



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Schule der Chemie, oder erster Unterricht in der Chemie

Stöckhardt, Julius Adolph

Braunschweig, 1881

Vergleichung einiger alter und neuer Formeln

[urn:nbn:de:hbz:466:1-88906](#)

Vergleichung einiger alter und neuer Formeln.

	Alte Formel und Aequivalent.	Neue Formel und Moleculargewicht.
Wasserstoff	H = 1	HH = 2
(in freiem Zustande.)		
Wasser	HO = 9	H ₂ O = 18
Schwefelwasserstoff . . .	HS = 17	H ₂ S = 34
Schwefelsäureanhydrid .	SO ₃ = 40	SO ₃ = 80
Ammoniak	H ₃ N = 17	H ₃ N = 17
Salpetersäureanhydrid .	NO ₅ = 54	N ₂ O ₅ = 108
Stickstoffoxyd	NO ₂ = 30	N O = 30
Chlorwasserstoff	HCl = 36,5	H Cl = 36,5
Phosphorsäureanhydrid .	PO ₅ = 71	P ₂ O ₅ = 142
Kohlensäureanhydrid .	CO ₂ = 22	C O ₂ = 44
Grubengas	C ₂ H ₄ = 16	C H ₄ = 16
Oelbildendes Gas	C ₄ H ₄ = 28	C ₂ H ₄ = 28
Kieselsäureanhydrid .	SiO ₂ = 30	Si O ₂ = 60
Schwefelkalium	KS = 55	K ₂ S = 110
Aetzkalk	CaO = 28	Ca O = 56
Thonerde	Al ₂ O ₃ = 51,4	Al ₂ O ₃ = 102,8
Eisenoxydul	FeO = 36	Fe O = 72
Eisenoxyd	Fe ₂ O ₃ = 80	Fe ₂ O ₃ = 160
Kupferoxyd	CuO = 39,5	Cu O = 79
Kupferchlorid	CuCl = 67	Cu Cl ₂ = 134
Schwefelkupfer	CuS = 47,5	Cu S = 95
Silberoxyd	AgO = 116	Ag O = 116



Um Verwechslungen zwischen neuen und alten Formeln vorzubeugen, pflegt man, für die Uebergangszeit, die Symbole aller der Elemente, bei welchen das Atomgewicht doppelt so gross ist, als das Aequivalent, wagerecht zu durchstreichen (z. B. Θ. S. Ε. Εa. Fe). Hier ist aus gleichem Grunde dieser Gebrauch noch beibehalten worden, obgleich derselbe sonst in Abnahme begriffen ist.

541. Empirische und Constitutionsformeln. Bei den zusammengesetzteren chemischen Verbindungen bedient man sich zur Bezeichnung ihrer Zusammensetzung entweder der empirischen oder der typischen und Constitutionsformeln. Im ersten Falle stellt man die in einem Molecül enthaltenen Atome der betreffenden Elemente unmittelbar neben einander; die empirischen Formeln repräsentiren die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Körper, ohne jedoch über die innere Structur der letzteren und die Art und Weise, wie die Atome neben einander geordnet und mit einander verbunden sind, eine Andeutung zu geben. Letzteres ist jedoch mit den typischen und Constitutionsformeln (oder rationellen) der Fall, welche zugleich ein Bild davon geben sollen, in welcher Gruppierung die Atome in dem Molecül vorkommen und welche Atome fester mit einander verbunden sind, als die anderen. Schon früher (236) war von einfachen und zusammengesetzten Radicalen die Rede. Diese Begriffe sind durch die neue atomistische Betrachtungsweise chemischer Vorgänge wesentlich erweitert worden und man versteht jetzt unter Radical allgemein jedes bei chemischen Prozessen selbstständig auftretende Atom oder jeden sich analog verhaltenden Atomcomplex.

Wenn also z. B.

Salzsäure mit Kalihydrat Chlorkalium und Wasser
 $HCl + KH\Theta = KCl + H_2\Theta$
 giebt, so beobachtet man bei diesem Vorgange die 3 einfachen Radicale H, Cl und K und ein zusammengesetztes $H\Theta$ (Hydroxyl).

Dieses Radical, $H\Theta$ oder ΘH , und viele andere sind nicht in freiem Zustande darstellbar, weil sie für sich kein abgeschlossenes Molecül bilden; ihre Existenz ergiebt sich daher nur bei Beobachtung der chemischen Prozesse.

Den Austausch eines Radicals in einem Molecül gegen ein anderes nennt man Substitution. Um diese deutlicher zu veranschaulichen, pflegt man die neuen Formeln, namentlich bei Erläuterung von wechselseitigen Zersetzung, oft in solcher Weise zu schreiben, dass die Radicale, welche in Action treten, getrennt stehen, z. B.

die Salpetersäure: das Kalihydrat: den Kalisalpeter:

empirisch	$\text{HN}\Theta_3$	$\text{K}\Theta\text{H}$	$\text{KN}\Theta_3$
rationell	$\text{N}\Theta_2 \cdot \Theta\text{H}$	$\text{K} \cdot \Theta\text{H}$	$\text{N}\Theta_2 \cdot \Theta\text{K}$
	$\text{H} \left\{ \begin{array}{l} \text{N}\Theta_2 \\ \Theta \end{array} \right\}$	$\text{H} \left\{ \begin{array}{l} \text{K} \\ \Theta \end{array} \right\}$	$\text{K} \left\{ \begin{array}{l} \text{N}\Theta_2 \\ \Theta \end{array} \right\}$

Die beiden letzten Formeln für die Salpetersäure geben an, dass die fester mit einander vereinigte Atomgruppe $\text{N}\Theta_2$ das Radical der Salpetersäure darstellt und durch das dritte Atom Θ mit dem H verbunden wird. Bei der Neutralisation derselben mit Kali findet eine einfache Substitution statt, ihr H wird durch K ersetzt und tritt mit dem Hydroxyl des Kalihydats zu Wasser ($\text{H}_2\Theta$) zusammen.

