

Klaus Knödel
Heinrich Krummel
Gerhard Lange
(Herausgeber)

Geophysik

2. überarbeitete Auflage

mit 431 Abbildungen, 122 in Farbe und 57 Tabellen

 Springer

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
	<i>Klaus Knödel, Heinrich Krummel & Gerhard Lange</i>	
2	Vorbereitung geophysikalischer Messungen	7
	<i>Jochen Schade</i>	
2.1	Information und Genehmigungen (Permitting)	7
2.2	Mobilisation und Demobilisation	11
2.3	Vermessungsarbeiten	11
3	Magnetik	17
	<i>Klaus Knödel</i>	
3.1	Prinzip der Methode	17
3.2	Anwendungsmöglichkeiten	18
3.3	Grundlagen	18
3.4	Meßgeräte	22
3.5	Feldarbeiten	24
3.6	Bearbeitung und Interpretation der Meßdaten	26
3.7	Qualitätssicherung	30
3.8	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	31
3.9	Abschätzung der zu erwartenden Meßeffekte	31
3.10	Beispiele	33
4	Gravimetrie	43
	<i>Harald Lindner & Uwe Casten</i>	
4.1	Prinzip der Methode	43
4.2	Anwendungsmöglichkeiten	45
4.3	Grundlagen	46
4.4	Meßgeräte	50
4.5	Feldarbeiten	51
4.6	Bearbeitung und Interpretation der Meßdaten	53
4.7	Qualitätssicherung	55
4.8	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	56
4.9	Abschätzung der zu erwartenden Meßeffekte	56
4.10	Beispiele	58

5	Geoelektrik	71
	<i>Alfred Berktold, Thomas Büttgenbach, Siegfried Greinwald, Bernhard Illich, Franz Jacobs, Artur Wilhelm Kolodziey, Gerhard Lange, Hans-Martin Maurer, Ernő Prácsér, Burkhard Pfeiffer, Carsten Pretzschner, Tino Radic, Gerlinde Schaumann, Géza Rezessy, Joachim Sebulke, Knut Seidel, László Szabadvary, László Vértesy, Richard Vogt, Peter Weidelt, Andreas Weller & Uwe Wolff</i>	
5.1	Grundlagen	71
	<i>Peter Weidelt</i>	
5.1.1	Klassifizierung der Verfahren	71
5.1.2	Grundgleichungen	74
5.1.3	Einfache Anwendungen der Grundgleichungen	79
5.1.3.1	Die Gleichstrom-Grundgleichung	79
5.1.3.2	Die Wellengleichung für homogene Bereiche	80
5.1.3.3	Typischer Frequenzgang einer induktiven Übertra- gungsfunktion	82
5.1.4	Typische Signalamplituden künstlicher Quellen	86
5.1.5	Die elektrische Leitfähigkeit	89
5.2	Eigenpotentialmethode	101
	<i>Richard Vogt, Thomas Büttgenbach, Uwe Wolf & Burkhard Pfeiffer</i>	
5.2.1	Prinzip der Methode	101
5.2.2	Anwendungsmöglichkeiten	103
5.2.3	Grundlagen	103
5.2.4	Meßgeräte und Ausrüstung	107
5.2.5	Feldarbeiten	108
5.2.6	Bearbeitung und Interpretation	110
5.2.7	Qualitätssicherung	111
5.2.8	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	111
5.2.9	Abschätzung der zu erwartenden Meßeffekte	112
5.2.10	Beispiele	116
5.3	Gleichstromgeoelektrik	128
	<i>Gerhard Lange & Franz Jacobs</i>	
5.3.1	Prinzip der Methode	128
5.3.2	Anwendungsmöglichkeiten	132
5.3.3	Grundlagen	132
5.3.4	Meßgeräte und Ausrüstung	138
5.3.5	Feldarbeiten	140
5.3.6	Auswertung und Interpretation	152
5.3.7	Qualitätssicherung	160
5.3.8	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	162
5.3.9	Beispiele	163

