elektrischen Größe (Messgröße) ermittelt.

www.elektronik-kompendium.de

Aufgabe 12 Finden Sie im folgenden Text vier inhaltliche Fehler.

Messen des elektrischen Stroms

Messen bedeutet eine unbekannte Größe mit einer bekannten Größe zu vergleichen. In der elektrischen Messtechnik werden Strom, Spannung und Volt als Messgrößen bezeichnet. Die Messgröße ist die Einheit des Messwerts. Bei der Messung wird ein Wert ermittelt, der als Messbereich bezeichnet wird. Dieser setzt sich aus dem Anzeigewert und der Messgröße zusammen. Die Einheit ist die Messgröße. Der Anzeigewert ist der Wert, der aus dem Zeigerausschlag eines analogen Messgeräts ermittelt oder vom Display eines digitalen Messgeräts abgelesen wird. Während der Messung stellt man den Messbereich ein. Im Regelfall beginnt man bei einem kleinen Messbereich und erhöht den Messbereich bei Bedarf schrittweise. Mit dem Messgerät wird der Zahlenwert einer elektrischen Größe (Messgröße) ermittelt.

7.2.2. Fragestellungen vor der Messung

Auch wenn es sich um eine einfache Standard-Messung handelt, sollte man sich vor dem Messen folgende Fragen stellen:

1. Welchen Messwert brauche ich mit welcher Genauigkeit?
2. Wie viele Nachkommastellen* (Erklärung s.u.) brauche ich?
3. Messe ich Gleichspannung (DC), Wechselspannung (AC) oder eine Spannung mit Wechselspannungsanteil (AC)?

Je nach Antwort ist das Messinstrument auszuwählen, der Messbereich einzustellen und die Messart (z. B. Stromfehler- und Spannungsfehler-schaltung) anzuwenden.

www.elektronik-kompodium.de

Achtung * Erklärung: Mit „Nachkommastelle“ meint man die Position oder die Stelle, die eine Ziffer in einer Dezimalzahl nach dem Komma hat. Nehmen wir beispielsweise die Dezimalzahl 0,004: Hier steht die Ziffer 4 auf der dritten Nachkommastelle.

- Aufgabe 13**
- a) Formulieren Sie die drei Fragen aus dem Text „Fragestellungen vor der Messung“ in unpersönliche Sätze um. Verwenden Sie „man“ und Modalverb (man muss, man soll ...)
 - b) Zerlegen Sie den letzten Satz in drei kurze Sätze und bilden Sie daraus ebenfalls unpersönliche man-Sätze.
 - c) Wandeln Sie nun alle man-Sätze in Passivsätze um.



7.3. Digitales Messgerät

- Aufgabe 14** Bilden Sie mindestens zehn Sätze zur Abbildung 3. Mögliche Satzanfänge sind:

- Hier schließt man ... an
- Hier wählt man ...
- Hier testet man ...
- Hier liest man ... ab
- Hier stellt man ... ein

Beispiele: Hier schaltet man das Messgerät ein und aus.

Der Ein- und Ausschalter dient zum Einschalten und Ausschalten des Messgeräts.

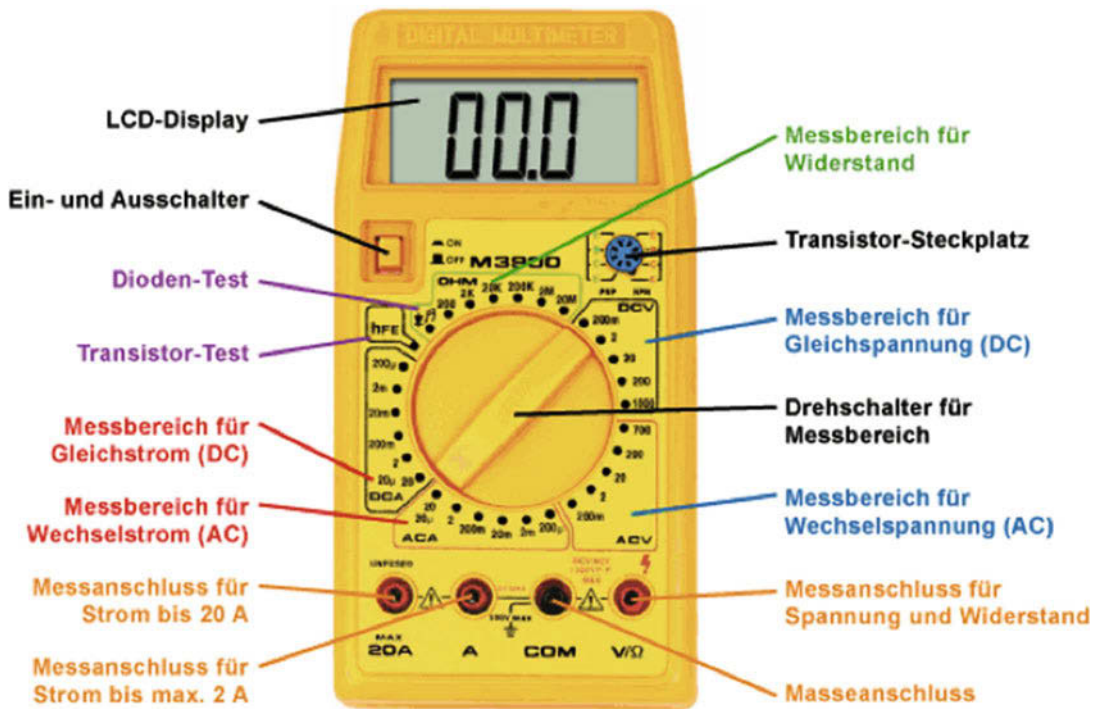


Abb. 3: Digitales Messgerät, © www.elektronik-kompodium.de

Vorteile beim Messen mit einem digitalen Messgerät

Früher hat man analoge Messgeräte verwendet, heute werden vorwiegend digitale Messgeräte eingesetzt. Denn sie besitzen eine Reihe von Vorteilen:

- kaum Ablesefehler möglich
- automatische Polaritätserkennung und -anzeige
- automatische Messbereichserkennung
- weniger empfindlich
- größere Genauigkeit
- kostengünstiger in der Herstellung wegen geringerem mechanischem Anteil

Aufgabe 15



Beschreiben Sie die Vorteile eines digitalen Messgeräts in vollständigen Sätzen. Verwenden Sie nach Möglichkeit Aktivformen:

z. B. Das ... Gerät ist ... / kann ... / (tut) ...

- Aufgabe 16**
- a) Welche Bedienelemente (Schalter, Regler) erkennen Sie auf der Zeichnung eines Oszilloskops (Abb. 4)?
- b) Welche Abkürzungen in der Tabelle (Abb. 5) gehören zu welchen Erklärungen? Ordnen Sie zu.
- c) Ordnen Sie die Nummern den Bedienelementen in der Zeichnung zu.

Nr.	Abk.		Erklärung
1	Intens.		Netzschalter
2	Focus		Zusätzliche Belichtungsstärke des Bildschirms
3	Power (On/Off)		Einstellregler des Elektronenstrahls auf der X-Achse des Bildschirm-Umschalters für die Empfindlichkeit des Eingangssignals
4	CAL.		Helligkeit des Schirmbildes
5	Illum.		Schalter für die Externe Triggerung
6	Hor. Ext.		Schalter ermöglicht invertierte Darstellung des Signals auf Kanal Y ₁
7	Ext.		Schärfe
8	X-Pos. (Volt/Div)		Einstellregler des Elektronenstrahls auf der Y-Achse des Bildschirms. Umschalter für die Zeitablenkung
9	Y-Pos. (Time/Div)		Anschluss zum Abgleichen eines Tastkopfes
10	Inv.l		Umschalter für die Triggerung auf positive oder negative Flanke
11	CH _{III}		XY-Betrieb
12	Dual		Betriebsartenumschalter bei Zwei-Kanal-Betrieb, Addierfunktion der beiden Kanäle bei Ein-Kanal-Betrieb
13	Alt/Chop		Darstellung von Wechselspannung (AC), Gleich-/Mischspannungen (DC) oder der Grundlinie (GD)
14	Slope +/-		Umschalter für die Darstellung der Kanäle
15	AC/DC/GD		Zwei-Kanal-Betrieb

Abb. 5: Bedienelemente an einem Oszilloskop

Bedienungsanleitung

- Vor der Inbetriebnahme muss das Gerät in seine Grundeinstellungen gebracht werden.
- Alle Tasten müssen sich in unbetätigtem Zustand befinden.
- Rot gekennzeichnete Drehknöpfe sind in ihre kalibrierte Stellung zu bringen.
- Wenig später nach dem Drücken des Netzschalters erscheint eine Linie auf dem Bildschirm. Im ungünstigsten Fall ist sie unscharf und dezentriert.
- Durch das Drehen an den Knöpfen für Helligkeit (Intens.) und Schärfe (Focus) lässt sich die Linie so verändern, dass sie scharf abgebildet wird.
- Damit sich die Linie in der Bildschirmmitte befindet, sind die Drehknöpfe für horizontale (X-Pos.) und vertikale (Y-Pos.) Ablenkung entsprechend einzustellen. Dabei sollte der Signalartumschalter auf Ground-Stellung (GD) stehen.
- Durch die Temperaturdrift kann sich die Grundlinie wieder verschieben. Gegebenenfalls muss die Grundlinie öfters nachgeregelt werden.
- Jetzt ist die Betriebsbereitschaft hergestellt. Alle weiteren Einstellungen sind von der jeweiligen Messung abhängig.

Aufgabe 17 Grammatik

a) Unterstreichen Sie in dem Text „Bedienungsanleitung“ alle Passiversatzformen, die ein Modalverb enthalten.

z.B.: Vor der Inbetriebnahme muss das Gerät in seine Grundeinstellungen gebracht werden.

b) Welche anderen Passiversatzformen befinden sich noch im Text?

c) Schreiben Sie fünf Sätze, in denen Sie die grammatische Form, aber nicht die Bedeutung der Sätze aus dem Text verändern.



Wortfeld Betrieb:

Das Wort „der Betrieb“ kann viele Bedeutungen haben:

- Ein Unternehmen, in dem Menschen arbeiten (Ein-Mann-Betrieb, Kleinbetrieb, Großbetrieb, mittelständischer Betrieb, Handwerksbetrieb, Industriebetrieb u. ä.)
- Das Arbeiten, die Wirksamkeit einer Maschine usw. (z. B. „Die Maschine ist in Betrieb“, sie läuft)
- (im übertragenen Sinn) Viel Verkehr, Lebhaftigkeit, heitere Stimmung (z. B. „Auf der Straße war viel Betrieb“ da waren viele Leute und Fahrzeuge; „Im Geschäft / im Lokal war viel Betrieb“ da waren viele Leute und gute Stimmung“, „da war viel los“)

Auch das Verb „betreiben“ kommt in sehr unterschiedlichem Kontext vor: sich mit etwas beschäftigen, ausüben (Hobby, Sport, berufliche Tätigkeit u. ä.), weiterführen (Plan, Sache), eine Maschine antreiben (z. B. einen Motor mit Benzin, eine Lokomotive elektrisch betreiben)

Aufgabe 18 Erklären Sie die Bedeutung folgender Ausdrücke mit anderen Worten:

Betriebsbereitschaft Inbetriebnahme (in Betrieb nehmen)

Zwei-Kanal-Betrieb Ein-Kanal-Betrieb Betriebsartenumschalter

z. B.: „Betriebsbereitschaft“ bedeutet, dass ein Gerät bereit oder fertig ist, um die Arbeit zu beginnen.

Extralange Komposita

In den Texten zur Elektrotechnik befinden sich viele *sehr lange* Begriffe, die aus verschiedenen Wortzusammensetzungen entstanden sind.

Aufgabe 19 Wandeln Sie diese „extralangen“ Komposita in kleine Sätze um und erklären Sie damit die Bedeutung. Suchen Sie auch nach passenden Beispielen.

Nachkommastelle, Spannung mit Wechselspannungsanteil, Stromfehler-schaltung, Spannungsfehlerschaltung, Transistor-Steckplatz, Polaritätserken-nung, Polaritätsanzeige, Messbereichserkennung, Bildschirmmitte, Signal-artumschalter, Temperaturdrift

z. B.: Der Platz genau in der Mitte des Bildschirms heißt Bildschirmmitte.

7. 5. Messungen am virtuellen Oszilloskop und Versuchsprotokoll

Jetzt werden Sie mit der Textsorte „Versuchsprotokoll“ vertraut gemacht. Dazu müssen Sie im Internet ein Experiment an einem interaktiven Oszilloskop ausführen und die Ergebnisse in einem Protokoll schriftlich festhalten. Das Experiment und das Protokoll basieren auf einer Versuchsanordnung im Praktikum der elektrotechnischen Grundlagenausbildung der TU Ilmenau.

Aufgabe 20 Bearbeiten Sie das *Versuchsprotokoll*.

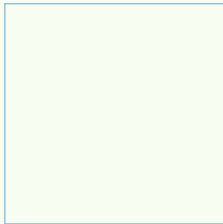
Aufgaben zum Umgang mit dem (virtuellen) Oszilloskop

Name: _____

Datum: _____

1. Schaltzeichen

Suchen Sie im Internet nach dem Schaltzeichen des Oszilloskops. Zeichnen Sie das Symbol.



2. Anwendungen

Welche Anwendungen / Messaufgaben kann man mit einem Oszilloskop ausführen? Nennen Sie mindestens vier Beispiele.

Gehen Sie jetzt zu www.virtuelles-oszilloskop.de
Klicken Sie auf das Bild und starten Sie das virtuelle Oszilloskop.

3. Messungen am virtuellen Oszilloskop

Hier lernen Sie:

- die Inbetriebnahme des Gerätes und den Anschluss von Kabeln
- die Steuerung der Vertikalablenkung
- die Messung des Bildschirms mit dem Messraster

- 3.1. Schließen Sie das Signalkabel mit der lila Farbe an den Kanal 1 an.
- 3.2. Stellen Sie die Zeit (TIME/DIV) und Amplitude (VOLTS/DIV) so ein, dass das Signal optimal bildschirmfüllend angezeigt wird.
- 3.3. Messen Sie nun die Frequenz f und die Amplitude A .
- 3.4. Tragen Sie die Werte in die Tabelle ein.
- 3.5. Wiederholen Sie die Messungen für die Signale blau, grün und orange.

Kabel	Frequenz f in Hertz	Amplitude A in Volt
Lila		
Blau		
Grün		
Orange		

4. Phasenwinkelbestimmung

Hier lernen Sie:

- die Nutzung beider Kanäle
- die Anwendung der X-Y Betriebsart
- das Erzeugen von Lissajous-Figuren

- 4.1. Gehen Sie zu ...

<http://getsoft.net/labweb/virtuelle-instrumente/virtuelles-oszilloskop/>
und starten Sie das interaktive Oszilloskop mit Sinusgeneratoren
an CH1 und CH2.

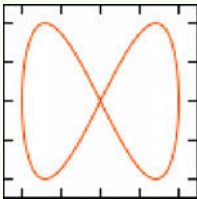
- 4.2. Wie kann man eine Lissajous-Figur am Oszilloskop erzeugen?
Stellen Sie am TIME/DIV-Regler die X-Y Betriebsart ein. Stellen Sie an den Sinusgeneratoren folgende Werte ein:
Kanal 1 — Spannung: 3 Volt / Frequenz: 30 Hz / Phasenwinkel 135°
Kanal 2 — Spannung: 3 Volt / Frequenz: 30 Hz / Phasenwinkel 90°
Auf dem virtuellen Bildschirm erscheint eine ovale Figur.
Wie groß ist die Phasendifferenz?

Phasenwinkel φ	Frequenzverhältnis Kanal 1 zu Kanal 2
<input type="checkbox"/> 90°	<input type="checkbox"/> 1 : 3
<input type="checkbox"/> 180°	<input type="checkbox"/> 1 : 2
<input type="checkbox"/> 120°	<input type="checkbox"/> 1 : 1

- 4.3. Welcher Phasenwinkel φ und welche Frequenzen f müssen für eine kreisförmige Lissajousfigur vorhanden sein?
- 4.4. Stellen Sie die Regler für Kanal 1 und Kanal 2 so ein, dass eine kreisförmige Lissajousfigur entsteht, die den Bildschirm maximal ausfüllt.
Welche Werte haben Sie eingestellt?

Kanal 1	Kanal 2
Spannung (V):	Spannung (V):
Frequenz (Hz):	Frequenz (Hz):
Phasenwinkel (°):	Phasenwinkel (°):

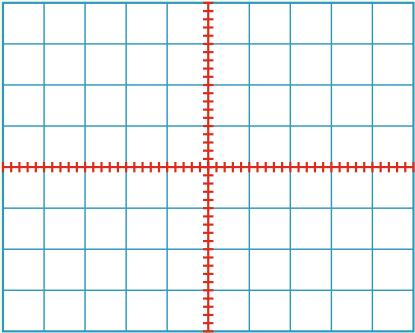
- 4.5. Stellen Sie an Ihrem interaktiven Oszilloskop die unten gezeichnete Lissajousfigur dar. Stellen Sie die Werte aus der Tabelle am Kanal 1 ein. Welche Werte müssen Sie am Kanal 2 einstellen, um diese Figur zu erhalten? Tragen Sie die Werte in die Tabelle ein.



Kanal 1	Kanal 2
Spannung: 3V	Spannung:
Frequenz: 20 Hz	Frequenz:
Phasenwinkel: 45°	Phasenwinkel:

4.6. Stellen Sie Werte aus der Tabelle an den Sinusgeneratoren ein. Sie erhalten eine weitere Lissajousfigur. Zeichnen Sie diese in das Diagramm. Bezeichnen Sie die Achsen und berechnen Sie das Frequenzverhältnis und die Phasendifferenz.

Kanal 1	Kanal 2
Spannung: 3V	Spannung: 3V
Frequenz: 20 Hz	Frequenz: 30 Hz
Phasenwinkel: 90°	Phasenwinkel: 180°



7.6. Messen und Prüfen: Worin besteht der Unterschied?

Unter **Messen** versteht man die Ermittlung einer **quantitativen Aussage** über eine physikalische Größe, dabei wird ein präziser Messwert mittels einer Messeinrichtung ermittelt. Der Messwert wird durch ein Produkt aus Zahlenwert und Einheit angegeben.

Unter **Prüfen** versteht man das **Vergleichen** von einem **Ist-Zustand** mit einem **Soll-Zustand**. Im technischen Sinne wird festgestellt, ob der Prüfgegenstand die festgelegten Bedingungen erfüllt, insbesondere ob die vorgegebenen Toleranzgrenzen eingehalten werden oder nicht. Wird nur mit dem menschlichen Sinnen – ohne Hilfsmittel – geprüft, spricht man vom subjektiven Prüfen. Werden Hilfsmittel – sogenannte Prüfmittel – verwendet, so spricht man vom objektiven Prüfen.

- Aufgabe 21** a) Wiederholen Sie: Was tut man beim Messen? Was tut man beim Prüfen?
b) Nennen Sie die Schlüsselwörter zur Unterscheidung von „Messen“ und „Prüfen“.

Ein Beispiel für ein objektives Prüfverfahren ist die Ultraschallprüfung, mit der z.B. nach Rissen in Flugzeugteilen gesucht wird.

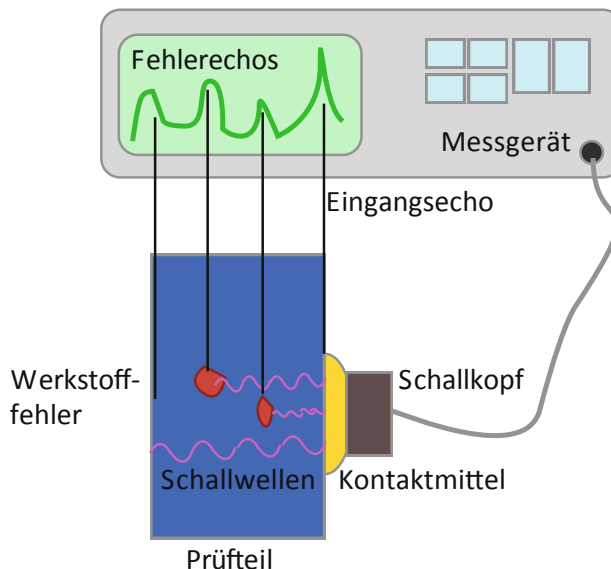


Abb. 6: Ultraschallprüfung, Grafik: Jörg Bühmann

Die Ultraschallprüfung

Die Ultraschallprüfung ist ein akustisches Verfahren zum Auffinden von Materialfehlern, bei welchem Ultraschall verwendet wird. Sie gehört zu den zerstörungsfreien Prüfmethoden. Dadurch lassen sich Bauteile auch im eingebauten Zustand prüfen, z. B. die Tragelemente eines Flugzeuges.

Prinzip

Wie alle Prüfverfahren ist auch die Ultraschallprüfung genormt und wird nach Richtlinien durchgeführt. Dabei wird auf der Oberfläche des Werkstückes ein Kontaktmittel (z. B. Kleister, Gel, Wasser oder Öl) aufgetragen. Mittels eines Prüfkopfes, welcher Ultraschall von 0,2 bis 50 MHz aussendet und empfängt, wird die zu prüfende Oberfläche „abgefahren“, also abgetastet, berührt. Dieses kann manuell, mechanisiert oder automatisch erfolgen. Bei einer automatischen Prüfung wird zwecks Übertragung des Schallsignals das Prüfstück oft in eine geeignete Flüssigkeit getaucht (Tauchttechnik) oder an genau definierten Stellen mit der Flüssigkeit benetzt. Änderungen der akustischen Eigenschaften an Grenzflächen wie z. B. ein *Lunker* (Hohlraum), ein Einschluss oder ein Riss im Gefüge im Inneren des zu prüfenden Teils *reflektieren* den Schallimpuls und senden diesen an den Schwinger im Prüfkopf, der sowohl als Sender wie auch als Empfänger fungiert, zurück. Die vergangene Zeit zwischen Senden und Empfangen lässt die Berechnung des Weges zu (*Impuls-Echo-Verfahren*). Anhand der gemessenen Zeitdifferenz wird ein Signalbild erzeugt und auf einem Monitor sichtbar gemacht. Anhand dieses Bildes kann die Lage bestimmt und die Größe des Fehlers (in der Fachsprache *Ungänge* genannt) durch Vergleichen mit einem Ersatzreflektor abgeschätzt werden. Im Allgemeinen können Ungängen mit einer Größe von ca. 0,6 mm erkannt werden, bei Spezialverfahren auch bis 10^{-7} mm. Bei automatischen Prüfanlagen werden die Informationen gespeichert, zum Prüfstück relativiert und auf verschiedene Weisen sofort oder später dokumentiert.

Aufgabe 22 Suchen Sie im Text *technische Komponenten* und ihre Funktion:

Werkzeuge und Hilfsmittel	Funktion

Aufgabe 23 Suchen Sie im Text auf der vorigen Seite Wörter, die *physikalische Prozesse* benennen:

Aufgabe 24 Suchen Sie Wörter, die *Arbeitsvorgänge* (z. B. messen) benennen:

Aufgabe 25 Suchen Sie Nomina, die *Materialeigenschaften* oder *Materialfehler* beschreiben

Aufgabe 26



Erklären Sie in Kurzform, wie das Prüfverfahren funktioniert.

c) Schreiben Sie eine kurze Zusammenfassung über die Ultraschallprüfung

Aufgabe 27

a) Sagen Sie die folgenden Wörter anders:

zerstörungsfrei _____

etwas lässt zu _____

b) Suchen Sie andere Konnektoren mit derselben / sehr ähnlichen Bedeutung und passende Beispiele:

zwecks _____

mittels + Gen. _____

anhand + Gen. _____

Aufgabe 28 Bilden Sie aus den Passiv-Sätzen korrekte Aktiv-Sätze und ergänzen Sie mit einer sinnvollen Angabe des Handelnden (Agens).

Aktiv richtet den Blick auf den <i>Handelnden</i> (das Agens).	Passiv drückt etwas <i>Unpersönliches</i> aus, das <i>Geschehen</i> wird betont.
<i>Beispiel:</i> Das Deutsche Institut für Normung (DIN) normt alle Prüfverfahren.	<i>Beispiel:</i> Alle Prüfverfahren <i>sind genormt</i> .
	Die Ultraschallkontrolle <i>wird</i> nach Richtlinien <i>durchgeführt</i> .
	Auf der Oberfläche des Werkstückes wird ein Kontaktmittel aufgetragen.
	Die zu prüfende Oberfläche wird „abgefahren“.
	Bei einer automatischen Prüfung wird das Prüf- stück oft in eine geeignete Flüssigkeit getaucht.
	Anhand der gemessenen Zeitdifferenz wird ein Signalbild erzeugt und auf einem Monitor sicht- bar gemacht.

	Anhand dieses Bildes kann die Lage bestimmt und die Größe des Fehlers durch Vergleichen mit einem Ersatzreflektor abgeschätzt werden.
	Im Allgemeinen können Ungängen mit einer Größe von ca. 0,6 mm erkannt werden.
	Bei automatischen Prüfanlagen werden die Informationen gespeichert und sofort oder später dokumentiert.

Literatur

- www.elektronik-kompodium.de (zuletzt aufgerufen am 17.9.2014)
- <http://www.elektrotechnik-fachwissen.de/grundlagen/stromkreis.php> (zuletzt aufgerufen am 17.9.2014)
- de.wikipedia.org/wiki/schwingung (zuletzt aufgerufen am 17.9.2014)
- [de.wikipedia.org/wiki/ungängenze](http://de.wikipedia.org/wiki/ung%C3%A4nze) (zuletzt aufgerufen am 17.9.2014)



Kapitel 8

Energietechnik 1

8.1. Energiebegriff

Aufgabe 1
Fragen vor dem
Lesen

Im folgenden Text finden Sie viele Informationen über verschiedene *Einheiten* für Energie, die in *verschiedenen Gebieten* verwendet werden.
a) Ordnen Sie in der Tabelle am Ende des Textes den Gebieten die richtige Einheit und deren abgekürzte Schreibweise zu.
b) Geben Sie jedem Absatz eine Überschrift.

8.1.1. Energiebegriff und Energieeinheiten

Energie ist eine *physikalische* Größe, die den Zustand eines Systems beschreibt. Sie ist eine *Erhaltungsgröße*, da Energie weder vernichtet noch erzeugt werden kann. Im *mechanischen* Sinne ist Energie die Fähigkeit eines Systems Arbeit zu verrichten.

Die Einheit der Energie ist *Joule*.
Von der Einheit Joule werden folgende technisch sinnvolle

Einheiten	Aussprache / Erklärung
1 J = 1Ws =1Nm =1 kg/m²/s²	1 Joule (Aussprache: „Dschuul“) = 1 Wattsekunde = 1 Newtonmeter = 1 Kilogramm pro Meter Quadrat pro Sekunde Quadrat (= die Energie, die man braucht, um 1 kg in 1 Sekunde 1 Meter hoch zu heben)

Einheiten abgeleitet:

1 kJ (Kilojoule)	= 1000 J	= 10 ³ J
1 MJ (Megajoule)	= 1000 KJ	= 10 ⁶ J
1 GJ (Gigajoule)	= 1000 MJ	= 10 ⁹ J
1 TJ Terajoule)	= 1000 GJ	= 10 ¹² J
1 PJ (Petajoule)	= 1000 TJ	= 10 ¹⁵ J
1 EJ (Exajoule)	= 1000 PJ	= 10 ¹⁸ J

Für bestimmte Anwendungsgebiete haben sich auch andere Einheiten für die Energie entwickelt.

So wird die elektrische Energie in *Kilowattstunden* oder der Brennwert von Lebensmitteln in *Kilokalorien* angegeben. Eine *Kilokalorie* (kcal) bezeichnet die benötigte Energie, um ein Kilogramm Wasser um ein Grad zu erwärmen.

Große Energiemengen, beispielweise zur Beschreibung von Kraftwerkskapazitäten, werden häufig in Tonnen Steinkohleeinheiten angegeben. Eine *Tonne Steinkohleeinheiten* (tSKE) beschreibt die Wärmeenergie, die bei der Verbrennung von einer Tonne Steinkohle freigesetzt wird.

Die umgesetzte Energie pro Zeiteinheit wird als *Leistung* bezeichnet. Sie wird in der Einheit *Watt* (W) angegeben. Eine historische Einheit für die Leistung ist die *Pferdestärke* (PS), welche aus der Dauerleistung eines Pferdes abgeleitet wurde. Die Einheit *Pferdestärke* (PS) stammt von dem Erfinder James Watt (1736 – 1819), der damit eine anschauliche Maßeinheit für die Leistung von Dampfmaschinen zeigen wollte. Eine *Pferdestärke* entspricht 735,5 Watt.

Nach: Schabbach/Wesselak 2012:25

Einheit	Abkürzung	Was wird damit gemessen? Anwendungsgebiet / Beispiel
		elektrische Energie
		Brennwert von Lebensmitteln
		große Energiemengen, z. B. Kraftwerkskapazitäten
		Leistung = umgesetzte Energie pro Zeiteinheit
		historische Einheit für Leistung (Dampfmaschine) 1PS = 735,5 W

- Aufgabe 2**
Fragen zum Text
1. Warum und wann etwa hat man die Einheit PS erfunden?

2. In welchem Bereich wird sie noch heute verwendet?

3. Für welche Einheit gibt es im Text *keine* Definition?

Definition Eine Kilowattstunde (kWh) ist die **Energiemenge**, die bei einer **Leistung** von einem Kilowatt (1 kW) innerhalb von einer Stunde umgesetzt wird. Es handelt sich also um ein Kilowatt *multipliziert* mit einer Stunde, nicht etwa ein „Kilowatt pro Stunde“. 1 kWh entspricht 3 600 000 **Joule** = 3,6 MJ. Die Kilowattstunde wird insbesondere für die Quantifizierung **elektrischer Energiemengen** verwendet und taucht deswegen auf Stromrechnungen auf, basierend auf der Ablesung von Stromzählern. Private Verbraucher bezahlen in Deutschland pro Kilowattstunde rund 0,25 €. Ein 4-Personenhaushalt in Deutschland verbraucht im Durchschnitt ca. 4000 kWh pro Jahr.

Rüdiger Paschotta: Energie-Lexikon

Aufgabe 3
Wortschatz

Was bedeuten die Verben in der 1. Spalte? Suchen Sie die passende Erklärung und verwenden Sie – wenn nötig – ein Wörterbuch.

Verben		Erklärung / Bedeutung
quantifizieren		(hier): Zahlen auf einer Skala feststellen
basierend / es basiert		Eigenschaften in Zahlen und messbare Größen umsetzen
ablesen		etwas gründet sich auf eine Tatsache (unpers.)*
auftauchen		in geänderter Ordnung oder Reihenfolge aufstellen
umsetzen		aus einer Bindung lösen
freisetzen		aus dem Wasser nach oben kommen, sichtbar werden, erscheinen, (hier): vorkommen

*unpersönlicher Ausdruck, wird nur mit „es“ gebraucht

Merke Wenn man von Energie spricht, sind zwei Verben sehr wichtig:

1. *freisetzen*: Wenn sich Kräfte aus einer Bindung lösen, dann werden sie freigesetzt. Energie wird freigesetzt, z. B. als Wärme bei einer Verbrennung. Wenn etwas verbrennt, wird *Energie* in Form von Wärme und Licht *freigesetzt*.
2. *umsetzen*: Wenn sich etwas umwandelt oder verändert, wenn eine bestimmte Ordnung oder Reihenfolge geändert wird, dann setzt sich etwas um: *Bewegung setzt sich in Energie um, Kohlenhydrate setzen sich in Fett um.*

Aufgabe 4

 Unterstreichen Sie im Text „8.1.1. Energiebegriff und Energieeinheiten“ die Sätze, in denen die Verben *freisetzen* und *umsetzen* verwendet werden, und formulieren Sie dann ähnliche Beispielsätze mit diesen Verben.

Trennbare und nicht trennbare Verben

ableiten, ablesen, angeben, aufstellen, auftauchen, beschreiben, bezahlen, bezeichnen, entwickeln, erfinden, erscheinen, erwärmen, erzeugen, feststellen, umwandeln, verändern, verbrennen, vernichten, verbrauchen, verrichten, verwenden, vorkommen

Aufgabe 5 Welche Verben sind trennbar, welche nicht? Tragen Sie die Verben von oben in die richtige Spalte ein und kontrollieren Sie, ob Sie alle Bedeutungen kennen.

nicht trennbar	trennbar

Grammatik-Tipp

Regel für trennbare oder untrennbare Verben:

Es hängt vom Präfix ab, ob ein Verb trennbar oder untrennbar ist.

1. Trennbare Präfixe sind: **ab-, an-, auf-, aus-, bei-, dar-, ein-, fest-, frei-, für-, inne-, los-, nach-, rück-, vor-, wieder-, zu-, zurecht-, zwischen-**.
2. Untrennbare Präfixe sind: **be-, ent-, er-, ge-, hinter-, miss-, ver-, zer-**.
3. Manche Präfixe können trennbar und untrennbar sein: **durch-, über-, um-, unter-, wider-**. Wenn man das Präfix im Verb betont, ist es trennbar.

8.1.2. Textaufgaben

Aufgabe 6



Lösen Sie die folgenden Textaufgaben.

- 1. Ein durchschnittlich trainierter Mensch erreicht eine Dauerleistung von ca. 70 Watt. Wie lange müsste ein Mensch arbeiten, um 1 kWh Strom zu erzeugen?
 $1\text{ kw} = 3.600.000\text{ Joule}$, $\text{Leistung} = \text{Arbeit} / \text{Zeit}$, $\text{Zeit} = \text{Arbeit} / \text{Leistung}$
- 2. Wie lange kann eine Energiesparlampe mit einer Leistungsaufnahme von 20 Watt mit 1 kWh Strom betrieben werden?
- 3. Wie viel kWh sind erforderlich, um 1000 l Wasser um 40° Kelvin zu erhitzen? Spezifische Wärmekapazität des Wassers: 4,19 kJ (kgK) / 1000 l Wasser = 1000 kg
- 4. Ein Großkraftwerk mit einer Leistung von 1 GW erzeugt pro Tag 1 GW · 24 h = 24 GWh = 24 Millionen kWh. Wie viel Strom erzeugt das Kraftwerk bei ununterbrochenem Betrieb pro Jahr? (in TWh)

Übung zu Komposita

Aufgabe 7

- a) Bilden Sie vier Komposita und suchen Sie passende Beispielsätze im Text „Energiebegriff und Energieeinheiten“ (8.1.1.)
Energie- | Steinkohle- | Wärme- | Zeit-
-energie | -einheit | -einheit | -menge

Komposita	Beispielsätze

b) Formulieren Sie selbst ähnliche Sätze mit Komposita zum Thema Energie. Als Hilfe können Sie dabei verwenden:

Passende Stichwörter und Verbverbindungen

Brennwert, etwas verwenden zu, in einer Stunde umsetzen, frei werden bei, freigesetzt werden bei, zur Angabe von, erwärmen um, eine Tonne (t)

Noch mehr zu Komposita

Kennen Sie die Regel zur Bildung von Komposita im Deutschen?

