

## Inhaltsverzeichnis

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

**VIII** | *Inhaltsverzeichnis*

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
<b>3</b>	<b>Messgrößen</b>	<b>31</b>
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
<b>4</b>	<b>Messsysteme und -verfahren</b>	<b>51</b>
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
<b>5</b>	<b>Grundsätze bei der Erstellung von Messprogrammen</b>	<b>195</b>
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

x | *Inhaltsverzeichnis*

5.7.3	Ermittlung von Schwellen-, Eingreif- und Alarmwerten	206
	Literatur	207
<b>6</b>	<b>Entwurf von Messprogrammen</b>	<b>209</b>
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: Einschnittböschung	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
<b>7</b>	<b>Datenmanagement</b>	<b>305</b>
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
<b>8</b>	<b>Datenauswertung: Datenaufbereitung, Datenanalyse und Visualisierung</b>	<b>317</b>
8.1	Datenaufbereitung	318
8.1.1	Datensichtung (Plausibilitätsprüfung)	318

**XII** | *Inhaltsverzeichnis*

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>