

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung: Herkunft und Gegenstand der Kolloidwissenschaft.....	1
1.1 Historischer Hintergrund	1
1.2 Definition kolloider Systeme	6
1.3 Einteilung kolloider Systeme	7
1.4 Grenzfläche und Grenzphase	11
1.5 Arbeitsmethoden und Bearbeitungsgebiete	13
Zusammenfassung	17
Fragen	18
Literatur	18
2 Grenzflächenthermodynamik	19
2.1 Grundlagen: Grenzphase, Grenzflächenkonzentration, Zustandsfunktionen	19
2.2 Adsorption in flüssigen Grenzphasen	27
2.3 Thermodynamik der Spreitung	30
2.4 Thermodynamik der Adsorption an festen Oberflächen	31
2.5 GAUB-LAPLACE-Gleichung und THOMSON-Gleichung	34
Zusammenfassung	37
Fragen	38
Literatur	38
3 Ober- und Grenzflächenspannungen von Flüssigkeiten.....	39
3.1 Ausgewählte Grenzflächenphänomene	39
3.2 Thermodynamische Definition der Ober- und Grenzflächenspannung	43
3.3 Messung der statischen Ober- und Grenzflächenspannungen von Flüssigkeiten	45
3.3.1 Drahtbügelmethode nach LENARD	45
3.3.2 Kapillaranstiegsmethode	47
3.3.3 Blasendruckmethode	48
3.3.4 Ringmethode nach DU NOÛY	51
3.3.5 Vertikalplattenmethode nach WILHELMY	53
3.3.6 Tropfengewichtsmethode bzw. Tropfenvolumenmethode	55
3.3.7 Stalagmometermethode	57
3.3.8 Methode des liegenden Tropfens	58
3.3.9 Methode des hängenden Tropfens	60
3.3.10 Spinning-Drop-Methode	61

3.4 Messung der dynamischen Grenzflächenspannungen und des Kontaktwinkels	63
3.5 Ober- und Grenzflächenspannungen flüssigkondensierter Phasen.....	65
3.6 EÖTVÖS-Regel, Parachor	68
Zusammenfassung	71
Fragen	73
Literatur	73
4 Benetzung und Spreitung.....	75
4.1 Kontaktwinkel und Benetzungsspannung.....	75
4.2 Methoden zur Bestimmung des Kontaktwinkels und der Benetzungsenthalpien	79
4.3 Immersions-, Adhäsions- und Spreitungsbenetzung	84
4.4 Benetzungshysterese	86
4.5 Einfluß von Adsorptionsschichten und von Wechselwirkungskräften	88
4.6 Umnetzungsprozesse	93
Zusammenfassung	96
Fragen	97
Literatur	98
5 Schwerlösliche Monoschichten und polymolekulare Aufbauschichten.....	99
5.1 Die Bildung von Monoschichten erfolgt durch Spreitung	99
5.2 Messung der Kompressionsisothermen von Monoschichten mittels Filmwaage.....	103
5.3 Messung der Oberflächenviskosität von Monoschichten	109
5.4 Messung der Filmpotentiale von Monoschichten	110
5.5 Herkunft der Oberflächendipolmomente von Monoschichten	112
5.6 Filmpolymorphie monomolekularer Schichten.....	115
5.7 Fluoreszenzmikroskopische Untersuchungen an Monoschichten.....	123
5.8 Brewsterwinkel-Mikroskopie (BAM) an Monoschichten	126
5.8.1 Meßprinzip	126
5.8.2 Kompressionsisothermen, Hystereseerscheinungen und Domänenstruktur von Monoschichten.....	128
5.8.3 Innere Domänenstruktur in Monoschichten	131
5.8.4 Relaxationserscheinungen und Domänenstruktur monomolekularer Schichten	132
5.8.5 Chiralität und Domänenstruktur von Monoschichten	133
5.9 Strukturuntersuchungen an Lipidmonoschichten	135
5.10 Quantitative Beschreibung des Kompressionsverhaltens von Monoschichten	141
5.11 Berechnung der Avogadrozahl und die Querschnittsfläche der Lipidmoleküle	142
5.12 Mischfilmbildung durch Tensidpenetration in gespreitete Monoschichten	145
5.13 „Maßgeschneiderte“ polymolekulare Aufbauschichten.....	148
5.14 Mischungsverhalten von Phospholipiden in binären Monoschichten....	156
5.14.1 Spezifik der Mischbarkeitsanalyse in Monoschichten.....	156

