

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Es muss nicht immer ein Reagenzglas sein . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1	Spritzen, Kanülen und Stopfen . . . . .	2
1.2	Schläuche, Hähne und Verbindungen . . . . .	4
1.3	Gefäße . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Fachmethoden in der Chemie – Erhitzen, Messen, Wiegen . . . . .</b>	<b>7</b>
2.1	Aufbau und Funktionsweise des Gasbrenners . . . . .	8
2.2	Erhitzen von Feststoffen und Flüssigkeiten . . . . .	12
2.3	Wiegen und Volumen abmessen . . . . .	14
2.4	Gleich viel ist nicht gleich schwer . . . . .	16
<b>3</b>	<b>Einstiege in den Chemieunterricht . . . . .</b>	<b>19</b>
3.1	„Goldherstellung“ . . . . .	23
3.2	Untersuchung von Gummibärchen . . . . .	25
3.2.1	Voruntersuchungen . . . . .	25
3.2.2	Untersuchung der Inhaltsstoffe von Gummibären . . . . .	26
3.3	Wer macht den meisten Schaum? . . . . .	28
3.4	Untersuchung von weißen Pulvern . . . . .	29
3.4.1	Löslichkeit . . . . .	30
3.4.2	Elektrische Leitfähigkeit . . . . .	31
3.4.3	Verhalten gegenüber Rotkohlsaft . . . . .	31
3.4.4	Verhalten beim Erhitzen . . . . .	31
3.4.5	Verhalten gegenüber Citronensäure-Lösung . . . . .	32
<b>4</b>	<b>Untersuchung messbarer Stoffeigenschaften . . . . .</b>	<b>35</b>
4.1	Aggregatzustände und Phasenübergänge . . . . .	36
4.1.1	Schmelztemperatur = Erstarrungstemperatur . . . . .	38
4.1.2	Schmelztemperaturen von Stearinsäure und Natriumthiosulfat . . . . .	40
4.1.3	Sublimation und Resublimation . . . . .	41
4.1.4	Trockenes Eis . . . . .	43

---

4.1.5	Siedekurven von reinem Wasser und von Lösungen . . . . .	44
4.1.6	„Der Eiskocher“ . . . . .	46
4.1.7	Wasser siedet beim Abkühlen – Demonstration. . . . .	48
4.1.8	Wasser siedet beim Abkühlen – Spritzentechnik . . . . .	49
4.1.9	Die zerknautschte Metalldose . . . . .	50
4.1.10	Verflüssigen von Feuerzeuggas durch Abkühlen . . . . .	51
4.1.11	Verflüssigen von Feuerzeuggas durch Druck. . . . .	53
4.2	Löslichkeit . . . . .	54
4.2.1	Löslichkeit von Feststoffen . . . . .	55
4.2.1.1	Feststoffe lösen sich in Wasser in unterschiedlichen Mengen. . . . .	55
4.2.1.2	Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit von Feststoffen. . . . .	56
4.2.2	Löslichkeit von Gasen . . . . .	58
4.2.2.1	Gleiche Brausetabletten – verschiedene Gasvolumina? . . . . .	58
4.2.2.2	Abhängigkeit der Gaslöslichkeit von der Temperatur . . . . .	59
4.2.2.3	In Wasser sind Gase gelöst . . . . .	60
4.2.2.4	Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid und Sauerstoff in Wasser . . . . .	62
4.2.2.5	Kohlenstoffdioxidgas in tiefen Wasserschichten . . . . .	64
4.3	Kristallisieren und Kristalle züchten . . . . .	65
4.3.1	Kupfersulfat- und Alaun-Kristalle züchten . . . . .	66
4.3.2	Salzkristalle – ganz schnell . . . . .	68
4.3.3	Kristallisation von Kaliumnitrat. . . . .	70
4.3.4	Salicylsäure – Kristallisation und schnelles Ausfällen. . . . .	71
4.3.5	Spontane Kristallisation von Natriumthiosulfat-Pentahydrat. . . . .	73
4.4	Anwendungen von Salz-Lösungen im Alltag . . . . .	74
4.4.1	Kältepack und Wärmepad zur Soforthilfe . . . . .	74
4.4.2	Kältepack Marke Eigenbau . . . . .	75
4.4.3	Wärmepad Marke Eigenbau. . . . .	76
5	<b>Dichte</b> . . . . .	79
5.1	Bestimmung der Dichte von Feststoffen . . . . .	81
5.1.1	Methoden zur Dichtebestimmung von Feststoffen . . . . .	81
5.2	Bestimmung der Dichte von Flüssigkeiten . . . . .	83
5.2.1	Dichtebestimmung von Milch . . . . .	83
5.3	Dichte-„Probleme“ im Alltag. . . . .	85
5.3.1	Bau eines Aerometers. . . . .	85