5.4	Induzierte Polarisation <i>Tino Radic & Andreas Weller</i>	174
5.4.1	Prinzip der Methode	174
5.4.2	Anwendungsmöglichkeiten	176
5.4.3	Grundlagen	176
5.4.3.1	Ursachen und Modelle zur Beschreibung des IP-Effekts im Zeit- und Frequenzbereich	177
5.4.3.2	Meßgrößen und Meßeffekte	183
5.4.3.3	Die Aufladbarkeit von Gesteinen	187
5.4.4	Meßgeräte und Ausrüstung	187
5.4.5	Feldarbeiten	190
5.4.6	Auswertung, Ergebnisdarstellung und Interpretation	192
5.4.7	Qualitätssicherung	194
5.4.8	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	195
5.4.9	Abschätzung der zu erwartenden Meßgrößen	196
5.4.10	Beispiele	199
5.5	Mise-à-la Masse <i>Gerhard Lange, Carsten Pretzschner & Knut Seidel</i>	215
5.5.1	Anwendungsmöglichkeiten	217
5.5.2	Meßgeräte und Ausrüstung	217
5.5.3	Feldarbeiten	218
5.5.4	Bearbeitung und Interpretation	219
5.5.5	Qualitätssicherung	222
5.5.6	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	223
5.5.7	Beispiel	223
5.6	Geoelektrische Messung der Grundwasserbewegung <i>Joachim Sebulke</i>	228
5.6.1	Meßgeräte und Ausrüstung	232
5.6.2	Bearbeitung und Interpretation der Meßdaten	232
5.6.3	Qualitätssicherung	235
5.6.4	Personeller und zeitlicher Aufwand	236
5.6.5	Beispiel	236
5.7	Elektromagnetische Zweispulen-Systeme <i>Artur Wilhelm Kolodziey, Ernő Prácer, Géza Rezessy, Knut Seidel, László Szabadváry & László Vértessy</i>	241
5.7.1	Prinzip der Methode <i>Knut Seidel</i>	241
5.7.2	Anwendungsmöglichkeiten	244
5.7.3	Grundlagen	245
5.7.4	Feldarbeiten	255

5.7.5	Auswertung und Interpretation	258
5.7.6	Fehlermöglichkeiten	264
5.7.7	EM 38, EM 31, EM 34 <i>Artur Wilhelm Kolodziey</i>	265
5.7.8	MAXMIN <i>Knut Seidel</i>	273
5.7.9	GENIE <i>Artur Wilhelm Kolodziey</i>	285
5.7.10	MAXIPROBE <i>Ernö Prácer, Géza Rezessy, László Szabadváry & László Vértessy</i>	292
5.8	Transientelektromagnetik <i>Siegfried Greinwald, Bernhard Illich & Gerlinde Schaumann</i>	313
5.8.1	Transientelektromagnetische Sondierung <i>Siegfried Greinwald & Gerlinde Schaumann</i>	313
5.8.1.1	Prinzip der Methode	313
5.8.1.2	Anwendungsmöglichkeiten	314
5.8.1.3	Grundlagen	315
5.8.1.4	Meßgeräte	319
5.8.1.5	Feldarbeiten und Aufwand	322
5.8.1.6	Auswertung und Interpretation der Meßdaten	322
5.8.1.7	Qualitätssicherung	323
5.8.1.8	Beispiel	323
5.8.2	Tiefeindringender Metalldetektor <i>Bernhard Illich</i>	327
5.8.2.1	Prinzip der Methode	327
5.8.2.2	Anwendungsmöglichkeiten	328
5.8.2.3	Grundlagen	328
5.8.2.4	Meßgeräte	329
5.8.2.5	Feldarbeiten	329
5.8.2.6	Bearbeitung und Interpretation der Meßdaten	330
5.8.2.7	Qualitätssicherung	330
5.8.2.8	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	330
5.8.2.9	Abschätzung der zu erwartenden Meßgrößen	331
5.8.2.10	Beispiele	332
5.9	VLF, VLF-R und Radiomagnetotellurik <i>Alfred Berkold</i>	335
5.9.1	Prinzip der Methode	335
5.9.2	Anwendungsmöglichkeiten	336
5.9.3	Grundlagen	336
5.9.4	Meßgeräte	345
5.9.5	Feldarbeiten, Qualitätssicherung, personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	347