Die nachfolgenden Beispiele mögen diese verschiedenen Darstellungsweisen zu näherer Anschauung bringen und die Leser dieses Buches dazu anregen, auch die anderen alten Formeln desselben in Molecularformeln umzusetzen.

Es finden sich in der ersten Colonne die alten, nur auf die Aequivalente gegründeten Formeln; in der zweiten sind dieselben Verbindungen empirisch durch atomistische Symbole ausgedrückt und in der dritten durch die nämlichen Symbole unter gleichzeitiger Andeutung der muthmaasslichen Verkettung der Radicale. Diese letztere ist noch Gegenstand eifriger Studien und es herrschen zur Zeit verschiedene gut begründete Ansichten über die passendste Art, die innere Structur der chemischen Verbindungen durch Constitutionsformeln auszudrücken. Die ihrer Uebersichtlichkeit wegen besonders beliebt gewordenen typischen Formeln (542) sind in der dritten Colonne in erste Linie gestellt und werden auch in der folgenden Nummer noch zu näherer Betrachtung kommen. Die an letzter Stelle gegebenen Formeln sind nach verschiedenen Theorien construirt, über deren Principien in den am Ende der zweiten Abtheilung dieses Buches folgenden „Schlussbetrachtungen vom theoretischen Standpunkte“ weiter die Rede sein wird.

Stöckhardt, die Schule der Chemie.

Alte (Aequivalent-) Formeln.	Empirische Formeln.	Constitutionsformeln.
Schwefelsäureanhydrid = SO_3	$\text{S}\Theta_3$	$\text{S}\Theta_2 \cdot \Theta$
Schwefelsäurehydrat = HO, SO_3	$\text{H}_2\text{S}\Theta_4$	$\frac{\text{H}_2}{\text{S}\Theta_2} \cdot \Theta_2$ oder $\text{S}\Theta_2\Theta_2\text{H}_2$
Phosphorsäure (3basisch) = 3HO, PO_6	$\text{H}_3\text{P}\Theta_4$	$\frac{\text{H}_3}{\text{P}\Theta} \cdot \Theta_3$ oder $\text{P}\Theta \cdot (\Theta\text{H})_3$
Pyrophosphorsäure (2basisch) = 2HO, PO_5	$\text{H}_4\text{P}_2\Theta_7$	$\frac{\text{H}_4}{2\text{P}\Theta} \cdot \Theta_5$ oder $\frac{\text{P}\Theta(\Theta\text{H})_2}{\text{P}\Theta(\Theta\text{H})_2}$
Metaphosphorsäure (1basisch) = HO, PO_6	$\text{HP}\Theta_3$	$\frac{\text{H}}{\text{P}\Theta} \cdot \Theta_2$ oder $\text{P}\Theta_2 \cdot \Theta\text{H}$
Phosphorige Säure = 3HO, PO_3	$\text{PH}_3\Theta_3$	$\frac{\text{P}\Theta\text{H}}{\text{H}_2} \cdot \Theta_2$ oder $\text{P}\Theta \left\{ \frac{\text{H}}{\Theta\text{H}} \right\}$
Kieselsäurehydrat = 2HO, SiO_2	$\text{H}_4\text{Si}\Theta_4$	$\frac{\text{H}_4}{\text{Si}} \cdot \Theta_4$ oder $\text{Si}(\Theta\text{H})_4$
Oxalsäure = $2\text{HO, C}_4\text{O}_6$	$\text{C}_2\text{H}_2\Theta_4$	$\frac{\text{H}_2}{\text{C}_2\Theta_2} \cdot \Theta_2$ oder $\left\{ \frac{\Theta\Theta}{\Theta\Theta} : \frac{\Theta\text{H}}{\Theta\text{H}} \right\}$
Salpetersaures Ammoniak = $\text{H}_4\text{NO, NO}_6$	$\text{H}_4\text{N}_2\Theta_3$	$\frac{\text{H}_4\text{N}}{\text{N}\Theta_2} \cdot \Theta$ oder $\text{N}\Theta_2 \cdot \Theta \cdot \text{H}_4\text{N}$