5.14.2 Mischfilmstrukturen monomolekularer Schichten	159
5.14.3 Phänomenologische Mischbarkeitskriterien für binäre Monoschichten.....	160
5.14.4 Entwicklung von verschiedenen Oberflächentechniken zur Mischbarkeitsanalyse.....	161
5.14.5 Anwendung der Oberflächenphasenregel zur Mischbarkeitsanalyse	163
5.14.6 Spezielle Anwendungen der Oberflächenphasenregel auf das Spreitungsgleichgewicht Volumenphase/Monoschicht	164
5.14.7 Vollständige sowie partielle Mischbarkeit und vollständige Unmischbarkeit in binären Monoschichten.....	166
Zusammenfassung	169
Fragen	170
Literatur	172
6 Adsorption und Chemisorption an Festkörpergrenzflächen.....	173
6.1 Mechanismen der Physi- und Chemisorption	173
6.2 Adsorptionstechniken dienen der Aufnahme von Adsorptionsisothermen	176
6.3 Physisorption und Chemisorption	183
6.4 Grundlagen und Auswertung von Adsorptionsisothermen	188
6.4.1 HENRY-Isotherme	191
6.4.2 LANGMUIR-Isotherme.....	192
6.4.3 FREUNDLICH-Isotherme.....	192
6.4.4 VOLMER-Isotherme	193
6.4.5 BET-Isotherme	193
6.5 Bestimmung spezifischer Oberflächen von Adsorbentien.....	195
6.6 Molekularsiebe mit käfigartigen und tunnelförmigen Hohlräumen	197
6.7 Kapillarkondensation: Adsorption in porösen Festkörperoberflächen	199
6.8 Tensidadsorption an der Grenzfläche Festkörper/Flüssigkeit	202
6.9 Polymeradsorption an der Grenzfläche Festkörper/Flüssigkeit.....	210
Zusammenfassung	213
Fragen	214
Literatur	215
7 Elektrochemische Doppelschichten und Tensidadsorptionsschichten	217
7.1 Ursache und Bedeutung der elektrochemischen Doppelschicht.....	218
7.2 Modellvorstellungen zur Struktur elektrochemischer Doppelschichten ..	221
7.2.1 Der Molekularkondensator nach HELMHOLTZ beruht auf dem Modell der starren Doppelschicht	221
7.2.2 Der Molekularkondensator nach GOUY-CHAPMAN beinhaltet das Raumladungsmodell der diffusen Doppelschicht.....	223
7.2.3 Der Molekularkondensator nach STERN kombiniert die Vorstellungen von Helmholtz und Gouy-Chapman.....	225
7.2.4 Der Molekularkondensator nach GRAHAME geht von spezifischen Ionenadsorptionen aus	226

7.2.5 Der Molekularkondensator nach BOCKRIS berücksichtigt die Existenz von Wasserschichten in der inneren HELMHOLTZschicht	227
7.3 Zusammenhänge zwischen thermodynamischen und elektrochemischen Parametern	228
7.3.1 Ableitung der LIPPMANN-HELMHOLTZ-Beziehung	228
7.3.2 Ableitung der Parabelgleichung für die idealisierte Elektrokapillarkurve	231
7.4 Verlauf und Messung der Elektrokapillarkurven	232
7.5 Berechnung von Ladungsdichten und Differentialkapazitäten	236
7.6 Elektrochemische Messung der Potentialabhängigkeit der Differentialkapazität	238
7.7 Die Elektrosorption von Tensiden beruht auf Verdrängungsadsorption ..	243
7.8 Messung der Adsorptionsisothermen von Tensiden	247
7.9 Berechnung von Adsorptionsparametern von Tensiden	249
7.9.1 Übersicht zu den in der Literatur häufig verwendeten Adsorptionsgleichungen für die Beschreibung der Tensidadsorption ...	249
7.9.2 Auswertung der FRUMKIN-Isotherme	253
7.9.3 Zusammenhänge zwischen der Wechselwirkungskonstante nach FRUMKIN und den Wechselwirkungskräften in der Adsorptionsschicht	255
7.10 Ermittlung der GIBBS-Isotherme aus Elektrokapillarkurven	256
7.11 Vergleich der Elektrosorptionseigenschaften elektrolythaltiger Tensidlösungen	258
7.12 Potential- und zeitabhängige Filmkondensationserscheinungen	261
7.13 Kinetische Ansätze zur Interpretation der Differentialkapazitäts/Zeit-Kurven	269
7.13.1 Modell der Diffusionshemmung	269
7.13.2 Modell der Adsorptionshemmung	269
7.13.3 Modell der autokatalytischen Grenzflächenreaktion	270
7.13.4 Modell der zweidimensionalen Keimbildung	270
7.14 Auswertung ausgewählter Filmkondensationserscheinungen	274
Zusammenfassung	283
Fragen	286
Literatur	287

