

Inhaltsverzeichnis

1	Vom Dalton-Modell zum differenzierten Atommodell	1
1.1	Versuche zur Elektrostatik	3
1.2	Leitfähigkeit von Stoffen	6
1.3	Modellversuch zur Bedeutung von Neutronen	9
2	Bindungen und Wechselwirkungen	11
2.1	Versuche zur Metallbindung	16
2.1.1	Eigenschaften von Metallen	16
2.1.2	Veranschaulichung des Elektronengasmodells und der Elektronenleitung	18
2.1.3	Veranschaulichung der Duktilität von Metallen	20
2.2	Versuche zur Ionenbindung und Ionenbildung	21
2.2.1	Metalle und Salze im Vergleich	21
2.2.2	Erniedrigung der Gefriertemperatur von Wasser durch gelöste Stoffe	23
2.2.3	Ionenwanderung im Schülerversuch	24
2.3	Versuche zur Elektronenpaarbindung	27
2.3.1	Naszierender Wasserstoff und Methylenblau	27
2.3.2	Ablenkung eines Wasser- und eines Heptanstrahls	29
2.3.3	Veranschaulichung polarer und unpolarer Bindungen im Modell	31
2.4	Einführung in das Wechselwirkungskonzept	33
2.4.1	Versuche zur Fleckentfernung	35
2.4.1.1	Verdunstungsneigung von Lösemitteln	35
2.4.1.2	Löslichkeit von Lösemitteln	37
2.4.1.3	Der Fleck muss weg – aber womit?	38
2.4.2	Dichteanomalien des Wassers	40
2.4.3	Oberflächenspannung des Wassers	43
2.4.4	Lösen von Salzen – mal heiß, mal kalt	45

3	Energetik, Kinetik und das chemische Gleichgewicht	47
3.1	Chemische Reaktionen und Energie	48
3.1.1	Kalorimetrische Bestimmung von Reaktionsenthalpien	51
3.1.2	Verbrennungsenthalpien verschiedener Brennstoffe	55
3.1.3	Brennwert von Lebensmitteln	59
3.1.4	Ableitung des Satzes von Hess	61
3.1.5	Endotherme Reaktion von Soda mit Citronensäure	63
3.2	Geschwindigkeit chemischer Reaktionen	65
3.2.1	Reaktion von sauren Lösungen mit Magnesium und Calciumcarbonat	68
3.2.2	Entfärbung von Saft der Roten Bete	71
3.2.3	Zerfall von Wasserstoffperoxid	73
3.2.4	RGT-Regel mit Hefe	75
3.2.5	Reaktion von Natriumthiosulfat mit Salzsäure	77
3.2.6	„Zerfall“ von Bierschaum	79
3.2.7	Autokatalyse	80
3.3	Chemische Reaktionen hin und zurück – das chemische Gleichgewicht	82
3.3.1	Umkehrung der Reaktion von Zink mit Bromwasser	84
3.3.2	Ligandenaustausch-Gleichgewichte bei Kupferkomplexen	86
3.3.3	Eisenthiocyanat-Bildungsgleichgewicht	88
3.3.4	Esterbildung und Esterspaltung quantitativ betrachtet	92
3.3.5	$\text{NO}_2/\text{N}_2\text{O}_4$ -Gleichgewicht	95
3.3.6	Stechheber-Modellversuch	96
3.3.7	Gleichgewichte in der Technik – Sodasynthese	99
3.3.8	Gleichgewichte in der Technik – Modellversuch zur Herstellung von Ammoniak	102
4	Säuren, Basen, Salze und Protonenübergänge	105
4.1	Indikatoren	112
4.1.1	Indikatoren aus Pflanzen	112
4.1.2	Alltagsprodukte als Indikatoren	116
4.1.3	Umschlagsbereiche von Indikatoren	119
4.2	Eigenschaften von Säuren und sauren Lösungen	120
4.2.1	Wirkung von sauren Lösungen auf natürliche Indikatoren	120
4.2.2	Saure Lösungen im Haushalt	122
4.2.3	Wirkung von sauren Lösungen auf Marmor (Kalk)	123
4.2.4	Reaktion von sauren Lösungen mit Metallen	125
4.2.5	Wirkung saurer Lösungen auf Fleisch	126
4.2.6	Wirkung von sauren Lösungen auf Knochen	128
4.3	Eigenschaften von Alkalien und alkalischen Lösungen	129
4.3.1	Wie wirken Abflussreiniger?	130

