

10. Geschichte der Chemie für Lehramtsstudierende

Die Geschichte der Chemie ist für Dozenten und Insider des Fachs Chemie so interessant und spannend, dass es sinnvoll erscheint, auch Studierenden des Chemielehramts einen ersten Überblick über wichtige historische Stationen der Erkenntnisse in der Chemie zu vermitteln. Bei den besonderen Schwierigkeiten im erfolgreichen Lehren und Lernen des Fachs Chemie dürfte es außerdem lehrreich sein, Erkenntnisprozesse in der Geschichte der Chemie zu verstehen, um sie gegebenenfalls in aktueller Lehre und Unterricht zu berücksichtigen. Studiert man beispielsweise, wie sich das Verständnis der Säuren, Basen und Salze nach 1887 mit den Erkenntnissen von ARRHENIUS zum Ionenbegriff sprunghaft steigerte, so ahnt man, dass auch der Ionenbegriff in unserem Chemieunterricht zentrale Bedeutung hat und die Ionen frühzeitig einzuführen sind – und nicht mit „Formeleinheiten“ oder „Baugruppen“ umschrieben werden sollten.

Auf den folgenden Seiten wird ein erster Überblick anhand eines Strahls von Geschichtszahlen angeboten, der historische Persönlichkeiten abbildet und deren Erkenntnisse mit einigen Stichworten beschreibt. Es werden auch politische Ereignisse genannt, um Zusammenhänge zur Weltgeschichte zu skizzieren. Die eigentliche Absicht ist es allerdings, die Leser zu motivieren, die ausformulierten Kapitel zu studieren, die sich im elektronischen Anhang des Buchs befinden:

Kap. 11: H.-D. Barke: Robert Boyle – Vater der experimentellen Chemie

Kap. 12: H.-D. Barke, J.-B. Haas: Cavendish, Scheele, Priestley und Lavoisier – die Entdeckung wichtiger Gase

Kap. 13: G. Harsch, Ch. Bünte: Lavoisier – Oxidationstheorie und Erhaltung der Masse

Kap. 14: G. Harsch, J. Jönssen: Richter und Dalton – Elemente, Atome und Atommassen

Kap. 15: H.-D. Barke: Gay-Lussac und Avogadro – Gase, deren Moleküle und die Volumengesetze

Kap. 16: H.-D. Barke: Galvani, Volta, Davy und Faraday – der Einstieg in die Elektrochemie

Kap. 17: E. Daoutsali, M. Setter: Berzelius – die chemische Symbolsprache

Kap. 18: G. Harsch, N. Harsch: Liebig – Elementaranalyse, Formelsprache, Agrikulturchemie

Kap. 19: G. Harsch, N. Harsch: Wöhler – Aluminium, Harnstoff und mehr

Kap. 20: H.-D. Barke: Kekulé und van't Hoff – Struktur der Moleküle

Kap. 21: E. Daoutsali, H. Schliephake: Meyer und Mendelejew – das Periodensystem der Elemente

Kap. 22: H.-D. Barke, Ch. Pieper: Arrhenius und Brönsted – Ionenbegriff und neue Säure-Base-Vorstellungen

Kap. 23: H.-D. Barke, F. Bäuerle, M. Krasenbrink: Werner – Schöpfer der Komplexchemie

Kap. 24: H.-D. Barke, R. Rölleke: Röntgen, Laue und Bragg – die Struktur von Kristallen

Kap. 25: H.-D. Barke: Watson, Crick und die DNA-Doppelhelix – Nobelpreisträger spielen mit Modellen

Die einzelnen Kapitel enthalten nur solche Informationen über die Wissenschaftler, die für die Vermittlung der Chemie in Lehre und Unterricht zentrale Bedeutung haben – alle weiteren Details über das Leben der Forscher und über viele zusätzliche Erkenntnisse können etwa im „Buch der Großen Chemiker“ von G. BUGGE nachgelesen werden.

Aus diesem Grund sind auch nur die zentralen Experimente oder Strukturmodelle der Wissenschaftler in jeweils dem Unterkapitel „Chemiedidaktische Relevanz“ didaktisch erläutert und so reduziert worden, dass sie mit der einfachen Ausstattung einer Schule demonstriert werden können. Dabei sind die Arbeitsanleitungen für die Experimente nur für ausgebildete Studierende oder aktive Chemielehrer und Lehrerinnen verfasst worden – es sind keine detaillierten Hinweise für Anfänger!