8 Struktur, Funktion, Eigenschaften und Anwendungen von Membransystemen	289
8.1 Definition und Einteilung von Membranen	289
8.2 Semipermeable Membranen sind Einkomponentenschleusen	291
8.3 VAN'T HOFF-Beziehung des osmotischen Druckes	293
8.4 Osmometrie – eine Methode zur Molmassebestimmung	296
8.5 Reversosmose als Umkehrung der Osmose	301
8.6 Permselective Membranen sind Mehrkomponentenschleusen	305
8.7 DONNAN-Membrangleichgewichte durch von Ladungsverteilungen in Membrannähe	307

8.8 Herstellung und Anwendungen von technischen Polymermembranen.....	309
8.9 Struktur von Biomembranen.....	313
8.10 Modellmembranen als Teilaspekte der Biomembraneigenschaften	316
Zusammenfassung	325
Fragen	326
Literatur	327
9 Chemischer Aufbau, Eigenschaften und spezielle Anwendungen von Tensiden	329
9.1 Ökonomische und anwendungstechnische Gesichtspunkte	330
9.2 Klassifizierung von Tensiden nach dem Ladungszustand der Kopfgruppe	332
9.3 Physikalische Eigenschaften und Wirkungen der Tenside	336
9.4 Einfluß der Tenside in Waschmitteln auf das Benetzungsgleichgewicht	340
9.5 Der Waschprozeß ist ein Mehrschrittprozeß.....	344
9.6 Schaumbildungsvermögen der Tenside in wäßrigen Lösungen.....	357
9.7 Wirkung von Tensiden als Sammler im Prozeß der Flotation	363
9.8 Tenside bei der Bildung und Stabilisierung von Makro- und Mikroemulsionen.....	368
Zusammenfassung	370
Fragen	371
Literatur	372
10 Mizellkolloide	373
10.1 Eigenschaften von Mizellkolloiden sowie thermotropen und lyotropen Flüssigkristallen.....	373
10.2 Die Bildung von Mizellkolloiden ist ein Aggregationsprozeß	375
10.3 Phasendiagramm im Bereich der Mizellbildung	382
10.4 Tensidstruktur und Lösungsmedium beeinflussen kritische Mizellbildungskonzentration.....	384
10.4.1 Wirkung der hydrophoben Molekülanteile.....	384
10.4.2 Wirkung der hydrophilen Molekülanteile.....	386
10.5 Thermodynamik der Mizellbildung.....	390
10.6 Kinetik der Mizellbildung.....	394
10.7 Mizellstrukturen.....	395
10.8 Solubilisierung in Mizellen.....	399
Zusammenfassung	401
Fragen	402
Literatur	404
11 Thermotrope Flüssigkristalle.....	405
11.1 Geschichtliches zur Flüssigkristallforschung.....	406
11.2 Wichtige Strukturen kalamitischer Flüssigkristalle mit Stäbchenform.	408
11.3 Polarisationsmikroskopische Texturen ausgewählter flüssigkristalliner Phasen.....	414
11.4 Thermodynamische Eigenschaften und Polymorphievarianten	420

