

## Inhaltsverzeichnis

Widmung	V
Vorwort der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V.	XIII
Vorwort des DVW Arbeitskreises 4 „Ingenieurgeodäsie“	XV
Vorwort der Obfrau/des Obmanns des Arbeitskreises	XVII
Einführung	XXI
Abkürzungsverzeichnis	XXV
Verwendete Größen und ihre Formelzeichen	XXIX
Abbildungsverzeichnis	XXXI
Tabellenverzeichnis	XXXVII
<b>1</b>	<b>Geomesstechnik 1</b>
1.1	Ziele der Geomesstechnik 1
1.2	Sensibilität, Transparenz, Akzeptanz 2
1.3	Normative Regelung 3
1.4	Ganzheitliche Entwicklung und Umsetzung von Messprojekten 5
1.5	Risikomanagement 7
1.5.1	Projektübergreifendes Risikomanagement 7
1.5.2	Georisikomanagement 10
1.5.3	Aufgaben der Geomesstechnik im Rahmen des Georisikomanagements 12
	Literatur 13
<b>2</b>	<b>Zielsetzung geotechnischer Messungen 15</b>
2.1	Grundsätzliches 15
2.2	Erkundungsphase 15

2.3	Beobachtungsmethode	18
2.4	Beweissicherung	19
2.5	Qualitätssicherung für Baumaßnahmen	20
2.5.1	Qualitätssicherung im Erdbau	20
2.5.2	Qualitätssicherung im Spezialtiefbau	21
2.6	Steuerung von Bauprozessen	22
2.7	Beobachtung des Betriebszustandes von Bauwerken	25
2.8	Beobachtung des Stilllegungs- und Nachbetriebszustandes	25
2.8.1	Beobachtung des Stilllegungszustandes	26
2.8.2	Beobachtung des Nachbetriebszustandes	26
2.9	Beobachtung naturbedingter Gefährdungen und Frühwarnung	27
	Literatur	28

**3 Messgrößen 31**

3.1	Allgemeines	31
3.2	Bezugssysteme (Raumbezug)	31
3.2.1	Definition von Bezugssystemen	31
3.2.2	Amtliche Bezugssysteme	34
3.2.3	Lokale Bezugssysteme	36
3.2.4	Bezugssysteme in der Geotechnik	38
3.3	Geometrie	40
3.3.1	Verschiebungen im Raum	41
3.3.2	Konvergenzen	41
3.3.3	Neigungen	42
3.3.4	Deformationen und Verzerrungen	42
3.3.5	Schwingungen	43
3.4	Mechanik	43
3.4.1	Kräfte	44
3.4.2	Spannungen (inkl. Porenwasserdruck)	44
3.5	Geophysikalische Messgrößen	47
3.6	Umwelt	47
3.6.1	Temperatur	47
3.6.2	Luftdruck	48
3.6.3	Weitere Einflussgrößen	48
3.7	Volumenströme	49
	Literatur	49

**4 Messsysteme und -verfahren 51**

4.1	Begriffe und Methoden	51
4.2	Messprinzipien	53
4.2.1	Geometrie	54
4.2.2	Kinematik	65
4.2.3	Mechanik	66
4.2.4	Temperatur	72
4.3	Messsysteme	74