Den Kapiteln 11 – 25 liegen im Wesentlichen Hinweise aus folgender Literatur zugrunde:

Strube, W.: Der historische Weg der Chemie. Bände I und II. Leipzig 1976 (VEB Deutscher Verlag)

Bugge, G.: Das Buch der Großen Chemiker. Weinheim 1954 (Verlag Chemie)

Hoffmann, D., u.a.: Lexikon der bedeutenden Naturwissenschaftler. München 2003 (Elsevier)

Brock, W. H.: Viewegs Geschichte der Chemie. Braunschweig 1997 (Vieweg)

Ostwald, W.: Klassiker der exakten Naturwissenschaften. Frankfurt 1996 (Deutsch)

Internet: Wikipedia, Informationen und Bilder zu den zitierten Naturwissenschaftlern

Barke, H.-D., Harsch, G.: Chemiedidaktik Kompakt. Berlin, Heidelberg 2012 (Springer)

Barke, H.-D.: Chemiedidaktik – Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen. Heidelberg 2006

Asselborn, W., u.a.: Chemie heute. Braunschweig 2013 (Schroedel)

Eisner, W., u.a.: elemente chemie. Stuttgart 2009 (Klett)

Tausch, M., von Wachtendonk, M.: Chemie 2000+. Bamberg 2004 (Buchner)

Die letzten fünf Titel beziehen sich jeweils auf Ausführungen zur „Chemiedidaktischen Relevanz“: Beispiele aus der Schulbuchliteratur, die sich als positiv in der Vermittlung der Chemie erwiesen haben, werden zu den Experimenten und Modellen der Wissenschaftler aus der Geschichte hinzugenommen. Das Kapitel 10 weist im vorliegenden Buch auf die Kapitel 11 – 25 des elektronischen Anhangs hin – dort ist der ausführliche Text zu finden, dort werden die in diesem Kapitel 10 verwendeten Bilder und Fotos präzise zitiert.

Zum Unterricht der Kapitel des elektronischen Anhangs kann grundsätzlich das historisch-problemorientierte Unterrichtsverfahren nach Jansen [1] zugrunde gelegt werden. Es besteht nicht der Anspruch, Wissenschaftsgeschichte im Chemieunterricht darzustellen, es soll vielmehr der typische Erkenntnisweg der Chemie an wichtigen Beispielen im Vordergrund stehen.

[1] Jansen, W.: Das historisch-problemorientierte Unterrichtsverfahren – Geschichte im Chemieunterricht. In: Pfeifer, P., u.a.: Konkrete Fachdidaktik Chemie. München 2002 (Oldenbourg)

Kap. 11: ROBERT BOYLE –

Vater der experimentellen Chemie

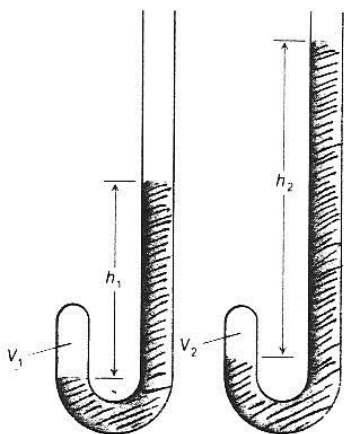


BOYLE
(1627-1691)

1654 1661

I I

Theoriegeleitetes Experimentieren
Druck-Volumen-Gesetz
Luft und Verbrennung
Elementbegriff, Korpuskulartheorie

**Kap. 12: CAVENDISH, SCHEELE, PRIESTLEY und LAVOISIER –**

die Entdeckung wichtiger Gase



CAVENDISH SCHEELE PRIESTLEY
(1731-1810) (1742-1786) (1733-1804)

1766

I

1772

I

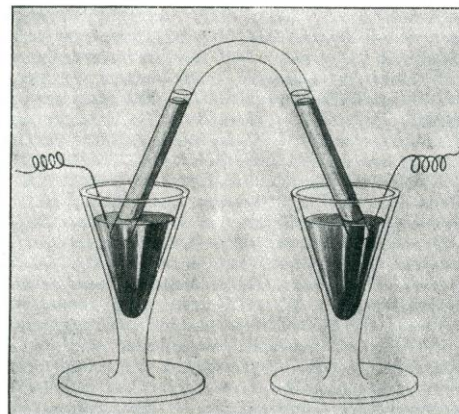
1774

I

Entdeckung
des Wasserstoffs,
Wassersynthese
aus den Elementen

Entdeckung
des Sauerstoffs
durch Nitrat-
Säure-Reaktionen

Entdeckung
des Sauerstoffs
durch Zersetzung
Quecksilberoxid



England wurde durch Cromwell zur Republik (1648)

Westfälischer Friede beendet 30-jähr. Krieg (1648)

In Frankreich herrscht Ludwig der XIV. (1661-1715)

Beginn der industriellen Revolution in England

Friedrich der Große führt 7-jähr. Krieg (1756-63)