11.5	Diskotische Flüssigkristalle, flüssigkristalline Polymere.....	427
11.6	Chirale thermotrope Flüssigkristalle	433
11.7	„Blaue Phasen“ mit kubischer Struktur	439
11.8	Flüssigkristalle in binären Mischungen	441
11.8.1	Identifizierung thermotroper Flüssigkristalle mittels Mischbarkeitsauswahlregel.....	441
11.8.2	Kalamitische kristallin-flüssige Phasen in binären Mischungen....	443
11.8.3	Re-entrant-Phasenumwandlungen in binären Mischungen.....	445
11.8.4	Eigenschaften „Blauer Phasen“ in Mischungen.....	446
11.9	Theoretische Aspekte	449
11.10	Optische und dielektrische Eigenschaften	452
11.11	Anwendungen von Flüssigkristallen	456
11.12	Neue Trends: Flüssigkristalle aus bananenförmigen Molekülen	461
	Zusammenfassung	465
	Fragen	466
	Literatur	467
12	Lyotrope Flüssigkristalle.....	469
12.1	Phasenverhalten und Strukturen von wasserfreien Seifen	470
12.2	Lyotrope Flüssigkristalle in binären Tensid/Wasser-Systemen	473
12.3	Verhalten lyotroper Flüssigkristalle im Magnetfeld.....	477
12.4	Zustandsdiagramme und Texturen lyotroper Flüssigkristalle	479
12.5	Lyotrop-nematische Flüssigkristalle in ternären Systemen.....	485
12.6	Lyotrop-cholesterische Phasen in quaternären Systemen	489
12.7	Strukturelles Gesamtkonzept thermotroper und lyotroper Flüssigkristalle..	494
12.8	Phasenverhalten von lyotropen Flüssigkristallen amphiphiler Phospholipidsysteme	496
12.9	Lyotrope Polymerflüssigkristalle	499
12.10	Anwendungen lyotroper Flüssigkristalle	501
	Zusammenfassung	503
	Fragen	504
	Literatur	505
13	Makro- und Mikroemulsionen	507
13.1	Einteilung und Charakterisierung von Makroemulsionen	507
13.2	Herstellung und Zerstörung von ungeschützten Makroemulsionen	510
13.3	Stabilisierung von Makroemulsionen durch Emulgatoren.....	513
13.4	Theorie der Stabilität von Makroemulsionen.....	516
13.5	Emulsionsstabilisierung durch Feststoffe	522
13.6	Thermodynamisch stabile Mikroemulsionen.....	524
13.7	Mischungsverhalten von Mehrstoffsystemen und Bildung von Mikroemulsionen.....	527
13.8	Strukturen von Mikroemulsionen	534
13.9	Anwendungen von Makro- und Mikroemulsionen	542
	Zusammenfassung	553

Fragen	554
Literatur	555
14 Dispersionskolloide.....	557
14.1 Herstellung und Reinigung von Dispersionskolloiden	558
14.2 Alterung und Koagulation	563
14.3 Elektrolytkoagulation	565
14.4 Grundlagen der Kinetik der schnellen Koagulation	569
14.5 Elektrokinetische Erscheinungen	573
14.5.1 Elektrophorese	576
14.5.2 Sedimentationspotential	577
14.5.3 Elektroosmose.....	578
14.5.4 Strömungspotential	580
14.5.5 Technische Anwendungen.....	581
14.6 Die DLVO-Theorie der Stabilität von Dispersionskolloiden	583
14.6.1 Grundlagen und Voraussetzungen	583
14.6.2 Prinzipielles Vorgehen bei der Berechnung der elektrostatischen Abstoßungs- und der Anziehungsenergie zwischen zwei Kolloidteilchen.....	587
14.6.3 Leistungsfähigkeit der DLVO-Theorie und experimentelle Überprüfung.....	591
14.7 Stabilisierung und Flockung von polymergeschützten Dispersionen ...	593
Zusammenfassung	599
Fragen	601
Literatur	602
15 Hydrogele und Aerogele.....	603
15.1 Einordnung und Merkmale von Gelen	603
15.2 Herstellung und struktureller Aufbau von Hydrogelen.....	607
15.3 Eigenschaften von Haupt- und Nebervalenzhydrogelen	611
15.4 Struktur und Eigenschaften von Gelatinegelen	615
15.5 Hydrogele – gebildet von amphiphilen Mehrstoffsystemen	618
15.5.1 Gelstrukturen durch verschlaufte Stäbchenmizellen	618
15.5.2 Kohlenwasserstoffgele	619
15.5.3 Brummegele	620
15.5.4 Scherinduzierte Gelstrukturen	622
15.5.5 Gelstrukturen in nichtwäßrigen Systemen vom Typ K-Seife/ Glycerol	623
15.5.6 Gelphasen in binären Tensid/Wasser-Systemen	627
15.5.7 Tensidhaltige Gele bestehend aus dichtgepackten multilamellaren Vesikeln.....	629
15.6 Aerogele mit neuen Materialeigenschaften.....	630
15.7 Ausgewählte Anwendungen von Hydrogeleigenschaften.....	637
15.7.1 Ionenaustauscher.....	637
15.7.2 Gelchromatographie.....	638
15.7.3 Herstellung semipermeabler Membranen	638

