

Küster · Thiel  
Rechentafeln für die Chemische Analytik



Küster · Thiel

# Rechentafeln für die Chemische Analytik

bearbeitet von Alfred Ruland

103. Auflage



Walter de Gruyter  
Berlin · New York 1985

*Logarithmische Rechentafeln für Chemiker*

1894, erstmals erschienen, begründet von Prof. Dr. F. W. Küster

1917, 19. Auflage, fortgeführt von Prof. Dr. A. Thiel

1943, 56. Auflage, fortgeführt von Prof. Dr. Kurt Fischbeck

*Rechentafeln für die Chemische Analytik*

1982, 102. Auflage, neu bearbeitet von Dr. Alfred Ruland

1985, 103. bearbeitete Auflage

Dr. Alfred Ruland

Diplomchemiker

Ammoniaklaboratorium der BASF AG

Ludwigshafen/Rhein

*privat*

Schriesheimer Straße 11

D-6945 Hirschberg

*CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek*

**Küster, Friedrich W.:**

Rechentafeln für die chemische Analytik / Küster ; Thiel. Neubearb. von Alfred Ruland. – 103., bearb. Aufl. – Berlin ; New York : de Gruyter, 1985.

ISBN 3-11-010053-3

NE: Thiel, Alfred; Ruland, Alfred [Bearb.]

Copyright © 1985 by Walter de Gruyter & Co., vormals G.J. Göschen'sche Verlagshandlung, J. Gutentag, Verlagsbuchhandlung Georg Reimer, Karl J. Trübner, Veit & Comp., Berlin 30. Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Photokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Printed in Germany.

Einbandentwurf: Wolfgang Taube, München. Satz: Fotosatz Tutte, Salzweg-Passau. Druck: Karl Gerike, Berlin. Bindearbeiten: Lüderitz & Bauer Buchgewerbe GmbH, Berlin.

„Der Mangel an mathematischer Bildung gibt  
sich durch nichts so auffallend zu erkennen,  
wie durch maßlose Schärfe im Zahlenrechnen.“

*C. F. Gauss*



## Vorbemerkung zur 103. Auflage

Die positive Aufnahme des neubearbeiteten *Küster-Thiel* hat gezeigt, daß seine Konzeption, dem Benutzer die Basis für die grundlegenden Rechenoperationen in der analytischen und der physikalischen Chemie bereitzustellen, richtig ist.

In die vorliegende 103. Auflage wurde die Tabelle *Mittlere Aktivitätskoeffizienten gebräuchlicher Elektrolyte* neu aufgenommen, die Tabelle *Puffergemische* erweitert sowie die Tabellen *Ausgewählte Nuklide*, *Nachweisvermögen spurenanalytischer Bestimmungsmethoden der Elemente* und *Korrektion des Luftauftriebs bei Wägungen* überarbeitet. Erkannte Fehler wurden berichtigt.

Ich danke allen, die einen Beitrag zu dieser Auflage geleistet haben, und bitte auch in Zukunft um Hinweise und konstruktive Kritik.

Hirschberg, August 1985

Alfred Ruland

## Vorwort zur 102. Auflage

Die Neubearbeitung des **Küster-Thiel**, der nunmehr in seiner 102. Auflage erscheint, wurde im wesentlichen durch zwei Entwicklungen geprägt, deren Auswirkungen auf die klassische chemische Analytik wie auch auf die moderne instrumentelle Analytik noch nicht in vollem Umfang abzusehen sind.

Dabei handelt es sich zum einen um Neuerungen, die durch das *Gesetz über Einheiten im Meßwesen* vom 2. 7. 1969 sowie das *Gesetz zur Änderung des Gesetzes über Einheiten im Meßwesen* vom 6. 7. 1973 und deren Durchführungsverordnungen verbindlich geworden sind. Neben der schrittweisen **Einführung** der **SI-Einheiten** waren dabei insbesondere die Definition der *Stoffmenge* als Basisgröße sowie die daraus resultierenden terminologischen Neuerungen (z. B. *molare Masse*, *Stoffmengenkonzentration* etc.) im Bereich der chemischen bzw. physikalisch-chemischen Analytik für die vorliegende Neuauflage von besonderem Belang. Sie erfordern einen grundlegenden Wandel in der quantitativ chemischen Denkweise, wie er auch in DIN 32625 (Stoffmenge und davon abgeleitete Größen), DIN 32626 (Stoffportion) sowie DIN 32630 (Arbeitsbereiche analytischer Bestimmungsmethoden) zum Ausdruck kommt. Dieser Sachverhalt wurde durch Anwendung der neuen Begriffe

berücksichtigt, wenngleich die Diskussion darüber, insbesondere was DIN 32625 angeht, noch nicht abgeschlossen ist. Wichtige bisher gebräuchliche Begriffe werden daher noch zusätzlich angegeben.

Zum anderen wurden durch die rasche Entwicklung der Mikroelektronik, verbunden mit der Einführung von Taschenrechnern und Kleinkomputern in nahezu alle Bereiche der Analytik bis hin in die Ausbildungsstätten, die Logarithmen als klassische Rechenhilfe weniger bedeutend. An ihrer Stelle wurden vermehrt Formeln, zum Teil kombiniert mit praktischen Rechenbeispielen, aufgenommen. Damit soll neben dem Zahlenmaterial ein möglichst einfacher und schneller Lösungsweg aufgezeigt werden. Das Angebot von Rechenhilfen im Sinne der Unterstützung von Rechenfertigkeiten soll vermehrt durch praktische Anleitungen zum systematischen Auffinden von Lösungen ersetzt werden. Dabei muß jedoch durch Üben im Bewerten von Rechenergebnissen bei der Benutzung von elektronischen Rechnern einer kritiklosen Stellengläubigkeit entgegengewirkt werden.

Ziel der vorliegenden Auflage ist es wiederum, Angehörigen der naturwissenschaftlich-technischen und medizinisch-technischen Assistentenberufe (z. B. Laboranten, Chemo-techniker, physikalisch-technische Assistenten und medizinisch-technische Assistenten), Studenten der Chemie und anderer naturwissenschaftlicher Disziplinen, aber auch dem praktisch arbeitenden Naturwissenschaftler das notwendige Zahlenmaterial und die praktische Anleitung zur Durchführung wichtiger Berechnungen zur Verfügung zu stellen.

Für Hinweise auf Druckfehler, Vorschläge zur Umgestaltung sowie die Zusendung von Beiträgen während der vergangenen Jahre sei an dieser Stelle vor allem gedankt: Prof. Dr. Dr. h. c. Fischer (Freiburg), Dr. Ph. Fresenius (Karlsruhe), C. Krieger (Heidelberg), Dr. U. Meißner (Heidelberg), Dr. E. Merkel (Ludwigshafen), Dr. H.J. Ostmann (Frankfurt), Prof. Dr. Reinecke (Lemgo). Danken möchte ich insbesondere auch Herrn Prof. Dr. G. Schulze (Berlin) und Herrn Dr. R. Weber (Berlin) für kritische Hinweise und Ratschläge bei der Bearbeitung der Neuauflage. Gleichzeitig sei hier die Bitte geäußert, auch in Zukunft die Diskussion zwischen Autor und Benutzern aufrecht zu erhalten.

Herrn Prof. Dr. K. Fischbeck, der das Erscheinen der 102. Auflage leider nicht mehr erleben konnte, danke ich für Anregungen und vielseitige Unterstützung bei der vorliegenden Neubearbeitung. Mein Dank gilt ferner Herrn Prof. Dr. Dr. H.A. Staab für wertvolle Ratschläge sowie meiner Frau U. Ruland für ihre Mithilfe bei der Gestaltung des Manuskriptes. Dem Verlag Walter de Gruyter bin ich für die Übertragung der Neubearbeitung und für die gute Zusammenarbeit zum Dank verpflichtet.

Hirschberg, November 1981

*Alfred Ruland*

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Periodensystem der Elemente, Massen von Atomen, Verbindungen und Atomgruppen .....                | 4  |
| 1.1 Periodensystem der Elemente .....                                                                | 4  |
| 1.2 Elektronenkonfiguration der Elemente .....                                                       | 6  |
| 1.3 Protonenzahlen (Ordnungszahlen) und relative Atommassen der Elemente .....                       | 7  |
| 1.4 Ausgewählte Nuklide .....                                                                        | 10 |
| 1.5 Molare Massen gebräuchlicher Verbindungen und Atomgruppen; Massenanteile der Hauptelemente ..... | 13 |
| 1.6 Höhere Multipla ausgewählter Elemente und Atomgruppen .....                                      | 35 |
| 2. Volumetrie (Maßanalyse) .....                                                                     | 39 |
| 2.1 Faktoren zur Volumetrie (Maßanalytische Äquivalente) .....                                       | 39 |
| 2.1.1 Acidimetrie .....                                                                              | 40 |
| 2.1.2 Alkalimetrie .....                                                                             | 41 |
| 2.1.3 Argentometrie .....                                                                            | 42 |
| 2.1.4 Bromatometrie .....                                                                            | 43 |
| 2.1.5 Cerimetrie .....                                                                               | 44 |
| 2.1.6 Chromatometrie .....                                                                           | 44 |
| 2.1.7 Chromometrie .....                                                                             | 45 |
| 2.1.8 Iodometrie .....                                                                               | 45 |
| 2.1.9 Komplexometrie .....                                                                           | 46 |
| 2.1.10 Permanganometrie .....                                                                        | 48 |
| 2.1.11 Titanometrie .....                                                                            | 48 |
| 2.2 Angaben zur Herstellung von Maßlösungen .....                                                    | 49 |
| 2.3 Bestimmung des Titers .....                                                                      | 51 |
| 2.4 Wasserbestimmung nach Karl Fischer .....                                                         | 52 |
| 2.5 Bestimmung metallorganischer Verbindungen .....                                                  | 53 |
| 2.6 Indikatoren .....                                                                                | 53 |
| 2.6.1 Säure-Base-Indikatoren .....                                                                   | 53 |
| 2.6.2 Säure-Base-Indikatoren; Indikatorgemische .....                                                | 55 |
| 2.6.3 Fluoreszenzindikatoren .....                                                                   | 58 |
| 2.6.4 Adsorptionsindikatoren .....                                                                   | 58 |
| 2.6.5 Indikatoren zur Metalltitration .....                                                          | 59 |
| 2.6.6 Redox-Indikatoren .....                                                                        | 60 |
| 2.7 Maßanalytische Temperatur-Korrekturen .....                                                      | 62 |

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3. Gravimetrie .....                                                       | 65  |
| 3.1 Stöchiometrische (analytische) Faktoren .....                          | 66  |
| 3.2 Indirekte Analysen .....                                               | 79  |
| 3.3 Korrektur des Luftauftriebs bei genauen Wägungen .....                 | 82  |
| 4. Gasvolumetrie; Berechnung und Bestimmung von Gasvolumina ..             | 85  |
| 4.1 Reduktion von Gasvolumina auf Normbedingungen                          |     |
| Volumetrische Stickstoffbestimmung .....                                   | 85  |
| 4.1.1 Barometerkorrektur .....                                             | 86  |
| 4.1.2 Sättigungsdruck des Wasserdampfes über Wasser und Kalilauge .....    | 88  |
| 4.1.3 Gasreduktionstabelle (Faktoren) .....                                | 89  |
| 4.2 Molare Volumina und Dichte von Gasen .....                             | 100 |
| 4.3 Molare Volumina feuchter idealer Gase                                  |     |
| Temperaturabhängigkeit .....                                               | 102 |
| 4.4 Molare Volumina trockener idealer Gase                                 |     |
| Temperaturabhängigkeit .....                                               | 102 |
| 4.5 Volumetrische Bestimmung von Gasen .....                               | 103 |
| 4.6 Volumetrische Bestimmung gasentwickelnder Stoffe .....                 | 104 |
| 5. Bestimmung der molaren Masse .....                                      | 107 |
| 5.1 Bestimmung nach Victor Meyer .....                                     | 107 |
| 5.2 Bestimmung aus der Dampfdruckerniedrigung .....                        | 108 |
| 6. Temperaturmessung .....                                                 | 111 |
| 6.1 Primäre thermometrische Fixpunkte                                      |     |
| Internationale praktische Kelvin-Temperatur-Skala .....                    | 111 |
| 6.2 Sekundäre thermometrische Fixpunkte .....                              | 111 |
| 6.3 Thermometergläser und Füllungen, Anwendungsbereiche .....              | 112 |
| 6.4 Widerstands-Grundwerte für Platin-Meßwiderstände .....                 | 113 |
| 6.5 Thermospannungen von Thermoelementen .....                             | 113 |
| 6.6 Fadenkorrektur für das Quecksilberthermometer .....                    | 114 |
| 6.7 Korrektur des Siedepunktes in Abhängigkeit vom Druck .....             | 115 |
| 7. Pyknometrie, Dichtetabellen .....                                       | 117 |
| 7.1 Allgemeines .....                                                      | 117 |
| 7.2 Bestimmung der Dichte einer Flüssigkeit mit dem Pyknometer .....       | 117 |
| 7.3 Bestimmung der Dichte einer Flüssigkeit über die relative Dichte ..... | 118 |
| 7.4 Bestimmung der Dichte eines Festkörpers mit dem Pyknometer .....       | 119 |
| 7.5 Volumenbestimmung von Meßgeräten .....                                 | 119 |
| 7.5.1 Volumenbestimmung durch Auswägung mit Wasser .....                   | 121 |
| 7.5.2 Volumenbestimmung durch Auswägung mit Quecksilber                    |     |
| Dichte des Quecksilbers .....                                              | 122 |

