





**Georg Schwedt**  
**Noch mehr Experimente mit Supermarktprodukten**

## Noch mehr Titel von Georg Schwedt zu diesem Thema

Schwedt, G.

### **Betörende Düfte, sinnliche Aromen**

2008

ISBN: 978-3-527-32045-5

Schwedt, G.

### **Wenn das Gelbe vom Ei blau macht.**

Sprüche mit versteckter Chemie

2008

ISBN: 978-3-527-32258-9

Schwedt, G.

### **Chemie im Alltag für Dummies**

2008

ISBN: 978-3-527-70318-0

Schwedt, G.

### **Vom Tante-Emma-Laden zum Supermarkt.**

Eine Kulturgeschichte des Einkaufens

2006

ISBN: 978-3-527-50218-9

Schwedt, G.

### **Was ist wirklich drin?**

Produkte aus dem Supermarkt

2006

ISBN: 978-3-527-31437-9

Schwedt, G.

### **Experimente rund ums Kochen, Braten, Backen**

2004

ISBN: 978-3-527-31081-4

Schwedt, G.

### **Chemische Experimente in naturwissenschaftlich-technischen Museen.**

Farbige Feuer und feurige Farben

2003

ISBN: 978-3-527-30810-1

Schwedt, G.

### **Chemische Experimente in Schlössern, Klöstern und Museen.**

Aus Hexenküche und Zauberlabor

2002

ISBN: 978-3-527-30669-5

Schwedt, G.

### **Experimente mit Supermarktprodukten.**

Eine chemische Warenkunde

(dritte Auflage)

2008

ISBN: 978-3-527-32450-7

**Georg Schwedt**

**Noch mehr Experimente  
mit Supermarktprodukten**

**Das Periodensystem als Wegweiser**

**Zweite, erweiterte Auflage**



**WILEY-  
VCH**

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

**Prof. Dr. Georg Schwedt**  
Landsberger Straße 29  
53119 Bonn

1. Auflage 2003
2. vollst. überarb. u. stark erw. Auflage 2009

Alle Bücher von Wiley-VCH werden sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag in keinem Fall, einschließlich des vorliegenden Werkes, für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler irgendeine Haftung

**Bibliografische Information  
der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2009 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA,  
Weinheim

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

Printed in the Federal Republic of Germany

Gedruckt auf säurefreiem Papier

**Satz** TypoDesign Hecker GmbH, Leimen  
**Druck** Strauss GmbH, Mörlenbach  
**Bindung** Litges & Dopf GmbH, Heppenheim

ISBN 978-3-527-32476-7

# Inhaltsverzeichnis

**Vorwort zur 2. Auflage XIII**

**Vorwort zur 1. Auflage XV**

**1. Eine kurze Geschichte des Periodischen Systems der Elemente 1**

*Literatur 13*

**2. Vom praktischen Nutzen des Periodensystems 14**

**3. Am Anfang war der Wasserstoff.**

**Das erste Element im Periodensystem 18**

1. Atomarer Wasserstoff im *Status nascendi* reduziert Permanganat-Ionen 20
2. Reaktion von Permanganat-Ionen mit molekularem Wasserstoff 21
3. Reduktion von Permanganat-Ionen durch Wasserstoff in alkalischer Lösung 22
4. Die »Iod-Wasserstoff-Reaktion« 23
5. Eisen-Auflösung durch Wasserstoffentwicklung 24

**4. Die erste Gruppe im Periodensystem: Alkalimetalle 26**

- 4.1 *Natrium: Nicht nur Kochsalz 27*
  6. Flammenfärbung durch Natrium 27
  7. Spektroskopie einer Natriumflamme 29
- 4.2 *Kalium: In Blumendüngern und Brausetabletten 29*
  8. Flammenfärbung durch Kalium: Beobachtung mit Handspektroskop oder durch Cobaltglas 30
  9. Kalium-Nachweis als Kaliumhydrogentartrat 31
  10. Kalium-Nachweis mit dem Reagenz Kalignost 32

**5. Magnesium und Calcium: Mineralstoffe aus der zweiten Gruppe 33**

- 5.1 *Calcium – überall 33*
  11. Calcium-Nachweise als Carbonat oder Oxalat 35
  12. Aus Kalk wird Gips 36
  13. Komplexierung von Calcium-Ionen mit Wein und Citronensäure 36
  14. Komplexometrische Titration von Calcium 38

