

LEHRBUCH



Peter Schampera

Industriemeister

- Grundlegende Qualifikation -
Band 5

Berücksichtigung naturwissenschaftlicher
und technischer Gesetzmäßigkeiten

2. Auflage 2018

V | H | Z

Verlagshaus Zitzmann

Ebookedition

Industriemeister
– Grundlegende Qualifikation –

Band 5
Berücksichtigung
naturwissenschaftlicher und technischer
Gesetzmäßigkeiten
– Lehrbuch –

von

Peter Schampera
Maschinenbautechniker und Sachverständiger

2. Auflage 2018

Verlagshaus Zitzmann, Nürnberg

Im Verlagshaus Zitzmann sind erschienen / werden erscheinen:
(Stand 03/2018)

Ausbildereignungsprüfung gem. AEVO:
Gesetzessammlung Ausbildungereignungsprüfung gem. AEVO

Industriemeister/Meister für Schutz und Sicherheit:
Gesetzessammlung Industriemeister GQ
Industriemeister Band 1 Rechtsbewusstes Handeln
Industriemeister Band 2 Betriebswirtschaftliches Handeln
Industriemeister Band 3 Zusammenarbeit im Betrieb
Industriemeister Band 4 Methoden der Planung (Frühjahr 2018)
Industriemeister Band 5 Naturwissenschaftliche und technische Gesetzmäßigkeiten
Industriemeister Rechtsbewusstes Handeln - Prüfungsvorbereitung
Industriemeister Betriebswirtschaftliches Handeln - Prüfungsvorbereitung

Meister für Schutz und Sicherheit:
Gesetzessammlung Meister für Schutz und Sicherheit HQ
Handlungsspezifische Qualifikationen Band 1 Schutz- und Sicherheitstechnik
Handlungsspezifische Qualifikationen Band 2 Organisation
Handlungsspezifische Qualifikationen Band 3 Führung und Personal
Sonderband: Sicherheitskonzepte

Fachkraft / Servicekraft für Schutz und Sicherheit:
Gesetzessammlung Fachkraft für Schutz und Sicherheit
Band 1 Lehrbuch Rechtsgrundlagen
Band 2 Lehrbuch Umgang mit Menschen
Band 3 Lehrbuch Dienstkunde/Sicherheitstechnik
Band 4 Lehrbuch Wirtschafts- und Sozialkunde

Geprüfte Schutz und Sicherheitskraft:
Lehrbuch Geprüfte Schutz- und Sicherheitskraft
Prüfungsvorbereitung Geprüfte Schutz- und Sicherheitskraft

Lexika für Sicherheitsmitarbeiter:
Lexikon Deutsch - Russisch
Lexikon Deutsch - Rumänisch
Lexikon Deutsch - Türkisch
Lexikon Deutsch - Englisch
Lexikon Deutsch - Sachkunde

Waffensachkundeprüfung:
Lehrbuch Waffensachkundeprüfung

Sonstiges:
Arbeitsrecht für Sicherheitsunternehmen (Frühjahr 2018)
Detektiv im Einzelhandel

Weitere Bücher zum Thema Sicherheit sind in Vorbereitung.

Aktuelle Informationen erhalten Sie unter:
Internet: www.verlagshaus-zitzmann.de
Facebook: www.facebook.com/verlagshauszitzmann
Twitter: twitter.com/vh_zitzmann

Peter Schampera, geb. 1985, staatlich geprüfter Maschinenbautechniker und Sachverständiger für Anlagen und Maschinen (zertifiziert durch die DESAG sowie durch den Berufsfachverband für das Sachverständigen- u. Gutachterwesen e. V.)

Neben seiner selbstständigen Tätigkeit als Unternehmer in den Bereichen Sondermaschinen- und Prototypenbau, arbeitet er seit vielen Jahren in der Erwachsenenbildung und engagiert sich ehrenamtlich im Prüfungswesen der IHK-Akademie Mittelfranken.