|        |                                                                                                 |     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.5.3  | Prüfung von Volumenmeßgeräten .....                                                             | 122 |
| 7.5.4  | Toleranzen handelsüblicher Volumenmeßgeräte .....                                               | 124 |
| 7.6    | Dichtetabellen .....                                                                            | 125 |
| 7.6.1  | Dichte des Wassers bei verschiedenen Temperaturen .....                                         | 125 |
| 7.6.2  | Dichte und Gehalt von Lösungen .....                                                            | 126 |
| 8.     | Elektrochemie, Elektrolytlösungen .....                                                         | 133 |
| 8.1    | Elektrolyse, Elektrochemische Äquivalente .....                                                 | 133 |
| 8.2    | Längenbezogene Leitfähigkeit wäßriger Kaliumchloridlösungen .....                               | 135 |
| 8.3    | Löslichkeiten und Löslichkeitsprodukte .....                                                    | 135 |
| 8.4    | Mittlere Aktivitätskoeffizienten der gebräuchlichen Elektrolyte .....                           | 141 |
| 8.5    | Elektrodenpotentiale .....                                                                      | 144 |
| 8.5.1  | Konzentrationsabhängigkeit der Elektrodenpotentiale .....                                       | 144 |
| 8.5.2  | Internationales Weston-Element .....                                                            | 145 |
| 8.5.3  | Potentiale von Bezugselektroden gegen die Standard-Wasserstoffelektrode .....                   | 146 |
| 8.5.4  | Standardpotentiale .....                                                                        | 147 |
| 8.6    | Ionenprodukt des Wassers und pH-Wert .....                                                      | 151 |
| 8.6.1  | Ionenprodukt des Wassers bei verschiedenen Temperaturen .....                                   | 153 |
| 8.6.2  | pH-Wert-Messung .....                                                                           | 154 |
| 8.7    | Säuren-Basen-Gleichgewichte, Dissoziationskonstanten .....                                      | 155 |
| 8.8    | pH-Standardpufferlösungen für Eichzwecke .....                                                  | 157 |
| 8.9    | Puffergemische .....                                                                            | 159 |
| 9.     | Auswertung von Kristallpulveraufnahmen .....                                                    | 165 |
| 9.1    | Wellenlängen einiger K-Serien .....                                                             | 165 |
| 9.2    | Tabelle der $d$ -Werte und $\sin^2 \theta$ -Werte .....                                         | 166 |
| 9.3    | Quadratische Formen für das kubische System .....                                               | 175 |
| 10.    | Nomenklatur .....                                                                               | 177 |
| 10.1   | Namen anorganischer Säuren und ihrer Salze .....                                                | 177 |
| 10.2   | Namen von Ionen und Radikalen .....                                                             | 179 |
| 10.3   | Formeln und Bezifferung ausgewählter organischer Ringsysteme .....                              | 183 |
| 11.    | Größen, Einheiten und Umrechnungsfaktoren .....                                                 | 187 |
| 11.1   | Zeichen und Abkürzungen .....                                                                   | 187 |
| 11.2   | Größen und Einheiten, SI-Einheiten .....                                                        | 189 |
| 11.2.1 | SI-Basiseinheiten, Definition .....                                                             | 189 |
| 11.2.2 | Größen, Größenzeichen, Einheiten, Einheitenzeichen<br>Beziehungen und Umrechnungsfaktoren ..... | 191 |
| 11.3   | Physikalische Konstanten .....                                                                  | 202 |
| 11.4   | Dimensionslose Kennzahlen .....                                                                 | 203 |
| 11.5   | Umrechnungstabellen und Umrechnungsfaktoren .....                                               | 204 |
| 11.5.1 | Geschwindigkeit, Durchsatzgeschwindigkeit .....                                                 | 204 |
| 11.5.2 | Leistung, Wärmestrom, Energie, Wärme, Arbeit .....                                              | 205 |

|         |                                                                                                          |     |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 11.5.3  | Molare Gaskonstante .....                                                                                | 205 |
| 11.5.4  | Druck.....                                                                                               | 206 |
| 11.5.5  | Temperatur .....                                                                                         | 207 |
| 11.5.6  | Umrechnung von angelsächsischen in metrische Einheiten .....                                             | 210 |
| 11.5.7  | Wasserhärte – Umrechnung verschiedener Gehaltsangaben .....                                              | 212 |
| 11.5.8  | Gehaltsgrößen .....                                                                                      | 212 |
| 11.5.9  | Korngrößen .....                                                                                         | 213 |
| 11.5.10 | Durchlaßgrad – Extinktion.....                                                                           | 214 |
| 12.     | Formeln und Rechenhilfen .....                                                                           | 217 |
| 12.1    | Auswahl mathematischer Formeln .....                                                                     | 217 |
| 12.2    | Rechnen mit kleinen Werten.....                                                                          | 219 |
| 12.3    | Differential- und Integralrechnung .....                                                                 | 220 |
| 12.4    | Berechnung von Flächen und Körpern .....                                                                 | 221 |
| 12.5    | Wichtige Beziehungen aus Physik, physikalischer Chemie und Chemie... ..                                  | 223 |
| 12.6    | Umrechnung von Stoff- und Gehaltsgrößen.....                                                             | 235 |
| 12.7    | Mischungsrechnen .....                                                                                   | 237 |
| 12.8    | Berechnung der Summenformel einer Verbindung .....                                                       | 239 |
| 12.9    | Fehler- und Ausgleichsrechnung .....                                                                     | 240 |
| 13.     | Tabellen zur chemischen und chemisch-analytischen Arbeitstechnik .....                                   | 245 |
| 13.1    | Nachweisvermögen spurenanalytischer Bestimmungsmethoden .....                                            |     |
|         | der Elemente, vergleichende Übersicht .....                                                              | 245 |
| 13.2    | Ionenaustauscher – Vergleichstabelle .....                                                               | 248 |
| 13.3    | Gehalt von Spurenelementen in destilliertem Wasser .....                                                 | 258 |
| 13.4    | Entfernung von Spurenelementen aus Wasser mittels Ionenaustauscher ..                                    | 258 |
| 13.5    | Filterpapiere für quantitative Analysen – Vergleichstabelle .....                                        | 259 |
| 13.6    | Filterpapiere für qualitative Analysen – Vergleichstabelle .....                                         | 260 |
| 13.7    | Glasfiltergeräte: Porosität, Anwendung und Reinigung .....                                               | 260 |
| 13.8    | Chemikalienbeständigkeit von Kunststoffen .....                                                          | 262 |
| 13.9    | Eis-Salz-Kältemischungen.....                                                                            | 263 |
| 13.10   | Relative Luftfeuchtigkeit und Wasserdampfdruck von Schwefelsäure-<br>lösungen .....                      | 264 |
| 13.11   | Trockenmittel: Anwendung, Restwassergehalte und Regenerierungs-<br>bedingungen .....                     | 264 |
| 13.12   | Organische Lösemittel: Eigenschaften und Trocknung .....                                                 | 267 |
| 13.13   | Lösemittel für die Flüssig-Chromatographie,<br>geordnet nach steigender Polarität (Eluotrope Reihe)..... | 269 |
| 13.14   | Wichtige Spektrallinien .....                                                                            | 270 |
| 14.     | Literatur .....                                                                                          | 271 |
|         | Anhang: Fünzfiffrige Mantissen zu den dekadischen Logarithmen .....                                      | 275 |
|         | Sachregister .....                                                                                       | 303 |

## Vorbemerkungen

### Wichtige Größenzeichen<sup>a)</sup>

|             |                                                                                                                             |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $c(X)$      | Stoffmengenkonzentration, Konzentration in mol/l<br>(Molarität $M$ , auf Äquivalente bezogen Normalität $N$ ) <sup>b)</sup> |
| $m$         | Masse in g                                                                                                                  |
| $M(X)$      | molare Masse (Molekulargewicht, Molmasse) <sup>b)</sup> in g/mol                                                            |
| $n(X)$      | Stoffmenge (Molzahl, Molmenge) <sup>b)</sup> in mol                                                                         |
| $p$         | Druck in bar, mbar                                                                                                          |
| $p_n$       | Normdruck (1013,25 mbar)                                                                                                    |
| $t$         | Temperatur in °C                                                                                                            |
| $T$         | Temperatur in K                                                                                                             |
| $T_n$       | Normtemperatur (273,15 K)                                                                                                   |
| $V$         | Volumen in l, ml                                                                                                            |
| $V_n$       | Normvolumen ( $V$ bei 1013,25 mbar und 0°C) in l, (bzw. dm <sup>3</sup> ) oder ml                                           |
| $V_m(X)$    | molares Volumen (Molvolumen) <sup>b)</sup> in l/mol                                                                         |
| $V_{mn}(X)$ | molares Normvolumen in l/mol                                                                                                |
| $w$         | Massenanteil in % (Gew.-%) <sup>b)</sup>                                                                                    |
| $\beta$     | Massenkonzentration, Konzentration in g/l                                                                                   |
| $\rho$      | Dichte in g/ml                                                                                                              |

### Kurze Definition der im Bereich der chemischen Analytik wichtigen Begriffe Stoffmenge, molare Masse, Stoffmengenkonzentration und Äquivalent [1, 2]

Die SI-Basiseinheit der Stoffmenge  $n$  (früher Molzahl) ist das Mol (Formelzeichen mol). Die stoffmengenbezogenen Größen molare Masse  $M$  (früher Molmasse) und Stoffmengenkonzentration  $c$ <sup>c)</sup> (früher Molarität) sind damit wie folgt definiert:

|                                |                         |                                                                        |
|--------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Stoffmenge:                    | $n(X)$                  | Einheitenname: Mol<br>z. B. $n(\text{NaCl}) = 0,2 \text{ mol}$         |
| molare Masse:                  | $M(X) = \frac{m}{n(X)}$ | übliche Einheit: g/mol<br>z. B. $M(\text{NH}_3) = 17,03 \text{ g/mol}$ |
| $m$ : Masse einer Stoffportion |                         |                                                                        |

<sup>a)</sup> Weitere Abkürzungen, Zeichen und Symbole finden sich in den Kapiteln 11 und 12.

<sup>b)</sup> Bezeichnungen, die nicht mehr empfohlen werden.

<sup>c)</sup> Wenn keine Verwechslungsgefahr mit der Massenkonzentration besteht, kann auch nur der Begriff Konzentration verwendet werden.

## 2 Vorbemerkung

Stoffmengenkonzentration:  $c(X) = \frac{n(X)}{V(L)}$  übliche Einheit: mol/l  
 $V(L)$ : Volumen der Lösung z. B.  $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/l}$  ( $= 0,1 \text{ M}$ )

Bei Angaben der Stoffmenge und stoffmengenbezogener Größen sind in Klammern hinter den Formelzeichen ( $n$ ,  $M$ ,  $c$ ) immer die Teilchen<sup>a)</sup> anzugeben, auf die sich die Größenangaben beziehen. Unter dem Oberbegriff Teilchen werden in diesem Zusammenhang Atome, Moleküle, Ionen, Äquivalente usw. verstanden.

Die für die Stoffmenge  $n$  früher verwendeten und auf Atome bzw. Äquivalente bezogenen Einheiten Tom bzw. Val ( $1 \text{ val} = 1 \text{ mol} / \text{wirksame Wertigkeit}$ ) sind nicht mehr zulässig. Damit entfällt auch die bisher übliche Gehaltsgröße Normalität  $N$  ( $1 \text{ val/l}$ )<sup>b)</sup>. Statt dessen bezieht man die oben genannten Größen (Stoffmenge, molare Masse, Stoffmengenkonzentration) unter Beibehaltung ihrer Einheiten auf Äquivalente:

Das Äquivalent ist dabei definiert als Bruchteil  $\frac{1}{z^*}$  eines Teilchens  $X$ , der z. B.:

a) bei Neutralisationsreaktionen ein  $\text{H}^+$ - oder  $\text{OH}^-$ -Ion liefert,

(z. B.  $\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\frac{1}{3} \text{H}_3\text{PO}_4$ )

**Neutralisations-Äquivalent**

b) bei Redox-Reaktionen ein Elektron aufnimmt oder abgibt,

(z. B.  $\frac{1}{6} \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\frac{1}{5} \text{KMnO}_4$ )

**Redox-Äquivalent**

c) bei elektrolytischen Vorgängen und Ionenaustauschern eine Ladung trägt,

(z. B.  $\frac{1}{3} \text{Fe}^{3+}$ ,  $\frac{1}{2} \text{Mg}^{2+}$ )

**Ionen-Äquivalent.**

Die Anzahl der Äquivalente  $z^*$  eines Teilchens  $X$  wird Äquivalentzahl genannt.

Stoffmenge, molare Masse und Stoffmengenkonzentration von Äquivalenten:

Stoffmenge von Äquivalenten:  $n\left(\frac{1}{z^*}X\right)$  Einheit: Mol  
 z. B.  $n\left(\frac{1}{2} \text{Ca}^{2+}\right) = 0,2 \text{ mol}$

molare Masse von Äquivalenten:  $M\left(\frac{1}{z^*}X\right) = \frac{m}{n\left(\frac{1}{z^*}X\right)}$  übliche Einheit: g/mol  
 (früher Äquivalentmasse) z. B.  $M\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4\right) = 49 \text{ g/mol}$

Stoffmengenkonzentration von Äquivalenten (früher Normalität)  $c\left(\frac{1}{z^*}X\right) = \frac{n\left(\frac{1}{z^*}X\right)}{V(L)}$  übliche Einheit: mol/l

<sup>a)</sup> Vgl. dazu auch Tabelle 2.2.

<sup>b)</sup> Im Kapitel Volumetrie wird die Normalität in Klammern neben der Stoffmengenkonzentration angegeben.

$$\begin{aligned} \text{z. B. } c\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4\right) &= 0,1 \text{ mol/l} \hat{=} c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05 \text{ mol/l} \hat{=} 0,1 \text{ N H}_2\text{SO}_4 \\ c\left(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4\right) &= 0,1 \text{ mol/l} \hat{=} c(\text{KMnO}_4) = 0,02 \text{ mol/l} \hat{=} 0,1 \text{ N KMnO}_4 \end{aligned}$$

Wie man sieht, lassen sich dadurch Änderungen der Zahlenwerte gegenüber Angaben in den bisherigen Einheiten (val, val/l bzw. Normalität) umgehen. Darüber hinaus wird empfohlen, um Unklarheiten auszuschließen,  $n$ ,  $M$  und  $c$  wie in den obigen Beispielen stets in Form von Größengleichungen anzugeben.

# 1 Periodensystem der Elemente, Massen von Atomen, Verbindungen und Atomgruppen

## 1.1 Periodensystem der Elemente [3]

| IA                 | IIA                | IIIB               | IVB                                     | VB                                  | VIB                | VIIB               | VIIIB              |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1<br>H<br>1.008    |                    |                    |                                         |                                     |                    |                    |                    |                    |
| 3<br>Li<br>6.939   | 4<br>Be<br>9.012   |                    |                                         |                                     |                    |                    |                    |                    |
| 11<br>Na<br>22.990 | 12<br>Mg<br>24.312 |                    |                                         |                                     |                    |                    |                    |                    |
| 19<br>K<br>39.102  | 20<br>Ca<br>40.08  | 21<br>Sc<br>44.956 | 22<br>Ti<br>47.88                       | 23<br>V<br>50.942                   | 24<br>Cr<br>51.996 | 25<br>Mn<br>54.938 | 26<br>Fe<br>55.847 | 27<br>Co<br>58.933 |
| 37<br>Rb<br>85.47  | 38<br>Sr<br>87.62  | 39<br>Y<br>88.905  | 40<br>Zr<br>91.22                       | 41<br>Nb<br>92.906                  | 42<br>Mo<br>95.94  | 43<br>Tc<br>(99)   | 44<br>Ru<br>101.07 | 45<br>Rh<br>102.91 |
| 55<br>Cs<br>132.91 | 56<br>Ba<br>137.34 | 57<br>La<br>138.91 | 72<br>Hf<br>178.49                      | 73<br>Ta<br>180.95                  | 74<br>W<br>183.85  | 75<br>Re<br>186.2  | 76<br>Os<br>190.2  | 77<br>Ir<br>192.2  |
| 87<br>Fr<br>(223)  | 88<br>Ra<br>(226)  | 89<br>Ac<br>(227)  | 104<br>(Unq) <sup>a)</sup><br>(257–260) | 105<br>(Unp) <sup>b)</sup><br>(260) |                    |                    |                    |                    |
| 58<br>Ce<br>140.12 | 59<br>Pr<br>140.91 | 60<br>Nd<br>144.24 | 61<br>Pm<br>(145)                       | 62<br>Sm<br>150.36                  | 63<br>Eu<br>151.96 | 64<br>Gd<br>157.25 | 65<br>Tb<br>158.92 | 66<br>Dy<br>162.50 |
| 90<br>Th<br>232.04 | 91<br>Pa<br>(231)  | 92<br>U<br>238.03  | 93<br>Np<br>(237)                       | 94<br>Pu<br>(242)                   | 95<br>Am<br>(243)  | 96<br>Cm<br>(247)  | 97<br>Bk<br>(249)  | 98<br>Cf<br>(251)  |