Zusammenfassung	639
Fragen	640
Literatur	641
16 Diffusion kolloider Teilchen	643
16.1 BROWN-Bewegung	643
16.2 Das erste FICKSche Gesetz	646
16.3 Das zweite FICKSche Gesetz	648
16.4 Numerische Bestimmung von Diffusionskoeffizienten	651
16.5 HARNED-Methode	653
16.6 Die Korrelation zwischen Diffusionskoeffizient und Reibungswiderstand	655
16.7 Diffusionskoeffizienten von Tensiden bei der Bildung von Adsorptionsschichten	658
Zusammenfassung	662
Fragen	663
Literatur	663
17 Sedimentation kolloider Teilchen	665
17.1 Sedimentation im Schwerfeld	665
17.2 Sedimentationsgeschwindigkeit, Reibungskraft und Diffusion	668
17.3 Einfluß des verstärkten Schwerfelds auf die Sedimentation	670
17.4 Zusammenhänge zwischen Sedimentationsgeschwindigkeit und Molmasse	672
17.5 Aufbau der Ultrazentrifuge	676
17.6 Anwendungen in der Kolloidchemie	679
17.7 Auswertung von Sedimentationsuntersuchungen	683
Zusammenfassung	684
Fragen	685
Literatur	686
18 Statische und dynamische Lichtstreuung	687
18.1 Wechselwirkung von Licht mit kolloiden Partikeln	688
18.2 Kontinuumstheorie der RAYLEIGH-Streuung an kleinen Molekülen	692
18.3 Kontinuumstheorie idealverdünnter Lösungen	695
18.4 Winkelabhängigkeit der Lichtstreuintensität	698
18.5 Schwankungstheorie	703
18.6 Die Interferenztheorie	705
18.7 Messung und Kalibrierung von Lichtstreuintensitäten	710
18.8 Bestimmung der Streufunktion, der Molmasse und der Molekülgeometrie.	713
18.9 Streufaktor und Strukturfaktor	719
18.10 Dynamische Lichtstreuung	720
18.10.1 Theoretische Grundlagen	720
18.10.2 Meßmethodik	727
18.10.3 Auswertung der Messung	730

18.10.4 Messung der Grenzflächenladung von Kolloidteilchen (Zetapotentialmessung)	734
Zusammenfassung	737
Fragen	739
Literatur	740
19 Röntgenkleinwinkel- und Neutronenstreuung.....	741
19.1 Theoretische Grundlagen der Röntgenkleinwinkelstreuung (RKS, SAXS)	741
19.1.1 Ursachen der Partikelstreuung	741
19.1.2 Zustandekommen der Röntgenkleinwinkelstreuung	742
19.1.3 Autokorrelationsfunktion, Abstandsverteilungsfunktion und Streuinvariante	746
19.1.4 Innerer und äußerer Teil der Streukurve.....	748
19.1.5 Streuverhalten inhomogener Partikel: Kugel- und Stäbchenmizellen, lamellare Systeme.....	750
19.1.6 Interpartikuläre Interferenzen	752
19.2 Auswertung von RKS-Messungen an kolloiden Systemen.....	753
19.3 Röntgenkleinwinkelinstrumentation.....	757
19.3.1 Strahlungsquellen.....	757
19.3.2 Aufbau und Anwendungsmöglichkeiten der Kleinwinkelkamera nach Kratky.....	758
19.3.3 Entschmierung der Streukurven.....	760
19.4 Neutronenstreuung.....	763
Zusammenfassung	768
Fragen	768
Literatur	769
20 Strukturuntersuchungen an amphiphilen und makromolekularen Systemen.....	771
20.1 Grundlagen der Strukturuntersuchungen	771
20.2 Strukturaufklärung von amphiphilen Langkettenverbindungen.....	774
20.3 Strukturbildung amphiphiler Langkettenverbindungen	781
20.4 Beispiele der Anwendungen von Röntgenstrukturuntersuchungen	786
20.4.1 Studium der Kinetik von Phasenumwandlungen in lyotropen Phospholipidystemen mittels Synchrotronstrahlung.....	786
20.4.2 Polymerstrukturen und Materialeigenschaften.....	789
Zusammenfassung	793
Fragen	794
Literatur	795
21 Licht- und Elektronenmikroskopie an Kolloiden und Modellmembranen	797
21.1 Ultramikroskopie	798
21.2 Polarisationsmikroskopie.....	800
21.3 Elektronenmikroskopie.....	803
21.3.1 Durchstrahlelektronenmikroskopie	806