In Russland herrscht Katharina die Große (1762-96)

**Kap. 13: LAVOISIER – Oxidations-
theorie und Erhaltung der Masse**

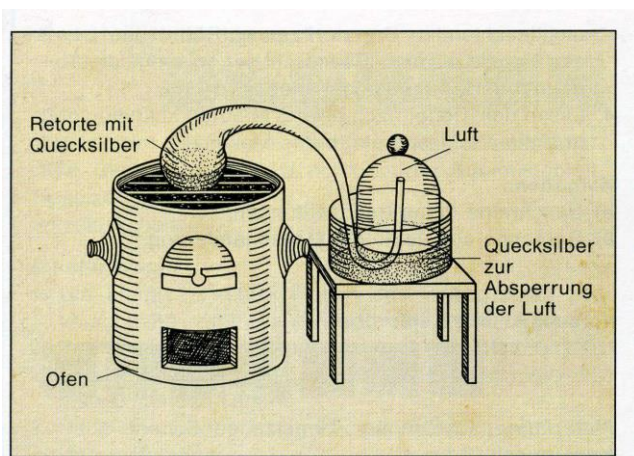


LAVOISIER
(1743-1793)

1774 1789

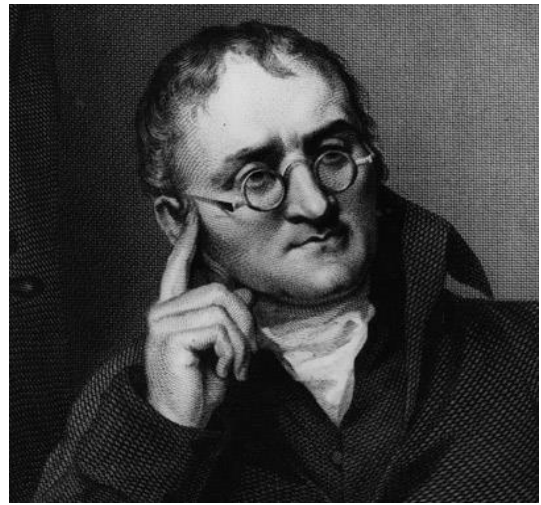
I I

Nachweis des Sauerstoffs
Oxidationstheorie
Massenerhaltung bei Reaktionen



Unabhängigkeitserklärung der Vereinigten Staaten (1776)
Französische Revolution (1789), Napoleons Aufstieg

**Kap. 14: RICHTER und DALTON –
Atome und Atommassen**



RICHTER
(1762-1807)

DALTON
(1766-1844)

1792

1808

I I

Gesetz der
konstanten
Massenverhältnisse

Element- und Atombegriff
kreisförmige Elementsymbole
erste Atommassentabelle

ELEMENTS			
Hydrogen	1	Strontian	86
Azote	5	Barytes	68
Carbon	5	Iron	50
Oxygen	7	Zinc	56
Phosphorus	9	Copper	56
Sulphur	13	Lead	90
Magnesia	20	Silver	180
Lime	24	Gold	190
Soda	28	Platina	190
Potash	42	Mercury	167

Kontinental Sperre gegen England (1806)
Napoleonische Kriege in Europa (bis 1815)

Kap. 15: GAY-LUSSAC und AVOGADRO –

Gase, deren Moleküle und die Volumengesetze



GAY-LUSSAC
(1778-1850)



AVOGADRO
(1776-1856)



GALVANI
(1737-1798)



Zusammensetzung der Luft,

Temperatur-

Volumen-

Gesetz

Volumengesetz

einfacher

Zahlen

Gleichgroße Volumina

beliebiger Gase enthalten

bei Normbedingungen

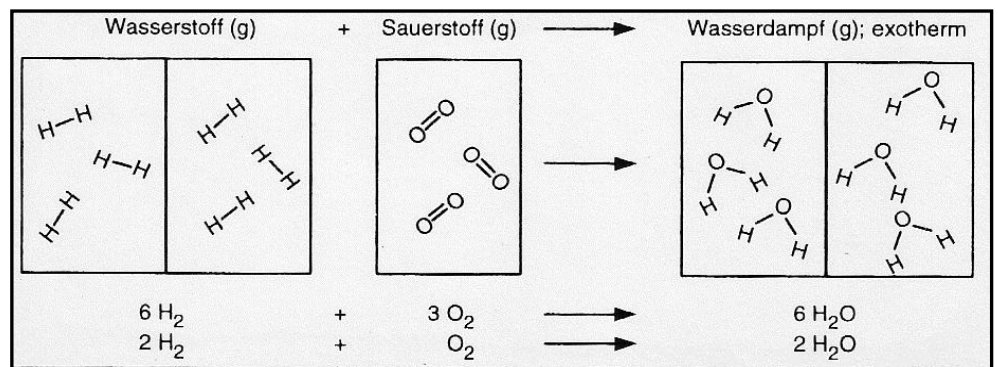
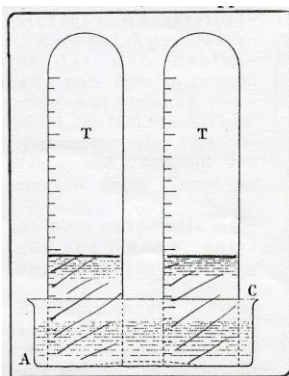
gleiche Teilchenzahlen