<sup>a)</sup> auch Rf, Rutherfordium bzw. Ku, Kurtschatovium

<sup>b)</sup> auch Ns, Nielsbohrium bzw. Ha, Hahnium

VIIIB   IB   IIB   IIIA   IVA   VA   VIA   VIIA   VIIIA

|                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 2<br>He<br>4.003   |
|                    |                    |                    | 5<br>B<br>10.811   | 6<br>C<br>12.011   | 7<br>N<br>14.007   | 8<br>O<br>15.999   | 9<br>F<br>18.998   | 10<br>Ne<br>20.183 |
|                    |                    |                    | 13<br>Al<br>26.982 | 14<br>Si<br>28.086 | 15<br>P<br>30.974  | 16<br>S<br>32.06   | 17<br>Cl<br>35.453 | 18<br>Ar<br>39.948 |
| 28<br>Ni<br>58.69  | 29<br>Cu<br>63.54  | 30<br>Zn<br>65.37  | 31<br>Ga<br>69.72  | 32<br>Ge<br>72.59  | 33<br>As<br>74.922 | 34<br>Se<br>78.96  | 35<br>Br<br>79.904 | 36<br>Kr<br>83.80  |
| 46<br>Pd<br>106.42 | 47<br>Ag<br>107.87 | 48<br>Cd<br>112.40 | 49<br>In<br>114.82 | 50<br>Sn<br>118.71 | 51<br>Sb<br>121.75 | 52<br>Te<br>127.60 | 53<br>I<br>126.90  | 54<br>Xe<br>131.30 |
| 78<br>Pt<br>195.09 | 79<br>Au<br>196.97 | 80<br>Hg<br>200.59 | 81<br>Tl<br>204.38 | 82<br>Pb<br>207.19 | 83<br>Bi<br>208.98 | 84<br>Po<br>(210)  | 85<br>At<br>(210)  | 86<br>Rn<br>(222)  |

|                    |                    |                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 67<br>Ho<br>164.93 | 68<br>Er<br>167.26 | 69<br>Tm<br>168.93 | 70<br>Yb<br>173.04 | 71<br>Lu<br>174.97 |
| 99<br>Es<br>(254)  | 100<br>Fm<br>(253) | 101<br>Md<br>(256) | 102<br>No<br>(259) | 103<br>Lr<br>(257) |

| Schale                                                       | K      | L        | M          | N             | O                                              | P          | Q      |
|--------------------------------------------------------------|--------|----------|------------|---------------|------------------------------------------------|------------|--------|
| Quantenzahlen $\begin{smallmatrix} n \\ l \end{smallmatrix}$ | 1<br>0 | 2<br>0 1 | 3<br>0 1 2 | 4<br>0 1 2 3  | 5<br>0 1 2 3                                   | 6<br>0 1 2 | 7<br>0 |
| Elektronensymbol                                             | 1s     | 2s 2p    | 3s 3p 3d   | 4s 4p 4d 4f   | 5s 5p 5d 5f                                    | 6s 6p 6d   | 7s     |
| 1 H                                                          | 1      |          |            |               |                                                |            |        |
| 2 He                                                         | 2      |          |            |               |                                                |            |        |
| 3 Li                                                         | 2      | 1        |            |               |                                                |            |        |
| 4 Be                                                         | 2      | 2        |            |               |                                                |            |        |
| 5 B                                                          | 2      | 2 1      |            |               |                                                |            |        |
| 6...9 C...F                                                  | 2      | 2 2...5  |            |               |                                                |            |        |
| 10 Ne                                                        | 2      | 2 6      |            |               |                                                |            |        |
| 11 Na                                                        | 2      | 2 6      | 1          |               |                                                |            |        |
| 12 Mg                                                        | 2      | 2 6      | 2          |               |                                                |            |        |
| 13 Al                                                        | 2      | 2 6      | 2 1        |               |                                                |            |        |
| 14...17 Si...Cl                                              | 2      | 2 6      | 2 2...5    |               |                                                |            |        |
| 18 Ar                                                        | 2      | 2 6      | 2 6        |               |                                                |            |        |
| 19 K                                                         | 2      | 2 6      | 2 6        | 1             |                                                |            |        |
| 20 Ca                                                        | 2      | 2 6      | 2 6        | 2             |                                                |            |        |
| 21 Sc                                                        | 2      | 2 6      | 2 6 1      | 2             |                                                |            |        |
| 22, 23 Ti...V                                                | 2      | 2 6      | 2 6 2...3  | 2             |                                                |            |        |
| 24 Cr                                                        | 2      | 2 6      | 2 6        | 5 1           |                                                |            |        |
| 25...28 Mn...Ni                                              | 2      | 2 6      | 2 6 5...8  | 2             |                                                |            |        |
| 29 Cu                                                        | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 1             |                                                |            |        |
| 30 Zn                                                        | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2             |                                                |            |        |
| 31...36 Ga...Kr                                              | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 1...6       |                                                |            |        |
| 37...38 Rb...Sr                                              | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6           | 1...2                                          |            |        |
| 39...40 Y...Zr                                               | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 1...2     | 2                                              |            |        |
| 41...42 Nb...Mo                                              | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 4...5     | 1                                              |            |        |
| 43 Tc                                                        | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 5         | 2                                              |            |        |
| 44...45 Ru...Rh                                              | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 7...8     | 1                                              |            |        |
| 46 Pd                                                        | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 10        |                                                |            |        |
| 47...48 Ag...Cd                                              | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 10        | 1...2                                          |            |        |
| 49...54 In...Xe                                              | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 10        | 2 1...6                                        |            |        |
| 55...56 Cs...Ba                                              | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 10        | 2 6                                            | 1...2      |        |
| 57 La                                                        | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 10        | 2 6 1                                          | 2          |        |
| 58...71 Ce...Lu                                              | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 10 1...14 | 2 6 1                                          | 2          |        |
| 72...77 Hf...Ir                                              | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 10 14     | 2 6 2...7                                      | 2          |        |
| 78 Pt                                                        | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 10 14     | 2 6 9                                          | 1          |        |
| 79...80 Au...Hg                                              | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 10 14     | 2 6 10                                         | 1...2      |        |
| 81...86 Tl...Rn                                              | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 10 14     | 2 6 10                                         | 2 1...6    |        |
| 87...88 Fr...Ra                                              | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 10 14     | 2 6 10                                         | 2 6        | 1...2  |
| 89 Ac                                                        | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 10 14     | 2 6 10                                         | 2 6 1      | 2      |
| 90...103 Th...Lr                                             | 2      | 2 6      | 2 6 10     | 2 6 10 14     | 2 6 10 1...14                                  | 2 6 1      | 2      |
|                                                              | 2      | 8        | 18         | 32            | Elektronenzahlen<br>der voll besetzten Schalen |            |        |

### 1.3 Protonenzahlen (Ordnungszahlen) und relative Atommassen der Elemente

Die Tabelle enthält die relativen Atommassen, wie sie von der Internationalen Union für Reine und Angewandte Chemie (IUPAC) nach dem Stand von 1983 veröffentlicht wurden [3]. Sie sind das Verhältnis der durchschnittlichen Masse je Atom eines Elements in der natürlichen Nuklidzusammensetzung zu  $\frac{1}{12}$  der Masse eines Atoms des Nuklids  $^{12}\text{C}$ . Als relative Größen haben sie das Dimensionsprodukt 1. Die Atommassen mancher Elemente sind nicht konstant, sondern abhängig von der Herkunft und der Behandlung des Materials. Ein Stern (\*) hinter dem Namen kennzeichnet die Elemente, von denen keine stabilen Nuklide existieren. Die Genauigkeit der Werte ist – unter Berücksichtigung der Anmerkungen –  $\pm 1$  der letzten Ziffer, sofern nicht anders angegeben.

| Name         | Symbol | Protonen-<br>zahl | relative<br>Atommasse $A_r$ |
|--------------|--------|-------------------|-----------------------------|
| Actinium*    | Ac     | 89                | (227)                       |
| Aluminium    | Al     | 13                | 26,98154                    |
| Americium*   | Am     | 95                | (243)                       |
| Antimon      | Sb     | 51                | $121,75 \pm 3$              |
| Argon        | Ar     | 18                | $39,948^{(g,r)}$            |
| Arsen        | As     | 33                | 74,9216                     |
| Astat        | At     | 85                | (210)                       |
| Barium       | Ba     | 56                | $137,33^{(g)}$              |
| Berkelium*   | Bk     | 97                | (247)                       |
| Beryllium    | Be     | 4                 | 9,01218                     |
| Bismut       | Bi     | 83                | 208,9804                    |
| Blei         | Pb     | 82                | 207,2                       |
| Bor          | B      | 5                 | $10,811 \pm 5^{(m,r)}$      |
| Brom         | Br     | 35                | 79,904                      |
| Cadmium      | Cd     | 48                | $112,41^{(g)}$              |
| Caesium      | Cs     | 55                | 132,9054                    |
| Calcium      | Ca     | 20                | $40,078^{(g)}$              |
| Californium* | Cf     | 98                | (251)                       |
| Cer          | Ce     | 58                | $140,12^{(g)}$              |
| Chlor        | Cl     | 17                | 35,453                      |
| Chrom        | Cr     | 24                | $51,9961 \pm 6$             |
| Cobalt       | Co     | 27                | 58,9332                     |
| Curium*      | Cm     | 96                | (247)                       |
| Dysprosium   | Dy     | 66                | $162,50 \pm 3^{(g)}$        |
| Einsteinium* | Es     | 99                | (252)                       |
| Eisen        | Fe     | 26                | 55,847                      |
| Erbium       | Er     | 68                | $167,26 \pm 3^{(g)}$        |
| Europium     | Eu     | 63                | $151,96^{(g)}$              |
| Fermium*     | Fm     | 100               | (257)                       |
| Fluor        | F      | 9                 | 18,998403                   |
| Francium*    | Fr     | 87                | (223)                       |
| Gadolinium   | Gd     | 64                | $157,25 \pm 3^{(g)}$        |
| Gallium      | Ga     | 31                | $69,723 \pm 4$              |
| Germanium    | Ge     | 32                | $72,59 \pm 3$               |
| Gold         | Au     | 79                | 196,9665                    |

| Name          | Symbol | Protonen-<br>zahl | relative<br>Atommasse $A_r$ |
|---------------|--------|-------------------|-----------------------------|
| Hafnium       | Hf     | 72                | $178,49 \pm 3$              |
| Helium        | He     | 2                 | $4,00260 \pm 2^{g,r)}$      |
| Holmium       | Ho     | 67                | 164,9304                    |
| Indium        | In     | 49                | $114,82^{g)}$               |
| Iod           | I      | 53                | 126,9045                    |
| Iridium       | Ir     | 77                | $192,22 \pm 3$              |
| Kalium        | K      | 19                | 39,098                      |
| Kohlenstoff   | C      | 6                 | $12,011^{r)}$               |
| Krypton       | Kr     | 36                | $83,80^{g,m)}$              |
| Kupfer        | Cu     | 29                | $63,546 \pm 3^{r)}$         |
| Lanthan       | La     | 57                | $138,9055 \pm 3^{g)}$       |
| Lawrencium*   | Lr     | 103               | (260)                       |
| Lithium       | Li     | 3                 | $6,941 \pm 2^{g,m,r)}$      |
| Lutetium      | Lu     | 71                | $174,967^{g)}$              |
| Magnesium     | Mg     | 12                | 24,305                      |
| Mangan        | Mn     | 25                | 54,9380                     |
| Mendelevium*  | Md     | 101               | (258)                       |
| Molybdän      | Mo     | 42                | 95,94                       |
| Natrium       | Na     | 11                | 22,98977                    |
| Neodym        | Nd     | 60                | $144,24 \pm 3^{g)}$         |
| Neon          | Ne     | 10                | $20,179^{g,m)}$             |
| Neptunium*    | Np     | 93                | (237)                       |
| Nickel        | Ni     | 28                | 58,69                       |
| Niob          | Nb     | 41                | 92,9064                     |
| Nobelium*     | No     | 102               | (259)                       |
| Osmium        | Os     | 76                | $190,2^{g)}$                |
| Palladium     | Pd     | 46                | $106,42^{g)}$               |
| Phosphor      | P      | 15                | 30,97376                    |
| Platin        | Pt     | 78                | $195,08 \pm 3$              |
| Plutonium*    | Pu     | 94                | (244)                       |
| Polonium*     | Po     | 84                | (209)                       |
| Praseodym     | Pr     | 59                | 140,9077                    |
| Promethium    | Pm     | 61                | (145)                       |
| Protactinium* | Pa     | 91                | 231,0359                    |
| Quecksilber   | Hg     | 80                | $200,59 \pm 3$              |
| Radium*       | Ra     | 88                | (226)                       |
| Radon*        | Rn     | 86                | (222)                       |
| Rhenium       | Re     | 75                | 186,207                     |
| Rhodium       | Rh     | 45                | 102,9055                    |
| Rubidium      | Rb     | 37                | $85,4678 \pm 3^{g)}$        |
| Ruthenium     | Ru     | 44                | $101,07 \pm 2^{g)}$         |
| Samarium      | Sm     | 62                | $150,36 \pm 3^{g)}$         |
| Sauerstoff    | O      | 8                 | $15,9994 \pm 3^{g,r)}$      |
| Scandium      | Sc     | 21                | $44,95591 \pm 1$            |
| Schwefel      | S      | 16                | $32,066 \pm 6^{r)}$         |
| Selen         | Se     | 34                | $78,96 \pm 3$               |
| Silber        | Ag     | 47                | $107,8682 \pm 3^{g)}$       |
| Silicium      | Si     | 14                | $28,0855 \pm 3^{r)}$        |
| Stickstoff    | N      | 7                 | $14,0067^{g)}$              |

| Name          | Symbol | Protonen-<br>zahl | relative<br>Atommasse $A_r$   |
|---------------|--------|-------------------|-------------------------------|
| Strontium     | Sr     | 38                | 87,62 <sup>g)</sup>           |
| Tantal        | Ta     | 73                | 180,9479                      |
| Technetium*   | Tc     | 43                | (98)                          |
| Tellur        | Te     | 52                | 127,60 ± 3 <sup>g)</sup>      |
| Terbium       | Tb     | 65                | 158,9254                      |
| Thallium      | Tl     | 81                | 204,383                       |
| Thorium*      | Th     | 90                | 232,0381 <sup>g)</sup>        |
| Thulium       | Tm     | 69                | 168,9342                      |
| Titan         | Ti     | 22                | 47,88 ± 3                     |
| Unnilpentium* | Unp    | 105               | (262)                         |
| Unnilquadium* | Unq    | 104               | (261)                         |
| Uran*         | U      | 92                | 238,0289 <sup>g,m)</sup>      |
| Vanadium      | V      | 23                | 50,9415                       |
| Wasserstoff   | H      | 1                 | 1,00794 ± 7 <sup>g,m,r)</sup> |
| Wolfram       | W      | 74                | 183,85 ± 3                    |
| Xenon         | Xe     | 54                | 131,29 ± 3 <sup>g,m)</sup>    |
| Ytterbium     | Yb     | 70                | 173,04 ± 3                    |
| Yttrium       | Y      | 39                | 88,9059 <sup>g)</sup>         |
| Zink          | Zn     | 30                | 65,38 ± 2                     |
| Zinn          | Sn     | 50                | 118,710 ± 7                   |
| Zirkonium     | Zr     | 40                | 91,224 ± 2 <sup>g)</sup>      |

- g Geologisch außergewöhnliche Proben sind bekannt, in denen das Element eine Isotopen-Zusammensetzung außerhalb der Grenzen für normales Material hat. Der Unterschied der Atommasse des Elements in solchen Proben und dem in der Tabelle gegebenen kann die angegebene Unsicherheit beträchtlich überschreiten.
- m Modifizierte (veränderte) Isotopen-Zusammensetzungen können in käuflich erwerblichem Material gefunden werden, weil es einer nicht genannten oder nicht bekannten Isotopentrennung unterworfen wurde.
- r Schwankungen der Isotopen-Zusammensetzung in normalem irdischen Material verhindern genauere Werte als die angegebenen. Die Tabellenwerte sollen für alle normalen Materialien anwendbar sein.

