

1 Physikalische Grundlagen	6	3.6 Chemische Bindungsarten	105
1.1 Physikalische Größen, Einheiten und Genauigkeit . . 6		3.6.1 Sekundärbindungen	106
1.1.1 Das internationale Einheitensystem	6	3.6.2 Aufgaben zu chemischen Bindungen	107
1.1.2 Die Genauigkeit von physikalischen Größen	7	3.7 Aufbau und Eigenschaften von Metallen	108
1.2 Lineare gleichförmige Bewegungen	9	3.7.1 Eigenschaften von Metallen	109
1.2.1 Bewegung und Geschwindigkeit	9	3.7.2 Elementarzellen	111
1.2.2 Lineare gleichförmige Bewegung	10	3.7.3 Bestimmung der Dichte mithilfe der Elementarzelle	113
1.2.3 Aufgaben zur linearen gleichförmigen Bewegung	15	3.7.4 Das Gefüge eines Metalls	114
1.3 Kräfte und ihre Wirkungen	17	3.7.5 Aufgaben zum Aufbau von Metallen	116
1.3.1 Die Gewichtskraft	17	3.8 Kunststoffe	117
1.3.2 Aufgaben zur Gewichtskraft	19	3.8.1 Chemisches Grundwissen zu Kunststoffen	117
1.3.3 Kraft und Beschleunigung	19	3.8.2 Herstellungsverfahren von Kunststoffen	118
1.3.4 Aufgaben zu Kraft und Beschleunigung	25	3.8.3 Einteilung der Kunststoffe	121
1.4 Die Kraft – eine gerichtete Größe	27	3.8.4 Thermoplaste	121
1.4.1 Zerlegung von Kräften	28	3.8.5 Elastomere	125
1.4.2 Addition von Kräften	30	3.8.6 Duroplaste	126
1.4.3 Kraft und Gegenkraft	32	3.8.7 Aufgaben zu Kunststoffen	127
1.4.4 Aufgaben zur Ermittlung von Kräften	38	3.9 Nachhaltigkeit von Werkstoffen	127
1.5 Einfache mechanische Maschinen	41	3.10 Recycling von Werkstoffen	131
1.5.1 Mechanische Arbeit	42	3.11 Ökonomie und die Wirtschaftlichkeit von Werkstoffen	133
1.5.2 Kraftwandler schiefe Ebene	44	4 Allgemeine Energietechnik	134
1.5.3 Kraftwandler Hebel	49	4.1 Energieformen	134
1.5.4 Kraftwandler Flaschenzug	50	4.2 Energieumwandlung	136
1.5.5 Aufgaben zu mechanischen Maschinen	52	4.2.1 Energieerhaltung	136
2 Chemische Grundlagen	54	4.2.2 Energiewandlermodell	137
2.1 Grundbegriffe in der Chemie	54	4.2.3 Wirkungsgrad	138
2.1.1 Der Atombau	54	4.2.4 Energiewandlungskette	139
2.1.2 Chemische Formeln	56	4.2.5 Energieflussdiagramm	142
2.1.3 Die Reaktionsgleichung	57	4.3 Energiewandler	143
2.1.4 Die absolute Atommasse m	59	4.3.1 Kraftwerke	143
2.1.5 Die Stoffmenge n , das Mol	60	4.3.2 Antriebssysteme	147
2.1.6 Die molare Masse M	60	4.4 Physikalische Größen	151
2.2 Das Bohrsche Atommodell	62	4.4.1 Arbeit	151
2.3 Das Periodensystem der Elemente (PSE)	64	4.4.2 Energie	152
2.3.1 Ordnungskriterien der Hauptgruppenelemente	64	4.4.3 Leistung	154
2.3.2 Regelmäßigkeiten im Periodensystem	65	4.4.4 Einheiten der Energietechnik	156
2.4 Bindungsarten	68	4.4.5 Aufgaben	157
2.4.1 Atombindung	68	4.5 Energieversorgungssysteme	161
2.4.2 Elektronegativität	73	4.5.1 Arten von Energieträger	161
2.4.3 Polare Atombindung	73	4.5.2 Energieverbrauch	166
2.4.4 Ionenbindung	75	4.5.3 Energietransport	168
2.4.5 Metallbindung	79	4.5.4 Energiespeicherung	174
2.5 Chemische Reaktion	82	4.5.5 Aufgaben	179
2.5.1 Aktivierungsenergie	82	4.6 Energieeffizienz	180
2.5.2 Energieumsatz bei chemischen Reaktionen	83	4.6.1 Kraft-Wärme-Kopplung	180