- 5.2 *Magnesium in Präparaten und Lebensmittel-Zusatzstoffen* 40
  - 15. »Schweres basisches Magnesiumcarbonat« 40
  - 16. Komplexometrische Titration von Magnesium 41
  - 17. Magnesium in Brausetabletten 42

## **6. Bor und Aluminium: Elemente der dritten Gruppe 43**

- 6.1 *Borate und Perborate in Reinigungsmitteln* 43
  - 18. Borsäure-Nachweis als Trimethylester in der Flamme 44
  - 19. Borax in »Edelglanz-Stärke« 45
  - 20. Titrimetrische Bestimmung von Borat-Gehalten 46
- 6.2 *Aluminium und seine Salze: Vom Rohrreiniger bis zum Körperspray* 46
  - 21. Prüfung einer Alu-Folie auf ihre Beständigkeit 47
  - 22. Auflösen einer Alu-Folie in einem Rohrreiniger 48
  - 23. Lösen von Aluminium in einem salpetersäurehaltigen Reiniger 49
  - 24. Nachweis von Aluminiumsalzen in Deodorants (Amphoterie des Aluminiumhydroxids) 49
  - 25. Ammonium-Alumen als Deostift 50
  - 26. Komplexometrische Titration von Aluminium 52

## **7. Kohlenstoff, Leitelement der vierten Gruppe 54**

- 7.1 *Kohlenstoff in Kohletabletten und Bleistiftminen* 54
  - 27. Graphit als Bleistiftmine und sein Verhalten in der Flamme 55
  - 28. Graphit als Elektrode 58
  - 29. Zeichenkohle in der Flamme 59
  - 30. Rußgewinnung aus verschiedenen Kohleanzündern 59
  - 31. Vergleich von Graphit und Ruß – Verhalten im Wasser 60
  - 32. Von der Holzkohle zur Pflanzenasche 62
  - 33. Kohletabletten mit medizinischer Kohle 63
  - 34. Kohle aus Bad Emser Pastillen 65
  - 35. Schwarze Tusche 67
  - 36. Kohlenstoff im Eisen- oder Stahlnagel 68
- 7.2 *Kohlenstoffdioxid: Die Kohlensäure im Mineralwasser* 69
  - 37. Titrimetrische Bestimmung der Hydrogencarbonat-Gehalte von Mineralwässern 74
  - 38. Löslichkeit von Calciumcarbonat durch Kohlenstoffdioxid 75
  - 39. Brausetabletten lösen Calciumcarbonat 75
- 7.3 *Natron oder Bullrichs Salz: Nicht nur für den übersäuerten Magen* 76
  - 40. Kohlenstoffdioxid aus Natron im Backpulver 78



- 
41. Nachweis der Wirkung von Bullrichs Salz 79
  42. pH-Werte hydrogencarbonat-/carbonathaltiger Lösungen 79
  43. Säure-Base-Titrationen: Carbonate neben Hydrogencarbonaten 80
  - 7.4 *Soda und Percarbonate: Waschmittel* 82
    44. Der Geist der Soda als Löschmittel 84
    45. Die Alkalität der Soda im Vergleich zum Natriumhydroxid 85
  - 7.5 *Pottasche, die Pflanzenasche zum Backen* 85
    46. pH-Wert einer Pottasche-Lösung 87
    47. Prüfung auf Gehalte an Hydrogencarbonat 87
  - 7.6 *Organische Kohlenstoffverbindungen* 88
    - 7.6.1 *Kohlenwasserstoffe und Chlorkohlenwasserstoffe* 88
      48. Flammpunkte 89
      49. Rußeffekte 89
      50. Nachweis von Chlor durch die Beilstein-Probe 90
      51. Zum Lösevermögen der Kohlenwasserstoffe 90
      52. Benzin zur Flüssig-flüssig-Verteilung 91
      53. »Hartparaffine« als Kohleanzünder 92
    - 7.6.2 *Alkohole, Ketone und Ester* 93
      54. Oxidierbarkeit mit Permanganat 94
      55. Vergleich der Oxidation mit Permanganat in saurer und in alkalischer Lösung 95
      56. Oxidation von Spiritus (Ethanol) 96
      57. Brennbarkeit von Ethanol/Wasser-Gemischen 97
      58. Destillation von Ethanol 97
      59. Flüchtigkeit und Oxidierbarkeit von Aceton und Essigsäureethylester 98
    - 7.6.3 *Mono-, Di- und Tricarbonsäuren* 98
      60. Eisenkomplexe in Essigsäure 101
      61. Ausfällung von Eisen(III)-hydroxid aus essigsaurer Lösung 102
      62. Titrimetrische Bestimmung von Essigsäuregehalten 103
      63. Verflüchtigung von Essigsäure 105
      64. Löslichkeit von Calciumcarbonat durch organische Säuren 105
      65. Komplexierung von Eisen(III)-Ionen durch organische Säuren 106
      66. Oxidation organischer Säuren durch Kaliumpermanganat 107
      67. Titration von Citronensäure 108
      68. Wein- und Citronensäure als Komplexbildner des Kupfers 109