Bibliographische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie. Detaillierte bibliographische Daten sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-96155-069-2

Haftungsausschluss:

Die Auswahl der Inhalte erfolgte mit großer Sorgfalt. Trotzdem kann nicht ausgeschlossen werden, dass in Prüfungen Inhalte Thema sein können, die nicht in diesem Buch aufgeführt sind.

Der Verlag schließt für etwaige daraus resultierende Schäden (Nichtbestehen einer Prüfung o. ä.) hiermit ausdrücklich jede Haftung aus, es sei denn, dass der Schaden aufgrund von Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit eingetreten ist.

Sollten Sie Punkte vermissen oder sonstige Anregungen an uns haben, würden wir uns freuen, wenn Sie uns dies mitteilen.

Der leichten Lesbarkeit wegen verwenden wir häufig die männliche Form. Mit diesem einfacheren sprachlichen Ausdruck sind selbstverständlich immer Frauen und Männer gemeint.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassene Verwertung bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlages. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Mikroverfilmungen, Übersetzungen und Digitalisierungen zum Einspeichern und Verarbeiten in elektronischen Systemen.

© 2018 Verlagshaus Zitzmann

Jörg Zitzmann, Äußere Sulzbacher Str. 37, 90491 Nürnberg

www.verlagshaus-zitzmann.de

info@verlagshaus-zitzmann.de

Tel: 0911/20555944

Layout: Ingrid Lehmann

Grafiken u. Lektorat: Elzbieta Schampera

Umschlagmotiv: © vege – Fotolia.com

Druck und Bindung: D.O.S. Document Office Solutions GmbH, Tutzing

Gedruckt in Deutschland

Inhaltsverzeichnis

Seite

Vorwort	7
1. Naturwissenschaftliche und technische Gesetzmäßigkeiten in Bezug auf Materialien, Maschinen und Prozesse sowie auf Mensch und Umwelt	9
1.1 Chemische Reaktionen in Arbeitsprozessen und deren Auswirkungen	9
1.1.1 Stoffe und deren Aufteilung	9
1.1.2 Atomaufbau	10
1.1.3 Periodensystem	16
1.1.4 Chemische Bindungen	17
1.1.5 Chemische Reaktion	19
1.1.6 Verbrennung und Korrosion	21
1.2 Wasser, Säuren, Lungen (Basen) – Auswirkungen auf Mensch und Umwelt	22
1.2.1 Wasser	22
1.2.2 Wasserhärte	22
1.2.3 Säuren und Basen (Laugen)	23
1.3 Temperatureinfluss auf Materialien und Produktionsprozesse	26
1.3.1 Physikalische Größen und Einheiten	26
1.3.2 Temperatur und Temperaturmessung	28
1.3.3 Wärmemenge und spezifische Wärmekapazität	29
1.3.4 Schmelz- und Verdampfungswärme	31
1.3.5 Verbrennungswärme	36
1.3.6 Wärmetransport	38
1.3.7 Wärmemischung	40
1.3.8 Längen- und Volumenänderung von Körpern bei Temperaturänderung	42
1.3.9 Gasgesetze	44
1.4 Bewegungsvorgänge von Körpern	48
1.4.1 Formen der Bewegung	48
1.4.2 Gleichförmig geradlinige Bewegung	48
1.4.3 Gleichförmig beschleunigte, geradlinige Bewegung	50
1.4.4 Gleichförmige Kreisbewegung	55
1.4.5 Kräfte	57
1.4.6 Schiefe / geneigte Ebene	63
1.4.7 Hebelgesetze der Mechanik	65
1.4.8 Arbeit und Energie	67
1.4.9 Leistung	69
1.4.10 Wirkungsgrad	71
1.5 Elektrotechnische Steuerungen in Produktionsprozessen	72
1.5.1 Optimierung der Produktionsprozesse durch Antriebs- und Steuerungstechnik	72
1.5.2 Grundlagen der Steuerungstechnik	72
1.5.3 Grundgesetze der Hydraulik und Pneumatik	75
1.5.4 Grundlagen der Elektrotechnik	77
1.5.5 Elektrischer Stromkreis	80
1.5.6 Messung elektrischer Größen	85
1.5.7 Elektrische Leistung und Arbeit	85
1.5.8 Schutzmaßnahmen	86

