

# DWA-Regelwerk

## **Merkblatt DWA-M 514-1**

**Bauwerksüberwachung an Talsperren – Teil 1: Grundsätze**

Mai 2024

VORSCHAU



Deutsche Gesellschaft  
für Geotechnik e. V.  
German Geotechnical Society



Deutsches  
Talsperren  
Komitee e. V.  
German COLD

VORSCHAU

# DWA-Regelwerk

## **Merkblatt DWA-M 514-1**

Bauwerksüberwachung an Talsperren – Teil 1: Grundsätze

Mai 2024

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

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Gesetzgebung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

### Impressum

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,  
Abwasser und Abfall e. V. (DWA)  
Theodor-Heuss-Allee 17  
53773 Hennef, Deutschland  
Tel.: +49 2242 872-333  
Fax: +49 2242 872-100  
E-Mail: [info@dwa.de](mailto:info@dwa.de)  
Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2024

**Satz:**

Christiane Krieg, DWA

**Druck:**

druckhaus köthen GmbH & Co KG

**ISBN:**

978-3-96862-595-9 (Print)

978-3-96862-596-6 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Merkblatts darf vorbehaltlich der gesetzlich erlaubten Nutzungen ohne schriftliche Genehmigung der Herausgeberin in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Bilder und Tabellen, die keine Quellenangaben aufweisen, sind im Rahmen der Merkblätterstellung als Gemeinschaftsergebnis des DWA-Fachgremiums zustande gekommen. Die Nutzungsrechte obliegen der DWA.

## Vorwort

### zur überarbeiteten und aktualisierten Fassung

Im Juli 2011 wurde das DWA-Merkblatt 514 „Bauwerksüberwachung an Talsperren“ veröffentlicht. Dieses Merkblatt fand in der Fachöffentlichkeit eine unerwartet breite Zustimmung und Verbreitung, die in dieser Form nicht erwartet worden waren. Dies ermutigte den DWA-Fachausschuss WW-4 „Talsperren und Flusssperren“ (heute „Stauanlagen und Hochwasserschutzanlagen“) ebenso wie die DWA-Arbeitsgruppe WW-4.2 „Bauwerksüberwachung von Talsperren“ der Thematik „Bauwerksüberwachung an Talsperren“ eine Merkbblattreihe mit folgender Struktur zu widmen:

- DWA-M 514-1: Bauwerksüberwachung an Talsperren – Teil 1: Grundsätze
- DWA-M 514-2: Bauwerksüberwachung an Talsperren – Teil 2: Messverfahren und -systeme zur Beobachtung von Wirkgrößen, Automatisierung und Datenverarbeitung, visuelle Kontrolle
- DWA-M 514-3: Bauwerksüberwachung an Talsperren – Teil 3: Messverfahren und -systeme zur Beobachtung von Bauwerksreaktionen und Deformationsmessungen
- DWA-M 514-4: Bauwerksüberwachung an Talsperren – Teil 4: Messverfahren und -systeme zur Beobachtung von Bauwerksreaktionen für hydrometrische und sonstige Messungen

Das Merkblatt DWA-M 514 „Bauwerksüberwachung an Talsperren“ vom Juli 2011 wurde in aktualisierter und überarbeiteter Form in das Merkblatt DWA-M 514-1 mit dem Titel „Bauwerksüberwachung an Talsperren – Teil 1: Grundsätze“ überführt. Wegen der umfangreich überschaubaren Änderungen und Ergänzungen ist das Merkblatt DWA-M 514 in seiner grundsätzlichen Form erhalten geblieben.

Die Merkblätter DWA-M 514-2 bis DWA-M 514-4 widmen sich den Messverfahren und -systemen der Bauwerksüberwachung an Talsperren, wobei grundsätzlich zwischen den Wirkgrößen (Einwirkungen) und den Messgrößen (Bauwerksreaktionen) unterschieden wird. Ergänzend dazu sind Empfehlungen zur Automatisierung und Datenverarbeitung sowie zu visuellen Kontrollen enthalten.

