

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung und erste Grundbegriffe</b>	<b>1</b>
1.1	Stoffdynamik . . . . .	1
1.2	Stoffe und Grundstoffe . . . . .	3
1.3	Messung und Metrisierung . . . . .	7
1.4	Stoffmenge . . . . .	13
1.5	Gemisch, Gemenge und Zusammensetzungsgrößen . . . . .	15
1.6	Zustand . . . . .	17
1.7	Stoffumbildung . . . . .	24
<b>2</b>	<b>Energie</b>	<b>29</b>
2.1	Zur Energie auf indirektem Wege . . . . .	29
2.2	Direkte Metrisierung der Energie . . . . .	30
2.3	Energieerhaltung . . . . .	35
2.4	Energie einer gespannten Feder . . . . .	36
2.5	Druck . . . . .	38
2.6	Energie eines bewegten Körpers . . . . .	40
2.7	Impuls . . . . .	41
2.8	Energie eines gehobenen Körpers . . . . .	43
<b>3</b>	<b>Entropie und Temperatur</b>	<b>45</b>
3.1	Vorüberlegung . . . . .	45
3.2	Makroskopische Eigenschaften der Entropie . . . . .	46
3.3	Molekularkinetische Deutung der Entropie . . . . .	48
3.4	Entropieerhaltung und -erzeugung . . . . .	50
3.5	Wirkungen wachsender Entropie . . . . .	53
3.6	Entropieübertragung . . . . .	56
3.7	Direkte Metrisierung der Entropie . . . . .	59
3.8	Temperatur . . . . .	62
3.9	Anwendungsbeispiele zur Entropie . . . . .	65
3.10	Temperatur als „thermische Spannung“ . . . . .	71
3.11	Energie zur Erzeugung und zur Zufuhr von Entropie . . . . .	72
3.12	Energie kalorimetrisch bestimmt . . . . .	76
3.13	Wärmepumpen und Wärmemotoren . . . . .	78
3.14	Entropieerzeugung in einem Entropiestrom . . . . .	81

<b>4</b>	<b>Chemisches Potenzial</b>	<b>85</b>
4.1	Vorüberlegung	85
4.2	Grundmerkmale des chemischen Potenzials	87
4.3	Wettstreit der Stoffe	89
4.4	Bezugszustand und Werte des chemischen Potenzials	92
4.5	Vorzeichen des chemischen Potenzials	96
4.6	Anwendung in der Chemie und Begriff des Antriebs	99
4.7	Direkte Messung von Antrieben	109
4.8	Indirekte Metrisierung des chemischen Potenzials	114
<b>5</b>	<b>Einfluss von Temperatur und Druck auf Stoffumbildungen</b>	<b>119</b>
5.1	Einleitung	119
5.2	Temperaturabhängigkeit von chemischem Potenzial und Antrieb	119
5.3	Druckabhängigkeit von chemischem Potenzial und Antrieb	129
5.4	Gleichzeitige Temperatur- und Druckabhängigkeit	134
5.5	Verhalten von Gasen unter Druck	137
<b>6</b>	<b>Massenwirkung und Konzentrationsabhängigkeit des chemischen Potenzials</b>	<b>141</b>
6.1	Der Begriff der Massenwirkung	141
6.2	Konzentrationsabhängigkeit des chemischen Potenzials	142
6.3	Konzentrationsabhängigkeit des Antriebs	146
6.4	Das Massenwirkungsgesetz	152
6.5	Spezielle Fassungen der Massenwirkungsgleichung	157
6.6	Anwendungen des Massenwirkungsgesetzes	158
6.7	Potenzialdiagramme gelöster Stoffe	167
<b>7</b>	<b>Konsequenzen der Massenwirkung: Säure-Base-Reaktionen</b>	<b>172</b>
7.1	Einführung	172
7.2	Der Säure-Base-Begriff nach BRØNSTED und LOWRY	172
7.3	Das Protonenpotenzial	174
7.4	Pegelgleichung und Protonierungsgleichung	184
7.5	Säure-Base-Titrationen	188
7.6	Puffer	192
7.7	Säure-Base-Indikatoren	197

<b>8</b>	<b>Begleiterscheinungen stofflicher Vorgänge</b>	<b>200</b>
8.1	Vorüberlegung . . . . .	200
8.2	Raumanspruch . . . . .	200
8.3	Umsatzbedingte Volumenänderungen . . . . .	207
8.4	Entropieanspruch . . . . .	208
8.5	Umsatzbedingte Entropieänderungen . . . . .	212
8.6	Energieumsätze bei Stoffumbildungen . . . . .	214
8.7	Wärmeeffekte . . . . .	217
8.8	Kalorimetrische Antriebsmessung . . . . .	225
<b>9</b>	<b>Querbeziehungen</b>	<b>228</b>
9.1	Hauptgleichung . . . . .	228
9.2	Mechanisch-thermische Querbeziehungen . . . . .	233
9.3	Querbeziehungen für chemische Größen . . . . .	236
9.4	Weitere Anwendungen im mechanisch-thermischen Bereich . . . . .	243
<b>10</b>	<b>Dünne Gase aus molekularkinetischer Sicht</b>	<b>248</b>
10.1	Einleitung . . . . .	248
10.2	Allgemeines Gasgesetz . . . . .	248
10.3	Molekularkinetische Deutung des allgemeinen Gasgesetzes . . . . .	252
10.4	Anregungsgleichung und Geschwindigkeitsverteilung . . . . .	259
10.5	Barometrische Höhenformel und BOLTZMANN-Verteilung . . . . .	268
<b>11</b>	<b>Übergang zu dichteren Stoffen</b>	<b>270</b>
11.1	Die VAN DER WAALS-Gleichung . . . . .	270
11.2	Kondensation . . . . .	274
11.3	Die kritische Temperatur . . . . .	277
11.4	Die Siededruckkurve (Dampfdruckkurve) . . . . .	278
11.5	Das vollständige Zustandsdiagramm . . . . .	282
<b>12</b>	<b>Stoffausbreitung</b>	<b>288</b>
12.1	Vorüberlegung . . . . .	288
12.2	Diffusion . . . . .	290
12.3	Mittelbare Massenwirkung . . . . .	292
12.4	Osmose . . . . .	295
12.5	Dampfdruckerniedrigung . . . . .	300
12.6	Gefrierpunktserniedrigung und Siedepunktserhöhung . . . . .	302
12.7	Kolligative Eigenschaften und Molmassenbestimmung . . . . .	305

<b>13</b>	<b>Gemische und Gemenge</b>	<b>308</b>
13.1	Einführung . . . . .	308
13.2	Chemisches Potenzial in Gemischen . . . . .	310
13.3	Zusatzpotenzial . . . . .	314
13.4	Chemisches Potenzial von Gemischen und Gemengen . . . . .	315
13.5	Mischungsvorgänge . . . . .	320
13.6	Weitere Phasenreaktionen . . . . .	324
<b>14</b>	<b>Zweistoffsysteme</b>	<b>326</b>
14.1	Zweistoffzustandsdiagramme . . . . .	326
14.2	Zustandsdiagramme flüssig-flüssig (Mischungsdiagramme) . . . . .	327
14.3	Zustandsdiagramme fest-flüssig (Schmelzdiagramme) . . . . .	330
14.4	Zustandsdiagramme flüssig-gasig (Dampfdruck- bzw. Siedediagramme) . . . . .	337
<b>15</b>	<b>Grenzflächenerscheinungen</b>	<b>348</b>
15.1	Oberflächenspannung, Oberflächenenergie . . . . .	348
15.2	Oberflächeneffekte . . . . .	351
15.3	Adsorption an Flüssigkeitsoberflächen . . . . .	356
15.4	Adsorption an Feststoffoberflächen . . . . .	358
15.5	Anwendung der Adsorption . . . . .	364
<b>16</b>	<b>Grundzüge der Kinetik</b>	<b>365</b>
16.1	Einführung . . . . .	365
16.2	Umsatzgeschwindigkeit einer chemischen Reaktion . . . . .	368
16.3	Geschwindigkeitsdichte . . . . .	370
16.4	Messung der Geschwindigkeitsdichte . . . . .	372
16.5	Geschwindigkeitsgesetze einstufiger Reaktionen . . . . .	377
<b>17</b>	<b>Zusammengesetzte Reaktionen</b>	<b>388</b>
17.1	Einführung . . . . .	388
17.2	Gegenläufige Reaktionen . . . . .	388
17.3	Parallel- oder Nebenreaktionen . . . . .	392
17.4	Folgereaktionen . . . . .	395

<b>18</b>	<b>Theorie der Reaktionsgeschwindigkeit</b>	<b>400</b>
18.1	Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	400
18.2	Stoßtheorie	402
18.3	Theorie des Übergangszustandes	405
18.4	Molekulare Deutung des Übergangszustandes	410
<b>19</b>	<b>Katalyse</b>	<b>414</b>
19.1	Einführung	414
19.2	Wirkungsweise eines Katalysators	416
19.3	Enzymkinetik	419
19.4	Heterogene Katalyse	426
<b>20</b>	<b>Transporterscheinungen</b>	<b>430</b>
20.1	Diffusionskontrollierte Reaktionen	430
20.2	Geschwindigkeit der Stoffausbreitung	431
20.3	Fließfähigkeit	439
20.4	Entropieleitung	443
20.5	Vergleichender Überblick	447
<b>21</b>	<b>Elektrolytlösungen</b>	<b>450</b>
21.1	Elektrolytische Dissoziation	450
21.2	Elektrisches Potenzial	454
21.3	Ionenwanderung	456
21.4	Leitfähigkeit von Elektrolytlösungen	460
21.5	Konzentrationsabhängigkeit der Leitfähigkeit	464
21.6	Überführungszahlen	469
<b>22</b>	<b>Elektrodenreaktionen und Galvanispannungen</b>	<b>475</b>
22.1	Galvanispannung und elektrochemisches Potenzial	475
22.2	Elektronenpotenzial in Metallen und Berührspannung	477
22.3	Galvanispannung zwischen Metall und Lösung	480
22.4	Redoxreaktionen	484
22.5	Galvanispannung von Halbzellen	487
22.6	Galvanispannung an Flüssigkeitsgrenzflächen	494
22.7	Galvanispannung an Membranen	496

<b>23</b>	<b>Redoxpotenziale und galvanische Zellen</b>	<b>501</b>
23.1	Messung von Redoxpotenzialen . . . . .	501
23.2	Zellspannung . . . . .	510
23.3	Technisch wichtige galvanische Elemente . . . . .	515
	<b>Anhang</b>	<b>521</b>
A1	Mathematische Grundlagen . . . . .	521
A2	Tabellen . . . . .	534
	<b>Sachverzeichnis</b>	<b>549</b>