## 1.4 Ausgewählte Nuklide

*Inaktive Nuklide*

| Symbol           | Nuklid      | relative<br>Atommasse | natürliches<br>Vorkommen<br>in % ( <i>m/m</i> ) | Spin          |
|------------------|-------------|-----------------------|-------------------------------------------------|---------------|
| $^1\text{H}$     | Wasserstoff | 1,007825              | 99,985                                          | $\frac{1}{2}$ |
| $^2\text{H}$     | Deuterium   | 2,0140                | 0,015                                           | 1             |
| $^7\text{Li}$    | Lithium     | 7,01600               | 92,58                                           | $\frac{3}{2}$ |
| $^{11}\text{B}$  | Bor         | 11,00931              | 80,3                                            | $\frac{3}{2}$ |
| $^{12}\text{C}$  | Kohlenstoff | 12,0000               | 98,89                                           | 0             |
| $^{13}\text{C}$  | Kohlenstoff | 13,00335              | 1,108                                           | $\frac{1}{2}$ |
| $^{14}\text{N}$  | Stickstoff  | 14,003074             | 99,635                                          | 1             |
| $^{15}\text{N}$  | Stickstoff  | 15,00011              | 0,365                                           | $\frac{1}{2}$ |
| $^{16}\text{O}$  | Sauerstoff  | 15,99491              | 99,759                                          | 0             |
| $^{17}\text{O}$  | Sauerstoff  | 16,99913              | 0,037                                           | $\frac{1}{2}$ |
| $^{18}\text{O}$  | Sauerstoff  | 17,99916              | 0,204                                           | $\frac{5}{2}$ |
| $^{19}\text{F}$  | Fluor       | 18,9984               | 100                                             | $\frac{1}{2}$ |
| $^{23}\text{Na}$ | Natrium     | 22,9898               | 100                                             | $\frac{3}{2}$ |
| $^{28}\text{Si}$ | Silicium    | 27,97693              | 92,21                                           | 0             |
| $^{29}\text{Si}$ | Silicium    | 28,97649              | 4,70                                            | $\frac{1}{2}$ |
| $^{31}\text{P}$  | Phosphor    | 30,97376              | 100                                             | $\frac{1}{2}$ |
| $^{32}\text{S}$  | Schwefel    | 31,97207              | 95,0                                            | 0             |
| $^{33}\text{S}$  | Schwefel    | 32,97146              | 0,76                                            | $\frac{3}{2}$ |
| $^{34}\text{S}$  | Schwefel    | 33,96786              | 4,22                                            | 0             |
| $^{35}\text{Cl}$ | Chlor       | 34,96885              | 75,53                                           | $\frac{3}{2}$ |
| $^{37}\text{Cl}$ | Chlor       | 36,96590              | 24,47                                           | $\frac{3}{2}$ |
| $^{79}\text{Br}$ | Brom        | 78,9183               | 50,54                                           | $\frac{3}{2}$ |
| $^{81}\text{Br}$ | Brom        | 80,9163               | 49,46                                           | $\frac{3}{2}$ |

*Radionuklide, Halbwertszeiten, Zerfallsarten*

Symbole:

Halbwertszeit

Zerfallsart

a = Jahre

d = Tage

h = Stunden

m = Minuten

s = Sekunden

 $\alpha$  =  $\alpha$ -Teilchen $\beta^-$  =  $\beta^-$ -Teilchen $\beta^+$  = Positron $\gamma$  =  $\gamma$ -Strahlung

EC = Elektroneneinfang

SF = spontane Kernspaltung

IT = isomerer Übergang

| Nuklid          | Halbwertszeit       | Zerfallsart                           | Nuklid          | Halbwertszeit       | Zerfallsart                           |
|-----------------|---------------------|---------------------------------------|-----------------|---------------------|---------------------------------------|
| Actinium-227    | 21,77 a             | $\beta^-, \alpha, \gamma$             | Curium-247      | $1,56 \cdot 10^7$ a | $\alpha, \gamma$                      |
| Aluminium-26    | $7,16 \cdot 10^5$ a | $\beta^+, \text{EC}, \gamma$          | Dysprosium-159  | 144,4 d             | EC, $\gamma$                          |
| Americium-241   | 432,6 a             | $\alpha, \text{SF}, \gamma$           | Einsteinium-253 | 20,4 d              | $\alpha, \text{SF}, \gamma$           |
| Americium-243   | $7,37 \cdot 10^3$ a | $\alpha, \text{SF}, \gamma$           | Einsteinium-254 | 275,7 d             | $\alpha, \gamma$                      |
| Antimon-122     | 2,7 d               | $\beta^-, \beta^+, \text{EC}, \gamma$ | Eisen-55        | 2,7 a               | EC                                    |
| Antimon-124     | 60,3 d              | $\beta^-, \gamma$                     | Eisen-59        | 45,1 d              | $\beta^-, \gamma$                     |
| Arsen-76        | 26,4 h              | $\beta^-, \gamma$                     | Erbium-169      | 9,4 d               | $\beta^-, \gamma$                     |
| Arsen-77        | 38,8 h              | $\beta^-, \gamma$                     | Europium-154    | 8,8 a               | $\beta^-, \text{EC}, \gamma$          |
| Astat-210       | 8,3 h               | $\alpha, \text{EC}, \gamma$           | Europium-155    | 4,96 a              | $\beta^-, \gamma$                     |
| Barium-131      | 11,5 d              | $\beta^+, \text{EC}, \gamma$          | Fermium-257     | 100,5 d             | $\alpha, \text{SF}, \gamma$           |
| Barium-133      | 10,5 a              | EC, $\gamma$                          | Fluor-18        | 109,7 m             | $\beta^+, \text{EC}$                  |
| Berkelium-247   | $1,38 \cdot 10^3$ a | $\alpha, \gamma$                      | Francium-223    | 21,8 m              | $\beta^-, \alpha, \gamma$             |
| Berkelium-249   | 320 d               | $\beta^-, \alpha, \text{SF}, \gamma$  | Gadolinium-153  | 241,6 d             | EC, $\gamma$                          |
| Beryllium-7     | 53,29 d             | EC, $\gamma$                          | Gallium-67      | 78,3 h              | EC, $\gamma$                          |
| Bismut-210      | 5,01 d              | $\beta^-, \alpha, \gamma$             | Gallium-68      | 68,3 m              | $\beta^+, \text{EC}, \gamma$          |
| Blei-202        | $3,0 \cdot 10^5$ a  | EC                                    | Germanium-71    | 11,2 d              | EC                                    |
| Blei-210        | 22,3 a              | $\beta^-, \alpha, \gamma$             | Gold-195        | 183 d               | EC, $\gamma$                          |
| Brom-82         | 35,34 h             | $\beta^-, \gamma$                     | Gold-198        | 2,69 d              | $\beta^-, \gamma$                     |
| Cadmium-109     | 453 d               | EC                                    | Gold-199        | 3,14 d              | $\beta^-, \gamma$                     |
| Cadmium-115m    | 44,8 d              | $\beta^-, \gamma$                     | Hafnium-175     | 70 d                | EC, $\gamma$                          |
| Caesium-134     | 2,06 a              | $\beta^-, \beta^+, \gamma$            | Hafnium-181     | 42,4 d              | $\beta^-, \gamma$                     |
| Caesium-137     | 30,17 a             | $\beta^-$                             | Holmium-166     | 26,8 h              | $\beta^-, \gamma$                     |
| Calcium-41      | $1,03 \cdot 10^5$ a | EC                                    | Indium-114m     | 49,5 d              | EC, IT, $\gamma$                      |
| Calcium-45      | 163 d               | $\beta^-, \gamma$                     | Iod-125         | 60,14 d             | EC, $\gamma$                          |
| Calcium-47      | 4,54 d              | $\beta^-, \gamma$                     | Iod-131         | 8,02 d              | $\beta^-, \gamma$                     |
| Californium-251 | 898 a               | $\alpha, \gamma$                      | Iod-132         | 2,3 h               | $\beta^-, \gamma$                     |
| Californium-252 | 2,64 a              | $\alpha, \text{SF}, \gamma$           | Iridium-192     | 74 d                | $\beta^-, \text{EC}, \gamma$          |
| Californium-254 | 60,5 d              | $\alpha, \text{SF}$                   | Kalium-40       | $1,28 \cdot 10^9$ a | $\beta^-, \beta^+, \text{EC}, \gamma$ |
| Cerium-139      | 137,6 d             | EC, $\gamma$                          | Kalium-42       | 12,36 h             | $\beta^-, \gamma$                     |
| Cerium-141      | 32,5 d              | $\beta^-, \gamma$                     | Kohlenstoff-14  | $5,73 \cdot 10^3$ a | $\beta^-$                             |
| Cerium-144      | 284,8 d             | $\beta^-, \gamma$                     | Krypton-85      | 10,76 a             | $\beta^-, \gamma$                     |
| Chlor-36        | $3,0 \cdot 10^5$ a  | $\beta^-, \beta^+, \text{EC}$         | Kupfer-64       | 12,7 h              | $\beta^-, \beta^+, \text{EC}, \gamma$ |
| Chrom-51        | 27,7 d              | EC, $\gamma$                          | Lanthan-140     | 40,27 h             | $\beta^-, \gamma$                     |
| Cobalt-58       | 70,78 d             | $\beta^+, \text{EC}, \gamma$          | Lawrencium-256  | 25,9 s              | $\alpha$                              |
| Cobalt-60       | 5,27 a              | $\beta^-, \gamma$                     | Lutetium-177    | 6,71 d              | $\beta^-, \gamma$                     |
| Curium-243      | 28,5 a              | $\alpha, \text{EC}, \gamma$           | Mangan-52       | 5,6 d               | $\beta^+, \text{EC}, \gamma$          |
| Curium-245      | $8,5 \cdot 10^3$ a  | $\alpha, \gamma$                      | Mangan-54       | 312,2 d             | EC, $\gamma$                          |

| Nuklid           | Halb-<br>wertszeit  | Zerfalls-<br>art                     | Nuklid                      | Halb-<br>wertszeit    | Zerfalls-<br>art         |
|------------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Mendelevium-256  | 1,3 h               | $\alpha$ , EC, $\gamma$              | Selenium-75                 | 120 d                 | EC, $\gamma$             |
| Molybdän-99      | 66 h                | $\beta^-$ , $\gamma$                 | Silber-110m                 | 249,9 d               | $\beta^-$ , IT, $\gamma$ |
| Natrium-22       | 2,6 a               | $\beta^+$ , EC, $\gamma$             | Silber-111                  | 7,45 d                | $\beta^-$ , $\gamma$     |
| Natrium-24       | 15,0 h              | $\beta^-$ , $\gamma$                 | Silicium-31                 | 2,62 h                | $\beta^-$ , $\gamma$     |
| Neodymium-147    | 10,98 d             | $\beta^-$ , $\gamma$                 | Stickstoff-13               | 9,96 m                | $\beta^+$                |
| Neptunium-237    | $2,14 \cdot 10^6$ a | $\alpha$ , $\gamma$                  | Strontium-85                | 64,9 d                | EC, $\gamma$             |
| Nickel-59        | $7,5 \cdot 10^4$ a  | $\beta^+$ , EC                       | Strontium-89                | 50,5 d                | $\beta^-$ , $\gamma$     |
| Nickel-63        | 100 a               | $\beta^-$                            | Strontium-90                | 28,5 a                | $\beta^-$                |
| Niobium-94       | $2,0 \cdot 10^4$ a  | $\beta^-$ , $\gamma$                 | Tantal-182                  | 114,43 d              | $\beta^-$ , $\gamma$     |
| Niobium-95       | 34,97 d             | $\beta^-$ , $\gamma$                 | Technetium-97               | $2,6 \cdot 10^6$ a    | EC                       |
| Nobelium-255     | 3,1 m               | $\alpha$ , EC                        | Technetium-99               | $2,1 \cdot 10^5$ a    | $\beta^-$ , $\gamma$     |
| Osmium-191       | 15,4 d              | $\beta^-$                            | Tellurium-127               | 9,35 h                | $\beta^-$ , $\gamma$     |
| Palladium-103    | 16,96 d             | EC, $\gamma$                         | Terbium-160                 | 72,1 d                | $\beta^-$ , $\gamma$     |
| Phosphor-32      | 14,3 d              | $\beta^-$                            | Thallium-201                | 73,1 h                | EC, $\gamma$             |
| Phosphor-33      | 25,3 d              | $\beta^-$                            | Thallium-204                | 3,78 a                | $\beta^-$ , EC           |
| Platin-193       | 50 a                | EC                                   | Thorium-228                 | 1,91 a                | $\alpha$ , $\gamma$      |
| Plutonium-239    | $2,41 \cdot 10^4$ a | $\alpha$ , SF, $\gamma$              | Thorium-232                 | $1,4 \cdot 10^{10}$ a | $\alpha$ , SF, $\gamma$  |
| Plutonium-241    | 14,4 a              | $\beta^-$ , $\alpha$ , $\gamma$      | Thulium-170                 | 128,6 d               | $\beta^-$ , EC, $\gamma$ |
| Plutonium-242    | $3,76 \cdot 10^5$ a | $\alpha$ , SF, $\gamma$              | Titanium-44                 | 47,3 a                | EC, $\gamma$             |
| Polonium-209     | 102 a               | $\alpha$ , EC, $\gamma$              | Tritium siehe Wasserstoff-3 |                       |                          |
| Polonium-210     | 138,38 d            | $\alpha$ , $\gamma$                  | Uranium-233                 | $1,59 \cdot 10^5$ a   | $\alpha$ , $\gamma$      |
| Praseodymium-143 | 13,57 d             | $\beta^-$ , $\gamma$                 | Uranium-234                 | $2,45 \cdot 10^5$ a   | $\alpha$ , SF, $\gamma$  |
| Prometium-147    | 2,62 a              | $\beta^-$ , $\gamma$                 | Uranium-235                 | $7,04 \cdot 10^8$ a   | $\alpha$ , SF, $\gamma$  |
| Protactinium-233 | 27 d                | $\beta^-$ , $\gamma$                 | Uranium-238                 | $4,47 \cdot 10^9$ a   | $\alpha$ , SF, $\gamma$  |
| Quecksilber-197  | 64,1 h              | EC, $\gamma$                         | Vanadium-48                 | 15,97 d               | $\beta^+$ , EC, $\gamma$ |
| Quecksilber-203  | 46,59 d             | $\beta^-$ , $\gamma$                 | Wasserstoff-3               | 12,32 a               | $\beta^-$                |
| Radium-226       | $1,6 \cdot 10^3$ a  | $\alpha$ , $\gamma$                  | Wolfram-185                 | 75,1 d                | $\beta^-$ , $\gamma$     |
| Radon-222        | 3,83 d              | $\alpha$ , $\gamma$                  | Xenon-133                   | 5,25 d                | $\beta^-$ , $\gamma$     |
| Rhenium-186      | 90,64 h             | $\beta^-$ , EC, $\gamma$             | Ytterbium-169               | 32 d                  | EC, $\gamma$             |
| Rubidium-84      | 32,8 d              | $\beta^-$ , $\beta^+$ , EC, $\gamma$ | Yttrium-88                  | 106,6 d               | $\beta^+$ , EC, $\gamma$ |
| Rubidium-86      | 18,7 d              | $\beta^-$ , EC, $\gamma$             | Yttrium-90                  | 64,1 h                | $\beta^-$ , $\gamma$     |
| Ruthenium-103    | 39,35 d             | $\beta^-$ , $\gamma$                 | Zink-65                     | 244 d                 | EC, $\gamma$ , $\beta^+$ |
| Samarium-153     | 46,75 h             | $\beta^-$ , $\gamma$                 | Zinn-113                    | 115,1 d               | EC, $\gamma$             |
| Scandium-46      | 83,82 d             | $\beta^-$ , $\gamma$                 | Zirkonium-95                | 64 d                  | $\beta^-$ , $\gamma$     |
| Schwefel-35      | 87,5 d              | $\beta^-$                            |                             |                       |                          |