Die Vielzahl an Messverfahren und -systemen machte eine Beschränkung auf übliche Messverfahren und -systeme notwendig. Als inhaltlichen Schwerpunkt verfolgte die DWA-Arbeitsgruppe WW-4.2 das Ziel, die Empfehlungen zur Bauwerksüberwachung sehr praxisnah zu beschreiben.

Die Merkbblattreihe DWA-M 514 „Bauwerksüberwachung an Talsperren“ richtet sich in erster Linie an Eigentümer und Betreiber von Stauanlagen, an Behörden der Stauanlagenüberwachung und auf dem Gebiet der Stauanlagen tätige Ingenieurbüros.

Die DWA-Arbeitsgruppe WW-4.2 bedankt sich bei allen Fachleuten und insbesondere den Mitgliedern des DWA-Fachausschusses WW-4, die mit ihren Hinweisen und Anregungen zur Überarbeitung des Merkbblatts DWA-M 514 respektive der Überführung in das Merkblatt DWA-M 514-1 beigetragen haben.

Luisenthal, im April 2024

Jochen Mehl

#### Änderungen

Gegenüber dem Merkblatt DWA-M 514 (07/2011) wurden im Merkblatt DWA-M 514-1 folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Änderung der Merkbblattnummer und des Merkbblatttitels;
- b) Überführung des Merkbblatts in eine Merkbblattreihe DWA-M 514 „Bauwerksüberwachung an Talsperren“;
- c) Redaktionelle Überarbeitung des Texts;
- d) Ergänzung des Abschnitts 7.3.5 „Ermittlung von Sickergeschwindigkeiten“.

In diesem Merkblatt werden, soweit wie möglich, geschlechtsneutrale Bezeichnungen für personenbezogene Berufs- und Funktionsbezeichnungen verwendet. Sofern dies nicht möglich ist, wird die

weibliche und die männliche Form verwendet. Ist dies aus Gründen der Verständlichkeit nicht möglich, wird nur eine von beiden Formen verwendet. Alle Informationen beziehen sich aber in gleicher Weise auf alle Geschlechter.

### Frühere Ausgaben

DWA-M 514 (Juli 2011)

### DWA-Klimakennung

Im Rahmen der DWA-Klimastrategie werden Arbeits- und Merkblätter mit einer Klimakennung ausgezeichnet. Über diese Klimakennung können Anwendende des DWA-Regelwerks schnell und einfach erkennen. In welcher Intensität sich eine technische Regel mit dem Thema Klimaanpassung und Klimaschutz auseinandersetzt. Das vorliegende Merkblatt wurde wie folgt eingestuft:

**KA0** = Das Merkblatt hat keinen Bezug zur Klimaanpassung

**KS0** = Das Merkblatt hat keinen Bezug zu Klimaschutzparametern

Einzelheiten zur Ableitung der Bewertungskriterien sind im „Leitfaden zur Einführung der Klimakennung im DWA-Regelwerk“ erläutert, der online unter [www.dwa.info/klimakennung](http://www.dwa.info/klimakennung) verfügbar ist.

## Vorwort zur ersten Auflage Juli 2011

Talsperren werden von der Öffentlichkeit als technische Bauwerke im naturnahen Raum wahrgenommen. Häufig sieht man sie als Erholungs- und Freizeiteinrichtungen, ihre technische Bestimmung tritt dann in den Hintergrund. Dass Talsperren große Energien speichern und daher von ihnen potenzielle Gefahren ausgehen, ist im Bewusstsein der Öffentlichkeit meist nicht präsent. Staumauern und Staudämme gelten als sicher.

Ein wesentlicher Aspekt der Sicherheit von Talsperren ist die Bauwerksüberwachung. Individuell angepasste Mess- und Kontrollsysteme dienen der Überwachung der Absperrbauwerke. Zusammen mit regelmäßigen visuellen Kontrollen geben sie dem Betreiber einer Talsperre ein umfassendes Bild der konstruktiven und betrieblichen Sicherheit seiner Talsperre. Schwerpunkte und Intensität der Überwachung sind dabei an der Zweckbestimmung der Anlage und ihren konstruktiven Besonderheiten ausgerichtet.