- 4.3.1 Geometrie 74
- 4.3.2 Mechanik 107
- 4.3.3 Grundwasserstand und Porenwasserdruck 123
- 4.3.4 Meteorologie 131
- 4.3.5 Temperaturen und Temperaturverteilung 131
- 4.3.6 Volumenströme 134
- 4.3.7 Geophysik 137
- 4.4 Kalibrierung von Messsystemen 143
  - 4.4.1 Definition der Kalibrierung 143
  - 4.4.2 Werkskalibrierung 144
  - 4.4.3 Kalibrierkonzepte 145
  - 4.4.4 Vorgehensweise bei der Kalibrierung 146
  - 4.4.5 Bewertung der Kalibrierergebnisse 147
- 4.5 Langzeitstabilität von Messsystemen 148
  - 4.5.1 Vorbemerkungen 148
  - 4.5.2 Empfehlungen zur Gewährleistung einer langjährigen Betriebsdauer und Stabilität von Messsystemen 149
  - 4.5.3 Überprüfung der Messsysteme 150
  - 4.5.4 Wartung 152
- 4.6 Qualitätsbewertungen der Messungen 153
  - 4.6.1 Motivation und Herangehensweise 153
  - 4.6.2 Grundzüge der statistischen Qualitätsbewertung 154
  - 4.6.3 Messunsicherheitsbewertung nach GUM 168
  - 4.6.4 Weitere Methoden zur Bestimmung der Messunsicherheit 177
  - 4.6.5 Toleranz und Messgenauigkeit 178
- Literatur 183
- 5 Grundsätze bei der Erstellung von Messprogrammen 195**
  - 5.1 Bestandteile des Messprogramms 195
  - 5.2 Definition der allgemeinen Projektbedingungen und Messziele 196
  - 5.3 Herausarbeiten der geotechnisch relevanten Fragestellungen 197
  - 5.4 Messgrößen 198
    - 5.4.1 Definition der zu erfassenden Messgrößen 198
    - 5.4.2 Anforderungen an Messbereich und Messunsicherheit 198
    - 5.4.3 Anforderungen an die räumliche Auflösung der Information 199
  - 5.5 Messkonzept 199
    - 5.5.1 Messtechnische Instrumentierung 199
    - 5.5.2 Räumliche Verteilung der Messpunkte 200
    - 5.5.3 Zeitplan der Messungen 201
  - 5.6 Auswertekonzept 202
    - 5.6.1 Auswertung der Messdaten, Reaktionszeit 202
    - 5.6.2 Archivierung 202
  - 5.7 Erwartungsgemäßes Verhalten und Reaktionsstufen 203
    - 5.7.1 Erwartungsgemäßes Verhalten 203
    - 5.7.2 Schwellen-, Eingreif- und Alarmwerte 204

5.7.3 Ermittlung von Schwellen-, Eingreif- und Alarmwerten 206  
Literatur 207

**6 Entwurf von Messprogrammen 209**

6.1 Auffüllungen und Schüttungen 209  
6.1.1 Ziel des Messprogramms 209  
6.1.2 Aufgabenstellung 209  
6.1.3 Messungen 210  
6.1.4 Auswertung und Interpretation der Ergebnisse 213  
6.1.5 Hinweise zur Verarbeitung der Messdaten 214  
6.1.6 Fallbeispiel 214  
6.2 Baugruben 217  
6.2.1 Ziel des Messprogramms 218  
6.2.2 Aufgabenstellung 218  
6.2.3 Messungen 219  
6.2.4 Auswertung und Interpretation der Ergebnisse 221  
6.2.5 Hinweise zur Verarbeitung der Messdaten 221  
6.2.6 Fallbeispiel 221  
6.3 Gründungen und Baugrundverbesserungen 224  
6.3.1 Ziel des Messprogramms 224  
6.3.2 Aufgabenstellung 226  
6.3.3 Messungen 226  
6.3.4 Auswertung und Interpretation der Ergebnisse 230  
6.3.5 Hinweise zur Verarbeitung der Messdaten 230  
6.3.6 Fallbeispiel 1 230  
6.3.7 Fallbeispiel 2 232  
6.4 Hänge und Böschungen 237  
6.4.1 Ziel des Messprogramms 237  
6.4.2 Aufgabenstellung 238  
6.4.3 Messungen 239  
6.4.4 Auswertung und Interpretation der Ergebnisse 244  
6.4.5 Hinweise zur Verarbeitung der Messdaten 245  
6.4.6 Fallbeispiel: Einschnittsböschung 245  
6.4.7 Fallbeispiel: Rutschhang (Hangrutschung) 248  
6.5 Talsperren, Dämme und Deiche 251  
6.5.1 Ziel des Messprogramms 251  
6.5.2 Aufgaben- bzw. Problemstellung 252  
6.5.3 Messungen 254  
6.5.4 Auswertung und Interpretation der Ergebnisse 260  
6.5.5 Hinweise zur Verarbeitung der Messdaten 260  
6.5.6 Fallbeispiel 261  
6.6 Tunnel 263  
6.6.1 Ziel des Messprogramms 263  
6.6.2 Untertägige Messungen 264  
6.6.3 Zu erfassende obertägige Messdaten 269

