

DWA- Regelwerk

Merkblatt DWA-M 514

Bauwerksüberwachung an Talsperren

Juli 2011

Gemeinsames Merkblatt
der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT),
des Deutschen TalsperrenKomitees (DTK),
der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)



Herausgeber und Vertrieb:
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100

Inhalt

Vorwort	3
Verfasser	4
Inhalt	5
Bilderverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	9
Benutzerhinweis	10
Einleitung	10
1 Anwendungsbereich	10
2 Grundsätze der visuellen und messtechnischen Überwachung von Talsperren	11
2.1 Begriffe	11
2.2 Allgemeine Anforderungen an die Bauwerksüberwachung	14
2.3 Anforderungen an die Messverfahren und Messsysteme	14
2.4 Anforderungen an das Messpersonal und Grundsätze zur Durchführung von Messungen	16
2.4.1 Messpersonal	16
2.4.2 Mess- und Kontrollprogramm	16
2.4.3 Durchführung der Messungen	17
2.4.4 Sondermessungen	18
2.5 Einsatz von Sensoren, Automatisierung von Messverfahren und Datenfernübertragung	18
2.5.1 Automatisierung von Messverfahren	18
2.5.2 Sensoren und deren Messsignale	18
2.5.3 Zwischenspeicherung der Messwerte	19
2.5.4 Datenfernübertragung und Prozessleitsysteme	19
2.5.5 Varianten und Beispiele	19
2.6 Grundsätze zur Messwerterfassung, Messwertaufbereitung, Messwertarchivierung	20
2.7 Bautechnische Bewertung	21
2.7.1 Allgemeines zur bautechnischen Bewertung	21
2.7.2 Abfolge der Messwertanalyse	22
2.7.3 Statistische Verfahren	23
2.7.4 Wirklichkeitsnahes Rechenmodell	24
2.7.4.1 Vorbemerkung	24
2.7.4.2 Erstellung eines wirklichkeitsnahen Rechenmodells, Kalibrierung	24
2.7.5 Vergleichende Betrachtungen	26
3 Wirkgrößen (Einwirkungen) und zugehörige Messverfahren sowie Messsysteme	26
3.1 Stauhöhe (hydrostatischer Wasserdruck)	26
3.2 Temperatur	27
3.2.1 Lufttemperatur	27
3.2.2 Wassertemperatur	27
3.3 Niederschlag	27
3.3.1 Regen	27
3.3.2 Schnee	28
3.4 Erdbeben und Erschütterungen	28

