

## Inhaltsverzeichnis

**Vorwort** *V*

**Übersicht über die bisher veröffentlichten Empfehlungen  
des Arbeitskreis 3.3 „Versuchstechnik Fels“ der Deutschen Gesellschaft  
für Geotechnik e. V. *XXIII***

**Empfehlung Nr. 1: Einaxiale Druckversuche an zylindrischen  
Gesteinsprüfkörpern** *1*

*Thomas Mutschler*

- 1 Zweck *1*
- 2 Kurzbeschreibung des Verfahrens *1*
- 3 Begriffe *2*
- 4 Prüfeinrichtung *6*
- 5 Prüfkörper und Proben *6*
- 5.1 Abmessungen der Prüfkörper *6*
- 5.2 Bearbeitung der Prüfkörper *7*
- 5.3 Wassergehalt der Proben und Prüfkörper *8*
- 5.4 Bestimmung der Abmessungen und der Dichte der Prüfkörper *8*
- 6 Versuchsdurchführung *8*
- 6.1 Krafteinleitung *8*
- 6.2 Belastungsregelung *9*
- 6.3 Kraft- und Dehnungsmessung *9*
- 6.4 Versuche mit mehreren Lastzyklen *12*
- 6.5 Versuche mit Erfassung des Nachbruch-Verhaltens *13*
- 7 Versuchsauswertung und Darstellung der Ergebnisse *14*
- 8 Versuchsoptionen *15*
- 9 Anwendungsbeispiele *16*
- 9.1 Einaxialer Druckversuch nach Option 7 (DMS) *16*
- 9.2 Einaxialer Druckversuch nach Option 12 (WAP) *17*
- Literatur *19*

x | Inhaltsverzeichnis

**Empfehlung Nr. 2: Dreiaxiale Druckversuche an Gesteinsproben 21**

*Peter Reißler*

- 1 Zweck 21
- 2 Begriffe 21
- 3 Prüfeinrichtung 23
- 4 Prüfkörper 25
- 4.1 Abmessungen der Prüfkörper 25
- 4.2 Bearbeitung der Prüfkörper 25
- 4.3 Wassergehalt und Dichte der Prüfkörper 26
- 5 Versuchsdurchführung 26
- 5.1 Bestimmung der Abmessungen der Prüfkörper 26
- 5.2 Ablauf des Versuchs 26
- 5.3 Kraft- und Längenänderungsmessung 27
- 5.4 Zelldruck- und Porenwasserdruckmessungen 27
- 6 Versuchsauswertung und Darstellung der Ergebnisse 27
- 6.1 Beim Bruch wirkender Spannungszustand 27
- 6.2 Festigkeitsparameter  $c$  und  $\phi$  27
- 6.3 Verformbarkeit 29
- 6.4 Ergänzende Angaben 29
- 7 Anwendungsbeispiel 30

**Empfehlung Nr. 3: Dreiaxiale Druckversuche an geklüfteten Großbohrkernen im Labor 33**

*Lutz Wichter*

- 1 Zweck der Versuche 33
- 2 Begriffe 33
- 3 Prüfeinrichtungen 34
- 3.1 Druckzelle 35
- 3.2 Zelldruck 35
- 3.3 Aufbringen der axialen Prüfkraft 36
- 3.4 Druckplatten 36
- 3.5 Seitliche Abdichtung des Prüfkörpers 36
- 3.6 Messung und Registrierung 36
- 4 Probenmaterial 38
- 4.1 Probengewinnung 38
- 4.2 Entnahmestellen 38
- 4.3 Probengröße 38
- 4.4 Längen-Durchmesser Verhältnis 38
- 4.5 Probenaufbewahrung 39
- 4.6 Wassergehalt 39
- 4.7 Endflächenbearbeitung 39
- 5 Durchführung der Versuche 39
- 5.1 Drainagebedingungen 39
- 5.2 Wahl der Dehnungsgeschwindigkeit  $\dot{\epsilon}_1$  39
- 5.3 Wahl des Seitendruckes 40

6	Versuchsauswertung und Darstellung der Ergebnisse	40
6.1	Spannungs-Dehnungslinien	41
6.2	Schubspannungs-Normalspannungsdiagramme	41
7	Anwendungsbeispiel	42