Froschschenkel zucken bei

Berührung mit verschiedenen

Metallen zusammen,

Untersuchung von Gewitterblitzen



Napoleon herrscht in Europa, Schlachten von Austerlitz (1805), von Jena und Auerstedt (1806),

Ende des Heiligen Römischen Reiches Deutscher Nation, letzter Römisch-Deutscher Kaiser (1806)

Kap. 16: GALVANI, VOLTA, DAVY und FARADAY – der Einstieg in die Elektrochemie



VOLTA
(1745-1827)

1800

I

Erste Spannungsquelle
mit höheren Spannungen
für Elektrolysen

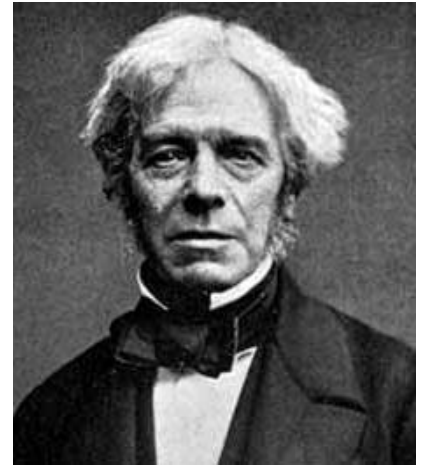


DAVY
(1778-1828)

1808

I

Schmelzflusselektrolysen
und Entdeckung erster
Alkali- und Erdalkalimetalle



FARADAY
(1791-1867)

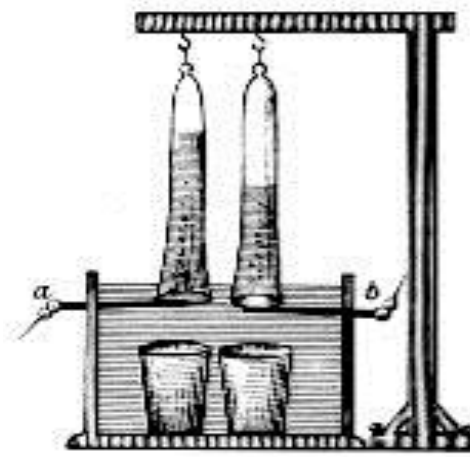
1834

I

Faradaysche Gesetze
zur Elektrolyse,
vorläufiger Ionenbegriff

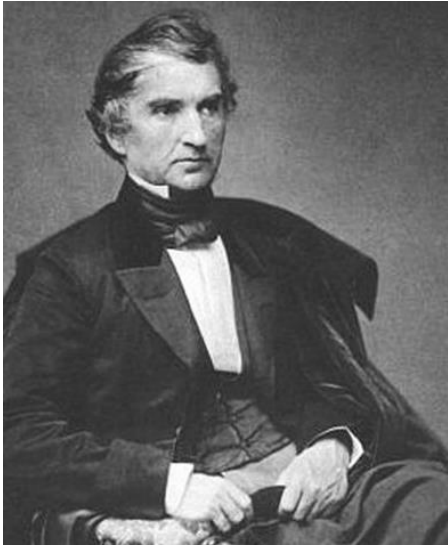


Niederlagen Napoleons in Russland (1812),
in Leipzig (1813) und in Waterloo (1815)



Wiener Kongress nach Niederlagen Napoleons (1805)
und Neuordnung der Grenzen in Europa

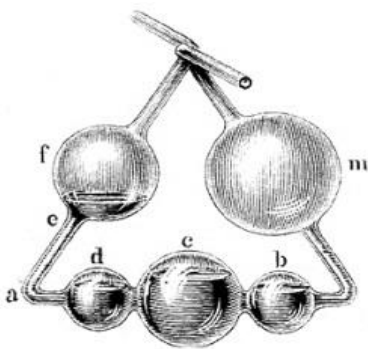
Kap. 18: LIEBIG – Elementaranalyse, Formelsprache, Agrikulturchemie



LIEBIG
(1803 – 1873)