Aufgabe 8 Ergänzen Sie den Merksatz, dann haben Sie die Regel.

Merke Komposita bestehen _____ einem Grundwort und einem Bestimmungswort, oft sogar aus mehreren Bestimmungswörtern. Das Grundwort steht immer _____, das Bestimmungswort (oder die Bestimmungswörter) _____. Das Kompositum hat denselben Artikel wie _____.

Bei vielen Komposita werden die zwei (oder mehr) Wörter einfach zusammengehängt, z. B.: *Stromnetz, Kraftwerk, Energiewende, Fernwärme, Gaskraftwerk, Wasserkraftwerk, Windkraftanlage, Kohlekraftwerk, Solarenergie, Energiesparlampe, Energieeffizienz, Stromzähler, Stromrechnung, Kilowattstunde.*

Aber oft wird auch ein sog. Fugen-s vor dem Grundwort eingeschoben, z. B.: *Kraftwerk-s-kapazität, Erhaltung-s-größe, Anwendung-s-gebiet, Informationsveranstaltung, Elektrizität-s-werk, Sicherheit-s-test, Wissenschafts-s-gebiet.*

Merke Eine feste Regel gibt es leider nicht, aber im Allgemeinen steht das Fugen-s immer nach: *-heit, -keit, -ion, -ling, -tät, -schaft, -sicht, -tum, -ung.* Manchmal wird auch ein -(e)n als Fugenzeichen eingeschoben, z. B. *Kalorien-zähler, Größe-n-ordnung, Elektron-en-mikroskop.*

Aufgabe 9 a) Schreiben Sie den richtigen Artikel dazu:

_____ Stromnetz	_____ Kraftwerk
_____ Energiewende	_____ Gaskraftwerk
_____ Wasserkraftwerk	_____ Windkraftanlage
_____ Primärenergie	_____ Solarenergie
_____ Stromzähler	_____ Nutzenergie
_____ Energiesparlampe	_____ Kilowattstunde
_____ Kapazitätsgrenze	_____ Kraftwerkskapazität
_____ Wirkungsgrad	_____ Sicherheitsanzug
_____ Großkraftwerk	_____ Wissenschaftsrat
_____ Informationsgesellschaft	_____ Heiterkeitserfolg
_____ Wachstumsbremse	_____ Arbeitsplatzsicherheit
_____ Sicherheitsstufe	_____ Frühlingssonne
_____ Fernwärme	_____ Kohlekraftwerk
_____ Stromrechnung	_____ Elektrizitätswerk
_____ Ansichtskarte	_____ Heizungsfachmann
_____ Bevölkerungsmehrheit	_____ Energieeffizienz

b) Sammeln Sie Komposita mit und ohne Fugen-s.

c) Spielen Sie mit der ganzen Lerngruppe das „Komposita-Spiel“.

Spielregel: einer sagt ein Kompositum, z. B. Wärmekraftwerk. Der Nächste nimmt den letzten Teil des Wortes – hier also „Werk“ – und sagt ein anderes Kompositum, das mit diesem Wort beginnt, z. B. „Werkzeugtasche“. Der Nächste macht weiter, z. B. mit „Taschendieb“ usw. Wie viele Komposita finden Sie?

8.1.3. Partner-Quiz zu den Energieeinheiten

Aufgabe 10
Partnerarbeit

Sprechen Sie mit Ihrem Lernpartner über Energieeinheiten. Partner A schaut nur auf die A-Seite, Partner B nur auf die B-Seite. So bekommen Sie zu jeder Frage die richtige Antwort.
Wichtig: Wechseln Sie sich beim Fragen und Antworten ständig ab! A fragt, B antwortet. Dann fragt sofort B und A antwortet usw.

a) Watt

Partner A ←

Fragen	Antworten
Wie groß ist die Leistung des menschlichen Herzens?	
Was ist die durchschnittliche Leistung eines Handys?	1,5 W
Und wie viel beträgt die Leistung des menschlichen Gehirns?	20 W
Wie viel Watt entsprechen einem PS ?	

b) Kilowatt

Partner A ←

Fragen	Antworten
Wie groß ist die kurzzeitige sportliche Höchstleistung eines Menschen?	
Was ist die Leistungsaufnahme einer typischen Waschmaschine?	2 bis 3,5 kW

c) Megawatt

Partner A ←

Fragen	Antworten
Wie groß ist die Nennleistung großer Windenergieanlagen?	1 bis 7 MW
Wie hoch ist die Antriebsleistung des Hochgeschwindigkeitszugs ICE 3?	
Was war die ungefähre Leistungsaufnahme der Google-Rechenzentren im Jahr 2011?	260 MW

Aufgabe 10 a) Watt

Partner B

Fragen	Antworten
Wie groß ist die Leistung des menschlichen Herzens?	1,5 W
Was ist die durchschnittliche Leistung eines Handys?	
Und wie viel beträgt die Leistung des menschlichen Gehirns?	
Wie viel Watt entsprechen einem PS ?	735,49875 W = 1 PS

Aufgabe 10 b) Kilowatt

Partner B

Fragen	Antworten
Wie groß ist die kurzzeitige sportliche Höchstleistung eines Menschen?	1,5 kW
Was ist die Leistungsaufnahme einer typischen Waschmaschine?	

Aufgabe 10 c) Megawatt

Partner B

Fragen	Antworten
Wie groß ist die Nennleistung großer Windenergieanlagen?	
Wie hoch ist die Antriebsleistung des Hochgeschwindigkeitszugs ICE 3?	8 MW
Was war die ungefähre Leistungsaufnahme der Google-Rechenzentren im Jahr 2011?	

Nach: [de.wikipedia.org/wiki/Größenordnung_\(Leistung\)#Watt](https://de.wikipedia.org/wiki/Größenordnung_(Leistung)#Watt)**Rätsel: chinesisches Sprichwort**

In China gibt es ein Sprichwort „Dieser Lehrer ist ein 30-Watt-Lehrer“. Was kann das bedeuten?

8.2. Energieformen – Erscheinungsformen

Aufgabe 11 Unterstreichen Sie wichtige Stichwörter zu den verschiedenen Energieformen und schreiben sie diese Begriffe in die Tabelle am Ende des Textes. Suchen Sie unbekannte Begriffe im Wörterbuch.

Energie tritt in unterschiedlichen Erscheinungsformen auf. Man unterscheidet mechanische Energie, thermische Energie, elektromagnetische Energie und Bindungsenergie.

Mechanische Energie tritt als potenzielle oder kinetische Energie auf. *Potenzielle Energie* besitzt ein Körper auf Grund seiner Lage in einem Kraftfeld, beispielsweise dem Gravitationsfeld der Erde. Sie wird daher häufig auch als Lageenergie bezeichnet. *Kinetische Energie* kann in Form einer Drehbewegung – beispielsweise bei einer Turbine oder einem Wasserrad – oder einer geradlinigen Bewegung – so in einer Wind- oder Wasserströmung – vorliegen. Als *thermische Energie* wird die wahrnehmbare Summe der ungeordneten Bewegungs- und Lageenergie der Moleküle eines Stoffes bezeichnet, messbar durch Temperatur und Druck. *Elektromagnetische Energie* ist der Oberbegriff für die in elektrischen oder magnetischen Feldern gespeicherte sowie die durch elektromagnetische Strahlung transportierte Energie. Schließlich unterscheidet man noch chemische und nukleare *Bindungsenergie*. Diese umfasst sowohl die in der chemischen Verbindung einzelner Atome zu Molekülen als auch die in der Verbindung von einzelnen Kernbausteinen zu Atomkernen gespeicherte Energie.

Schabbach/Wesselak 2012:26

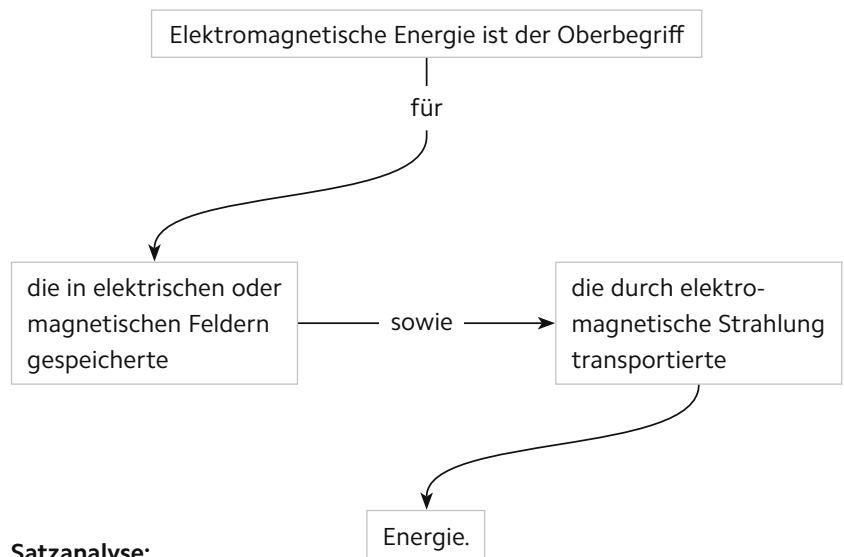
Energieformen	Stichwörter	Übersetzung
mechanische Energie		
thermische Energie		
elektromagnetische Energie		
Bindungsenergie		

Satzbau – komprimierte Sätze

In Fachtexten liest man oft komplexe Sätze, in denen viele Informationen ganz eng „zusammengepresst“ – also komprimiert – gegeben werden. Um sie richtig zu verstehen, muss man sie zunächst in ihre Teile zerlegen. Versteht man die einzelnen Teile und erkennt die Struktur, so versteht man auch den ganzen Satz.
Das folgende Modell zeigt Ihnen *eine häufige Variante* für die Struktur solcher Sätze.

Beispielsatz 1: *Elektromagnetische Energie ist der Oberbegriff für die in elektrischen oder magnetischen Feldern gespeicherte sowie die durch elektromagnetische Strahlung transportierte Energie.*

Strukturmodell:



Satzanalyse:

Teil 1, Hauptsatz

Elektromagnetische Energie ist der Oberbegriff für ... Energie.

Teil 2, Attributsatz mit Präposition

die in elektrischen oder magnetischen Feldern gespeicherte Energie

Teil 3, Attributsatz mit Präposition

die durch elektromagnetische Strahlung transportierte Energie

Teil 2 und Teil 3 werden durch den Konnektor „sowie“ miteinander verbunden; das Wort „Energie“ steht für beide Teile am Satzende.

Aufgabe 12 Zeichnen Sie nach diesem Modell ein Diagramm zur Analyse von folgendem Satz:

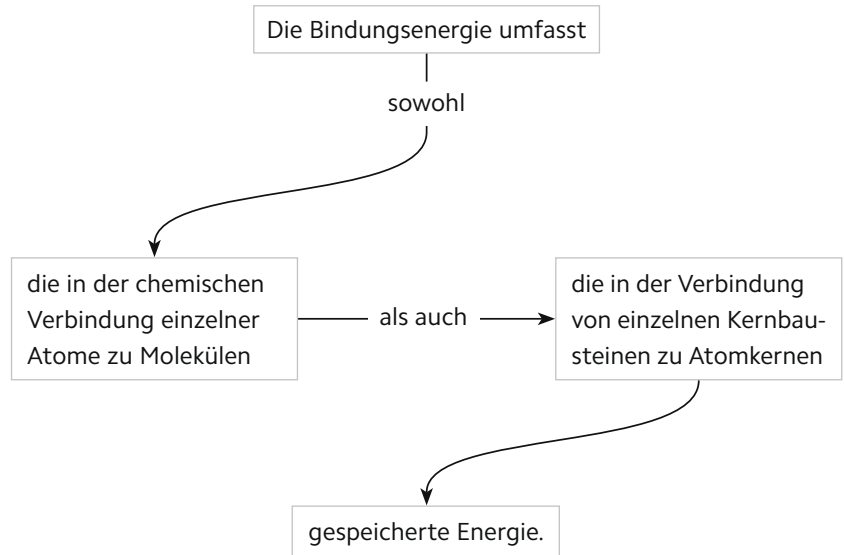
Das grüne Ampelmännchen in Berlin ist ein Oberbegriff für ein für Fußgänger im Straßenverkehr als wichtiges Verkehrszeichen verwendetes sowie für ein auf T-Shirts, Taschen und anderen touristischen Souvenirs abgebildetes Symbol.



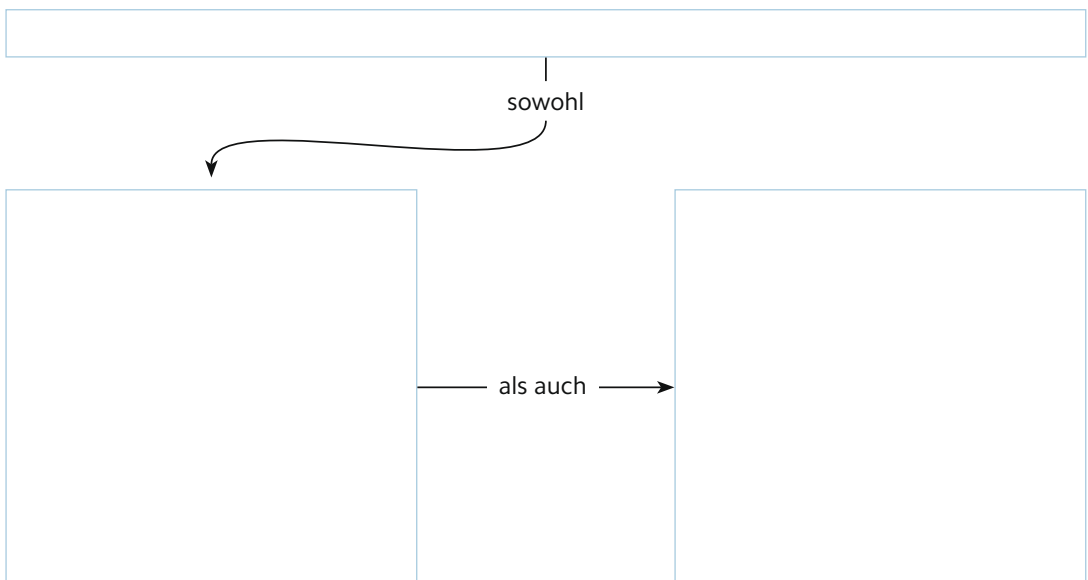
Abb. 1: Das Berliner Ampelmännchen – Zeichen an der Ampel für Fußgänger und Souvenir, Foto: Miriam Guterland

Beispielsatz 2: Die Bindungsenergie umfasst sowohl die in der chemischen Verbindung einzelner Atome zu Molekülen als auch die in der Verbindung von einzelnen Kernbausteinen zu Atomkernen gespeicherte Energie.

Strukturmodell:



Aufgabe 13 Verändern Sie den Satz vom Ampelmännchen so, dass er in das Diagramm passt:



8.3. Energieformen – Energieträger

Der weltweite Energiebedarf wird heute zu über 80 Prozent durch die Verbrennung der fossilen Energieträger Kohle, Rohöl und Naturgas gedeckt. Grundlage unseres Energiesystems sind also chemische Energieträger, die sich über einen langen erdgeschichtlichen Zeitraum aus Biomasse gebildet haben und somit gespeicherte Strahlungsenergie der Sonne darstellen. Die Tabelle unten gibt den Energieinhalt einiger Energieträger in Form von Brennwerten wieder. Als Brennwert wird die gesamte bei einer Verbrennung freiwerdende thermische Energie eines Stoffes bezeichnet.

Aufgabe 14 a) Schreiben Sie noch zwei Definitionen des Begriffs „Brennwert“ mit folgenden Redemitteln:

Redemittel ... zum Definieren
1. Unter ... versteht man ...

2. ... ist als ... definiert.

b) Vergleichen Sie den Brennwert einiger Energieträger miteinander und bilden Sie dazu Sätze mit diesen Redemitteln:

Redemittel ... zum Vergleichen

<	... ist kleiner als ...; ... ist geringer als ...; ... beträgt weniger als ...;
>	... ist größer als ...; ... beträgt um ... % mehr als ...;
=	... ist genau so groß wie ...; ... ist gleich ...; ... hat denselben (Wert) wie ...;

Typischer Brennwert einiger Energieträger

1 kg frisches Holz	9,4 MJ	1 m ³ Erdgas	40,0 MJ
1 kg trockenes Holz	19,0 MJ	1 kg Erdgas	50,0 MJ
1 kg Braunkohle	19,0 MJ	1 kg Heizöl	45,4 MJ
1 kg Steinkohle	31,0 MJ	1 l Heizöl	38,4 MJ

Aufgabe 15 Ergänzen Sie die fehlenden Wörter und achten Sie ggfs. auf die Endungen / grammatische Form:

Energiebedarf, Energiesystem, Energieträger, decken, fossil, Kohle, lange, Strahlungsenergie, Zeitraum

Der weltweite _____ wird heute zu über 80 Prozent durch die Verbrennung der _____ Energieträger _____, Rohöl und Naturgas _____. Grundlage unseres _____ sind also chemische _____, die sich über einen _____ erdgeschichtlichen _____ aus Biomasse gebildet haben und somit gespeicherte _____ der Sonne darstellen.

Aufgabe 16 a) Unterstreichen Sie im Text alle Stichwörter, mit denen man die Begriffe „Primärenergie“, „Endenergie“ und „Nutzenergie“ erklären kann.



b) Schreiben Sie dann eine Zusammenfassung zur Erklärung dieser drei Begriffe.

Die in den Energieträgern enthaltene Energie liegt meistens nicht in der Form vor, in der sie genutzt werden soll. So werden Kohle und Rohöl, aber auch Wind und Sonnenstrahlung nicht direkt genutzt, sondern müssen zunächst durch technische Prozesse beispielsweise in Elektrizität oder Kraftstoffe umgewandelt werden. Man unterscheidet daher zwischen *Primärenergie*, *Endenergie* und *Nutzenergie*.

Primärenergie ist Energie in ihrem natürlichen, noch nicht technisch aufbereiteten Zustand, z. B. in Form von Kohle, Naturgas, Rohöl oder Wind. **Endenergie** bezeichnet die dem Verbraucher nach Aufbereitungs- und Umwandlungsprozessen in Form von Kohlebriketts, Erdgas, Benzin, Holzpellets oder Elektrizität zugeführte Energie. Die Energienutzung durch den Verbraucher beinhaltet weitere Umwandlungsprozesse, die

zur **Nutzenergie** in Form von Wärme, mechanischer Arbeit, Licht oder Kommunikation führen.

Bei der Bereitstellung von Endenergie sind einige Umwege zu gehen, da die Energieformen nicht beliebig ineinander umwandelbar sind. So wird in einem Kraftwerk aus der im Brennstoff gebundenen chemischen Energie über den Umweg der thermischen Energie zunächst mechanische und dann im Generator elektrische Energie gewonnen.

In Kernkraftwerken macht man sich Kernbindungskräfte durch Kernspaltung oder -fusion zunutze, um thermische Energie und daraus mit einem konventionellen Kraftwerksprozess elektrische Energie zu gewinnen. Trotz erprobter Kraftwerkstechnik und hoher Sicherheitsstandards besteht jedoch ein Restrisiko für große Unfälle, wie jüngst die Katastrophe von Fukushima belegt.

Regenerative Energien wie Sonne, Wind, Wasser und Biomasse sind ebenso Ausgangspunkt von Energiewandlungsketten, die zu Elektrizität, Wärme und Treibstoffen führen.

Schabbach/Wesselak 2012:28 ff.

Aufgabe 17



- a) Erklären Sie den Begriff „Energiewandlungskette“ mit eigenen Worten.
 b) Zeichnen Sie ein Schema für ein Beispiel einer Energiewandlungskette, tragen Sie die passenden Begriffe ein und vergleichen Sie Ihre Zeichnung mit anderen Schemazeichnungen in Ihrer Lerngruppe.

Aufgabe 18

Formen Sie die komprimierten Satzteile in Relativsätze um. Überlegen Sie: Wann verwendet man Partizip I und wann Partizip II?

Beispiel: Die in elektrischen oder magnetischen Feldern gespeicherte Energie ... → Die Energie, die in elektrischen oder magnetischen Feldern gespeichert ist, ...

1. Eine zu Elektrizität, Wärme und Treibstoffen führende Energiewandlungskette ...
2. Die durch Kernspaltung oder -fusion entstehenden Kernbindungskräfte ...
3. Die zur Bereitstellung von Endenergie erforderlichen Umwege ...
4. Die im Generator gewonnene elektrische Energie ...
5. Die im Brennstoff gebundene chemische Energie ...
6. Ein zu Nutzenergie führender Umwandlungsprozess ...

Grund und Gegengrund

Der Grund für eine Tatsache kann durch zwei syntaktische Möglichkeiten angegeben werden:

verbal als Nebensatz	nominal als komprimierter Attributsatz (auch: Präpositionalphrase)
mit Konjunktionen: <i>weil, da, aufgrund der Tatsache, dass ..., infolge der Tatsache, dass ..., dadurch, dass ...</i>	mit Präpositionen + Fall: <i>wegen + Gen. infolge + Gen. durch + Akk. aufgrund + Gen.</i>
<i>Beispiel:</i> In Atomkraftwerken herrschen sehr hohe Sicherheitsstandards, <i>weil</i> diese Technik extrem gefährlich ist.	<i>Beispiel:</i> <i>Wegen</i> der extremen Gefährlichkeit der Kernkrafttechnik sind in AKWs die Sicherheitsstandards sehr hoch.

Ist der angegebene Grund für eine Tatsache nicht ausreichend, spricht man vom Gegengrund. Auch dafür gibt es zwei grammatisch mögliche Formen:

verbal als Nebensatz	nominal als komprimierter Attributsatz
mit Konjunktion: <i>obwohl</i>	mit Präposition: <i>trotz + Gen.</i>
<i>Beispiel:</i> <i>Obwohl</i> hohe Sicherheitsstandards gelten, besteht ein Risiko für große Unfälle, wie die Katastrophe von Fukushima belegt.	<i>Beispiel:</i> <i>Trotz</i> hoher Sicherheitsstandards besteht ein Risiko für große Unfälle, wie die Katastrophe von Fukushima belegt.

Aufgabe 19
Partnerarbeit



Schreiben Sie je drei Sätze mit allen Konjunktionen der linken Spalte (*verbal als Nebensatz*), durch die man Grund und Gegengrund ausdrücken kann. Sie können zum Thema Energie schreiben, Sie können aber auch jedes beliebige Thema wählen.
Tauschen Sie dann Ihre Sätze mit Ihrem Lernpartner und wandeln Sie alle Sätze in den Nominalstil, also in *komprimierte Attributsätze (oder: Präpositionalphrasen)* um.

8.4. Energieverbrauch

Aufgabe 20 Beschreiben Sie die Grafik über den Primärenergieverbrauch von 2011 unter Verwendung ausgewählter Redemittel.

Redemittel ... zur Beschreibung von Grafiken mit statistischen Angaben

- Die Grafik informiert über ...
- Diese Informationen stammen aus folgender Quelle: ...
- An erster, zweiter, dritter, ... letzter Stelle stehen
- Den ersten, zweiten, dritten, ... letzten Rang einnehmen
- Die erste, zweite, dritte, ... letzte Position besetzen
- Den größten (geringsten) Anteil inne haben
- Auffällig ist, dass ...
- An der Spitze stehen
- Den mittleren Platz (die mittleren Plätze) besetzen (einnehmen)
- Den letzten Platz aufweisen

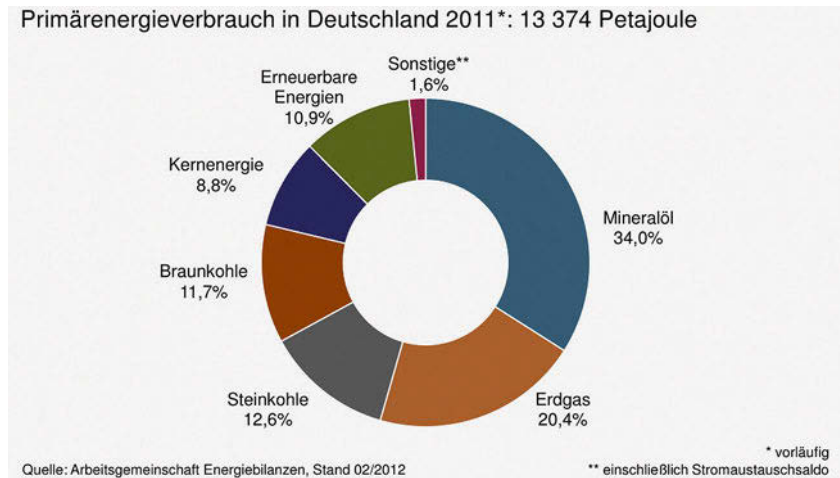


Abb. 2: Primärenergieverbrauch in Deutschland 2011 nach Energieträgern

Der Primärenergieverbrauch umfasst nicht nur die zur Stromerzeugung verwendeten Energiequellen, sondern betrifft auch alles, was für Wärme, Heizung, Benzin usw. benötigt wird. Dagegen bezieht sich die nächste Grafik über den Strommix in Deutschland 2013 ausschließlich auf die Stromerzeugung.

Aufgabe 21 Vergleichen Sie die zwei Grafiken (Abb. 2 und Abb. 3) über den Strommix und den Primärenergieverbrauch. Beschreiben Sie die Gemeinsamkeiten und die Unterschiede. Lassen sich Entwicklungen ablesen? Wenn ja, welche?

Redemittel ... zum Vergleichen von Grafiken

- während ...
- im Gegensatz zu
- dagegen
- im Vergleich zu
- im Unterschied zu
- anders als ...
- eine weitere Besonderheit von ... ist ...

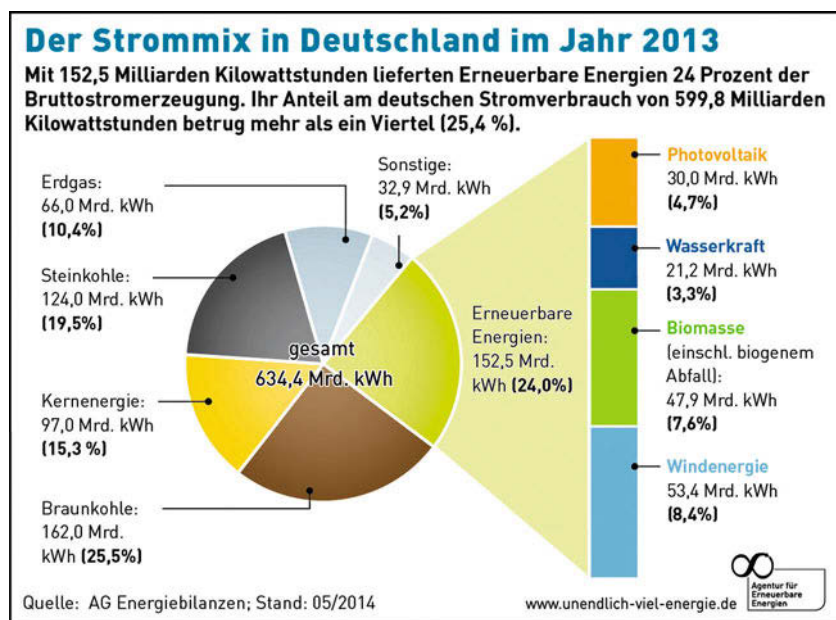


Abb. 3: Quellen der Stromerzeugung in Deutschland 2013

Grammatik-Tipp

Der Konnektor „während“ kann nicht nur für eine **Zeitangabe**, sondern auch zum Ausdruck eines **Gegensatzes** verwendet werden:

Beispiele:

- **Während** der eine Student Bafög bekommt, muss der andere seinen Lebensunterhalt durch Wochenendjobs verdienen. (**Gegensatz**)
- **Du** hast viel Zeit, **während ich** für die Prüfung lernen muss. (**Gegensatz**)
- **Während der Vorlesung** müssen die Handys ausgeschaltet bleiben. (**Zeitangabe**)

Aufgabe 22 Schreiben Sie sechs Sätze, in denen *während* einen Gegensatz ausdrückt, und vier Sätze, in denen mit *während* eine Zeit angegeben wird.



Aufgabe 23 Recherchieren Sie:
Technische Gespräche Aus welchen Energiequellen wird in Ihrem Heimatland Energie gewonnen? Erstellen Sie ein Diagramm und kommentieren Sie es.

8.5. Regenerative Energieträger

Aufgabe 24 Formulieren Sie sieben Fragen an Ihren Lernpartner, die mit Hilfe der Grafik (Abb. 4) und des Textes (Absätze 1 u. 2) beantwortet werden können.
Beispiel: Wodurch kann mechanische Energie bereitgestellt werden?

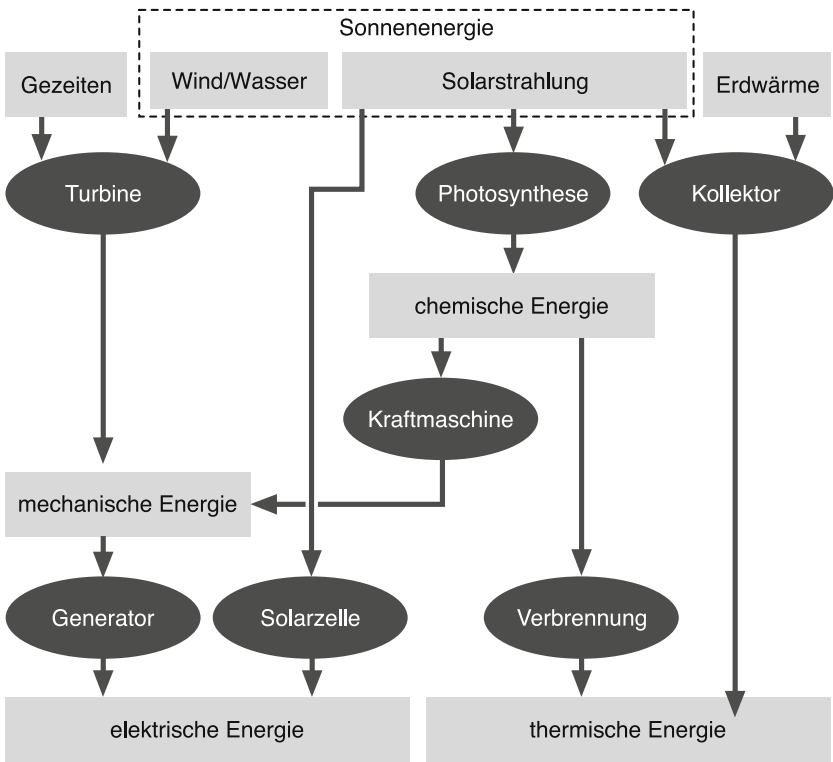


Abb. 4: Umwandlungsmöglichkeiten von Erneuerbaren Energien, Schabbach/Wesselak 2012:68

1. Primärenergieträger bezeichnet man als *erneuerbar* oder *regenerativ*, wenn sie sich von selbst und innerhalb menschlicher Zeitmaßstäbe erneuern. Regenerative Energieträger stehen damit im Gegensatz zu den fossilen und nuklearen Energieträgern, die sich (...) in Jahrmillionen gebildet haben und deren Nutzung zu einer stetigen Abnahme führt. Die größte Bedeutung kommt der Solarstrahlung, d. h. dem Strahlungsangebot der Sonne zu, auf das sich die meisten regenerativen Energieträger zurückführen lassen: die mechanische Energie von Wind und Wasser, die in Biomasse gespeicherte chemische Energie und natürlich die Energie der elektromagnetischen Strahlung selbst.
2. Neben der Solarstrahlung stellt die innere Energie der Erde die zweite primäre regenerative Energiequelle dar. Sie wird in Form von Erdwärme genutzt. Mit einer deutlich geringeren technischen Bedeutung sind schließlich noch die Gravitationskräfte von Sonne und Mond zu berücksichtigen, die zur Meeresenergie in Form von Gezeiten und Wellen beitragen.

Schabbach/Wesselak 2012:68

8.5.1. Photovoltaik

Aufgabe 25 a) Schreiben Sie die richtigen Stichwörter in das Diagramm.

Definition des Begriffs „Photovoltaik“	
Vorteile von Solarzellen	Nachteile von Solarzellen

Photovoltaik bezeichnet die direkte Umwandlung solarer Strahlungsenergie in elektrische Energie mittels Solarzellen. Die Solarzelle ist einer der elegantesten Energiewandler, den die Ingenieurwissenschaften hervorgebracht haben, da sie die direkte Umwandlung der frei

verfügbaren Sonnenstrahlung in eine hochwertige und in nahezu jede andere Energieform umwandelbare Energie erlaubt. Weitere Vorteile sind die universelle Einsetzbarkeit, geringe Betriebskosten und eine lange Lebensdauer. Dem stehen jedoch hohe Anschaffungskosten und die geringe Energiedichte der Sonnenstrahlung gegenüber.

b) Formulieren Sie aus den Stichwörtern kurze, korrekte Sätze.

Beispiel: universelle Einsetzbarkeit → man kann sie überall / universell einsetzen

Mögliche direkte Umwandlung

frei verfügbare Sonnenstrahlung

geringe Betriebskosten

lange Lebensdauer

hohe Anschaffungskosten

Umwandlung solarer in elektrische Energie mittels Solarzellen

in fast jede andere Energieform umwandelbare Energie

geringe Energiedichte der Sonnenstrahlung

Aufgabe 26 Suchen Sie vor dem Lesen folgende Wörter im Lexikon:

auf Deutsch	in Ihrer Lern-/Muttersprache
-e Dotierung	
-s Photon	
-e Atomhülle	
-s Elektron	
anregen	
-r Ladungsträger	
positive / negative Elementarladung	
leiten	
absorbieren	
-e Absorption	

8.5.2. Wie funktioniert eine Solarzelle?

Abbildung 5 beschreibt – stark vereinfacht – die Funktionsweise einer Solarzelle. Man kann sich die solare Strahlung als stetigen Strom von Lichtquanten (Photonen) vorstellen, die in die Oberfläche der Zelle eindringen. Jedes Photon besitzt eine bestimmte Menge an Energie, die von dem Zellenmaterial aufgenommen (absorbiert) werden kann.