3.5	Chemische Wirkungen des Sickerwassers.....	29
3.6	Sonstige Wirkgrößen.....	29
3.6.1	Eis.....	29
3.6.2	Biologische Zerstörung.....	29
3.6.2.1	Wühltiere.....	29
3.6.2.2	Pflanzendruck, Pflanzenwuchs.....	29
3.6.2.3	Eigengewicht.....	30
3.6.3	Weitere Wirkgrößen.....	30
4	Visuelle Kontrolle.....	30
4.1	Grundlegendes.....	30
4.2	Umfang.....	30
4.3	Häufigkeit.....	33
4.4	Erdbeben.....	33
5	Messgrößen (Bauwerksreaktion) sowie zugehörige Messverfahren und Messsysteme.....	33
5.1	Deformationsmessungen (Verschiebungen und Verformungen).....	33
5.1.1	Horizontalverschiebungen (Lagemessung in der Ebene).....	33
5.1.1.1	Absolute bzw. quasiabsolute Horizontalverschiebungen.....	33
5.1.1.1.1	Lagefestpunktfelder.....	33
5.1.1.1.2	Geodätische Lagebestimmung von Objektpunkten.....	34
5.1.1.1.3	Geometrisches und trigonometrisches Alinement.....	34
5.1.1.1.4	Drahtalignement.....	34
5.1.1.1.5	Permanente Lagemessung mittels satellitengestützter Verfahren.....	34
5.1.1.1.6	Lagemessung mittels mobiler satellitengestützter Verfahren.....	35
5.1.1.1.7	Schwimmlotmessung.....	35
5.1.1.1.8	Inklinometermessung.....	35
5.1.1.2	Relative Horizontalverschiebungen.....	36
5.1.1.2.1	Pendellotmessung in Staumauern.....	36
5.1.1.2.2	Invarbandmessung, Invardrahtmessung.....	36
5.1.1.2.3	Elektromagnetische Streckenmessung.....	36
5.1.2	Vertikalverschiebungen (Höhen- und Setzungsmessungen).....	36
5.1.2.1	Allgemeines.....	36
5.1.2.2	Geometrisches Nivellement.....	37
5.1.2.3	Trigonometrisches Nivellement.....	37
5.1.2.4	Hydrostatisches Nivellement mit Präzisionsschlauchwaage.....	37
5.1.2.5	Hydrostatisches Nivellement mit Überlaufschlauchwaage.....	37
5.1.2.6	Elektromagnetische Setzungsmessung.....	38
5.1.3	Neigungen.....	38
5.1.3.1	Neigungsmessung.....	38
5.1.4	Relativbewegungen und Höhenübertragung.....	38
5.1.4.1	Fugenspaltmessung.....	38
5.1.4.2	Einfach- und Mehrfach-Extensometermessung.....	38
5.1.4.3	Bohrlochmikrometermessung.....	39
5.1.4.4	Invarstab-/Invarbandmessung.....	39
5.2	Spannungsmessung.....	39
5.2.1	Erddruckmessung.....	39
5.2.1.1	Erddruckmessung in Erdschüttungen.....	39
5.2.1.2	Erddruckmessung in Steinschüttungen.....	39

5.2.2	Spannungsmessung in Beton und Festgestein	40
5.2.3	Ankerkraftmessungen	40
5.3	Beobachtung der Durchsickerung (Hydrometrische Messungen)	40
5.3.1	Sickerwassermessung	40
5.3.1.1	Sickerwasserabflussmessung	40
5.3.1.2	Trübung des Sickerwassers	41
5.3.2	Sohlenwasserdruck, Porenwasserdruck und Potenzialabbau	41
5.3.2.1	Allgemeines	41
5.3.2.2	Sohlenwasserdruck, Porenwasserdruck und Potenzialabbau bei Staumauern	41
5.3.2.2.1	Porenwasserdruck im Mauerkörper	41
5.3.2.2.2	Sohlenwasserdruck und Potenzialabbau im Gründungsbereich	41
5.3.2.2.3	Porenwasserdruck und Potenzialabbau im Untergrund	42
5.3.2.2.4	Luftseitiger Grund- und Kluftwasserstand	42
5.3.2.3	Sohlenwasserdruck, Porenwasserdruck und Potenzialabbau an Staudämmen	42
5.3.2.3.1	Potenzialabbau im Damm	42
5.3.2.3.2	Sohlenwasserdruck und Potenzialabbau im Gründungsbereich	43
5.3.2.3.3	Porenwasserdruck und Potenzialabbau im Untergrund	43
5.3.2.3.4	Luftseitiger Grund- und Kluftwasserstand	44
5.3.3	Quellschüttung, Quellkartierung	44
5.3.4	Leckageortung durch Temperaturmessung	44
5.4	Bauwerkstemperatur	45
5.5	Sonstige Messungen und Kontrollen	45
6	Empfehlungen für die Ausstattung und Messhäufigkeit bei Staudämmen	46
6.1	Grundsätzliches	46
6.2	Allgemeine Messsysteme	46
6.3	Deformationsmessung	47
6.3.1	Staudämme bis 15 m Höhe	47
6.3.2	Staudämme über 15 m Höhe	48
6.4	Beobachtung der Durchsickerung	49
6.4.1	Homogene Staudämme bis 15 m Höhe auf undurchlässigem Untergrund	49
6.4.2	Homogene Staudämme bis 15 m Höhe mit durchlässiger Schicht im Untergrund	50
6.4.3	Staudämme bis 15 m Höhe mit Innendichtung aus Erdstoffen	51
6.4.4	Staudämme über 15 m Höhe mit Innendichtung aus Erdstoffen ohne Kontrollgang	52
6.4.5	Staudämme über 15 m Höhe mit Innendichtung aus Erdstoffen mit Kontrollgang	53
6.4.6	Staudämme bis 15 m Höhe mit künstlicher Innendichtung ohne Kontrollgang	54
6.4.7	Staudämme über 15 m Höhe mit künstlicher Innendichtung und Kontrollgang	55
6.4.8	Staudämme bis 15 m Höhe mit Oberflächendichtung ohne Kontrollgang	56
6.4.9	Staudämme über 15 m Höhe mit Oberflächendichtung und Kontrollgang	57
7	Empfehlungen für die Ausstattung und Messhäufigkeit bei Staumauern	58
7.1	Grundsätzliches	58
7.2	Allgemeine Messsysteme	59
7.3	Deformations- und Temperaturmessung	60
7.3.1	Betonstaumauern	60
7.3.2	Bruchsteinstaumauern	62
7.4	Beobachtung der Durchsickerung	64
7.4.1	Betonstaumauern ohne Kontrollgang	64
7.4.2	Betonstaumauern mit Kontrollgang	65