2.5.3 Katalysator	86	4.6.2 Energieeffizienz von Gebäuden	182
3 Werkstoffe und Werkstoffeigenschaften	89	4.6.3 Energiesparen – Verbraucherverhalten	185
3.1 Einführung in die Werkstofftechnik	89	4.6.4 Aufgaben	186
3.2 Einteilung der Werkstoffe	90	5 Erneuerbare Energien	187
3.3 Eigenschaften von Werkstoffen	92	5.1 Fossile und atomare Energieträger	187
3.4 Härte und Härteprüfung	95	5.1.1 Wärmekraftwerke und ihr technologisches Prinzip	187
3.4.1 Härteprüfung nach Vickers	95	5.1.2 Bedeutung fossiler und atomarer Energieträger	191
3.4.2 Härteprüfung nach Brinell	96	5.1.3 Ökonomie	192
3.4.3 Härteprüfung nach Rockwell	97	5.1.4 Ökologie	192
3.4.4 Mobile Härteprüfung	98	5.1.5 Aufgaben zu Fossile und atomare Energieträger	194
3.4.5 Aufgaben zu Härteprüfverfahren	98	5.2 Anthropogener Treibhauseffekt und CO₂	195
3.5 Zugfestigkeit und Zugversuch	98	5.2.1 Treibhauseffekt und CO ₂ -Konzentration	195
3.5.1 Mechanische Spannung und Dehnung	98	5.2.2 Verursacher von CO ₂ - und Treibhausgas-Emission	198
3.5.2 Beanspruchungsarten	99	5.2.3 Aufgaben zu Anthropogener Treibhauseffekt und CO ₂	201
3.5.3 Zugversuch	100	5.3 Folgen durch den Einsatz fossiler Energieträger und die damit verbundenen Konsequenzen	202
3.5.4 Das Spannungs-Dehnungs-Diagramm	102	5.3.1 Regionale und globale Folgen von THG-Emission heute und in naher Zukunft	202
3.5.5 Aufgaben Zugversuch, Streckgrenze, Zugfestigkeit und Spannungs-Dehnungs-Diagramm	104		

5.3.2 Dekarbonisierung der Weltwirtschaft und nationale Ziele	207	7.3 Elektrischer Strom und magnetisches Feld	325
5.3.3 Aufgaben zum Unterthema „Folgen durch den Einsatz fossiler Energieträger und die damit verbundenen Konsequenzen“	209	7.3.1 Ferromagnetismus	325
5.4 Bereiche der erneuerbaren Energien	210	7.3.2 Eigenschaften der Magnete	326
5.4.1 Verfügbarkeit der EE-Quellen	210	7.3.3 Magnetische Feldlinien	327
5.4.2 Globale und nationale Entwicklung der EE	212	7.3.4 Der Elektromagnetismus	328
5.4.3 Windkraft	213	7.3.5 Stromdurchflossene Spule und Magnetfeld	329
5.4.4 Photovoltaik	217	7.3.6 Stromdurchflossene Spule im Magnetfeld	330
5.4.5 Biomasse	226	7.3.7 Das Motorenprinzip	332
5.4.6 Aufgaben zum Unterthema Erneuerbare Energien	230	7.3.8 Der Gleichstrommotor	334
5.5 Vergleich von konventionellen Energieträgern und erneuerbaren Energien	232	7.3.9 Aufgaben zu elektrischer Strom und magnetisches Feld	335
5.5.1 Gesamtwirkungsgrade und Energiebilanz	232	7.4 Magnetische Induktion	337
5.5.2 Kosten-Nutzen-Aufwand	235	7.4.1 Induktion der Bewegung (Generatorprinzip)	337
5.5.3 Okobilanz, Umweltverträglichkeit und Ökologie	238	7.4.2 Wechselstromgenerator	339
5.5.4 Graue Energie und energetische Amortisation	240	7.4.3 Das Transformatorprinzip	341
5.5.5 Zeitliche Nutzbarkeit	240	7.4.4 Aufgaben zur magnetischen Induktion	342
5.5.6 Standortwahl von Erneuerbare-Energie-Anlagen	242	8 Systeme und Prozesse	344
5.5.7 Versorgungssicherheit im Stromnetz	243	8.1 Grundlagen der Systemtheorie	344