Alte (Äquivalent-) Formeln.	Empirische Formeln.	Constitutionsformeln.
Kohlensaures Kali = KO, CO ₂	K ₂ EO ₃	$\left. \begin{array}{l} \text{K}_2 \\ \text{E}\Theta \end{array} \right\} \Theta_2 \text{ oder } \text{E}\Theta \left\{ \begin{array}{l} \text{OK} \\ \text{OK} \end{array} \right\} \Theta_2 \text{ oder } \text{E}\Theta \left\{ \begin{array}{l} \text{OH} \\ \text{OK} \end{array} \right\}$
Doppeltkohlens. Kali = KO, CO ₂ + HO, CO ₂	HKEO ₃	$\left. \begin{array}{l} \text{KH} \\ \text{E}\Theta \end{array} \right\} \Theta_2 \text{ oder } \text{E}\Theta \left\{ \begin{array}{l} \text{OH} \\ \text{OK} \end{array} \right\}$
Chlorsaures Kali = KO, ClO ₅	KClO ₃	$\left. \begin{array}{l} \text{K} \\ \text{Cl}\Theta_2 \end{array} \right\} \Theta \text{ oder } \frac{\text{K}-\text{O}}{\text{Cl}-\text{O}} > 0$
Schwefelsaures Kali = KO, SO ₃	K ₂ SO ₄	$\left. \begin{array}{l} \text{K}_2 \\ \text{S}\Theta_2 \end{array} \right\} \Theta_2 \text{ oder } \text{S}\Theta_2 \left\{ \begin{array}{l} \text{OK} \\ \text{OK} \end{array} \right\}$
Saures schwefels. Kali = KO, SO ₃ + HO, SO ₃	HKS Θ_4	$\left. \begin{array}{l} \text{KH} \\ \text{S}\Theta_2 \end{array} \right\} \Theta_2 \text{ oder } \text{S}\Theta_2 \left\{ \begin{array}{l} \text{OK} \\ \text{OH} \end{array} \right\}$
Saures oxals. Kali = KO, C ₂ O ₃ + HO, C ₂ O ₃	HK $\Theta_2\Theta_4$	$\left. \begin{array}{l} \text{HK} \\ \text{C}_2\Theta_2 \end{array} \right\} \Theta_2 \text{ oder } \text{C}_2\Theta_4 \left\{ \begin{array}{l} \text{K} \\ \text{H} \end{array} \right\}$
Saures weins. Kali = HO, KO + C ₈ H ₄ O ₁₀	HK $\Theta_4\text{H}_4\Theta_6$	$\left. \begin{array}{l} \text{HK} \\ \text{C}_4\text{H}_4\Theta_4 \end{array} \right\} \Theta_2 \text{ od. } \text{C}_2\text{H}_4\Theta_2 \cdot (\text{EO})_2 \cdot \Theta_2 \cdot \text{KH}$
Brechweinstein = Sb O ₃ , KO + C ₈ H ₄ O ₁₀	K $\text{Sb}\Theta_4\text{H}_4\Theta_7$	$\left. \begin{array}{l} (\text{Sb}\Theta)\text{K} \\ \text{C}_4\text{H}_4\Theta_4 \end{array} \right\} \Theta_2 \text{ od. } \text{C}_2\text{H}_4\Theta_2 \cdot (\text{EO})_2 \cdot \Theta_2 \cdot \left\{ \begin{array}{l} \text{K} \\ \text{Sb}\Theta \end{array} \right\}$
Essigsauers Bleioxyd = Pb O, C ₄ H ₃ O ₃	Pb $\Theta_4\text{H}_6\Theta_4$	$(\text{C}_2\text{H}_3\Theta_2)_{\text{Pb}}^2 \right\} \Theta_2 \text{ od. } [\text{EH}_3, \text{E}\Theta]_2 \cdot \Theta_2 \cdot \text{Pb}$

22*

Alte (Äquivalent-) Formeln.	Empirische Formeln.	Constitutionsformeln.
Phosphorsaures Natron		
a) 3basisches (neutrales) = $3\text{NaO}, \text{PO}_5$	$\text{Na}_3\text{P}\Theta_4$	$\text{NaNaNa}_{\{\text{PO}\}} \Theta_3$ oder $\text{P}\Theta \cdot \Theta_3 \cdot \text{Na}_3$
b) 2basisches (einfachs.) = $2\text{NaO}, \text{HO}, \text{PO}_5$	$\text{HNa}_2\text{P}\Theta_4$	$\text{HNaNa}_{\{\text{PO}\}} \Theta_3$ oder $\text{P}\Theta \cdot \Theta_3 \cdot \text{Na}_2$
c) 1basisches (zweifachs.) = $\text{NaO}, 2\text{HO}, \text{PO}_5$	$\text{H}_2\text{NaP}\Theta_4$	$\text{HHNa}_{\{\text{PO}\}} \Theta_3$ oder $\text{P}\Theta \cdot \Theta_3 \cdot \left\{ \begin{array}{l} \text{Na} \\ \text{H} \end{array} \right\}$
Kalkhydrat = CaO, HO	$\text{H}_2\Theta_a\Theta_2$	$\text{H}_2\}_{\{\Theta_a\}} \Theta_2$ oder $\Theta_a(\Theta\text{H})_2$
Kohlensaurer Kalk = CaO, CO_3	$\Theta_a\Theta_b\Theta_3$	$\Theta_a\}_{\{\Theta_b\}} \Theta_2$ oder $\Theta\Theta_{\{\Theta\}} \Theta_a$
Schwefelsaurer Kalk = CaO, SO_3	$\Theta_a\text{S}\Theta_4$	$\Theta_a\}_{\{\Theta_2\}} \Theta_2$ oder $\text{S}\Theta_2 \cdot \Theta_2 \Theta_a$
Phosphorsaurer Kalk		
a) 3basischer (neutraler) = $3\text{CaO}, \text{PO}_5$	$\Theta_a\text{P}_2\Theta_8$	$\Theta_{a3}\}_{\{2\text{P}\Theta\}} \Theta_6$ oder $[\text{P}\Theta \cdot \Theta_3]_2 \Theta_{a3}$
b) Superphosphat (zweifachsaurer)		
= $\text{CaO}, \text{HO}, \text{HO} \dashv \text{PO}_5$	$\text{H}_4\Theta_a\text{P}_2\Theta_8$	$\text{H}_4\Theta_a\}_{\{2\text{P}\Theta\}} \Theta_6$ oder $[\text{P}\Theta \cdot \Theta_3]_2 \left\{ \begin{array}{l} \text{H}_2 \\ \Theta_a \end{array} \right\}$