5.9.6	Bearbeitung und Interpretation der Meßdaten	348
5.9.7	Beispiel	351
5.10	Oberflächen-Nuklear-Magnetische Resonanz	362
	<i>Gerhard Lange & Ugur Yaramanci</i>	
5.10.1	Prinzip des Verfahrens	362
5.10.2	Anwendungsmöglichkeiten	363
5.10.3	Grundlagen	364
5.10.4	Meßgeräte	369
5.10.5	Feldarbeiten	370
5.10.6	Bearbeitung und Interpretation der Meßdaten	374
5.10.7	Qualitätssicherung	376
5.10.8	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	377
5.10.9	Beispiele	378
6	Bodenradar	389
	<i>Norbert Blindow, Thomas Richter & Helfried Petzold</i>	
6.1	Prinzip der Methode	389
6.2	Anwendungsmöglichkeiten	391
6.3	Grundlagen	391
6.4	Apparaturen	402
6.5	Feldarbeiten	405
6.6	Auswertung, Darstellung der Meßdaten und Interpretation	406
6.7	Qualitätssicherung	408
6.8	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	409
6.9	Abschätzung der zu erwartenden Eindringtiefen und Amplituden	409
6.10	Beispiele	410
7	Seismik	425
	<i>Ewald Brückl, Lothar Dresen, Hans A. K. Edelmann, Jürgen Fertig, Helmut Gaertner, Christoph Gelbke, Franz Kirchheimer, Heinrich Krummel, Gerd Liebhardt, Dirk Orlowsky, Lutz Reimers, Karl-Josef Sandmeier, Christian Schneider, Tom Utecht † & Thomas Wittka</i>	
7.1	Prinzip der Methode	425
	<i>Jürgen Fertig</i>	
7.2	Anwendungsmöglichkeiten	426
7.3	Grundlagen	429
7.3.1	Einführung in die Elastizitätstheorie	429

7.3.2	Elastische Parameter und seismische Geschwindigkeiten	433
7.3.3	Räumliche Wellenausbreitung und Absorption	437
7.3.4	Das Reflexions- und Transmissionsverhalten von ebenen Wellen an ebenen Grenzflächen	439
7.3.5	Reflexion und Refraktion	448
7.3.6	Oberflächenwellen	454
7.3.7	Diffraction	457
7.3.8	Das Auflösungsvermögen seismischer Daten	458
7.3.9	Geschwindigkeits- und Dichtewerte in Sedimenten	462
7.4	Meßgeräte	467
7.4.1	Seismische Quellen <i>Heinrich Krummel</i>	467
7.4.1.1	Quellmechanismen zur Anregung seismischer Wellen	469
7.4.1.2	Typen seismischer Quellen	475
7.4.1.2.1	P-Wellen-Quellen	478
7.4.1.2.2	S-Wellen-Quellen	493
7.4.1.3	Qualitätssicherung beim Einsatz seismischer Quellen	498
7.4.2	Aufnehmer und Aufnahmeapparaturen <i>Hans A. K. Edelmann</i>	505
7.4.2.1	Aufnehmer	505
7.4.2.1.1	Das Geophon	505
7.4.2.1.2	Andere Aufnehmertypen	509
7.4.2.1.3	Der praktische Feldeinsatz von Geophonen	510
7.4.2.1.4	Typische Geophondaten	513
7.4.2.1.5	Qualitätssicherung	515
7.4.2.2	Aufnahmeapparaturen	516
7.4.2.2.1	Der technische Aufbau	516
7.4.2.2.2	Techniken der Störsignalunterdrückung	522
7.4.2.2.3	Typische Daten von Aufnahmeapparaturen	524
7.4.2.2.4	Praktische Bedienung im Feld, Optimierung der Aufnahmeparameter	525
7.4.2.3	Qualitätssicherung bei der Datenerfassung	526
7.5	Refraktionsseismik <i>Ewald Brückl, Franz Kirchheimer, Heinrich Krummel, Gerd Liebhardt, Lutz Reimers, Karl-Josef Sandmeier & Tom Utecht †</i>	530
7.5.1	Prinzip der Methode <i>Karl-Josef Sandmeier & Heinrich Krummel</i>	530
7.5.2	Anwendungsmöglichkeiten	535
7.5.3	Datenakquisition <i>Ewald Brückl</i>	535
7.5.3.1	Modelle	536
7.5.3.2	Meßgeometrie	537
7.5.3.3	Wahl der Feldparameter	539

