

Inhaltsverzeichnis

1	Praktikumsorganisation und Sicherheitsbelehrung	
1.1	Allgemeiner Arbeitsablauf	1
1.1.2	Protokollführung	1
1.1.3	Arbeitsplatzausrüstung	2
1.2	Sicherheitsbelehrung	4
1.2.1	Laborordnung	4
1.2.2	Gefahrensymbole	5
1.2.3	Gefahrenhinweise (R-Sätze)	8
1.2.4	Kombination der R-Sätze	9
1.2.5	Sicherheitsratschläge (S-Sätze)	10
1.2.6	Kombination der S-Sätze	12
1.2.7	Liste der Reagenzien	13
2	Erste Arbeitstechniken (1. Halbtag)	
2.1	Das Arbeiten mit dem Gasbrenner	17
2.1.1	Funktionsbeschreibung	17
	1. <i>Inbetriebnahme des Gasbrenners und qualitative Untersuchung der Temperaturverteilung in einer Gasflamme</i>	18
2.1.2	Erhitzen mit dem Gasbrenner	20
	2. <i>Wasserkochen im Reagenzglas</i>	20
2.2	Glasbearbeitung	21
	3. <i>Glasbearbeitung</i>	23
2.3	Bohren von Stopfen	23
	4. <i>Bohren eines Stopfens</i>	24
2.4	Filtrieren	24
3	Allgemeine Kennzeichen chemischer Reaktionen	
3.1	Der stoffliche und energetische Aspekt (2. Halbtag)	26
	1. <i>Verbrennung von Magnesium</i>	27
	2. <i>Lösen von Kalk mit Salzsäure</i>	28
	3. <i>Eine endotherme Reaktion: die Silberfotografie</i>	29
	<i>Exkurs: Fotografie</i>	29
	4. <i>Lösen von Natriumhydroxid</i>	30
	5. <i>Wärmetönung beim Verdünnen konzentrierter Schwefelsäure</i>	32

6.	<i>Hygroskopische Wirkung von konzentrierter Schwefelsäure</i>	33
7.	<i>Lösen von Ammoniumnitrat (Prinzip einer Kältepackung)</i>	34
8.	<i>Bildung einer unterkühlten Natriumacetat-Schmelze (Prinzip einer Wärmepackung)</i>	35
9.	<i>Die Neutralisation</i>	36
10.	<i>Eine reversible Reaktion: Die Hydratation von Kupfersulfat</i>	36
11.	<i>Reaktion von Eisen mit Kupfersulfat (Zementation von Kupfer)</i>	37
12.	<i>Gesetz von der Erhaltung der Masse bei der Bildung eines Niederschlags</i>	37
3.2	Geschwindigkeiten chemischer Reaktionen (3. Halbtag)	39
1.	<i>Knallgasreaktion (ein Beispiel für eine schnelle Reaktion)</i>	43
2.	<i>Reaktion von Natriumthiosulfat mit Salzsäure (Beispiel einer langsamen Reaktion)</i>	44
3.	<i>Auflösen von Magnesium in Säure bei unterschiedlichen Temperaturen</i>	45
4.	<i>Auflösen von Magnesium in Säuren unterschiedlicher Konzentration</i>	45
5.	<i>Katalytische Zersetzung von Wasserstoffperoxid</i>	46
6.	<i>Enzymatische Katalyse bei der Zersetzung von Wasserstoffperoxid</i>	48
7.	<i>Reaktionsweg der Katalyse</i>	48
8.	<i>Reaktionsgeschwindigkeit und Autokatalyse bei der Reaktion von Oxalsäure mit Kaliumpermanganat</i>	49
9.	<i>Mehlstaubexplosion (Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Oberflächengröße der Reaktanden)</i>	50
3.3	Das chemische Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz	51
3.3.1	Einleitung	51
3.3.2	Gruppenpuzzle „Chemisches Gleichgewicht“	53
	<i>Gruppe 1: Simulation des chemischen Gleichgewichts und das MWG</i>	55
	<i>Gruppe 2: Die Konzentration beeinflusst das chemische Gleichgewicht</i>	60
	<i>Gruppe 3: Unter Druck bewegt sich einiges</i>	65
	<i>Gruppe 4: Die Temperatur beeinflusst das chemische Gleichgewicht</i>	71
3.3.3	Die gravimetrische Methode (4. Halbtag)	77
1.	<i>Bestimmung von Eisen</i>	79
2.	<i>Bestimmung von Magnesium</i>	80
3.	<i>Bestimmung von Barium</i>	81

