

Inhaltsverzeichnis

1	Wasseraktivität und Sorptionsisothermen	1
1.1	Wasseraktivität	2
1.2	Festkörperflächen	8
1.3	Adsorptionsgleichgewicht	12
1.4	Oberflächen mit Porenstruktur	14
1.5	Sorptionsisothermen	18
1.6	Wasser in festen Lebensmitteln	22
1.7	Hygroskopizität	26
1.8	BET-Gleichung für Lebensmittel	29
1.8.1	BET-Einpunkt-Verfahren	31
1.9	GAB-Gleichung für Lebensmittel	32
1.10	Sorptionsenthalpie	33
1.11	Weitere Modelle	38
1.12	Haltbarkeit von Lebensmitteln	39
1.13	Messung von Sorptionsisothermen	45
1.14	Standard für Sorptionsmessungen	49
1.15	Zusammenfassung	50
	Literatur	51
2	Massendichte	55
2.1	Wägung und Masse	55
2.2	Relative Dichte und absolute Dichte	62
2.2.1	Temperatur- und Druckabhängigkeit	65
2.2.2	Druckabhängigkeit der Dichte	68
2.3	Laborverfahren zur Bestimmung der Dichte	72
2.3.1	Pyknometrische Bestimmung	74
2.3.2	Hydrostatische Wägung	75
2.3.3	Feststoffdichte	86
2.4	Zusammenfassung	92
	Literatur	93
3	Disperse Systeme: Partikelcharakterisierung	95
3.1	Partikelgrößenverteilung	97
3.1.1	Median	98

3.1.2	Modus, Modalwert	100
3.1.3	Quantile	100
3.1.4	Mengenarten	102
3.1.5	Partikelabmessungen	106
3.1.6	Äquivalentdurchmesser	107
3.1.7	Partikelform	112
3.1.8	Statistische Momente	114
3.1.9	Spezifische Oberfläche, Sauter-Durchmesser, De-Brouckere-Durchmesser	119
3.1.10	Empirische Verteilungsfunktionen	123
3.2	Messung von Partikelgrößenverteilungen	125
3.2.1	Optische Verfahren	125
3.2.2	Elektroresistive Verfahren	128
3.2.3	Klassierung und Wägung: Siebanalyse	129
3.2.4	Weitere Messverfahren	135
3.3	Zusammenfassung	136
	Literatur	137
4	Rheologische Eigenschaften	139
4.1	Elastische Eigenschaften	139
4.1.1	Zug-, Druck, uniaxiale Spannung, Elastizitätsmodul	140
4.1.2	Triaxiale Spannung, Kompression, Kompressionsmodul	145
4.1.3	Scherung, Schubmodul	147
4.1.4	Querdehnung, Poisson-Zahl	148
4.2	Rheologische Modellkörper	150
4.3	Viskose Eigenschaften – Fließen	151
4.3.1	Scherrate	153
4.3.2	Newtonsches Fließverhalten	158
4.3.3	Nichtnewtonsches Fließverhalten	161
4.3.4	Vergleich: newtonsche Fluide – nichtnewtonsche Fluide	161
4.3.5	Strukturviskoses Fließverhalten	162
4.3.6	Thixotropes Fließverhalten	163
4.3.7	Dilatantes Fließverhalten	164
4.3.8	Plastisches Fließverhalten	164
4.3.9	Übersicht: nichtnewtonsches Fließverhalten	167
4.3.10	Modellfunktionen	169
4.3.11	Ostwald-de-Waele-Fließgesetz	172
4.3.12	Modellfunktionen für Fluide mit Fließgrenze	174
4.4	Temperaturabhängigkeit der Viskosität	177
4.5	Viskosität von Lösungen	180
4.6	Viskoelastizität	181
4.7	Rheologische Messsysteme	188
4.7.1	Rotationsrheometer	188
4.7.2	Oszillationstest	202
4.7.3	Weitere Messsysteme	207

4.8	Zusammenfassung	210
	Literatur	212
5	Texturuntersuchung	217
5.1	Messverfahren	218
5.2	Testprinzipien	225
5.3	Stressrelaxation	228
5.4	Kriechtest	231
5.5	Deborah-Zahl	232
5.6	Oszillierende Beanspruchung	234
5.7	Bruchtests	235
5.8	Texturprofilanalyse	237
5.9	Zusammenfassung	237
	Literatur	238
6	Grenzflächen	241
6.1	Grenzflächenspannung	242
6.1.1	Gekrümmte Grenzflächen	244
6.1.2	Temperaturabhängigkeit der Grenzflächenspannung	249
6.1.3	Konzentrationsabhängigkeit der Grenzflächenspannung	255
6.1.4	Emulsionen	258
6.1.5	Flüssig-flüssig-Gas-Grenzfläche	260
6.1.6	Fest-flüssig-Gas-Grenzfläche	264
6.2	Kinetische Phänomene an Grenzflächen	265
6.2.1	Messtechnik	266
6.3	Zusammenfassung	275
	Literatur	276
7	Permeabilität	279
7.1	Stationäre Diffusion in Festkörpern	279
7.2	Leitfähigkeit, Leitwert, Widerstand	283
7.3	Stationäre Transportprozesse in mehrschichtigen Festkörpern	284
7.4	Lebensmittelverpackungen	286
7.5	Permeation als molekularer Prozess	292
7.6	Temperaturabhängigkeit	293
7.7	Messung der Permeabilität	294
7.8	Analoge Transportphänomene: Wärme und elektrischer Strom	298
7.9	Zusammenfassung	301
	Literatur	302
8	Thermische Größen	305
8.1	Temperatur	305
8.2	Enthalpie, Energie und Wärme	308
8.3	Thermodynamische Grundlagen	310
8.3.1	Hauptsätze der Thermodynamik	311
8.4	Wärmekapazität	315
8.4.1	Ideale Gase und ideale Festkörper	317