2.	Energieformen im Betrieb	89
2.1	Energieumwandlungen in Kraftmaschinen	89
2.1.1	Energieträger und Energieumwandlungsprozesse	89
2.1.2	Kraft- und Arbeitsmaschinen	90
2.2	Dampferzeugungsanlagen	91
2.2.1	Dampfkraftprozess	91
2.2.2	Wärmeenergie aus Kernspaltung	92
2.2.3	Verbrennungskraftmaschinen	93
2.3	Energieerzeugungsalternativen	96
2.3.1	Wasserkraftwerke, Solar- und Windenergie	96
3.	Beanspruchungsarten und Festigkeitsberechnung	97
3.1	Mechanische Beanspruchungen	97
3.1.1	Spannungsarten	99
3.1.2	Werkstoffkennwerte	101
3.1.3	Festigkeitsberechnung	103
4.	Statistische Verfahren und Berechnungen sowie ihre graphische Darstellung	106
4.1	Methoden zur Steuerung, Sicherung und Überwachung von Prozessen	106
4.1.1	Voraussetzungen für die Durchführung von statistischen Methoden	106
4.1.2	Merkmalswerte und Fehlerarten	106
4.1.3	Erhebung statistischen Materials	107
4.2	Darstellung der Messwerte	108
4.2.1	Auswertung des statistischen Materials und Berechnung von Kenngrößen	108
4.2.2	Normalverteilung/Gauß-Verteilung	111
4.3	Fähigkeitskennwerte (Prozess, Messgerät und Maschine)	113
4.3.1	Fähigkeitsuntersuchung	113
4.3.2	Qualitätsregelkarten	116
5.	Anhang	118
	Periodensystem der Elemente	118
	Griechisches Alphabet	120
	Zehnerpotenzen	121
6.	Quellenverzeichnis	122
7.	Stichwortverzeichnis	126

Vorwort zur 2. Auflage

Im Verlauf der Jahre habe ich als Dozent im naturwissenschaftlichen Bereich viele Teilnehmer kennengelernt.

Durch die Offenheit der Teilnehmer ist es mir möglich, Stärken und Schwächen zu erkennen und dadurch zielorientiert zu unterrichten.

Die Prüfung im Bereich „Berücksichtigung naturwissenschaftlicher und technischer Gesetzmäßigkeiten“ besteht in der Regel aus sieben Aufgaben. Die Fragen bauen oft auf dem DIHK-Rahmenlehrplan auf.

Die Prüfungen der letzten 15 Jahre habe ich analysiert und die am häufigsten vorkommenden Themen in diesem Buch praxisorientiert festgehalten.