*Reichweite verschiedener Strahlenarten in Wasser oder organischem Gewebe*

| Strahlenart           | Energie  | Reichweite |
|-----------------------|----------|------------|
| $\alpha$ -Strahlen    | 5 MeV    | 40 $\mu$ m |
| $\beta$ -Strahlen     | 0,02 MeV | 10 $\mu$ m |
|                       | 1 MeV    | 7 mm       |
| $\gamma$ -Strahlen    | 0,02 MeV | 6,4 cm     |
|                       | 1 MeV    | 65 cm      |
| schwere Rückstoßkerne | 50 MeV   | 1 $\mu$ m  |
| Neutronenstrahlen     | 1 MeV    | 20 cm      |

## 1.5 Molare Massen gebräuchlicher Verbindungen und Atomgruppen; Massenanteile der Hauptelemente

Alle in nachfolgender Tabelle enthaltenen molaren Massen  $M$  (in g/mol) sind mit den in Tabelle 1.3 angegebenen relativen Atommassen berechnet und auf maximal drei Stellen nach dem Komma beschränkt worden.

Die angegebenen Massenanteile  $w$  in % (m/m) beziehen sich auf das in der jeweiligen Spalte geführte Hauptelement.

In Klammern unter oder neben den Summenformeln stehende Namen bezeichnen Fällungsreagenzien oder organische Anionen.

| Formel                                             | $M$<br>in g/mol | $w$<br>in % | Formel                                                                 | $M$<br>in g/mol | $w$<br>in % |
|----------------------------------------------------|-----------------|-------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|
| Ag                                                 | 107,868         | 100         | Ag <sub>3</sub> VO <sub>4</sub>                                        | 438,543         | 73,791      |
| Ag <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub>                   | 446,524         | 72,472      | Al                                                                     | 26,9815         | 100         |
| Ag <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>                   | 462,523         | 69,965      | AlBr <sub>3</sub>                                                      | 266,694         | 10,117      |
| AgBr                                               | 187,772         | 57,446      | Al <sub>4</sub> C <sub>3</sub>                                         | 143,959         | 74,970      |
| AgBrO <sub>3</sub>                                 | 235,770         | 45,751      | Al(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>         | 204,115         | 13,219      |
| Ag(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> )  | 166,913         | 64,625      | Al(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> ON) <sub>3</sub>                      | 459,439         | 5,873       |
| Ag(C <sub>7</sub> H <sub>4</sub> NS <sub>2</sub> ) | 274,10          | 39,35       | AlCl <sub>3</sub>                                                      | 133,341         | 20,235      |
| Ag <sub>2</sub> C <sub>2</sub>                     | 239,758         | 89,891      | AlCl <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O                                  | 241,432         | 11,176      |
| AgCN                                               | 133,886         | 80,567      | AlF <sub>3</sub>                                                       | 83,977          | 32,130      |
| AgCNO                                              | 149,885         | 71,967      | AlF <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O                                    | 101,992         | 26,455      |
| K[Ag(CN) <sub>2</sub> ]                            | 199,002         | 54,905      | AlF <sub>6</sub> <sup>3+</sup>                                         | 140,972         | 19,140      |
| Ag <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                    | 275,746         | 78,237      | K <sub>3</sub> [AlF <sub>6</sub> ]                                     | 258,267         | 10,447      |
| AgCl                                               | 143,321         | 75,267      | AlI <sub>3</sub>                                                       | 407,695         | 6,618       |
| AgClO <sub>4</sub>                                 | 207,319         | 52,030      | AlN                                                                    | 40,988          | 65,828      |
| Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>                   | 331,730         | 65,034      | Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>                                      | 212,996         | 12,668      |
| Ag <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>     | 431,724         | 49,971      | Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 9H <sub>2</sub> O                  | 375,133         | 7,193       |
| AgF                                                | 126,867         | 85,025      | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                         | 101,961         | 52,925      |
| AgI                                                | 234,773         | 45,946      | <sup>1</sup> / <sub>6</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>             | 16,994          | 52,925      |
| AgIO <sub>3</sub>                                  | 282,771         | 38,147      | <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>             | 50,981          | 52,925      |
| AgMnO <sub>4</sub>                                 | 226,804         | 47,560      | 2Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                        | 203,923         | 52,925      |
| AgN <sub>3</sub>                                   | 149,888         | 71,966      | 3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                        | 305,884         | 52,925      |
| AgNO <sub>2</sub>                                  | 153,874         | 70,102      | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 3H <sub>2</sub> O                     | 156,007         | 34,591      |
| AgNO <sub>3</sub>                                  | 169,873         | 63,429      | Al(OH) <sub>3</sub>                                                    | 78,003          | 34,590      |
| Ag <sub>2</sub> O                                  | 231,736         | 93,096      | AlPO <sub>4</sub>                                                      | 121,953         | 22,13       |
| Ag <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                     | 247,735         | 87,083      | Al <sub>2</sub> S <sub>3</sub>                                         | 150,14          | 35,94       |
| AgPO <sub>2</sub>                                  | 170,841         | 63,139      | Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>                        | 342,14          | 15,77       |
| Ag <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                    | 418,576         | 77,311      | Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 18H <sub>2</sub> O   | 666,41          | 8,10        |
| Ag <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>      | 605,416         | 71,269      | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 2SiO <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O | 258,160         | 29,903      |
| Ag <sub>2</sub> S                                  | 247,80          | 87,062      | As                                                                     | 74,9216         | 100         |
| AgSCN                                              | 165,96          | 65,19       | <sup>1</sup> / <sub>3</sub> As                                         | 24,9738         | 100         |
| Ag <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>                    | 295,79          | 72,93       | <sup>1</sup> / <sub>5</sub> As                                         | 14,9843         | 100         |
| Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                    | 311,79          | 69,19       | 2As                                                                    | 149,8432        | 100         |
| Ag <sub>2</sub> Se                                 | 294,70          | 73,21       | 3As                                                                    | 224,7648        | 100         |
| Ag <sub>2</sub> Te                                 | 343,34          | 62,84       | AsBr <sub>3</sub>                                                      | 314,634         | 23,812      |
| Ag <sub>2</sub> TlAsO <sub>4</sub>                 | 558,994         | 38,594      |                                                                        |                 |             |
| AgVO <sub>3</sub>                                  | 206,808         | 52,159      |                                                                        |                 |             |

| Formel                                               | <i>M</i><br>in g/mol | w<br>in % | Formel                                                  | <i>M</i><br>in g/mol | w<br>in % |
|------------------------------------------------------|----------------------|-----------|---------------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| AsCl <sub>3</sub>                                    | 181,281              | 41,329    | 3 B                                                     | 32,43                | 100       |
| AsF <sub>3</sub>                                     | 131,917              | 56,795    | 4 B                                                     | 43,24                | 100       |
| AsF <sub>5</sub>                                     | 169,914              | 44,094    | BBr <sub>3</sub>                                        | 250,52               | 4,32      |
| AsH <sub>3</sub>                                     | 77,945               | 96,121    | BC                                                      | 22,82                | 47,37     |
| H <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub>                      | 125,944              | 59,488    | BCl <sub>3</sub>                                        | 117,17               | 9,23      |
| H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>                      | 141,943              | 52,789    | BF <sub>3</sub>                                         | 67,81                | 15,94     |
| H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub> · ½ H <sub>2</sub> O | 150,951              | 49,633    | H[BF <sub>4</sub> ]                                     | 87,81                | 12,31     |
| H <sub>4</sub> As <sub>2</sub> O <sub>7</sub>        | 265,871              | 56,359    | K[BF <sub>4</sub> ]                                     | 125,90               | 8,59      |
| AsI <sub>3</sub>                                     | 455,635              | 16,443    | NH <sub>4</sub> [BF <sub>4</sub> ]                      | 104,84               | 10,31     |
| AsO <sub>3</sub>                                     | 122,920              | 60,952    | B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>                           | 27,67                | 78,14     |
| AsO <sub>4</sub>                                     | 138,919              | 53,932    | B <sub>4</sub> H <sub>10</sub>                          | 53,32                | 87,10     |
| As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                       | 197,841              | 75,739    | BI <sub>3</sub>                                         | 391,52               | 2,76      |
| ¼ As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                     | 49,460               | 75,739    | BN                                                      | 24,82                | 43,56     |
| As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                       | 229,840              | 65,195    | BP                                                      | 41,78                | 25,87     |
| As <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                       | 261,839              | 57,227    | BO <sub>2</sub>                                         | 42,81                | 25,25     |
| As <sub>2</sub> S <sub>2</sub>                       | 213,96               | 70,03     | HBO <sub>2</sub>                                        | 43,82                | 24,67     |
| As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>                       | 246,02               | 60,91     | BO <sub>3</sub>                                         | 58,81                | 18,38     |
| As <sub>2</sub> S <sub>4</sub>                       | 278,08               | 53,88     | H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>                          | 61,83                | 17,48     |
| As <sub>2</sub> S <sub>5</sub>                       | 310,14               | 48,31     | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                           | 69,62                | 31,06     |
| Au                                                   | 196,9665             | 100       | B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>                           | 155,24               | 27,86     |
| ⅓ Au                                                 | 65,6555              | 100       | B <sub>2</sub> S <sub>3</sub>                           | 117,80               | 18,33     |
| 2 Au                                                 | 393,9330             | 100       | Ba                                                      | 137,33               | 100       |
| 3 Au                                                 | 590,8995             | 100       | ½ Ba                                                    | 68,67                | 100       |
| AuBr                                                 | 276,871              | 71,140    | 2 Ba                                                    | 274,66               | 100       |
| AuBr <sub>3</sub>                                    | 436,679              | 45,106    | BaBr <sub>2</sub>                                       | 297,14               | 46,22     |
| AuCN                                                 | 222,984              | 88,332    | BaBr <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O                  | 333,17               | 41,72     |
| Au(CN) <sub>3</sub>                                  | 275,020              | 71,619    | Ba(BrO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O   | 411,15               | 33,40     |
| Au(CN) <sub>3</sub> · 6 H <sub>2</sub> O             | 383,111              | 51,412    | BaC <sub>2</sub>                                        | 161,35               | 85,11     |
| K[Au(CN) <sub>2</sub> ]                              | 288,100              | 68,367    | BaCO <sub>3</sub>                                       | 197,34               | 69,59     |
| K[Au(CN) <sub>2</sub> ] · 3 H <sub>2</sub> O         | 342,145              | 57,568    | BaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                         | 225,35               | 60,94     |
| K[Au(CN) <sub>4</sub> ] · 1,5 H <sub>2</sub> O       | 367,158              | 53,646    | Ba(CN) <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O                | 225,40               | 60,93     |
| AuCl                                                 | 232,420              | 84,746    | BaCl <sub>2</sub>                                       | 208,24               | 65,95     |
| AuCl <sub>3</sub>                                    | 303,326              | 64,936    | BaCl <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O                  | 244,27               | 56,22     |
| H[AuCl <sub>4</sub> ]                                | 339,786              | 57,968    | Ba(ClO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O   | 322,25               | 42,62     |
| H[AuCl <sub>4</sub> ] · 4 H <sub>2</sub> O           | 411,847              | 47,825    | Ba(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 3 H <sub>2</sub> O | 390,28               | 35,19     |
| K[AuCl <sub>4</sub> ] · 2 H <sub>2</sub> O           | 413,907              | 47,587    | BaCrO <sub>4</sub>                                      | 253,32               | 54,21     |
| Na[AuCl <sub>4</sub> ] · 2 H <sub>2</sub> O          | 397,799              | 49,514    | BaF <sub>2</sub>                                        | 175,33               | 78,33     |
| AuI                                                  | 323,871              | 60,816    | BaI <sub>2</sub>                                        | 391,14               | 35,11     |
| Au <sub>2</sub> O                                    | 409,932              | 96,097    | BaI <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O                   | 427,17               | 32,15     |
| AuOH                                                 | 213,974              | 92,052    | Ba(IO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O    | 505,15               | 27,19     |
| HAuO <sub>2</sub>                                    | 229,973              | 85,647    | Ba(MnO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>                      | 375,20               | 36,60     |
| KAuO <sub>2</sub> · 3 H <sub>2</sub> O               | 322,109              | 61,149    | Ba(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O    | 247,36               | 55,52     |
| Au <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                       | 441,931              | 89,139    | Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                       | 261,34               | 52,55     |
| Au <sub>2</sub> S                                    | 425,99               | 92,47     | BaO                                                     | 153,33               | 89,57     |
| B                                                    | 10,81                | 100       | ½ BaO                                                   | 76,67                | 89,57     |
| ⅓ B                                                  | 3,60                 | 100       | BaO <sub>2</sub>                                        | 169,33               | 81,10     |
| 2 B                                                  | 21,62                | 100       | BaO <sub>2</sub> · 8 H <sub>2</sub> O                   | 313,45               | 43,81     |
|                                                      |                      |           | Ba(OH) <sub>2</sub>                                     | 171,35               | 80,14     |