Alte (Äquivalent-) Formeln.	Empirische Formeln.	Constitutionsformeln.
Unterchlorigsaurer Kalk = CaO, ClO	CaClO_2	$\left. \begin{array}{l} \text{Ca} \\ \text{Cl}_2 \end{array} \right\} \Theta_2$ oder $(\text{Cl}\Theta)_2 \text{Ca}$
Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia = $(2\text{MgO}, \text{NH}_4\text{O})\text{PO}_5$	$\text{Mg}(\text{NH}_4)\text{PO}_4$	$\text{H}_4\text{N} \cdot \left. \begin{array}{l} \text{Mg} \\ \text{PO} \end{array} \right\} \Theta_3$ oder $\left. \begin{array}{l} \text{NH}_4 \\ \text{Mg} \end{array} \right\} \text{PO}_4$
Dieselbe, gegläut = $2\text{MgO}, \text{PO}_6$	$\text{Mg}_2\text{P}_2\Theta_7$	$\left. \begin{array}{l} \text{Mg}_2 \\ 2\text{PO} \end{array} \right\} \Theta_6$
Thonerdehydrat = $\text{Al}_2\text{O}_3, 3\text{HO}$	$\text{H}_6\text{Al}_2\Theta_6$	$\left. \begin{array}{l} \text{H}_6 \\ \text{Al}_2 \end{array} \right\} \Theta_6$ oder $\text{Al}_2(\Theta\text{H})_6$
Schwefelsaure Thonerde = $\text{Al}_2\text{O}_3, 3\text{SO}_3$	$\text{Al}_2 3(\text{S}\Theta_4)$	$\left. \begin{array}{l} \text{Al}_2 \\ 3\text{S}\Theta_2 \end{array} \right\} \Theta_6$ oder $3\text{SO}_2 \cdot \Theta_6 \text{Al}_2$
Kalialaun = $\text{KO}, \text{SO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3, 3\text{SO}_3$	$\text{K}_2\text{Al}_24(\text{S}\Theta_4)$	$\left. \begin{array}{l} \text{K}_2 \\ 3\text{SO}_2 \end{array} \right\} \Theta_2 + \left. \begin{array}{l} \text{Al}_2 \\ 3\text{SO}_2 \end{array} \right\} \Theta_6$
Eisenoxydulhydrat (Eisenhydroxydul) = FeO, HO	$\text{H}_2\text{Fe}\Theta_2$	$\left. \begin{array}{l} \text{H}_2 \\ \text{Fe} \end{array} \right\} \Theta_2$ oder $\text{Fe}(\Theta\text{H})_2$
Eisenoxydhydrat (Eisenhydroxyd) = $\text{Fe}_2\text{O}_3, 3\text{HO}$	$\text{H}_6\text{Fe}_2\Theta_6$	$\left. \begin{array}{l} \text{H}_6 \\ \text{Fe}_2 \end{array} \right\} \Theta_6$ oder $\left. \begin{array}{l} \text{Fe}(\Theta\text{H})_3 \\ \text{Fe}_2(\Theta\text{H})_6 \end{array} \right\}$

Alte (Äquivalent-) Formeln.	Empirische Formeln.	Constitutionsformeln.
Kaliumeisencyanür = $2\text{KC}_y\text{FeC}_y$	$\text{K}_4\text{FeC}_6\text{N}_6$	$[\text{Fe}(\text{EN})_6]_{\text{K}_4}^{\text{IV}}$ oder $\text{Fe}(\text{EN})_2 + 4\text{KEN}$
Kaliumeisencyanid = $3\text{KC}_y\text{FeC}_y_3$	$\text{K}_8\text{FeC}_6\text{N}_6$	$[\text{Fe}_2(\text{EN})_{12}]_{\text{K}_6}^{\text{VI}}$ oder $\text{Fe}(\text{EN})_3 + 3\text{KEN}$
Eisencyanürcyanid oder Berlinerblau $\equiv 3\text{FeC}_y, 2\text{Fe}_2\text{C}_y_3$	$\text{Fe}_7\text{C}_{18}\text{N}_{18}$	$[\text{Fe}(\text{EN})_6]_{\text{Fe}_2}^{\text{IV}}$ oder $3[\text{Fe}(\text{EN})_2] + 4[\text{Fe}(\text{EN})_3]$
Natriumsulfantimoniat $\equiv 3\text{NaS}, \text{SbS}_6$	Na_3SbS_4	$\text{Na}_3\left\{\begin{array}{l} \text{Sb} \\ \text{S}_4 \end{array}\right\}$
Weisser Präcipitat = $\text{HgH}_2\text{N}, \text{HgCl}$ (Bimercurammoniumchlorid)	HgH_2NCl	$\text{H}_2\left\{\begin{array}{l} \text{Hg} \\ \text{Cl}_2 \\ \text{H}_2 \end{array}\right\} \text{N}_2 \left\{\begin{array}{l} \text{Hg} \\ \text{Cl}_2 \\ \text{H}_4 \end{array}\right\}$ oder $\frac{\text{Hg}}{\text{H}_2} \text{Cl}_2$