Roth, März 2018

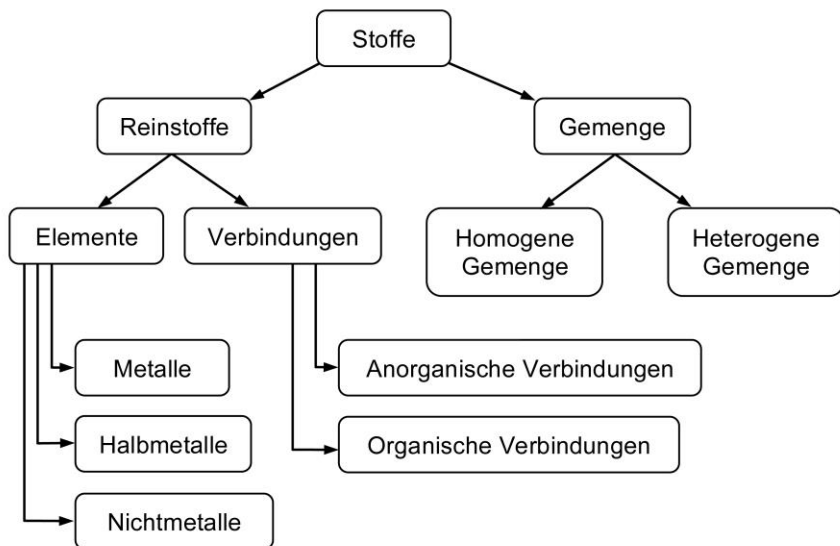
Peter Schampera

1. Naturwissenschaftliche und technische Gesetzmäßigkeiten in Bezug auf Materialien, Maschinen und Prozesse sowie auf Mensch und Umwelt

1.1 Chemische Reaktionen in Arbeitsprozessen und deren Auswirkungen

1.1.1. Stoffe und deren Aufteilung

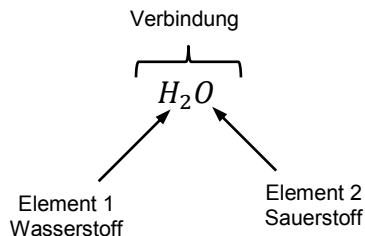
Abb. 1: Einteilung der Stoffe



Ein Element ist ein Reinstoff, der chemisch nicht weiter in andere Stoffe zerlegt werden kann. Im Periodensystem der Elemente (kurz PSE) werden alle chemischen Elemente in tabellarischer Form aufgelistet. Dabei besitzt jedes einzelne Element ein eigenes Symbol, z. B. *O* für Sauerstoff oder *H* für Wasserstoff.

1.1 chemische Reaktionen

Eine chemische Verbindung besteht aus mehreren Elementen. So ist das Wasser H_2O eine Verbindung und besteht aus den Elementen Wasserstoff H und Sauerstoff O .



Merke:

Chemische Verbindungen entstehen durch chemische Reaktionen.

1.1.2. Atomaufbau

Atombausteine				
Teilchen	Symbol	Elementarladung	Masse [g]	Masse [u]
Proton	p^+	+1	$1,672649 \cdot 10^{-24}$	≈ 1
Neutron	n	0	$1,674954 \cdot 10^{-24}$	≈ 1
Elektron	e^-	-1	$9,109535 \cdot 10^{-28}$	≈ 0

1 u (unified atomic mass unit) entspricht $1,660565 \cdot 10^{-24}$ g (Gramm)

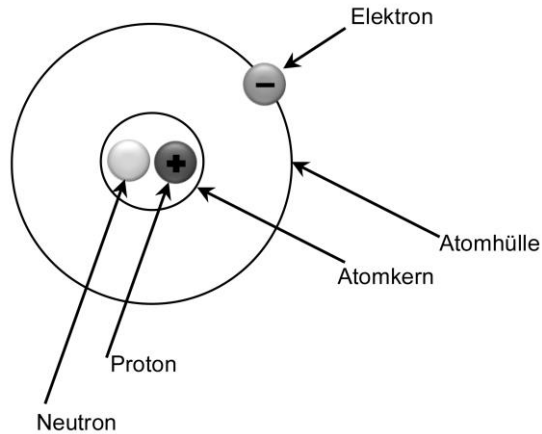
Das Atom besteht aus einem Atomkern und einer Atomhülle. Der Durchmesser eines Atoms beträgt ungefähr 10^{-10} m bzw. 10^{-7} mm bzw. $\frac{1}{10.000.000}$ mm.

Dabei ist der Atomkern sehr klein und die Atomhülle vergleichsweise gigantisch groß.

Im Atomkern befinden sich die positiv geladenen **Protonen** und die neutral geladenen **Neutronen**. Die **Elektronen**, also die negativ geladenen Teilchen, befinden sich in der Atomhülle. Mehr als 99,9 % der Masse befindet sich im Atomkern.