---

5.3.2	Dichte von Schokoriegeln – MilkyWay® und Mars® . . . . .	86
5.3.3	Cola® und Cola light® – Dichtebestimmung mit Dosen . . . . .	88
5.3.4	Cola® und Cola light® – Dichtebestimmung der Getränke selbst . . . . .	89
5.3.5	Wie süß sind Getränke wirklich? . . . . .	90
5.4	Dichte von Gasen . . . . .	91
5.4.1	Vergleich der Dichte von verschiedenen reinen Gasen . . . . .	91
5.4.2	Demonstration der hohen Dichte von Kohlenstoffdioxid . . . . .	92
5.4.3	Quantitative Bestimmung der Dichte von Gasen . . . . .	94
<b>6</b>	<b>Stofftrennung</b> . . . . .	97
6.1	Trennung heterogener Stoffgemische . . . . .	100
6.1.1	Trennung einer Suspension . . . . .	100
6.1.2	Trennung einer Emulsion . . . . .	102
6.1.3	Trennung von Kunststoffen . . . . .	103
6.2	Trennung homogener Stoffgemische . . . . .	105
6.2.1	Eindampfen einer Salz-Lösung . . . . .	105
6.2.2	Ermittlung des Gehalts gelöster Stoffe . . . . .	106
6.2.3	Entwicklung einer Destillationsapparatur . . . . .	107
6.2.4	Destillieren en miniature . . . . .	108
6.2.5	Chromatografie . . . . .	110
6.2.5.1	Papierchromatografie von Filzstiftfarben . . . . .	110
6.2.5.2	Papierchromatografie von Lebensmittelfarben . . . . .	112
6.2.5.3	Säulenchromatografie von Ostereierfarben . . . . .	113
6.3	Trennungsprobleme im Alltag . . . . .	115
6.3.1	Auftrennung und Analyse eines Cola-Getränks in zwei Varianten . . . . .	115
6.3.2	Woraus besteht Schokolade? . . . . .	117
6.3.3	Wassergehalt von Wurst . . . . .	119
6.3.4	Fettgehalt von Wurst . . . . .	120
6.3.5	Vom Steinsalz zum Kochsalz . . . . .	121
<b>7</b>	<b>Das Teilchenmodell der Materie</b> . . . . .	125
7.1	Einstiegsversuche zum Teilchenmodell . . . . .	128
7.1.1	Molekulares Sieben . . . . .	128
7.1.2	Molekulares Sieben mit Alginatperlen . . . . .	130
7.1.3	Modellversuch zum Molekularen Sieben . . . . .	132
7.1.4	Brown'sche Molekularbewegung . . . . .	133
7.1.5	Exkurs: Wie groß ist ein Ölsäure-Teilchen? . . . . .	134
7.2	Anwendungen des Teilchenmodells – Volumenveränderungen . . . . .	136
7.2.1	Volumenkontraktion beim Mischen von Wasser und Alkohol . . . . .	136
7.2.2	Modellversuch zur Volumenkontraktion . . . . .	137