Ziel der Überwachung ist der praktische Nachweis der Zuverlässigkeit von Talsperren in allen Bau- und Betriebsphasen. Mit Überwachungsmaßnahmen ist das Verhalten der Talsperre unter den tatsächlichen statischen, hydraulischen, hydrologischen und betrieblichen Bedingungen und Beanspruchungen dauerhaft zu erfassen.

Grundsätzliche Bestimmungen zur Überwachung von Staumauern und Staudämmen sind der DIN 19700 Teil 10 und Teil 11 zu entnehmen. Die entsprechenden Abschnitte sind jedoch in der DIN bewusst knapp ausgeführt. Das vorliegende Merkblatt gibt ergänzende Informationen und soll als Grundlage für die Planung, Genehmigung, Bauausführung, Durchführung und Beurteilung der Bauwerksüberwachung an neuen und bestehenden Talsperren dienen.

Die Tragsicherheit eines Absperrbauwerkes wird durch die nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik vorgenommene Planung, Bauausführung und Überwachung gewährleistet. Dabei muss durch ein Mess- und Kontrollsystem jede mögliche Veränderung des Sicherheitszustandes so rechtzeitig erkannt werden, dass notwendige Maßnahmen ohne Reduzierung der Sicherheit des Absperrbauwerkes durchgeführt werden können. Die Ergebnisse der Bauwerksüberwachung sind Grundlage für die jährlich zu erstellenden Sicherheitsberichte und die regelmäßig durchzuführenden vertieften Überprüfungen (gemäß Merkblatt DVWK-M 231).

Jede Staumauer bzw. jeder Staudamm ist hinsichtlich der Lage und Konstruktion ein Einzelbauwerk. Dem muss auch das Mess- und Kontrollsystem Rechnung tragen. Zu unterscheiden sind Messungen im Normalbetrieb und solche während des Baues und des Probetriebes. Während des Baues und des Probetriebes der Stauanlage sind in der Regel weitergehende und häufigere Messungen erforderlich.

Gegenüber dem Merkblatt DVWK-M 222 „Mess- und Kontrolleinrichtungen zur Überprüfung der Standsicherheit von Staumauern und Staudämmen“ von 1991 zeigt sich die aktuelle Fassung in deutlich veränderter Form und mit erweitertem Inhalt. Schon der neue Titel „Bauwerksüberwachung an Talsperren“ lässt erkennen, dass das neue Merkblatt auf einer breiteren Basis steht. Das Merkblatt DWA-M 514 „Bauwerksüberwachung an Talsperren“ ersetzt das Merkblatt DVWK-M 222.

Während das alte Merkblatt im Wesentlichen auf der Grundlage der Erfahrungen an 83 Talsperren erstellt wurde, liegen dem neuen Merkblatt alle in Deutschland maßgeblichen Bauformen zugrunde. Anstelle der früher exemplarisch vorgestellten Regelausstattungen für einen Staudamm-Typ und einen Staumauer-Typ werden nun Ausstattungsempfehlungen für die häufigsten Bauarten gegeben. Zusätzlich will das Merkblatt einen umfassenden Überblick über die derzeit am häufigsten angewendeten Messverfahren und Messsysteme geben. Der Digitalisierung in der Messtechnik wird im Merkblatt Rechnung getragen.

Dieses Mehr an Informationen kann nur in Form eines größeren Umfanges des Merkblattes zur Verfügung gestellt werden. Das neue Merkblatt umfasst folgende Schwerpunkte:

- Allgemeine Grundsätze zur Bauwerksüberwachung,
- Beschreibung und Hinweise zur Beobachtung der Wirkgrößen und Messgrößen,
- Visuelle Kontrolle,
- Empfehlungen für die Ausstattung bei Staumauern und Staudämmen.

Die Messverfahren und Messsysteme zur Beobachtung der Wirkgrößen (Einwirkungen) und Messgrößen der Bauwerksüberwachung werden in den Abschnitten 5 und 7 einführend beschrieben.