Das Rutherford'sche Atommodell:

Abb. 2: Atommodell nach Rutherford



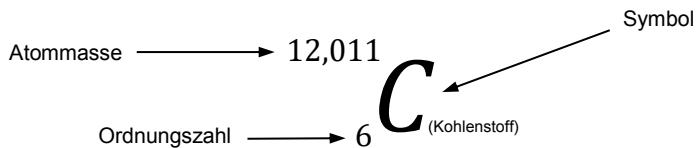
Da Atome **elektrisch neutral** sind, gibt es genauso viele positiv wie negativ geladene Teilchen.

Es gilt:

$$\text{Protonenzahl} = \text{Elektronenzahl} = \text{Kernladungszahl} \\ \text{oder Ordnungszahl}$$

Für die Atommasse gilt:

$$\text{Protonenzahl} + \text{Neutronenzahl} \approx \text{Atommasse}$$

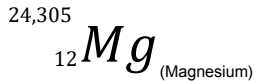


1.1 chemische Reaktionen

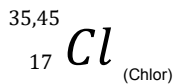
Beispiel:

Berechnen Sie die Anzahl der Protonen, Elektronen und Neutronen bei den Elementen: Mg und Cl.

Lösung:



→ 12 Protonen, 12 Elektronen, 12 Neutronen



→ 17 Protonen, 17 Elektronen, 18 Neutronen

Das **Aluminiumatom** sowie 21 andere Reinelemente (**Beryllium, Fluor, Natrium, Phosphor, Scandium, Mangan, Cobalt, Arsen, Yttrium, Niob, Rhodium, Iod, Caesium, Praseodym, Terbium, Holmium, Thulium, Gold, Bismut, Thorium** und **Plutonium**) besitzen die gleiche Anzahl an Protonen und Neutronen im Atomkern.

Isotope

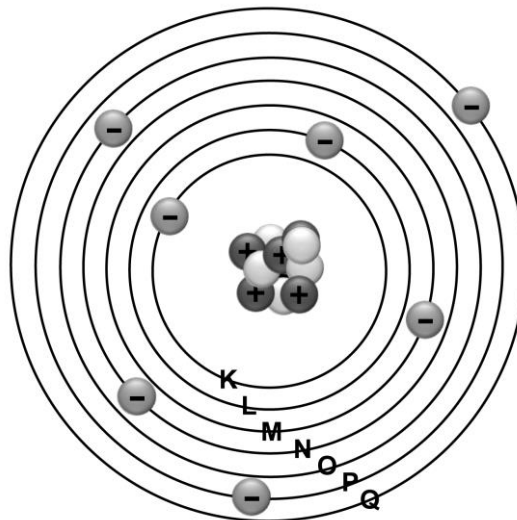
Die meisten Elemente besitzen jedoch bei gleicher Kernladungszahl eine unterschiedliche Anzahl an Neutronen. Diese Varianten von Elementen nennt man **Isotope**.

Das Bohrsche Atommodell (Kern-Schalen-Modell)
nach Niels Henrik David Bohr



Bild 1: Niels Bohr (1885 – 1962)

Abb. 3: Atommodell nach Bohr



1.1 chemische Reaktionen

Dieses Atommodell ist eine Weiterentwicklung des Rutherford'schen Atommodells. Der Atomkern befindet sich dabei im Zentrum und die Elektronen kreisen auf festen Bahnen, den so genannten Schalen um den Kern herum.

Die Elektronen bilden die Atomhülle – genauer Elektronenhülle des Atoms – und verteilen sich auf insgesamt **sieben Schalen**, die vom Kern aus gezählt mit Schalennummern (**1 – 7**) oder mit Buchstaben (**K – Q**) bezeichnet werden.