7.2.3	Volumenkontraktion mit Ethanol und Wasser – alternative Variante . . . . .	138
7.2.4	Volumenkontraktion bei Flüssigkeiten. . . . .	139
7.2.5	Aceton im Seifenbeutel – Horror vacui I . . . . .	140
7.2.6	Volumenzunahme beim Verdampfen – Horror vacui II . . . . .	141
7.2.7	Mal rein, mal raus – Horror vacui III. . . . .	142
7.3	Anwendungen des Teilchenmodells – Diffusion und Osmose . . . . .	143
7.3.1	Diffusion einer Kaliumpermanganatlösung. . . . .	143
7.3.2	Diffusion von Chlorwasserstoff und Ammoniak . . . . .	145
7.3.3	Osmose an einer Eihaut . . . . .	146
7.3.4	Diffusions- und Osmosevorgänge im Wasserglas („Chemischer Garten“). . . . .	148
<b>8</b>	<b>Kennzeichen chemischer Reaktionen . . . . .</b>	<b>151</b>
8.1	Einführungsversuche zur chemischen Reaktion . . . . .	154
8.1.1	Reaktion von Kupfer mit Schwefel . . . . .	154
8.1.2	Reaktion von Zink mit Schwefel . . . . .	155
8.1.3	Erhitzen von Zucker und Salz . . . . .	157
8.2	Chemische Reaktionen und Energie . . . . .	158
8.2.1	Versuche Kupfer(II)-sulfat . . . . .	159
8.2.2	Ist die Reaktion von Eisen mit Schwefel wirklich exotherm? . . . . .	161
8.2.3	Endotherme Reaktion lässt Wasser gefrieren. . . . .	162
8.2.4	Brausepulver – ein endothermer Vorgang . . . . .	164
8.3	Chemische Reaktionen benötigen Kontakt . . . . .	165
8.3.1	Reaktionen in Petrischalen und auf Filterpapier . . . . .	165
8.4	Chemische Reaktionen hin und zurück . . . . .	167
8.4.1	Bildung und Zersetzung von Silbersulfid. . . . .	167
8.4.2	Bildung und Zersetzung von Kupferacetat. . . . .	170
8.4.3	Thermolyse von Diiodpentaoxid . . . . .	171
8.5	Katalyse . . . . .	173
8.5.1	Verbrennen eines Zuckerwürfels . . . . .	173
8.5.2	Zerlegen von Wasserstoffperoxid. . . . .	175
<b>9</b>	<b>Verbrennungen und Oxidbildungsreaktionen . . . . .</b>	<b>177</b>
9.1	Verbrennung von Metallen. . . . .	182
9.1.1	Eisenwolle am Waagebalken . . . . .	182
9.1.2	Nachweis von Sauerstoff als Edukt von Verbrennungsreaktionen. . . . .	184
9.1.3	Metalle in der Gasbrennerflamme . . . . .	185
9.1.4	Metalle reagieren unterschiedlich mit Sauerstoff. . . . .	186
9.1.5	„Schwarzwerden“ von Kupfer . . . . .	187
9.1.6	Erhitzen von Kupfer im Vakuum . . . . .	188