4	Säure-Base-Reaktionen	
4.1	Einführung (5.-7. Halbtag)	83
	<i>Exkurs: Saurer Regen</i>	83
	1. <i>pH-Wert-Bestimmungen</i>	85
	2. <i>Vergleich der Säurestärke von zwei gleichkonzentrierten Säuren</i>	85
	3. <i>Abhängigkeit des Protolysegrades von der Verdünnung</i>	86
	4. <i>pH-Werte von wässrigen Salzlösungen</i>	87
	5. <i>Amphoterer Verhalten von Aluminiumhydroxid</i>	87
	6. <i>Puffer und ihre Wirkung</i>	88
	<i>Weiterführende Aufgabe: Puffervermögen von Böden</i>	89
	7. <i>Herstellen einer Pufferlösung mit bestimmtem pH-Wert</i>	92
	<i>Exkurs: Puffer</i>	93
	8. <i>Rotkohlsaft als Indikator</i>	95
4.2	Säure-Base-Titrationen	96
4.2.1	Säure-Base-Titration mit Indikator	99
	<i>Weiterführende Aufgabe: Maßanalytische Bestimmung von Speiseessig</i>	100
4.2.2	Säure-Base-Titration am Computer	103
4.3	Quantitative Analysen von Alltagsubstanzen (8.-9. Halbtag)	103
4.3.1	Bestimmung der Härte von Trink- und Brauchwässern	104
4.3.2	Bestimmung von Calcium und Carbonat in Eierschalen	108
4.3.3	Säurebindekapazität von Antacida	112
5	Komplexchemie	
5.1	Einleitung	116
5.1.1	Bedeutung von Komplexverbindungen	116
5.1.2	Was über Komplexverbindungen vermittelt werden soll	117
5.2	Grundlagen (10.-12. Halbtag)	117
	1. <i>Amminkomplexe, Hydroxokomplexe und Hydroxide und ihre pH-Abhängigkeit</i>	117
	2. <i>Chloro- und Iodokomplexe, schwerlösliche Halogenide und ihre Konzentrationsabhängigkeit</i>	118
	3. <i>Die Komplexstabilität von Fe(III)-Komplexen</i>	119
	4. <i>Stabilität von Silber-Komplexen</i>	119
	5. <i>Herstellung von Komplexsalzen</i>	120

6.	<i>Bestimmung der Kristallfeldaufspaltung bei den Hexaaquakomplexen</i> <i>$[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ und $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$</i>	122
7.	<i>Photometrische Analyse</i>	122
5.3	Komplexometrische Analysen (13.-15. Halbtage)	125
5.3.1	Durchführen einer Lehranalyse	126
1.	<i>Bestimmung von Magnesium</i>	126
2.	<i>Bestimmung von Calcium</i>	126
3.	<i>Bestimmung von Aluminium</i>	126
4.	<i>Bestimmung von Zink</i>	127
5.3.2	Projekt „Wasserhärte“	127
	<i>Bestimmung der Gesamthärte von Wasser</i>	127
1.	<i>Bestimmung der Summe an Ca^{2+}- und Mg^{2+}-Ionen</i>	128
2.	<i>Bestimmung des Calcium-Gehaltes</i>	129
	<i>Komplexbildner in Waschmitteln</i>	130
	<i>Exkurs: Waschmittel</i>	130
1.	<i>Wasserhärte und Komplexierung</i>	132
2.	<i>Bestimmung der Austauschkapazität von Zeolith A</i>	133
3.	<i>Titrimetrische Bestimmung des SASIL-Anteils in Waschmitteln</i>	134
5.3.2	Projekt „Mineralstoffe in Arznei- und Lebensmitteln“	135
1.	<i>Bestimmung von Calcium und Magnesium in Mineralstofftablets</i>	135
2.	<i>Eisenbestimmung in Nutella</i>	137
	<i>Exkurs: Eisen als essentielles Spurenelement</i>	137
3.	<i>Essigsäure Tonerde – Herstellung und Qualitätskontrolle</i>	140
6	Redoxreaktionen	
6.1	Grundlagen (16. Halbtage)	144
1.	<i>Vielseitige Redoxchemie</i>	144
2.	<i>Redoxchemie der Halogene</i>	147
	<i>Exkurs: Petrischalenexperimente in der Overhead-Projektion</i>	150
6.2	Durchführung quantitativer Analysen (17.-18. Halbtage)	153
6.2.1	Permanganometrische Titrations	153
	<i>Lehranalyse: Analyse einer Calcium-Lösung</i>	154
	<i>Anwendungsorientierte Analysen:</i>	155
1.	<i>Bestimmung von Wasserstoffperoxid</i>	155
2.	<i>Bestimmung des Aktivsauerstoffs im Bleichmittel Natriumperborat</i>	157