**Empfehlung Nr. 4: Scherversuch in situ** 45

*Karl F. Henke und Werner Kaiser*

1	Zweck	45
2	Begriffe	45
2.1	Normal- und Scherspannung	45
2.2	Verschiebung durch Aufbringen der Normalkraft	45
2.3	Verschiebung in Scherkraftrichtung	45
2.4	Verschiebung in Normalkraftrichtung nach Aufbringen der Scherkraft	46
2.5	Scherfestigkeitsparameter	46
3	Versuchseinrichtung	47
4	Versuchsvorbereitung	48
4.1	Form und Größe des Prüfkörpers	48
4.2	Bearbeitung des Prüfkörpers	49
4.3	Trennflächengefüge, Wassergehalt und Dichte	50
5	Versuchsdurchführung	50
6	Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	51
6.1	Berücksichtigung der Dilatation	51
6.2	Scherfestigkeitsparameter	51
6.3	Versuchsprotokoll	52
7	Anwendungsbeispiel	52

**Empfehlung Nr. 5: Punktlastversuche an Gesteinsproben** 55

*Kurosch Thuro*

1	Zweck der Empfehlung	55
2	Kurzbeschreibung des Verfahrens	55
3	Begriffe und Formelzeichen	56
4	Prüfeinrichtung	58
4.1	Prüfraumen und Belastungseinrichtung	59
4.2	Kraftmesseinrichtung	60
4.3	Längenmesseinrichtungen	60
4.4	Geräteprüfungen	60
5	Probekörper	61
5.1	Eignung	61
5.2	Probekörpergröße und -form	61
6	Versuchsdurchführung	62
7	Auswertung	63
7.1	Gültige und ungültige Versuche	63
7.2	Ermittlung des Punktlastindex und der Punktlastfestigkeit	63
8	Darstellung der Ergebnisse	65

**XII** | *Inhaltsverzeichnis*

- 9 Ableitung der einaxialen Druckfestigkeit aus der Punktlastfestigkeit 66
- 10 Anwendungsbeispiele 66
- 10.1 Versuchsoption 1: Ermittlung des Punktlastindex im Einzelversuch 66
- 10.2 Versuchsoption 2: Vereinfachtes Verfahren 68
- 10.3 Versuchsoption 3: Auswertung nach dem LOGAR-Verfahren 69
- Literatur 70

**Empfehlung Nr. 6: Doppel-Lastplattenversuch in Fels 71**

*Gerhard Müller, Hans Neuber und Axel Paul*

- 1 Zweck 71
- 2 Begriffe 71
- 3 Geräte 72
- 3.1 Lastplatten 73
- 3.2 Belastungssystem 73
- 3.3 Geräte zur Kraftmessung 73
- 3.4 Geräte zur Verschiebungsmessung 74
- 4 Aufbau der Versuchseinrichtung 74
- 5 Versuchsdurchführung 75
- 6 Auswertung und Darstellung der Ergebnisse 75
- 7 Anwendungsbeispiele 76
- 7.1 Anwendungsbeispiel I: Doppel-Lastplattenversuch mit einer Versuchseinrichtung 76
- 7.2 Anwendungsbeispiel II: Einfacher Doppel-Lastplattenversuch 78
- Literatur 81

**Empfehlung Nr. 7: Schlitzentlastungs- und Druckkissen-Belastungsversuche 83**

*Wolfhard Lechnitz und Gerhard Müller*

- 1 Zweck 83
- 2 Begriffe 83
- 3 Prüfeinrichtungen 85
- 3.1 Einrichtungen zum Herstellen und Testen großer Schlitze mit mittlerer und großer Weite 85
- 3.2 Einrichtungen zum Herstellen und Testen großer Schlitze mit kleiner Weite 86
- 3.3 Einrichtungen zum Herstellen und Testen kleiner Schlitze 87
- 3.4 Einrichtungen zum Aufbringen der Belastungen 88
- 3.5 Einrichtungen zur Bestimmung der Verschiebungen des Gebirges 88
- 3.6 Einrichtungen zur Messung der Druckkissenaufweitungen 88
- 4 Auswahl des Versuchsortes und Versuchsvorbereitung 89
- 4.1 Großer Schlitz 89
- 4.2 Kleine Schlitze 89
- 5 Versuchsdurchführung 89
- 5.1 Einrichtung der Messstrecken für die Verschiebungsmessungen 89

