

1. Grundlagen der chemischen Thermodynamik

1.1.	Allgemeine Arbeitsmethoden der chemischen Thermodynamik	12
1.1.1.	Das Arbeiten mit Zustandsgrößen, Zustandsvariablen und Zustandsfunktionen	14
1.1.2.	Die Änderung einer Zustandsgröße als Folge einer Zustandsänderung	16
1.1.3.	Die Grundgleichung zur Berechnung der Änderung von Zustandsgrößen	18
1.1.4.	Die Voraussetzungen zur Integration der Grundgleichung	19
	Beispiele zur Integration der Grundgleichung	20
	Aufgaben	25
1.2.	Die thermischen Zustandsgleichungen reiner Stoffe	26
	Beispiele zur Anwendung der thermischen Zustandsgleichungen	27
	Versuch 1.1: Gasvolumetrische Untersuchungen	35
	Versuch 1.2: Bestimmung der Molmasse leicht siedender Flüssigkeiten	37
	Versuch 1.3: Bestimmung der kritischen Größen	38
	Aufgaben	41
1.3.	Thermodynamische Untersuchungen an Mischphasen	42
	Beispiele zur Berechnung der partiellen molaren Zustandsgrößen der Komponenten	43
	Beispiele zur Berechnung von isotherm-isobaren Stoffwandlungsprozessen	47
	Beispiele zu Methoden der Bestimmung partieller molarer Größen und partieller molarer Mischungsgrößen	52
	Versuch 1.4: Experimentelle Untersuchungen zur Bestimmung der partiellen molaren Größen	61
	Aufgaben	64

2. Der erste Hauptsatz der Thermodynamik

2.1.	Die innere Energie und die Enthalpie	66
	Beispiele zur Änderung der inneren Energie und Enthalpie	67
2.2.	Die kalorischen Zustandsgleichungen für konstante Objektmenge	69
	Beispiele zur Anwendung des ersten Hauptsatzes und der kalorischen Zustandsgleichungen für konstante Objektmenge	70
	Aufgaben	75

2.3.	Die kalorischen Zustandsgleichungen für variable Objektmenge – Grundgesetze der Thermochemie	77
	Beispiele zur Anwendung der Gesetze der Thermochemie	80
	Aufgaben	86
3.	Kalorimetrie	
3.1.	Die Grundlagen der Kalorimetrie	89
3.2.	Kalorimetrische Meßverfahren	90
	Beispiele zu den wesentlichsten thermochemischen Erscheinungen	97
	Versuch 3.1: Bestimmung der Wärmekapazität eines Kalorimeters	100
	Versuch 3.2: Bestimmung der molaren Wärmekapazitäten von Festkörpern	101
	Versuch 3.3: Bestimmung der Phasenumwandlungsenthalpie	105
	Versuch 3.4: Bestimmung von Mischungsenthalpien	107
	Versuch 3.5: Bestimmung von Auflösungsenthalpien	110
	Versuch 3.6: Bestimmung von Neutralisationsenthalpien	112
	Versuch 3.7: Bestimmung der Standardbildungsenthalpie und Mesomerieenergie aus Verbrennungsenthalpien	114
	Versuch 3.8: Direkte Bestimmung der Standardbildungsenthalpie	117
	Aufgaben	119
4.	Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	
4.1.	Die Grundlagen des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik	122
4.2.	Die Entropie als Zustandsfunktion	123
	Beispiele zur Anwendung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik	126
	Aufgaben	132
5.	Allgemeine Gesetze des Gleichgewichts und Nichtgleichgewichts	
5.1.	Freie Energie und freie Enthalpie	135
5.1.1.	Partielle Differentialquotienten der charakteristischen Zustandsfunktionen	136
5.1.2.	Kriterien für die Richtung des Prozeßablaufs	138
5.1.3.	Ermittlung der partiellen molaren freien Reaktionsenthalpie	140
	Versuch 5.1: Bestimmung thermodynamischer Größen aus der Temperaturabhängigkeit der Zellspannung galvanischer Zellen	141
	Aufgaben	143