## Verfasserinnen und Verfasser

Das 2011 veröffentlichte Merkblatt wurde im Auftrag des Hauptausschusses HA "Wasserbau und Wasserkraft" (HA WW) im damaligen Fachausschuss WW-4 "Talsperren und Flusssperren", einem gemeinsamen Fachausschuss mit der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik (DGGT) sowie dem Deutschen Talsperrenkomitee (DTK) (Obmann bis 2008: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Theodor Strobl; Obmann ab 2009: Dr.-Ing. Hans-Ulrich Sieber) von der damaligen DWA-Arbeitsgruppe WW-4.2 „Bauwerksüberwachung an Talsperren“ erarbeitet.

Der DWA-Arbeitsgruppe WW-4.2 „Bauwerksüberwachung an Talsperren“ gehörten folgende Mitglieder an:

MEHL, Jochen	Dipl.-Ing., Thüringer Fernwasserversorgung, Unterweißbach (Sprecher)
AUFLEGER, Markus	Univ.-Prof. Dr.-Ing., Leopold-Franzens-Universität, Innsbruck
BETTZIECHE, Volker	Dr.-Ing., Ruhrverband, Essen
KNALLINGER, Maximilian	Dipl.-Ing., Dr. Linse Ingenieure GmbH, München
ROSENKRANZ, Holger	Dipl.-Ing., Hydroprojekt Ingenieurgesellschaft mbH, Weimar
SCHÜTZ, Eberhard	Dipl.-Ing., Regierungsbaudirektor, Bezirksregierung Arnsberg, Siegen

Als Gast hat mitgewirkt:

GOLTZ, Matthias	Dipl.-Ing., Leopold-Franzens-Universität, Innsbruck
-----------------	---

Projektbetreuerin in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

BAUM, Anett	Dipl.-Ing., Hennef Abteilung Wasserwirtschaft, Abfall und Boden
-------------	--

Die DWA-Arbeitsgruppe WW-4.2 bedankt sich bei allen Fachleuten insbesondere den Mitgliedern des DWA-Fachausschusses WW-4, die mit ihren Hinweisen und Anregungen zum Entstehen des vorliegenden Merkblatts beigetragen haben.

Die Überarbeitung „nicht wesentlicher Art“ (Arbeitsblatt DWA-A 400:2018, 6.1) wurde im Auftrag des DWA-Hauptausschusses „Wasserbau und Wasserkraft“ (HA WW) im DWA-Fachausschuss WW-4 „Stauanlagen und Hochwasserschutzanlagen“ von der Arbeitsgruppe AG WW-4.2 „Bauwerksüberwachung von Talsperren“ vorgenommen.

Der DWA-Arbeitsgruppe WW-4.2 „Bauwerksüberwachung von Talsperren“ gehören folgende Mitglieder an:

MEHL, Jochen	Dipl.-Ing., Thüringer Fernwasserversorgung AöR, Luisenthal (Sprecher)
KOLLAR, Sebastian	Dipl.-Ing., Wupperverband, Wuppertal
OTTO, Hans-Peter	Prof. em. Dr.-Ing., Kraftsdorf
RIESE, Marco	Dipl.-Ing., Thüringer Fernwasserversorgung AöR, Straußfurt
SCHMIDT, Volker	Dipl.-Ing., Vattenfall Wasserkraft GmbH, Dresden

Als Gast hat mitgewirkt:

BAUER, Andreas	Dr.-Ing., Uniper Kraftwerke GmbH, Landshut
----------------	--

Die Arbeitsgruppe WW-4.2 ist dem DWA-Fachausschuss WW-4 „Stauanlagen und Hochwasserschutzanlagen“, einem gemeinsamen Fachgremium mit der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT) sowie dem Deutschen TalsperrenKomitee (DTK) zugeordnet. Ihm gehören die folgenden Mitglieder an:

POHL, Reinhard	Professor Dr.-Ing. habil., Technische Universität Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen, Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik, Dresden (Obmann)
BIEBERSTEIN, Andreas	Dr.-Ing., Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik (IBF), Karlsruhe (Stellv. Obmann)
AUFLEGER, Markus	Professor Dr.-Ing., Universität Innsbruck, Arbeitsbereich Wasserbau, Innsbruck
BIELITZ, Eckehard	Dipl.-Ing., Fachbereichsleiter, Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen, FB 2 Wasserwirtschaft, Pirna
BORSCH, Harald	Dipl.-Wirtsch.-Ing., Bezirksregierung Köln, Köln
CARSTENSEN, Dirk	Professor Dr.-Ing. habil., Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, Fakultät Bauingenieurwesen, Nürnberg
FRANKE, Jörg	Dr.-Ing., EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Bauwerksaufsicht, Stuttgart
HÖRTKORN, Florian	Prof. Dr.-Ing., Hochschule Karlsruhe, University of Applied Sciences (HKA), Geotechnik, Karlsruhe
KNALLINGER, Maximilian	Dipl.-Ing., m4 Ingenieure GmbH, München
MEHL, Jochen	Dipl.-Ing., Thüringer Fernwasserversorgung AöR, Luisenthal
NIELINGER-TEUBER, Antje	Dipl.-Ing., Bauass., Ruhrverband, Betriebsabteilung Talsperren und Stauseen, Essen
STRASSER, Karl-Heinz	LEW Wasserkraft GmbH, Augsburg

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

BREUER, Lutz	M. Sc., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
--------------	--

# Inhalt

<b>Vorwort zur überarbeiteten und aktualisierten Fassung</b> .....	<b>3</b>
<b>Vorwort zur ersten Auflage Juli 2011</b> .....	<b>4</b>
<b>Verfasserinnen und Verfasser</b> .....	<b>6</b>
<b>Bilderverzeichnis</b> .....	<b>12</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>13</b>
<b>Hinweis für die Benutzung</b> .....	<b>14</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>14</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>15</b>
<b>2 Verweisungen</b> .....	<b>15</b>
<b>3 Begriffe</b> .....	<b>16</b>
<b>4 Grundsätze der visuellen und messtechnischen Überwachung von Talsperren</b> ...	<b>19</b>
4.1 Allgemeine Anforderungen an die Bauwerksüberwachung .....	19
4.2 Anforderungen an die Messverfahren und Messsysteme .....	20
4.3 Anforderungen an das Messpersonal und Grundsätze zur Durchführung von Messungen .....	22
4.3.1 Messpersonal .....	22
4.3.2 Mess- und Kontrollprogramm .....	23
4.3.3 Durchführung der Messungen .....	24
4.3.4 Sondermessungen .....	25
4.4 Einsatz von Sensoren, Automatisierung von Messverfahren und Datenfernübertragung .....	25
4.4.1 Automatisierung von Messverfahren .....	25
4.4.2 Sensoren und deren Messsignale .....	25
4.4.3 Zwischenspeicherung der Messwerte .....	26
4.4.4 Datenfernübertragung und Prozessleitsysteme .....	27
4.4.5 Varianten und Beispiele .....	27
4.5 Grundsätze zur Messwernerfassung, Messwertaufbereitung, Messwertarchivierung .....	28
4.6 Bautechnische Bewertung .....	29
4.6.1 Allgemeines zur bautechnischen Bewertung .....	29
4.6.2 Abfolge der Messwertanalyse .....	30
4.6.3 Statistische Verfahren .....	31
4.6.4 Wirklichkeitsnahes Rechenmodell .....	33
4.6.4.1 Vorbemerkung .....	33
4.6.4.2 Erstellung eines wirklichkeitsnahen Rechenmodells, Kalibrierung .....	34
4.6.5 Vergleichende Betrachtungen .....	35
<b>5 Wirkgrößen (Einwirkungen) und zugehörige Messverfahren sowie Messsysteme</b> ...	<b>36</b>
5.1 Stauhöhe (hydrostatischer Wasserdruck) .....	36
5.2 Temperatur .....	36