542. Typentheorie. Diese Theorie entstand, indem man bei Beobachtung der Volumenverhältnisse, welche sich bei den flüchtigen Verbindungen gasförmiger Körper ergeben, folgende drei Verbindungsschemata fand:

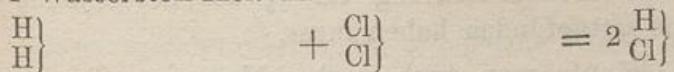
1 Vol. (= 1 Mol.) + 1 Vol. (= 1 Mol.) giebt 2 Vol. (= 2 Mol.)

2 " (= 2 Mol.) + 1 " (= 1 Mol.) " 2 " (= 2 Mol.)

3 " (= 3 Mol.) + 1 " (= 1 Mol.) " 2 " (= 2 Mol.)

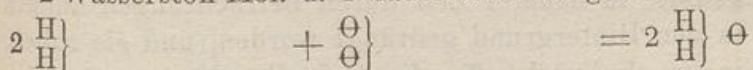
Im ersten Falle findet gar keine Verdichtung statt, z. B.:

1 Wasserstoff-Mol. und 1 Chlor-Mol. bilden 2 Salzsäure-Mol.



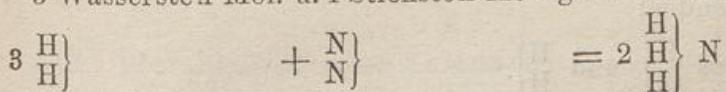
Bei den Verbindungen zweiter Art ist das Product um $\frac{1}{3}$ dichter, als das noch unverbundene Gasgemisch, z. B.:

2 Wasserstoff-Mol. u. 1 Sauerstoff-Mol. geben 2 Wasser-Mol.



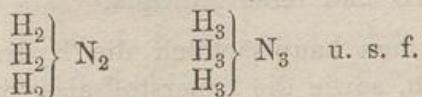
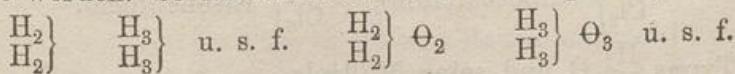
Die dritte Art ergiebt eine Verdichtung von 4 Volumen auf 2, also um die Hälfte, z. B.:

3 Wasserstoff-Mol. u. 1 Stickstoff-Mol. geben 2 Ammoniak-Mol.



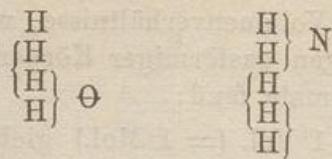
Diese drei hier als Beispiele aufgeführten Verbindungen bezeichnete man als Haupttypen und man glaubte in ihnen gewissermaassen die Modelle zu besitzen, welchen alle übrigen Verbindungen entsprechen, so dass diese gleichsam Substitutionsproducte derselben darstellen.

Um aber der vielgestaltigen chemischen Formeln auf solche Weise Herr zu werden, mussten die Typen noch bedeutend vermehrt werden. So kamen zunächst die multiplen Typen auf, wie



(Selbstverständlich sind dies hier nur Schemata und keine wirklich existirenden Körper.)

Ferner nahm man auch gemischte Typen an, z. B.:



von welchen dasselbe gilt.

Endlich fügte man auch noch einen vierten Typus, den des Grubengases (ΘH_4), hinzu, worin 4 At. H mit 1 At. Θ ein Molekül bilden und somit eine Verdichtung um $\frac{3}{5}$ des berechneten Gesamtvolumens sattgefunden haben muss.

Jedenfalls könnte man auch noch mehr neue Typen aufstellen, was schon die grosse Mannichfaltigkeit der chemischen Verbindungen vermuten lässt. Es ist aber die reine typische Anschauungsweise in neuerer Zeit durch Betrachtungen anderer Art etwas in den Hintergrund gedrängt worden, und sie scheint überhaupt mehr als Brücke für die Aufstellung neuer Gesichtspunkte in der theoretischen Chemie gedient zu haben.

Um obige Typen noch durch einige Beispiele zu erläutern, diene Folgendes:

1. Typus $\frac{H}{Cl}$ und $\frac{H}{H}$.

Hierher gehören die 2 Atome enthaltenden Moleküle der freien Elemente und die Chloride, Bromide, Jodide und Fluoride der Alkalimetalle und des Silbers, z. B.:

$$\begin{array}{c} \text{Na} \\ \text{Cl} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{K} \\ \text{J} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{H} \\ \text{Fl} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{Ag} \\ \text{Br} \end{array}$$

Ferner gehören hierher, gleichsam als Substitutionsprodukte multipler Typen, die übrigen Haloidverbindungen, z. B.:

$\frac{\text{Ca}}{\text{Cl}_2}$ } (Chlorcalcium), $\frac{\text{Fe}_2}{\text{Cl}_6}$ } Eisenchlorid.