| Formel                                                                                     | <i>M</i><br>in g/mol | w<br>in % | Formel                                                 | <i>M</i><br>in g/mol | w<br>in % |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|--------------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| Ba(OH) <sub>2</sub> · 8 H <sub>2</sub> O                                                   | 315,47               | 43,53     | BiOCl                                                  | 260,433              | 80,244    |
| 1/2 Ba(OH) <sub>2</sub> · 8 H <sub>2</sub> O                                               | 157,73               | 43,53     | (BiO) <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>      | 665,946              | 62,762    |
| Ba(HPO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>                                                         | 329,29               | 41,71     | BiF <sub>3</sub>                                       | 265,977              | 78,571    |
| Ba <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>                                            | 601,93               | 68,45     | BiH <sub>3</sub>                                       | 212,004              | 98,574    |
| BaS                                                                                        | 169,39               | 81,07     | BiI <sub>3</sub>                                       | 589,694              | 35,439    |
| Ba(SCN) <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O                                                  | 289,52               | 47,43     | K[BiI <sub>4</sub> ]                                   | 755,697              | 27,654    |
| BaSO <sub>3</sub>                                                                          | 217,39               | 63,17     | BiOI                                                   | 351,884              | 59,389    |
| Ba(HSO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                                         | 299,46               | 45,86     | Bi(OH) <sub>3</sub>                                    | 261,013              | 80,065    |
| BaSO <sub>4</sub>                                                                          | 233,39               | 58,84     | Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                         | 465,959              | 89,699    |
| BaS <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                            | 249,45               | 55,05     | Bi <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                         | 497,958              | 83,935    |
| BaS <sub>2</sub> O <sub>8</sub> · 4 H <sub>2</sub> O                                       | 401,51               | 34,20     | BiONO <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O                  | 305,000              | 68,578    |
| Ba[SiF <sub>6</sub> ]                                                                      | 279,41               | 49,15     | Bi(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>                      | 394,995              | 52,907    |
| BaSiO <sub>3</sub> · 6 H <sub>2</sub> O                                                    | 321,50               | 42,72     | Bi(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 5 H <sub>2</sub> O | 485,071              | 43,082    |
| BaTiO <sub>3</sub>                                                                         | 233,23               | 58,88     | BiPO <sub>4</sub>                                      | 303,952              | 68,754    |
| Be                                                                                         | 9,01218              | 100       | BiS                                                    | 241,04               | 86,70     |
| 1/2 Be                                                                                     | 4,50609              | 100       | Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>                         | 514,14               | 81,29     |
| 2 Be                                                                                       | 18,02436             | 100       | Bi <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>        | 706,13               | 59,19     |
| BeBr <sub>2</sub>                                                                          | 168,820              | 5,338     | Bi <sub>2</sub> Se <sub>3</sub>                        | 654,84               | 65,83     |
| Be <sub>2</sub> C                                                                          | 30,035               | 60,010    | Bi <sub>2</sub> (SeO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>       | 798,84               | 52,32     |
| BeCO <sub>3</sub> · 4 H <sub>2</sub> O                                                     | 141,082              | 6,388     | Br                                                     | 79,904               | 100       |
| BeCl <sub>2</sub>                                                                          | 79,918               | 11,277    | 2 Br                                                   | 159,808              | 100       |
| BeCl <sub>2</sub> · 4 H <sub>2</sub> O                                                     | 151,979              | 5,929     | 3 Br                                                   | 239,712              | 100       |
| BeF <sub>2</sub>                                                                           | 47,009               | 19,171    | 4 Br                                                   | 319,616              | 100       |
| K <sub>2</sub> [BeF <sub>4</sub> ]                                                         | 163,202              | 5,522     | 5 Br                                                   | 399,520              | 100       |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> [BeF <sub>4</sub> ]                                        | 121,082              | 7,443     | 6 Br                                                   | 479,424              | 100       |
| BeI <sub>2</sub>                                                                           | 262,821              | 3,429     | HBr                                                    | 80,912               | 98,754    |
| Be(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 3 H <sub>2</sub> O                                     | 187,068              | 4,817     | HBrO                                                   | 96,911               | 82,451    |
| BeO                                                                                        | 25,011               | 36,032    | HBrO <sub>3</sub>                                      | 128,910              | 79,904    |
| Be(OH) <sub>2</sub>                                                                        | 43,027               | 20,946    | BrF <sub>3</sub>                                       | 136,899              | 58,367    |
| Be <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 3 H <sub>2</sub> O                       | 271,025              | 9,975     | BrF <sub>5</sub>                                       | 174,896              | 45,687    |
| Be <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                                              | 191,968              | 9,389     | BrO <sub>3</sub>                                       | 127,902              | 62,473    |
| BeSO <sub>4</sub>                                                                          | 105,07               | 8,58      | 1/6 BrO <sub>3</sub>                                   | 21,317               | 62,473    |
| BeSO <sub>4</sub> · 4 H <sub>2</sub> O                                                     | 177,13               | 5,09      | BrO <sub>4</sub>                                       | 143,902              | 55,527    |
| Bi                                                                                         | 208,980              | 100       | C                                                      | 12,011               | 100       |
| 1/3 Bi                                                                                     | 69,660               | 100       | 2 C                                                    | 24,022               | 100       |
| 1/5 Bi                                                                                     | 41,796               | 100       | 3 C                                                    | 36,033               | 100       |
| 2 Bi                                                                                       | 417,961              | 100       | 4 C                                                    | 48,044               | 100       |
| BiC <sub>6</sub> H <sub>3</sub> O <sub>3</sub> }<br>(Pyrogallol) }                         | 332,068              | 62,933    | 5 C                                                    | 60,055               | 100       |
| BiC <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub>                                             | 398,082              | 52,497    | 6 C                                                    | 72,066               | 100       |
| Bi(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> NO) <sub>3</sub>                                          | 641,438              | 32,518    | 7 C                                                    | 84,077               | 100       |
| Bi(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> NO) <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O                       | 659,453              | 31,690    | CH                                                     | 13,019               | 92,258    |
| Bi(C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> ONS) <sub>3</sub> }<br>· H <sub>2</sub> O (Thionalid) } | 875,83               | 23,86     | 2 CH                                                   | 26,038               | 92,258    |
| Bi[Cr(SCN) <sub>6</sub> ]                                                                  | 609,44               | 34,29     | 3 CH                                                   | 39,057               | 92,258    |
| BiCl <sub>2</sub>                                                                          | 279,886              | 74,667    | 4 CH                                                   | 52,076               | 92,258    |
| BiCl <sub>3</sub>                                                                          | 315,339              | 66,272    | 5 CH                                                   | 65,095               | 92,258    |
|                                                                                            |                      |           | CHN                                                    | 27,026               | 44,442    |
|                                                                                            |                      |           | CHNO                                                   | 43,025               | 27,916    |

| Formel                                       | <i>M</i><br>in g/mol | w<br>in % | Formel                                                           | <i>M</i><br>in g/mol | w<br>in % |
|----------------------------------------------|----------------------|-----------|------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| CHNS                                         | 59,09                | 20,33     | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O | 126,066              | 19,055    |
| CHO                                          | 29,018               | 41,391    | C <sub>2</sub> H <sub>3</sub>                                    | 27,046               | 88,820    |
| CHO <sub>2</sub>                             | 45,018               | 26,681    | C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O                                  | 43,045               | 55,807    |
| CHO <sub>3</sub>                             | 61,017               | 19,685    | 2C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O                                 | 86,090               | 55,807    |
| CH <sub>2</sub>                              | 14,027               | 85,629    | C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub>                     | 59,045               | 40,685    |
| 2CH <sub>2</sub>                             | 28,054               | 85,629    | 2C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub>                    | 118,089              | 40,685    |
| 3CH <sub>2</sub>                             | 42,080               | 85,629    | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>                                    | 28,054               | 85,629    |
| 4CH <sub>2</sub>                             | 56,107               | 85,629    | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>                     | 60,052               | 40,002    |
| 5CH <sub>2</sub>                             | 70,134               | 85,629    | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>                                    | 29,062               | 82,659    |
| 6CH <sub>2</sub>                             | 84,161               | 85,629    | 2C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>                                   | 58,123               | 82,659    |
| 7CH <sub>2</sub>                             | 98,188               | 85,629    | 3C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>                                   | 87,185               | 82,659    |
| CH <sub>2</sub> N <sub>2</sub>               | 42,039               | 28,571    | 4C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>                                   | 116,246              | 82,659    |
| 2CH <sub>2</sub> N <sub>2</sub>              | 84,078               | 28,571    | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Br                                 | 108,966              | 22,045    |
| CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub>               | 46,026               | 26,096    | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl                                 | 64,515               | 37,234    |
| CH <sub>2</sub> O <sub>3</sub>               | 62,024               | 19,365    | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> F                                  | 48,060               | 49,983    |
| CH <sub>3</sub>                              | 15,035               | 79,884    | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> I                                  | 155,966              | 15,402    |
| 2CH <sub>3</sub>                             | 30,069               | 79,884    | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O                                  | 45,061               | 53,310    |
| 3CH <sub>3</sub>                             | 45,104               | 79,884    | 2C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O                                 | 90,122               | 53,310    |
| 4CH <sub>3</sub>                             | 60,139               | 79,884    | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>                                    | 30,069               | 79,889    |
| 5CH <sub>3</sub>                             | 75,174               | 79,884    | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O                                  | 46,069               | 52,144    |
| CH <sub>3</sub> Br                           | 94,938               | 12,651    | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>                     | 62,068               | 38,703    |
| CH <sub>3</sub> Cl                           | 50,488               | 23,790    | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O                                  | 58,080               | 62,041    |
| CH <sub>3</sub> F                            | 34,033               | 35,292    | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>                     | 90,079               | 40,002    |
| CH <sub>3</sub> I                            | 141,939              | 8,462     | C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub>                     | 148,072              | 32,446    |
| CH <sub>3</sub> O                            | 31,034               | 38,703    | C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> O <sub>6</sub>                     | 149,080              | 32,227    |
| 2CH <sub>3</sub> O                           | 62,068               | 38,703    | C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>                     | 118,089              | 40,685    |
| 3CH <sub>3</sub> O                           | 93,102               | 38,703    | C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>5</sub>                     | 134,088              | 35,830    |
| 4CH <sub>3</sub> O                           | 124,136              | 38,703    | C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub>                     | 150,088              | 32,011    |
| CH <sub>4</sub>                              | 16,043               | 74,869    | C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N                                  | 79,101               | 75,922    |
| CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O             | 60,055               | 20,000    | 2C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N                                 | 158,202              | 75,922    |
| CH <sub>4</sub> O                            | 32,042               | 37,485    | 3C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N                                 | 237,304              | 75,922    |
| CCl <sub>2</sub> O                           | 98,916               | 12,143    | C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>                     | 108,096              | 66,668    |
| CCl <sub>4</sub>                             | 153,823              | 7,808     | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>                                    | 77,106               | 93,464    |
| CN                                           | 26,018               | 46,165    | 2C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>                                   | 154,211              | 93,464    |
| 2CN                                          | 52,036               | 46,165    | 3C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>                                   | 231,317              | 93,464    |
| 3CN                                          | 78,054               | 46,165    | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>                                    | 78,113               | 92,258    |
| 4CN                                          | 104,072              | 46,165    | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O                                  | 94,113               | 76,574    |
| 5CN                                          | 130,090              | 46,165    | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>                     | 110,112              | 65,448    |
| CNO                                          | 42,017               | 28,586    | C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>                     | 192,125              | 49,966    |
| CNS                                          | 58,098               | 20,674    | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>                    | 180,157              | 40,002    |
| CO                                           | 28,011               | 42,881    | C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> O                                  | 105,116              | 79,954    |
| CO <sub>2</sub>                              | 44,010               | 27,292    | 2C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> O                                 | 210,232              | 79,954    |
| 1/2 CO <sub>2</sub>                          | 22,005               | 27,292    | 3C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> O                                 | 315,348              | 79,954    |
| 2CO <sub>2</sub>                             | 88,020               | 27,292    | C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>                     | 122,123              | 68,846    |
| CO <sub>3</sub>                              | 60,009               | 20,015    | C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>                     | 138,123              | 60,871    |
| 2CO <sub>3</sub>                             | 120,018              | 20,015    | C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>                                    | 92,140               | 91,249    |
| CS <sub>2</sub>                              | 76,131               | 15,777    | C <sub>10</sub> H <sub>4</sub>                                   | 124,142              | 96,752    |
| C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>                | 26,038               | 92,258    | C <sub>10</sub> H <sub>5</sub>                                   | 125,150              | 95,973    |
| C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub> | 90,035               | 26,681    | C <sub>10</sub> H <sub>6</sub>                                   | 126,157              | 95,207    |

| Formel                                                                                                                         | <i>M</i><br>in g/mol | w<br>in % | Formel                                                                        | <i>M</i><br>in g/mol | w<br>in % |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| C <sub>10</sub> H <sub>7</sub>                                                                                                 | 127,165              | 94,452    | CaOCl <sub>2</sub> · CaO                                                      | 219,10               | 36,59     |
| C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>                                                                                                 | 128,173              | 93,709    | · 2H <sub>2</sub> O                                                           |                      |           |
| C <sub>13</sub> H <sub>13</sub> N <sub>3</sub>                                                                                 | 211,266              | 73,907    | 3(CaOCl <sub>2</sub> ) · CaO                                                  | 509,10               | 31,49     |
| C <sub>14</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>                                                                                  | 204,184              | 82,354    | · 4H <sub>2</sub> O                                                           |                      |           |
| C <sub>14</sub> H <sub>5</sub> O <sub>2</sub>                                                                                  | 205,192              | 81,949    | Ca(OCl) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O                                      | 215,05               | 18,64     |
| C <sub>14</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>                                                                                  | 206,200              | 81,549    | CaCrO <sub>4</sub>                                                            | 156,07               | 25,68     |
| C <sub>14</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub>                                                                                  | 207,208              | 81,152    | CaCrO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O                                        | 192,10               | 20,86     |
| C <sub>14</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>                                                                                  | 208,216              | 80,759    | CaF <sub>2</sub>                                                              | 78,08                | 51,33     |
| C <sub>20</sub> H <sub>16</sub> N <sub>4</sub> (Nitron)                                                                        | 312,373              | 76,902    | CaH <sub>2</sub>                                                              | 42,10                | 95,21     |
| C <sub>20</sub> H <sub>16</sub> N <sub>4</sub> · HNO <sub>3</sub>                                                              | 375,386              | 63,993    | CaI <sub>2</sub>                                                              | 293,89               | 13,64     |
| Ca                                                                                                                             | 40,08                | 100       | Ca(MnO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 5H <sub>2</sub> O                        | 368,03               | 10,89     |
| <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Ca                                                                                                 | 20,04                | 100       | CaMoO <sub>4</sub>                                                            | 200,02               | 20,04     |
| 2Ca                                                                                                                            | 80,16                | 100       | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                             | 164,09               | 24,43     |
| 3Ca                                                                                                                            | 120,24               | 100       | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O                         | 236,16               | 16,97     |
| 4Ca                                                                                                                            | 160,32               | 100       | CaO                                                                           | 56,08                | 71,47     |
| Ca(As <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 3H <sub>2</sub> O                                                           | 521,81               | 7,68      | <sup>1</sup> / <sub>2</sub> CaO                                               | 28,04                | 71,47     |
| Ca(BO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>                                                                                              | 125,70               | 31,87     | Ca(OH) <sub>2</sub>                                                           | 74,10                | 54,09     |
| Ca(BO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O                                                                          | 233,79               | 17,14     | <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Ca(OH) <sub>2</sub>                               | 37,05                | 54,09     |
| CaBr <sub>2</sub>                                                                                                              | 199,89               | 20,05     | Ca <sub>3</sub> P <sub>2</sub>                                                | 182,19               | 66,00     |
| CaC <sub>2</sub>                                                                                                               | 64,10                | 62,53     | Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>                              | 170,06               | 23,57     |
| CaCN <sub>2</sub>                                                                                                              | 80,10                | 50,04     | Ca(PO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                             | 198,02               | 20,24     |
| Ca(CN) <sub>2</sub>                                                                                                            | 92,12                | 43,51     | Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>                               | 310,18               | 38,76     |
| Ca(CHO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> }<br>(Formiat) }                                                                            | 130,12               | 30,80     | CaHPO <sub>4</sub>                                                            | 136,06               | 21,46     |
| Ca(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> }<br>(Acetat) }                                                 | 158,17               | 25,34     | CaHPO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O                                        | 172,09               | 23,29     |
| Ca(C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) (Oxalat)                                                                                    | 128,10               | 31,29     | Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O           | 252,07               | 15,90     |
| Ca(C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) · H <sub>2</sub> O                                                                          | 146,12               | 27,43     | 3Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> }<br>· Ca(OH) <sub>2</sub> } | 1004,64              | 39,90     |
| Ca(C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> }<br>(Lactat) }                                                 | 218,22               | 18,37     | CaS                                                                           | 72,14                | 55,56     |
| Ca(C <sub>3</sub> H <sub>5</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 5H <sub>2</sub> O                                             | 308,30               | 13,00     | Ca(HS) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O                                       | 214,31               | 18,70     |
| Ca(C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> ) }<br>(Tartrat) }                                                             | 188,15               | 21,30     | Ca(SCN) <sub>2</sub>                                                          | 156,24               | 25,65     |
| Ca(C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> ) · 2H <sub>2</sub> O                                                          | 224,18               | 17,88     | Ca(SCN) <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O                                      | 192,27               | 20,85     |
| Ca <sub>3</sub> (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> ) <sub>2</sub> }<br>(Citrat) }                                   | 498,44               | 24,12     | Ca(SCN) <sub>2</sub> · 3H <sub>2</sub> O                                      | 210,28               | 19,06     |
| Ca <sub>3</sub> (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> ) <sub>2</sub> }<br>· 4H <sub>2</sub> O }                        | 570,50               | 21,08     | CaSO <sub>3</sub>                                                             | 120,14               | 33,36     |
| Ca(C <sub>10</sub> H <sub>7</sub> N <sub>4</sub> O <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> }<br>· 8H <sub>2</sub> O (Pikrolon-<br>säure) } | 710,58               | 5,64      | CaSO <sub>3</sub> · 2H <sub>2</sub> O                                         | 156,17               | 25,67     |
| CaCO <sub>3</sub>                                                                                                              | 100,09               | 40,04     | Ca(HSO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                            | 202,21               | 19,82     |
| <sup>1</sup> / <sub>2</sub> CaCO <sub>3</sub>                                                                                  | 50,05                | 40,04     | CaSO <sub>4</sub>                                                             | 136,14               | 29,44     |
| Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                                                                             | 162,11               | 24,72     | CaSO <sub>4</sub> · <sup>1</sup> / <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O              | 145,15               | 27,61     |
| CaCl <sub>2</sub>                                                                                                              | 110,99               | 36,11     | CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O                                         | 172,17               | 23,28     |
| CaCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O                                                                                          | 219,08               | 18,30     | CaS <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                               | 152,20               | 26,33     |
| CaOCl <sub>2</sub>                                                                                                             | 126,99               | 31,56     | CaS <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O                           | 260,29               | 15,40     |
| <sup>1</sup> / <sub>2</sub> CaOCl <sub>2</sub>                                                                                 | 63,49                | 31,56     | CaSi <sub>2</sub>                                                             | 96,25                | 41,64     |
|                                                                                                                                |                      |           | Ca[SiF <sub>6</sub> ]                                                         | 182,16               | 22,00     |
|                                                                                                                                |                      |           | CaSiO <sub>3</sub>                                                            | 116,16               | 34,50     |
|                                                                                                                                |                      |           | CaWO <sub>4</sub>                                                             | 287,93               | 13,92     |
|                                                                                                                                |                      |           | Cd                                                                            | 112,41               | 100       |
|                                                                                                                                |                      |           | <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Cd                                                | 56,20                | 100       |
|                                                                                                                                |                      |           | 2Cd                                                                           | 224,82               | 100       |