21.3.2 Rasterelektronenmikroskopie	810
21.3.3 Emissionselektronenmikroskopie.....	811
21.3.4 Feldelektronenmikroskop	812
21.4 Elektronenmikroskopische Präparationstechniken für kolloiddisperse Systeme	813
21.5 Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Bio- und Modellmembranen	819
Zusammenfassung	825
Fragen	825
Literatur	826
22 Methoden zur Charakterisierung von Festkörperoberflächen.....	827
22.1 Grundlagen	827
22.2 AUGER-Elektronenspektroskopie (AES)	830
22.3 Low Energy Electron Diffraction (LEED)	833
22.4 Rastertunnelmikroskopie	836
22.5 Atomkraftmikroskop (AFM)	839
22.6 Elektronenmikrosonde.....	840
22.7 Ausgewählte Anwendungen in der Oberflächenchemie und Katalyse ..	842
22.7.1 Statische und dynamische Prozesse in der Festkörperoberfläche..	842
22.7.2 Oberflächenchemie und heterogene Katalyse	844
22.7.3 Untersuchungen an speziellen Systemen von Modellträgermaterialien	848
Zusammenfassung	861
Fragen	862
Literatur	863
23 Rheologie kolloider Systeme.....	865
23.1 Grundlagen: Definitionen, Begriffe und Phänomene	867
23.2 Stationäres Scherfließen, NEWTON-Viskositätsgesetz	873
23.2.1 NEWTON-Fließverhalten	873
23.2.2 Nicht-NEWTON-Fließverhalten	876
23.3 Scherzeitabhängiges Fließverhalten	879
23.4 Normalspannung	882
23.5 Instationäre Scherströmung	884
23.6 Ausgewählte experimentelle Methoden der Rheometrie	886
23.6.1 Kugelfallviskosimeter	887
23.6.2 Kapillarviskosimeter	888
23.6.2 Rotationsviskosimeter nach COUETTE und SEARLE	890
23.6.4 Rotationsviskosimeter in Kegel-Platte-Anordnung.....	892
23.6.5 Mechanische Schwingungsmessungen mit der Kegel-Platte-Anordnung.....	894
23.7 Beispiele rheologischer Untersuchungen in der Kolloidchemie	897
23.7.1 Kaolin- und Bentonitdispersionen.....	897
23.7.2 Viskositätsverhalten von Kugel- und Stäbchenmizellen	900
23.7.3 Rheologisches Verhalten von Tensidlösungen in unterschiedlichen	

Konzentrationsbereichen	903
23.7.4 Fließverhalten viskoelastischer Tensidlösungen mit Netzwerkstrukturen	907
23.7.5 Rheologisches Verhalten von Mikroemulsionen	912
Zusammenfassung	913
Fragen	914
Literatur	916
24 Kalorimetrie an amphiphilen Systemen.....	917
24.1 Grundlagen	917
24.2 Flüssigkeitskalorimeter.....	920
24.3 Differential-Scanning-Kalorimetrie	922
24.4 Dynamische Differentialkalorimetrie (DSC)	925
24.5 Auswertung von DSC-Kurven	928
24.6 Beispiele kalorimetrischer Untersuchungen in der Tensidchemie.....	930
24.6.1 Lösungsenthalpien zur Ermittlung von Mizellbildungsenthalpien.....	930
24.6.2 Verdünnungsenthalpien zur Bestimmung der Mizellbildungsenthalpien	932
24.6.3 Aufnahme von binären Zustandsdiagrammen Tensid/Wasser	934
24.6.4 Aufnahme von binären Zustandsdiagrammen Phospholipid/Wasser	935
24.6.5 Kalorimetrische Untersuchungen zum Mischungsverhalten von Phospholipiden.....	937
Zusammenfassung	944
Fragen	945
Literatur	946
25 Elektro- und Strömungsdoppelbrechung an Mizellen und Makromolekülen.....	947
25.1 Elektrodoppelbrechung.....	947
25.1.1 Grundlagen	947
25.1.2 Meßmethodik.....	949
25.1.3 Experimentelle Details	954
25.1.4 Ausgewählte Anwendungsbeispiele.....	957
25.2 Strömungsdoppelbrechung	963
Zusammenfassung	965
Fragen	966
Literatur	966
Sachverzeichnis	967
Personenverzeichnis.....	983