2. Typus $\frac{H}{H} \Theta$ und seine Multipla.

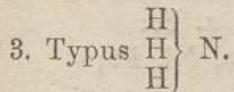
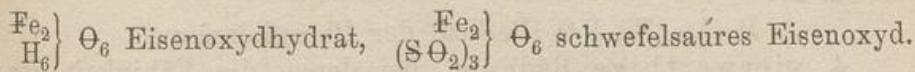
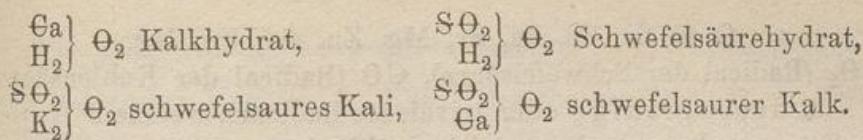
Hierzu rechnet man hauptsächlich die Hydrate der Sauerstoffsäuren und Basen, sowie die Sauerstoffsalze, Sulfosalze u. s. w.

K
H} Θ Kalhydrat,

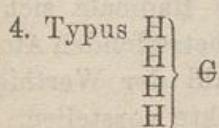
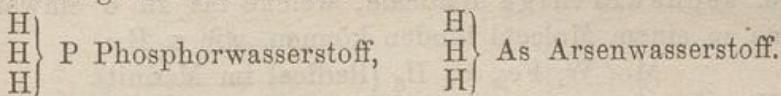
$\frac{N\Theta_2}{H}$ } Θ Salpetersäurehydrat,

$N \Theta_2^K \} \Theta$ Kalisalpeter,

$\text{Na}_2\}$ S Einfach-Schwefelnatrium.



Dieser umfasst vorzüglich organische Basen; Repräsentanten in der anorganischen Chemie sind noch



gehört mit allen seinen Ableitungen der organischen Chemie an.

543. Werthigkeit oder Valenz der Atome und Radicale.

Bei obigen Beispielen für die typische Formelschreibweise fällt zunächst auf, dass im Kalkhydrat und Chlorcalcium gewissermaassen 1 At. Calcium an Stelle von 2 At. Wasserstoff gesetzt ist. Bei dem Eisenoxydhydrat und Eisenchlorid ferner sind 6 At. Wasserstoff durch nur 2 At. Eisen substituirt. Diese und zahlreiche ähnliche Erscheinungen werden durch die Lehre von der Werthigkeit oder Valenz der Radicale aufgeklärt.

Man unterscheidet nämlich unter den einfachen und zusammengesetzten Radicalen

1. einwerthige oder univalente Radicale, welche nur 1 Atom Wasserstoff oder Chlor zu binden vermögen, wie z. B.:

Cl, Br, J, Fl, K, Na, Li, Ag.

H Θ (Hydroxyl), N Θ_2 (Radical der Salpetersäure) etc.;

2. zweiwerthige oder bivalente Radicale, bei denen zur vollen Ausgleichung ihrer Affinität 2 Atome Wasserstoff oder ebenso viel von anderen einwerthigen Radicalen erforderlich sind.

Hierher gehören z. B.:

Θ , S, Se, Ca, Ba, Sr, Mg, Zn, Cd, Cu, Hg.

$S\Theta_2$ (Radical der Schwefelsäure), $C\Theta$ (Radical der Kohlensäure);

3. dreiwerthige oder trivale Radicale, welche 3 Wasserstoffatome oder was dem gleichwerthig ist, zu binden vermögen, wie z. B.:

B, Au, Bi, $P\Theta$ (Radical der Phosphorsäure);

4. vierwerthige Radicale, bei denen die Fähigkeit vorhanden ist, 4 einwerthige Atome zu binden, z. B.:

C, Si, Sn, Al, U, Mn, Fe, Cr, Co, Ni, Pt;

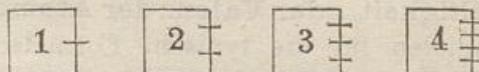
5. fünfwerthige Radicale, wie

N, P, As, Sb, und

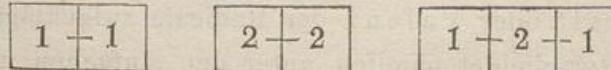
6. sechswertige Radicale, welche bis zu 6 einwerthige Atome zu einem Molekül binden können, wie z. B.:

Mo, W, Fe_2 , $C_6 H_8$ (Radical im Mannit).

Um dieses verschiedene Verhalten der Radicale sich anschaulich zu machen, kann man sich an den betreffenden Atomen oder Atomgruppen besondere, in ihrer Anzahl der Werthigkeit entsprechende Anziehungs- oder Affinitätspunkte vorstellen. Ein einwerthiges Radical hat nur einen, ein zweiwerthiges zwei u. s. f., wie durch folgende graphische Symbole angedeutet werden soll.



Verbinden sich 2 einwerthige oder 2 zweiwerthige oder 1 zweiwerthiges mit 2 einwerthigen Radicalen, so gleichen sich die vorhandenen Affinitäten gegenseitig aus und das Molekül ist ein gesättigtes.