Häufig genügt die zugeführte Energiemenge, um die Bildung frei beweglicher Ladungsträger anzuregen. Dies sind zum einen aus den Atomhüllen gelöste Elektronen mit negativer Elementarladung, zum anderen „Fehlstellen“ oder „Löcher“ mit positiver Elementarladung, die durch die Entfernung der Elektronen entstanden sind.

Ein durch gezielte Verunreinigungen innerhalb des Zellenmaterials im Herstellungsprozess (Dotierung) aufgebautes inneres elektrisches Feld trennt die durch die Strahlungsabsorption gebildeten Ladungsträger: Die negativ geladenen Elektronen werden in Richtung der Zellvorderseite, die positiv geladenen Elektronenlöcher werden in Richtung der Zellrückseite beschleunigt und sammeln sich jeweils dort. Die auf Ober- und Unterseite der Solarzelle gut sichtbaren Kontakte sammeln die Ladungsträger ein. Verbindet man beide Seiten der Solarzelle leitend, so fließt ein elektrischer Strom, der in einem elektrischen Verbraucher Arbeit verrichten kann. Die einzelnen Zellen erzeugen bei solarem Strahlungseinfall eine elektrische Spannung von rund 0,6 V. Durch serielle Verschaltung zu Strings entsteht aus den Zellen das Solarmodul mit

einer Ausgangsspannung von etwa 12 bis 120 V. Eine Antireflexionsbeschichtung auf der Vorderseite erhöht den Transmissionsgrad für Lichtquanten und verleiht der Solarzelle die typische dunkelblaue Färbung. Zum Schutz vor Witterungseinflüssen werden die Solarzellen in einem Modul gekapselt. Die Module selbst werden am Aufstellungs-ort wiederum seriell und parallel verschaltet, um Gesamtspannungen von 400 bis 900 V zu erreichen. Wechselrichter generieren aus der Gleichspannung den Wechselstrom mit der netzüblichen Frequenz von 50 Hz bei 400 V, um eine Einspeisung in das Stromnetz zu ermöglichen.

Schabbach/Wesselak 2012:70 ff.

Aufgabe 27 **Bringen Sie die Sätze in die richtige Reihenfolge.**

- Wenn man die beiden Seiten der Solarzelle verbindet, dann fließt ein elektrischer Strom.
- Die Energiemenge der Photonen wird vom Zellenmaterial absorbiert.
- Ladungsträger können auch „Löcher“ sein mit positiver Elementarladung; sie sind durch die Entfernung der Elektronen entstanden.
- Die solaren Strahlen dringen in Form von Photonen in die Oberfläche der Solarzelle ein.
- Es trennt die Ladungsträger: Die negativ geladenen Elektronen wandern in Richtung der Vorderseite der Zelle, die positiv geladenen Elektronenlöcher wandern in Richtung der Rückseite der Zelle.
- Ladungsträger können Elektronen sein, die sich aus der Atomhülle gelöst und eine negative Elementarladung haben.
- Frei bewegliche Ladungsträger werden gebildet.
- Durch Dotierung wird ein inneres elektrisches Feld aufgebaut.

Die schematische Zeichnung zeigt die Funktionsweise einer Solarzelle.

Aufgabe 28 **Tragen Sie folgende Begriffe in das Schema ein:**

Solarstrahlung, elektrisches Feld, elektrischer Strom, Ladungsträger, Ladungsträger, Oberfläche, Verbraucher

Lesen Sie dazu auch den Text „Solarzellen“ unter dem Bild

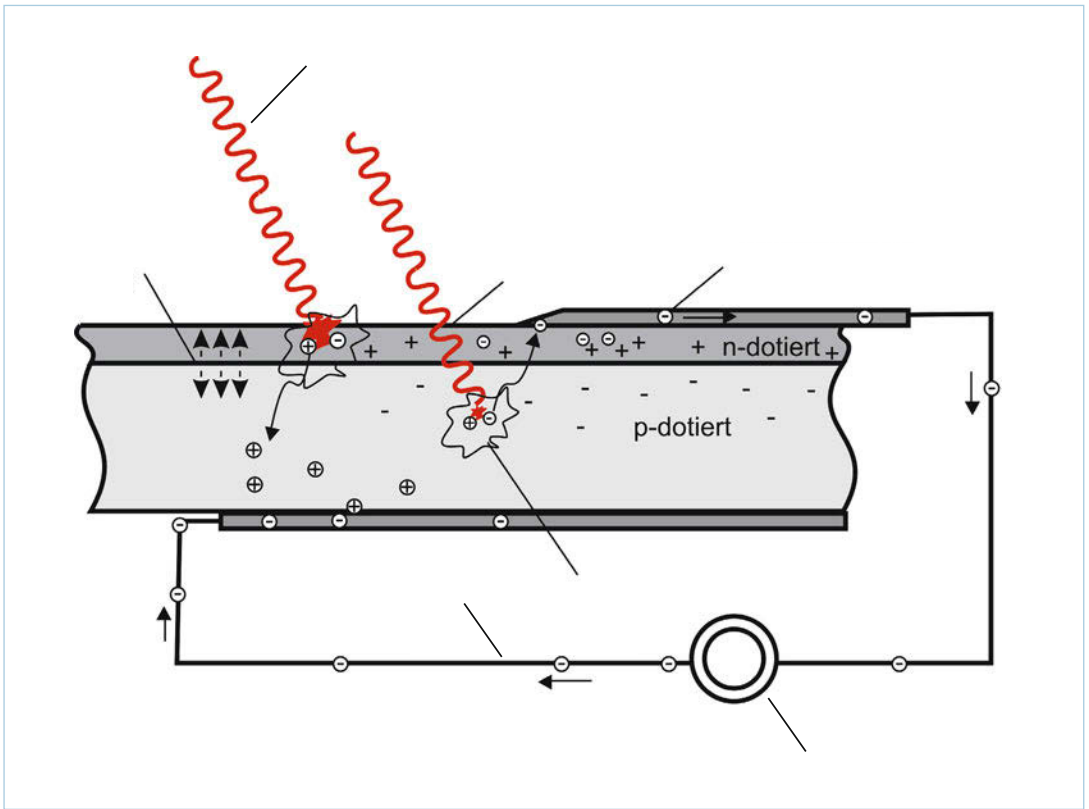


Abb. 5: Stark vereinfachtes Modell einer kristallinen Solarzelle, Schabach/Wesselak 2012:72

Solarzellen

Solarzellen werden aus Halbleitermaterialien hergestellt, also Stoffen wie z. B. Silizium, deren elektrische Leitfähigkeit zwischen denen von Metallen und Isolatoren liegt. Meist wird hochreines kristallines Silizium eingesetzt, das durch energieintensive Prozesse aus Quarzsand gewonnen wird. Dem Ausgangsmaterial wurde vor der Kristallisation bereits eine geringe Menge Bor für die gewünschte p-Dotierung zugesetzt.

Zur n-Dotierung wird die Oberseite der Scheibe einer phosphorhaltigen Atmosphäre ausgesetzt, deren Atome in das Si-Kristall eindiffundieren. Durch die Dotierung entstehen zwei unterschiedliche Halbleiterschichten, im n-dotierten Silizium dominiert die Zahl der negativen Ladungsträger (Elektronen), im p-dotierten Silizium die der positiven Ladungsträger (Elektronenlöcher). Aufgrund von Diffusion wandern Elektronen vom n- in das p-Gebiet und Löcher vom p- in das n-Gebiet. Zurück bleiben jeweils ionisierte Dotierungsatome, die ein elektrisches

Feld ausbilden. Das elektrische Feld wiederum ruft einen Feldstrom hervor, der dem Diffusionsstrom entgegen gerichtet ist und ihn im Gleichgewichtszustand aufhebt.

Schabbach/Wesselak 2012:71

Aufgabe 29 **Formulieren Sie die Fragen zu den gegebenen Antworten.**

1.

Zur Herstellung von Solarzellen verwendet man Halbleitermaterialien.

2.

Silizium ist geeignet, weil es eine elektrische Leitfähigkeit zwischen der von Metallen und Isolatoren hat.

3.

Bor wird für die gewünschte p-Dotierung zugesetzt.

4.

Durch die Dotierung entstehen zwei unterschiedliche Halbleiter-Schichten.

5.

Im n-dotierten Silizium dominiert die Zahl der negativen Ladungsträger, also der Elektronen.

6.

Im p-dotierten Silizium dominiert die Zahl der positiven Ladungsträger, also der „Löcher“.

7.

Die Elektronen wandern vom n- in das p-Gebiet.

8.

Die Elektronenlöcher wandern vom p- in das n-Gebiet.

9.

Zurück bleiben ionisierte Dotierungsatome, die ein elektrisches Feld ausbilden.

10.

Das elektrische Feld ruft einen Feldstrom hervor, der dem Diffusionsstrom entgegen gerichtet ist.

Aufgabe 30



Schreiben Sie Sätze über Solarzellen mit folgenden Verben:

herstellen aus | gewinnen aus | einsetzen | zusetzen (m. Dat.)
aussetzen (m. Dat.) | wandern von ... in ... | dominieren
gerichtet sein gegen | zurück bleiben | (ein-)diffundieren in

8.5.3. Solarthermie

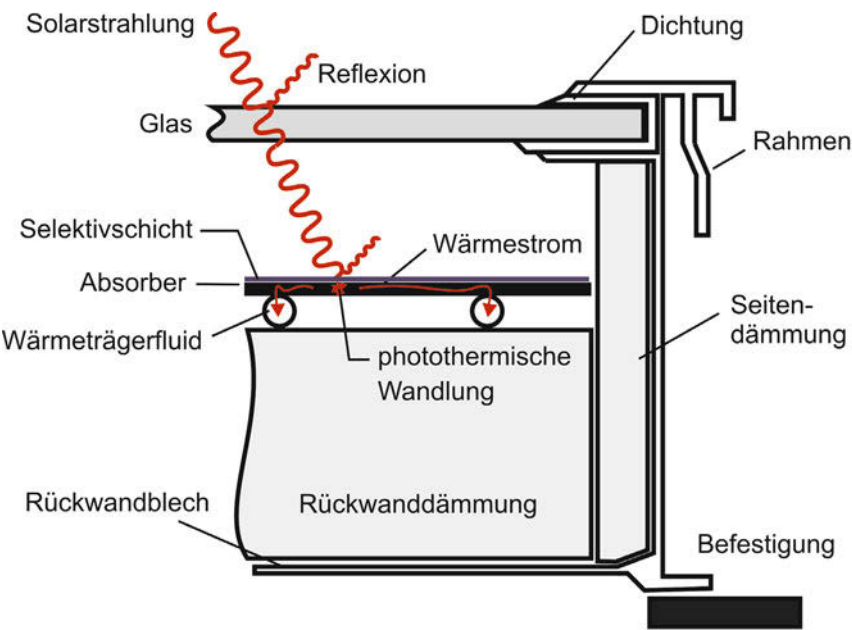


Abb. 6: Schnittdarstellung eines Solarkollektors, Schabbach/Wesselak 2012:77

Aufgabe 31 Entscheiden Sie: Welche Wörter gehören mehr zur naturwissenschaftlichen, welche Wörter mehr zur technischen Seite?

naturwissenschaftliche Lexik	technische Lexik

- Aufgabe 32** **a) Unterstreichen Sie beim Lesen das Fachvokabular zum Bereich Solarthermie.**
b) Schreiben Sie zu jedem Abschnitt eine passende Überschrift.

Im Gegensatz zur photovoltaischen Nutzung wandelt die solarthermische Anlage die einfallende Solarstrahlung nicht in elektrische, sondern in thermische Energie um.

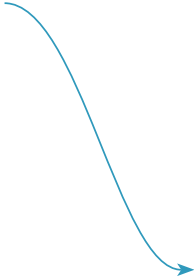
Die Zunahme thermischer Energie im Innern des Solarkollektors ist verknüpft mit einer Temperaturerhöhung in der Solarflüssigkeit. Die Solarflüssigkeit dient zum Transport der thermischen Energie zu einem Verbraucher oder Speicher und wird daher auch als Wärmeträgerfluid bezeichnet. Die Bereitstellung thermischer Energie ist notwendig, um den Nutzenergiebedarf zur Raumbeheizung und zur Trinkwassererwärmung zu decken.

Grundlage der solarthermischen Energienutzung ist die photothermische Wandlung. Die Energie der Photonen im Wellenlängenbereich der Solarstrahlung (ca. $0,3\ \mu\text{m}$ bis $3\ \mu\text{m}$) wird hierbei in der Absorberschicht durch Strahlungsabsorption in thermische Energie umgewandelt, wie Abb. 6 zeigt. Mit einer speziellen Selektivbeschichtung sind Absorptionsgrade bis 95 Prozent erreichbar.

Die Absorberschicht mit einer Dicke von nur wenigen $100\ \mu\text{m}$ wird auf ein gut wärmeleitendes Kupfer- oder Aluminiumblech mit einer Stärke von $0,2$ bzw. $0,5\ \text{mm}$ aufgetragen. Das Absorberblech erwärmt sich und gibt gleichzeitig über Kupfer- oder Aluminiumrohre die gewonnene thermische Energie als Wärmestrom an das darin zirkulierende Wärmeträgerfluid ab. Dieses besteht aus einem Gemisch von Wasser und etwa 40 bis 50 Prozent Frostschutzmittel, ergänzt um Inhaltsstoffe zum Korrosionsschutz.

Nach: Schabbach/Wesselak 2012:75 ff.

Aufgabe 33
 Kombinieren Sie die Satzteile, so dass sachlich richtige Aussagen entstehen.

Die Solarstrahlung wird in thermische,		die photothermische Wandlung.
Die Solarflüssigkeit besteht		nimmt die thermische Energie im Kollektor zu.
In der Absorberschicht wird		ein anderes Wort für die Solarflüssigkeit.
Auf der Absorberschicht können bis zu 95 % der Solarstrahlung absorbiert und in thermische Energie umgewandelt werden,		nicht in elektrische Energie umgewandelt.
Wenn die Temperatur steigt,		deshalb sind sie ein geeignetes Material für Absorberblech und Rohre.
Kupfer und Aluminium leiten die Wärme gut,		wenn sie mit einem speziellen Material beschichtet ist.
Grundlage der solarthermischen Energienutzung ist		aus Wasser, einem Anteil an Frostschutzmittel und Rostschutz.
Wärmeträgerfluid ist		die Energie der Solarstrahlung in thermische Energie umgewandelt.

Aufgabe 34
 Schreiben Sie möglichst viele Komposita mit den aufgelisteten Wörtern. Sie können gerne noch andere Wortteile ergänzen.

Wärme- Solar- Absorber- Aluminium- Kupfer- Temperatur- Rückwand- Energie-	-schicht -dämmung -kollektor -schutz -flüssigkeit -strom -bedarf -strahlung	
--	--	--

erwärmt werden. Der Kollektor breitet sich im Gegensatz zur Erdsonde auf einer ausgedehnten Fläche horizontal in nur ca. 80–160 cm Tiefe aus. Die Erdwärmepumpe überträgt die Erdwärme aus der Erdsonde bzw. aus dem Kollektor auf einen Wärmeträger. Der Wärmeträger nimmt diese Wärme auf und verdampft schnell.

Der elektrische Kompressor der Erdwärmepumpe erhöht den Druck und verdichtet den Dampf. Dadurch steigt dessen Temperatur. Die Wärme kann dann in einem Pufferspeicher gesammelt werden und zum Heizen und für die Warmwasserbereitung zur Verfügung gestellt werden.

Die Erdwärmepumpe nutzt die Tatsache, dass sich Gase unter Druck erwärmen. Dieser Effekt ist z. B. bei einer Fahrrad-Luftpumpe spürbar. Die Wärmepumpe hebt die Erdwärme auf ein höheres Temperaturniveau, das für eine Heizungsanlage notwendig ist. Für eine Heizleistung von 3 – 5 Kilowattstunden Wärme benötigt sie ca. 1 Kilowattstunde Strom.

www.unendlich-viel-energie.de

Aufgabe 36 Ergänzen Sie die fehlenden Wörter.

Während eine Erdwärmesonde 100 _____ in die _____ reicht, breitet sich ein Erdwärmekollektor horizontal in einer _____ von 80 – 160 _____ aus.

Durch die Erdwärmepumpe wird die Erdwärme auf einen Wärmeträger _____ . Diese Wärme wird vom Wärmeträger _____ .

Der elektrische Kompressor der Erdwärmepumpe _____ den Druck und _____ den Dampf. Gase _____ sich unter Druck.

Wie funktioniert die petrothermale Geothermie?

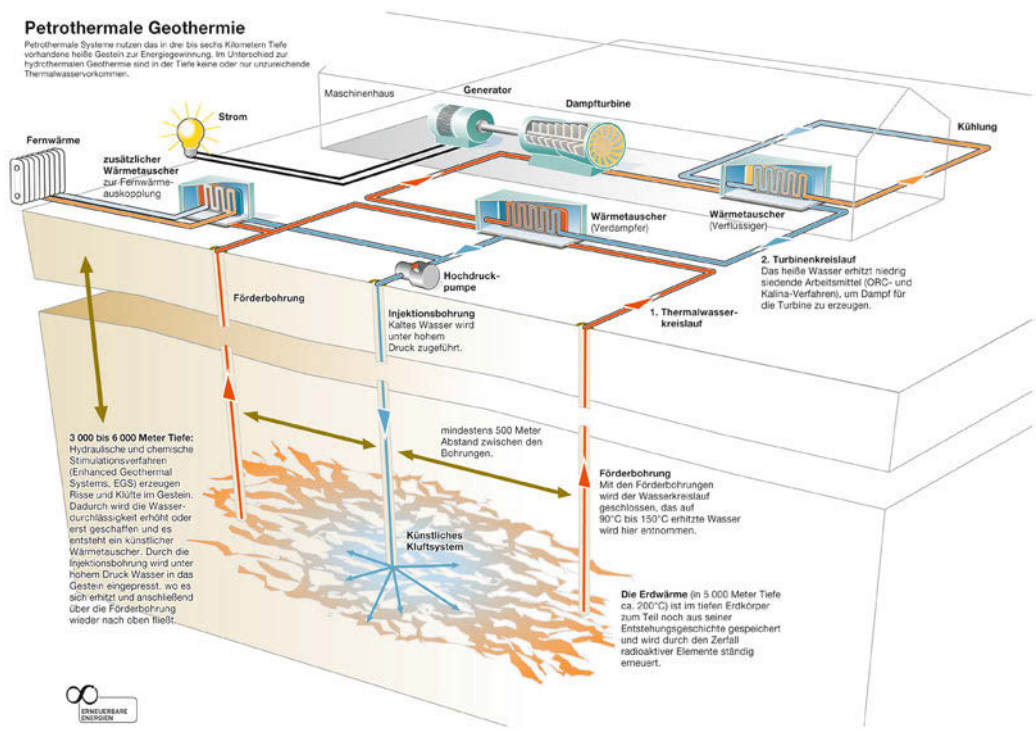


Abb. 8: Petrothermale Geothermie, www.unendlich-viel-energie.de

Aufgabe 37 Entscheiden Sie: Richtig oder falsch? Benutzen Sie die Abbildung 8 und den Text als Informationsquelle.

wahr falsch

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1. Petrothermale Geothermie nutzt Erdwärme in 2000 – 5000 Meter Tiefe. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Heißes Wasser wird unter hohem Druck in Risse und Klüfte gepresst. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Die Temperatur des Gesteins beträgt 200 °C. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Das Wasser erwärmt sich auf 90 – 150 °C. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Ein Wärmetauscher wandelt die Wärmeenergie in elektrischen Strom um. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Die Grafik erklärt die Nutzung der petrothermalen Geothermie mit einer beispielhaften Anlage.

Bei der **petrothermalen Geothermie** kann (...) nicht auf natürlich vorhandenen Wasserdampf oder Thermalwasser zurückgegriffen werden. Die petrothermale Geothermie „sitzt auf dem Trockenen“. Dennoch kann die natürliche Wärme des heißen Gesteins in ca. 2.000 – 6.000 Meter Tiefe genutzt werden. Die Verfahren der petrothermalen Geothermie werden daher auch als „**Hot-Dry-Rock-Verfahren**“ bezeichnet. Dabei wird in künstlich vergrößerte Risse und Klüfte unter hohem Druck Wasser eingepresst. Das Wasser erhitzt sich im ca. 200 °C heißen Gestein. Eine Förderbohrung pumpt das ca. 90 – 150 °C heiße Wasser dann wieder an die Erdoberfläche. Dort kann es wie bei der hydrothermalen Geothermie über Wärmetauscher für die Wärmeversorgung genutzt werden. Sinnvoll ist die gleichzeitige Stromerzeugung mit einer zwischengeschalteten Turbine.

Die bereitgestellte Erdwärme wird für Siedlungen oder Einzelgebäude, für die Industrie und Treibhäuser, Fischzucht, landwirtschaftliche Trocknungsprozesse oder für Thermal- und Hallenbäder genutzt. Durch Mehrfach- oder „Kaskadennutzung“ kann eine Effizienzsteigerung erreicht werden, d.h. jene Nutzer, die die größte Energiemenge benötigen, werden dabei zuerst versorgt. So kann ein geothermisches Heizkraftwerk optimal ausgelastet werden.

www.unendlich-viel-energie.de

Sprachlicher Ausdruck: Ziele sollen erreicht werden

Es gibt verschiedene sprachliche Möglichkeiten, um denselben Inhalt „Ziele sollen erreicht werden“ auszudrücken:

Beispiel:

Um das Wasser auf 13 °C **zu** erwärmen, wird eine Erdwärmesonde in ca. 100 m Tiefe platziert. (Verbal mit *Infinitiv* + *zu*)

→ **Damit** das Wasser auf 13 °C erwärmt wird, ...

(Verbal mit Konjunktion *damit*)

→ **Zur** Erwärmung auf 13 °C ... (Nominal mit Präposition *zur*)

Aufgabe 38



Formulieren Sie nach dem Beispiel um:

1. Um das Wasser auf 10 °C zu erwärmen, kann alternativ auch ein breiter Erdwärmekollektor verwendet werden.
2. Um die Erdwärme von Kollektor oder Sonde auf einen Wärmeträger zu übertragen, setzt man eine Pumpe ein.
3. Um für Heizung und Warmwasserbereitung zur Verfügung zu stehen, wird die Wärme gesammelt.

4. Um eine Heizleistung von 3 – 5 Kilowattstunden Wärme zu erreichen, benötigt man 1 Kilowattstunde Strom.
5. Um mit Tiefengeothermie gleichzeitig Strom zu erzeugen, wird eine Turbine zwischengeschaltet.

Sprachlicher Ausdruck: Ursachen von Vorgängen

Nach demselben Schema kann man auch „Ursachen von Vorgängen“ ausdrücken:

Beispiel:

Indem man den Druck erhöht und den Dampf verdichtet, steigt die Wassertemperatur. (Verbal mit Konjunktion *indem*)

→ **Dadurch, dass** der Druck erhöht und der Dampf verdichtet wird, steigt die Wassertemperatur. (Verbal mit Konjunktion *dadurch, dass*)

→ **Durch** die Erhöhung des Drucks und die Verdichtung des Dampfes steigt die Wassertemperatur. (Nominal mit Präposition *durch*)

Aufgabe 39 Formulieren Sie nach dem Beispiel um:



1. Indem man den Druck erhöht, werden Gase erwärmt.
2. Indem man sie auf ein höheres Temperaturniveau erhöht, kann die Erdwärme für eine Heizungsanlage genützt werden.
3. Indem man das „Hot-Dry-Rock-Verfahren“ einsetzt, kann die Wärme des heißen Gesteins in 2000 bis 6000 m Tiefe genutzt werden.
4. Indem man Wasser in künstlich vergrößerte Risse im Gestein einpresst, kann das Wasser auf ca 200° C erhitzt werden.
5. Indem man das heiße Wasser mehrfach nutzt, kann die Effizienz gesteigert werden.

Literatur:

- Schabbach, Thomas; Wesselak, Viktor: Energie: Die Zukunft wird erneuerbar. Springer Vieweg, Berlin Heidelberg 2012
- Rüdiger Paschotta: Energie-Lexikon, www.energie-lexikon.info/stromrechnung.html
- www.unendlich-viel-energie.de
- Zettl, Erich: Aus moderner Technik und Naturwissenschaft. Hueber Verlag, Ismaning 2002



Kapitel 9

Energietechnik 2

9.1. Windenergie

In der Geschichte der Energieversorgung ist neben Wasserkraftanlagendie Nutzung des Windes eine der ältesten Möglichkeiten, mechanische Arbeit zu erzeugen. Aus dem asiatischen Raum ist die Nutzung einfacher Windräder bereits ab dem 6. Jahrhundert überliefert. In Europa lässt sich die Windkraftnutzung in Windmühlen bis auf das 12. Jahrhundert zurückdatieren

9.1.1. Windkraftanlagen

Moderne Windkraftanlagen arbeiten nach den gleichen Gesetzen, die auch ein Flugzeug in der Luft halten. Die Querschnittsflächen der Rotorblätter sind geformt wie ein Flugzeugflügel. Wird der Flügel in den Wind hineingedreht, strömt ein Luftstrom an Ober- und Unterseite entlang. Die stärker gewölbte Oberseite zwingt dabei die Luft zu einem längeren Weg und die Strömungsgeschwindigkeit erhöht sich. Das von den Rotorblättern erzeugte Drehmoment versetzt die zentrale Achse der Windkraftanlage in Rotation. Über ein Getriebe wird schließlich ein Generator bewegt, der elektrische Energie erzeugt. Der Wirkungsgrad einer idealen Windkraftanlage erreicht einen Maximalwert von 59 Prozent.

Die heutige Standard-Windkraftanlage für das Binnenland hat eine elektrische Nennleistung von 2 bis 3 MW, einen Rotordurchmesser von etwa 80 bis 100 m und eine Nabenhöhe, entsprechend der Höhe der Maschinengondel über dem Erdboden, von 100 bis 140 m.

Schabbach/Wesselak 2012: 94 ff.

Eine Windkraftanlage (WKA) nennt man auch *Windenergieanlage (WEA)*; beide Begriffe sind synonym.

Aufgabe 1	Steht das im Text? Kreuzen Sie an.		
		ja	nein
	1. Standard-Windkraftanlagen haben eine Höhe von mindestens 100 Metern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2. Windkraftanlagen im Meer (sog. Offshore-Anlagen) haben eine elektrische Nennleistung von 2 bis 3 MW.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3. Die physikalischen Gesetze, die ein Flugzeug in der Luft halten, gelten auch für eine WKA.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4. Rotorblätter sind im Längsschnitt geformt wie Flugzeugflügel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- | | <i>ja</i> | <i>nein</i> |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 5. Die Strömungsgeschwindigkeit der Luft steigt, weil die Oberseite durch ihre stärkere Wölbung sie zu einem längeren Weg zwingt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Die zentrale Achse der WEA wird in Rotation versetzt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. Der Wirkungsgrad einer Windkraftanlage beträgt mindestens 59 Prozent. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Aufgabe 2 Ordnen Sie die Bestandteile der Windenergieanlage der Zeichnung zu:
*der Aufstieg, die Blattverstellung, die Bremse, das Fundament, der Generator,
das Getriebe, die Gondel, das Messinstrument, die Nabe, der Netzanschluss,
das Rotorblatt, der Turm, die Windrichtungsnachführung*



Abb. 1: Windkraftanlage, Grafik: Arne Nordmann (norro)

Aufgabe 3

a) Unterstreichen Sie im Text alle Genitiv-Formen.

b) Welche Genitivkonstruktionen lassen sich anders ausdrücken?

Beispiel: die Nutzung einfacher Windräder – die Nutzung von einfachen Windrädern

c) Schreiben Sie Genitiv-Formen aus folgenden Wortpaaren mit Artikeln. Überlegen Sie: Wann passt der bestimmte und wann der unbestimmte Artikel besser?

Geschichte – Technik

Erzeugung – mechanische Arbeit

Einsatz – einfache Windräder

Form – Flugzeugflügel

Strömung – Luft

Bewegung – Generator

Produktion – elektrische Energie

Höhe – Nabe

Durchmesser – Rotor

Geschwindigkeit – Strömung

d) Aus welchen dieser Genitiv-Formen kann man Komposita bilden?

Aufgabe 4 Ergänzen Sie die Präpositionen.

Eine WKA _____ das Binnenland; eine Höhe _____ 200 Metern; eine Nennleistung _____ 2 _____ 3 MW; ein Maximalwert _____ 59 Prozent; das _____ den Rotorblättern erzeugte Drehmoment; 1000 Meter Höhe _____ dem Meeresspiegel; die Strömung des Luftstroms _____ der Ober- und Unterseite; die Achse wird _____ Rotation versetzt; die Höhe der Gondel _____ dem Boden.

Und _____ welchen Gesetzen wird ein Flugzeug _____ der Luft gehalten?

Aufgabe 5 **Formulieren Sie zehn Fragen, die Ihren Lernpartner mit Hilfe des Textes beantworten muss.**
Partnerarbeit

z. B.: Nach welchen physikalischen Gesetzen arbeitet eine WEA?

9.1.2. Welche Ingenieurleistungen stecken in einer Windenergieanlage?

Die Herstellung einer WEA von der Planung bis zur Inbetriebnahme ist eine komplexe Angelegenheit.

Um aus Wind Strom zu erzeugen und den Strom anschließend zum Verbraucher zu bringen, müssen Ingenieure aus unterschiedlichen Fachdisziplinen ihre Fähigkeiten einbringen.

1. Messtechniker führen Windmessungen durch und sondieren das Terrain
2. Werkstofftechniker sorgen für geeignete Materialien
3. Logistikingenieure überwachen den Transport
4. Bauingenieure installieren Fundament und Turm
5. Maschinenbauingenieure setzen die Anlage Stück für Stück zusammen
6. Anlagen- und Automatisierungstechniker sorgen für optimale Leistung
7. Elektroingenieure kümmern sich um den Anschluss an das Stromnetz



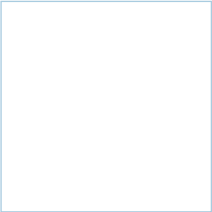
- Aufgabe 6**
- a) Zeichnen Sie das passende Symbol in das Kästchen und schreiben Sie eine jeweils passende Überschrift über die einzelnen Abschnitte.
- b) Bringen Sie die Textabschnitte in die richtige Reihenfolge.

Nach dem Bau und der Installation der WEA stellt sich schließlich die Frage: Wie wird die gewonnene Windenergie in Strom umgewandelt, der ins Netz eingespeist werden kann? Der größte Teil der Planung der elektrischen Ausrüstung einer WEA (Anlagensteuerung, Heiz- und Kühlsysteme etc.) kann oftmals noch von Maschinenbauingenieuren bewältigt werden. Für den Anschluss ans Hochspannungsstromnetz benötigt man aber das Expertenwissen von Elektroingenieuren. Diese sind auch gefragt, wenn es darum geht, die langen Strecken zwischen Erzeuger und Verbraucher möglichst energieverlustfrei zu überwinden.

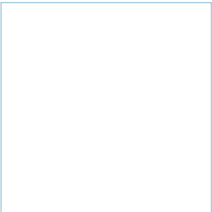
Am Anfang steht die Standortbestimmung. Messtechniker sind gefordert. Es gilt herauszufinden, welche Windgeschwindigkeiten im Mittel an einem bestimmten Standort zu erwarten sind. Die Windmessung wird mit sogenannten Anemometern durchgeführt, Präzisionsgeräte, die nach streng festgelegten Richtlinien klassifiziert und kalibriert sein müssen. Damit jahreszeitlich bedingte Fehleinschätzungen vermieden werden können, müssen diese Messungen mindestens 12 Monate lang durchgeführt werden. Nur so erhält man belastbare Mittelwerte für eine Energieprognose. Auch Wälder, Hügel, Klippen oder thermische Effekte werden registriert. Neben diesen Faktoren kann bei einem Windpark auch die gegenseitige Beeinflussung der Rotoren zu Turbulenzen führen.

Bei der Installation einer WEA sind Bauingenieure die Spezialisten der Stunde. Je nach Beschaffenheit des Untergrundes muss die richtige Wahl für das Fundament getroffen werden. Allein die Gondel, an der der Rotor aufgehängt ist, kann einige hundert Tonnen wiegen. Das

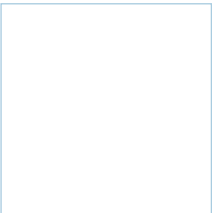
Schwerkraftfundament ist an Land am meisten verbreitet. Bei den Türmen werden neben der Stahlrohrvariante je nach Anlagentyp auch Fertigteilbetontürme oder Gittertürme verwendet. Je höher ein Turm, desto größer ist der mögliche Energieertrag.



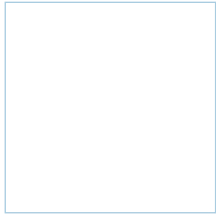
Der Transport einer WEA vom Werk zum endgültigen Standort ist angesichts der Abmessungen und des Gewichts der einzelnen Komponenten eine große logistische Herausforderung. Alle Straßen, Kurven, Brücken und Engpässe vom Werk zum Errichtungsstandort müssen vor dem Transport geprüft werden. Diese Aufgabe erfordert neben der minutiösen Planung oftmals auch einen großen Verwaltungsaufwand. Für die Lasttransporte oder auch für die Verbreiterung von Brücken und Engpässen müssen Genehmigungen eingeholt werden und häufig muss für das letzte Stück zum Standort noch eine neue Straße gebaut werden.



Für den Aufbau einer WEA sind Maschinenbauingenieure verantwortlich. Der Maschinenbauer muss Rotor, Gondel, Turm und Generator einzeln planen und aufeinander abstimmen. Das Kernstück der WEA ist der Rotor, bestehend aus Rotornarbe und Rotorblättern. Der Rotor wird an der Triebstange befestigt, die ein Teil der Gondel ist. Die Gondel enthält den gesamten Maschinensatz einer WEA (Rotorwelle mit Lagerung, Getriebe, Generator, Kupplung und Bremse). Ringgeneratoren kommen ohne Getriebe aus, was zu geringerem Verschleiß und einer hohen Netzverträglichkeit führt.