- 5.2 Entspannung durch Schlitzherstellung und Messung  
der Verschiebungen 90
- 5.3 Einbau der Druckkissen 90
- 5.4 Aufbringen der Last und Messung der Verformungen 90
- 6 Versuchsauswertung und Darstellung der Messergebnisse 91
- 6.1 Bestimmung einer Spannungskomponente 91
- 6.2 Bestimmung des Gebirgsverformungsmoduls 91
- Literatur 94

**Empfehlung Nr. 8: Dilatometerversuche in Felsbohrungen 95**

*Arno Pahl*

- 1 Zweck 95
- 2 Begriffe 95
- 3 Geräte 96
- 4 Versuchsvorbereitung 97
- 5 Versuchsdurchführung 97
- 6 Versuchsauswertung und Darstellung der Ergebnisse 98
- 7 Anwendungsbeispiele 98

**Empfehlung Nr. 9: Wasserdruckversuch in Fels 101**

*Peter Rißler*

- 1 Zweck 101
- 2 Begriffe 101
- 2.1 Wasserwegigkeit 101
- 2.2 Durchfluss 101
- 2.3 Pumpendruck 101
- 2.4 Einpressdruck 101
- 2.5 Druckhöhe 102
- 2.6 Energieverluste 102
- 2.7 Durchlässigkeit des Gebirges 102
- 2.8 Durchlässigkeit in der Ebene einer Trennflächenschar 102
- 2.9 Wasseraufnahme 102
- 3 Versuchseinrichtung 103
- 3.1 Allgemeines 103
- 3.2 Pumpe und Zuleitung 103
- 3.3 Packer 103
- 3.4 Druckmesseinrichtung 105
- 3.5 Durchflussmesseinrichtung 105
- 3.6 Registriereinrichtung 105
- 4 Versuchsvorbereitung 106
- 5 Versuchsdurchführung 107
- 6 Auswertung und Darstellung der Ergebnisse 108
- 6.1 Charakteristische Ergebnisse des WD-Versuchs 108
- 6.2 Auswertung 109
- 7 Anwendungsbeispiel 113

XIV | Inhaltsverzeichnis

**Empfehlung Nr. 10: Indirekter Zugversuch an Gesteinsproben –  
Spaltzugversuch 115**

*Michael Lepique*

- 1 Anwendungsbereich und Zweck 115
  - 2 Kurzbeschreibung des Verfahrens 115
  - 3 Begriffe und Formelzeichen 115
  - 3.1 Begriffe 115
  - 3.2 Formelzeichen 116
  - 4 Prüfeinrichtung 116
  - 5 Probekörper 117
  - 5.1 Abmessung der Probekörper 117
  - 5.2 Bearbeiten der Probekörper 117
  - 5.3 Richtungsabhängigkeit 118
  - 5.4 Wassergehalt der Proben und Probekörper 119
  - 5.5 Bestimmung der Abmessungen und der Dichte der Probekörper 119
  - 6 Versuchsdurchführung 120
  - 7 Auswertung 121
  - 8 Darstellung der Ergebnisse und Prüfbericht 121
- Literatur 121

**Empfehlung Nr. 11: Quellversuche an Gesteinsproben 123**

*Axel Paul*

- 1 Vorbemerkung 123
  - 2 Zweck 123
  - 3 Begriffe 123
  - 4 Prüfeinrichtung 124
  - 5 Prüfkörper 125
  - 6 Versuchsdurchführung 126
  - 6.1 Kompensation des Probenahmeeeinflusses 126
  - 6.2 Quellhebungsversuch 126
  - 6.3 Quellversuch nach Kaiser/Henke 127
  - 6.4 Quellversuch nach Huder/Amberg 127
  - 6.5 Quelldruckversuch 128
  - 7 Versuchsauswertung und Darstellung der Ergebnisse 129
  - 7.1 Allgemeine Angaben 129
  - 7.2 Quellhebungsversuch 129
  - 7.3 Quellversuch nach Kaiser/Henke 129
  - 7.4 Quellversuch nach Huder/Amberg 129
  - 7.5 Quelldruckversuch 130
  - 8 Anwendungsbeispiele 130
- Literatur 133