7.5.3.4	Qualitätskontrolle	544
7.5.4	Erstellung und Interpretation von Laufzeitfeldern <i>Ewald Brückl</i>	545
7.5.4.1	Darstellung	546
7.5.4.2	Interpretation	549
7.5.4.3	Anwendung auf klassische Inversionsverfahren	552
7.5.4.4	Schlußfolgerungen	553
7.5.5	Standard-Inversionsverfahren <i>Karl-Josef Sandmeier</i>	553
7.5.5.1	Interaktive 1-D-Modellierung	556
7.5.5.2	Intercept-Zeit-Methode	558
7.5.5.3	Generalized Reciprocal Method (GRM)	559
7.5.5.4	Wellenfrontenverfahren	563
7.5.6	Iterative Interpretationsmethoden <i>Karl-Josef Sandmeier & Gerd Liebhardt</i>	566
7.5.6.1	Iterative 2-D- und 3-D-Vorwärtsmodellierungsverfahren	566
7.5.6.2	Beispiele	569
7.5.6.3	Refraktionstomographie <i>Tomm Utecht</i>	573
7.5.6.3.1	Prinzip der Methode	573
7.5.6.3.2	Anwendungsmöglichkeiten	574
7.5.6.3.3	Grundlagen	574
7.5.6.3.4	Praktische Durchführung	575
7.5.6.3.5	Beispiele	576
7.5.7	CMP-Refraktionsseismik (Wellenfeldverfahren) <i>Lutz Reimers & Dirk Orlowsky</i>	583
7.5.7.1	Prinzip der Methode	583
7.5.7.2	Anwendungsmöglichkeiten	583
7.5.7.3	Grundlagen	584
7.5.7.4	Kombination der CMP-Refraktionsseismik mit der GRM	590
7.5.7.5	Beispiele	592
7.5.8	Einsatz der refraktionsseismischen Standard- und iterativen Interpretationsverfahren in der Praxis <i>Karl-Josef Sandmeier</i>	599
7.5.9	Ansätze zur flächenhaften Refraktionsseismik <i>Franz Kirchheimer</i>	600
7.5.9.1	Prinzip der Methode	600
7.5.9.2	Anwendungsmöglichkeiten	601
7.5.9.3	Grundlagen	602
7.5.9.4	Praktische Durchführung	606
7.5.9.5	Einordnung der von der Methode gelieferten Resultate	609
7.5.9.6	Beispiel	610
7.5.10	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	616

7.6	Reflexionsseismik	620
	<i>Helmut Gaertner & Thomas Wittka</i>	
7.6.1	2-D-Reflexionseismik	620
	<i>Helmut Gaertner</i>	
7.6.1.1	Prinzip der Methode	620
7.6.1.2	Anwendungsmöglichkeiten	625
7.6.1.3	Methodik der Feldarbeiten	625
7.6.1.4	Processing	632
7.6.1.5	Interpretation und Zeit-Tiefen-Transformation	639
7.6.1.6	Beispiele	644
7.6.2	3-D-Reflexionsseismik	651
	<i>Thomas Wittka</i>	
7.6.2.1	Prinzip der Methode	651
7.6.2.2	Anwendungsmöglichkeiten	652
7.6.2.3	Entwurf eines 3-D-seismischen Meßschemas	652
7.6.2.4	Meßgeräte	661
7.6.2.5	Feldarbeiten	661
7.6.2.6	Processing und Interpretation	664
7.6.2.7	Qualitätssicherung	667
7.6.2.8	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	669
7.6.2.9	Beispiele	670
7.7	Oberflächenwellenseismik	683
	<i>Lothar Dresen & Christian Schneider</i>	
7.7.1	Prinzip der Methode	683
7.7.2	Anwendungsmöglichkeiten	685
7.7.3	Grundlagen	685
7.7.4	Feldarbeiten	688
7.7.5	Auswertung und Interpretation	690
7.7.6	Qualitätssicherung	691
7.7.7	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	693
7.7.8	Beispiel	693
7.8	Bohrlochseismik	699
	<i>Christoph Gelbke</i>	
7.8.1	Prinzip der Methode	699
7.8.2	Anwendungsmöglichkeiten	702
7.8.3	Meßmethoden mit Beispielen	703
7.8.3.1	Hochfrequenz-Bohrlochseismik beim Logging	703
7.8.3.2	Quelle und Aufnehmer im selben Bohrloch	704
7.8.3.3	Quelle und Aufnehmer in unterschiedlichen Bohrlöchern	707
7.8.3.3.1	Paralleldurchschallung	707
7.8.3.3.2	Tomographie	710
7.8.3.4	Vertikale Seismische Profile (VSP)	714