- 69. Oxidierbarkeit von Weinsäure im Vergleich zur Citronensäure 110
- 70. Titration von Weinsäure 111
- 71. Löslichkeit der Sorbinsäure 112
- 72. Oxidierbarkeit von Sorbinsäure mit Permanganat 112
- 73. Maleinsäure als ungesättigte Säure 113
- 74. Reduktion von Eisen(III)-Ionen durch Ascorbinsäure 114
- 75. Oxidation von Ascorbinsäure durch Permanganat 115
- 76. Oxidation von Vitamin C mit einer Iod-Stärke-Lösung 115
- 77. Reaktion von Eisen(III)-Ionen mit Phenylsalicylat 116
- 78. Salicylsäure in Hühneraugentinktur 117
- 79. Salicylsäure im Duschgel und in flüssiger Cremeseife 117
- 80. Nachweis der Salicylsäure in Aspirin®-Tabletten 118
- 7.6.4 *Seifen und Tenside* 119
  - 81. Prüfung von Seifen und Tensiden mit Rotkohlsaft 120
  - 82. Komplexbildner im Reinigungsmittel 121
  - 83. EDTA und Editronat als Komplexbildner in Seifen 121
  - 84. Nachweis von Seife 122
  - 85. Kationische Tenside 123
  - 86. Anionische Tenside 124
- 7.6.5 *Kohlenhydrate* 124
  - 87. Oxidation von Zuckern mit Kaliumpermanganat 125
  - 88. Eine modifizierte *Fehlingsche Probe* 126
  - 89. Nachweis reduzierender Zucker mit *Tollens' Reagenz* 128
  - 90. Zuckeralkohole im zuckerfreien Kaugummi 129
  - 91. Modifizierte Stärken 129
  - 92. Maltodextrine 130
- 7.6.6 *Aromatische Verbindungen: Curcumin und Anthrachinone* 132
  - 93. Curcumin-Nachweis 133
  - 94. Extraktion von Curcumin und Reaktionen im Extrakt 133
  - 95. Hydroxyanthrachinone im Sennesblätter-Tee 134
- 7.6.7 *Terpene* 135
  - 96. Carotiniode als Farbstoffe in Puddingpulvern 136
  - 97. Anthocyane als Farbstoffe in Fruchtbärchen 137
  - 98. Rußeffekte bei der Verbrennung von Terpenen 137
  - 99. Emulsionsbildung mit Wasser 138
  - 100. Nachweis ungesättigter Terpene 138
- 7.6.8 *Aminosäuren, Peptide und Proteine: Nicht nur in Lebensmitteln* 139

- 101. Ninhydrin-Reaktion 140
- 102. Biuret-Reaktion 141
- 103. Löslichkeit von Proteinen in Wasser, Kochsalzlösung  
oder Alkohol 141
- 104. Nachweis von Kleber-Eiweiß im Weizenmehl 142
- 105. Isolierung von Kleber-Eiweiß 144
- 106. Ammoniak aus Eiweißstoffen 144
- 7.6.9 *Enzyme und ihre Wirkungen* 145
  - 107. Amylasen 146
  - 108. Proteasen 147
  - 109. Proteasen versus Gummibärchen 148
  - 110. Cellulasen 148
  - 111. Lipasen 149

## **8. Silicium: Mitglied der Kohlenstoff-Gruppe 151**

- 8.1 *Kieselerde in Mineralstoffpräparaten* 151
  - 112. Nachweis löslicher Silicate 152
  - 113. Ausfällung der Kieselsäure 154
- 8.2 *Zeolithe in Waschmitteln* 154
  - 114. Ionenaustauschwirkung der Zeolithe: Nachweise 155
  - 115. Ionenaustausch mit Zeolithen – quantitative  
Bestimmung durch komplexometrische Titration 156