Da die immer größer werdenden Rotoren massiven Belastungen ausgesetzt sind, fließt in ihre Entwicklung sehr viel Fachwissen aus der Werkstofftechnik ein. Um die Oberfläche der Rotorblätter (aber auch der Türme) wirkungsvoll vor Witterungseinflüssen wie Wind und Wasser, UV-Strahlung sowie Erosions- und Biegebelastungen zu schützen, muss die ideale Mischung aus Baumaterial und Beschichtung gefunden werden, sodass es nicht zu Korrosionen oder Brüchen kommen kann. Hauptsächlich glas- und kohlefaserverstärkte Kunststoffe werden für die Herstellung der Rotorblätter verwendet, die Schichten verklebt man mit Epoxidharz.



Um sicherzustellen, dass sich der Rotor immer nach dem Wind richten kann, ist die Gondel drehbar auf dem Turm gelagert. Fachingenieure der Anlagen- und Automatisierungstechnik sorgen dafür, dass eine optimale Leistung auch bei unterschiedlichen Windverhältnissen gewährleistet werden kann. Dazu muss das Getriebe die Drehzahlanpassung zwischen langsam laufendem Rotor und schnell laufendem Generator vornehmen. An der Gondel ist ein Anemometer installiert, das Windrichtung und -geschwindigkeit kontrolliert und darüber die Ausrichtung (Windnachführung, die durch hydraulische Motoren oder Elektromotoren gesteuert wird) sowie das An- und Abschalten der WEA reguliert. Ohne Regelungstechnik ist eine gut funktionierende WEA undenkbar.

thinkING.-kompakt 09/2012, S. 5-6

Aufgabe 7 Ergänzen Sie die Präpositionen in den zwei Begriffserklärungen.

Anemometer

Ein Instrument _____ Messung von Windgeschwindigkeit und Windrichtung _____ der Umweltforschung, _____ der Meteorologie und _____ der Luftfahrt. Anemometer werden auch eingesetzt, um Lüftungssysteme _____ der Klimatechnik oder die Funktion _____ Heizungen und Klimaanlage einzustellen.

Epoxidharz

Epoxidharz besteht _____ Polymeren, die _____ Zugabe geeigneter Härter einen sehr festen und chemisch beständigen duroplastischen Kunststoff ergeben. Je _____ Zusammensetzung und Temperatur benötigt das Gemisch _____ Aushärtung Minuten, Stunden oder _____ Ausnahmefällen auch mehrere Monate.

Aufgabe 8 Partnerarbeit

- a) Was bedeuten die langen Komposita oder sprachlichen Ausdrücke in der linken Spalte? Umschreiben Sie den Inhalt in Stichworten. Inhaltlich soll sich alles auf das Thema WEA beziehen.
- b) Ergänzen Sie in der linken Spalte oben das genaue Thema (den Oberbegriff).

Beispiel:

Thema: <i>Energie</i>	Bedeutung
energieverlustfrei	<i>ohne Energie zu verlieren</i>

Thema:	Bedeutung
Standortbestimmung, endgültiger Errichtungsstandort	

Thema:	Bedeutung
Windverhältnisse, Windrichtung und -geschwindigkeit, Witterungseinflüsse, jahreszeitlich bedingte Fehleinschätzungen	

Thema:	Bedeutung
Erosions- und Biegebelastungen, glas- und kohlefaserverstärkte Kunststoffe, Fertigteilbetontürme	

Thema:	Bedeutung
Engpässe, Verwaltungsaufwand, große logistische Herausforderung, Genehmigungen für Lasttransporte einholen	

Thema:	Bedeutung
Anschluss ans Hochspannungsstromnetz, Drehzahlpassung	

Nützliche Grammatik: Angabe von Zweck und Ziel

Grammatik-Tipp Ziel und Zweck einer Handlung wird verbal oft mit „damit“ oder „um zu + Infinitiv“ ausgedrückt (finale Nebensätze). Dabei werden aus Passivsätzen oft Aktivsätze und umgekehrt.

Aufgabe 9 Wandeln Sie die Sätze um und ergänzen Sie inhaltlich.
Beispiel: Um aus Wind Strom zu erzeugen, ... → Damit aus Wind Strom erzeugt werden kann, müssen geeignete Wetterverhältnisse herrschen.

damit	um zu + Infinitiv
	Um den Strom zum Verbraucher zu bringen, ...
Damit jahreszeitlich bedingte Fehleinschätzungen vermieden werden, ...	
	Oft ..., um Lasten zu transportieren.
Damit die Oberfläche der Rotorblätter wirkungsvoll vor Witterungseinflüssen geschützt wird, ...	
	Häufig muss noch eine neue Straße gebaut werden, um ...
	Um sicherzustellen, dass sich der Rotor immer nach dem Wind richten kann, ...

Grammatik-Tipp Aus den verbalen Nebensätze mit „um zu + Inf.“ und „damit“ werden in den Fachsprachen sehr oft komplexe Nominalphrasen mit den Präposition „zu + Dativ“ und „für + Akkusativ“.

Aufgabe 10 Ergänzen Sie die Tabelle, indem Sie zwischen verbalen und nominalen Formen wechseln. Fällt Ihnen ein passender Schluss ein?

Beispiel: Um Ziel und Zweck einer Handlung anzugeben → Zur Angabe von Ziel und Zweck ...

Verbal als Nebensatz um zu + Inf., damit	Nominal als Präpositionalphrase zu + Dativ; für + Akk.
Um aus Wind Energie zu erzeugen, ...	
Damit sichergestellt ist, dass sich der Rotor nach dem Wind richten kann, ...	
	Zur Verbreiterung von Brücken und engen Straßen ...
Um die Oberfläche der Rotorblätter vor UV-Strahlung zu schützen ...	
	Für die Lasttransporte aller Komponenten einer WKA ...
Um die Drehzahl anzupassen ...	

9.2. Strombedarf und Belastung des Stromnetzes

Bei der Stromversorgung in einem bestimmten Gebiet, dem *Versorgungsgebiet*, geht es um das Gleichgewicht von *Stromnachfrage* und *Stromangebot*. Ein anderes Wort für *Stromnachfrage* ist der *Strombedarf*. Der *Strombedarf* ist im Tagesverlauf unterschiedlich. Deshalb ist auch die *Belastung des Stromnetzes* unterschiedlich. Strom lässt sich nicht in großen Mengen speichern. *Strombedarf* und *-angebot* müssen in jedem Augenblick einander entsprechen.

Kraftwerke, Netze und Verbraucher bilden das *Stromsystem*. Ob Glühlampe, ICE, Industrieanlage, Hochofen, Waschmaschine, Verkehrsampel, Fernseher oder Computer im Stand-by-Modus: Alle zusammen bestimmen den *Strombedarf* in jeder Sekunde des Tages. Als Synonym für *Strombedarf* wird der Begriff „*Last*“ verwendet.

Der Verlauf des *Strombedarfs* über 24 Stunden wird *Tageslastgang* genannt. Es gibt *Spitzenzeiten*, in denen die *Stromnachfrage* besonders *hoch* ist. So ist in der Nacht die *Stromnachfrage* geringer als am Morgen oder am Abend; ferner gibt es wetter- und jahreszeitbedingte Unterschiede. Bei der Belastung des Stromnetzes unterscheidet man zwischen *Grundlast*, *Mittellast* und *Spitzenlast*.

Der *Strombedarf*, der immer vorhanden ist, wird als *Grundlast* bezeichnet. Sie wird vor allem von den Produktionsprozessen der Industrie, aber zum Beispiel auch von Rechenzentren bestimmt.

Als *Mittellast* bezeichnet man den Anteil der elektrischen Leistung, der in einem Versorgungsgebiet benötigt wird, der zwar über die *Grundlast* hinausgeht, aber je nach Tageszeit variiert. Dieser Teil der *Last* wird für bestimmte Zeiten ziemlich regelmäßig benötigt.

Die *Spitzenlast* bei der Stromerzeugung heißt der Anteil der elektrischen Leistung in einem Versorgungsgebiet, der nur relativ kurzfristig benötigt wird und großen Schwankungen unterliegt. Morgens oder abends gibt es die höchste Nachfrage, wenn viele unterschiedliche Verbraucher gleichzeitig Strom benötigen. Für den jeweils kommenden Tag lässt sich der *Tageslastgang* recht genau prognostizieren.

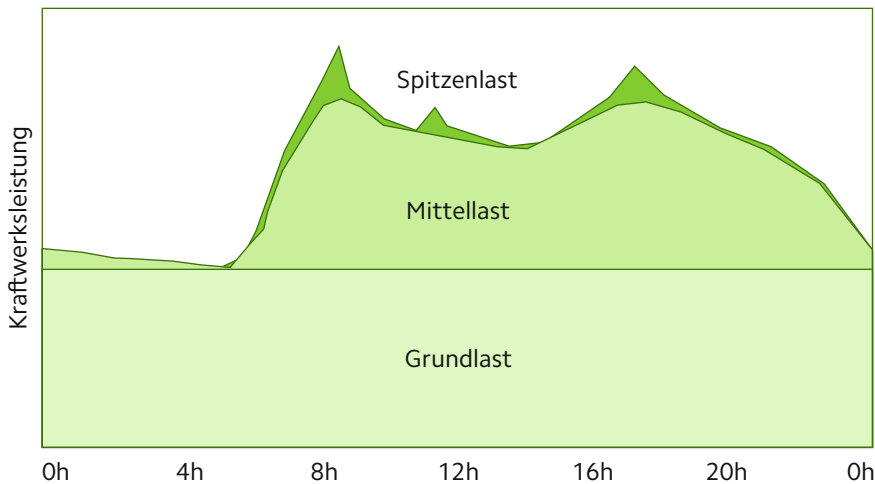


Abb. 2: Stromnetz-Lastkurve: Verlauf des Stromverbrauchs

- Aufgabe 11**
- a) Welche Synonyme sind beim Thema „Stromverbrauch und Kraftwerksleistung“ für den Begriff „Stromnachfrage“ üblich?
 - b) Erklären Sie die Grundbegriffe der Wirtschaft: „Angebot“ und „Nachfrage“.
 - c) Suchen Sie im Text die wichtigsten Schlüsselwörter, mit denen man die Fachwörter in Spalte 1 definieren kann.

Fachlexik	Schlüsselwörter zur Definition
das Versorgungsgebiet	ein bestimmtes Gebiet, die Stromversorgung
das Stromsystem	
die Grundlast	
die Mittellast	
die Spitzenlast	
der Tageslastgang	

- Aufgabe 12** Beschreiben und interpretieren Sie die Grafik „Stromnetz-Lastkurve“.
- Nennen Sie das Thema, erklären Sie die Angaben auf der x-Achse und auf der y-Achse und definieren Sie die drei zentralen Begriffe.
 - Beschreiben Sie den Verlauf der Kurven für Mittellast und Spitzenlast und vergleichen Sie diese Formen mit der Form der Grundlast.
 - Was vermuten Sie? Warum verlaufen die Kurven so?

Redemittel ... für die Interpretation

- Ich denke, dass ...
- Vermutlich ...
- Ich vermute, dass ...
- Es ist zu vermuten, dass ...
- Es ist wahrscheinlich, dass ...
- Vielleicht ...
- Eine naheliegende Erklärung für ... ist ...
- Der Grund für ... könnte sein, dass ...
- Als Gründe für ... sind zu nennen: ...

9.3. Wasserkraft

Wasserkraftwerke (Wasserkraftanlagen) gehören zu den wichtigsten Anlagen für die Gewinnung erneuerbarer Energie. Das Grundprinzip ist, dass zunächst mechanische Energie dem Wasser entnommen wird, welches einem höher gelegenen Reservoir entnommen und auf tieferem Niveau wieder abgegeben wird. Diese mechanische Energie dient zum Antrieb eines Generators, der daraus elektrische Energie erzeugt.



Abb. 3: Pumpspeicherwerk Hohenwarte, © Vattenfall

Aufgabe 13 Formulieren Sie aus den folgenden Stichpunkten eine Definition für ein Wasserkraftwerk

aus | das | ein Kraftwerk | elektrische Energie | gewinnt | ist | dem strömenden Wasser

Ein Wasserkraftwerk _____

Wiederholung aus der Grammatik: Relativsätze und Relativpronomen

Relativsätze sind *eine* Möglichkeit, *bestimmte* Gegenstände oder Personen genauer zu beschreiben, z. B.:

- ein Fluss, *der* nach Süden fließt, ...
- ein Kraftwerk, *das* elektrische Energie aus dem strömenden Wasser gewinnt, ...
- eine Anlage, *die* elektrische Energie aus dem Wind gewinnt, ...
- der Techniker, *dessen* Arbeit patentiert wurde, ...
- die Frau, *deren* Ideen immer überzeugen, ...
- der Ingenieur, mit *dem* ich diskutieren möchte, ...

Grammatik-Tipp

- Relativsätze stehen direkt hinter dem Wort, das sie erklären.
- Ein Relativsatz wird durch ein Komma vom Bezugswort getrennt und am Ende mit einem Komma abgeschlossen.
- Ein Relativsatz beginnt mit einem Relativpronomen: **der, die, das;** oder – synonym – mit **welcher, welche, welches** (und seinen deklinierten Formen).
- Das Wort, das erklärt wird, bestimmt Genus und Numerus des Relativpronomens.
- Das Verb im Relativsatz bestimmt den Kasus des Relativpronomens.
- Das Verb steht am Ende des Relativsatzes.
- Die Formen **welcher, welche, welches** sind in der mündlichen Sprache selten, in Fachtexten aber recht häufig.

- Aufgabe 14**
- a) Ersetzen Sie in den folgenden Sätzen alle Formen des Relativpronomens von „**der, die, das**“ durch „**welcher, welche, welches**“.
- Es ist zunächst mechanische Energie, *die* dem Wasser entnommen wird.
 - Das Wasser, *das* auf einem geographisch höher gelegenen Niveau dem Fluss entnommen wird, wird auf tieferem Niveau wieder abgegeben.
 - Die mechanische Energie dient zum Antrieb eines Generators, *der* daraus elektrische Energie erzeugt.
 - Wasserkraftwerke gehören zu den wichtigsten Anlagen, mit *denen* erneuerbare Energie gewonnen werden kann.
- b) Setzen Sie in den Beispielsätzen zur Grammatikwiederholung die Formen von „**welcher, welche, welches**“ ein und erfinden Sie einen sinnvollen Schluss der Sätze.
- c) Prüfen Sie in den Beispielsätzen nach, ob die o. g. Regeln zutreffen.

9.3.1. Typen von Wasserkraftwerken

- Aufgabe 15** Lesen Sie die Kurzbeschreibungen der Wasserkraftwerkstypen. Ordnen Sie den Texten die passenden Bilder zu.

Verschiedene Bauformen von Wasserkraftwerken unterscheiden sich nicht nur in diversen technischen Details, sondern sehr stark auch in der Art der Nutzung:

1. **Laufwasserkraftwerke** arbeiten an Flüssen. Charakteristisch dafür sind große Wassermengen, aber ein geringer Höhenunterschied. Wichtig ist, dass hier kein Wasser gespeichert wird; die anfließende Wassermenge muss sofort genutzt werden. Man erhält damit eine gleichmäßige Stromerzeugung rund um die Uhr, die für die Deckung der Grundlast geeignet ist.
2. **Wasser-Speicherkraftwerke** verfügen über einen großen Wasserspeicher – beispielsweise eine Talsperre, die das Wasser über Wochen oder sogar Monate speichern kann. Hier werden die Turbinen meist sehr viel stärker ausgelegt, als der mittleren Zuflussmenge entspricht. Damit lassen sich dann kurzzeitig sehr hohe Leistungen erzeugen, wenn ein entsprechender Bedarf besteht.
3. **Pumpspeicherkraftwerke** sind Speicherkraftwerke, bei denen der Speicher in Zeiten mit überschüssiger elektrischer Energie wieder aufgefüllt werden kann. Sie können effektiv als Speicher für elektrische Energie dienen.
4. **Gezeitenkraftwerke** liegen zwischen dem Meer und einem großen Wasserreservoir an der Küste und nutzen die Schwankungen des Wasserstands im Meer, also die Gezeiten Ebbe und Flut.

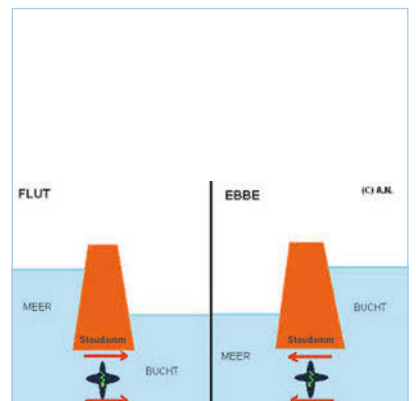
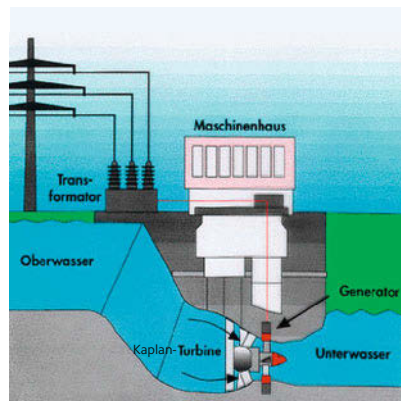
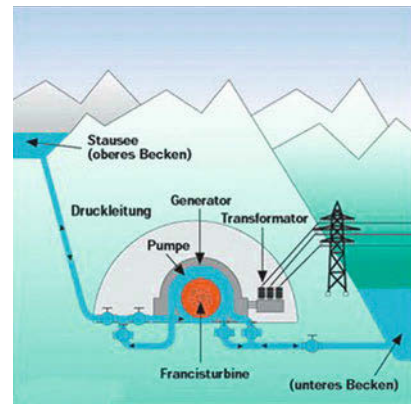
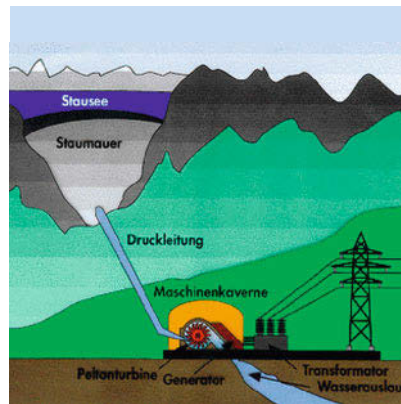
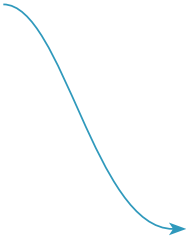


Abb. 4: Typen von Wasserkraftwerken

Aufgabe 16 Ordnen sie die Satzteile einander zu.

Wasserkraftwerke unterteilt man in		in Flussläufen und liefern gleichmäßige Energie zur Abdeckung der Grundlast.
Laufwasserkraftwerke arbeiten		dienen als Energiespeicher. Durch eine Druckleitung kann das Wasser zurück in das Oberbecken gepumpt werden.
Die oft nur wenigen Meter Fallhöhe des Wassers		Laufwasser-, Speicher-, Pumpspeicher- und Gezeitenkraftwerke.
Wasser-Speicherkraftwerke		genügen den Kaplan-Turbinen, um Elektrizität zu produzieren.
Der Wasserstrahl trifft auf die Schaufeln eines Laufrades		speichern große Wassermengen und können bei Bedarf sehr hohe Leistungen liefern.
Pumpspeicherkraftwerke		des Meeresspiegels zwischen Ebbe und Flut.
Gezeitenkraftwerke nutzen den Höhenunterschied		von Bewegungsenergie in elektrische Energie.
Ein Generator sorgt für die Umwandlung		und setzt dieses in Rotation.

Aufgabe 17



Überlegen Sie, welcher Kraftwerkstyp für die Grundlast und welcher für die Spitzenlast besonders geeignet ist. Begründen Sie es schriftlich.
(Tipp: Betrachten Sie noch einmal Abb. 2 zu 9.2. Strombedarf)

9.3.2. Pumpspeicherwerke

Baustein für sichere Versorgung und Stabilität

Die Stromnachfrage ist im Tagesverlauf unterschiedlich. Je nachdem, wie stark der Wind weht oder die Sonne scheint, verändert sich auch das Stromangebot immer mehr. Pumpspeicherwerke sind wichtig, damit die Stromversorgung stabil bleibt.

Einerseits kann Strom nicht in großen Mengen gespeichert werden, andererseits muss das Stromangebot immer genügend groß sein für den je nach Tageszeit wechselnden Strombedarf.

Deshalb wird die Stromnachfrage aus unterschiedlichen Kraftwerken gedeckt. Konventionelle Kraftwerke nutzen Erdgas, Kohle, Kernbrennstoff

oder Biomasse. Neben den großen Wasserkraftwerken tragen in Deutschland zunehmend auch Wind und Sonnenenergie (Photovoltaik – PV) zur Stromerzeugung bei. Nach dem Energiekonzept der Bundesregierung sollen bis zum Jahr 2050 etwa 80 Prozent der Stromnachfrage aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Während konventionelle und Laufwasserkraftwerke die Stromerzeugung dem Tageslastgang flexibel anpassen können, steht Strom aus Wind und PV je nach Wetterlage und nur eingeschränkt planbar zur Verfügung. Damit wird auch die Strombereitstellung weniger sicher. Die Anpassungsfähigkeit der Stromnachfrage ist demgegenüber bislang sehr gering. Die Anforderungen an den Ausgleich zwischen Stromnachfrage und -angebot wachsen erheblich. Kurzfristige Schwankungen von Nachfrage und Angebot verträgt das Stromsystem – aber nicht lange. Darum muss es schnell verfügbare Anlagen zur Systemstabilisierung geben.

Nach: Vattenfall: Pumpspeicherwerke

Kraftwerk und Speicher in einem

Pumpspeicherwerke (PSW) sind für diesen Zweck hervorragend geeignet. Sie können entweder sehr schnell Strom erzeugen, oder – wenn zu viel Strom im Netz ist – diesen in Form von Wasser durch das Hochpumpen auf einen Berg zwischenspeichern. *Sie sind Kraftwerk und Speicher in einem.* (Hervorhebung: M.S.)

Vattenfall: Pumpspeicherwerke – Baustein der Energiewende, S. 4

Aufgabe 18

a) Suchen Sie eine schnelle Antwort: Warum sind Pumpspeicherkraftwerke wichtig? Was können sie?

b) Ergänzen Sie die Sätze mit Begriffen aus dem Text.

1. Strom ist nicht unbegrenzt _____.
2. Strombedarf und -angebot müssen sich _____.
3. Die Teilnehmer des Stromnetzes _____ den Strombedarf.
4. Der Tageslastgang ist nicht immer _____.
5. Der Strombedarf wird aus _____ Kraftwerken gedeckt.
6. _____ Kraftwerke nutzen Energie aus Erdgas, _____, Kernbrennstoff oder Biomasse.
7. Das Ziel des Energiekonzepts der Bundesregierung ist eine 80%ige Deckung des Strombedarfs durch _____ Energien.

8. Strom aus Wind und Photovoltaik (PV) ist von der _____ abhängig und lässt sich nicht sicher _____.
9. Das Stromsystem verträgt _____ Schwankungen, aber es verträgt sie nicht lange.
10. Man braucht Anlagen, die das Stromsystem _____.
11. PSW können schnell Strom _____ oder Strom _____, indem sie Wasser hoch _____.
12. Die Stromspeicherung findet nur statt, wenn zu viel Strom im _____ ist.

Wie funktioniert ein Pumpspeicherwerk?

Wesentliches Kennzeichen eines Pumpspeicherwerks (PSW) ist der sogenannte reversible Anlagenbetrieb. Dies bedeutet:

Wird ein Generator durch eine Turbine angetrieben, erzeugt er Strom. Wird dem Generator stattdessen Strom zugeführt, arbeitet er als Motor und kann eine Pumpe antreiben. Diese Eigenschaft wird im Pumpspeicherwerk genutzt.

Eine Turbine, ein Generator – wegen seiner Doppelfunktion hier auch als Motorgenerator bezeichnet – und eine Pumpe sind auf einer Welle montiert und bilden eine Einheit, die zwei Betriebsarten hat. Der Wirkungsgrad des PSW wird durch die eingesetzten technischen Komponenten wie Pumpen, Turbinen und Generatoren sowie durch die geografischen Gegebenheiten (Höhenunterschied zwischen Ober- und Unterbecken) bestimmt. Moderne PSW haben einen Wirkungsgrad von über 80 Prozent. Die meisten PSW liegen in Gebirgsregionen, z. B. in der Schweiz, in Norwegen und auch in Thüringen.

Nach: Vattenfall, Pumpspeicherwerke – Baustein der Energiewende, S. 8

Bei Strombedarf arbeitet der Motorgenerator als Generator und erzeugt, von der Turbine angetrieben, elektrischen Strom. Das Wasser fließt dabei vom Ober- ins Unterbecken und liefert die Antriebsleistung. Bei Überschuss an elektrischer Leistung im Stromnetz arbeitet der Motorgenerator als Elektromotor und treibt die Pumpe an, die das Wasser wieder in das Oberbecken pumpt. Andere Bauformen kombinieren Pumpe und Turbine in einem Aggregat, der sogenannten Pumpturbine.

Moderne PSW können innerhalb von 90 Sekunden zwischen der vollen Stromerzeugung und der vollen Pumpleistung umgeschaltet werden. Im modernsten PSW, Goldisthal in Thüringen, das im Jahr 2002 die erste

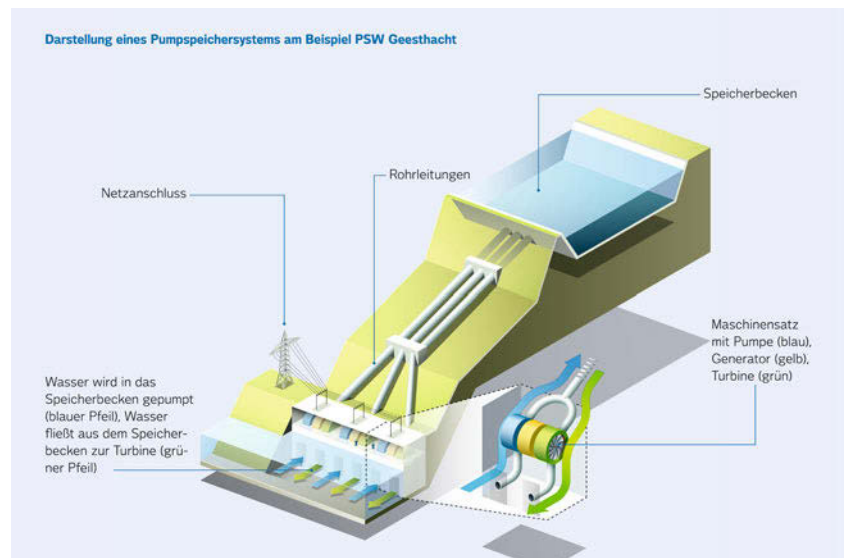


Abb. 5: Schematische Darstellung des PSW Geesthacht, mit freundlicher Erlaubnis von Vattenfall

Netzschaltung hatte, sind zwei der Motorgeneratoren im Motorbetrieb so regelbar, dass die Pumpenleistung je nach Anforderung unterschiedlich geregelt werden kann. Das ist in Europa bislang einzigartig.

Vattenfall: Pumpspeicherwerke – Baustein der Energiewende, S. 9

- Aufgabe 19**
- a) Erklären Sie anhand der Abbildung 5 den Begriff „reversibler Anlagenbetrieb“.
- b) Im folgenden Text sind fünf Fehler versteckt. Suchen und verbessern Sie diese Fehler!

Funktionsweise eines PSW

Der „reversible Anlagenbetrieb“ ist das wichtigste Kennzeichen eines PSW. Und dies bedeutet: Wenn ein Generator durch eine Turbine angetrieben wird, verbraucht er Strom. Wenn dem Generator jedoch Strom zugeführt wird, arbeitet er als Motor und kann eine Pumpe antreiben. Ein Motorgenerator und eine Pumpe sind auf zwei Wellen montiert. Die Kombination von Motorgenerator und Pumpe hat zwei Betriebsarten. Der Wirkungsgrad eines PSW ist abhängig von Geografie und Technik und beträgt in modernen PSW etwas weniger als 80 %.

Bei Stromüberschuss arbeitet der Motorgenerator als Generator und erzeugt, von der Turbine angetrieben, elektrischen Strom. Das Wasser fließt dabei vom Ober- ins Unterbecken und liefert die Antriebsleistung.

Bei Überschuss an elektrischer Leistung im Stromnetz arbeitet der Motorgenerator als Elektromotor und treibt die Pumpe an, die das Wasser wieder in das Oberbecken pumpt.

Im modernsten europäischen PSW, Goldisthal in Thüringen, kann man zwei der Motorgeneratoren so regeln, dass sich die Pumpenleistung je nach Situation verschieden regeln lässt.

Aufgabe 20 Passiv oder reflexiv? Bilden Sie korrekte Sätze.

- In 90 Sekunden, der Motorgenerator, von Stromerzeugung auf Pumpenleistung, (*umschalten*)
- Die potenzielle Energie des gestauten Wassers (*ausnutzen*)
- Verschiedene Wasserkraftwerke (*unterscheiden, in der Art der Nutzung*)
- Gebirgige Gegenden (*eignen für, Bau von Staudämmen*)
- Die große Fallhöhe des Wassers (*umsetzen, in hohe Geschwindigkeit*)
- Technische Komponenten (*einsetzen*)
- Die als Mittellast bezeichnete Stromnachfrage (*zusammensetzen aus, verschiedenen erneuerbaren Energieformen*)
- Bei Stromüberschuss, die Pumpe (*antreiben, vom Motorgenerator*)

Aufgabe 21 Setzen Sie die richtigen Endungen, Präpositionen und Artikel ein.

1. Ein Generator sorgt _____ die Umwandlung _____ elektrisch _____ Energie.
2. PSW finden sich _____ allem _____ gebirgig _____ Landstrichen, wie z. B. _____ Schweiz, in Norwegen und auch _____ Thüringen.
3. _____ gering _____ Strombedarf wird nicht benötigt _____ Strom _____ verwendet, um mit Pumpen Wasser _____ ein _____ Unterbecken _____ ein höh _____ gelegen _____ Oberbecken zu fördern.
4. _____ hoh _____ Strombedarf _____ Morgen oder _____ die Mittagszeit erzeugen Wasserturbinen _____ der gespeichert _____ potenziell _____ Energie _____ Wassers _____ Oberbecken wieder elektrisch _____ Strom.
5. _____ Gesamtwirkungsgrad modern _____ Pumpspeicherkraftwerke liegt _____ etwa 80 Prozent.

Wasser-Speicherkraftwerk

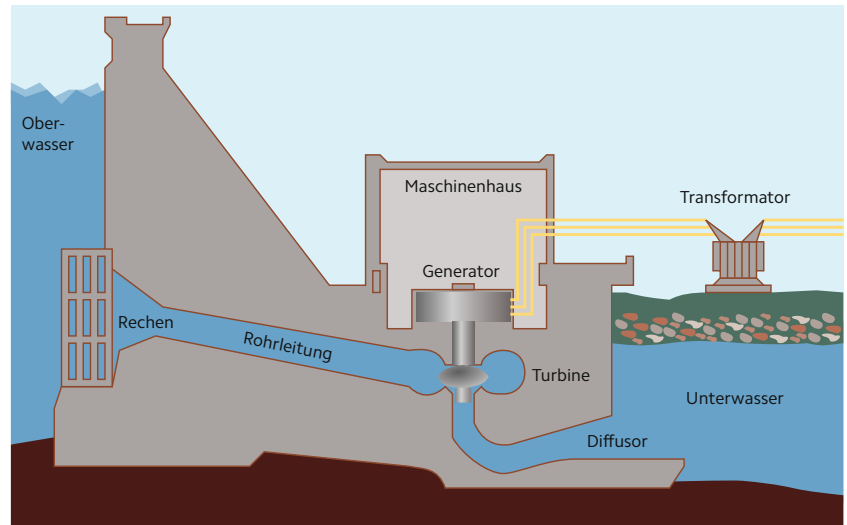


Abb. 6: Wasser-Speicherkraftwerk, © wikimedia.org

Aufgabe 22 a) Bilden Sie Sätze, um die Funktionen der Kraftwerkskomponenten zu erklären.

Der Rechen	<i>leitet</i>	ein Bauwerk zum Stauen fließenden Wassers.
Der Staudamm	<i>ändert</i>	das Wasser vom Oberwasser zum Unterwasser.
Die Rohrleitung	<i>ist</i>	dass große Gegenstände oder Fische in die Schaufeln der Turbine geraten
Die Turbine	<i>wandelt</i>	die kinetische Energie des Wassers in Dreh- oder Rotationsenergie um.
Der Generator	<i>reduziert</i>	aus Rotationsenergie elektrischen Strom.
Das Maschinenhaus	<i>schützt</i>	die Geschwindigkeit des abströmenden Wasser und steigert so den Druck in der Rohrleitung, wodurch der Wirkungsgrad steigt. (Umkehrung des Prinzips einer Düse)
Der Diffusor	<i>erzeugt</i>	Turbinen, Generatoren und Steuerungselektronik vor Witterungseinflüssen.
Der Transformator	<i>verhindert,</i>	Spannung und Stromstärke.*

* In einem Kraftwerk hoher Leistung transformiert er die Spannung des Generators auf ein hohes Niveau von hunderten von Kilovolt, während die Stromstärke entsprechend reduziert wird. Dies ermöglicht die verlustarme Übertragung der Leistung mit Höchstspannungsleitungen.

b) Formen Sie die Sätze in Passivsätze um. Lassen sich alle ins Passiv setzen?

Aufgabe 23 Recherche

Technische
Gespräche

In Thüringen befindet sich das größte Pumpspeicherwerk Deutschlands, das PSW Goldisthal. Recherchieren Sie im Internet und suchen Sie nach Informationen zu folgenden Fragen:

1. Welche Leistung hat die Anlage?
2. Wann wurde das PSW gebaut?
3. Welcher Turbinentyp kommt zum Einsatz?
4. In welcher Höhe befindet sich das Oberbecken? Wie viel Wasser enthält es (Nutzvolumen)?
5. Wie groß ist die Höhendifferenz zum Unterbecken?
6. Wie lange kann Thüringen in einem Krisenfall mit Strom versorgt werden?