4.3.2	Reaktion von Aluminium und Natronlauge	133
4.3.3	Laugen zersetzen Fette und Haare	135
4.3.4	Modellversuch zur Verätzung eines Auges durch saure und alkalische Lösungen	136
4.4	Hinführung zum Säure-Base-Konzept nach Brønsted	138
4.4.1	Leitfähigkeit von Citronensäure	138
4.4.2	Protolyse von Chlorwasserstoff mit Wasser	140
4.4.3	Protolyse von Chlorwasserstoff mit Wasser – Microscale- Version	145
4.4.4	Springbrunnenversuche	147
4.4.5	Verdünnen von Eisessig	151
4.5	Säure-Base-Gleichgewichte – pH-Wert und Säure-/Basenstärke	153
4.5.1	Veranschaulichung des pH-Werts anhand einer Verdünnungsreihe	154
4.5.2	Säurestärke im Vergleich	155
4.5.3	Stärke von Carbonsäuren im Vergleich	157
4.5.4	Protolyse von Salzlösungen	159
4.5.5	Protolysereaktionen im Kontext „Ozeane“ und „Mineralwasser“	161
4.5.5.1	Austreiben und Einleiten von Kohlenstoffdioxid	161
4.5.5.2	Einfluss von Druck und Temperatur auf das $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$ -Gleichgewicht	164
4.6	Neutralisation und Salzbildung	166
4.6.1	Reaktion von Zitrusreiniger und Abflussreiniger	166
4.6.2	Reaktion von Carbonsäuren mit Hydroxiden	167
4.6.3	Modellversuch zum Überleben von <i>Helicobacter pylori</i> im Magensaft	170
4.6.4	Wirkung von Antazida	171
4.6.5	Säure-Base-Titrationen – Neutralisation quantitativ betrachtet	173
4.6.5.1	Titration von Natronlauge	174
4.6.5.2	Bestimmung der Säuregehalte in Lebensmitteln	177
4.6.5.3	Bestimmung der Säuregehalte von Kalkreinigern	178
4.6.5.4	Anfertigen einer Titrationskurve	179
4.6.5.5	Leitfähigkeitstitation	182
4.7	Puffersysteme	185
4.7.1	Herstellen und Prüfen von Pufferlösungen	185
4.7.2	Modellierung des Blutpuffers	187

5	Elektronenübertragungen und Elektrochemie	191
5.1	Einführung des Redoxkonzepts auf Elektronenebene	197
5.1.1	Abscheidungsreihe der Metalle	197
5.1.2	Elektrochemische Silberreinigung	199
5.2	Galvanische Zellen	200
5.2.1	Obst- und Gemüsebatterien	200
5.2.2	Brillenputztuchbatterie	202
5.2.3	Hinführung zur Daniell-Zelle	204
5.2.4	Die Daniell-Zelle	206
5.2.5	Nachweis der in der Daniell-Zelle ablaufenden Reaktionen	209
5.2.6	Spannungsreihe der Metalle	210
5.2.7	Bestimmung von Standardelektrodenpotenzialen	213
5.2.8	Ableitung der Nernst-Gleichung im Mikromaßstab	217
5.2.9	Batterien und Akkus	220
5.2.9.1	Untersuchung von handelsüblichen Batterien	220
5.2.9.2	Die Leclanché-Zelle	224
5.2.9.3	Bleiakkumulator	226
5.2.9.4	Batterie aus der Dose	228
5.2.10	Wasserstoff/Sauerstoff-Brennstoffzelle – Low-Cost- Version	230
5.2.11	Modellversuche zur Lithiumbatterie	232
5.3	Elektrolysen	234
5.3.1	Elektrolyse von Salzlösungen	234
5.3.2	Zinkiodid – Bildung und Zerlegung	236
5.3.3	Vertikale Elektrolyse einer Zinksulfatlösung	239
5.3.4	Elektrolyse in einer Kartoffel	241
5.3.5	Elektrolyse von Natriumsulfatlösung	243
5.3.6	Zersetzungsspannung und Überspannungsanteile	244
5.3.7	Faraday-Gesetze	248
5.3.8	Bestimmung der Faraday-Konstante	250
5.3.9	Angewandte Elektrolysen	251
5.3.9.1	Galvanisieren eines Eisengegenstands	251
5.3.9.2	Raffination von Kupfer	253
5.3.9.3	Eloxieren von Aluminium (Eloxalverfahren)	255
5.4	Korrosion	258
5.4.1	Das Rosten von Eisenwolle	258
5.4.2	Korrosionsvorgänge und Korrosionsschutz am Eisen	261
5.4.3	Passivierung von Eisen	264
5.4.4	Korrosion am Anspitzer	266