---

9.1.7	Kupferbrief-Versuch. . . . .	189
9.1.8	Magnesiumverbrennung unter Luftabschluss . . . . .	190
9.2	Verbrennung von Nichtmetallen . . . . .	192
9.2.1	Verbrennen von Ruß. . . . .	192
9.2.2	Kohlestaub in der Gasbrennerflamme . . . . .	193
9.2.3	Reaktion verschiedener Elemente mit Sauerstoff . . . . .	194
9.2.4	Verbrennen von Diamanten . . . . .	195
9.3	Experimente mit Kerzen . . . . .	198
9.3.1	Kerzenflamme und Flammenzonen . . . . .	198
9.3.2	Der Kerzendocht . . . . .	200
9.3.3	Die springende Kerzenflamme. . . . .	202
9.3.4	Warum leuchtet die Kerzenflamme? . . . . .	204
9.3.5	Brenndauer von Kerzen . . . . .	205
9.3.6	Der chemische Flammenwerfer . . . . .	206
9.4	Luft und Sauerstoff bei der Verbrennung. . . . .	208
9.4.1	Analyse der Luft im Kolbenprober . . . . .	208
9.4.2	Untersuchung von Luft . . . . .	210
9.4.3	Darstellung und Untersuchung von Sauerstoff . . . . .	211
9.4.4	Salpeter als Sauerstoffspender . . . . .	213
9.4.5	Kaliumpermanganat als Sauerstoffspender . . . . .	214
9.4.6	Gummibärchenhölle. . . . .	215
9.5	Experimente mit Oxi-Reinigern. . . . .	217
9.5.1	Nachweis von freigesetztem Sauerstoff. . . . .	218
9.5.2	Verbrennung von Holzkohle mit Oxi-Reiniger . . . . .	219
9.5.3	Knalleffekt mit Wachs . . . . .	220
9.6	Experimente mit Wunderkerzen. . . . .	221
9.6.1	Verbrennen einer Wunderkerze in Stickstoff . . . . .	221
9.6.2	Staubemission beim Abbrennen von Wunderkerzen . . . . .	222
9.6.3	Eine Unterwasserfackel aus Wunderkerzen . . . . .	224
9.7	Brand und Brandbekämpfung . . . . .	226
9.7.1	Wasser kochen in einer Papiertüte? . . . . .	226
9.7.2	Löschen eines Paraffinbrandes. . . . .	227
9.7.3	Verschiedene Feuerlöscher. . . . .	229
9.7.4	Kohlenstoffdioxid-Geysir. . . . .	231
10	<b>Sauerstoffübertragungsreaktionen</b> . . . . .	233
10.1	Hinführung zur Oxidzerlegung . . . . .	235
10.1.1	Zerlegung von Silberoxid. . . . .	235
10.2	Sauerstoffübertragungsreaktionen . . . . .	236
10.2.1	Kohlenstoffdioxid und Magnesium . . . . .	236
10.2.2	Kohlenstoffdioxid und Magnesium – Demonstrationsversuch . . . . .	237

---

10.3	Affinitätsreihe der Metalle . . . . .	238
10.3.1	Sauerstoffübertragungen auf einer Steinplatte . . . . .	238
10.3.2	Sauerstoffübertragungen im Reagenzglas . . . . .	239
10.4	Metallgewinnung . . . . .	241
10.4.1	Reaktion von Kupfer(II)-oxid mit Holzkohle . . . . .	241
10.4.2	Kupfergewinnung aus Malachit ( $\text{Cu}_2[(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ ) . . . . .	242
10.4.3	Kupfergewinnung im Kupferbrief . . . . .	244
10.4.4	Erhitzen von Kupfer(II)-oxid im Erdgasstrom . . . . .	244
10.4.5	Reaktion von Kupferoxid mit Eisen oder Zink . . . . .	246
10.4.6	Thermit (Eisen(III)-oxid/Aluminium) . . . . .	247
10.4.7	Hochofen im Reagenzglas . . . . .	249
<b>11</b>	<b>Vom Atommodell zur Formelsprache . . . . .</b>	<b>253</b>
11.1	Von der Massenerhaltung zur chemischen Formel . . . . .	257
11.1.1	Massenerhaltung . . . . .	257
11.1.2	Massenerhaltung mit Haushaltschemikalien . . . . .	259
11.1.3	Konstantes Massenverhältnis . . . . .	260
11.1.4	Mit wie viel Eisen reagieren 0,4 g Schwefel? . . . . .	262
11.2	Formelermittlung am Beispiel des Wassers . . . . .	263
11.2.1	Löschen eines Magnesiumbrandes . . . . .	264
11.2.2	Zerlegung von Wasser durch die Reaktion mit unedlen Metallen . . . . .	265
11.2.3	Wasserzerersetzung im Hofmann-Apparat . . . . .	267
11.2.4	Wassersynthese im Eudiometerrohr . . . . .	269
11.2.5	Katalytische Zündung von Knallgas – Hüpfender Schnapsbecher . . . . .	271
11.3	Eigenschaften von Wasserstoff . . . . .	273
11.3.1	Membran-Diffusion von Wasserstoff . . . . .	273
11.3.2	Brennbarkeit von Wasserstoff . . . . .	275
11.3.3	Die singende Dose . . . . .	278
11.3.4	Kerzenflamme in Wasserstoff . . . . .	279
11.3.5	Wasserstoff als Sauerstofffakzeptor . . . . .	280
11.4	Eigenschaften von Gasen quantifiziert – Gasgesetze . . . . .	281
11.4.1	Volumen-Temperatur-Gesetz . . . . .	282
11.4.2	Volumen-Druck-Gesetz . . . . .	283
11.4.3	Druck-Temperatur-Gesetz . . . . .	284
<b>12</b>	<b>Elementfamilien . . . . .</b>	<b>287</b>
12.1	Alkalimetalle . . . . .	290
12.1.1	Härte und Schnittfläche der Alkalimetalle . . . . .	290
12.1.2	Brennbarkeit der Alkalimetalle . . . . .	291