- 6.6.4 Auswertung und Interpretation der Ergebnisse 271
- 6.6.5 Hinweise zur Verarbeitung der Messdaten 272
- 6.7 Untertägiger Hohlraumbau 272
  - 6.7.1 Ziel 272
  - 6.7.2 Aufgaben- bzw. Problemstellung 273
  - 6.7.3 Messungen 274
  - 6.7.4 Fallbeispiel 281
- 6.8 Kaimauern und Kajen 284
  - 6.8.1 Ziel des Messprogramms 284
  - 6.8.2 Aufgaben- bzw. Problemstellung 284
  - 6.8.3 Messungen 286
  - 6.8.4 Auswertung und Interpretation der Ergebnisse 289
  - 6.8.5 Fallbeispiel 289
- 6.9 Offshorebauwerke 291
  - 6.9.1 Ziel des Messprogramms 291
  - 6.9.2 Aufgabenstellung 292
  - 6.9.3 Messungen 293
  - 6.9.4 Auswertung und Interpretation der Ergebnisse 296
  - 6.9.5 Hinweise zur Verarbeitung der Messdaten 296
  - 6.9.6 Fallbeispiel 296
- Literatur 299
  
- 7 Datenmanagement 305**
  - 7.1 Gliederung in verschiedene Funktionsebenen 305
    - 7.1.1 Sensorebene 305
    - 7.1.2 Datenerfassungsebene 306
    - 7.1.3 Auswerteebene 307
  - 7.2 Datenerfassung 308
    - 7.2.1 Messprotokoll, Handmessgeräte 308
    - 7.2.2 Mobile Messgeräte mit Speicherfunktion 308
    - 7.2.3 Stationäre Logger und Messanlagen, Mess-PCs 308
    - 7.2.4 Messtechnischer Bericht und Darstellung der Messdaten 310
  - 7.3 Datenübertragung 310
    - 7.3.1 Messwertübertragung von der Sensorebene zur Datenerfassungsebene 310
    - 7.3.2 Datenübertragung zwischen Datenerfassungs- und Auswerteebene 313
  - 7.4 Datensicherung und -archivierung 315
    - 7.4.1 Datensicherung 315
    - 7.4.2 Datenarchivierung 316
  - Literatur 316
  
- 8 Datenauswertung: Datenaufbereitung, Datenanalyse und Visualisierung 317**
  - 8.1 Datenaufbereitung 318
    - 8.1.1 Datensichtung (Plausibilitätsprüfung) 318

8.1.2	Bereinigung	319
8.2	Auswertung von kontinuierlichen Messungen	320
8.2.1	Einführung und Aufgabenstellung	320
8.2.2	Charakterisierung einer Zeitreihe	321
8.2.3	Parameter einer Zeitreihe	324
8.2.4	Voranalyse von Zeitreihen	325
8.2.5	Betrachtung mehrerer Zeitreihen	328
8.2.6	Suche nach Periodizitäten	331
8.3	Visualisierung	334
8.3.1	Grundsätze	334
8.3.2	Darstellung von Zeitreihen	335
8.3.3	Isolinien- und Tensordarstellungen	336
	Literatur	338
<b>9</b>	<b>Qualitätssicherung und vertragliche Rahmenbedingungen</b>	<b>341</b>
9.1	Planung messtechnischer Leistungen	341
9.2	Ausschreibung und Vergabe von Ausrüstungs-, Mess- und Auswerteleistungen	342
	Literatur	345
	<b>Anhang A Kurzbiografien der derzeitigen Mitglieder des Arbeitskreises</b>	<b>347</b>
	Literatur	353
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>371</b>