| Formel                                                                                            | M<br>in g/mol | w<br>in % | Formel                                                                                          | M<br>in g/mol | w<br>in % |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|
| CdBr <sub>2</sub>                                                                                 | 272,22        | 41,30     | [Ce(NO <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ] ·<br>(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O } | 584,26        | 23,98     |
| CdBr <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O                                                             | 344,28        | 32,65     | CeO <sub>2</sub>                                                                                | 172,12        | 81,41     |
| Cd(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O }<br>(Acetat)  | 266,53        | 42,18     | Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                  | 328,24        | 85,38     |
| Cd(C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N) <sub>2</sub> · (SCN) <sub>2</sub> }<br>(Pyridin + Thiocyanat) | 386,78        | 29,07     | Ce <sub>3</sub> O <sub>4</sub>                                                                  | 484,36        | 86,79     |
| Cd(C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N) <sub>4</sub> · (SCN) <sub>2</sub>                             | 544,97        | 20,63     | CePO <sub>4</sub>                                                                               | 235,09        | 59,60     |
| Cd(C <sub>7</sub> H <sub>4</sub> NS <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> }<br>(Mercaptobenzothiazol)       | 444,88        | 25,27     | Ce(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>                                                               | 332,24        | 42,18     |
| Cd(C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> }<br>(Anthranilsäure)             | 384,67        | 29,22     | Ce(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O                                           | 404,30        | 34,66     |
| Cd(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> NO) <sub>2</sub> (Oxin)                                          | 400,72        | 28,05     | Ce <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>                                                 | 568,42        | 49,30     |
| Cd(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> NO) <sub>2</sub> }<br>· 1,5 H <sub>2</sub> O }                   | 427,74        | 26,28     | Ce <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 8H <sub>2</sub> O                             | 712,53        | 39,33     |
| Cd(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> NO) <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O                             | 436,74        | 25,74     | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> [Ce(SO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> ] }<br>· 2H <sub>2</sub> O } | 632,53        | 22,15     |
| Cd(C <sub>10</sub> H <sub>6</sub> NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> }<br>(Chinaldinsäure)            | 456,74        | 24,61     | Cl                                                                                              | 35,453        | 100       |
| CdCO <sub>3</sub>                                                                                 | 172,42        | 65,20     | 2Cl                                                                                             | 70,906        | 100       |
| CdCl <sub>2</sub>                                                                                 | 183,32        | 61,32     | 3Cl                                                                                             | 106,359       | 100       |
| CdCl <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O                                                              | 201,33        | 55,83     | 4Cl                                                                                             | 141,812       | 100       |
| CdI <sub>2</sub>                                                                                  | 366,22        | 30,70     | 5Cl                                                                                             | 177,265       | 100       |
| Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                                                 | 236,42        | 47,55     | 6Cl                                                                                             | 212,718       | 100       |
| Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O                                             | 272,45        | 41,26     | Cl <sub>2</sub> O                                                                               | 86,905        | 81,590    |
| Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O                                             | 308,48        | 36,44     | ClO                                                                                             | 51,452        | 68,904    |
| CdO                                                                                               | 128,41        | 87,54     | ClO <sub>2</sub>                                                                                | 67,452        | 52,561    |
| Cd(OH) <sub>2</sub>                                                                               | 146,43        | 76,77     | ClO <sub>3</sub>                                                                                | 83,451        | 42,484    |
| Cd(NH <sub>4</sub> )PO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O                                            | 243,44        | 46,18     | ClO <sub>4</sub>                                                                                | 99,451        | 35,649    |
| Cd <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                                                     | 398,76        | 56,39     | Cl <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                                                                  | 150,903       | 46,988    |
| CdS                                                                                               | 144,47        | 77,81     | Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                                                                  | 182,902       | 38,767    |
| CdSO <sub>4</sub>                                                                                 | 208,47        | 53,92     | HCl                                                                                             | 36,461        | 97,236    |
| CdSO <sub>4</sub> · <sup>8</sup> / <sub>3</sub> H <sub>2</sub> O                                  | 256,51        | 43,82     | HClO                                                                                            | 52,460        | 67,581    |
| Ce                                                                                                | 140,12        | 100       | HClO <sub>3</sub>                                                                               | 84,459        | 41,977    |
| <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Ce                                                                    | 70,06         | 100       | HClO <sub>4</sub>                                                                               | 100,459       | 35,291    |
| <sup>1</sup> / <sub>3</sub> Ce                                                                    | 46,71         | 100       | HClO <sub>3</sub> · (C <sub>20</sub> H <sub>16</sub> N <sub>4</sub> ) }<br>(Nitron)             | 396,832       | 8,934     |
| 2Ce                                                                                               | 280,24        | 100       | HClO <sub>3</sub> · (C <sub>22</sub> H <sub>19</sub> N) }<br>(1-Dinaphthodi-<br>methylamin)     | 381,858       | 9,284     |
| 3Ce                                                                                               | 420,36        | 100       | HClO <sub>4</sub> · (C <sub>20</sub> H <sub>16</sub> N <sub>4</sub> )                           | 412,832       | 8,587     |
| CeC <sub>2</sub>                                                                                  | 164,14        | 85,37     | HClO <sub>4</sub> · (C <sub>22</sub> H <sub>19</sub> N)                                         | 397,857       | 8,911     |
| Ce(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> NO) <sub>3</sub> (Oxin)                                          | 572,58        | 24,47     | Co                                                                                              | 58,9332       | 100       |
| Ce <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 5H <sub>2</sub> O                               | 550,34        | 50,92     | <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Co                                                                  | 29,4666       | 100       |
| Ce <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (Oxalat)                            | 544,30        | 51,49     | <sup>1</sup> / <sub>3</sub> Co                                                                  | 19,6444       | 100       |
| Ce <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 9H <sub>2</sub> O                 | 706,44        | 39,67     | 2Co                                                                                             | 117,8664      | 100       |
| Ce <sub>2</sub> (C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 10H <sub>2</sub> O                | 724,45        | 38,68     | 3Co                                                                                             | 176,7996      | 100       |
| CeCl <sub>3</sub>                                                                                 | 246,48        | 56,85     | Co(AlO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>                                                              | 176,894       | 33,316    |
| CeCl <sub>3</sub> · 7H <sub>2</sub> O                                                             | 372,59        | 37,61     | CoAs <sub>2</sub>                                                                               | 208,776       | 28,228    |
| CeF <sub>3</sub>                                                                                  | 197,12        | 71,09     | CoAsS                                                                                           | 165,92        | 35,52     |
| Ce(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>                                                                 | 326,13        | 42,96     | CoB                                                                                             | 69,743        | 84,500    |
| Ce(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O                                             | 434,22        | 32,27     | CoBr <sub>2</sub>                                                                               | 218,741       | 26,942    |
|                                                                                                   |               |           | CoBr <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O                                                           | 326,832       | 18,032    |

| Formel                                                                                                               | <i>M</i><br>in g/mol | w<br>in % | Formel                                                                                            | <i>M</i><br>in g/mol | w<br>in % |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| CoCO <sub>3</sub>                                                                                                    | 118,942              | 49,548    | CrN                                                                                               | 66,003               | 78,779    |
| K <sub>3</sub> [Co(CN) <sub>6</sub> ]                                                                                | 332,334              | 17,733    | Cr(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>                                                                 | 238,011              | 21,846    |
| Co(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O }<br>(Acetat)                     | 249,083              | 23,660    | Cr(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 9H <sub>2</sub> O                                             | 400,148              | 12,994    |
| Co(C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ) · 2H <sub>2</sub> O }<br>(Oxalat)                                                 | 182,983              | 32,207    | CrO                                                                                               | 67,995               | 76,470    |
| Co(C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N) <sub>4</sub> · (SCN) <sub>2</sub> }<br>(Pyridin + Thiocyanat)                    | 491,50               | 11,99     | CrO <sub>2</sub>                                                                                  | 83,995               | 61,904    |
| Co <sub>3</sub> (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> ) <sub>2</sub> }<br>· 4H <sub>2</sub> O (Citrat)       | 627,063              | 28,195    | CrO <sub>3</sub>                                                                                  | 99,994               | 51,999    |
| Co(C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> }<br>(Anthranilsäure)                                | 331,193              | 17,794    | CrO <sub>4</sub>                                                                                  | 115,994              | 44,827    |
| Co(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> NO) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O }<br>(Oxin)                                     | 383,269              | 15,376    | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                    | 151,990              | 68,420    |
| Co(C <sub>10</sub> H <sub>6</sub> NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> }<br>· 2H <sub>2</sub> O (α-Nitroso-<br>β-naphthol) | 611,452              | 9,638     | Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                                                                    | 215,988              | 48,147    |
| Co(C <sub>10</sub> H <sub>6</sub> NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> }<br>(1-Nitro-2-naphthol)                           | 623,420              | 9,453     | Cr <sub>3</sub> O <sub>4</sub>                                                                    | 219,986              | 70,908    |
| CoCl <sub>2</sub>                                                                                                    | 129,839              | 45,389    | Cr(OH) <sub>2</sub>                                                                               | 86,011               | 60,453    |
| CoCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O                                                                                | 237,930              | 24,769    | Cr(OH) <sub>3</sub>                                                                               | 103,018              | 50,473    |
| CoCrO <sub>4</sub>                                                                                                   | 174,927              | 33,690    | Cr(OH) <sub>3</sub> · 2H <sub>2</sub> O                                                           | 139,046              | 37,394    |
| Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                                                                    | 182,943              | 32,214    | CrPO <sub>4</sub>                                                                                 | 146,967              | 35,379    |
| Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O                                                                | 291,034              | 20,250    | CrPO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O                                                             | 255,059              | 20,386    |
| Na <sub>3</sub> [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ]                                                                 | 403,936              | 14,590    | Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>                                                   | 392,17               | 26,52     |
| CoO                                                                                                                  | 74,933               | 78,648    | Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 18H <sub>2</sub> O                              | 716,44               | 14,52     |
| Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                       | 165,865              | 71,062    | CrK(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 12H <sub>2</sub> O                                           | 499,39               | 10,41     |
| Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>                                                                                       | 240,797              | 73,423    | CrNH <sub>4</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 12H <sub>2</sub> O                            | 478,33               | 10,87     |
| Co(NH <sub>4</sub> ) · (PO <sub>4</sub> ) · H <sub>2</sub> O                                                         | 189,958              | 31,024    |                                                                                                   |                      |           |
| Co <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                                                                        | 291,809              | 40,392    | Cs                                                                                                | 132,9054             | 100       |
| CoS                                                                                                                  | 90,99                | 64,77     | 2Cs                                                                                               | 265,8108             | 100       |
| CoSO <sub>4</sub>                                                                                                    | 154,99               | 38,02     | Cs <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                                                                   | 325,820              | 81,582    |
| CoSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O                                                                                | 281,10               | 20,97     | CsCl                                                                                              | 168,358              | 78,442    |
| Co <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>                                                                      | 406,04               | 29,03     | CsClO <sub>4</sub>                                                                                | 232,356              | 57,199    |
| Co <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 18H <sub>2</sub> O                                                 | 730,31               | 16,14     | Cs <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>                                                                  | 381,804              | 69,620    |
| K <sub>2</sub> Co(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O                                                 | 437,34               | 13,48     | Cs <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                                                    | 481,799              | 55,171    |
|                                                                                                                      |                      |           | CsI                                                                                               | 259,810              | 51,155    |
| Cr                                                                                                                   | 51,996               | 100       | CsNO <sub>3</sub>                                                                                 | 194,910              | 68,188    |
| <sup>1</sup> / <sub>3</sub> Cr                                                                                       | 17,332               | 100       | CsO <sub>2</sub>                                                                                  | 164,904              | 80,596    |
| <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Cr                                                                                       | 25,998               | 100       | Cs <sub>2</sub> O                                                                                 | 281,810              | 94,323    |
| 2Cr                                                                                                                  | 103,992              | 100       | CsOH                                                                                              | 149,913              | 88,655    |
| 3Cr                                                                                                                  | 155,988              | 100       | Cs <sub>2</sub> [PtCl <sub>6</sub> ]                                                              | 673,62               | 39,46     |
| K <sub>3</sub> [Cr(CN) <sub>6</sub> ]                                                                                | 325,397              | 15,979    | Cs <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                                                   | 361,87               | 73,46     |
| Cr(CO) <sub>6</sub>                                                                                                  | 220,058              | 23,628    |                                                                                                   |                      |           |
| CrCl <sub>2</sub>                                                                                                    | 122,902              | 42,307    | Cu                                                                                                | 63,546               | 100       |
| CrCl <sub>3</sub>                                                                                                    | 158,355              | 32,835    | <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Cu                                                                    | 31,773               | 100       |
| CrCl <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O                                                                                | 266,446              | 19,515    | 2Cu                                                                                               | 127,092              | 100       |
| CrCl <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                                                                                     | 154,901              | 33,567    | CuBr                                                                                              | 143,450              | 44,298    |
| CrF <sub>3</sub>                                                                                                     | 108,991              | 47,707    | CuBr <sub>2</sub>                                                                                 | 223,354              | 28,451    |
|                                                                                                                      |                      |           | Cu <sub>2</sub> C <sub>2</sub>                                                                    | 151,114              | 84,103    |
|                                                                                                                      |                      |           | CuCO <sub>3</sub> · Cu(OH) <sub>2</sub>                                                           | 221,116              | 57,478    |
|                                                                                                                      |                      |           | 2CuCO <sub>3</sub> · Cu(OH) <sub>2</sub>                                                          | 344,671              | 55,310    |
|                                                                                                                      |                      |           | Cu(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O }<br>(Acetat)   | 199,650              | 31,828    |
|                                                                                                                      |                      |           | Cu(C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N) <sub>2</sub> · (SCN) <sub>2</sub> }<br>(Pyridin + Thiocyanat) | 337,90               | 18,83     |
|                                                                                                                      |                      |           | Cu(C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> }<br>(Salicylaldoxim)             | 335,806              | 18,923    |