9.3.3. Wasserturbinen

Eine Wasserturbine ist eine Turbine, welche die Wasserkraft nutzbar macht. Dabei wird die kinetische Energie des Wassers durch die Wasserturbine in mechanische Energie umgewandelt; diese bewirkt die Drehung der Turbinenwelle.

Die Drehung kann dann für den Antrieb eines Generators zur Stromerzeugung genutzt werden.

Die *Leistung* P (in Kilowatt) einer Wasserturbine errechnet sich in der sogenannten **Turbinengleichung** aus dem *Wirkungsgrad* der Turbine η_T multipliziert mit der *Dichte* des Wassers ρ (kg/dm^3), der *Erdbeschleunigung* g (m/s^2), der *Fallhöhe* h (m) und dem *Volumenstrom* V (m^3/s).

$$P_{\text{Turbine}} = \eta_T \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot g \cdot h \cdot \dot{V}$$

Der Wirkungsgrad variiert je nach Typ, Alter und Betriebspunkt der Turbine. Neue Francis-Turbinen erreichen Wirkungsgrade von knapp über 94 %, das bedeutet somit $\eta_T = 0,94$.

Nach: wikipedia

Aufgabe 24 Schreiben Sie die Einheit hinter das Formelzeichen.

$$P_{\text{Turbine}} = \text{Turbinenleistung} \quad \eta_T =$$

$$p = \quad g =$$

$$h = \quad V =$$

Aufgabe 25

Suchen Sie in einer Formelsammlung die Werte für die Erdbeschleunigung und die Dichte von Wasser und berechnen Sie mit der Formel die Leistung eines Wasserkraftwerks mit folgenden Parametern:

Wirkungsgrad: 82%, Wasservolumen/s: $150 \text{ m}^3/\text{s}$, Höhenunterschied: 25 m

Turbinentypen

Hier sehen Sie zwei wichtige Turbinentypen für Wasserkraftwerke, die Pelton-Turbine und die Kaplan-Turbine.

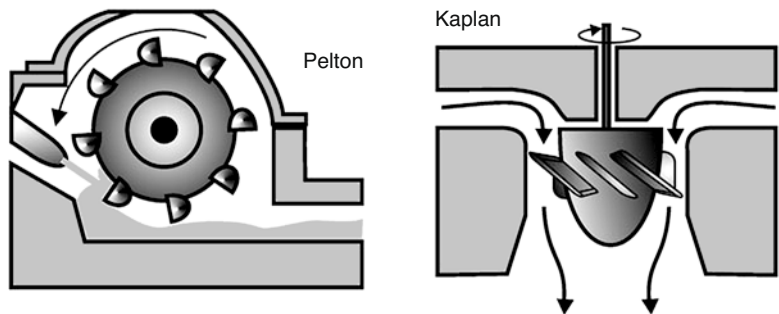


Abb. 7: Bauarten von Wasserturbinen: Pelton, Kaplan (Schabbach/Wesselak, 2012:99)

Aufgabe 26

Vergleichen Sie diese beiden Turbinentypen und beschreiben Sie die konstruktiven Unterschiede.

Redemittel

- Drehrichtung - vertikal / horizontal
- Form der Schaufeln
- Wassereinlauf - steil / flach
- Daraus resultierend: Fließgeschwindigkeit hoch / niedrig

Aufgabe 27

Technische
Gespräche

Recherche

Recherchieren Sie nach einem anderen wichtigen Turbinentyp, der Francis-Turbine.

- a) Zeichnen Sie / beschriften Sie auf Deutsch und in Ihrer Muttersprache eine Francis-Turbine.
- b) Berichten Sie: Wie sieht die Francis-Turbine aus?
- c) Wo wird sie eingesetzt?

Aufgabe 28 Ergänzen Sie die Tabelle mit Hilfe des Kennlinienfeldes.

	Pelton-Turbine	Francis-Turbine	Kaplan-Turbine
Volumenstrom (Schluckvolumen)	relativ gering		
Fallhöhe		mittelgroß	
Einsatzgebiet	Speicherkraftwerke	universell einsetzbar	Flusskraftwerke
Wirkungsgrad	bis 90 %	ca. 90 %	bis 96 %

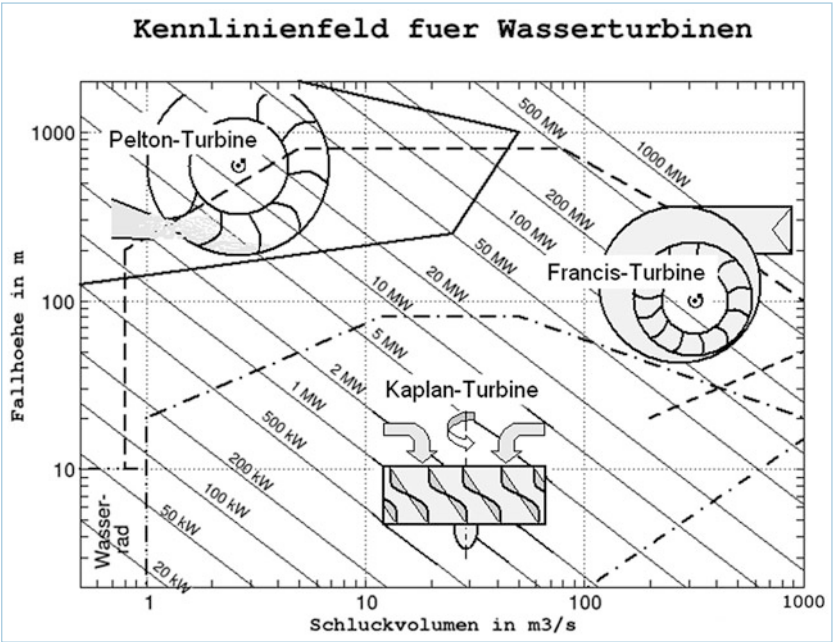


Abb. 8: Kennfeld der gebräuchlichsten Wasserturbinen bei einem angenommenen Wirkungsgrad von η_T von 80 %, © wikimedia.org

Aufgabe 29 Entnehmen Sie der Grafik „Kennlinienfeld für Wasserturbinen“ das Verhältnis von Leistung, Fallhöhe und Schluckvolumen und ergänzen Sie die Tabelle auf der Seite gegenüber:

- a) Wie groß sind die Leistungen der Francis-Turbine und der Kaplan-Turbi-
ne mit den gegebenen Parametern?
- b) Welche Turbinen können eingesetzt werden, um eine Leistung von
50 MW zu erreichen? Welche Parameter (Fallhöhe, Schluckvolumen)
sind dazu erforderlich?

1. Pelton	100 m Fallhöhe 300 m ³ /s Schluckvolumen	Ca. 25 MW
2. Francis	200 m Fallhöhe 70 m ³ /s Schluckvolumen	
3. Kaplan	10 m Fallhöhe 100 m ³ /s Schluckvolumen	
4.		Ca. 50 MW
5.		

Literatur

- Rug, Wolfgang; Tomaszewski, Andreas: Grammatik mit Sinn und Verstand. Übungsgrammatik Mittel- und Oberstufe. (Ernst Klett Sprachen) Stuttgart 2009
- Schabbach, Thomas; Wesselak, Viktor: Energie: Die Zukunft wird erneuerbar. Springer Vieweg. Berlin Heidelberg. 2012
- Vattenfall: Pumpspeicherwerke – Baustein der Energiewende. Wissen / 05, Daten, Fakten, Einblicke in die Energiewirtschaft
- Welche Ingenieurleistungen stecken in einer Windenergieanlage?
In: thinkING.-kompakt 09/2012, S. 5-6, www.think-ing.de
(zuletzt aufgerufen am 3.9.2014)
- Energielexikon Rüdiger Paschotta
- <http://www.energie-lexikon.info/>



Kapitel 10

Lösungen aus der Natur für die Automatisierungstechnik und Industrie

10.1. Bionik

Aufgabe 1 Beschreiben Sie, was Sie auf dem Bild sehen. Was könnte das sein?

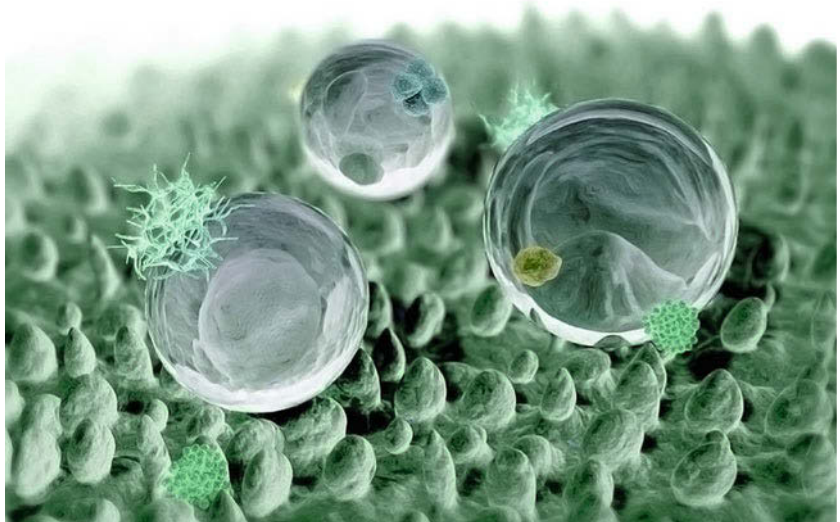


Abb. 1: Vorbild Natur, © William Thielicke, Wikimedia Commons

Aufgabe 2 Suchen Sie aus der Liste bionischer Vorbilder das zum Bild 1 passende aus.

Liste bionischer Vorbilder

Die Natur ist der erfolgreichste Innovator aller Zeiten:

- Haftelemente am Geckofuß zum energiearmen Halten von glatten Oberflächen (NanoForceGripper)
- Haftstruktursysteme für reversible Verbindungen (Klette → Klettverschluss)
- Selbstreinigende Oberflächen (Lotus-Blatt → Fassadenfarbe)

Adresse für Bilder zur Auswahl

→ <http://de.wikipedia.org/wiki/Bionik>

Aufgabe 3 Lesen Sie den Text und beantworten Sie die Fragen:

a) Was bedeutet das Wort Bionik?

b) Was ist das Ziel der Bionik?

c) Welche Wissenschaftszweige vereint die Bionik?

d) Was sind biologische Vorbilder?

e) Warum bietet die Natur optimierte Lösungen für technische Fragen/
Probleme?

„Der menschliche Schöpfergeist kann verschiedene Erfindungen machen (...), doch nie wird ihm eine gelingen, die schöner, ökonomischer und geradliniger wäre als die der Natur, denn in ihren Erfindungen fehlt nichts, und nichts ist zu viel.“ Leonardo da Vinci, Künstler und Universalgelehrter

Der Begriff Bionik

Der Begriff Bionik setzt sich zusammen aus Biologie und Technik. Er beschreibt das kreative Umsetzen von Anregungen aus der Biologie in die Technik. Dazu arbeiten Biologen eng mit Ingenieuren, Architekten, Physikern, Chemikern und Materialforschern zusammen.

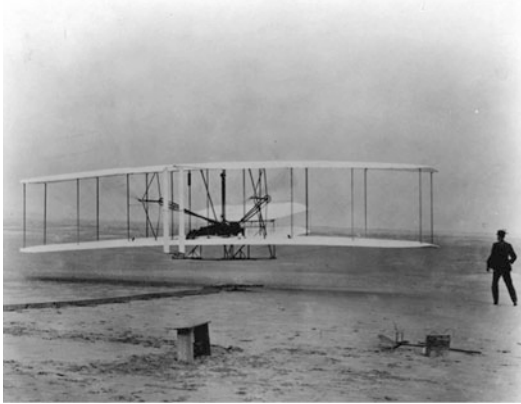


Abb. 2: Wright Flyer. NC – Der erste Flug von Orville Wright,
Foto: Kitty Hawk

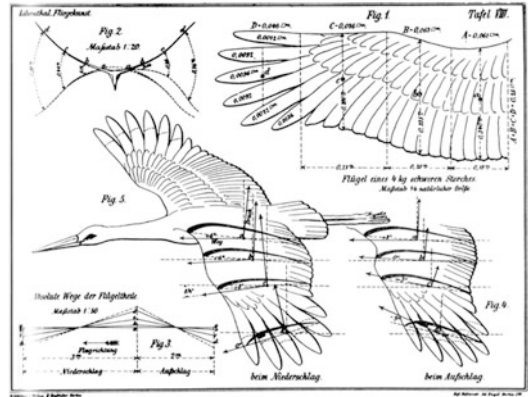


Abb. 3: Unsere Lehrmeister im Fluge, Zeichnung von Otto Lilienthal

Bionik ist wie folgt definiert: Bionik verbindet in interdisziplinärer Zusammenarbeit Biologie und Technik mit dem Ziel, durch Abstraktion, Übertragung und Anwendung von Erkenntnissen, die an biologischen Vorbildern gewonnen werden, technische Fragestellungen zu lösen. Biologische Vorbilder im Sinne dieser Definition sind biologische Prozesse, Materialien, Strukturen, Funktionen, Organismen und Erfolgsprinzipien sowie der Prozess der Evolution.

VDI 6220_Bionik, Dezember 2012:9

Überraschende Lösungen

Bioniker nutzen dabei das große Reservoir an biologischen Strukturen, Prozessen und oft überraschenden funktionalen Lösungen, die in Milliarden Jahren evolutionärer Entwicklung erprobt und optimiert wurden. Sie liefern Ideen für nachhaltige und vor allem oft unerwartete innovative Anwendungen, die Sprunginnovationen möglich machen. Als interdisziplinäre Wissenschaft will die Bionik nicht die Natur kopieren, sondern von ihr lernen. Das Ziel dabei ist, Prinzipien der Natur zu verstehen und in die Technik zu transferieren. In diesem Sinn überzeugt Bionik als Innovationsmethode. Spannend ist dabei, dass die Bionik für viele konkrete technische Fragestellungen aus Vorbildern der Natur Antworten und Lösungen finden kann.

Vielfalt biologischer Vorbilder

Durch die Evolution und Biodiversität haben sich Lebewesen jedem verfügbaren und noch so unwirtlichen Lebensraum angepasst. Dabei wurden viele Probleme, die mit technischen Herausforderungen vergleichbar sind, durch an die Umgebungsbedingungen angepasste Konzepte gelöst. Allerdings gibt es in der Technik auch Bedingungen, die in der Natur nicht vorkommen.

Doch aus der Vielfalt biologischer Vorbilder ergibt sich für die Forscher ein nahezu grenzenloser Pool an Antworten auf technische Fragestellungen.

Nach: www.biokon.de/bionik/was-ist-bionik/

Ein klassisches Beispiel ist das, was Sie auf Bild 1 gesehen haben:

Der Lotus-Effekt

Als „Lotus-Effekt“ wird die besondere Fähigkeit der Lotusblume bezeichnet, sich selbst zu reinigen. Denn ihre Blätter besitzen eine raue, mit Mikropartikeln versehene Oberfläche, auf der die Regentropfen einfach abrollen; daher wird das Blatt selbst nicht nass. Aus diesem Grund werden beim Abrollen Schmutzpartikel und Staub entfernt und die Blattoberfläche bleibt immer sauber.

Unter dem Elektronenmikroskop wird die mikro- und nanoskopische Architektur sichtbar: Durch sie haben sowohl Schmutzpartikel als auch Wassertropfen nur wenig Kontaktstellen mit dem Blatt und bleiben nicht daran haften.

Dieser „Lotus-Effekt“ wurde durch den Einsatz von Nanopartikeln auf technische Produkte übertragen. Dabei wurde auf künstlichen Oberflächen die raue Mikrostruktur nachgebildet: Man hat z. B. bestimmte Textilien oder Farben und Lacke entwickelt, die sich auf diese Weise selbst reinigen können.

Notwendige Grammatik: Kausalität

Kausale Konnektoren markieren die Beziehung Grund ↔ Folge:
da, dadurch, denn, deshalb, deswegen, weil

Grammatik-Tipp

Sätze können **kausal** verbunden werden durch:

- **da** und **weil** im Nebensatz und dem Verb auf Endposition
- **dadurch, deshalb** und **deswegen** im Hauptsatz und dem Verb auf Position 2
- **denn** im Hauptsatz auf Position 0

Aufgabe 4

- a) Unterstreichen Sie alle kausalen Konnektoren (Angabe von Grund und Folge) im Text „Der Lotus-Effekt“ und analysieren Sie die Position des Verbs.
- b) Verbinden Sie die Sätze zum Thema Lotus-Effekt mit den kausalen Konnektoren in allen möglichen Varianten und achten Sie auf die Verbposition.
 1. Das Blatt der Lotusblume wird nicht nass. Das Wasser perlt ab.
 2. Das Blatt der Lotusblume wird auch nicht schmutzig. Die abrollenden Wassertropfen nehmen den Schmutz mit.

3. Die Tropfen perlen mit dem Staub ab. Die Oberfläche des Blattes ist rau.
4. Die Oberfläche des Blattes ist rau. Es gibt wenig Kontaktpunkte zwischen Blatt und Wasser bzw. Schmutz.
5. Bestimmte Farben für Hausfassaden und Autolacke reinigen sich selbst. Sie besitzen eine Oberfläche mit Lotus-Effekt.

Aufgabe 5
Grammatik

Wandeln Sie die nominalen Phrasen (mit Präpositionen und/oder Partizipien) in Relativsätze um.

Modell: Ein nahezu grenzenloser Pool an Antworten auf technische Fragestellungen → ein nahezu grenzenloser Pool, der Antworten auf technische Fragestellungen gibt

1. selbstreinigende Oberflächen

2. Haftelemente zum energiearmen Halten von glatten Oberflächen
3. an die Umgebungsbedingungen angepasste Konzepte

4. jedem verfügbaren und noch so unwirtlichen Lebensraum angepasste

Lebewesen

5. ein durch die Natur angeregtes „Neuerfinden“

6. funktionale, in Milliarden Jahren evolutionärer Entwicklung erprobte und optimierte Lösungen

7. interdisziplinär eng zusammen arbeitende Biologen, Ingenieure, Architekten, Physiker, Chemiker und Materialforscher

10.2. Bionik in der Praxis – das Beispiel Festo

Nichts ist so effizient wie die Natur. Daher befasst sich Festo intensiv mit dem Übertrag biologischer Prinzipien in die technische Welt.

www.festo.com/net/SupportPortal/Files/42075/Festo_Biomechatronic_Footprint_de.pdf

10.2.1. Das Unternehmen Festo

Wer ist Festo und was macht Festo? Festo ist weltweit führend in der Automatisierungstechnik und Weltmarktführer in der technischen Aus- und Weiterbildung. Das Familienunternehmen bietet Produkte, Lösungen und Services rund um pneumatische und elektrische Steuerungs- und Antriebstechnik für über 300.000 Kunden in 176 Ländern.

Weltweit hält Festo über 2.900 Patente und bringt jährlich 100 Produktneuerheiten auf den Markt. Diese Innovationskraft erreicht das Unternehmen Festo dadurch, dass es neueste Erkenntnisse in die Entwicklung seiner Produkte einfließen lässt. Eine Quelle für neues Wissen und zukünftige Technologien ist die Bionik. Sie liefert erstaunliche Impulse für die Fabrik- und Prozessautomatisierung und führt zu neuartigen Lösungsansätzen für die industrielle Praxis.

Was macht Automatisierungstechnik? Im Fabrikalltag übernimmt die Automatisierungstechnik typische Aufgaben wie das Greifen, Bewegen und Positionieren von Gütern sowie das Steuern und Regeln von Prozessen. Dafür werden Komponenten von Festo in der Produktion und Montage verschiedenster Branchen wie beispielsweise der Automobil- oder Elektronikindustrie eingesetzt. Zu den Industriesegmenten der Prozessautomation bei Festo gehören u. a. die Wasser- und Abwassertechnik, die Biotech- und Pharmaindustrie, der Bergbau, die Laborautomatisierung sowie die Nahrungsmittel- und Getränkeherstellung. In all diesen Branchen geht es um Diagnoseeigenschaften wie das Messen, Analysieren und Visualisieren von fluiden Medien – Flüssigkeiten, Gase, pastöse Stoffe und Schüttgüter. Ob als Einzelkomponente oder im System: die wesentlichen Aufgaben von Automatisierungstechnik sind somit:

- **Bewegen:** linear und rotativ bewegen, drehen, wenden, greifen, klemmen
- **Steuern und Regeln:** Position, Weg, Kraft, Druck
- **Prozesse:** mischen, dosieren, abfüllen, trennen
- **Diagnose:** messen, analysieren, visualisieren

Aufgabe 6 a) Ergänzen Sie den Lückentext mit den entsprechenden Informationen aus dem Text.

Festo ist ein _____ unternehmen für über
_____ Kunden in _____ Ländern. Festo
ist in der _____
weltweit führend; das Unternehmen hält _____ Patente, jedes
_____ bringt es _____ neue Produkte auf
den Markt. In der _____ Aus- und Weiterbildung
ist Festo _____ .

b) Ergänzen Sie die Tabelle „Automatisierungstechnik“ mit den entsprechenden Informationen aus dem Text.

Automatisierungstechnik	
Typische Aufgaben	Industriesegmente

Aufgabe 7 a) Bilden Sie *möglichst viele* Komposita. Sie können die einzelnen Wörter **mehrmals benutzen. Und denken Sie an das Fugen-s!**
Fachlexik

Abwasser- | -ansatz | Antrieb- | -automation | Automatisierung-
Automobil- | -bau | Berg- | Biotech- | Einzel- | Elektronik- | Familien-
-führer | Getränke- | -herstellung | Innovation- | -industrie
-komponente | -kraft | Labor- | Lösung- | Nahrungsmittel- | -neuheit
Pharma- | Produkt- | Prozess- | Steuerung- | -technik | -unternehmen
Wasser- | Weltmarkt-

b) Welche Grundwörter haben Sie öfter benutzt? Warum? Fallen Ihnen dazu noch andere Komposita ein?

c) Erinnern Sie sich noch an zwei Regeln zum Fugen-s? (Es gibt noch mehr!)

Grammatik-Tipp Nach den Endungen _____ und _____ kommt immer ein Fugen-s

Aufgabe 8 Ergänzen Sie die Artikel, Präpositionen und Endungen.

Festo ist _____ vielen verschieden_____ Bereichen tätig; _____ den Industriesegment_____ der Prozessautomation gehören u. a. Abwassertechnik, _____ Herstellung _____ Nahrungsmittel_____ und Getränke_____ sowie die Biotech- und Pharmaindustrie. _____ der Automatisierungstechnik geht es _____ Aufgaben wie _____ Bewegungen _____ Gütern_____ sowie _____ Steuern und Regeln _____ Prozesse_____. Komponenten _____ Festo werden _____ der Produktion und Montage verschiedenst_____ Branche_____ eingesetzt. _____ der Automatisierungstechnik ist Festo weltweit führend_____, ebenso in _____ technisch_____ Aus- und Weiterbildung. Die Bionik führt _____ neuartig_____ Lösungsansätzen _____ die industriell_____ Praxis, weil _____ Natur großartige Beispiele _____ technisch_____ Innovation_____ bietet. Festo lässt neueste Erkenntnisse _____ der Bionik _____ die Entwicklung seiner Produkte_____ einfließen. Bionische Forschung zeigt, wie man _____ der Natur überraschend_____ Lösungen _____ technische Fragen_____ suchen und finden kann.

Aufgabe 9 Tragen Sie die richtigen Oberbegriffe in die Tabelle ein und suchen Sie unbekannte Wörter im Wörterbuch.
Im Fokus der Automatisierungstechnik stehen die vier Bereiche:

drehen	Position	mischen	messen
wenden	Weg	dosieren	analysieren
greifen	Kraft	abfüllen	visualisieren
klemmen	Druck	trennen	

10.2.2. Bionic Learning Network

Aufgabe 10 Tragen Sie die passenden Schlüsselwörter in die Tabelle ein.

Bionic Learning Network	
Teilnehmer	
Ziele	

Was ist das Bionic Learning Network? Ein Kernteam aus Ingenieuren und Designern, Biologen und Studenten arbeitet eng mit Spezialisten aus anderen Unternehmensbereichen sowie externen Partnern aus der ganzen Welt zusammen. Diese offene und interdisziplinäre Teamarbeit schafft neue Perspektiven und liefert neue Impulse für industrielle Applikationen und mögliche zukünftige Serienprodukte.

Was können wir von der Natur lernen? Ob Energieeffizienz oder Leichtbau, Funktionsintegration oder die Fähigkeit zu lernen und zu kommunizieren – in Jahrmillionen der Evolution hat die Natur unterschiedlichste Optimierungsstrategien zur Anpassung an ihre Umwelt, entwickelt die sich in die technische Welt übertragen lassen.

Aufgabe 11 Schreiben Sie aus Ihren Schlüsselwörtern eine kurze Zusammenfassung über das „Bionic Learning Network“. Wie würden Sie dazu auf Deutsch sagen?



Aufgabe 12 In der folgenden Tabelle werden drei Prinzipien der Bionik genannt. Ergänzen Sie die Tabelle mit Stichwörtern aus dem Text zur Erklärung des Prinzips sowie Beispielen aus Natur und Technik.

Prinzip	Erklärung	Beispiel aus Natur	technisches Beispiel (Festo)
Energieeffizienz			
Leichtbau und Funktionsintegration			
Lernen und Kommunizieren			

Energieeffizienz

Auf vielfältigste Art und Weise zeigt die Natur, wie ein Minimum an Energieaufwand ein Maximum an Leistung erzielen kann. Pinguine zum Beispiel sind ausgezeichnet isoliert und reduzieren ihren Energieverbrauch durch eine optimale Strömungsform, um im kalten Antarktiswasser zu überleben. Daher hat Festo die energieeffiziente Form der Vögel in den AquaPenguins und den AirPenguins umgesetzt.

Leichtbau und Funktionsintegration

In der Technik wie in der Natur gilt: Je weniger Gewicht zu bewegen ist, desto geringer ist der Energieverbrauch. Deshalb verfügen Zugvögel, die lange Strecken zurücklegen, über ein extrem leichtes Skelett. Aus technischer Sicht spart Leichtbau nicht nur Energie, sondern auch Ressourcen, da weniger Material zum Aufbau verwendet werden muss. Kann ein Element mehrere Funktionen ausführen, reduziert das ebenfalls Gewicht, Energie- und Materialaufwand. Der Leichtbau findet sich in zahlreichen Versuchsträgern wieder, beispielsweise im Bionischen Handling-Assistenten und im SmartBird, dessen Flügelschlag darüber hinaus als Wegweiser für die Funktionsintegration von Auf- und Vortrieb gilt.

Lernen und Kommunizieren

Eine der wichtigsten Optimierungsstrategien im Laufe der Evolution ist die Kommunikation der Organismen untereinander, wie der Austausch über Nahrungsquellen und deren Qualität: Wer lernen kann, wo die beste Nahrung zu finden ist, hat einen natürlichen Selektionsvorteil. Die Kommunikation mehrerer autonomer Systeme erprobt Festo mit den AquaJellies und AirJellies. Auf engstem Raum stellt das Kollektiv sicher, dass jede Qualle an der Ladestation mit der für sie nötigen Energie versorgt wird.

Aufgabe 13 Recherche

Technische
Gespräche

a) Gehen Sie auf die Startseite von Festo (www.festo.com) und suchen Sie die Rubrik „Technik in 60 Sekunden“.

„Technik in 60 Sekunden“ gibt Einblicke in die Welt von Festo und beleuchtet aktuelle Fragestellungen rund um die Zukunft der Automatisierungstechnik. „Technik in 60 Sekunden“ erscheint jeden Monat.

b) Beschreiben Sie mündlich kurz das aktuelle Thema des Monats – in maximal 60 Sekunden.

10.2.3. Bionische Prinzipien

- Die Natur zeigt, wie ein Minimum an Energieaufwand ein Maximum an Leistung erzielen kann.
- Je weniger Gewicht zu bewegen ist, desto geringer ist der Energieverbrauch.
- Optimierungsstrategie Kommunikation: Wer lernen und mitteilen kann, wo die beste Nahrung zu finden ist, hat einen natürlichen Selektionsvorteil.

Aufgabe 14
Gruppenarbeit
(für 3 Gruppen)

Wählen Sie einen der drei Sätze über „bionische Prinzipien“ und referieren Sie über das genannte Prinzip.

- Geben Sie das Zitat mit eigenen Worten wieder.
- Beschreiben Sie die Verbindung von Natur und Technik.
- Nennen Sie konkrete Beispiele in der Natur und Technik.
- Können Sie sich noch andere Anwendungen vorstellen?

Sie können dabei folgende Verben und Begriffe verwenden:

Redemittel

- sich wiederfinden
- etwas reduzieren
- etwas verwenden
- etwas versorgen
- einen Vorteil darstellen
- über etwas verfügen
- etwas ausführen
- miteinander kommunizieren

-e Optimierungsstrategie | -s Minimum | -s Maximum | -r Aufwand
 -e Leistung | -s Gewicht | -r Verbrauch | -e Bewegung
 -e Kommunikation

10.2.4. Modellhafte technische Objekte

Aufgabe 15 Welches Bild gehört zu welchem Text? Ordnen Sie zu.



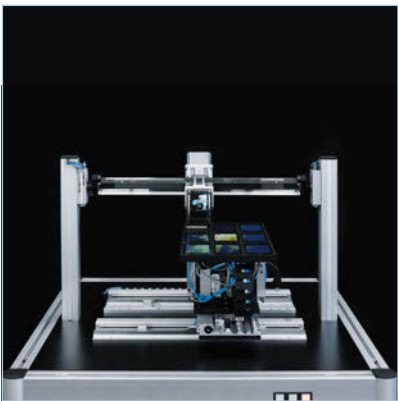






Abb. 4, 5, 6, 7: Technische Objekte, Bildmaterial: Festo

ExoHand

Ob in der Montage oder zur Fernmanipulation, in der Servicerobotik oder der Medizinthherapie – denkbare Einsatzgebiete für die ExoHand gibt es viele. Mit der ExoHand lassen sich Finger aktiv bewegen, die Kraft in den Fingern verstärken sowie Bewegungen der Hand aufnehmen und in Echtzeit auf Roboterhände übertragen. Durch Force-Feedback fühlt der Mensch dabei, was der Roboter greift. Acht pneumatische Aktoren bewegen das Exoskelett. Kräfte, Winkel und Strecken werden mittels Sensoren aufgenommen. Servo-pneumatische Steuerungs- und Regelungsalgorithmen ermöglichen das präzise Bewegen der zweiten Hand.

Bionischer Handling-Assistent

Leicht, frei beweglich und nachgiebig – auch bei direktem Kontakt zwischen Maschine und Mensch ist der Bionische Handling-Assistent sicher. 2010 wurde das Assistenzsystem dafür mit dem Deutschen Zukunftspreis ausgezeichnet. Gleichzeitig dient das System als Multi-Technologieplattform zur simultanen Entwicklung von Mechanik, Elektronik und Software für Maschinen und Handhabungslösungen, ergänzt durch neue Bedienkonzepte wie Sprachsteuerung und Bilderkennung.

BionicOpter

Mit dem BionicOpter hat Festo die hochkomplexen Flugeigenschaften der Libelle technisch umgesetzt. Wie sein natürliches Vorbild kann das ultraleichte Flugobjekt vorwärts wie rückwärts in alle Raumrichtungen manövrieren und auf der Stelle fliegen. So kann die ferngesteuerte Libelle nahezu jede Lageorientierung im Raum einnehmen. Ermöglicht wird das einzigartige Flugverhalten durch den Leichtbau und die Funktionsintegration vieler Bauteile auf engstem Raum – wie Sensorik, Aktorik und Mechanik. Software und Elektronik an Bord regeln die Flügelbewegungen. Der Pilot muss nur die Libelle an sich lenken, nicht aber die komplexen Bewegungsabläufe koordinieren.

NanoForceGripper

Greifen wie der Gecko: Mit dem NanoForceGripper lassen sich speziell empfindliche Gegenstände mit glatten Oberflächen nahezu energiefrei greifen. Verantwortlich dafür ist eine Folie an der Unterseite des Greifers, die dem natürlichen Vorbild des Geckos nachempfunden ist. Sie haftet sicher und dauerhaft an den Flächen des Greifgutes, ohne dass dazu Energie notwendig ist. Einzig für das Aufnehmen und Ablösen ist ein äußerst geringer Energieaufwand erforderlich. Dabei verbiegt sich die integrierte Struktur mit Fin Ray Effect® und schält so die Haltefläche sanft vom Greifgut ab.

Aufgabe 16
Partnerarbeit



a) Wählen Sie eines dieser Objekte von Festo. Formulieren Sie fünf Fragen zu diesem Objekt, die Ihr Lernpartner mit Hilfe des Textes beantworten muss.

z.B.: Welchen Typ von Gegenständen kann der NanoForceGripper besonders gut greifen?

b) Fassen Sie die Informationen schriftlich zusammen.

Aufgabe 17

Analysieren Sie folgende Komposita.

a) Was ist jeweils das Grundwort und das Bestimmungswort (oder die Bestimmungswörter)? Welcher Artikel passt? Markieren Sie das Fugen-s.

b) Erklären Sie in ein oder zwei Sätzen, was der Begriff bedeutet.

c) Suchen Sie eine semantische Entsprechung in Ihrer Mutter-/Lernsprache.

Assistenzsystem, Bauteil, Bedienkonzept, Bewegungsablauf, Bilderkennung, Echtzeit, Einsatzgebiet, Energieaufwand, Fernmanipulation, Flügelbewegung, Flügelschlag, Flugeigenschaften, Flugobjekt, Flugverhalten, Funktionsintegration, Greifgut, Handhabungslösung, Lageorientierung, Leichtbau, Medizintechnik, Oberfläche, Raumrichtung, Regelungsalgorithmus, Roboterhand, Servicerobotik, Sprachsteuerung, Steuerungsalgorithmus, Technologieplattform, Unterseite, (Deutscher) Zukunftspreis

10.2.5. Methoden in der Bionik

Neben der freien und kreativen Ideenfindung gibt es auch zwei konkrete, strukturierte Methoden, um biologische Prinzipien in die Technik zu übertragen: den *Top-Down-Prozess* und den *Bottom-Up-Prozess*.

Top-Down-Prozess:

von der technischen Anforderung zur natürlichen Lösung

Im Top-Down-Prozess beschäftigt sich der Forscher mit einem technischen Problem und sucht zur Lösung gezielt nach Vorbildern in der Natur.