1828	1838	1849	1827	1837
I	I	I	I	I

Verbrennungs- Säure-Definition Agrikultur-
analyse mit dem (Wasserstoff) chemie
„Fünfkugelapparat“
zur Absorption von CO₂

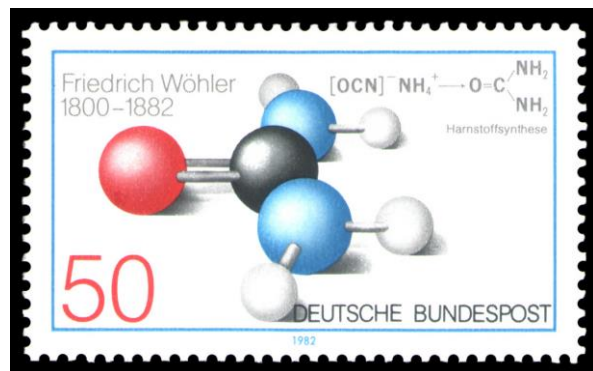


Kap. 19: WÖHLER – Aluminium, Harnstoff und mehr

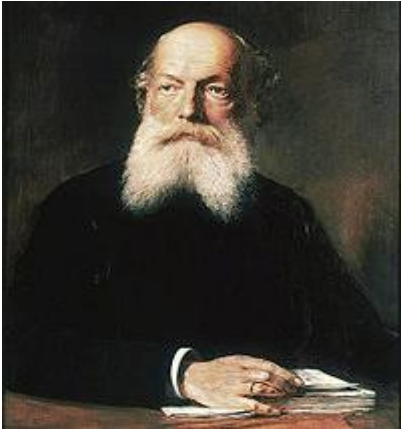


WÖHLER
(1800 – 1882)

Entdeckung des SO₃-Katalyse zum
Aluminiums, Bleikammervverfahren
Harnstoffsynthese



Deutsche Revolution und Frankfurter Nationalversammlung in der Paulskirche (1848/49): missglückter Versuch, die Einzelstaaten in einer bundesstaatlichen Verfassung zusammenzuführen, Irland und Dänemark (1973).

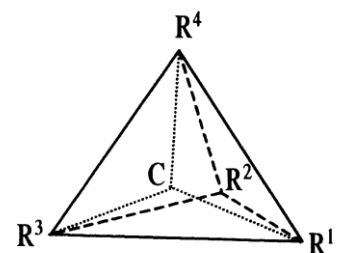
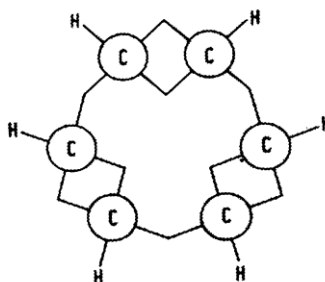
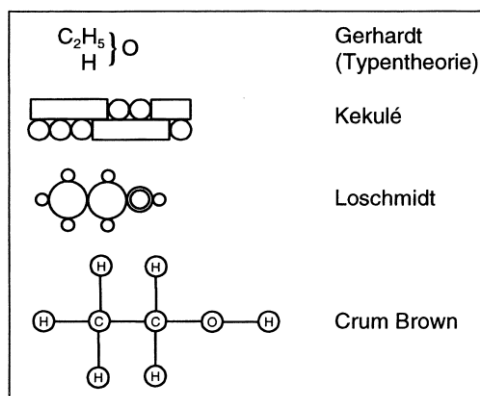
Kap. 20: KEKULÉ und VAN'T HOFF – Struktur der Moleküle


KEKULÉ
(1829 – 1896)



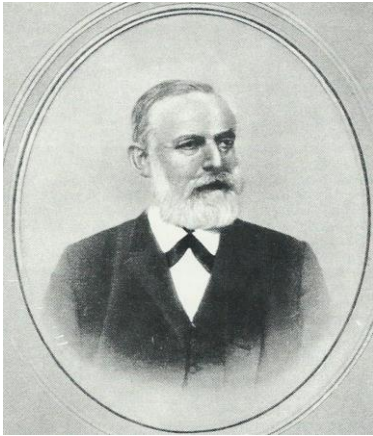
VAN'T HOFF
(1852 – 1911)

1858	1865	1874
I	I	I
Differenzierung der Begriffe Atom und Molekül, Vierbindigkeit des C-Atoms, Modellbaukästen	Struktur des Benzol-Moleküls, Oszillationstheorie, Modellvorstellungen	Tetraedermodell des Methan-Moleküls, asymmetrisches C-Atom, Stereochemie



Krieg Nord- gegen Südstaaten in den USA (1861 – 65)
Sklaverei formal durch Gesetz beendet (1868)