8.4.2	Wärmekapazität realer Festkörper	319
8.5	Klassifikation von Phasenumwandlungen	320
8.6	Wärmetransport in Lebensmitteln	324
8.6.1	Wärmestrahlung	324
8.6.2	Wärmeleitung	326
8.6.3	Wärmeübertragung durch Konvektion	335
8.6.4	Wärmeübertragung durch Phasenwechsel	340
8.6.5	Wärmeleitfähigkeit	341
8.6.6	Temperaturleitfähigkeit	349
8.6.7	Messung von Wärmeleitfähigkeit und Temperaturleitfähigkeit	351
8.7	Brennwert und Energieinhalt von Lebensmitteln	353
8.7.1	Energieinhalt und -umsatz	353
8.7.2	Berechnung des Energieinhaltes von Lebensmitteln	357
8.7.3	Verbrennungskalometrie – Messung des Brennwertes	361
8.8	Thermische Analyse	362
8.8.1	Thermogravimetrie (TG)	362
8.8.2	Wärmestromkalorimetrie	367
8.8.3	Verbrennungskalometer	380
8.9	Zusammenfassung	382
	Literatur	383
9	Elektrische Eigenschaften	389
9.1	Konduktivität	389
9.1.1	Temperaturabhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit	393
9.1.2	Elektrolytlösungen	394
9.1.3	Leitfähigkeit fester Lebensmittel	400
9.2	Kapazität und Induktivität	402
9.3	Impedanz und Admittanz	405
9.4	Messung von elektrischer Leitfähigkeit und Impedanz	407
9.5	Zeta-Potential	409
9.6	Plasma	411
9.7	Applikationen	412
9.8	Zusammenfassung	413
	Literatur	413
10	Magnetische Eigenschaften	417
10.1	Magnetische Materialeigenschaften	418
10.1.1	Paramagnetismus	418
10.1.2	Ferromagnetismus	419
10.1.3	Diamagnetismus	420
10.2	Magnetfeld und Magnetisierung	421
10.3	Magnetische Resonanz	428
10.4	Zusammenfassung	436
	Literatur	437

11	Elektromagnetische Eigenschaften	441
11.1	Elektromagnetische Wellen	441
11.2	Elektrische Polarisierung	443
11.2.1	Temperaturabhängigkeit	447
11.2.2	Frequenzabhängigkeit	449
11.2.3	Komplexe Permittivität	451
11.3	Mikrowellen	453
11.3.1	Umwandlung von Mikrowellen in Wärme	455
11.3.2	Eindringtiefe von Mikrowellen	457
11.3.3	Mikrowellenerwärmung von Lebensmitteln	460
11.4	Terahertz-Wellen	461
11.5	NIR	462
11.6	Zusammenfassung	465
	Literatur	466
12	Optische Eigenschaften	471
12.1	Refraktion	471
12.1.1	Messung des Brechungsindex	476
12.2	Polarisation	477
12.3	Reflexion, Absorption und Transmission	482
12.4	Streuung und Beugung	483
12.5	Kolorimetrie	484
12.5.1	Farbe als Folge selektiver Absorption	485
12.5.2	Physiologie des Farbsehens	487
12.5.3	Terminologie	488
12.6	Zusammenfassung	493
	Literatur	495
13	UV- und Röntgen-Strahlung	501
13.1	UV-Strahlung	501
13.2	Röntgen-Strahlung	503
13.3	Zusammenfassung	507
	Literatur	508
14	Radioaktivität	513
14.1	Strahlenarten	514
14.2	Aktivität und Zerfall	515
14.3	Messung ionisierender Strahlung (α -, β -, γ -)	518
14.4	Natürliche Radioaktivität	520
14.5	Zusammenfassung	526
	Literatur	527
15	Akustische Eigenschaften	529
15.1	Begriffe	529
15.2	Akustische Qualitätsbeurteilung	534
15.3	Ultraschall	535
15.4	Zusammenfassung	536
	Literatur	537

16	Online-Sensoren	541
16.1	Begriffe	542
16.2	Regelung – Steuerung – Kontrolle	544
16.3	Funktionsprinzipien von Online-Sensoren	550
16.3.1	Piezoresistive Sensoren	550
16.3.2	Mechanische Oszillation	551
16.3.3	Induktion (Durchflussmessung, Metalldetektion)	555
16.3.4	Ultraschalllaufzeit	557
16.3.5	Kapazität und Permittivität	558
16.3.6	Refraktion und Absorption	561
16.4	Chemo- und Biosensoren	562
16.5	Zusammenfassung	567
	Literatur	569
	Anhang	575
	Stichwortverzeichnis	617