5.2.1	Lufttemperatur .....	36
5.2.2	Wassertemperatur.....	37
5.3	Niederschlag.....	38
5.3.1	Regen .....	38
5.3.2	Schnee .....	39
5.4	Erdbeben und Erschütterungen .....	39
5.5	Chemische Wirkungen des Sickerwassers .....	40
5.6	Sonstige Wirkgrößen .....	40
5.6.1	Eis .....	40
5.6.2	Biologische Zerstörung .....	41
5.6.2.1	Wühltiere .....	41
5.6.2.2	Pflanzendruck, Pflanzenwuchs .....	41
5.6.2.3	Eigengewicht.....	41
5.6.3	Weitere Wirkgrößen.....	41
<b>6</b>	<b>Visuelle Kontrolle .....</b>	<b>42</b>
6.1	Grundlegendes.....	42
6.2	Umfang.....	42
6.3	Häufigkeit.....	45
6.4	Erdbeben.....	45
<b>7</b>	<b>Messgrößen (Bauwerksreaktion) sowie zugehörige Messverfahren und Messsysteme.....</b>	<b>45</b>
7.1	Deformationsmessungen (Verschiebungen und Verformungen) .....	45
7.1.1	Horizontalverschiebungen (Lagemessung in der Ebene) .....	45
7.1.1.1	Absolute bzw. quasiabsolute Horizontalverschiebungen .....	45
7.1.1.1.1	Lagefestpunktfelder .....	45
7.1.1.1.2	Geodätische Lagebestimmung von Objektpunkten.....	46
7.1.1.1.3	Geometrisches und trigonometrisches Alignement .....	47
7.1.1.1.4	Drahtalignement.....	47
7.1.1.1.5	Permanente Lagemessung mittels satellitengestützter Verfahren.....	48
7.1.1.1.6	Lagemessung mittels mobiler satellitengestützter Verfahren .....	48
7.1.1.1.7	Schwimmlotmessung .....	48
7.1.1.1.8	Inklinometermessung .....	49
7.1.1.2	Relative Horizontalverschiebungen.....	49
7.1.1.2.1	Pendellotmessung in Staumauern.....	49
7.1.1.2.2	Invarbandmessung, Invardrahtmessung .....	50
7.1.1.2.3	Elektromagnetische Streckenmessung.....	50
7.1.2	Vertikalverschiebungen (Höhen- und Setzungsmessungen).....	50
7.1.2.1	Allgemeines .....	50
7.1.2.2	Geometrisches Nivellement .....	51
7.1.2.3	Trigonometrisches Nivellement .....	51
7.1.2.4	Hydrostatisches Nivellement mit Präzisionsschlauchwaage .....	52
7.1.2.5	Hydrostatisches Nivellement mit Überlaufschlauchwaage.....	52
7.1.2.6	Elektromagnetische Setzungsmessung.....	53
7.1.3	Neigungen.....	53
7.1.3.1	Neigungsmessung.....	53