Die maximale Anzahl von Elektronen auf einer Schale lässt sich nach folgender Formel ermitteln:

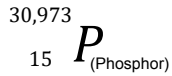
$$2n^2 \quad \text{mit:} \quad n - \text{Nummer der Schale bzw. des Energieniveaus}$$

Maximale Anzahl der Elektronen auf einer Schale		
Nr. der Schale (Energieniveau)	Alternative Bezeichnung	Maximale Schalenbesetzung
1	<i>K</i>	$2 * 1^2 = 2 \text{ Elektronen}$
2	<i>L</i>	$2 * 2^2 = 8 \text{ Elektronen}$
3	<i>M</i>	$2 * 3^2 = 18 \text{ Elektronen}$
4	<i>N</i>	$2 * 4^2 = 32 \text{ Elektronen}$
5	<i>O</i>	$2 * 5^2 = 50 \text{ Elektronen}$
6	<i>P</i>	$2 * 6^2 = 72 \text{ Elektronen}$
7	<i>Q</i>	$2 * 7^2 = 98 \text{ Elektronen}$

Die maximale Schalenbesetzung kann mit der Formel $2n^2$ berechnet werden (siehe Beispiel Phosphor).

Beachten Sie bitte, dass die jeweilige äußere Schale – auch Valenzschale genannt – höchstens nur **acht Elektronen** aufnehmen kann. Die Elektronen auf der Valenzschale werden als Valenzelektronen bezeichnet.

Beispiel Phosphor – Schalenbesetzung mit Elektronen:



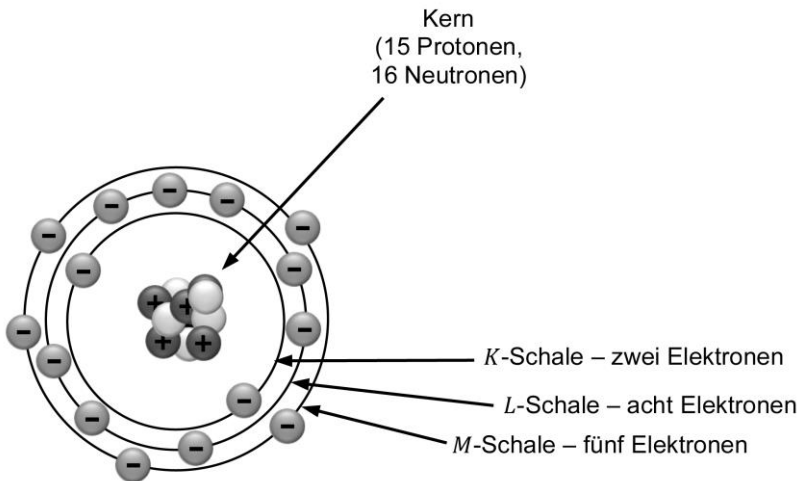
Aus dem Periodensystem der Elemente:

- 3 Schalen
- 15 Elektronen

Maximale Anzahl der Elektronen auf einer Schale: $2n^2$

$2 * 1^2 = 2$	→ 1. Schale (<i>K</i>) zwei Elektronen	} 15 Elektronen
$2 * 2^2 = 8$	→ 2. Schale (<i>L</i>) acht Elektronen	
$2 * 3^2 = 18$	→ 3. Schale (<i>M</i>) fünf Elektronen	

Abb. 4: Phosphor – Atommodell



1.1.3. Periodensystem

Das Periodensystem der Elemente (siehe Anhang) besitzt eine tabellarische Form und stellt alle 118 chemischen Elemente nach steigender Protonenzahl in Zeilen (Periodennummer = Anzahl der Schalen) dar. Die Haupt- und Neben-gruppen werden in den Spalten aufgelistet und wie folgt benannt.

Gruppe 1	– Hauptgruppe I	– Alkalimetalle (außer Wasserstoff)
Gruppe 2	– Hauptgruppe II	– Erdalkalimetalle
Gruppe 3	– Nebengruppe	– Scandiumgruppe
Gruppe 4	– Nebengruppe	– Titangruppe
Gruppe 5	– Nebengruppe	– Vanadiumgruppe
Gruppe 6	– Nebengruppe	– Chromgruppe
Gruppe 7	– Nebengruppe	– Mangangruppe
Gruppe 8	– Nebengruppe	– Eisengruppe
Gruppe 9	– Nebengruppe	– Kobaltgruppe
Gruppe 10	– Nebengruppe	– Nickelgruppe
Gruppe 11	– Nebengruppe	– Kupfergruppe
Gruppe 12	– Nebengruppe	– Zinkgruppe
Gruppe 13	– Hauptgruppe III	– Borgruppe
Gruppe 14	– Hauptgruppe IV	– Kohlenstoffgruppe
Gruppe 15	– Hauptgruppe V	– Stickstoffgruppe
Gruppe 16	– Hauptgruppe VI	– Chalkogene
Gruppe 17	– Hauptgruppe VII	– Halogene
Gruppe 18	– Hauptgruppe VIII	– Edelgase