USA kaufen Alaska von Russland (1867)
Einwanderungswelle aus Europa in die USA

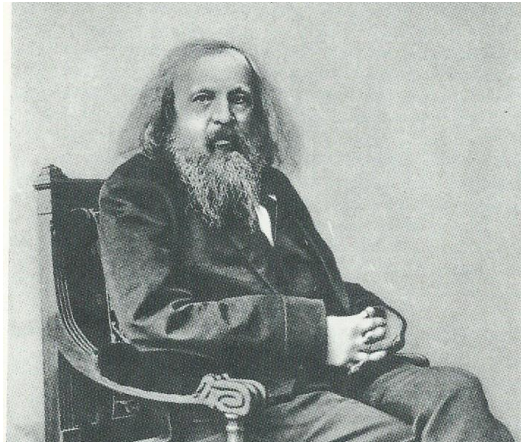
Kap. 21: MEYER und MENDELEJEV – das Periodensystem der Elemente


MEYER

(1830 – 1895)

1864

I



MENDELEJEV

(1834 – 1907)

1869

I

Erster Entwurf eines Perioden-
systems der Elemente,
Postulierung von Lücken
noch unentdeckter Elemente

Periodensystem der Elemente,
Vorhersage der Eigenschaften von
Scandium, Gallium und Germanium,
die Jahre später bestätigt wurden

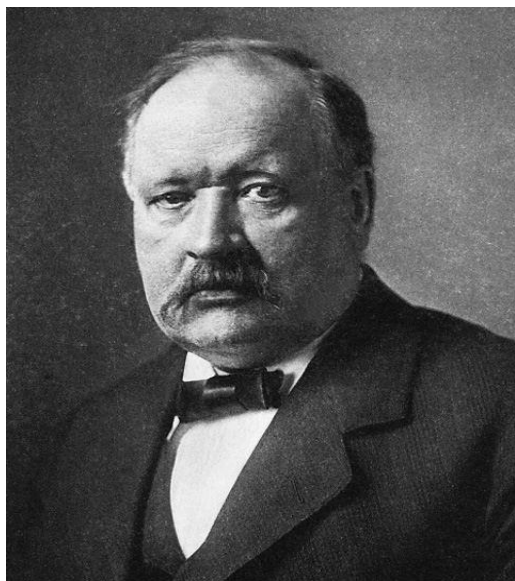
4-werthig	3-werthig	2-werthig
—	—	—
C = 12,0 16,5	N = 14,04 16,96	O = 16 16,07
Si = 28,5	P = 31,0	S = 32,07
$\frac{89,1}{2} = 44,55$	44,0	46,7
—	As = 75,0	Se = 78,8
$\frac{89,1}{2} = 44,55$	45,6	49,5
Sn = 117,6	Sb = 120,6	Te = 128,33

Reihen	Gruppe I. R ² O	Gruppe II. R ² O	Gruppe III. R ² O ³	Gruppe IV. R ² H ⁴ R ² O ²
1	H=1			
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28
4	K=39	Ca=40	—=44	Ti=48
5	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140
9	(—)			
10			?Er=178	?La=180
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207
12				Th=231

Krimkrieg (1853/54) und Russisch-Türkischer Krieg (1877/78) gegen das Osmanische Reich

Aufhebung der Leibeigenschaft der Bauern in Russland (1861), Attentate auf den Zar Alexander II.

Kap. 22: ARRHENIUS und BRÖNSTED – Ionenbegriff und neue Säure-Base-Vorstellungen



ARRHENIUS
(1859 – 1927)

1884/87

I



BRÖNSTED
(1879 – 1947)

1923

I

„Aktive Moleküle“ = Ionen in Salzen,
Salzlösungen, Säuren und Laugen,
Säuren enthalten H^+ Ionen,
Laugen enthalten OH^- Ionen



Preussen's Kriege gegen Dänemark (1864)
und gegen Österreich (1866)

Säuren sind Moleküle oder Ionen, die H^+ Ionen
an andere Teilchen transferieren = Protonendonatoren,
Basen sind Moleküle oder Ionen, die H^+ Ionen
von anderen Teilchen aufnehmen = Protonenakzeptoren

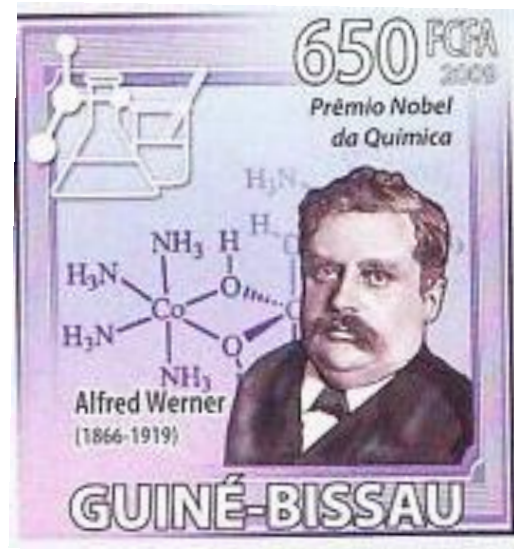


Preussen's Krieg gegen Frankreich (1870-71)
Proklamation des Deutschen Kaisers in Versailles (1871)