| Formel                                                                                   | <i>M</i><br>in g/mol | w<br>in % | Formel                                                                | <i>M</i><br>in g/mol | w<br>in % |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| Cu(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> NO) <sub>2</sub> (Oxin)                                 | 351,857              | 18,066    | Eu                                                                    | 151,96               | 100       |
| Cu(C <sub>10</sub> H <sub>6</sub> NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> }<br>· H <sub>2</sub> O | 425,887              | 14,921    | EuCl <sub>3</sub>                                                     | 258,32               | 58,83     |
| (Chinaldinsäure)                                                                         |                      |           | Eu <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 8 H <sub>2</sub> O  | 736,21               | 41,28     |
| Cu(C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> NOS) <sub>2</sub> }<br>· H <sub>2</sub> O             | 514,12               | 12,36     | Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                        | 351,92               | 86,36     |
| (Thionalid)                                                                              |                      |           | <b>F</b>                                                              | 18,9984              | 100       |
| Cu(C <sub>14</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> }<br>(Cupron)          | 288,792              | 22,004    | 2 F                                                                   | 37,9968              | 100       |
| CuCN                                                                                     | 89,564               | 70,951    | 3 F                                                                   | 56,9952              | 100       |
| Cu(CN) <sub>2</sub>                                                                      | 115,581              | 54,979    | 4 F                                                                   | 75,9936              | 100       |
| K <sub>3</sub> [Cu(CN) <sub>4</sub> ]                                                    | 284,912              | 22,304    | 5 F                                                                   | 94,9920              | 100       |
| CuCl                                                                                     | 98,999               | 64,188    | 6 F                                                                   | 113,990              | 100       |
| CuCl <sub>2</sub>                                                                        | 134,452              | 47,263    | HF                                                                    | 20,006               | 94,962    |
| CuCl <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O                                                   | 170,482              | 37,274    | NF <sub>3</sub>                                                       | 71,002               | 80,273    |
| CuI                                                                                      | 190,451              | 33,366    | F <sub>2</sub> O                                                      | 53,996               | 70,369    |
| Cu <sub>2</sub> [HgI <sub>4</sub> ]                                                      | 835,30               | 15,22     | F <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                                         | 69,996               | 54,285    |
| Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                                        | 187,556              | 33,881    | SF <sub>6</sub>                                                       | 146,050              | 78,049    |
| Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 3 H <sub>2</sub> O                                   | 241,601              | 26,302    | <b>Fe</b>                                                             | 55,847               | 100       |
| Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O                                   | 295,647              | 21,494    | <sup>1</sup> / <sub>3</sub> Fe                                        | 18,616               | 100       |
| Cu <sub>3</sub> N                                                                        | 204,645              | 93,156    | <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Fe                                        | 27,924               | 100       |
| CuO                                                                                      | 79,544               | 79,886    | FeAs <sub>2</sub>                                                     | 205,690              | 27,151    |
| Cu <sub>2</sub> O                                                                        | 143,091              | 88,819    | FeAsS                                                                 | 162,83               | 34,30     |
| CuOH                                                                                     | 80,553               | 78,887    | Fe(AsO <sub>4</sub> ) · H <sub>2</sub> O                              | 212,781              | 26,246    |
| Cu(OH) <sub>2</sub>                                                                      | 97,561               | 65,135    | Fe(AsO <sub>4</sub> ) · 2 H <sub>2</sub> O                            | 230,797              | 24,197    |
| Cu <sub>3</sub> P                                                                        | 221,612              | 86,023    | Fe <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O | 553,471              | 30,271    |
| Cu <sub>3</sub> P <sub>2</sub>                                                           | 252,586              | 75,479    | FeB                                                                   | 66,66                | 83,79     |
| CuS                                                                                      | 95,61                | 66,47     | FeBr <sub>2</sub>                                                     | 215,655              | 25,896    |
| Cu <sub>2</sub> S                                                                        | 159,15               | 79,86     | FeBr <sub>3</sub>                                                     | 295,559              | 18,895    |
| CuSCN                                                                                    | 121,62               | 52,25     | Fe <sub>3</sub> C                                                     | 179,552              | 93,311    |
| Cu(SCN) <sub>2</sub>                                                                     | 179,70               | 35,36     | Fe(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> NO) <sub>3</sub> }<br>(Oxin)         | 488,305              | 11,437    |
| CuSO <sub>4</sub>                                                                        | 159,60               | 39,82     | Fe(CO) <sub>5</sub>                                                   | 195,899              | 28,508    |
| CuSO <sub>4</sub> · 5 H <sub>2</sub> O                                                   | 249,68               | 25,45     | FeCO <sub>3</sub>                                                     | 115,856              | 48,204    |
| [Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ]SO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O                   | 245,74               | 25,86     | Fe(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                    | 177,881              | 31,396    |
| <b>Dy</b>                                                                                | 162,50               | 100       | K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]                                 | 329,248              | 16,962    |
| DyBr <sub>3</sub>                                                                        | 402,21               | 40,40     | K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] · 3 H <sub>2</sub> O            | 422,392              | 13,222    |
| DyCl <sub>3</sub>                                                                        | 268,86               | 60,44     | FeCl <sub>2</sub>                                                     | 126,753              | 44,060    |
| Dy(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 5 H <sub>2</sub> O                                   | 438,59               | 37,05     | FeCl <sub>2</sub> · 4 H <sub>2</sub> O                                | 198,813              | 28,090    |
| Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                           | 373,00               | 87,13     | FeCl <sub>3</sub>                                                     | 162,206              | 34,430    |
| Dy(PO <sub>4</sub> ) · 5 H <sub>2</sub> O                                                | 347,55               | 46,76     | FeCl <sub>3</sub> · 6 H <sub>2</sub> O                                | 270,297              | 20,661    |
| Dy <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 8 H <sub>2</sub> O                     | 757,29               | 42,92     | Fe(CrO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>                                    | 223,837              | 24,950    |
| <b>Er</b>                                                                                | 167,26               | 100       | FeF <sub>3</sub>                                                      | 112,842              | 49,491    |
| ErCl <sub>3</sub> · 6 H <sub>2</sub> O                                                   | 381,71               | 43,82     | FeI <sub>2</sub>                                                      | 309,656              | 18,035    |
| Er(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 5 H <sub>2</sub> O                                   | 443,35               | 37,73     | Fe <sub>2</sub> N                                                     | 125,701              | 88,857    |
| Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                           | 382,52               | 87,45     | Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                     | 179,857              | 31,051    |
| Er <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 8 H <sub>2</sub> O                     | 766,81               | 43,63     | Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O                | 287,948              | 19,395    |
|                                                                                          |                      |           | Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>                                     | 241,862              | 23,090    |
|                                                                                          |                      |           | Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 6 H <sub>2</sub> O                | 349,953              | 15,958    |
|                                                                                          |                      |           | FeO                                                                   | 71,846               | 77,731    |

| Formel                                                                                                        | <i>M</i><br>in g/mol | w<br>in % | Formel                                                    | <i>M</i><br>in g/mol | w<br>in % |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|-----------------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                | 159,692              | 69,943    | GeHCl <sub>3</sub>                                        | 179,96               | 40,34     |
| Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>                                                                                | 231,539              | 72,360    | GeF <sub>4</sub>                                          | 148,58               | 48,86     |
| Fe(OH) <sub>2</sub>                                                                                           | 89,862               | 62,148    | Ge <sub>3</sub> N <sub>2</sub>                            | 245,78               | 88,60     |
| Fe(OH) <sub>3</sub>                                                                                           | 106,869              | 52,257    | Ge <sub>3</sub> N <sub>4</sub>                            | 273,80               | 79,54     |
| Fe <sub>2</sub> P                                                                                             | 142,668              | 78,290    | GeO                                                       | 88,59                | 81,94     |
| Fe <sub>3</sub> P                                                                                             | 198,515              | 84,397    | GeO <sub>2</sub>                                          | 104,59               | 69,41     |
| Fe <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 8H <sub>2</sub> O                                           | 501,605              | 33,401    | GeS <sub>2</sub>                                          | 136,71               | 53,10     |
| Fe(PO <sub>4</sub> ) · 2H <sub>2</sub> O                                                                      | 186,848              | 29,889    |                                                           |                      |           |
| FeS                                                                                                           | 87,91                | 63,53     | H*)                                                       | 1,0079               | 100       |
| FeS <sub>2</sub>                                                                                              | 119,97               | 46,55     | 2H                                                        | 2,0158               | 100       |
| Fe <sub>2</sub> S <sub>3</sub>                                                                                | 207,87               | 53,73     | 3H                                                        | 3,0237               | 100       |
| Fe(SCN) <sub>3</sub> · 1,5H <sub>2</sub> O                                                                    | 257,10               | 21,72     | 4H                                                        | 4,0316               | 100       |
| FeSO <sub>4</sub>                                                                                             | 151,91               | 36,77     | 5H                                                        | 5,0395               | 100       |
| FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O                                                                         | 278,01               | 20,09     | 6H                                                        | 6,0474               | 100       |
| Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>                                                               | 399,87               | 27,93     | 7H                                                        | 7,0553               | 100       |
| Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 9H <sub>2</sub> O                                           | 562,01               | 19,87     | H <sub>2</sub> O                                          | 18,0152              | 11,189    |
| Fe(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> }<br>· 6H <sub>2</sub> O }                | 392,13               | 14,24     | <sup>1</sup> / <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O              | 9,0076               | 11,189    |
| Fe(NH <sub>4</sub> )(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> }<br>· 12H <sub>2</sub> O }                               | 482,18               | 11,58     | 2H <sub>2</sub> O                                         | 36,0304              | 11,189    |
| Ga                                                                                                            | 69,72                | 100       | 3H <sub>2</sub> O                                         | 54,0456              | 11,189    |
| Ga(C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> NO) <sub>3</sub> (Oxin)                                                      | 502,18               | 13,88     | 4H <sub>2</sub> O                                         | 72,0608              | 11,189    |
| Ga(C <sub>9</sub> H <sub>4</sub> Br <sub>2</sub> NO) <sub>3</sub> }<br>(Dibromoxin) }                         | 975,55               | 7,146     | 5H <sub>2</sub> O                                         | 90,0760              | 11,189    |
| GaCl <sub>2</sub>                                                                                             | 140,63               | 49,58     | 6H <sub>2</sub> O                                         | 108,0912             | 11,189    |
| GaCl <sub>3</sub>                                                                                             | 176,08               | 39,60     | 7H <sub>2</sub> O                                         | 126,1064             | 11,189    |
| GaN                                                                                                           | 83,73                | 83,27     | 8H <sub>2</sub> O                                         | 144,1216             | 11,189    |
| Ga(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 8H <sub>2</sub> O                                                         | 399,86               | 17,44     | 9H <sub>2</sub> O                                         | 162,1368             | 11,189    |
| Ga <sub>2</sub> O                                                                                             | 155,44               | 89,71     | 12H <sub>2</sub> O                                        | 216,1824             | 11,189    |
| Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                | 187,44               | 74,39     | 18H <sub>2</sub> O                                        | 324,2736             | 11,189    |
| GaS                                                                                                           | 101,78               | 68,50     | 24H <sub>2</sub> O                                        | 432,3648             | 11,189    |
| Ga <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 18H <sub>2</sub> O                                          | 751,89               | 18,55     | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                             | 34,0146              | 5,9263    |
| Ga <sub>2</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> }<br>· (SO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> · 24H <sub>2</sub> O } | 992,11               | 14,06     | <sup>1</sup> / <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | 17,0073              | 5,9263    |
| Gd                                                                                                            | 157,25               | 100       | 2H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                            | 68,0292              | 5,9263    |
| Gd(BrO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>                                                                            | 540,96               | 29,07     | Hf                                                        | 178,49               | 100       |
| Gd(BrO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 9H <sub>2</sub> O                                                        | 703,09               | 22,37     | HfC                                                       | 190,50               | 93,70     |
| GdF <sub>3</sub>                                                                                              | 214,25               | 73,40     | HfCl <sub>4</sub>                                         | 320,30               | 55,73     |
| Gd(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O                                                         | 451,36               | 34,84     | HfF <sub>6</sub>                                          | 292,48               | 61,03     |
| Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                                                                                | 362,50               | 86,76     | Hf(NO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>                         | 426,51               | 41,85     |
| Gd <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>                                                               | 602,67               | 52,18     | HfO <sub>2</sub>                                          | 210,49               | 84,80     |
| Ge                                                                                                            | 72,59                | 100       | HfP <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                           | 352,43               | 50,65     |
| GeBr <sub>4</sub>                                                                                             | 392,21               | 18,51     | HfS <sub>2</sub>                                          | 242,61               | 73,57     |
| GeCl <sub>2</sub>                                                                                             | 143,50               | 50,59     | HfSO <sub>4</sub>                                         | 274,55               | 65,01     |
| GeCl <sub>4</sub>                                                                                             | 214,40               | 33,86     | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> [HfF <sub>6</sub> ]       | 328,56               | 54,33     |
| GeH <sub>4</sub>                                                                                              | 76,62                | 94,74     | Hg                                                        | 200,59               | 100       |
|                                                                                                               |                      |           | <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Hg                            | 100,295              | 100       |
|                                                                                                               |                      |           | HgBr <sub>2</sub>                                         | 360,40               | 55,66     |

\*) Säuren sind bei den entsprechenden Elementen zu finden!