5.5	Komplexere Redoxsysteme und Redox titrationen.	267
5.5.1	pH-Abhängigkeit des Redoxvermögens von Kaliumpermanganat-Ionen	268
5.5.2	Sauerstoffbestimmung nach Winkler.	269
5.5.3	Bestimmung des Wasserstoffperoxidgehalts eines Haarbleichmittels	272
5.5.4	Schwefeln von Wein.	273
6	Organische Chemie I – Kohlenwasserstoffe.	277
6.1	Alkane	282
6.1.1	Methan aus Aluminiumcarbid	282
6.1.2	Darstellung von Methan durch Thermolyse von Natriumacetat.	284
6.1.3	Projekt Biogas	287
6.1.3.1	Herstellung von Biogas.	287
6.1.3.2	Untersuchung der Zusammensetzung von Biogas	289
6.1.3.3	Gaschromatographie von Biogas	291
6.1.3.4	Biogas als Energieträger	293
6.1.3.5	Qualitative und quantitative Analyse von Biogas anderer Alkanen	294
6.1.4	Petrochemie	298
6.1.4.1	Fraktionierte Destillation von Modellerdöl	298
6.1.4.2	Modellversuch zum Fracking – Ölfläschchenversuch	301
6.1.4.3	Cracken von Paraffinöl	303
6.1.5	Struktur-Eigenschafts-Beziehungen bei Alkanen	305
6.1.6	Reaktionsverhalten von Alkanen	309
6.1.6.1	„Methan-Mamba“.	309
6.1.6.2	Entflammbarkeit von Alkanen	311
6.1.6.3	Zündgrenzen von Alkan-Luft-Gemischen	313
6.1.7	Bromierung von Alkanen.	317
6.1.8	Halogenalkane und nucleophile Substitution.	322
6.2	Alkene und Alkine	327
6.2.1	Ethen durch Pyrolyse von Gefrierbeuteln	328
6.2.2	Alkene aus Alkanolen (katalytische Wasserabspaltung) mit Spritzentechnik	331
6.2.3	Ethin aus Calciumcarbid (Microscale).	333
6.2.4	Reaktion von Brom mit gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffen	335
6.2.5	Addition von Bromwasserstoff an Cyclohexen	337

7	Organische Chemie II – organische Sauerstoffverbindungen	339
7.1	Alkanole	341
7.1.1	Herstellung und Untersuchung von Ethanol	341
7.1.1.1	Alkoholische Gärung	341
7.1.1.2	Strukturaufklärung des Ethanolmoleküls	345
7.1.1.3	Nachweis der Hydroxygruppe mit Ammoniumcer(IV)-nitrat-Reagenz.	347
7.1.2	Struktur-Eigenschafts-Beziehungen von Alkanolen	348
7.1.2.1	Louche-Effekt	348
7.1.2.2	Mischbarkeit von Alkanolen	349
7.1.2.3	Siedetemperaturen von Alkanolen	352
7.1.2.4	Verdunstungskälte von Alkanolen	354
7.1.3	Reaktionsverhalten von Alkanolen	356
7.1.3.1	Brennbarkeit von Ethanol-Wasser-Gemischen	356
7.1.3.2	Oxidierbarkeit von Alkanolen und Untersuchung der Reaktionsprodukte.	357
7.1.3.3	Aldehydnachweise	362
7.2	Alkansäuren und Alkansäureester	366
7.2.1	Essig aus Wein	366
7.2.2	Untersuchung von Essigsäure	368
7.2.3	Synthese von Aromastoffen	369
7.2.4	Alkalische Hydrolyse von Essigsäureethylester	373
7.2.5	Angewandte Estersynthesen	375
7.2.5.1	Herstellung von Acetylsalicylsäure (ASS)	375
7.2.5.2	Herstellung von Biodiesel	378
8	Grenzflächenaktive Verbindungen – Tenside	381
8.1	Eigenschaften von Tensiden	383
8.1.1	Messung der Oberflächenspannung mit dem Ringtensiometer	383
8.1.2	Vereinfachte Bestimmung der Oberflächenspannung mittels Bürette	386
8.1.3	Dispergier- und Emulgiervermögen von synthetischen und biologischen Tensiden	387
8.2	Herstellung und Eigenschaften von Seife	390
8.2.1	Herstellung von Seife	390
8.2.2	Seifenherstellung im Schnappdeckelglas	392
8.2.3	Nachweis von Glycerin mit Ammoniumcer(IV)-nitrat- Reagenz	394
8.2.4	Eigenschaften von Seifenanionen	395
8.3	Untersuchung von Waschmitteln	397
8.3.1	Nachweis von Enzymen (Proteasen)	397