7.4.3	Bruchsteinstaumauern mit Kontrollgang.....	66
7.4.4	Bruchsteinstaumauern mit Außendichtung ohne Kontrollgang.....	67
7.4.5	Bruchsteinstaumauern mit Außendichtung und Kontrollgang.....	68
8	Überwachung von Massivbauwerken und sonstigen Objekten an Talsperren.....	69
8.1	Vorbemerkungen.....	69
8.2	Entnahme- und Entlastungstürme.....	69
8.2.1	Ermittlung von Neigung und Biegelinie.....	69
8.2.2	Ermittlung der Bewegung des Turmkopfes.....	69
8.2.3	Ermittlung von Auftriebskräften.....	69
8.2.4	Vertikalverschiebung.....	69
8.2.5	Fugenspaltmessung.....	70
8.2.5.1	Übergangsbauwerke, Freibauteile.....	70
8.2.5.2	Brücken.....	70
8.2.6	Betondehnung, Betonspannung, Betontemperatur.....	70
8.3	Kontrollgänge in Staudämmen.....	70
8.3.1	Vorbemerkung.....	70
8.3.2	Potenzialabbau im Kontaktbereich Untergründdichtung/Herdmauer.....	70
8.3.3	Vertikalverschiebungen.....	70
8.3.4	Fugenspaltmessung.....	70
8.3.5	Sickerwasserabfluss.....	71
8.4	Komplexbauwerke und Zugangsbauwerke in Staudämmen.....	71
8.4.1	Vorbemerkung.....	71
8.4.2	Vertikalverschiebungen.....	71
8.4.3	Sohlenwasserdruck.....	71
8.5	Frei stehende (nicht ausgebaute) Stollen, Tunnel und Kavernen.....	71
8.5.1	Vorbemerkung.....	71
8.5.2	Konvergenzmessung.....	71
8.5.3	Sickerwasserabfluss.....	72
8.6	Talzuschiebe, Hangrutschungen, Kriechhänge, Blockströme.....	72
9	Hinweise zur Anwendung des Merkblattes auf Hochwasserrückhaltebecken, Staustufen, Pumpspeicherbecken und Sedimentationsbecken.....	72
9.1	Allgemeines.....	72
9.2	Hochwasserrückhaltebecken.....	72
9.3	Staustufen.....	73
9.4	Pumpspeicherbecken.....	73
9.5	Sedimentationsbecken.....	73
	Technische Regeln.....	73
	Literatur.....	74