7.8.4	Meßgeräte	717
7.8.5	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	720
7.8.6	Qualitätssicherung	722
7.9	Meßgrößen und Maßeinheiten der seismischen Verfahren	725
8	Geothermik	727
	<i>Christian Oelsner, Eckart Hurtig & Gerhard Brandt</i>	
8.1	Prinzip der Methode	727
8.2	Anwendungsmöglichkeiten	728
8.3	Grundlagen	728
8.4	Meßgeräte	730
8.5	Feldarbeiten	733
8.6	Bearbeitung und Interpretation der Meßdaten	734
8.7	Qualitätssicherung	735
8.8	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	736
8.9	Zu erwartende Meßeffekte	736
8.10	Beispiele	737
9	Radiometrie	747
	<i>Christian Oelsner & Heinz Schubert</i>	
9.1	Prinzip der Methode	747
9.2	Anwendungsmöglichkeiten	748
9.3	Grundlagen	749
9.4	Meßgeräte	756
9.5	Feldarbeiten	758
9.6	Bearbeitung und Interpretation der Meßdaten	759
9.7	Qualitätssicherung	760
9.8	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	761
9.9	Abschätzung der zu erwartenden Meßeffekte	761
9.10	Beispiele	762
10	Aerogeophysik	771
	<i>Klaus-Peter Sengpiel</i>	
10.1	Prinzip der Methoden	771
10.2	Anwendungsmöglichkeiten	773
10.3	Aeroelektromagnetische Verfahren	774
10.3.1	Grundlagen der aktiven Flugelektromagnetik	777
10.3.2	Beispiele	788

10.4	Aeromagnetik	792
10.4.1	Besonderheiten der magnetischen Flugvermessung	792
10.4.2	Meßgeräte	794
10.4.3	Darstellung und Auswertung aeromagnetischer Meßergebnisse	795
10.4.4	Beispiel	796
10.5	Aeroradiometrie	798
10.5.1	Besonderheiten der radiometrischen Flugvermessung	798
10.5.2	Meßgeräte	805
10.5.3	Anwendungsmöglichkeiten	805
10.5.4	Darstellung und Interpretation radiometrischer Meßergebnisse	806
10.5.5	Beispiel	806
10.6	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	808
11	Bohrlochgeophysik	811
	<i>Gerhard Zscherpe † & Dieter Steinbrecher</i>	
11.1	Prinzip der Bohrlochmessung	811
11.2	Anwendungsmöglichkeiten	812
11.3	Meßtechnik	813
11.4	Meßbedingungen, Teufenauflösung und Aussagebereich	821
11.5	Bohrlochmeßverfahren	823
11.5.1	Elektrische Bohrlochmessungen	830
11.5.2	Elektromagnetische Bohrlochmessungen	841
11.5.3	Akustische Bohrlochmessungen	845
11.5.4	Messung der natürlichen Gamma-Strahlung	853
11.5.5	Aktive Messung mit Gamma-Strahlung in Bohrungen	859
11.5.6	Messung mit Neutronen-Strahlung	869
11.5.7	Technische Bohrlochmessungen	885
11.5.7.1	Kalibermessung	885
11.5.7.2	Messung des Bohrlochverlaufs	885
11.5.7.3	Messung der vertikalen Flüssigkeitsströmung	886
11.5.7.4	Optische Untersuchungen, Bohrlochfernsehen	886
11.6	Projektierung, Ausführung und Qualitätssicherung von Bohrlochmessungen	886
11.6.1	Auswahl des Meßprogramms	886
11.6.2	Ausführung der Messung	887
11.6.3	Qualitätssicherung	888