8.3.2	Nachweis von optischen Aufhellern	398
8.3.3	Nachweis von Bleichmitteln	399
8.3.4	Ionenaustauscher in Waschmitteln	401
9	Kunststoffe	403
9.1	Identifizieren von Kunststoffen	407
9.2	Mechanisch-thermische Eigenschaften – Duroplast, Thermoplast, Elastomer	410
9.3	Untersuchung von Babywindeln (Superabsorber)	413
9.4	Polymerisate	416
9.4.1	Bildung von Polystyrol und Polyvinylacetat	416
9.4.2	Aufschäumen von Styropor	418
9.4.3	Herstellung von Acrylglas (PMMA)	420
9.4.4	Anionische Polymerisation von Sekundenkleber	422
9.4.5	Kompositzahnfüllungen	424
9.5	Polykondensate	426
9.5.1	Herstellung von Polymilchsäure	426
9.5.2	Hydrolyse von Polymilchsäure (Polylactid) im Labormaßstab	428
9.5.3	Herstellung eines Polyesters aus Citronensäure und Glycerin	430
9.5.4	Synthese von Nylon (Grenzflächen-Polykondensation)	432
9.5.5	Synthese eines Phenoplasts	435
9.6	Polyaddukte	437
9.6.1	Herstellung von Bauschaum	437
9.7	Kunststoffe aus Naturstoffen	438
9.7.1	Kunststoff aus Latexmilch – Vulkanisation	438
9.7.2	Kunststoffe aus Stärke und Chitin	441
9.7.2.1	Gewinnung von Stärke aus Kartoffeln	441
9.7.2.2	Herstellung einer Folie aus frisch isolierter Kartoffelstärke	442
9.7.2.3	Stärkopor und Chitosanfolie	444
9.8	Kunststoffe als Wertstoffe – Recycling und biologischer Abbau	446
9.8.1	Recycling von Polystyrol	446
9.8.2	Kompostierungsversuche mit Kunststoffen	448
10	Farbmittel	451
10.1	Färbeversuche mit Textilien	453
10.1.1	Direktfärbung von Baumwolle	453
10.1.2	Küpenfärbung mit Indigo	455
10.1.3	Säurefärbung von Wolle	457
10.1.4	Reaktivfärbung	458
10.1.5	Dispersionsfärbung von Polyester	460

10.2	Farbstoffgewinnung und -analyse	462
10.2.1	Untersuchung der Farbstoffe in Blättern	462
10.2.2	Qualitative und quantitative Untersuchung von Farbstoffen in Getränken	466
10.3	Spektralphotometrische Untersuchung von Rotkohllindikator	469
10.4	Farbstoff oder Pigment?	472
10.5	Farbstoffe	474
10.5.1	Synthese eines Azofarbstoffs (β -Naphtholorange, Orange II)	474
10.5.2	Herstellung von Fluorescein	476
10.5.3	Chemische Ampel	477
10.5.4	Blue Bottle (blaues Wunder)	480
10.6	Pigmente	482
10.6.1	Herstellung von Berliner Blau in der Petrischale	482
10.6.2	Herstellung einer Eisengallustinte	483
10.6.3	Herstellung Krapplack	485
10.6.4	Titandioxid als Funktionspigment	486
10.6.4.1	Nachweis von Titan-Ionen in Titandioxid	486
10.6.4.2	Wirkung von Titandioxid als Sonnenschutz	488
10.7	Lumineszenzphänomene	490
10.7.1	Fluoreszenzphänomene mit Alltagsprodukten	491
10.7.2	Fluoreszenz von Chlorophyll	495
10.7.3	Phosphoreszenz I	497
10.7.4	Phosphoreszenz II	498
11	Naturstoffchemie	501
11.1	Kohlenhydrate	503
11.1.1	Verbrennung von Watte und Nudeln	504
11.1.2	Verkohlen von Zucker (Zuckerkohle)	506
11.1.3	Zuckernachweise	507
11.1.4	Nachweis von Stärke und Cellulose	510
11.1.5	Hydrolyse von Stärke und von Cellulose	512
11.1.6	Mutarotation von Einfachzuckern	515
11.2	Fette	517
11.2.1	Gewinnung von Fetten aus Lebensmitteln	517
11.2.2	Fettextraktion mit der Soxhlet-Apparatur	519
11.2.3	Fettfleckprobe	522
11.2.4	Qualitative Analyse von Fetten	523
11.2.5	Fettspaltung im alkalischen Milieu – Nachweis von Glycerin und Fettsäuren	524
11.2.6	Löslichkeit von Fetten in verschiedenen Lösemitteln	526
11.2.7	Nachweis ungesättigter Fettsäuren	528

11.2.8	Qualitativer und quantitativer Nachweis von Buttersäure in Butter (Säurezahl)	529
11.3	Proteine	532
11.3.1	Nachweis von Stickstoff in Proteinen	533
11.3.2	Aminosäure oder Protein?	534
11.3.3	Nachweis aromatischer Proteine durch Xanthoproteinreaktion	536
11.3.4	Hydrolyse von Proteinen	538
11.3.5	Denaturierung von Proteinen	540
Anhang		543
Literatur		549
Stichwortverzeichnis		557