**Empfehlung Nr. 12: Mehrstufentechnik bei dreiaxialen Druckversuchen  
und direkten Scherversuchen 135**

*Lutz Wichter*

- 1 Zweck der Empfehlung 135
- 2 Begriffe 135
- 3 Prüfeinrichtungen 135
- 4 Proben 136
- 5 Versuchsdurchführung 136
- 5.1 Direkte Scherversuche 136
- 5.2 Dreiaxiale Druckversuche 138
- 6 Versuchsauswertung und Darstellung der Ergebnisse 139
- 7 Beispiele 139
- 7.1 Direkter Scherversuch in situ 139
- 7.2 Dreiaxialer Druckversuch im Labor 141
- Literatur 144

**Empfehlung Nr. 13: Laborscherversuch an Felstrennflächen 145**

*Wolfhard Lechnitz*

- 1 Zweck 145
- 2 Begriffe 145
- 2.1 Scherverhalten 145
- 2.2 Belastung 146
- 2.3 Kraft- und Wegmessgrößen 146
- 2.4 Trennflächenkennwerte 148
- 3 Versuchseinrichtung 149
- 3.1 Schermaschine 149
- 3.2 Messeinrichtungen 149
- 3.3 Eingießvorrichtung 150
- 3.4 Versuchssteuerung, Messwerterfassung 150
- 4 Prüfkörper 151
- 4.1 Probenentnahme 151
- 4.2 Prüfkörpergröße 151
- 5 Versuchsdurchführung 152
- 6 Auswertung und Darstellung der Messergebnisse 153
- 7 Anwendungsbeispiel 154
- Literatur 154

**Empfehlung Nr. 14: Bestimmung von Gebirgsspannungen mit dem  
Überbohrverfahren – Teil 1: Triaxialmesssonden 157**

*Johannes R. Kiehl und Stefan Heusermann*

- 1 Anwendungsbereich und Zweck 157
- 2 Begriffe 157
- 2.1 Gebirgsspannungszustand 157
- 2.2 Triaxialmesssonde 158
- 3 Versuchsprinzip 158

XVI | *Inhaltsverzeichnis*

4	Messgeräte	159
5	Versuchsdurchführung	161
5.1	Allgemeine Anforderungen, Festlegung der Testlokationen und Versuchsvorbereitung	161
5.2	Herstellen des Hauptbohrlochs	162
5.3	Herstellen des Pilotbohrlochs	162
5.4	Einbau der Triaxialmesssonde	162
5.5	Überbohren	163
5.6	Fangen, Lösen und Ziehen des Gesteinskerns	163
6	Ermittlung der Elastizitätskennwerte	163
6.1	Biaxialversuch am überbohrten Gesteinskern	163
6.2	Einaxiale Druckversuche	166
7	Ermittlung des Gebirgsspannungszustands	168
8	Dokumentation der Bohr- und Messarbeiten	171
9	Anwendungsbeispiele	171
9.1	Triaxialmesssondenversuch in isotropem Fels	171
9.2	Triaxialmesssondenversuch in anisotropem Fels	174
	Literatur	176

**Empfehlung Nr. 14: Bestimmung von Gebirgsspannungen mit dem  
Überbohrverfahren – Teil 2: Weggebersonden** 179

*Stefan Heusermann und Johannes R. Kiehl*

1	Anwendungsbereich und Zweck	179
2	Begriffe	179
2.1	Gebirgsspannungszustand	179
2.2	Weggebersonde	180
3	Versuchsprinzip	180
4	Messgeräte	181
5	Versuchsdurchführung	184
5.1	Allgemeine Anforderungen, Festlegung der Testlokationen und Versuchsvorbereitung	184
5.2	Herstellen des Hauptbohrlochs	185
5.3	Herstellen des Pilotbohrlochs	185
5.4	Einbau der Weggebersonde	186
5.5	Überbohren	186
5.6	Ziehen der Sonde	187
5.7	Fangen, Lösen und Ziehen des Gesteinskerns	187
6	Ermittlung der Elastizitätskennwerte	187
6.1	Biaxialversuch am überbohrten Gesteinskern	187
6.2	Einaxiale Druckversuche	190
7	Ermittlung des Gebirgsspannungszustands	191
7.1	Isotropes Spannungs-Dehnungs-Verhalten des Gebirges	191
7.2	Transversal isotropes Spannungs-Dehnungs-Verhalten des Gebirges	193
8	Dokumentation der Bohr- und Messarbeiten	195
9	Anwendungsbeispiele	196