5.2.	Das chemische Potential	144
5.2.1.	Die <i>Gibbsschen</i> Fundamentalgleichungen	144
5.2.2.	Die <i>Gibbs-Duhemsche</i> Gleichung	145
5.2.3.	Ideale und reale Mischungen	146
5.2.4.	Formulierung der thermodynamischen Gleichgewichtsbedingung mit Hilfe des chemischen Potentials	151
	Aufgaben	151
6.	Phasengleichgewichte	
6.1.	Das <i>Gibbssche</i> Phasengesetz	153
	Aufgaben	154
6.2.	Phasengleichgewichte in Einstoffsystemen	155
	Versuch 6.1: Dampfdruck von Flüssigkeiten	158
	Aufgaben	161
6.3.	Phasengleichgewichte in Zweistoffsystemen	163
6.3.1.	Gleichgewichte zwischen flüssigen und gasförmigen Mischphasen	165
	Beispiele zur Konstruktion und Auswertung von Dampfdruck-, Siede- und Gleichgewichtsdiagrammen	167
	Versuch 6.2: Siedediagramm eines binären Systems	169
	Versuch 6.3: Mischungslücke in binären flüssigen Systemen	171
6.3.2.	Lösungsmittel und Löslichkeitsgleichgewichte	172
	Beispiele zur Anwendung des <i>Raoult</i> schen und des <i>Henrys</i> chen Gesetzes	175
	Versuch 6.4: Isotherme Destillation	177
	Versuch 6.5: Ebullioskopische Molmassebestimmung	178
	Versuch 6.6: Kryoskopische Molmassebestimmung	180
	Versuch 6.7: Kryoskopische Bestimmung von Aktivitäten und Aktivitätskoeffizienten	183
	Versuch 6.8: Temperaturabhängigkeit der Sättigungsaktivität	184
6.3.3.	Schmelzgleichgewichte	185
	Versuch 6.9: Thermische Analyse zur Ermittlung des Schmelzdiagramms eines binären Systems	187
	Aufgaben	188
6.4.	Phasengleichgewichte in Dreistoffsystemen	192
	Versuch 6.10: <i>Nernst</i> sches Verteilungsgesetz	192
	Aufgaben	194
7.	Chemische Gleichgewichte und chemische Reaktionen im Nichtgleichgewicht	
7.1.	Das Massenwirkungsgesetz	195

	Beispiele zur Berechnung von Gleichgewichtskonstanten und Reaktionsgraden	200
	Aufgaben	202
7.2.	Temperatur- und Druckabhängigkeit der Gleichgewichtskonstanten .	204
7.2.1.	Experimentelle Bestimmung der Gleichgewichtskonstanten bei verschiedenen Temperaturen	205
	Versuch 7.1: Untersuchung des homogenen Gasgleichgewichts $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2$	205
	Versuch 7.2: Thermische Dissoziation von $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 \cdot \text{SO}_2$	207
	Versuch 7.3: Thermische Dissoziation von Hexamminnickel(II)-bromid	210
7.2.2.	Berechnung der Gleichgewichtskonstanten bei verschiedenen Temperaturen aus thermodynamischen Größen	212
	Beispiel zur Berechnung von Gleichgewichtskonstanten mittels Näherungsverfahren	215
	Aufgaben	217
8.	Grenzflächengleichgewichte	
8.1.	Die Oberflächenspannung von Flüssigkeiten	219
	Versuch 8.1: Bestimmung der Oberflächenspannung reiner flüssiger Stoffe	221
	Versuch 8.2: Bestimmung der Oberflächenspannung flüssiger Mischphasen	223
	Versuch 8.3: Bestimmung der kritischen Mizellbildungskonzentration durch Messung der Oberflächenspannung	227
	Versuch 8.4: Bestimmung der Temperaturabhängigkeit der Oberflächenspannung	230
8.2.	Adsorption	232
	Versuch 8.5: Untersuchung der Adsorption aus flüssiger Phase	235
	Versuch 8.6: Adsorptionsisotherme nach BET	236
	Aufgaben	237
	Anhang 1 – Lösungen zu den Aufgaben	240
	Anhang 2 – Tabellen	246
	Sachwörterverzeichnis	264