Bottom-Up-Prozess:

vom natürlichen Prinzip zur industriellen Anwendung

Der Bottom-Up-Prozess verläuft in umgekehrter Richtung: Der Wissenschaftler erkennt ein natürliches Phänomen und leitet daraus die technische Umsetzung ab.

Aufgabe 18 In den folgenden zwei Texten werden zwei Produkte von Festo beschrieben. Diskutieren Sie und tragen Sie ein: Welche konkrete Methode wurde bei der Entwicklung für welches Produkt angewandt?

Methode: _____

NanoForceGripper: vom Geckofuß zum energiearmen Greifer.

Lange war es so gut wie unmöglich, glatte Oberflächen ohne Greifer oder Vakuumtechnik zu heben. Bei der Lösungsfindung stieß ein Netzwerkpartner auf den Gecko als biologisches Vorbild. Er klettert mühelos an spiegelglatten Oberflächen und kann sich sogar kopfüber ohne großen Energieaufwand halten. Rund 29.000 Nanohärchen pro Quadratzentimeter entwickeln (...) Kräfte, mit deren Hilfe ein Fuß des Geckos ein Vielfaches seines Eigengewichts hält.

Mittels einer Spezialfolie, die diese Haftelemente nachbildet, und eines einzigartigen Ablösemekanismus kann der NanoForceGripper glatte Gegenstände energiearm aufnehmen und rückstandsfrei wieder ablegen.

Methode: _____

Struktur mit FinRay Effect®: von der Fischflosse zur Kundenapplikation

Der FinRay Effect® beruht auf dem Verhalten der Fischschwanzflosse.

Drückt man gegen die Flosse, biegt sich diese nicht vom Druckpunkt weg, sondern um den Druckpunkt herum. Ausgehend von dieser

Beobachtung wurde das Prinzip in Zusammenarbeit mit Festo technologisiert und zu einem adaptiven Greiffinger weiterentwickelt.

Nach Untersuchung des natürlichen Phänomens leiteten die Forscher das technische Grundprinzip ab.

www.festo.com/net/SupportPortal/Files/42075/Festo_Biomechatronic_Footprint_de.pdf

Aufgabe 19 Notieren Sie die Bedeutung dieser Wörter durch Synonyme und / oder Übersetzung:

mühelos _____

energiearm _____

rückstandsfrei _____

halten _____

ablegen _____

biegen _____

Aufgabe 20 Zeichnen Sie je eine kleine Skizze zu den Begriffen:

sich vom Druckpunkt weg biegen	sich um den Druckpunkt herum biegen

Aufgabe 21 Nummerieren Sie die Stichwörter in der richtigen Reihenfolge.

- Müheloses Klettern an glatten Oberflächen
- Müheloses Halten eines Vielfachen des eigenen Gewichts
- Erfolgreiche Suche nach Lösungsmöglichkeiten
- Festhalten ohne Energieaufwand
- Entdeckung des biologischen Vorbilds Gecko
- Fähigkeit des NanoForceGripper: energiearmes Aufnehmen und rückstandsfreies Ablegen
- Technisches Problem: Anheben von glatten Oberflächen ohne Vakuumtechnik oder Greifer
- Spezieller Ablösemechanismus
- Tausende von Nanohärchen am Fuß des Geckos
- Nachbildung der Haftelemente des Geckos durch Spezialfolie

Aufgabe 22
Grammatik

In der schriftlichen Fachsprache verwendet man häufig komplexe nominale Phrasen, weil sie kürzer sind. Mündlich drückt man denselben Inhalt öfter mit kleinen Sätzen aus. Bilden Sie ähnliche einfache Sätze nach dem Modell:

Entdeckung des biologischen Vorbilds Gecko –

Das biologische Vorbild Gecko wurde entdeckt. / Man hat den Gecko als biologisches Vorbild entdeckt. / Man hat das biologische Vorbild Gecko entdeckt.

Erfolgreiche Suche nach Lösungsmöglichkeiten –

Nachbildung der Haftelemente des Geckos durch Spezialfolie –

Anwendung einer Technologie in einem industriellen Umfeld –

Ableitung eines technischen Grundprinzips nach Untersuchung eines natürlichen Phänomens –

Weiterentwicklung einer Beobachtung zu einem Serienprodukt –

10.2.6. Von der Bionik zur Biomechatronik

In der technischen Umsetzung von Vorbildern aus der Natur gibt es viele Varianten. Wenn dabei die elektronische Komponente eine entscheidende Rolle spielt, spricht man von *Biomechatronik* – der Begriff setzt sich zusammen aus:

- *Biologie*
- *Mechanik*
- *Elektronik*
- *Informatik*

Aufgabe 23 Beschreiben Sie: Was zeigt das Bild „Biomechatronic Footprint“ von Festo? Erklären Sie den Titel.



Abb. 8: Biomechatronic Footprint, Vom Vorbild in der Natur zur technischen Anwendung, © Festo

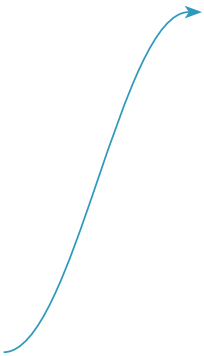
Bionischer Handling-Assistent: vom Elefantenrüssel zur Mensch-Maschine-Interaktion

Die wohl bekannteste Übertragung eines natürlichen Prinzips in die technische Welt von Festo ist der Bionische Handling-Assistent, dessen Greifarm in Struktur und Gesamtfunktion dem Elefantenrüssel ähnlich ist.

Die pneumatische Struktur dieses „Rüssels“, der die Funktionen eines Roboterarms perfekt erfüllt, ist extrem leicht gebaut und nachgiebig. Dadurch ist der direkte Kontakt zwischen Mensch und Maschine ungefährlich. Im Falle einer Kollision gibt das Assistenzsystem sofort nach und muss deshalb nicht wie konventionelle Fabrikroboter sorgfältig vom Menschen abgesichert werden.

2012 wurde der Bionische Handling-Assistent um eine integrierte Bild- und Spracherkennung ergänzt, mit der das System in der Lage ist, eigenständig und ohne Programmieraufwand oder Handbedienung Gegenstände zu greifen. Damit liefert Festo neue Lösungsansätze auf die Frage, wie der Mensch in der Fabrik von Morgen mit Maschinen einfach, effizient und vor allem sicher interagieren kann.

Aufgabe 24 Verbinden Sie die Synonyme

im Falle einer Kollision von Mensch und Maschine		darauf achten, dass etwas nie mit jemand in Kontakt kommt
etwas sorgfältig von jemand abschirmen		neue Ideen und Wege, um Probleme zu lösen
die Handbedienung		miteinander kommunizieren, (meist, um besser zu arbeiten)
miteinander interagieren		wenn Mensch und Maschine zusammenstoßen
der Programmieraufwand		(eine Maschine, ein Werkzeug o. ä.) mit der Hand lenken, führen
neue Lösungsansätze		Zeit und Energie, die man braucht, um etwas zu programmieren

Aufgabe 25



Schreiben Sie einen kleinen Text, in dem Sie die beiden Fragen zusammenfassend beantworten:

1. Warum werden konventionelle Roboter in einer Fabrik vom Menschen abgeschirmt?
2. Warum ist dies beim Bionischen Handling-Assistent von Festo nicht notwendig?

Aufgabe 26

*Technische
Gespräche*

Recherche

Öffnen Sie die Startseite von Festo. Adresse: www.festo.com.

Suchen Sie dort das Bionic Learning Network. Hier finden Sie faszinierende Filme, Bilder und Kurztexte zu aktuellen Forschungsthemen der Bionik.

- BionicKangaroo
- eMotionsSpheres
- MultiChoiceGripper
- DualWingGenerator

Wählen Sie ein Projekt aus und präsentieren Sie es im Plenum.

Leitfaden für die Präsentation:

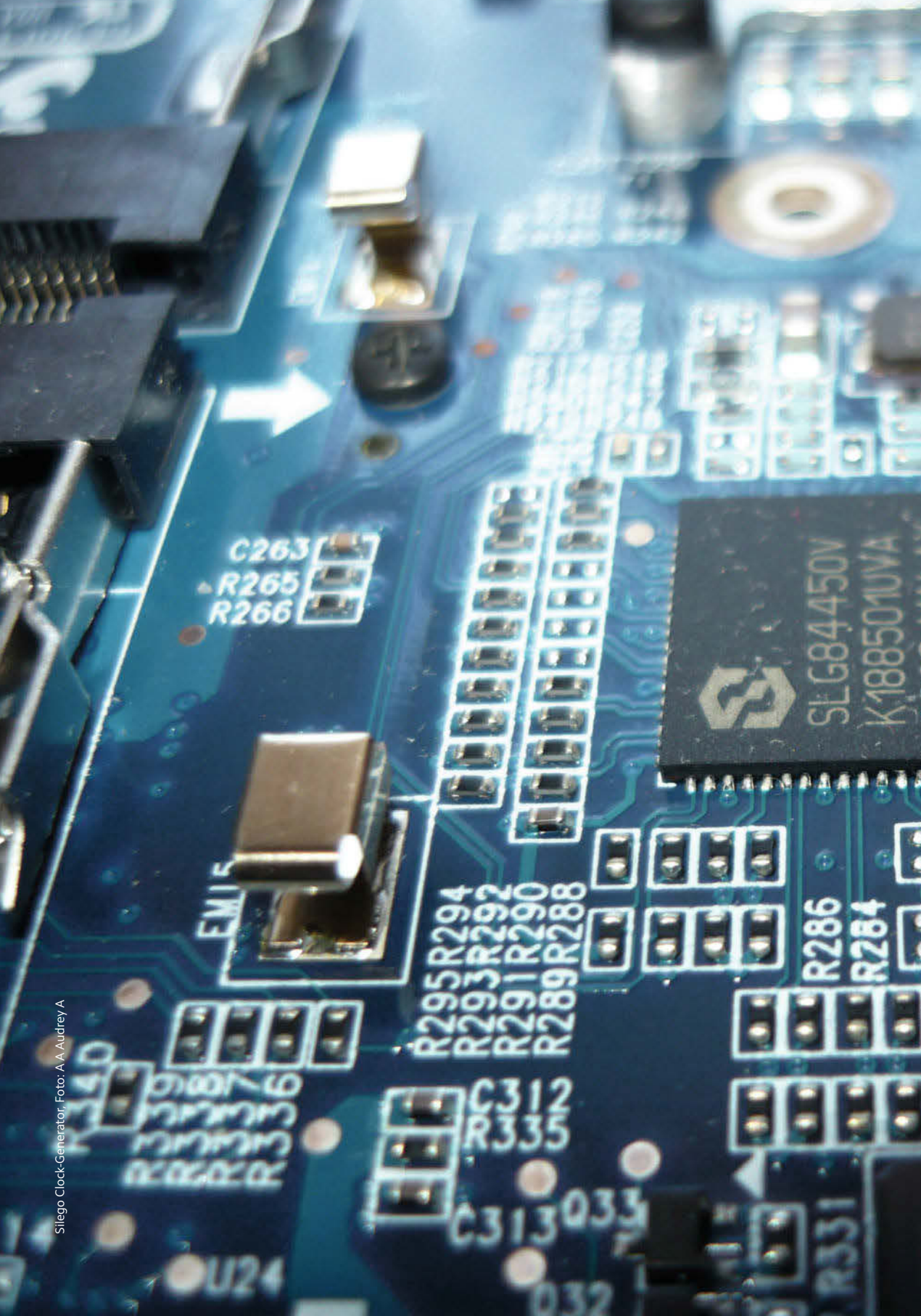
- Wie heißt das Objekt?
- Was ist das Vorbild in der Natur?
- Wie wird es technisch realisiert?
- Welche Aufgabe erfüllt diese Technik?

Redemittel

- ... ist ein Beispiel für ...
- Vorbild für ... ist ...
- ... zeigt beispielhaft
- an diesem Objekt kann man sehen, wie ...
- Die Funktion/en ... übernimmt/übernehmen ...
- eine beispielhafte Verwendung des Prinzips ... ist ...
- Ein großer Vorteil ist ...
- In der Praxis/Industrie hat ... die Aufgabe ...

Literatur

- www.biokon.de/bionik/was-ist-bionik/
- www.festo.com
- www.festo.com/net/SupportPortal/Files/42075/Festo_Biomechatronic_Footprint_de.pdf
- [VDI_6220-bionik.pdf](#)



Kapitel 11

Informatik

11.1. Zum Begriff Informatik

Aufgabe 1 Was ist Informatik? Sammeln Sie Assoziationen zum Wort Informatik.



Aufgabe 2 a) Lesen Sie den folgenden Kurztext und entscheiden Sie: Welcher Teil ist eine Definition? Markieren Sie die Schlüsselwörter, die den Begriff Informatik definieren.
b) Welche Überschrift passt zum anderen Teil?

Was ist Informatik?

Informatik ist die Wissenschaft der maschinellen Informationsverarbeitung. In der Informatik geht es darum, Informationen und Daten elektrisch festzuhalten, zu verarbeiten und zu übermitteln.

Historisch hat sich die Informatik aus der Mathematik und der Physik entwickelt. Auf der anderen Seite entstand die Informatik durch die Entwicklung von Rechenanlagen aus der Elektrotechnik und der Nachrichtentechnik.

www.elektronik-kompodium.de/

Aufgabe 3 Schreiben Sie jetzt eine eigene Definition, die aus maximal zwei Sätzen besteht:

Unter Informatik versteht man

11.2. Einteilung der Informatik

Aufgabe 4 Lesen Sie den Text „Einteilung der Informatik“ und systematisieren Sie die wichtigsten Informationen in der Tabelle.

Einteilung der Informatik

Begriff	Kurzdefinition	Beispiel
Theoretische Informatik	theor. Grundlagen wie z. B. Automatentheorie, Logik ...	math. Formalisierung von Problemstellungen
Praktische Informatik		
Technische Informatik		
Angewandte Informatik		

Theoretische Informatik

Bei der theoretischen Informatik geht es um die theoretischen Grundlagen (...) für die praktische Informatik. Die theoretische Informatik umfasst Theorien formaler Sprachen bzw. Automatentheorie, Berechnen-

barkeits- und Komplexitätstheorie, Graphentheorie, Kryptologie, Logik und formale Semantik. Auf Basis der theoretischen Informatik entstehen Programmiersprachen und werden Problemstellungen mathematisch formalisiert.

Praktische Informatik

Bei der praktischen Informatik geht es um die Lösung konkreter Probleme und deren Umsetzung mit Computerprogrammen (Software). Die praktische Informatik umfasst Softwaretechnik und deren Werkzeuge, zum Beispiel Programmiersprachen. Obwohl es bei der praktischen Informatik im weitesten Sinn um Software geht, ist sie als Brücke zwischen Hardware und Software zu verstehen.

Technische Informatik

Bei der technischen Informatik geht es um die Konstruktion von Rechnern, Speicherchips, Prozessoren, Festplatten, Ein- und Ausgabe-geräten. Die technische Informatik umfasst Hardware in Form von Rechnerarchitekturen und Netzwerken, deren Bereitstellung und Betrieb.

Angewandte Informatik

Bei der angewandten Informatik geht es um das Anwenden von Hardware und Software im Alltag unter Einfluss anderer Wissenschaften. Oder anders ausgedrückt, es gibt Wissenschaften, die sich die Informatik zu Nutze machen. Dabei sind eigene Wissenschaften entstanden, z. B.

- Ingenieurinformatik
- Maschinenbauinformatik
- Wirtschaftsinformatik
- Medieninformatik
- Computerlinguistik
- Umweltinformatik
- Geoinformatik
- Bioinformatik
- Chemoinformatik

Aufgabe 5 a) Suchen Sie im Text „Einteilung der Informatik“ alle Verben mit der Bedeutung „es geht um etwas“

Bedeutung	ähnliche Wörter / Varianten
es geht um ...	

b) Schreiben Sie auf, wie man anders sagen könnte:

sich etwas zu Nutze machen

etwas ist als Brücke zwischen ... und ... zu verstehen

Aufgabe 6 Suchen Sie sich einen Bereich der angewandten Informatik heraus, *Kurzpräsentation* recherchieren Sie im Internet und stellen Sie „Ihre Wissenschaft“ in der nächsten Stunde kurz vor.

Redemittel

- Die ...-informatik beschäftigt sich mit ...
- Im Unterschied zu ... geht es hier vor allem um folgende Fragen: ...
- Zentrale Begriffe in diesem Bereich sind beispielsweise ...
- Diese Wissenschaft ist wichtig, weil ...
- Die Anwendungsgebiete der ... sind ...
- Spezialisierte Studiengänge für ... gibt es z. B. in ...
- Die Ausbildung umfasst ...
- Ich interessiere mich besonders für ..., weil ...
- Dagegen finde ich ... weniger interessant, weil ...

Aufgabe 7 Unterstreichen Sie in den folgenden drei Kurztexten alle Wörter und Wendungen, die sie *nicht* kennen und schlagen Sie erst danach im Wörterbuch nach.

11.3. Daten, Bits und Bytes

Informationen und Daten

Daten sind Werte und Inhalte, die eine Information darstellen. Aufgrund der Menge an Wissen ist es notwendig, Informationen und Daten festzuhalten und zu übermitteln. Dazu sind Strukturen festzulegen, um Informationen und Daten speichern, verarbeiten und transferieren zu können.

Bit und Byte: Verarbeitungseinheiten für Informationen und Daten

Die gebräuchlichsten Verarbeitungseinheiten in der Computertechnik sind Bit und Byte. Die kleinste Maßeinheit ist das Bit und dient zur Messung von Kommunikation und Speicherkapazität. Das Wort „Bit“ stammt von Claude Shannon. Es kann zwei Zustände annehmen. Zum Beispiel JA/NEIN, AN/AUS, 1/0 oder wahr/falsch. Physikalisch wird ein Bit in Form einer elektrischen Ladung (in einem Kondensator), in Form einer elektrischen Spannung (an einem Widerstand) oder durch Magnetisierung (an einer bestimmten Stelle) dargestellt.

Bitfolgen

Grundsätzlich bestehen Informationen und Daten aus einer Aneinanderreihung von Bits, wobei Byte eine Bitfolge von jeweils 8 Bit sind. 1 Byte sind also 8 Bit.

Eine weitere Verarbeitungseinheit ist das Wort oder die Worte. Denn Computer verarbeiten nie einzelne Bits, sondern Gruppen von Bits. In der Regel sind das Gruppen mit einem Vielfachen von 8. Zum Beispiel 8, 16, 32, 64 usw.

- 8 Bit (1 x 8 Bit) = 1 Byte
- 16 Bit (2 x 8 Bit) = 2 Byte
- 24 Bit (3 x 8 Bit) = 3 Byte
- 32 Bit (4 x 8 Bit) = 4 Byte
- 48 Bit (6 x 8 Bit) = 6 Byte
- 64 Bit (8 x 8 Bit) = 8 Byte
- 128 Bit (16 x 8 Bit) = 16 Byte

Bit und Byte bekommen zusätzlich Buchstaben vorangestellt, wenn die Bit- oder Byte-Werte 1.000er oder 1.024er überschreiten, z. B. kBit, MBit, GBit oder kByte, MByte und GByte.

Nach: www.elektronik-kompodium.de

Aufgabe 8 Schreiben Sie auf, wie man zu diesen Bit- und Byte-Werten sagt:

Abkürzung	man sagt:	Abkürzung	man sagt:
kBit		kByte	
MBit		MByte	
GBit		GByte	

Aufgabe 9 Lesen Sie laut vor:

1.024 Bit = 1 kBit (2^{10} Bit)	1.024 Byte = 1 kByte (210Byte)
1.048.576 Bit = 1 MBit (2^{20} Bit)	1.048.576 Byte = 1 MByte (220Byte)
1.073.741.824 Bit = 1 GBit (2^{30} Bit)	1.073.741.824 Byte = 1 GByte (230Byte)
1.099.511.627.776 Bit = 1 TBit (2^{40} Bit)	

11.4. Dateien, Dateisysteme und Schnittstellen

Dateien

Eine Datei ist eine beliebig lange Folge von Bytes, die in einem bestimmten Zusammenhang stehen. Dateien enthalten Programme, Text, Musik, Grafik oder beliebig andere Daten. In der Regel weisen Dateien eine formale Struktur auf. So ist es möglich, Dateien maschinell zu verarbeiten. Das bedeutet, Informationen und Daten auf einem Datenträger abzulegen, wieder einzulesen und zu verarbeiten.

Man kann eine Datei auch als einen festgelegten Container bezeichnen, in dem Informationen und Daten strukturiert abgelegt sind. Mit einem Programm (Software) werden Dateien erstellt und Daten darin gespeichert, um sie später wieder aufzurufen und zu verarbeiten.

Die Dateigröße gibt die Anzahl der enthaltenen Bytes an und wird deshalb in Byte, kByte, MByte, GByte oder TByte angegeben.

Dateisysteme (File Systems)

Eine wichtige Aufgabe eines Betriebssystems ist die Dateiverwaltung. Das Dateisystem ist innerhalb des Betriebssystems für die Verwaltung der Datenträger und Speichermedien zuständig. Auf den Datenträgern werden Dateien abgelegt. Das Dateisystem ordnet die Dateien in Ordner bzw. Verzeichnisse und nach Dateinamen. Es verwaltet eine Liste, in der vermerkt ist, wo auf dem Datenträger welche Datei liegt. Jedes Betriebssystem bringt eigene Dateisysteme mit. Deshalb soll die folgende Liste nur eine Auswahl der wichtigsten und gebräuchlichsten Dateisysteme sein.

- Apple: HFS, HFS+, HFSX
- Linux: ext, ext2, ext3, ext4, ReiserFS, btrfs
- Microsoft: FAT12, FAT16, FAT32, exFAT, NTFS, ReFS
- Sun: ZFS
- CD-ROM/DVD: ISO9660, Joliet, UDF
- Netzwerk: AFP, NFS, SMB

Schnittstellen

Eine Schnittstelle verbindet Systeme, die unterschiedliche physikalische, elektrische und mechanische Eigenschaften besitzen. Die Definition einer Schnittstelle enthält gemeinsame Eigenschaften. Dazu gehört auch ein Protokoll für die Kommunikation und den Datenaustausch. Schnittstellen befinden sich überall dort, wo unterschiedliche Systeme miteinander verbunden werden müssen. Die Schnittstellen bilden den Übergang von einem System in ein anderes System. Dieser Übergang kann zur Kommunikation oder dem Datenaustausch verwendet werden.

Die Standardisierung von Schnittstellen ermöglicht die Verbreitung kooperierender Systeme und die Automatisierung elektronischer und digitaler Systeme. Besonders in der Computertechnik sind Schnittstellen weit verbreitet. Auch in der Kommunikations- und Netzwerktechnik kommen standardisierte Schnittstellen häufig vor. Während die Computerindustrie in ihrer Anfangszeit für jede Anwendung eine eigene Schnittstelle entwickelt und standardisiert hat, geht der Trend in Richtung Universal-Schnittstellen, zum Beispiel USB und PCIe.

Die Spezifikation einer Schnittstelle enthält Informationen über Übertragungsgeschwindigkeiten, Übertragungsverfahren, Schnittstellenleitungen, den **Stecker**, der **Buchse** oder **Steckerleiste** und deren Belegung. Sinn und Zweck einer Spezifikation oder einer Normierung ist, dass verschiedene Geräte unterschiedlicher Hersteller miteinander verbunden werden können.

Ein Computer hat **interne Schnittstellen**, die sich im Computer-Gehäuse befinden und **externe Schnittstellen**, die aus dem Computer-Gehäuse herausgeführt sind.

Nach: www.elektronik-kompodium.de

Aufgabe 10 Externe Schnittstellen und Laufwerke an einem Notebook: Ordnen Sie den Zahlen die passenden Bezeichnungen zu.

4	USB		Mikrofon-Eingang		SD-Cardreader
	VGA-Ausgang		Kopfhörer-Ausgang		Kensington Lock
	HDMI		Netzteil		LAN / Ethernet

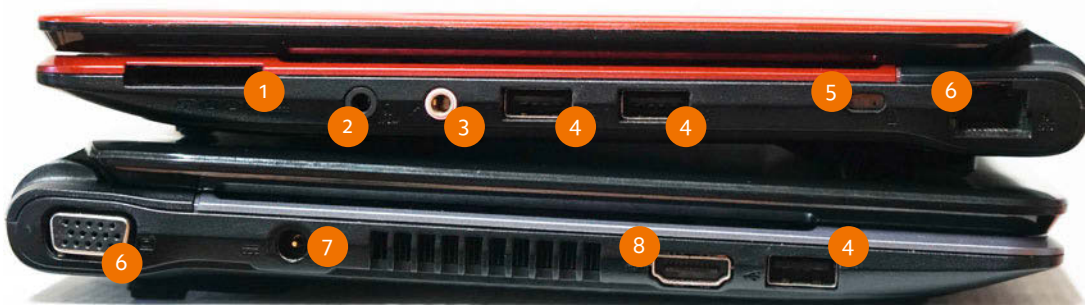


Abb. 1: Schnittstellen an einem Notebook, Foto: Heiner Dintera

Aufgabe 11



Legen Sie eine Liste *aller Verben* an, die in den Textabschnitten über Informatik bisher verwendet wurden.

Aufgabe 12

Partnerarbeit

a) Sagen Sie zu möglichst vielen Verben die grammatischen Formen:

Beispiel:

Infinitiv **3. Person Singular** **Partizip Perfekt**

speichern *er/sie speichert* *gespeichert*

b) Notieren Sie die Verben, bei denen es Probleme gibt!

c) Vergleichen Sie Ihre Verbliste mit Ihrem Lernpartner und suchen Sie passende Beispiele für die Gruppen von Verben:

Gruppe 1: Verben, die bezeichnen, was man mit Daten **tun** kann:

man kann Daten kopieren

Gruppe 2: Verben, die bezeichnen, **wie** etwas ist oder wie man es genauer **beschreiben** kann:

dienen zu (der Messung von ...)

d) Was bedeuten folgende Wendungen? Schreiben Sie sprachliche Alternativen mit derselben Bedeutung:

- (Strukturen) sind festzulegen
- (Daten) lassen sich speichern
- sie bekommen (etwas) vorangestellt

Grammatik-Tipp

Konstruktionen mit „bekommen / erhalten / kriegen + Partizip II“ sind zwar grammatisch gesehen Aktivsätze, haben aber **passivische** Bedeutung („indirektes Passiv“).

z. B.:

indirektes Passiv	Passiv
Sie bekommt das Buch von ihrem Freund geschenkt.	Ihr wird das Buch von ihrem Freund geschenkt.
Er kriegt das Paket durch DHL zugeschickt. (umgangssprachlich)	Ihm wird das Paket durch DHL zugeschickt.

Aufgabe 13 Suchen Sie nun alle Passivkonstruktionen im Text und tragen Sie diese Beispiele in die folgende Tabelle ein:

Seite	Zustandspassiv	Vorgangspassiv	Passiv mit Modalverb

Aufgabe 14 Schreiben Sie sechs Passivsätze mit Verben, die in der Informatik viel verwendet werden. Ihr Partner soll dann entscheiden, um welche Passivkonstruktionen es sich bei Ihren Sätzen handelt.

Partnerarbeit

Aufgabe 15 Formulieren Sie sechs Fragen, die Ihr Partner mit Hilfe des Textes „Dateien, Dateisysteme und Schnittstellen“ (11.4.) beantworten kann, und zwar:

Partnerarbeit

- a) drei Fragen zum Thema “Dateien und Dateisysteme”
- b) drei Fragen zum Thema “Schnittstellen”

Aufgabe 16 Tragen Sie nach der Lektüre des Textes „Embedded Systeme“ (11.5.) alle Komposita in die Tabelle auf der folgenden Seite ein.

11.5. Embedded Systeme

Während vor einem Personal Computer (PC) ein Mensch sitzt und arbeitet, verrichten andere Computer im Verborgenen ihren Dienst, zum Beispiel in Telekommunikationssystemen, Flugzeugen, Autos oder in der Waschmaschine. Sie sind in ihre jeweilige Anwendungsumgebung eingebettet (auf Englisch: Embedded systems). Daher kommt der im Deutschen übliche Begriff „Embedded Systeme“. Im Vergleich zu einem normalen PC sind es häufig sehr kleine Computer.

Für Embedded Systeme werden nur spezielle Komponenten verwendet. Alle weisen eine hohe Stabilität und Verfügbarkeit auf. Diese Komponenten sind technisch ausgereift, denn Hardware-Ausfälle sollten bei Embedded-Komponenten nicht vorkommen.

Nach: www.elektronik-kompendium.de

zweigliedrig, Wortbestandteile deutsch	Mix aus deutschen und englischen Wörtern	englische Begriffe, (oft) im Deutschen üblich

Komposita

- Aufgabe 17**
- Erklären Sie die Bedeutung der Wendungen und finden Sie die Antonyme:
- technisch ausgereift sein
 - im Zusammenhang stehen
 - eine Struktur aufweisen
 - es besteht die Notwendigkeit
 - der Trend geht in Richtung ...
 - den Übergang von A zu B bilden

- Aufgabe 18**
- Suchen Sie verwandte Wörter:

Nomen	Adjektiv	Verb, verbale Verbindung
die Stabilität		
die Verfügbarkeit		verfügen
	trendy	

- Aufgabe 19**
- Technische Gespräche*
- Recherche:**
- Suchen Sie im Internet je ein konkretes Beispiel für Embedded Systeme in PKWs und in Haushaltgeräten und notieren Sie die exakte Adresse ihrer Informationsquelle(n). Beschreiben Sie die Funktion unter Angabe der Quelle.

Aufgabe 20 Unterstreichen Sie bitte beim Lesen die Verben in allen Sätzen. Falls Sie ein Verb nicht kennen, suchen Sie es im Wörterbuch.

11.6. Computer-Architektur

Das Funktionsprinzip eines Computers wurde vom rumänischen Mathematiker John von Neumann entwickelt. Die Architektur des Von-Neumann-Rechners besteht aus vier Funktionseinheiten:

1. Rechenwerk (ALU, Arithmetical Logical Unit)
2. Steuerwerk (CU, Control Unit)
3. Speicherwerk (Memory)
4. Ein-/Ausgabewerk (I/O-Unit)

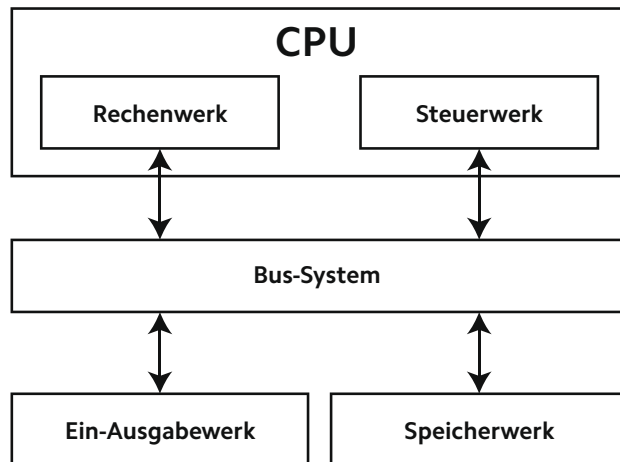


Abb. 2: Computerarchitektur eines Von-Neumann-Rechners,
www.elektronik-kompodium

Im Von-Neumann-Rechner werden die wichtigsten Einheiten Rechenwerk (ALU) und Steuerwerk (CU) in der eigentlichen Verarbeitungseinheit, dem Prozessor (CPU), vereint. Die CPU übernimmt die Ausführung der Befehle und die Ablaufsteuerung. Die Befehle werden nacheinander, Schritt für Schritt, ausgeführt. Die Befehle und Daten werden vom Steuerwerk aus dem Speicher (Memory) geholt. Die Verbindung, das Bus-System, zwischen Prozessor, Speicherwerk und Ein-/Ausgabewerk ist dabei der Flaschenhals.

Obwohl der Von-Neumann-Rechner ein sehr einfaches Modell eines Computers ist, basieren alle modernen Computer auf diesem einfachen Prinzip.

Erweiterte Architektur

Die erweiterte Computer-Architektur ist ein sehr einfaches Modell. Es ist aus dem EVA-Prinzip abgeleitet. Im Vergleich zum Von-Neumann-Rechner wurde diese Darstellung um einige wichtige System-Komponenten erweitert - daher kommt die Bezeichnung „Erweiterte Architektur“.

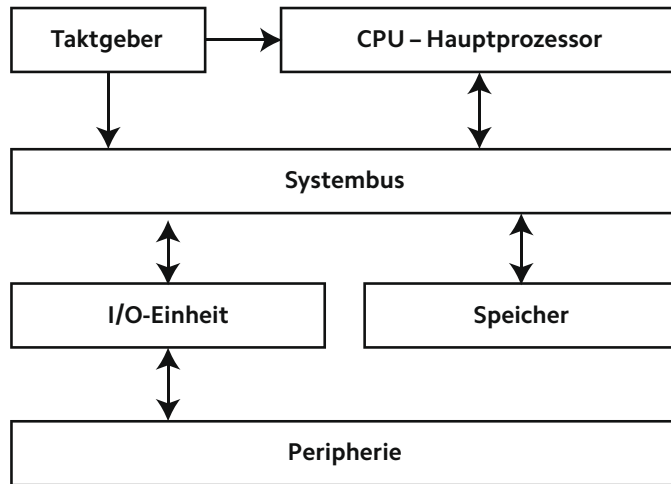


Abb. 3: Erweiterte Computerarchitektur, www.elektronik-kompodium

Aufgabe 21 Schreiben Sie die *englischen Abkürzungen* zu den entsprechenden deutschen Begriffen.

Aufgabe 22 Beantworten Sie folgende Fragen:

1. Was bedeutet das EVA-Prinzip?
2. Was meint man mit dem metaphorischen Ausdruck (= sprachliches Bild) „... ist dabei der Flaschenhals?“
3. Wie lautet der folgende Satz, wenn man dabei die Konjunktion „trotzdem“ verwendet? Nur die sprachliche Form darf sich ändern, nicht der Inhalt!

Obwohl der Von-Neumann-Rechner ein sehr einfaches Modell eines Computers ist, basieren alle modernen Computer auf diesem einfachen Prinzip.

Aufgabe 23 Fassen Sie anhand der Grafiken zusammen, worin sich die einfache und die erweiterte Computer-Architektur unterscheiden.