5.5.8 Konzeptansätze	245	8.1.1 Der Systembegriff	344
5.5.9 Aufgaben	247	8.1.2 System und Prozess	348
6 Umwelttechnik	248	8.1.3 Aufgaben	350
6.1 Umweltschutz und Umwelttechnik	248	8.2 Darstellungsmethoden	352
6.1.1 Allgemeine Einführung	248	8.2.1 Kontinuierliche Prozesse	352
6.1.2 Umweltkonzepte und Umweltziele	251	8.2.2 Diskrete Prozesse	354
6.1.3 Aufgaben	253	8.3 Modellbildung mit Petri-Netzen	355
6.2 Anthropogene Schadstoffe	253	8.3.1 Die Struktur von Petri-Netzen	355
6.2.1 Die Entwicklung im 20. Jahrhundert	253	8.3.2 Dynamik der Petri-Netze – Schaltregeln	359
6.2.2 Ökosysteme Boden und Wasser	255	8.3.3 Ablaufstrukturen und spezielle Situationen	361
6.2.3 Anthropogene Boden- und Wasserschadstoffe	257	8.3.4 Beispielaufgabe mit Lösung	365
6.2.4 Anthropogene Luftschadstoffe	262	8.3.5 Mathematische Darstellung von Petri-Netzen	367
6.2.5 Lärmbelastung	268	8.4 Beispielaufgaben, Lösungen und Arbeitsaufträge	369
6.2.6 Aufgaben	272	8.4.1 Netzanalyse	369
6.3 Nachweis- und Messverfahren – Analytik	273	8.4.2 Montageroboter	370
6.3.1 Zweck der Nachweis- und Messverfahren	273	8.4.3 Verkehrsampeln	371
6.3.2 Qualitative und halbquantitative Nachweismethoden	274	8.4.4 Transportprobleme	373
6.3.3 Instrumentelle Umweltanalytik	277	8.4.5 Keksautomaten	375
6.3.4 Aufgaben	284	8.4.6 Glücksspiele	375
6.4 Maßnahmen zur Reduzierung der Umweltbelastungen	285	8.5 Aufgaben	376
6.4.1 Vermeidung von Umweltbelastungen	285	9 Komplexe technische Systeme	378
6.4.2 Abfallvermeidung durch geschlossene Produktkreisläufe	288	9.1 Beispiel 1: E-Bike oder Pedelec	378
6.4.3 Abfalltrennung und Wiederverwertung	291	9.2 Beispiel 2: Kraftfahrzeug mit Verbrennungsmotor	381
6.4.4 Maßnahmen zur Luftreinhaltung	294	9.3 Beispiel 3: Windenergieanlagen (WEA)	383
6.4.5 Maßnahmen zur Gewässerreinhaltung	299	9.4 Beispiel 4: Heizkraftwerk	385
6.4.6 Aufgaben	305	9.5 Beispiel 5: Blockheizkraftwerk (BHKW)	388
7 Elektrotechnik-Anwendung	306	9.6 Beispiel 6: Mobile Krane	389
7.1 Gleichstromtechnik	306	TM Technische Mechanik	391
7.1.1 Der einfache Stromkreis	306	TM 1 Einführung in die Technische Mechanik	391
7.1.2 Die elektrische Spannung U	308	TM 2 Kräfte in der Statik	392
7.1.3 Der elektrische Strom I	309	TM 3 Drehmomente in der Statik	404
7.1.4 Das Ohm'sche Gesetz	310	TM 4 Freiheitsgrade eines Körpers	407
7.1.5 Der elektrische Widerstand R	312	TM 5 Zentrale Kräftesysteme	408
7.1.6 Schutzmaßnahmen im Umgang mit elektrischem Strom	314	TM 6 Allgemeine Kräftesysteme	414
7.1.7 Aufgaben zu Gleichstromtechnik und Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Strom	316	TM 7 Freimachen von Bauteilen	423
7.2 Schaltung von Widerständen	318	TM 8 Musterbeispiele für die Berechnung von äußeren Kräften	432
7.2.1 Reihenschaltung	318	TM 9 Statische Bestimmtheit	439
7.2.2 Parallelschaltung	320	TM 10 Schnittgrößen	440
7.2.3 Gemischte Schaltungen	322	TM 11 Bauteile mit Streckenlasten	448
7.2.4 Aufgaben zu Schaltung von Widerständen	324	Bildquellenverzeichnis	454
		Sachwortverzeichnis	456