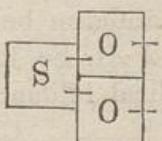
Solche Körper sind daher keiner directen weiteren Verbindung fähig, sondern können nur Substitutionen erleiden.

Bei den mehrwerthigen Radicalen pflegt aber häufig der Fall stattzufinden, dass nur ein Theil der disponibeln Affinität befriedigt wird, und solche Körper haben dann zumeist die Fähigkeit, als Radicale aufzutreten und weitere Verbindungen einzugehen. So verhält sich z. B. das Cyan ganz wie ein einwerthiges Element

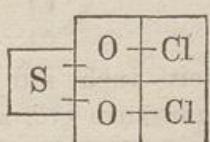


Das Anhydrid der schwefligen Säure, $S\begin{array}{c} \backslash \\ \backslash \\ O \end{array}$, verwandelt sich unter geeigneten Umständen, z. B. in den Bleikammern, in das zweierthige

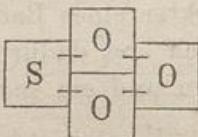
Schwefelsäure-Radical



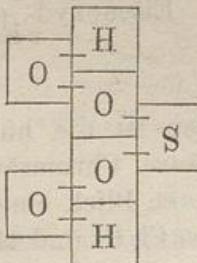
Chlorschwefelsäure



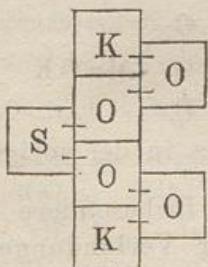
Schwefelsäureanhydrid



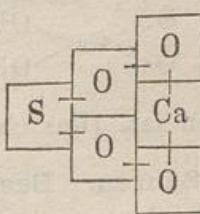
Schwefelsäurehydrat



Schwefelsaures Kali



Schwefelsaurer Kalk

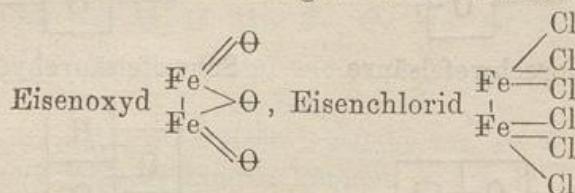


Zur Markirung der Werthigkeit beim Schreiben chemischer Formeln bedient man sich folgender Zeichen:

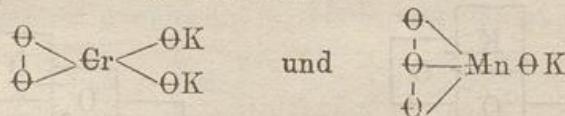
R^{I} , R^{II} , R^{III} , R^{IV} , R^{V} , R^{VI} ,
z. B.: $(\text{N}\Theta_2)^{\text{I}}$, $(\text{S}\Theta_2)^{\text{II}}$, Sn^{IV} , $(\text{Fe}_2)^{\text{VI}}$.

Für die Elemente sind diese Valenzzeichen schon S. 492 mit angegeben worden. In einzelnen Fällen herrscht noch Ungewissheit darüber, wie hoch man die Werthigkeit eines Elements schätzen soll. Das Jod gilt z. B. für univalent, da es aber sich mit 3 At. Chlor verbinden kann, so sollte es eigentlich als dreierthig bezeichnet werden. Sehr beachtenswerth ist der Umstand, dass bei den mehrererthigen Elementen sich oft die Valenzeinheiten verschieden stark äussern. Fast alle Elemente bilden

mehrere Oxydationsstufen, zumeist auch mehrere Chloride, Sulfide etc., so dass z. B. der fünfwerthige Stickstoff im Stickoxydul ($N_2\Theta$) nur einwerthig, im Ammoniak (NH_3) als dreiwerthig erscheint. Im Eisenoxydul sind nur die beiden stärksten der vier Valenzeinheiten des Fe gesättigt, ohne dass deshalb das Product den Charakter eines Radicals zeigt; die anderen beiden Valenzen machen sich erst dadurch geltend, dass 2 At. Fe je eine Valenz austauschen und ein sechswertiges Radical bilden:



Zuweilen ist die höhere Werthigkeit auch nur scheinbar. Die Chlorsäure, Chromsäure, Uebermangansaure etc. zeigen z. B. auf den ersten Blick einen höheren Sauerstoffgehalt, als man der Capacität des Cl, Gr und Mn gemäss erwarten sollte. Das chemische Verhalten weist jedoch darauf hin, dass man das chromsaure Kali und das übermangansaure Kali



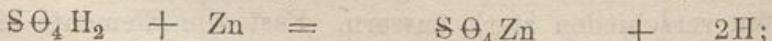
zu schreiben hat. (Das chlorsaure Kali s. in der vorigen Tabelle.)

544. Säuren. Basen. Salze. Insbesondere durch die typische Anschauungsweise chemischer Verbindungen sind die Begriffe „Säure“, „Base“, „Salz“ u. dergl. einigermassen verschmolzen worden; wenigstens ist die frühere Definition dafür durch eine neue, mehr theoretisch begründete, zu ersetzen.

Alle Säuren sind nach den neueren Ansichten wasserstoffhaltig, und von den Sauerstoffsäuren gehören daher nur die Hydrate (Hydrosäuren) zu den eigentlichen Säuren.