6.2.2	Iodometrische Titrationsen	158
	<i>Lehranalysen:</i>	158
1.	<i>Iodometrische Analyse einer Glucose-Lösung</i>	158
2.	<i>Iodometrische Analyse einer Kupfer-Lösung</i>	160
	<i>Anwendungsorientierte Analysen:</i>	161
1.	<i>Quantitative Bestimmung von Vitamin C</i>	161
	<i>Weiterführende Aufgabe: Vitamin-C-Analytik</i>	162
2.	<i>Iodometrische Bestimmung des Gehalts an schwefliger Säure in Wein</i>	165
7	Elektrochemie	
7.1	Einführung	167
7.2	Vorstellung der Arbeitsmethode „Stationenarbeit“	167
7.3	Arbeitsmaterialien	169
	<i>19. Halbtage</i>	
	<u>Station 1: Grundlagen der elektrischen Leitfähigkeit</u>	171
1.1	Einführung	171
1.2	Theorie	171
1.2	Versuche	172
1.	<i>Abhängigkeit der Leitfähigkeit von verschiedenen Größen</i>	172
2.	<i>Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Konzentration</i>	174
3.	<i>Leitfähigkeit verschiedener Elektrolyte bei gleicher Konzentration</i>	174
	<u>Station 2: Konduktometrische Titrationsen</u>	176
2.1	Einführung	176
2.2	Theorie	176
2.3	Versuche	178
1.	<i>Leitfähigkeitstiteration von Hydrogencarbonat in Mineralwasser</i>	178
2.	<i>Bestimmung der Säurekonzentration in einem Cola-Erfrischungsgetränk</i>	179
2.4	Zusatzaufgabe: Konduktometrische Titeration eines Säuregemisches	179
	<u>Station 3: Elektrolyse und elektrischer Strom durch deren Umkehrung</u>	181
3.1	Einführung	181
3.2	Versuche	181
1.	<i>Reaktion von Brom und Zink in Wasser</i>	181
2.	<i>Elektrolyse einer Zinkbromidlösung an Kohlelektroden</i>	182
3.	<i>Umkehrung der ZnBr₂-Elektrolyse</i>	183
4.	<i>Die Zink/Brom-Batterie</i>	184

20. Halbtage	
<u>Station 1: Elektrolyse und Faraday-Gesetze</u>	185
<u>Station 2: Elektrogravimetrische Analyse von Kupfer oder Blei</u>	188
<u>Station 3: Die Fällungs-/Redoxreihe der Metalle</u>	190
3.1 Einführung	190
3.2 Versuch	190
<i>Fällungsreihe der Metalle</i>	190
3.3 Theorie	191
<u>Station 4: Das Daniell-Element</u>	193
4.1 Einführung	193
4.2 Versuche	193
1. <i>Spannungsmessung zwischen einer Kupfer- und einer Zink-Halbzelle – das Daniell-Element</i>	193
2. <i>Die Reaktionen im galvanischen Element $Zn/Zn^{2+} // Cu^{2+}/Cu$</i>	195
21. Halbtage	
<u>Station 1: Die Spannungsreihe der Metalle – die Erweiterung der Fällungsreihe</u>	197
1.1 Einführung	197
1.2 Versuch	197
<i>Die Spannungsreihe der Metalle</i>	197
<u>Station 2: Das Messen von Normalpotentialen und die Erweiterung der Spannungsreihe durch Nichtmetalle</u>	199
2.1 Einführung	199
2.2 Versuche	199
1. <i>Messen von Normalpotentialen mit der Normal-Wasserstoffelektrode</i>	199
2. <i>Potentialdifferenzen zwischen Kupferhalbzellen mit verschiedenen Kupferkomplexen</i>	203
3. <i>Die Stellung der Halogene in der Spannungsreihe</i>	204
<u>Station 3: Die Silber-/Silberchlorid-Elektrode und die Elektrodenpotentiale weiterer Redoxpaare</u>	206
3.1 Einführung	206
3.2 Versuche	206
1. <i>Herstellung einer Silber-/Silberchlorid-Elektrode mit konstantem Potential</i>	206
2. <i>Normalpotential bei der Ionenumladung Fe^{3+}/Fe^{2+}</i>	207
3. <i>Ionenumladung $MnO_4^- + 8 H^+ / Mn^{2+} + 4 H_2O$</i>	207
<u>Station 4: Lernkontrolle</u>	209
4.1 Aufgaben	209
4.2 Lösungen	210