Die Zahl der Hauptgruppe ist gleich der Zahl der Valenzelektronen eines Elements.

(Im vorigen Beispiel Phosphor mit **fünf** Elektronen auf der Außenschale [Valenzschale] = 5. Hauptgruppe).

Merke:

Gruppe 18 – Edelgase besitzen immer acht Valenzelektronen (außer Helium – besitzt nur zwei Valenzelektronen).

Nebengruppen-Elemente (Metalle) haben in der Regel zwei Elektronen auf der Außenschale.

1.1.4. Chemische Bindungen

Acht Valenzelektronen = hohe Stabilität = Edelgaskonfiguration

Um diesen energetisch optimalen Zustand zu erreichen, gehen Atome chemische Bindungen ein.

Atombindung (Elektronenpaarbindung)

Werden zwei oder mehr Atome miteinander verbunden (Nichtmetallatom + Nichtmetallatom), so entsteht ein Molekül.

Das Molekül ist das kleinste Teilchen einer chemischen Verbindung.

Metallbindung

Wie bereits beschrieben besitzen Metalle nur wenige Elektronen auf der äußeren Schale. Diese Valenzelektronen sind relativ schwach gebunden und können leicht abgetrennt werden.

Bei diesem Trennvorgang entstehen positiv geladene Ionen, in diesem Fall auch **Atomrümpfe** genannt.

Viele der kugelförmigen Atomrümpfe ordnen sich zu einem Metallgitter zusammen.

Ionenbindung

Metallatome geben Valenzelektronen ab und Nichtmetallatome nehmen welche auf. Durch die Abgabe der Valenzelektronen entstehen positiv geladene **Ionen** (elektrisch geladene Teilchen), genauer **Kationen**. Das Nichtmetallatom wird dabei negativ geladen und wird als **Anion** bezeichnet.

Aus der Anordnung im Periodensystem der Elemente (PSE) kann bestimmt werden, ob ein Element Elektronen auf- oder abgeben muss, um einen optimalen Zustand zu erreichen.

1.1 chemische Reaktionen

Beispiel – Chemische Bindungen:

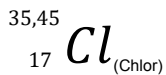
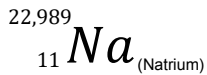
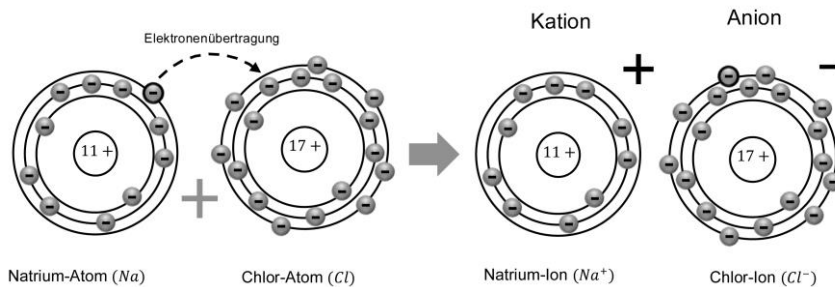
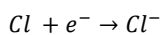


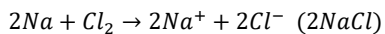
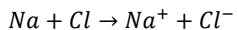
Abb. 5: Chemische Bindung Na und Cl



Teilreaktionen:



Gesamtreaktion:



Beispiel – Calcium zu Calcium-Ion:

