

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Wasseraktivität</b>	<b>1</b>
1.1.1	Festkörper-Fluid-Grenzflächen	1
1.2	Adsorptionsgleichgewicht	1
1.2.1	Oberflächen-Belegung	4
1.2.2	Adsorptions-Isothermen	7
1.2.3	BET-Modell	9
1.2.4	GAB-Modell	18
1.2.5	Andere Modelle	22
1.3	Haltbarkeit von Lebensmitteln	23
1.4	Messung von Sorptions-Isothermen	26
1.5	Applikationen	29
1.6	Literatur	29
<b>2</b>	<b>Masse und Dichte</b>	<b>31</b>
2.1	Masse	31
2.2	Wiegen und Luftauftrieb	32
2.3	Dichte	35
2.3.1	Temperaturabhängigkeit der Dichte	35
2.3.2	Ideale Gase	35
2.3.3	Festkörper und Flüssigkeiten	36
2.3.4	Druckabhängigkeit der Dichte	37
2.3.5	Ideale Gase	37
2.3.6	Flüssigkeiten und Festkörper	37
2.3.7	Relative Dichte	40
2.3.8	Verfahren zur Bestimmung der Dichte	40
2.4	Applikationen	58
2.5	Literatur	58
<b>3</b>	<b>Disperse Systeme: Geometrische Eigenschaften</b>	<b>59</b>
3.1	Partikelgröße	60
3.1.1	Längen aus Bildauswerteverfahren	60
3.1.2	Äquivalentdurchmesser	60
3.1.3	Geometrische Äquivalentdurchmesser	61
3.1.4	Physikalische Äquivalentdurchmesser	62

3.1.5	Spezifische Oberfläche . . . . .	62
3.1.6	Partikelform . . . . .	63
3.2	Partikelgrößenverteilungen . . . . .	65
3.2.1	Masseverteilung . . . . .	66
3.2.2	Medianwert . . . . .	71
3.2.3	Modalwert . . . . .	72
3.2.4	Mittlere Partikelgröße – integrale Mittelwerte . . . . .	72
3.2.5	Spezifische Oberfläche . . . . .	76
3.2.6	SAUTER-Durchmesser . . . . .	78
3.2.7	Weitere Verteilungs-Parameter . . . . .	79
3.3	Messung von Partikelgrößen . . . . .	79
3.3.1	Gravimetrische Verfahren . . . . .	80
3.3.2	Optische Verfahren . . . . .	81
3.3.3	Elektrische Verfahren . . . . .	82
3.3.4	Weitere Messverfahren . . . . .	83
3.4	Applikationen . . . . .	85
3.5	Literatur . . . . .	86
<b>4</b>	<b>Rheologische Eigenschaften . . . . .</b>	<b>87</b>
4.1	Elastische Eigenschaften . . . . .	87
4.1.1	Zugbeanspruchung . . . . .	87
4.1.2	Dehnung . . . . .	89
4.1.3	Kompression, Kompressibilität, Kompressionsmodul . . . . .	91
4.1.4	Scherung . . . . .	92
4.1.5	Querdehnung . . . . .	93
4.2	Rheologische Modell-Körper . . . . .	94
4.3	Viskose Eigenschaften – Fließen . . . . .	97
4.3.1	Scherrate . . . . .	98
4.3.2	NEWTON'sches Fließverhalten . . . . .	103
4.3.3	Nicht-NEWTON'sches Fließverhalten . . . . .	105
4.3.4	Vergleich: NEWTON'sche Fluide – nicht-NEWTON'sche Fluide . . .	106
4.3.5	Strukturviskoses Fließverhalten . . . . .	107
4.3.6	Thixotropes Fließverhalten . . . . .	107
4.3.7	Dilatantes Fließverhalten . . . . .	108
4.3.8	Plastisches Fließverhalten . . . . .	108
4.3.9	Übersicht: Nicht-NEWTON'sches Fließverhalten . . . . .	110
4.3.10	Modellfunktionen . . . . .	112
4.3.11	OSTWALD-DE-WAELE-Fließgesetz . . . . .	114
4.3.12	Modellfunktionen für plastische Fluide . . . . .	116
4.4	Viskoelastizität . . . . .	118
4.5	Temperaturabhängigkeit der Viskosität . . . . .	122
4.6	Rheologische Messsysteme . . . . .	123
4.6.1	Rotations-Rheometer . . . . .	123
4.6.2	Oszillationstest . . . . .	137
4.6.3	Weitere Messsysteme . . . . .	141
4.7	Textur-Untersuchung . . . . .	144

4.7.1	Messverfahren	146
4.7.2	Stress-Test	151
4.7.3	Fließtest	152
4.7.4	Relaxations-Test	152
4.7.5	Kriech-Tests	155
4.7.6	Bruch-Tests	156
4.8	Applikationen	162
4.9	Literatur	163
<b>5</b>	<b>Grenzflächen</b>	<b>167</b>
5.1	Zwei-Phasen-Systeme	168
5.1.1	Grenzflächenspannung	168
5.1.2	Gekrümmte Grenzflächen	169
5.1.3	Temperaturabhängigkeit der Grenzflächenspannung	172
5.1.4	Konzentrationsabhängigkeit der Grenzflächenspannung	176
5.1.5	Messung der Grenzflächenspannung	178
5.1.6	Adsorption von Polymeren aus der flüssigen Phase	182
5.2	Drei-Phasen-Systeme	183
5.2.1	Phasengrenze Flüssigkeit-Flüssigkeit-Gas	183
5.2.2	Phasengrenze Festkörper-Flüssigkeit-Gas	184
5.3	Applikationen	186
5.4	Literatur	186
<b>6</b>	<b>Transport von Stoff, Masse, Wärme, Ladung</b>	<b>187</b>
6.1	Stationäre Diffusion in Festkörpern	187
6.2	Leitfähigkeit, Leitwert, Widerstand	192
6.3	Stationäre Transportprozesse in mehrschichtigen Festkörpern	194
6.4	Permeation durch Verpackungen	196
6.4.1	Temperaturabhängigkeit	200
6.4.2	Messung der Permeabilität	200
6.5	Applikationen	204
6.6	Literatur	205
<b>7</b>	<b>Thermische Größen</b>	<b>207</b>
7.1	Temperatur	207
7.2	Thermische Ausdehnung	209
7.2.1	Längenausdehnung	209
7.2.2	Volumenausdehnung	210
7.3	Temperatur-Messung	212
7.3.1	Ausdehnungs-Thermometer	212
7.3.2	Elektrische Temperaturmessung	213
7.4	Enthalpie und Wärme	215
7.5	Thermodynamische Grundlagen	217
7.5.1	Hauptsätze der Thermodynamik	218
7.5.2	Klassifikation von Phasenumwandlungen	219

7.6	Wärmekapazität . . . . .	222
7.6.1	Ideale Gase und ideale Festkörper . . . . .	223
7.6.2	Wärmekapazität zusammengesetzter, realer Festkörper . . . . .	226
7.7	Wärmetransport in Lebensmitteln . . . . .	227
7.7.1	Wärmestrahlung . . . . .	227
7.7.2	Wärmeleitung . . . . .	229
7.7.3	Wärmeleitfähigkeit . . . . .	239
7.7.4	Temperaturleitfähigkeit . . . . .	244
7.7.5	Messung von Wärmeleitfähigkeit und Temperaturleitfähigkeit . . . . .	245
7.8	Brennwert und Energieinhalt von Lebensmitteln . . . . .	248
7.8.1	Energieinhalt und -umsatz . . . . .	248
7.8.2	Berechnung des Energieinhaltes von Lebensmitteln . . . . .	250
7.8.3	Messung des Brennwertes . . . . .	251
7.9	Thermische Analyse . . . . .	252
7.9.1	Thermogravimetrie (TG) . . . . .	253
7.9.2	Wärmestrom-Kalorimetrie . . . . .	257
7.10	Applikationen . . . . .	273
7.11	Literatur . . . . .	275
<b>8</b>	<b>Elektrische Eigenschaften . . . . .</b>	<b>279</b>
8.1	Konduktivität . . . . .	279
8.1.1	Temperaturabhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit . . . . .	281
8.1.2	Feste pflanzliche Lebensmittel . . . . .	282
8.1.3	Feste tierische Lebensmittel . . . . .	282
8.1.4	Elektrolyt-Lösungen . . . . .	283
8.2	Messung der elektrischen Leitfähigkeit . . . . .	288
8.3	Kapazität und Induktivität . . . . .	290
8.4	Applikationen . . . . .	294
8.5	Literatur . . . . .	294
<b>9</b>	<b>Magnetische Eigenschaften . . . . .</b>	<b>295</b>
9.1	Paramagnetismus . . . . .	295
9.2	Ferromagnetismus . . . . .	296
9.3	Diamagnetismus . . . . .	296
9.4	Magnetisierung . . . . .	298
9.4.1	Applikationen . . . . .	301
9.5	Magnetische Resonanz . . . . .	303
9.5.1	NMR-Varianten . . . . .	306
9.5.2	Applikationen . . . . .	310
9.5.3	Literatur . . . . .	312
<b>10</b>	<b>Elektromagnetische Eigenschaften . . . . .</b>	<b>315</b>
10.1	Elektrische Polarisierung . . . . .	315
10.1.1	Temperaturabhängigkeit . . . . .	319
10.1.2	Frequenzabhängigkeit . . . . .	321

10.1.3	Applikationen	322
10.2	Mikrowellen	322
10.2.1	Umwandlung von Mikrowellen in Wärme	324
10.2.2	Eindringtiefe von Mikrowellen	326
10.2.3	Mikrowellenerwärmung von Lebensmitteln	327
10.2.4	Applikationen	328
10.2.5	Literatur	329
<b>11</b>	<b>Optische Eigenschaften</b>	<b>331</b>
11.1	Refraktometrie	331
11.1.1	Grundlagen	331
11.1.2	Messung der Brechzahl	333
11.1.3	Applikationen	336
11.2	Kolorimetrie	336
11.2.1	Entstehen von Farbe und Färbung	337
11.2.2	Physiologie des Farbsehens	339
11.2.3	Terminologie	340
11.2.4	Farbmessverfahren	344
11.2.5	Applikationen	345
11.2.6	Literatur	346
11.3	NIR – nahes Infrarot	347
11.3.1	Grundlagen	347
11.3.2	Messtechnik	350
11.3.3	Applikationen	353
11.3.4	Literatur	354
<b>12</b>	<b>Akustische Eigenschaften</b>	<b>355</b>
12.1	Schall	355
12.1.1	Schallgeschwindigkeit	355
12.1.2	Lautstärke	358
12.1.3	Geräusch	359
12.1.4	Lärm	360
12.2	Ultraschall	360
12.3	Anwendungsbeispiele	362
12.4	Literatur	362
<b>13</b>	<b>Radioaktivität</b>	<b>365</b>
13.1	Strahlenarten	365
13.2	Radioaktives Zerfallsgesetz	366
13.3	Messung ionisierender Strahlung	368
13.4	Natürliche Radioaktivität	371
13.5	Applikationen	377
13.6	Literatur	377

---

<b>14</b>	<b>Anhänge</b> . . . . .	<b>379</b>
14.1	Das Internationale Einheitensystem (SI) . . . . .	379
14.2	Gestaltung von Manuskripten . . . . .	386
14.3	Verteilungsfunktionen . . . . .	392
14.4	Komplexe Zahlen . . . . .	399
14.5	Griechische Schriftbuchstaben . . . . .	405
14.6	Umrechnung von Temperaturangaben . . . . .	406
14.7	Umrechnung von Zuckergehalt und Dichte . . . . .	407
14.8	Einige Stoffdaten . . . . .	408
14.9	Farbvergleichslösungen . . . . .	416
14.10	Abbildungs-Verzeichnis . . . . .	420
14.11	Tabellen-Verzeichnis . . . . .	427
<b>15</b>	<b>Allgemeine Literatur</b> . . . . .	<b>433</b>