Kap. 23: ALFRED WERNER – Schöpfer der Komplexchemie



WERNER
(1866 – 1919)



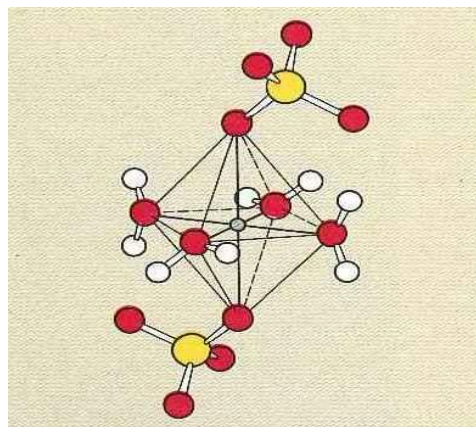
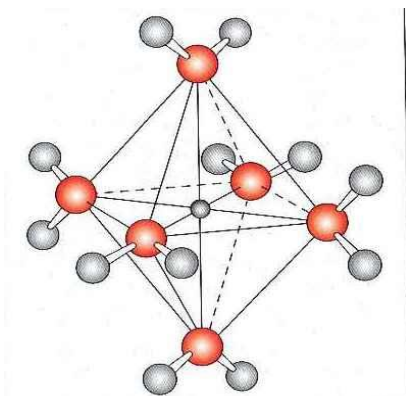
1892

I

Historische Kettentheorie: Liganden bilden eine Kette ausgehend vom Metall-Ion,

Koordinationstheorie: Metall-Ion ist Zentralteilchen, Liganden umgeben es räumlich-geometrisch,

Koordinationszahl: Anzahl der Liganden um das Zentral-Teilchen, sie beträgt 2, 4, 6 oder 8



Europas Bündnissystem durch Reichskanzler Bismarck, Berliner Kongress 1878

Bismarcks Entlassung durch Kaiser Wilhelm II (1890)

Kap. 24: RÖNTGEN, VON LAUE und BRAGG – die Struktur der Kristalle


RÖNTGEN
(1845 – 1923)

1895

I



VON LAUE
(1879 – 1960)

1912

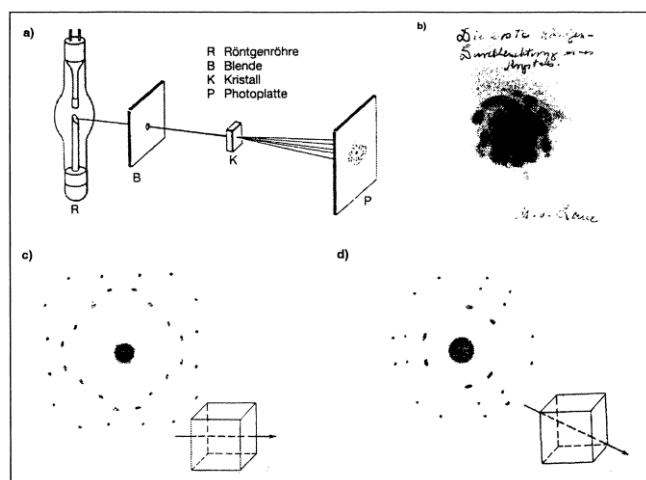
I

Entdeckung durchdringender Strahlung mit der Kathodenstrahlröhre: X-rays, Röntgenstrahlung, Beschreibung der Eigenschaften, erfolgloses Bemühen, Interferenzen der X-rays nachzuweisen

In den Münchener Laboratorien existierten Kristallgittermodelle für vermutete Strukturen, sie waren Grundlage für die Idee, einen Kristall als Beugungsgitter für Röntgenstrahlen zu nehmen