11.7	Auswertung und Interpretation	889
11.7.1	Auswertung	889
11.7.2	Interpretation	891
11.7.3	Korrelation der Meßkurven	893
11.8	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	896
11.9	Beispiele	897
12	Geophysikalische Penetrationssondierungen	919
	<i>Imre Fejes, László Szabadváry, László Veró & János Stickle</i>	
12.1	Prinzip der Methode	919
12.2	Anwendungsmöglichkeiten	921
12.3	Grundlagen	922
12.4	Meßgeräte	926
12.5	Feldarbeiten	928
12.6	Bearbeitung und Interpretation der Meßdaten	929
12.7	Qualitätssicherung	934
12.8	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	934
12.9	Beispiele	935
13	Milieusondenmessungen	945
	<i>Kurt Lhotzky</i>	
13.1	Prinzip der Methode	945
13.2	Anwendungsmöglichkeiten	947
13.3	Grundlagen	947
13.4	Meßgeräte	951
13.5	Feldarbeiten	952
13.6	Auswertung	953
13.7	Qualitätssicherung	953
13.8	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	954
13.9	Beispiele	954
14	Petrophysik	965
	<i>Frank Börner, Günter Buntebarth, Wolfgang G. Debschütz, Wolfgang Jäger, Johannes M. Kulenkampff, Martin Müller, Jürgen R. Schopper & Ugur Yaramanci</i>	
14.1	Dichte	965
	<i>Wolfgang Jäger</i>	
14.1.1	Korndichte	967

14.1.2	Trockendichte <i>Wolfgang Jäger</i>	971
14.1.3	Feuchtrohdichte <i>Wolfgang Jäger</i>	974
14.1.4	Sättigungsdichte <i>Wolfgang Jäger</i>	977
14.2	Porosität <i>Wolfgang Jäger</i>	978
14.2.1	Gesamtporosität <i>Wolfgang Jäger</i>	981
14.2.2	Nutzporosität <i>Wolfgang Jäger</i>	982
14.3	Wassergehalt und Sättigung	984
14.3.1	Wassergehalt <i>Wolfgang Jäger</i>	984
14.3.2	Sättigungsgrad <i>Wolfgang Jäger</i>	986
14.3.3	Haftwassersättigung <i>Wolfgang G. Debschütz</i>	988
14.4	Porengeometrische Parameter	991
14.4.1	Porenradienverteilung <i>Johannes M. Kulenkampff & Wolfgang G. Debschütz</i>	991
14.4.2	Spezifische innere Oberfläche <i>Johannes M. Kulenkampff</i>	995
14.5	Durchlässigkeit <i>Wolfgang Jäger</i>	999
14.6	Ausbreitungsgeschwindigkeit elastischer Wellen <i>Wolfgang Jäger</i>	1005
14.7	Elektrische Eigenschaften	1008
14.7.1	Spezifischer elektrischer Widerstand <i>Wolfgang Jäger</i>	1009
14.7.2	Grenzflächenleitfähigkeit <i>Jürgen R. Schopper, Johannes M. Kulenkampff & Wolfgang G. Debschütz</i>	1014
14.7.3	Polarisierbarkeit, Frequenzeffekt, Phasenverschiebung <i>Frank Börner</i>	1017
14.7.4	Dielektrizitätszahl <i>Ugur Yaramanci & Johannes M. Kulenkampff</i>	1020
14.7.5	Eigenpotential <i>Ugur Yaramanci & Wolfgang G. Debschütz</i>	1023

14.8	Magnetische Suszeptibilität <i>Wolfgang Jäger</i>	1029
14.9	Wärmeleitfähigkeit, Temperaturleitfähigkeit und spezifische Wärmekapazität <i>Günter Buntebarth</i>	1030
14.10	Normen	1032
14.11	NMR-Laborverfahren <i>Martin Müller & Ugur Yaramanci</i>	1034
15	In-situ-Überwachung <i>Franz König, Klaus Knödel, Klaus-Henrik Mittenzwey, Peter Weidelt</i>	1045
15.1	Prinzip der Methode	1045
15.2	Anwendungsmöglichkeiten	1047
15.3	Grundlagen	1048
15.3.1	Milieuparameter	1048
15.3.2	Optische Spektroskopie	1048
15.3.3	Elektromagnetische Überwachung	1052
15.4	Meßgeräte	1056
15.5	Feldarbeiten	1061
15.6	Auswertung	1063
15.7	Qualitätssicherung	1063
15.8	Personeller, technischer und zeitlicher Aufwand	1064
15.9	Beispiele	1064
	Glossar	1077
	Sachverzeichnis	1087