- 9.1 Überbohrversuch in isotropem Fels 196
- 9.2 Überbohrversuch in anisotropem Fels 198
- Literatur 199

**Empfehlung Nr. 15: Verschiebungsmessungen längs der Bohrlochachse –  
Extensometermessungen 201**

*Axel Paul und Erwin Gartung*

- 1 Zweck und Anwendungsgebiet 201
- 2 Begriffe und Messprinzip 201
- 2.1 Allgemeines 201
- 2.2 Stangen- und Drahtextensometer 203
- 2.3 Sondenextensometer 204
- 3 Messgeräte 205
- 3.1 Allgemeines 205
- 3.2 Stangen- und Drahtextensometer 205
- 3.3 Sondenextensometer 208
- 3.4 Genauigkeitsanforderungen 211
- 4 Extensometerbohrungen und -einbau 212
- 4.1 Allgemeines 212
- 4.2 Herstellen des Bohrlochs 212
- 4.3 Einbau der Extensometer 213
- 4.4 Extensometerschächte 213
- 5 Durchführung der Messungen 214
- 6 Auswertung und Darstellung der Ergebnisse 215
- 7 Dokumentation 215
- 8 Anwendungsbeispiele 216
- 8.1 Stangenextensometer 216
- 8.2 Sondenextensometer 218

**Empfehlung Nr. 16: Ein- und dreiaxiale Kriechversuche  
an Gesteinsproben 221**

*Udo Hunsche*

- 1 Zweck 221
- 2 Begriffe 221
- 3 Prüfeinrichtung 223
- 3.1 Einaxiale Versuche 223
- 3.2 Dreiaxiale Versuche 223
- 3.3 Krafteinleitung 223
- 4 Prüfkörper 224
- 4.1 Prüfkörperabmessungen 224
- 4.2 Bearbeitung der Proben 224
- 4.3 Wassergehalt der Prüfkörper 224
- 5 Versuchsdurchführung 225
- 5.1 Bestimmung der Abmessungen der Prüfkörper 225
- 5.2 Ablauf des Versuchs 225

**XVIII** | *Inhaltsverzeichnis*

- 5.3 Berechnung der Axialspannung 225
- 5.4 Kraft-, Temperatur- und Längenänderungsmessung 226
- 6 Versuchsauswertung und Darstellung der Ergebnisse 226
- 7 Anwendungsbeispiele 229
  - 7.1 Beispiel 1 229
  - 7.2 Beispiel 2 230
- Literatur 232
  
- Empfehlung Nr. 17: Einaxiale Relaxationsversuche an Gesteinsproben 233**  
*Manfred Haupt und Thomas Mutschler*
  - 1 Zweck 233
  - 2 Begriffe 233
  - 3 Prüfeinrichtung 234
  - 4 Prüfkörper 235
    - 4.1 Prüfkörperabmessungen 235
    - 4.2 Bearbeitung der Prüfkörper 235
    - 4.3 Wassergehalt der Prüfkörper 235
  - 5 Versuchsdurchführung 236
    - 5.1 Bestimmung der Abmessungen der Prüfkörper 236
    - 5.2 Ablauf des Versuchs 236
    - 5.3 Kraft- und Längenänderungsmessung 236
  - 6 Versuchsauswertung und Darstellung der Ergebnisse 236
  - 7 Anwendungsbeispiel 237
  
- Empfehlung Nr. 18: Konvergenz- und Lagemessungen 241**  
*Gerhard Reik und Ulrich Völter*
  - Teil I: Messung von Abstandsänderungen mit Konvergenzmessgeräten 241
    - 1 Allgemeines 241
    - 2 Messgeräte 241
    - 3 Einbau der Konvergenzbolzen und Durchführung der Messungen 245
    - 4 Auswertung und Darstellung der Ergebnisse, Qualitätskontrolle 247
    - 5 Dokumentation 248
    - 6 Anwendungsbeispiele von Konvergenzmessungen 248
  - Teil II: Geodätische Lagemessungen 252
    - 1 Allgemeines 252
    - 2 Messgeräte 252
    - 3 Durchführung der Messung 253
  