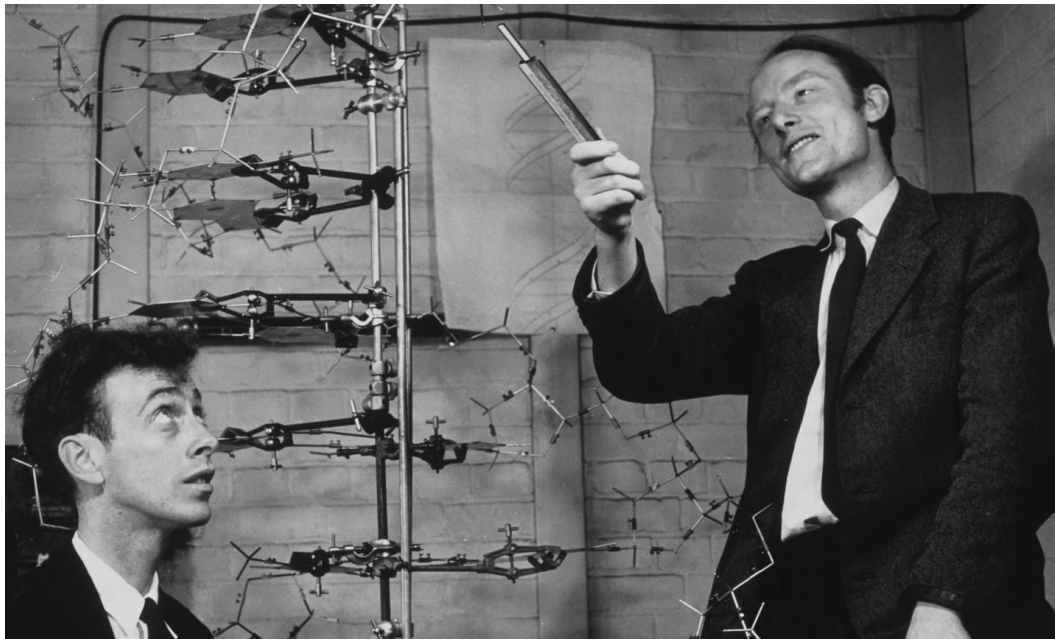


Deutsche Kolonien in Südwest-Afrika, Kamerun, Togo und Ost-Afrika (heute Tansania)



Attentat von Sarajewo (Juni 1914),
Erster Weltkrieg beginnt (August 1914)

Kap. 25: WATSON, CRICK und die DNA-Doppelhelix – Nobelpreisträger spielen mit Modellen



WATSON

(1928 – heute)

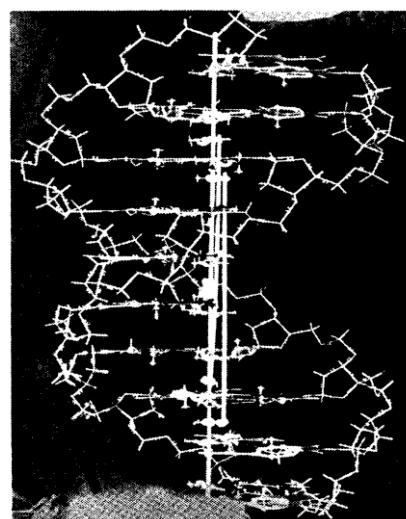
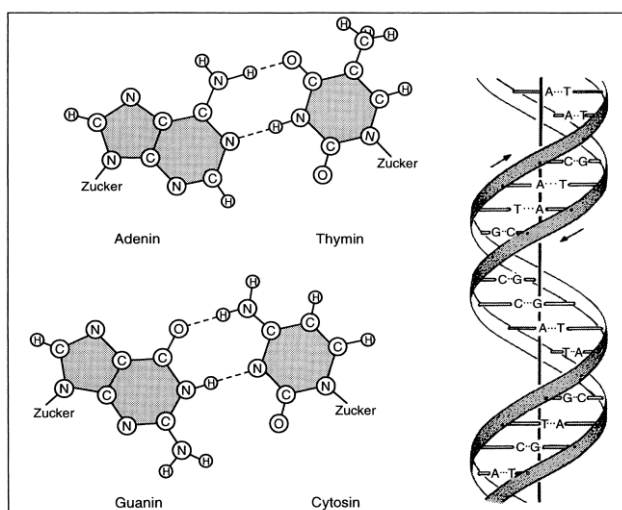
CRICK

(1916 – 2004)

1953

I

Kenntnis der vier Basen und Chargaff'sche Regeln: ($c(\text{Adenin}) = c(\text{Thymin})$ und $c(\text{Guanin}) = c(\text{Cytosin})$),
 Röntgen-Aufnahmen von DNS-Kristallen (Rosalind Franklin und Maurice Wilkins),
 Idee der Doppelspirale von Zucker- und Phosphorsäure-Molekülen, die von zwei organischen Base-Paaren
 Adenin-Thymin und Guanin-Cytosin nach bestimmten Mustern zusammengehalten werden.



Gründung der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft EWG 1957 in Rom (römische Verträge),
 Beitritt von Großbritannien, Irland und Dänemark (1973).