- Redemittel**
- Der Unterschied zwischen ... und ... besteht darin, dass ...
 - Im Vergleich zu ...
 - Im Gegensatz zu ...
 - Im Unterschied zu ...
 - Anders als ...
 - Eine Besonderheit von ... ist ...

Aufgabe 24 Unterstreichen Sie beim Lesen der drei folgenden Kurztexte die Schlüsselwörter und ergänzen Sie dann den Lückentext auf der folgenden Seite.

11.7. Hauptprozessor, Taktgeber, Bussystem

Hauptprozessor

Der Hauptprozessor (CPU) ist das zentrale Element eines Computers. Der Hauptprozessor ist die Funktionseinheit in einem Computer, die die eigentliche Verarbeitungsleistung erbringt. Er ist für die Informationsverarbeitung und die Steuerung der Verarbeitungsabläufe zuständig. Dazu holt sich der Hauptprozessor aus dem Speicher nacheinander die Befehle und veranlasst die Informationsverarbeitung.

Taktgeber

Der Taktgeber schaltet das ganze System gleich. Der Systemtakt wird zentral vom Taktgeber erzeugt und mit verschiedenen Multiplikatoren auf verschiedene Taktgeschwindigkeiten hochgetaktet. Dazu gehören auch die Taktgeschwindigkeiten des Hauptprozessors und des Systembusses.

Systembus – Bussystem

Ein Bussystem ist eine Leitungsanordnung, deren Belegung und Signalpegel definiert sind. Daran werden verschiedene Komponenten angeschlossen, die darüber untereinander oder mit dem Prozessor Daten austauschen können.

Computer-Systeme verfügen in der Regel über mehrere unterschiedliche Bussysteme, über die alle Komponenten miteinander verbunden sind. Ein einfaches Bussystem umfasst einen Adressbus, einen Datenbus und Steuerleitungen.

Lückentext

Die zentrale Funktionseinheit einer Rechners heißt _____.
_____. Hier werden Informationen _____.
und Verarbeitungsabläufe _____. Dazu holt sich
der Hauptprozessor nacheinander die Befehle aus dem _____
_____ und veranlasst die _____. Das
ganze System wird vom _____ gleich _____
_____. Der Taktgeber erzeugt den _____
und sorgt für die richtigen _____ des Systembusses
und des _____.
Unter einem _____ versteht man eine Leitungsan-
ordnung, deren Belegung und Signalpegel _____
sind. An das Bussystem schließt man verschiedene _____
_____ an, welche darüber _____ oder mit
dem _____ Daten _____
können. Über mehrere _____ Bussysteme sind alle
Komponenten miteinander _____.

Aufgabe 25 Welche Verben stecken in folgenden Komposita bzw. Nominalisierungen?

Komposita / Nominalisierungen	Verben
die Informationsverarbeitung	
der Taktgeber	
die Verarbeitungsleistung	
die Leitungsanordnung	
die Steuerleitung	

Aufgabe 26 **Kennen Sie – neben Tastatur, Monitor, Maus, Drucker, Scanner – weitere Ein- bzw. Ausgabegeräte? Ergänzen Sie nach dem Lesen die Tabelle.**

11.8. Peripherie und Datenspeicher

Ein- und Ausgabeeinheit (I/O-Einheit)

Geräte, die an der Ein- und Ausgabeeinheit angeschlossen sind, werden als Peripherie bezeichnet. Die PC-Peripherie ist z. B. die Tastatur, Bildschirm, Maus, Drucker und Scanner. Prozessrechner-Peripherie sind z. B. Sensoren, Wandler, Endstufen und Stellglieder. Festplatten und Wechselspeicherlaufwerke zählen nicht zu den Ein- und Ausgabeeinheiten. Sie zählen zu den Datenspeichern.

Datenspeicher

Datenspeicher sind Komponenten, die Programme und Daten dauerhaft speichern können. Dazu gehören Festplatten, Wechselspeicher und die dazugehörigen Laufwerke sowie Halbleiterspeicher, die ihre Daten auch ohne Energieversorgung speichern können.

PC-Peripherie	Prozessrechner-Peripherie	Datenspeicher

Aufgabe 27 **Zählen Sie auf, welche Datenspeicher Sie kennen. Nennen Sie Vor- und Nachteile der einzelnen Speicher.**

11.9. Schichtenmodell in der Computertechnik

Die Computertechnik lässt sich als Schichtenmodell darstellen. Alle Anwendungen beruhen auf elektronischen Abläufen und physikalischen Prozessen, die der Nutzer auf der obersten Schicht nicht kennen muss.

Aufgabe 28 Ordnen Sie die Stichpunkte der Spalte „Thematische Einteilung“ in der Tabelle zu.

- Aufgabe oder Problemstellung des Nutzers
- theoretische Physik und Elektrotechnik
- allgemeine Informatik, Systemarchitektur
- Digitaltechnik, Schaltalgebra, numerische Mathematik
- Elektronik, Halbleitertechnik, Schaltkreistechnik
- allgemeine Informatik, anwendungsbezogene Grundlagen
- allgemeine Informatik, Rechnerarchitektur, numerische Mathematik

Schichtenmodell in der Computertechnik

Schicht	Thematische Einteilung	Beschreibung
7. Nutzer	Aufgabe oder Problemstellung des Nutzers	Um eine Aufgabe zu erledigen oder ein Problem zu lösen, braucht der Nutzer nur Kenntnisse über die Bedienung der Anwendungen, nicht aber deren detaillierte Funktionsweise.
6. Anwendung		Die Programmierung von Anwendungen erfordert Kenntnisse über die detaillierte Funktionsweise dieser Anwendungen. Die Anwendungen stützen sich auf die Betriebssystemebene. Nur in Ausnahmefällen benötigt der Programmierer Kenntnisse über die Einzelheiten des Betriebssystems und der darunterliegenden Architektur.
5. Betriebssystem		Die Systemprogrammierung erfordert Kenntnisse über das Betriebssystem. Sie stützt sich auf die Funktionen und Schnittstellen (APIs), die das Betriebssystem zur Verfügung stellt. Nur in Ausnahmefällen benötigt der Programmierer Kenntnisse über die Einzelheiten der darunterliegenden Architektur.

4. Architektur		<p>Ab hier beginnt oder endet, je nach Sichtweise, die eigentliche Hardware. Was darüber ist, ist Bestandteil der Software. Ab hier und darunter befindet sich die Hardware.</p> <p>Hier ist die eigentliche Rechnerarchitektur definiert und hier sind die einzelnen Rechner-Komponenten angesiedelt.</p>
3. Logische Ebene		<p>Die logische Ebene ist Bestandteil der Digitaltechnik. Dazu zählen Zahlensysteme, Schaltalgebra und logische Verknüpfungen.</p>
2. Elektrische Ebene		<p>Die elektrische Ebene umfasst die Elektronik, Halbleitertechnik und elektronische Schaltkreise.</p>
1. Physikalische Ebene		<p>Die physikalische Ebene umfasst die theoretische Physik und Elektrotechnik.</p>

Literatur

- Schnabel, Patrick: 1997-2014 Elektronik-Kompendium.de
- [www.elektronik-kompendium](http://www.elektronik-kompendium.de) (zuletzt aufgerufen am: 05.08.2014)
- Einträge/Seiten zu einzelnen Stichwörtern:
- Stichwort: Computertechnik – Informatik:
 - www.elektronik-kompendium.de/sites/com/1702261.htm
(zuletzt aufgerufen am: 05.08.2014)
- Stichwort Bits und Bytes:
 - www.elektronik-kompendium.de/sites/com/1702271.htm
(zuletzt aufgerufen am: 05.08.2014)
- Stichwort Embedded Systeme:
 - www.elektronik-kompendium.de/sites/com/1407231.htm
(zuletzt aufgerufen am: 05.08.2014)
- Stichwort: Schichtenmodell:
 - www.elektronik-kompendium.de/sites/com/1309111.htm
(zuletzt aufgerufen am: 05.08.2014)
- Stichwort: Computer-Architektur:
 - www.elektronik-kompendium.de/sites/com/1309261.htm
(zuletzt aufgerufen am: 05.08.2014)



INGENIEUR/IN
GESUCHT!

Kapitel 12

Perspektiven und Möglichkeiten für Ingenieure „Made in Germany“

12.1. DAAD – IAESTE

Sie interessieren sich für ein Praktikum, einen Fortbildungskurs oder ein Studium in Deutschland? Dann werden Sie aktiv und informieren Sie sich! Wer sucht, der findet ...

12.1.1. Das Allerwichtigste: Das DAAD-Büro in Ihrer Nähe

Der **Deutsche Akademische Austauschdienst** (Abkürzung: DAAD, auf Englisch: German Academic Exchange Service) bietet weltweit ein Netz an Informationen, Kontakten und Programmen für Studierende und Wissenschaftler, die an einer weiteren akademischen Qualifizierung in Deutschland interessiert sind. Es gibt Programme in deutscher und in englischer Sprache. Auf den Portalen www.study-in.de und www.daad.de/idp finden Sie einen guten Überblick.

Lesen Sie regelmäßig die Informationen auf der Website des DAAD-Büros in Ihrer Nähe / Ihrem Land / Ihrer Region www.daad.de/local.

Aufgabe 1 *Recherche*

a) Wo ist für Sie das nächste DAAD-Büro?

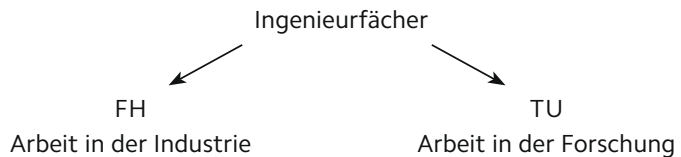
b) Wie ist die genaue Adresse?

c) Wie ist die Telefonnummer und wann sind die Sprechzeiten?

d) Wie heißt die Website?

12.1.2. Was Studenten der Ingenieurwissenschaften wissen müssen

An den deutschen Hochschulen werden die Fächer der Ingenieurwissenschaften an zwei Typen von Hochschulen angeboten, nämlich an *Fachhochschulen* (FH, neuerdings auch HS, HAW) und an *Technischen Forschungsuniversitäten*. Wenn Sie eine praxisorientierte, aber forschungsbasierte Ausbildung suchen mit der Perspektive: zuerst ein Studium und danach ein Job in der Industrie, dann ist eine Fachhochschule empfehlenswert. Wer seine Zukunft in Wissenschaft und Forschung sieht und später promovieren möchte, für den ist eine Technische (Forschungs-)Universität zu empfehlen.



Allerdings gibt es immer auch Querverbindungen, manche FHs, HS, HAWs bieten Promotionen an, aber eben nicht alle. Und die Verbindungen zwischen Forschung und Industrie werden immer vielseitiger.

Aufgabe 2



Welche Vorstellungen haben Sie heute von Ihrer beruflichen Zukunft?

12.1.3. Offene Fragen zum Geld

Es gibt viele offene Fragen rund um einen Deutschland-Aufenthalt für eine weitere Qualifizierung (Praktikum, Studium, Fortbildung). Drei entscheidende Themen betreffen die *Kosten*, die Möglichkeiten zu *Jobs* und die *Finanzierung* des (Studien-)Aufenthalts durch ein *Stipendium*.

1. Kosten: Studiengebühren und Lebenshaltungskosten

a) Studiengebühren

In der Regel ist das Studium in Deutschland *gebührenfrei*, spezialisierte Master-Studiengänge können jedoch *gebührenpflichtig* sein. Private Hochschulen können allerdings Studiengebühren verlangen. Alle Hochschulen erheben einen sog. *Semesterbeitrag*. Dafür bekommt man ein Ticket für den Öffentlichen Nahverkehr (Bus, Tram, U-Bahn, S-Bahn etc.) sowie verschiedene finanzielle Vorteile.

b) Lebenshaltungskosten:

Je nach Wohnort sind die Kosten für das Leben (Wohnung, Essen, Kleidung, öffentliche Verkehrsmittel usw.) unterschiedlich hoch. Man rechnet im Allgemeinen für Studenten mit einer Summe zwischen 650 und 850 €.

Wortfeld: Gebühren

Wenn man öffentliche Einrichtungen benutzt, zahlt man dafür einen bestimmten Preis. Dazu sagt man „die Gebühr“, oft auch (im Plural): „die Gebühren“. Um die Gebührenhöhe anzugeben, verwendet man das Verb „betragen“: Die Gebühr beträgt ... / die Gebühren betragen ...

In juristisch fundiertem Deutsch sind *Gebühren* eine „*Abgabe für Inanspruchnahme öffentlicher Einrichtungen*“.

Nach: www.duden.de

Wenn man etwas *tun muss*, dann hat man eine *Pflicht*. Muss man beispielsweise eine Parkgebühr bezahlen, dann ist man *zahlungspflichtig*.

Aufgabe 3 Ergänzen Sie:

Muss man sich versichern, so ist man _____.

Muss man Gebühren bezahlen, so ist man _____.

Benötigt man für die Einreise in ein Land ein Visum, so besteht eine V_____. Das Gegenteil von „gebührenpflichtig“ ist _____. Die Postgebühren für ein Paket (bis 5 kg) innerhalb Deutschlands _____ 6,99 €, die Briefgebühr _____ 60 Cent.

Aufgabe 4 Gehen Sie auf www.study-in.de und suchen Sie den Text: „Rund 670 Euro im Monat zum Leben“. Berichten Sie danach über „Lebenshaltungskosten für Studierende in Deutschland“.
Recherche

Aufgabe 5 Wo genau findet man Infos über Studiengebühren an deutschen Hochschulen? Geben Sie einen Überblick.
Recherche Zur Suche beginnen Sie hier: www.study-in.de

2. Nebenjobs

Die Idee, dass man sich als internationaler Student seinen Lebensunterhalt und ein Studium ganz durch eigene Arbeit finanzieren kann, ist nicht realistisch. Neben einem Full-time-Job ist ein erfolgreiches Studium sehr schwer, nahezu unmöglich. Allerdings machen viele Studenten neben dem Studium einen Nebenjob, um sich etwas dazu zu verdienen.

Aufgabe 6 **Wieviele Stunden beträgt nach deutschem Arbeitsrecht die Arbeit in einem „Full-time-Job“? Wieviele Stunden muss/darf man in einem Nebenjob arbeiten?**

Aufgabe 7 **Informieren Sie sich und beantworten Sie die Fragen.**

Recherche

a) Bekommen Studierende aus EU-Ländern eine Arbeitserlaubnis?

Wieviele Stunden dürfen sie in einem bezahlten Nebenjob arbeiten?

b) Bekommen Studierende aus Nicht-EU-Ländern eine Arbeitserlaubnis?

Wenn ja - Wieviele Stunden dürfen sie in einem bezahlten Nebenjob arbeiten?

Sie finden Infos unter: www.study-in.de – Job.

Suchen Sie weiter und gehen Sie auch auf die Seiten der Deutschen Botschaft bzw. des Deutschen Generalkonsulats.

3. Finanzierung eines Studiums

Viele internationale Studierende finanzieren ihr Studium selbst; es gibt aber ausgesprochen vielfältige Möglichkeiten zur Unterstützung. Achten Sie auf den Unterschied von *finanzieller* und *ideeller Förderung*. Unter dem Stichwort „Stipendien & Finanzierung“ finden Sie auf der Seite www.study-in.de reichhaltige Angebote und viele Informationen, welche Fördermöglichkeiten vorliegen. Neben dem DAAD gibt es auch viele Programme von anderen Institutionen und Stiftungen, z. B.:

- www.fraunhofer.de
- www.dfg.de/gk/en
- www.fes.de/studienfoerderung
- www.kas.de/wf/de/42.34/
- www.boell.de/de/stiftung/stipendien

Die Stipendien-Datenbank des DAAD bietet eine komfortable Möglichkeit, im Internet die verschiedenen Stipendienarten zu recherchieren (www.funding-guide.de). Über *Ihre konkreten Möglichkeiten*, ein (Teil-)Stipendium zu bekommen, informieren Sie sich unbedingt beim zuständigen DAAD-Büro. Die Beratung dort ist kostenlos und professionell.

12.1.4. Stufen oder Grade der akademischen Qualifizierung

Für die ingenieurwissenschaftlichen Fächer gilt dieselbe generelle Einteilung in Stufen oder Grade der akademischen Qualifizierung:

1. Studienanfänger (Undergraduates)
2. Bachelor- und Masterstudierende, nach dem Examen: Graduierte
3. Postgraduierte (Wissenschaftler, Doktoranden)

Für alle Grade gibt es bestimmte Programme, dazu eine Fülle von speziellen Angeboten, wie z. B. Sommerschulen, Sprach- und Fachkurse usw. Für werdende Ingenieure sind zudem *Praktika* besonders interessant. Informationen dazu finden Sie im Teil 12.1.5. IAESTE.

1. Studienanfänger (Undergraduates)

Für Studienanfänger gibt es zwischen dem Abitur im Heimatland und einem Studium an einer deutschen Hochschule eine Brücke, das *Studienkolleg*. Denn die Schulsysteme sind verschieden, manche Abiturzeugnisse aus anderen Ländern werden in Deutschland nicht anerkannt. Das Studienkolleg bietet eine Vorbereitung auf das Studium in Deutschland.

Aufgabe 8 Recherche

Was sind die Voraussetzungen zum Besuch eines Studienkollegs?
Suchen Sie auf:

www.studienkollegs.de, auch: <http://de.wikipedia.org/wiki/Studienkolleg>

Aufgabe 9 Recherche

- a) Gibt es im Bundesland Schleswig-Holstein ein Studienkolleg? Wie ist die Adresse? Wie sind die Kontaktdaten?
- b) Wie ist die Situation in Thüringen und in Baden-Württemberg?
- c) Sammeln Sie Informationen zum Angebot von Studienkollegs in Berlin und in Bremen. Vergleichen Sie die Angebote.

2. Bachelor- und Masterstudierende

Wenn Sie in Ihrem Heimatland bereits an einer Hochschule studieren und sich generell über Studienmöglichkeiten und Studienangebot in Deutschland (Bachelor und Master) informieren wollen, dann besuchen Sie die Seite der International Programmes (auf Englisch) mit dem Kurzlink: www.daad.de/idp sowie www.study-in.de.

Wichtig ist die Frage vorher: Will ich auf Deutsch oder auf Englisch studieren? Es gibt im Bachelor-Bereich relativ wenig englischsprachige Studiengänge, jedoch im Masterbereich sehr viele. Im Bachelor-Bereich bekommt man kein Stipendium, im Masterbereich gibt es Stipendien. *In jedem Fall sollte man sich beim zuständigen DAAD-Büro nach den möglichen Programmen erkundigen.*

Zur Bewerbung:

1. Wenn Sie sich für einen bestimmten Studiengang bewerben wollen, dann lesen Sie *ganz genau* die Informationen über diesen Studiengang – dort wird der *Weg* erklärt, *wie man sich bewirbt*.
2. Es gibt im Allgemeinen drei Wege: Weg 1 ist die direkte Bewerbung an der Universität, Weg 2 ist eine Bewerbung über uni-assist (www.uni-assist.de) und Weg 3 ist die Bewerbung über die Stiftung für Hochschulzulassung.

Aufgabe 10
 Recherche

Gehen Sie auf die Seite www.funding-guide.de und informieren Sie sich dort: Gibt es Stipendien für Masterstudiengänge in den Ingenieurwissenschaften?

Berichten Sie: Welche Masterstudiengänge an welchen Hochschulen sind für Sie besonders interessant? Warum?

3. Postgraduierte (Wissenschaftler, Doktoranden)

Nach dem Master-Abschluss an einer deutschen Hochschule stellt sich die Entscheidung für einen der drei Wege:

1. Rückkehr nach Hause?
2. Arbeit in Deutschland?
3. Weiterstudieren – Promotion zum Dr. Ing.?

Informieren Sie sich weiter, z. B. auf:

- www.research-in-germany.de
- www.phdgermany.de
- www.research-explorer.de


12.1.5. Auslandspraktika mit IAESTE

Wer sich für ein Auslandspraktikum interessiert, für den ist IAESTE (International Association for the Exchange of Students for Technical Experience) die richtige Adresse: www.iaeste.de. IAESTE ist die weltweit größte Austauschorganisation für Praktikanten, u. a. für Studierende der Ingenieurwissenschaften.

Aufgabe 11
 Recherche

a) Welche Voraussetzungen sind für eine Bewerbung für ein Praktikum über IAESTE erforderlich?

b) Wann ist der Anmeldeschluss für eine „vorläufige Bewerbung“?

Die Bewerbung für ein Praktikum über IAESTE erfolgt in zwei Schritten: Zuerst muss man eine „vorläufige Bewerbung“ schicken, um im System registriert zu sein. Wenn dann ein passendes Angebot für eine konkrete Praktikantenstelle kommt, erhält man ein Online-Formular für die „richtige“ Bewerbung. Dies ist dann entsprechend auszufüllen.

Aufgabe 12
Recherche

Gehen Sie auf den Menüpunkt „Fachrichtungen“ in www.iaeste.de/cms/ und prüfen Sie, ob für Ihre Fachrichtung Angebote für Praktika existieren.

Aufgabe 13
Recherche

a) Suchen Sie nach kurzfristigen Angeboten. Wählen Sie ein konkretes Angebot für eine Praktikumsstelle aus und schreiben Sie folgende Daten auf:

Land: _____

Referenznummer: _____

Fachgebiet(e): _____

Anzahl der Wochen: _____

Genauer Zeitraum: _____

b) Wie kann man mehr Informationen über ein Angebot finden?

12.1.6. Motivationsschreiben

Aufgabe 14

Unterstreichen Sie die Schlüsselwörter und geben Sie jedem Abschnitt eine Überschrift.

In einem Motivationsschreiben müssen Sie zeigen, dass Sie wissen, wofür Sie sich bewerben. Informieren Sie sich daher so genau wie möglich über das Programm, an dem Sie teilnehmen möchten.

Ein Motivationsschreiben ist ein wichtiges Dokument und wird von mehreren erfahrenen Personen sehr sorgfältig gelesen. Sie können so ein Schreiben nicht „mal schnell“ an einem Abend verfassen. Nehmen Sie sich Zeit!

Erklären Sie genau, warum Sie sich für *diesen* Kurs / *dieses* Programm interessieren. Dabei müssen Sie zeigen, dass Sie alle Informationen dazu wirklich exakt gelesen und verstanden haben.

Begründen Sie, *warum* Sie denken, dass Sie zur Teilnahme an diesem Programm *geeignet* sind. Beziehen Sie sich dabei auf die Beschreibung des Programms. Geben Sie die Adresse an, auf der Sie sich darüber informiert haben.

Schreiben Sie *konkret*! Generelle Phrasen über Deutschland oder über die Internationalisierung sind überflüssig und interessieren niemanden. Interessant ist, was Sie können, was Sie gelernt haben, was Sie lernen wollen – und warum das Programm, für das Sie sich bewerben, dazu speziell beitragen kann.

Zeigen Sie, dass Sie *wissen*, wo das Programm stattfindet. Suchen Sie den Hochschulort auf der Landkarte und informieren Sie sich über die Stadt, die Region, die Geografie, die Kultur, die Freizeitmöglichkeiten etc.

Verwenden Sie niemals dasselbe Motivationsschreiben für unterschiedliche Programme. Schicken Sie nicht denselben Brief zu verschiedenen Zeiten an mehrere Leute.

Vermeiden Sie sprachliche Fehler in Wortschatz, Rechtschreibung und Grammatik. Suchen Sie sich eine geeignete Person zur Korrektur möglicher Fehler in Ihrem Motivationsschreiben.

Wiederholen Sie nicht Ihren Lebenslauf (lat. Curriculum Vitae, Abkürzung: CV). Ein CV ist eine andere Textsorte als ein Motivationsschreiben. Wenn Ihr Lebenslauf benötigt wird, dann fügen Sie diesen getrennt hinzu.

Aufgabe 15 Schreiben Sie jetzt ein Motivationsschreiben zu einem der drei Szenarien. Suchen Sie *vorher* ein reales Programm aus, das zu dem Szenario passt; dann formulieren Sie Ihr Motivationsschreiben genau *passend zu diesem Programm*.

Szenario 1:

Internationaler Sommerkurs: Intensivkurs Deutsch mit DSH-Prüfung

Szenario 2:

Internationaler Sommerkurs für Deutsche Sprache: Fachsprache der Technik

Szenario 3:

Masterstudiengang: Master im Fach _____ an der

_____ (Name und
Ort der Hochschule)

Redemittel

Auf der Seite ... habe ich von dem Angebot / Programm ... gelesen
Unter der Adresse ... habe ich erfahren, dass ...
Für mich ist ... besonders interessant, weil ...
Ich interessiere mich besonders für ..., weil ...
In meinem Studium ... habe ich gelernt: ...
Ich befinde mich im ... Studienjahr im Fach ...
Speziell habe ich mich mit ... beschäftigt
Meine Schwerpunkte sind ...
Das Thema meiner ...-Arbeit ist: ...
Von besonderem Interesse für mich ist / sind ...
Die deutsche Sprache habe ich seit ... gelernt
In Deutsch habe ich bisher das Niveau ... erreicht
Auf Deutsch kann ich ...
Ich habe die Deutschprüfung ... bestanden mit dem Ergebnis ...
Das Ergebnis meiner Prüfung in Deutsch ... betrug ...
In Deutsch möchte ich ... können
Mein Ziel ist ... / meine Ziele sind ...

Aufgabe 16 Lesen Sie das Motivationsschreiben Ihres Lernpartners und kontrollieren
Partnerarbeit Sie, ob die Punkte im Text zu Aufgabe 14 beachtet worden sind. Diskutieren Sie Ideen zur Verbesserung.

12.2. VDI

12.2.1. Was ist ein Verein?

Aufgabe 17 Tragen Sie die Schlüsselwörter in die Informations-Tabelle am Ende des Absatzes ein.

Angeblich ist es eine typisch deutsche Eigenschaft, einen Verein zu gründen und in einem Verein mitzuwirken. Ein Verein ist eine nicht-staatliche, freiwillige Nonprofit-Organisation von Menschen mit einem gemeinsamen Interesse: Fußball, Volleyball, Schwimmen oder andere Sportarten, Musik, Tanzen, Schachspielen, Karneval, Naturschutz – für alle diese (und noch viel mehr) Aktivitäten haben sich Menschen zusammengeschlossen und Vereine gebildet. Im Verein findet man andere Leute mit den gleichen Interessen. Es geht nicht darum, Geld zu verdienen, sondern es geht um bessere Möglichkeiten für die Ausübung der Tätigkeiten, die alle interessieren. Dafür kann man wenig Geld von vielen Leuten zu viel Geld für alle zusammen legen, um Dinge zu schaffen, die ein Einzelner nicht kann: Sportstadien, Musikschulen, Tanzsäle, Schwimmbäder usw. können gebaut, Informationen ausgetauscht, Wettkämpfe und Feste veranstaltet werden ... Doch gibt es Vereine nicht nur für Hobby- und Freizeitvergnügen, sondern auch für sehr viele Berufe. Hier ist die Weitergabe von Fachwissen und die kontinuierliche Qualifizierung aller Interessierten die Hauptaufgabe. Ein Verein organisiert sich selbst, um die Wünsche und Interessen seiner Mitglieder nach außen zu vertreten. Ein Verein ist keine reine Privatsache, sondern will eine wichtige Stimme sein, die in der Öffentlichkeit gehört wird. Es gibt genaue juristische Regeln, wie man einen Verein organisiert; diese Regeln sind im Gesetz festgelegt. Ist ein Verein korrekt im Vereinsregister gemeldet, dann bekommt er die Abkürzung e. V. – das bedeutet „eingetragener Verein“.

Ziele	
Eigenschaften	
Organisation	

Wortfeld Verein

Aufgabe 18 Prüfen Sie zusammen mit Ihrem Lernpartner, ob Sie alle Wörter verstehen und sagen Sie die richtigen Artikel dazu.

Eins, Einzelner, sich ver-ein-igen zu, Vereinigungsmenge, Verein, Vereinigung, Vereinsversammlung, Vereinsvorstand, Vereinssprecher, Vereinsmitglied



12.2.2. VDI – Verein Deutscher Ingenieure e. V.

Sprecher, Gestalter, Netzwerker

Ingenieure brauchen eine starke Vereinigung, die sie bei ihrer Arbeit unterstützt, fördert und vertritt. Diese Aufgabe übernimmt der Verein Deutscher Ingenieure (VDI). Seit über 150 Jahren steht er Ingenieurinnen und Ingenieuren zuverlässig zur Seite. Mehr als 12.000 ehrenamtliche Experten bearbeiten jedes Jahr neueste Erkenntnisse zur Förderung unseres Technikstandorts. Das überzeugt: Mit 152.000 Mitgliedern ist der VDI die größte Ingenieurvereinigung Deutschlands.

Vgl. www.vdi.de

Aufgabe 19 Verbinden Sie die Begriffe mit den Erklärungen und den Beispielen

Begriff		Erklärung		Beispiel
ehrenamtlich		man kann sich darauf verlassen, vertrauen auf		Parlamentarier, Abgeordneter, Sprecher
fördern		jemand oder etwas unterstützen, bei einer Aufgabe helfen		Lesepate, Schöffe, was noch?
vertreten		jmd. übt ein Amt aus, ohne dafür Geld zu bekommen (= unentgeltlich)		ein guter Freund – wenn ich Hilfe brauche, dann ist er für mich da
zuverlässig		für jemand sprechen, jemand repräsentieren		Stipendium, Trainer

Aufgabe 20 Ergänzen Sie die Wortschatztabelle mit verwandten Wörtern und Synonymen, am besten mindestens je 3 Verben und 3 Nomina.

Nomen auf -er	Verb	andere Nomina
-r Sprecher		-e Sprache, -r Redner
-r Gestalter		-e Gestaltung
-r Netzwerker	verknüpfen	

- Aufgabe 21**
- a) Unterstreichen Sie im Textabschnitt „Sprecher“ alle Ausdrücke für „öffentlich sprechen“.
 - b) Warum ist der VDI als Dialogpartner gefragt?
 - c) Mit wem und worüber diskutiert der VDI?

Sprecher

Unsere Erfahrung und unser Fachwissen aus Wissenschaft und Praxis machen uns zum kompetenten Sprecher der Ingenieure und der Technik. In aktuellen Debatten sind wir es, die Ingenieurinnen und Ingenieuren eine Stimme geben, ihr Know-how einbringen und ihre Positionen vertreten. Unsere Unabhängigkeit macht uns zu einem gefragten Ansprechpartner für die Politik rund um die Themen Technik und Bildung. Wir treten mit Medien, Öffentlichkeit und politischen Entscheidern in den Dialog und platzieren das Fachwissen der Ingenieure auf vielfältige Weise.

Beispiel 1 als Sprecher: Deutscher Ingenieurtag

Ob zukunftsweisende Technologien oder praktische Erfindungen für den Alltag – deutsche Ingenieurkunst genießt weltweit einen ausgezeichneten Ruf. Wir würdigen die klugen Köpfe dahinter und setzen uns für die Stärkung des Ingenieurimages in der Öffentlichkeit ein. Auf dem Deutschen Ingenieurtag geben wir Ingenieuren und Technologietrends eine Bühne und zeichnen bedeutsame Ingenieurleistungen aus.

- Aufgabe 22**
- a) Wer wurde auf dem letzten Ingenieurtag mit einem Preis ausgezeichnet?
 - b) Für welche Leistung? Recherchieren Sie auf: www.vdi.de
(Der Suchbegriff „Veranstaltungen“ hilft Ihnen weiter.)

Beispiel 2 als Sprecher: Politikorientierte Öffentlichkeitsarbeit

Unsere Unabhängigkeit und unsere hohe Fachkompetenz machen uns zu einem neutralen und kompetenten Ansprechpartner für die Politik rund um die Themenfelder Technik, Bildung, Forschung, Energie, Mobilität und Umwelt. Wir treten mit politischen Entscheidern in den Dialog und platzieren das Fachwissen der Ingenieure durch Stellungnahmen, Teilnahme an Anhörungen und Beratungsgremien sowie Veranstaltungen in der Politik.

Aufgabe 23 Was ist richtig, was ist falsch? Kreuzen Sie an.

(Falls Sie es nicht wissen, recherchieren Sie unter:

www.ingenieurtag.de)

wahr falsch

- | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1. Der Deutsche Ingenieurtag ist die wichtigste VDI-Veranstaltung. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Der Deutsche Ingenieurtag findet jedes Jahr statt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Zum Deutschen Ingenieurtag kommen nur Techniker. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Ausgezeichnete Ingenieure werden dort mit Preisen geehrt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Die Abkürzung für „Deutscher Ingenieurtag“ ist DIT. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Aufgabe 24 Sammeln Sie möglichst viele Komposita mit „Ingenieur“

„Ingenieur-“ als Bestimmungswort	„-ingenieur“ als Grundwort
Beispiel: Ingenieurkunst	Beispiel: Wirtschaftsingenieur

Gestalter

Fachkompetenz und Wissensvermittlung auf hohem Niveau zeichnen den VDI aus. Unser Ziel ist es, positiven Einfluss auf die Entwicklung von Technik, Innovationen und den Technikstandort Deutschland zu nehmen. Als gesellschaftlicher Gestalter sind wir uns unserer Verantwortung bewusst und begegnen zukünftigen Technologien mit Sachverstand und Weitsicht.

Ob Umwelt- und Klimaschutz, Ressourceneffizienz oder demografischer Wandel – der VDI denkt heute schon an morgen. Wir verbreiten Wissen und beraten Entscheidungsträger in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik zu aktuellen Entwicklungen und künftige Trends in Wissenschaft und Forschung.

Aufgabe 25 Erklären Sie die folgenden Begriffe:

- Technikstandort Deutschland
- Weitsicht
- Ressourceneffizienz
- Entscheidungsträger

Beispiel 1 als Gestalter: Die engineerING card

Aufgabe 26 Haben Sie schon Informationen über die die engineerING card? Welche? Frage vor dem Lesen



Abb. 1: Bild einer engineerING card, © VDI

Gemeinsam europaweit mobil: Die grenzüberschreitende Anerkennung von Qualifikation innerhalb der EU ist kompliziert. Dies schränkt die Mobilität von Ingenieuren ein, die im Ausland arbeiten wollen – trotz des steigenden Bedarfs an international einsetzbaren Ingenieuren. Abhilfe schafft die engineerING card, die als freiwilliger Berufsausweis für Ingenieure Transparenz über erworbene Qualifikationen bringen und so die Anerkennungsverfahren stark vereinfachen soll.