## **9. Stickstoff und Phosphor: Elemente der fünften Gruppe 157**

- 9.1 *Ammoniak in Metall-Polituren und aus Stickstoffdüngern* 158
  - 116. Ammoniak: Wirkung auf Rotkohlsaft 160
  - 117. Titration des Ammoniakgehaltes im Fensterreiniger 160
  - 118. Ammoniak als Komplexbildner 161
  - 119. Ammoniak im Stickstoffdünger 162
  - 120. Freisetzung von Ammoniak aus NPK-Düngern 163
- 9.2 *Ammoniumchlorid: In Salmiakpastillen und Entrußern* 164
  - 121. Ammoniumchlorid in Salmiakpastillen 164
  - 122. Ammoniumchlorid im Rußentferner 165
  - 123. Umsetzung des Rußentferners mit Waschsoda 166
- 9.3 *Ammoniumcarbonat im Hirschhornsalz* 166
  - 124. Zersetzung von Hirschhornsalz 166
  - 125. Kupfersulfat und Hirschhornsalz 167
- 9.4 *Salpetersäure und Nitrate in Reinigungsmitteln* 168
  - 126. Reduktion von Nitrat zu Ammoniak 169
  - 127. Titration von Salpetersäure 170
- 9.5 *Roter Phosphor auf Zündholzschachteln und in  
Zündholzplättchen* 171
  - 128. Knall und Feuer aus Knallplättchen 172

- 129. Phosphorreaktionen auf Schmirgelpapier 173
- 130. Zündplättchen in der Kerzenflamme 174
- 9.6 *Phosphorsäure und Phosphate: Nicht nur in Colagetränken* 175
- 131. Bildung von Eisen(III)-phosphato-Komplexen 175
- 132. Fällung von Eisenphosphat 175
- 133. Nachweis der Phosphorsäure in Cola-Getränken 176
- 134. Säure-Base-Titrationen von Phosphorsäure 177
- 135. Phosphat im Zündholz 179
- 136. Phosphat im Backpulver 179

## **10. Sauerstoff, das Leitelement der sechsten Hauptgruppe:**

### **Nicht nur in der Luft 181**

- 137. Nachweis von Sauerstoff als Braunstein 183
- 138. Oxidation von Farbstoffen durch aktiven Sauerstoff 185
- 139. Erhitzen eines Sauerstoffwassers 186
- 140. Zur Stabilität der Peroxoverbindungen 187

## **11. Schwefelsalze: Verbindungen mit Sauerstoff, dem Partner aus der sechsten Gruppe 188**

- 11.1 *Schwefeldioxid und Sulfit: Antioxidationsmittel im Speiseessig* 188
- 141. Sulfitnachweis mit Kaliumpermanganat 188
- 142. Flüchtigkeit von Schwefeldioxid 189
- 143. Reaktion von Sulfit mit einer Iod-Stärke-Lösung 189
- 11.2 *Sulfate, Persulfate und Sulfamate* 190
- 144. Nachweis von Sulfaten/Persulfaten 191
- 145. Sulfate in Mineralwässern 192
- 146. Amidoschwefelsäure als starke Säure 192
- 11.3 *Dithionit, das reduzierende Bleichmittel* 193
- 147. Reduktionen mit Dithionit 194
- 148. Zersetzung von Dithionit 195
- 11.4 *Thiosulfat und Thioharnstoff in Silberbädern und Seifen* 196
- 149. Reduktionswirkungen des Thiosulfats 196
- 150. Thioharnstoff im Silber- und Goldbad 197
- 151. Thioharnstoff und Kupfersalze 198

## **12. Halogene, die Salzbildner aus der siebten Gruppe 199**

- 12.1 *Fluoride für die Zahnpflege und im Küchensalz* 199
- 152. Nachweis von Fluoriden mit Eisen(III)-thiocyanat 200
- 12.2 *Chloride, die Salze der Salzsäure* 201
- 153. Kochsalzgehalt im Zwieback: Titrimetrische Bestimmung 201
- 12.3 *Chlor, das Oxidationsmittel im WC-Reiniger* 202