- Empfehlung Nr. 19: Messung der Spannungsänderung im Fels und an Felsbauwerken mit Druckkissen 259**  
*Axel Paul und Fritz Walter*
  - 1 Zweck und Anwendungsbereich 259
  - 2 Grundlagen und Begriffe 259
  - 3 Messprinzip 261

3.1	Allgemeines	261
3.2	Spannungsgeber nach dem Deformationsmessprinzip	262
3.3	Spannungsgeber nach dem Kompensationsmessprinzip	262
3.4	Steifigkeit der Spannungsgeber	264
4	Druckkissen	265
5	Messgenauigkeit	267
6	Einbau der Spannungsgeber	267
6.1	Gebirgsspannungsgeber	267
6.2	Kontaktspannungsgeber	268
6.3	Betonspannungsgeber	268
6.4	Herstellung von Spannungsmessquerschnitten	270
7	Durchführung der Messungen	270
8	Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	272
9	Dokumentation	272
10	Anwendungsbeispiel	273
10.1	Einbauprotokoll	273
10.2	Ergebnisse: Station 409	273
	Weiterführende Literatur	276

**Empfehlung Nr. 20: Zerfallsbeständigkeit von Gestein –  
Siebtrommelversuch** 277

*Peter Herzel*

1	Zweck	277
2	Begriffe	277
2.1	Verwitterung	277
2.2	Zerfallsbeständigkeit	278
3	Prüfeinrichtung	278
4	Proben	279
4.1	Prüfbare Gesteine	279
4.2	Probenvorbereitung	279
5	Versuchsdurchführung	280
6	Versuchsauswertung, Darstellung und Bewertung der Ergebnisse	281
6.1	Auswertung	281
6.2	Darstellung und Bewertung der Ergebnisse	281
7	Anwendungsbeispiel	282
	Literatur	284

**Empfehlung Nr. 21: Verschiebungsmessungen quer zur Bohrlochachse –  
Inklinometer- und Deflektometermessungen** 285

*Helmut Bock und Axel Paul*

1	Zweck und Anwendungsgebiet	285
2	Grundlagen, Begriffe und Messprinzip	286
2.1	Mechanische Grundlagen und Bezugssystem	286
2.2	Begriffe	287
2.3	Messprinzip	289

XX | Inhaltsverzeichnis

3	Messgeräte	292
3.1	Allgemeines	292
3.2	Stationäre Messgeräte	292
3.3	Mobile Messgeräte	294
3.4	Genauigkeitsanforderungen und Kalibrierung	297
4	Bohrungen für den Einbau der Messketten bzw. der Messverrohrung	298
4.1	Allgemeines	298
4.2	Herstellen des Bohrlochs	298
4.3	Einbau der stationären Messgeräte	298
4.4	Wahl und Einbau der Messverrohrung für mobile Sonden	299
5	Durchführung der Messungen	301
6	Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	302
7	Dokumentation	304
8	Anwendungsbeispiele	304
8.1	Verlaufsmessung einer Vertikalbohrung: Vertikalitätsprüfung einer Schwimmotbohrung bei einer Talsperre	304
8.2	Verlaufsmessung einer Schrägbohrung: Überprüfung der Richtungsgenauigkeit einer Ankerbohrung	305
8.3	Bestimmung der Horizontalverschiebungen eines Gebirges vor einer Tunnelortsbreite	306
8.4	Verschiebungsmessungen in einem Kriechhang Weiterführende Literatur	308 309
<b>Empfehlung Nr. 22: Schlitzentlastungs- und Kompensationsmethode zur Messung der Druckspannungen im Randbereich geotechnischer Bauwerke</b>		
<i>Bernhard Fröhlich<sup>†</sup> und Michael Schlebusch</i>		
1	Zweck	311
2	Kurzbeschreibung des Verfahrens	311
3	Grundlagen und Begriffe	311
3.1	Messprinzip	311
3.2	Begriffe	312
4	Versuchseinrichtung	312
4.1	Druckkissen und Pumpe	312
4.2	Verschiebungsmesseinrichtung	313
5	Versuchsdurchführung	314
5.1	Anforderungen an den Messort	314
5.2	Vorbereitung des Messorts	315
5.3	Nullmessung	315
5.4	Herstellung des Sägeschlitzes	316
5.5	Temperaturmessungen	317
5.6	Phasen der Messung	317
6	Versuchsauswertung und Darstellung der Ergebnisse	319
6.1	Versuchsauswertung	319