Die drei neuen Begriffserklärungen lauten:

1. Säuren sind wasserstoffhaltige Verbindungen elektronegativer Radicale, bei welchen der Wasserstoff ganz oder theilweise durch elektropositive Radicale substituiert werden kann, z. B.: Schwefelsäure u. Zink geben schwefelsaures Zink u. Wasserstoff



Schwefelsäure u. Zinkhydroxyd geben schwefels. Zink u. Wasser

$$\text{S}\Theta_4\text{H}_2 + \text{Zn}(\Theta\text{H})_2 = \text{S}\Theta_4\text{Zn} + 2\text{H}_2\Theta.$$

Einbasige Säuren enthalten nur 1 ersetzbares Wasserstoffatom.

Zweibasige Säuren enthalten 2 ersetzbare Wasserstoffatome.

Dreibasige " " 3 " "

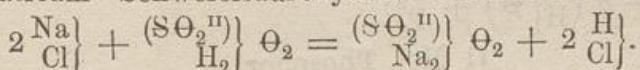
2. Basen sind Verbindungen elektropositiver Radicale, welche in Berührung mit Säuren ihr Radical gegen deren Wasserstoff unter gleichzeitiger Bildung von Wasser auszutauschen im Stande sind. Einsäurige Basen bilden mit 1 Molecül einer einbasigen Säure ein neutrales Salz, zweisäurige mit 2, dreisäurige mit 3 Molekülen derselben.

3. Salze sind chemische Verbindungen, in denen sich durch Reactionen sowohl ein Säureradical, als auch ein Basenradical nachweisen lässt.

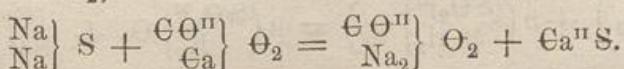
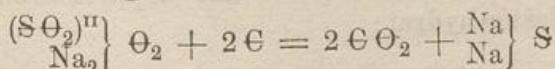
545. Chemische Verbindungen und Zersetzung. Zur weiteren Verdeutlichung der neuen Formelschreibweise mögen noch folgende symbolische Erläuterungen einiger bekannter chemischer Processe dienen. Man stellt den stattfindenden chemischen Vorgang am besten in der Form einer Gleichung dar.

1. Darstellung von Salzsäure:

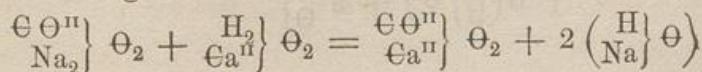
Chlornatrium Schwefelsäurehydrat Glaubersalz Salzsäure.



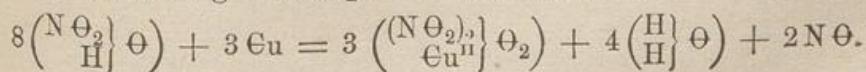
2. Darstellung von Soda aus Glaubersalz:



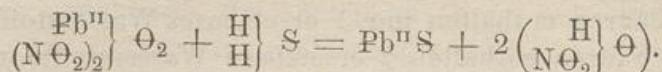
3. Darstellung von Aetznatronlauge:



4. Auflösung von Kupfer in Salpetersäure:

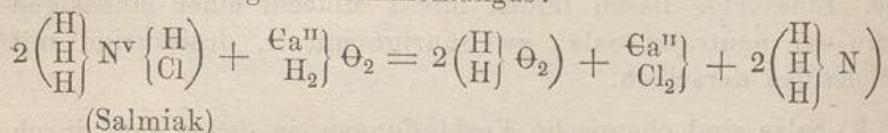


5. Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf salpetersaures Bleioxyd (Bleinitrat):

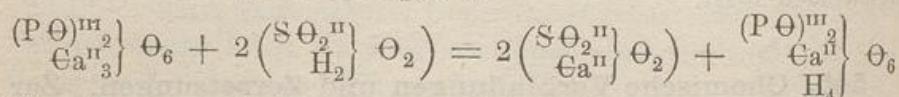


(Das Pb ist hier nur als zweiwerthig bezeichnet, da es die beiden anderen Affinitäten nur unter besonderen Umständen zur Geltung bringt, wie z. B. im Hyperoxyd: PbO_2 .)

6. Darstellung von Ammoniakgas:

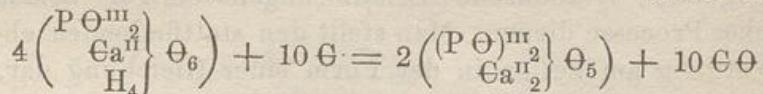


7. Darstellung des Phosphors:

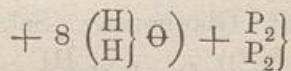


(Phosphorsaurer Kalk
der Knochenasche)

(Saurer phosphor-
saurer Kalk)

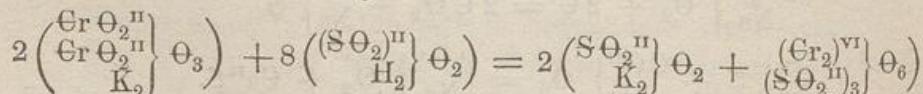


(Pyrophosphorsaurer Kalk)



(1 Mol. Phosphor)

8. Darstellung des Sauerstoffgases aus doppeltchromsaurem Kali und Schwefelsäurehydrat:



(Chromalaun)