7.1.4	Relativbewegungen und Höhenübertragung .....	54
7.1.4.1	Fugenspaltmessung .....	54
7.1.4.2	Einfach- und Mehrfach-Extensometermessung .....	54
7.1.4.3	Bohrlochmikrometermessung .....	55
7.1.4.4	Invarstab-/Invarbandmessung .....	55
7.2	Spannungsmessung .....	55
7.2.1	Erddruckmessung .....	55
7.2.1.1	Erddruckmessung in Erdschüttungen .....	55
7.2.1.2	Erddruckmessung in Steinschüttungen .....	56
7.2.2	Spannungsmessung in Beton und Festgestein .....	56
7.2.3	Ankerkraftmessungen .....	56
7.3	Beobachtung der Durchsickerung (Hydrometrische Messungen) .....	57
7.3.1	Sickerwassermessung .....	57
7.3.1.1	Sickerwasserabflussmessung .....	57
7.3.1.2	Trübung des Sickerwassers .....	57
7.3.2	Sohlenwasserdruck, Porenwasserdruck und Potenzialabbau .....	58
7.3.2.1	Allgemeines .....	58
7.3.2.2	Sohlenwasserdruck, Porenwasserdruck und Potenzialabbau bei Staumauern .....	58
7.3.2.2.1	Porenwasserdruck im Mauerkörper .....	58
7.3.2.2.2	Sohlenwasserdruck und Potenzialabbau im Gründungsbereich .....	58
7.3.2.2.3	Porenwasserdruck und Potenzialabbau im Untergrund .....	59
7.3.2.2.4	Luftseitiger Grund- und Kluftwasserstand .....	59
7.3.2.3	Sohlenwasserdruck, Porenwasserdruck und Potenzialabbau an Staudämmen .....	60
7.3.2.3.1	Potenzialabbau im Damm .....	60
7.3.2.3.2	Sohlenwasserdruck und Potenzialabbau im Gründungsbereich .....	61
7.3.2.3.3	Porenwasserdruck und Potenzialabbau im Untergrund .....	61
7.3.2.3.4	Luftseitiger Grund- und Kluftwasserstand .....	62
7.3.3	Quellschüttung, Quellkartierung .....	62
7.3.4	Leckageortung durch Temperaturmessung .....	63
7.3.5	Ermittlung von Sickergeschwindigkeiten .....	63
7.4	Bauwerkstemperatur .....	63
7.5	Sonstige Messungen und Kontrollen .....	63
<b>8</b>	<b>Empfehlungen für die Ausstattung und Messhäufigkeit bei Staudämmen .....</b>	<b>64</b>
8.1	Grundsätzliches .....	64
8.2	Allgemeine Messsysteme .....	65
8.3	Deformationsmessung .....	66
8.3.1	Staudämme bis 15 m Höhe .....	66
8.3.2	Staudämme über 15 m Höhe .....	67
8.4	Beobachtung der Durchsickerung .....	68
8.4.1	Homogene Staudämme bis 15 m Höhe auf undurchlässigem Untergrund .....	68
8.4.2	Homogene Staudämme bis 15 m Höhe mit durchlässiger Schicht im Untergrund ..	69
8.4.3	Staudämme bis 15 m Höhe mit Innendichtung aus Erdstoffen .....	70
8.4.4	Staudämme über 15 m Höhe mit Innendichtung aus Erdstoffen ohne Kontrollgang ..	71
8.4.5	Staudämme über 15 m Höhe mit Innendichtung aus Erdstoffen mit Kontrollgang .....	72
8.4.6	Staudämme bis 15 m Höhe mit künstlicher Innendichtung ohne Kontrollgang .....	73

8.4.7	Staudämme über 15 m Höhe mit künstlicher Innendichtung und Kontrollgang .....	74
8.4.8	Staudämme bis 15 m Höhe mit Oberflächendichtung ohne Kontrollgang .....	75
8.4.9	Staudämme über 15 m Höhe mit Oberflächendichtung und Kontrollgang .....	76
<b>9</b>	<b>Empfehlungen für die Ausstattung und Messhäufigkeit bei Staumauern .....</b>	<b>77</b>
9.1	Grundsätzliches .....	77
9.2	Allgemeine Messsysteme .....	78
9.3	Deformations- und Temperaturmessung .....	79
9.3.1	Betonstaumauern .....	79
9.3.2	Bruchsteinstaumauern .....	81
9.4	Beobachtung der Durchsickerung .....	83
9.4.1	Betonstaumauern ohne Kontrollgang .....	83
9.4.2	Betonstaumauern mit Kontrollgang .....	84
9.4.3	Bruchsteinstaumauern mit Kontrollgang .....	85
9.4.4	Bruchsteinstaumauern mit Außendichtung ohne Kontrollgang .....	86
9.4.5	Bruchsteinstaumauern mit Außendichtung und Kontrollgang .....	87
<b>10</b>	<b>Überwachung von Massivbauwerken und sonstigen Objekten an Talsperren .....</b>	<b>88</b>
10.1	Vorbemerkungen .....	88
10.2	Entnahme- und Entlastungstürme .....	88
10.2.1	Ermittlung von Neigung und Biegelinie .....	88
10.2.2	Ermittlung der Bewegung des Turmkopfs .....	89
10.2.3	Ermittlung von Auftriebskräften .....	89
10.2.4	Vertikalverschiebung .....	89
10.2.5	Fugenspaltmessung .....	89
10.2.5.1	Übergangsbauwerke, Freibauteile .....	89
10.2.5.2	Brücken .....	90
10.2.6	Betondehnung, Betonspannung, Betontemperatur .....	90
10.3	Kontrollgänge in Staudämmen .....	90
10.3.1	Vorbemerkung .....	90
10.3.2	Potenzialabbau im Kontaktbereich Untergrunddichtung/Herdmauer .....	90
10.3.3	Vertikalverschiebungen .....	90
10.3.4	Fugenspaltmessung .....	91
10.3.5	Sickerwasserabfluss .....	91
10.4	Komplexbauwerke und Zugangsbauwerke in Staudämmen .....	91
10.4.1	Vorbemerkung .....	91
10.4.2	Vertikalverschiebungen .....	92
10.4.3	Sohlenwasserdruck .....	92
10.5	Frei stehende (nicht ausgebaute) Stollen, Tunnel und Kavernen .....	92
10.5.1	Vorbemerkung .....	92
10.5.2	Konvergenzmessung .....	92
10.5.3	Sickerwasserabfluss .....	93
10.6	Talzuschiebe, Hangrutschungen, Kriechhänge, Blockströme .....	93
<b>11</b>	<b>Hinweise zur Anwendung des Merkblatts auf Hochwasserrückhaltebecken, Staustufen, Pumpspeicherbecken und Sedimentationsbecken .....</b>	<b>94</b>
11.1	Allgemeines .....	94