---

12.1.3	Flammenfarben der Alkalimetalle . . . . .	292
12.1.4	Reaktion von Alkalimetallen mit Wasser . . . . .	293
12.1.5	„Natriumtanz“ . . . . .	296
12.1.6	Nachweis des entstehenden Wasserstoffs . . . . .	297
12.1.7	Auffangen des Reaktionsproduktes (Natriumhydroxid) . . . . .	298
12.1.8	Nachweis von Wasserstoff im Natriumhydroxid mit Zink . . . . .	299
12.1.9	Nachweis vom Wasserstoff im Natriumhydroxid mit Eisen . . . . .	300
12.1.10	Formelbestimmung Lithiumhydroxid . . . . .	302
12.1.11	Hygroskopizität des Natriumhydroxids . . . . .	303
12.1.12	Absorption von Kohlenstoffdioxid durch Natriumhydroxid . . . . .	304
12.1.13	Natriumhydroxid zersetzt organische Stoffe . . . . .	305
12.2	Erdalkalimetalle . . . . .	307
12.2.1	Flammenfarben der Erdalkalimetalle . . . . .	307
12.2.2	Verbrennung von Calcium und Magnesium . . . . .	308
12.2.3	Reaktion von Calcium mit Wasser . . . . .	309
12.2.4	Reaktion von Magnesium mit Wasser . . . . .	310
12.2.5	Versuche zum Kalkkreislauf . . . . .	311
	12.2.5.1    Reaktion von Calciumoxid mit Wasser und Löschen von Branntkalk . . . . .	312
	12.2.5.2    Abbinden von Löschkalk . . . . .	313
	12.2.5.3    Brennen von Kalkstein . . . . .	315
12.3	Halogene . . . . .	316
12.3.1	Herstellen von Chlor im Standzylinder . . . . .	316
12.3.2	Herstellen von Chlor mit HTH-Chlor-Tabletten . . . . .	317
12.3.3	Herstellen von Chlor im Mikromaßstab . . . . .	319
12.3.4	Desinfektionswirkung von Chlor . . . . .	321
12.3.5	Bleichwirkung von Chlor . . . . .	322
12.3.6	Nachweis von Halogenen mit der Beilstein-Probe . . . . .	323
12.3.7	Iodnachweis mit Stärke . . . . .	324
12.3.8	Löslichkeit von Halogenen . . . . .	325
12.3.9	Reaktion von Natrium mit Chlor . . . . .	326
12.3.10	Reaktion von Chlor mit Metallen . . . . .	328
12.3.11	Reaktion von Aluminium mit Brom . . . . .	331
12.3.12	Reaktion von Kupfer mit Iod . . . . .	332
12.3.13	Iod und Zink werden in Wasser vermischt . . . . .	333
12.3.14	Reaktion von Magnesium mit Bromwasser . . . . .	334
12.3.15	Nachweis von Halogeniden durch Fällung . . . . .	336

12.3.16	Endotherme Reaktion: Silberfotografie . . . . .	337
12.3.17	Reaktivität der Halogene . . . . .	339
<b>Erratum zu: Experimente im Chemieunterricht Band 1 . . . . .</b>		E1
<b>Arbeitsgeräte für den Unterricht . . . . .</b>		343
<b>Literatur. . . . .</b>		345