- 154. Chlor oxidiert Iodid 203
- 155. Chlor als Bleichmittel 203
- 156. Freisetzung von Chlor aus einem Chlorreiniger 204
- 12.4 *Iod als Tinktur aus Drogerie und Apotheke* 205
  - 157. Vom Iod zum Iodid 206
  - 158. Von Iod zum Hypoiodit 207
  - 159. Iod in organischen Lösungsmitteln 208
  - 160. Iodid reduziert Kupfer(II)-Ionen 209
  - 161. Die Iod-Stärke-Einschlussverbindung –  
temperaturabhängig 209
- 12.5 *Iodat, das Iod in iodierten Speisesalzen* 210
  - 162. Nachweis von Iodat 210

### **13. Eisen, Kupfer und Silber: Nebengruppenelemente und Übergangsmetalle 211**

- 13.1 *Eisen und seine Bioverfügbarkeit als Mineralstoff* 212
  - 163. Fällbarkeit des Eisens 212
  - 164. Nachweis von Eisen(II)-Ionen in der Lösung einer  
Brausetablette 213
  - 165. Eisen-Brausetabletten und die Blutlaugensalze 213
  - 166. Oxidation von Eisen(II)-gluconat 214
  - 167. Fällbarkeit von Eisen(III)-hydroxid 215
  - 168. Eisen im Tee 215
- 13.2 *Kupfer als Salz in Entrußern* 216
  - 169. Basische Kupfersalze, gefällt mit Soda 216
  - 170. Der Kupfertetrammin-Komplex 217
  - 171. Kupfer und Natriumhydroxid 218
  - 172. Kupfer auf dem Eisennagel 218
  - 173. Komplexometrische Bestimmung von  
Kupfergehalten 219
  - 174. Vom Kupfer zum Messing 220
- 13.3 *Silber im Höllenstein* 221
  - 175. Fällung als Silberchlorid mittels Kochsalz 222
  - 176. Auflösung von Silberchlorid mittels Hirschhornsalz und  
Soda 222
  - 177. Fällung mit Natriumcarbonat (Soda) 223
  - 178. Reduktion von Silber-Ionen mit Ascorbinsäure 224
  - 179. Reduktion von Silber-Ionen mit Dithionit 224
  - 180. Wirkung eines Silber-Reinigungspulvers 225
  - 181. Gewinnung von Silber an einem Eisennagel bzw. auf  
einer Kupfermünze 225

### **14. Reaktionstypen – charakteristische Reaktionen 226**

### **Register 231**



## Vorwort zur 2. Auflage

Im Unterschied zu den Experimenten in meinem Buch *Experimente mit Supermarktprodukten – Eine chemische Warenkunde* (3. Auflage 2008) orientiert sich dieser Band an der Systematik des *Periodensystems der chemischen Elemente* – vom Wasserstoff bis zu den Halogenen. Es werden zwar auch für diese Experimente Alltagsprodukte überwiegend aus dem Supermarkt verwendet, jedoch zusätzlich einige Laborchemikalien benötigt, die in Schulen aber in der Regel vorhanden oder auf einfache Weise zu beschaffen sind. In diesem Band werden auch die grundlegenden chemischen Formeln und Gleichungen dargestellt. Die in beiden Bänden beschriebenen Experimente werden inzwischen in vielen Schulen und in zahlreichen Schülerlaboren (seit 2007 auch in der »Experimentierküche« des *Deutschen Museums Bonn*, seit 2008 im *Schülerlabor SCOLAB des Hamburger Großmarktes*) angeboten und durchgeführt.

Die neue Auflage wurde hinsichtlich der Veränderungen von Produktrezepturen überarbeitet.

Neu sind einige ergänzende Experimente, die dem hinzugefügten 14. Kapitel entsprechen. In diesem Kapitel werden die insgesamt 181 Experimente nach grundlegenden *Reaktionstypen* und *charakteristischen Reaktionen* (Gasentwicklung/Verflüchtigung, Niederschlagsbildung/Auflösung von Niederschlägen, Säure-Base-Reaktionen, Komplexbildungen und Reduktion/Oxidation) nochmals erfasst und systematisiert. Nach diesen Informationen lassen sich Alltagsprodukte auch in Experimente zu den Lehrplänen in Chemie für unterschiedliche Schultypen einbinden und veranschaulichen auf diese Weise die Bedeutung der genannten Reaktionstypen in der alltäglichen (angewandten) Chemie.

Bonn, im April 2008

Georg Schwedt