Der VDI hat bereits 2010 die Initiative ergriffen und die Bundesingenieurkammer und alle Ingenieurverbände eingeladen, an der Idee eines „europäischen Berufsausweises“ für Ingenieure und ihrer Ausgestaltung mitzuwirken.

Gemeinsam mit der FEANI, dem Dachverband der europäischen Ingenieurvereinigungen, ist dem VDI eine Pionierleistung gelungen. Als erste Berufsgruppe in Europa können die Ingenieure einen freiwilligen Berufsausweis vorweisen, die engineerING card. Die Mitglieder der FEANI und damit die Ingenieurorganisationen aus 32 europäischen Ländern sind von den Vorteilen des Berufsausweises überzeugt. Die engineerING card ist in 11 Mitgliedsstaaten bereits eingeführt bzw. anerkannt. Zahlreiche weitere EU-Mitgliedsstaaten arbeiten mit Hochdruck an der Einführung der engineerING card.

Die engineerING card vereinfacht den Nachweis beruflicher Qualifikationen und erleichtert damit das Bewerbungsverfahren nicht nur in Deutschland, sondern auch innerhalb der Europäischen Gemeinschaft. Den Berufsausweis für Ingenieure kann in den teilnehmenden Mitgliedsstaaten jeder beantragen, der über einen Abschluss an einer staatlich anerkannten Hochschule des Landes in einem ingenieurwissenschaftlichen Studiengang verfügt. Der Antrag ist in dem Mitgliedsland zu stellen, in dem der Abschluss erworben wurde. Abschlusszeugnisse und nach Wunsch auch Nachweise über einschlägige Berufserfahrung sowie Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen werden durch ein Fachgremium auf Anerkennung geprüft und anschließend in einer zentralen Datenbank erfasst. Ein Registerauszug bündelt diese Informationen und ist dann vom Inhaber der Karte jederzeit auf der Website abrufbar. Mit dem Registerauszug können Bewerber eindeutig ihre ingenieurwissenschaftlichen Qualifikationen nachweisen und Unternehmen profitieren besonders von einem höheren Maß an Transparenz und Vergleichbarkeit unter den Bewerbern.

www.engineering-card.de

Aufgabe 27 Beantworten und diskutieren Sie nun die Fragen genau:

1. Was für ein Typ von Ausweis ist die engineerINGcard?
2. Wer kann diesen Ausweis bekommen?
3. Wo muss man den Antrag für diesen Ausweis stellen?
4. Was sind die Ziele des Einsatzes der engineerINGcard?
5. Welche Vorteile bringt sie dem einzelnen Ingenieur?
6. Welche Vorteile bringt sie den Firmen?
7. In welcher Situation würden Sie einen solchen Ausweis verwenden?

Beispiel 2 als Gestalter: Richtlinien



Abb. 2: VDI-Comicstrip, (c) VDI

Aufgabe 28 Notieren Sie die Aktivitäten des VDI.

Netzwerker

Technik ist aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken, aber die wenigsten wissen, wie sie funktioniert. Das will der VDI ändern. Wir bringen Experten zum interdisziplinären Dialog zusammen. Als Multiplikator von Technikwissen bringen wir spannende und interessante Entwicklungen in die Öffentlichkeit und führen den Nachwuchs an Technik heran. In vielfältigen Projekten fördern und unterstützen wir das Interesse junger Menschen an technischen Berufen und helfen ihnen dabei erste Kontakte zur Berufswelt der Ingenieure zu knüpfen. Einiges lässt sich alleine erreichen, vieles mehr jedoch gemeinsam – deshalb fördert der VDI interdisziplinäre Kooperationen auf nationaler und internationaler Ebene zwischen Industrie, Wirtschaft, Gesellschaft, Ingenieuren und seinen Mitgliedern.

Aufgabe 29 Schreiben Sie in kurzen Aktiv-Sätzen „Was macht der VDI?“

z.B.: Der VDI ...

... bringt Experten zum interdisziplinären Dialog zusammen

VDI Bezirksvereine

Die regionale Struktur des VDI umfasst 45 VDI-Bezirksvereine mit rund 100 Bezirksgruppen, die die VDI-Mitglieder vor Ort betreuen. Auf insgesamt über 5.500 Veranstaltungen pro Jahr vermitteln die VDI-Bezirksvereine Fachinformationen zu technisch-wissenschaftlichen und berufspolitischen Themen. Zudem fördern sie den Erfahrungsaustausch und persönlichen Kontakt der VDI-Mitglieder auf regionaler Ebene. Über die Mitarbeit in den VDI-Bezirksvereinen, die durch ihren Vorsitzenden im Vorstand des VDI vertreten sind, hat jedes VDI-Mitglied die Möglichkeit, aktiv auf die Gestaltung des größten deutschen Ingenieurvereins einzuwirken.

VDI Landesverbände

Die VDI-Landesverbände koordinieren und vertreten die Interessen der technical community auf der Ebene der Bundesländer. Sie beraten Landespolitiker bei Technikfragen, machen auf Probleme und Problemlösungen aufmerksam, z.B. bei Parlamentarischen Abenden, und sensibilisieren für neueste Entwicklungen. Zudem arbeiten sie mit den landesweiten Schulen zusammen, um die Technikakzeptanz und Technikbegeisterung bei der Jugend zu fördern und das Verständnis für naturwissenschaftliche Zusammenhänge zu stärken. Unterstützt werden die VDI-Landesverbände durch die VDI-Bezirksvereine.

Aufgabe 30 Schreiben Sie in Passiv-Sätzen „Was wird im VDI gemacht?“

z. B.: In den VDI-Landesverbänden werden Politiker bei Technikfragen beraten.



Abb. 3: INGo, © VDI

Netzwerk Studenten und junge Ingenieure

Die Studenten und jungen Ingenieure sind ein ehrenamtliches Netzwerk des VDI, das auch lokal organisiert ist. Gleichgesinnte verfolgen hier neben Studium und Beruf die Begeisterung für Technik und Wissenschaft. An über 80 Hochschulen in Deutschland finden sich engagierte VDI-Mitglieder, die Spaß daran haben, Interessen, Ideen und Zeit mit anderen Nachwuchskräften zu teilen. In den Teams ist man sich über einen Punkt einig: Die Mitglieder starten Projekte und Aktionen nicht aus reinem Selbstzweck, sondern weil sie Spaß an den gemeinsamen Aktionen haben.

Aufgabe 31 Wenn Sie Kontakt zu einer Hochschule in Deutschland haben, dort studieren oder studieren wollen, dann recherchieren Sie:

Gibt es dort eine VDI-Gruppe für Studenten und junge Ingenieure?

Wann und wo treffen die sich? (Der Suchbegriff „vor Ort“ hilft Ihnen weiter.)

VDI-Freundeskreise

Weltweit leben rund 6.000 VDI-Mitglieder im Ausland, das sind fast fünf Prozent aller VDI-Mitglieder. Durch den Ausbau eines weltweiten Ingenieurnetzwerkes möchte der VDI seinen Mitgliedern auch im Ausland die Unterstützung gewähren, die sie aus Deutschland kennen. Zentrale Knotenpunkte in diesem weltweiten Ingenieurnetzwerk bilden die VDI-Freundeskreise in Argentinien, Australien, Brasilien, Frankreich, Italien, Nordamerika, Republik Südafrika, Rumänien und Spanien.

Aufgabe 32

Tragen Sie bitte einen roten Punkt in alle Länder ein, in denen es einen VDI-Freundeskreis gibt. Verbinden sie diese Knotenpunkte miteinander und geben Sie dem Bild eine Überschrift.

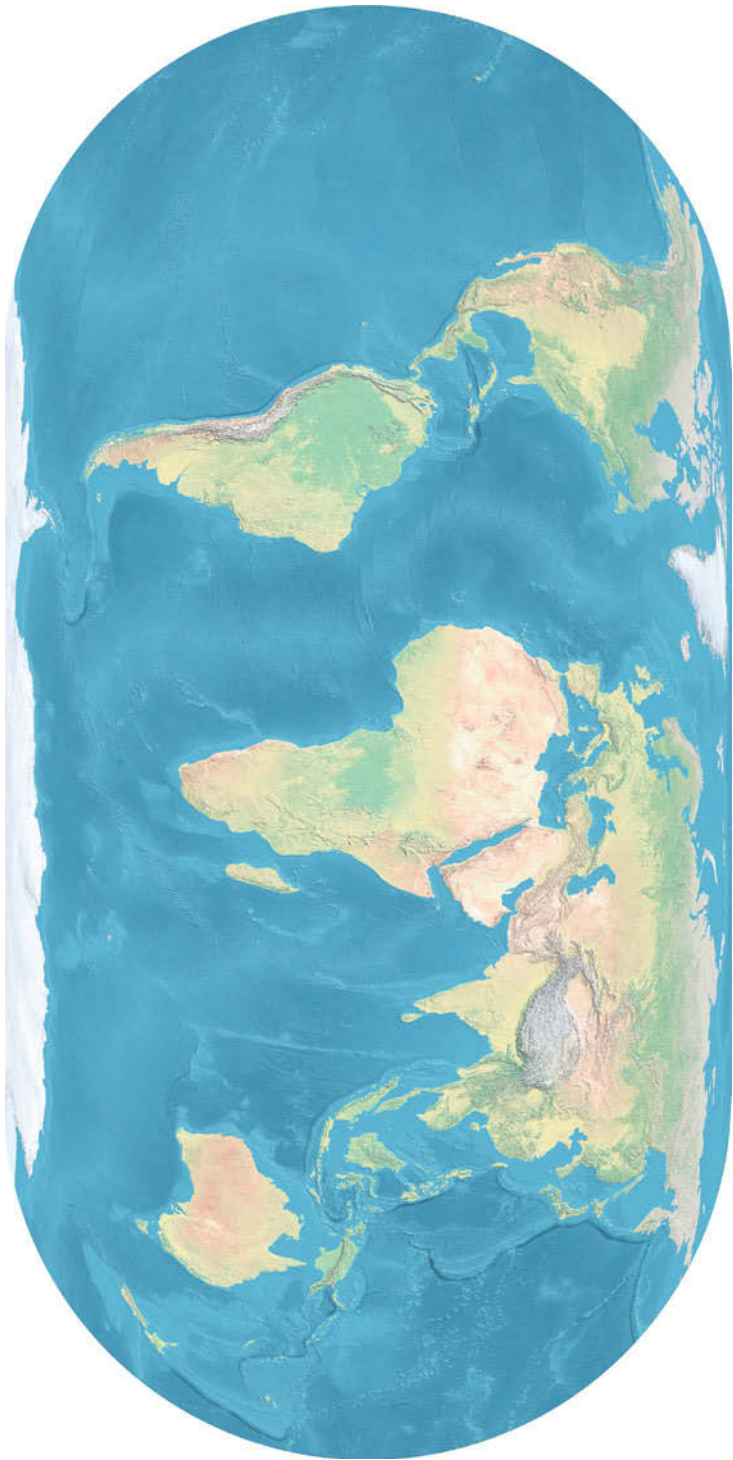


Abb. 4: Weltkarte

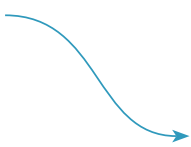
12.3. Perspektiven und Möglichkeiten bei Festo

Ein beispielhaftes Unternehmen für Ingenieure ist Festo. Es bietet weltweit interessante Möglichkeiten für Praktikanten, für Studierende und für fertige Ingenieure.

12.3.1. Festo für Studenten

Aufgabe 33 Öffnen Sie die folgenden Links von Festo und diskutieren Sie:
Recherche Welche Informationen könnten für Sie besonders interessant sein?
www.festo.com/karriere, www.festo.com/cms/de_corp/12334.htm

Aufgabe 34 Welche Definition passt zu welchem Begriff? Ordnen Sie zu.

Begriff		Definition
das Praktikum		ein Nebenjob eines Studierenden, der neben dem Studium in einem Bereich arbeitet, der zu seinen Studieninhalten passt
die Abschlussarbeit		Arbeit auf Zeit – eine befristete praktische Tätigkeit, meist in Produktion, Montage oder Logistik
die Promotion (Synonym: die Dissertation)		Am Ende eines Studiums schreibt man eine Arbeit oder Thesis. Je nach Studienziel spricht man von einer Bachelor- oder Masterarbeit (auch: Masterthesis) bzw. von einer Diplomarbeit
Tätigkeit als Werkstudent		jemand, der in einem Betrieb eine 3jährige Lehre (Praxisausbildung) macht, die mit einer Gesellenprüfung abgeschlossen wird
der Absolvent		Teil einer Ausbildung, den man in einem Betrieb macht, um praktische Erfahrungen zu sammeln
Aushilfe / Ferienarbeit		eine Forschungsarbeit und Prüfung, mit der man den Titel des Doktors erwirbt
Trainee-Programm		jemand, der eine höhere Schule (mit Abitur), eine Hochschule (mit entsprechendem Examen) oder einen bestimmten Kurs erfolgreich abgeschlossen hat
Azubi / Auszubildender		meist 2jährige, firmeninterne Ausbildung von Hochschulabsolventen zur Übernahme von Positionen in der Firma

Aufgabe 35
Gruppenarbeit
Recherche

Bilden Sie drei Gruppen und bereiten Sie kleine Präsentationen vor zu drei möglichen Tätigkeiten bei Festo, die für Studierende besonders wichtig sind: 1. Praktikum, 2. Tätigkeit als Werkstudent, 3. Ferienarbeit, Aushilfe.

Redemittel Sie können dabei diese Ausdrücke verwenden:

- ein Praktikum absolvieren
- Anforderungen ergeben sich aus ...
- zum Aufgabengebiet eines/einer ... gehören
- von Vorteil sein
- ein Netzwerk knüpfen
- eine Abschlussarbeit schreiben
- als Werkstudent tätig sein
- einen Ferienjob ausüben

12.3.2. Anforderungen für Praktika bei Festo

Diese Voraussetzungen muss ein Bewerber für ein Praktikum bei Festo erfüllen:

- Immatrikulierter Student einer Hochschule oder Universität
- Selbstständige und eigenverantwortliche Arbeitsweise
- Hohes Engagement und schnelle Auffassungsgabe
- Gute Kenntnisse in Microsoft Office
- Hohe Teamfähigkeit
- Bei Praktika im internationalen Umfeld werden entsprechende Sprachkenntnisse vorausgesetzt

Aufgabe 36



Schreiben Sie aus diesen Stichwörtern korrekte Sätze. Verwenden Sie dabei die Modalverben „können, müssen, sollen“.

Beispiel: Ein Bewerber muss an einer Hochschule oder Universität als Student immatrikuliert sein.

Aufgabe 37
Recherche

Sammeln Sie exakte Informationen zu folgenden Fragen:

a) Praktikumsdauer:

- Wie lange dauert ein Praktikum mindestens?
- Kann man in verschiedenen Bereichen eingesetzt werden?
- Wann ist der ideale Bewerbungstermin?

b) Schwerpunkte:

- In welchen Bereichen werden regelmäßig Praktikanten gesucht?

c) Vorteile:

- Was versteht man unter einem Praktikanten-Stammtisch?
- Was ist eine Praktikumsvergütung?
- Ist mit Ablauf der Praktikumszeit die Zeit bei Festo endgültig vorbei?

12.3.3. Festo international

Abb. 5 : Festo weltweit , mit freundlicher Erlaubnis von Festo

Festo ist ein Familienunternehmen, aber es ist auch weltweit mit 61 Gesellschaften und 250 Niederlassungen präsent. Hier ist der Link zu den Kontaktdaten: www.festo.com/net/de_corp/addressworldwide/default.aspx
Neben der Weltkarte können Sie gezielt nach Standorten filtern und dort die Adressen finden.

Wenn man sinnvolle Kontakte herstellen will, sind zwei Begriffe wichtig:

1. Ansprechpartner
2. Kontaktdaten

Aufgabe 38 Erklären Sie die Bedeutung dieser zwei Wörter mit je einem genauen Beispiel.

Messen und Veranstaltungen bieten gute Möglichkeiten zum persönlichen Kontakt. Auf dieser Seite finden Sie Informationen über Termine, Publikum, Ort und Datum von Veranstaltungen:
www.festo.com/cms/de_corp/12149.htm

Aufgabe 39 Wann und wo könnten Sie sich in diesem Jahr über Festo näher
Recherche informieren?

Aufgabe 40 Beantworten Sie folgende Fragen mit Hilfe der Rubrik „Festo Adressen
Recherche weltweit“:

1. Gibt es in Ihrem Heimatland eine Niederlassung oder eine Landesgesellschaft von Festo?
2. Falls ja: In welcher Stadt? Wie ist die Adresse?
3. Falls nein: in welchem Land und in welcher Stadt ist – von Ihrem Heimatland aus gesehen – die nächste Niederlassung oder Landesgesellschaft von Festo?
4. Wenn Sie sich für ein internationales Praktikum interessieren – wo müssten Sie sich bewerben? Schreiben Sie die Kontaktdaten auf.

12.3.4. Masterstipendien für Ingenieurstudentinnen

Aufgabe 41 Beantworten Sie die Fragen mit Hilfe der Seite:
Recherche www.festo.com/cms/de_corp/13311.htm

1. Welches Stipendienprogramm wird hier vorgestellt?
2. Wer kann sich für ein solches Stipendium bewerben?
3. Welche Qualifikationen erwartet Festo?
4. Wann ist der nächste Bewerbungstermin?

12.3.5. Erfahrungsberichte

Aufgabe 42 Schauen Sie sich die Erfahrungsberichte an und wählen Sie eine Person aus. Beschreiben Sie in Stichworten den Ausbildungsweg und die berufliche Karriere dieser Person.

12.4. Zum Ausklang

Aufgabe 43 Fragen zum Text

- a) Erklären Sie den Begriff „Querschnittsfach“ und geben Sie ein konkretes Beispiel.
- b) Schreiben Sie in die rechte Spalte informative Stichwörter zu folgenden Begriffen:

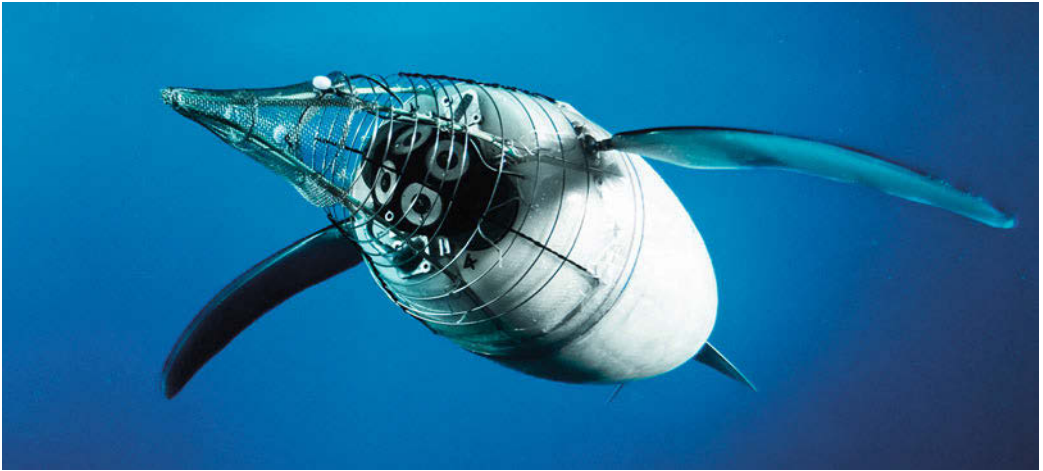
Biomechatronik	
spezielles Angebot der TU Ilmenau	
Perspektiven für die Zukunft	

VDI-Nachrichten

Biomechantronik – Symbiose aus Technik und Naturwissenschaft

Technik treibt als Querschnittsfach Entwicklung und Erfolg vieler Branchen an. Paradebeispiele sind Medizin und Biologie, an deren Schnittstellen zur Technologie immer neue interdisziplinäre Studiengänge mit faszinierenden Kombinationen und beruflichen Möglichkeiten entstehen.

Kraft der Gedanken Maschinen lenken, über Smartphone die eigene Fitness überprüfen, mit Lasertechnik die Stammzellforschung optimieren, mit einer Prothese schnell wie der Wind laufen... Wo Biologie auf Technik trifft, sind Grenzen „bestenfalls der Fantasie gesetzt“. - So schildert Hartmut Witte, Professor an der TU Ilmenau, die Möglichkeiten seines Fachs, der Biomechatronik. „Am Anfang steht die Analyse des Bauplans und der Funktionsweise von Lebewesen“, so Witte. Prinzipiell aber ist die Biomechatronik ein Technikfach, angesiedelt an der Schnittstelle zwischen lebenden Organismen und Maschine (...).



Der Automatisierungsspezialist Festo nutzt die Biomechatronik, um Maschinen und Roboter nach Vorbildern aus der Natur zu bauen. Als Studienfach wird Biomechatronik an der TU Ilmenau gelehrt.

Abb. 6: AquaPenguin, mit freundlicher Erlaubnis von Festo

Biomechatronik ist eine Spezialität der TU Ilmenau

In Deutschland bietet nur die TU Ilmenau Biomechatronik in einem grundständigen Studium an. Sonst taucht das Fach allenfalls als Vertiefungsrichtung in der Medizintechnik auf, von der sich die Biomechatronik in Ilmenau allein durch die Nähe zum Maschinenbau und der Liaison mit der Biologie unterscheidet. (...)

Heute investieren mehrere Hochschulen in medizintechnische Zentren, die am Erfolg der Branche partizipieren, auch die Uni Ilmenau. Ihr Institut für Biomedizinische Technik und Informatik (BMTI) profitiert von Synergien unterschiedlicher Akteure wie dem Fachgebiet Biomechatronik, der Uniklinik Göttingen oder einschlägig spezialisierten Firmen. (...)

Egal ob Biomedizintechnik oder Biomechatronik – Studienkombinationen mit Medizin, Biologie und Technik gelten heute als Schlüsselfächer mit goldener Zukunft. Schließlich besetzt die deutsche medizintechnische Industrie nicht nur weltweit den zweiten Platz hinter den USA und vor Japan. Sie ist, gemessen an Umsatz und den über 130 000 hoch qualifizierten Arbeitsplätzen, Deutschlands wichtigste Branche nach der Autoindustrie.

Ruth Kuntz-Brunner

Bildquellen – Gesamtliste

Kapitel 1

Titelbild: Ingenieur vor Weltkugel, © red 150770 – Fotolia.com, ID 57429635_XL.jpg

Abb. 1: Die Welt der Ingenieure, Word Cloud: Heiner Dintera

Abb. 2: Mikrozensus 2011; Auswertung VDI e.V./IW Köln, www.vdi.de/monitorING

Abb. 3: Studienberatung an einem DAAD-Stand, Foto: Heiner Dintera

Abb. 4: Hochschulen in Deutschland, © Deutscher Akademischer Austauschdienst

Abb. 5: TU Ilmenau, Humboldtbaum, Foto: Michael Reichel (ari)

Abb. 6: Studentinnen der TU Ilmenau, Foto: Sebastian Trepesch

Abb. 7: Fakultäten an der TU Ilmenau, Piktogramme: Torsten Weilepp

Kapitel 2

Titelbild: „Pure-mathematics-formulae-blackboard“ by Wallpaper – <http://wallpaper.com/wallpaper/formula-mathematics-255330>. Licensed under Public domain via Wikimedia Commons

Kapitel 3

Titelbild: Hongkong, Foto: Hans-Werner Hess

Abb. 1: Satz des Pythagoras, Grafik: Veronika Aumann

Abb. 2: Figuren und Körper, Grafik: Veronika Aumann

Abb. 3: Landvermesser – Ägypten 1475 v. Chr. Wikimedia Commons, Guinness, Alma E. File:Measure_and_Harvest005.jpg (zuletzt aufgerufen am 20.05.2014)

Abb. 4: Aus dem Seil mit 12 Teilstücken wird ein Dreieck aus $3 + 4 + 5$ Teilstücken, Grafik: Veronika Aumann

Abb. 5: Normalparabel

Abb. 6: An Ecken ist die Tangente an einer Kurve nicht eindeutig definiert

Abb. 7: Ein Beweis für den Satz des Pythagoras. Vgl. www.mathe-online.at, Exkurs Geometrie. Grafik: Veronika Aumann

Abb. 8: Noch ein Beweis für den Satz des Pythagoras, Grafik: Veronika Aumann.

- Abb. 9: Kastanienwald mit Farn, Foto: Maria Steinmetz
- Abb. 10: Nervenzelle, Grafik: Lars Ebbersmeyer
- Abb. 11: Blumenkohl und Röschen – ein Modell für Selbstähnlichkeit. Foto: Maria Steinmetz
- Abb. 12: Lineal, Foto: André Wunstorff
- Abb. 13: Die Küste von England, de.wikipedia.org/wiki/Datei:England_in_United_Kingdom.svg, England (zuletzt aufgerufen am 20.05.2014)
- Abb. 14: Annäherungen an die Küste von England durch Vielecke (Polygone)
- Abb. 15: Wollknäuel, Foto: Maria Steinmetz
- Abb. 16: Kastanien – ohne und mit Schale, Foto: Maria Steinmetz
- Abb. 17: Schneekristalle, Foto: Maria Steinmetz
- Abb. 18: Umriss der Koch-Schneeflocke, zusammengesetzt aus drei kongruenten Koch-Kurven
- Abb. 19: Konstruktion der Koch-Kurve

Kapitel 4

- Titelbild: Prof. Dr. Peter Scharff, Rektor der TU Ilmenau, bei der Chemie-Vorlesung, Bildnachweis: TU Ilmenau, Foto: Michael Reichel
- Abb. 1: Molekülmodell, Saccharose-Molekül - gebaut mit dem Molekülbaukasten, Foto: Bin-Im-Garten, wikimedia commons
- Abb. 2: Periodensystem der Elemente, mit freundlicher Erlaubnis von Prof. Dr. Peter Kurzweil, 2014
- Abb. 3: Werkstoffe, Word Cloud: Heiner Dintera
- Abb. 4: Der Werkstoffkreislauf, Grafik: Robert Haselbacher (nach: Weitz/Berger 2013:5, © Springer)
- Abb. 5: Glasrecycling, mit freundlicher Erlaubnis der Berliner Stadtreinigung (BSR)

Kapitel 5

Titelbild: James Webb Space Telescope's primary mirror segment, coated with gold. NASA Image of the Day (NASA engineer Ernie Wright looks on as the first six flight ready James Webb Space Telescope's primary mirror segments are prepped to begin final cryogenic testing at NASA's Marshall Space Flight Center.)
 Autor: NASA/MSFC/David Higginbotham

- Abb. 1: Moderne Verbundwerkstoffe sparen Gewicht im Flugzeugbau, © wikipedia.org
- Abb. 2: Sudkessel, Foto: Maggie Galway, © wikipedia.org
- Abb. 3: Kerbschnittgefäße der Niederrheinischen Grabhügelkultur, jüngere Bronzezeit, 1200 – 800 v. Chr., Museum Burg Linn. © Hartmann Linge, Wikimedia Commons
- Abb. 4: Rüstung aus dem 15. Jhd., ca 1495. Foto: Konrad Poler, Nuremberg, de.wikipedia.org
- Abb. 5: Konverter im Stahlwerk ArcelorMittal, Eisenhüttenstadt, Foto: Weitze/Berger 2013:32 (Bildrechte: Stahl-Zentrum, Düsseldorf)
- Abb. 6: Zündkerze, Isolator aus Porzellan, www.clker.com
- Abb. 7: Leselupe, Magnifying_glass_with_focus_on_glass.png, © Niabot, wikipedia.org
- Abb. 8: Glas – die „eingefrorene Flüssigkeit“: links die kristalline Struktur, rechts die „ungeordnete“ Glasstruktur, Weitze/Berger 2013:37 © Springer (Bildrechte acatech)
- Abb. 9: Aufbau von Kunststoffen, Weitze/Berger 2013:40 © Springer (Bildrechte acatech)
- Abb. 10: Stent, kardionet.com

Kapitel 6

Titelbild: Mathematik, Kugel, 3 D © senoldo, Fotolia.com – ID 44095459

Alle Zeichnungen von Mengendiagrammen und Mengenverknüpfungen (Teilmenge, Schnittmenge, Vereinigungsmenge, Differenzmenge) stammen von Veronika Aumann.

- Abb. 1: Normalparabel
- Abb. 2: Gerade

Kapitel 7

Titelbild: [Messen](#), © Kosta_iliev, Fotolia.com – ID 55463404

- Abb. 1: elektrische Schaltzeichen
- Abb. 2: Formelzeichen der Elektrotechnik nach dem Internationalen Einheitensystem (SI)
- Abb. 3: Digitales Messgerät, © [www.elektronik-kompendium.de](#)
- Abb. 4: Oszilloskop, © [www.elektronik-kompendium.de](#),
[upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/49/HAMEG_HM404-2.jpg](#)
- Abb. 5: Bedienelemente an einem Oszilloskop
- Abb. 6: Ultraschallprüfung, Grafik: Jörg Bühmann

Kapitel 8

Titelbild: [Geothermisches Kraftwerk in Krafla, Island](#), Foto: Ásgeir Eggertsson

- Abb. 1: Das Berliner Ampelmännchen – Zeichen an der Ampel für Fußgänger und Souvenir, Foto: Miriam Guterland
Adresse: [upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/04/Ampelmaennchen.jpg](#)
- Abb. 2: Primärenergieverbrauch in Deutschland 2011 nach Energieträgern; © Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Stand 02/2012,
[commons.wikimedia.org/wiki/File:Energiemix_Deutschland_2011.png](#) (Public domain)
- Abb. 3: Quellen der Stromerzeugung in Deutschland 2013, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Stand 05/2014; © Agentur für Erneuerbare Energien, [www.unendlich-viel-energie.de](#)
- Abb. 4: Umwandlungsmöglichkeiten von Erneuerbaren Energien, Schabbach/Wesselak 2012:68, © Springer
- Abb. 5: Stark vereinfachtes Modell einer kristallinen Solarzelle, Schabbach/Wesselak 2012:72, © Springer
- Abb. 6: Schnittdarstellung eines Solarkollektors, Schabbach/Wesselak 2012:77, © Springer
- Abb. 7: Oberflächennahe Geothermie, © Agentur für Erneuerbare Energien, [www.unendlich-viel-energie.de](#)
- Abb. 8: Petrothermale Geothermie, © Agentur für Erneuerbare Energien, [www.unendlich-viel-energie.de](#)

Kapitel 9

Titelbild: Windfarm, © Vattenfall, http://corporate.vattenfall.de/Global/Deutschland/Geschaeftsfelder/c3_horns_rev_wind_farm.jpg

Abb. 1: Windkraftanlage, Zeichnung: Arne Nordmann (norro) <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Windkraftanlage.svg>

Abb. 2: Stromnetz-Lastkurve: Verlauf des Stromverbrauchs, Grafik: Robert Haselbacher, nach: commons.wikimedia.org/wiki/File:Stromnetz_Lastkurve.png?uselang=de

Abb. 3: PSW Hohenwarte, © Vattenfall, www.vattenfall.de/de/saalekaskade/file/PSW-Hohenwartell_23227954.jpg

Abb. 4: Typen von Wasserkraftwerken

Abb. 5: Schematische Darstellung des PSW Geesthacht, mit freundlicher Erlaubnis von Vattenfall

Abb. 6: Wasser-Speicherkraftwerk, © wikimedia.org

Abb. 7: Bauarten von Wasserturbinen: Pelton, Kaplan (Schabbach/Wesselak, 2012:99), © Springer

Abb. 8: Kennlinienfeld für Wasserturbine, © Wikipedia: upload.wikimedia.org/wikipedia/de/thumb/a/a4/Kennfeld.PNG/450px-Kennfeld.png

Kapitel 10

Titelbild: BionicOpter, © Festo

Abb. 1: Vorbild Natur, commons.wikimedia.org/wiki/File:Lotus3.jpg#mediaviewer/File:Lotus3.jpg

Abb. 2: Wright Flyer. NC – Der erste Flug von Orville Wright, Foto: Kitty Hawk, © de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_der_Luftfahrt

Abb. 3: Unsere Lehrmeister im Fluge. Zeichnung von Otto Lilienthal. In: Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst, Berlin 1889 © de.wikipedia.org/wiki/Otto_Lilienthal

Abb. 4: Technische Objekte von Festo, © Festo

Abb. 5: Biomechatronic Footprint: Vom Vorbild in der Natur zur technischen Anwendung, © Festo

Zu Kapitel 11

Titelbild: [bild-2-silego_clock-generator.jpg](#), © A A Audrey A, [wikimedia.commons](#)

Abb. 1: Schnittstellen an einem Notebook, Foto: Heiner Dintera

Abb. 2: Computerarchitektur eines Von-Neumann-Rechners, © [www.elektronik-kompodium](#)

Abb. 3: Erweiterte Computerarchitektur, © [www.elektronik-kompodium](#)

Zu Kapitel 12

Titelbild: [Ingenieur/in gesucht](#), Foto: André Wunstorf

Abb. 1: Bild einer engineerING card, © VDI

Abb. 2: VDI-Comicstrip, © VDI

Abb. 3: INGo, © VDI

Abb. 4: Weltkarte, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eckert4.jpg?uselang=de>

Abb. 5: Festo weltweit, mit freundlicher Erlaubnis von Festo

Abb. 6: AquaPenguin, mit freundlicher Erlaubnis von Festo

Partnerunternehmen und Sponsoren:

Das Lehrbuch *Deutsch für Ingenieure – Ein DaF-Lehrwerk für Studierende ingenieurwissenschaftlicher Fächer* wurde mit freundlicher Unterstützung der Unternehmen **FESTO** und **SMS Meer** erstellt. Wir danken **FESTO** und **SMS Meer** für die eingebrachte Unterstützung und die gute Zusammenarbeit.

The logo for FESTO, consisting of the word "FESTO" in a bold, blue, sans-serif font.

Festo AG & Co. KG
Ruiter Straße 82
D-73734 Esslingen
Deutschland / Germany

Telefonzentrale: +49 (0)711-347-0
Internet: <http://www.festo.com>

The logo for SMS group, featuring the text "SMS" in a bold, black, sans-serif font, followed by a circular icon with a red and blue target-like design, and the word "group" in a bold, black, sans-serif font.

SMS Meer GmbH
Ohlerkirchweg 66
41069 Mönchengladbach
Deutschland / Germany

Phone: +49 2161 350-0
E-Mail: info@sms-meer.com
Internet: www.sms-meer.com