22. Halbttag

<u>Station 1: Die Konzentrationsabhängigkeit des Elektrodenpotentials – Einführung der Nernst-Gleichung</u>	212
1.1 Einführung.....	212
1.2 Versuche.....	212
1. <i>Potentialdifferenz zwischen Ag-Elektroden, die in verschiedenen konzentrierte Silbernitrat-Lösungen eintauchen</i>	212
2. <i>Potentialdifferenzen zwischen Cu-Elektroden in verschiedenen konzentrierten Kupfernitratlösungen</i>	214
<u>Station 2: Funktionsweise der Glaselektrode</u>	219
2.1 Einführung.....	219
2.2 Theorie.....	219
<u>Station 3: Potentiometrische Titration</u>	221
3.1 Einführung.....	221
3.2 Versuch.....	221
<i>Bestimmung der Ag⁺-Ionenkonzentration einer Lösung</i>	221
<u>Station 4: Die pH-Abhängigkeit von Redoxpotentialen</u>	223
<u>Station 5: Lernkontrolle</u>	224
5.1 Aufgaben.....	224
5.2 Lösungen.....	225

23. Halbttag

<u>Station 1: Elektrochemische Stromquellen - Batterien</u>	227
1.1 Einführung.....	227
1.2 Das Leclanché-Element – die Trockenbatterie.....	227
<i>Versuch: Modell einer Trockenbatterie</i>	227
<i>Lernkontrolle</i>	229
1.3 Alkali/Mangan-Batterie.....	231
1.4 Die Zink/Luft-Batterie.....	231
<i>Modellversuch</i>	231
1.5 Lithium-Batterien.....	232
<u>Station 2: Elektrochemische Stromquellen - Akkumulatoren</u>	233
2.1 Einführung.....	233
2.2 Modellversuch: Der Bleiakkumulator.....	233
2.3 Nickel-Cadmium- und Nickel-Eisen-Akkumulatoren.....	234
<u>Station 3: Elektrochemische Stromquellen - Brennstoffzellen</u>	236
<i>Modellversuch: Die alkalische Brennstoffzelle</i>	236

<u>Station 4: Zersetzungsspannungen bei Elektrolysen und die Chlor-Alkali-Elektrolyse</u>	239
4.1 Die Problematik der Überspannung.....	239
<i>Versuch 1: Elektrolyse einer Zinkchlorid-Lösung</i>	239
<i>Versuch 2: Zersetzungsspannung von Salzsäure an einer Platin- und einer Kohlelektrode</i>	240
<i>Versuch 3: Zersetzungsspannung von Salzsäure an zwei Kohlelektroden</i>	242
4.2 Die Chlor-Alkali-Elektrolyse.....	243
<i>Versuch 1: Elektrolyse einer Kochsalzlösung</i>	243
<i>Versuch 2: Elektrolyse einer NaCl-Lösung nach dem Diaphragmaverfahren</i>	244
<i>Das Diaphragma-Verfahren</i>	246
<i>Membran-Verfahren</i>	246
<i>Amalgam-Verfahren</i>	246
24. Halbtag	
<u>Station 1: Aluminium-Herstellung</u>	248
1.1 Allgemeines.....	248
1.2 Vom Bauxit zum Aluminium.....	248
1.3 Das Eloxal-Verfahren.....	251
<i>Modellversuch: Eloxieren von Aluminium</i>	251
<u>Station 2: Kupfer-Gewinnung</u>	253
2.1 Vom Kupfererz zum Rohkupfer.....	253
2.2 Raffination von Kupfer.....	253
<u>Station 3: Korrosion und Korrosionsschutz</u>	255
3.1 Einleitung.....	255
3.2 Versuche.....	255
1. <i>Kontaktkorrosion von Eisen</i>	255
2. <i>Sauerstoffkorrosion von Eisen</i>	257
3. <i>Schutz von Eisen durch Kontakt mit Zink, Verzinken von Eisen</i>	258
4. <i>Die Magnesium-Opferanode</i>	259
3.3 Lernkontrolle.....	261
<i>Exkurs: Petrischalenexperimente in der Overhead-Projektion</i>	263
Abbildungsverzeichnis	265
Literaturverzeichnis	267