- 6.2 Darstellung der Ergebnisse 322
- 7 Ergänzende Hinweise 323
- 7.1 Erweiterte Versuchsdurchführung zur Abschätzung der Festigkeit 323
- 7.2 Dauermesseinrichtung zur Messung von Spannungen und deren Änderungen 323
- 8 Anwendungsbeispiel 323
- 8.1 Auswertung des Anwendungsbeispiels: 325
  - Literatur 326

**Empfehlung Nr. 23: Bestimmung der Abrasivität von Gesteinen mit dem CERCHAR-Versuch 329**

*Heiko Käsling und Ralf J. Plinninger*

- 1 Zweck 329
- 2 Kurzbeschreibung des Verfahrens 329
- 3 Begriffe 330
- 4 Prüfeinrichtung 331
  - 4.1 Prüfgeräte 331
  - 4.2 Prüfstifte 331
  - 4.3 Messeinrichtung 332
- 5 Probekörper 333
  - 5.1 Bearbeitung der Probekörper 333
  - 5.2 Probekörperabmessungen 333
  - 5.3 Anzahl und Anordnung der Prüfstrecken 333
- 6 Versuchsdurchführung 334
- 7 Versuchsauswertung und Darstellung der Ergebnisse 335
- 8 Einfluss sägerauer Oberflächen 338
  - Literatur 338

**Empfehlung Nr. 24: Bestimmung der Abrasivität von Festgesteinen mit dem LCPC-Versuch 341**

*Heiko Käsling, Jan Düllmann und Ralf J. Plinninger*

- 1 Zweck 341
- 2 Kurzbeschreibung des Verfahrens 341
- 3 Begriffe 342
  - 3.1 Ausgangsprobe 342
  - 3.2 Versuchsprobe 342
  - 3.3 Abrasivitätsindex 342
  - 3.4 Brechbarkeit 342
- 4 Prüfeinrichtung 342
  - 4.1 Geräte zur Probenvorbereitung 342
  - 4.2 Versuchsgerät 343
  - 4.3 Prüfflügel 344
- 5 Zu prüfendes Material 344
  - 5.1 Probenmasse 344
  - 5.2 Probenvorbereitung 344

XXII | Inhaltsverzeichnis

6	Versuchsdurchführung	345
6.1	Montieren des Prüflügels	345
6.2	Einbau der Versuchsprobe	345
6.3	Versuchsdurchführung	345
6.4	Siebung der verwendeten Versuchsprobe	346
7	Versuchsauswertung	346
7.1	Abrasivitätsindex $A_{BR}$	346
7.2	Brechbarkeit $B_R$	346
8	Darstellung der Ergebnisse	346
9	Klassifizierung	347
10	Anwendungsbeispiel	348
	Literatur	348

**Empfehlung Nr. 25: Bestimmung der Abrasivität von Gesteinen  
mit mineralogisch-petrografischen Verfahren** 349

*Ralf J. Plinninger, Heiko Käsling und Till Popp*

1	Zweck	349
2	Kurzbeschreibung der Verfahren	349
3	Begriffe	350
3.1	Messgrößen	350
3.2	Abrasivitätsindizes	350
4	Versuchsoptionen	351
5	Prüfeinrichtungen	351
5.1	Geräte zur Herstellung von Dünnschliffen	351
5.2	Durchlichtmikroskop	353
5.3	Geräte zur Herstellung von Röntgen-Pulverpräparaten	353
5.4	Pulverröntgendiffraktometer	354
6	Herstellung der Probekörper	354
6.1	Anforderungen an das Probenmaterial	354
6.2	Dünnschliffherstellung	354
6.3	Probenherstellung für Pulverröntgendiffraktometrie	356
7	Versuchsdurchführung	356
7.1	Dünnschliffmikroskopie	356
7.2	Pulverröntgendiffraktometrie	360
8	Versuchsauswertung und Darstellung der Ergebnisse	362
9	Härtekennwerte zur Ableitung von Indexwerten	363
10	Klassifizierung von Abrasivitätsindizes	364
11	Beispiel für einen Untersuchungsbericht	366
	Literatur	370