11.2	Hochwasserrückhaltebecken .....	94
11.3	Staustufen .....	94
11.4	Pumpspeicherbecken .....	95
11.5	Sedimentationsbecken .....	95
<b>Quellen und Literaturhinweise .....</b>		<b>96</b>

## Bilderverzeichnis

Bild 1:	Auftragung der Zeitreihe einer Verschiebungsmessung sowie der korrespondierenden Lufttemperatur- und Stauhöhenreihe .....	32
Bild 2:	Auftragung der Verschiebung gegenüber der mittleren Lufttemperatur in einem Streudiagramm mit der Regressionsgeraden (Messwerte bei quasikonstanter Stauhöhe) .....	33
Bild 3:	Zusammenhang zwischen Modell und Bauwerk .....	34
Bild 4:	Setzungen an drei Staudämmen mit Oberflächendichtung (logarithmische Auftragung der Zeit) ( <i>S</i> Setzung, <i>H</i> Höhe des Damms).....	35
Bild 5:	Lagefestpunktfeld.....	46
Bild 6:	Deformationsmessungen für Staudämme bis 15 m Höhe.....	66
Bild 7:	Deformationsmessungen für Staudämme über 15 m Höhe.....	67
Bild 8:	Beobachtung der Durchsickerung für homogene Staudämme bis 15 m Höhe auf undurchlässigem Untergrund .....	68
Bild 9:	Beobachtung der Durchsickerung für homogene Staudämme bis 15 m Höhe mit durchlässiger Schicht im Untergrund.....	69
Bild 10:	Beobachtung der Durchsickerung für Staudämme bis 15 m Höhe mit Innendichtung aus Erdstoffen .....	70
Bild 11:	Beobachtung der Durchsickerung für Staudämme über 15 m Höhe mit Innendichtung aus Erdstoffen ohne Kontrollgang.....	71
Bild 12:	Beobachtung der Durchsickerung für Staudämme über 15 m Höhe mit Innendichtung aus Erdstoffen mit Kontrollgang .....	72
Bild 13:	Beobachtung der Durchsickerung für Staudämme bis 15 m Höhe mit künstlicher Innendichtung ohne Kontrollgang .....	73
Bild 14:	Beobachtung der Durchsickerung für Staudämme über 15 m Höhe mit künstlicher Innendichtung und Kontrollgang.....	74
Bild 15:	Beobachtung der Durchsickerung für Staudämme bis 15 m Höhe mit Oberflächendichtung ohne Kontrollgang.....	75
Bild 16:	Beobachtung der Durchsickerung für Staudämme bis 15 m Höhe mit Oberflächendichtung und Kontrollgang.....	76
Bild 17:	Deformations- und Temperaturmessung bei Betonstaumauern .....	79
Bild 18:	Deformations- und Temperaturmessung bei Bruchsteinstaumauern.....	81
Bild 19:	Beobachtung der Durchsickerung bei Betonstaumauern ohne Kontrollgang .....	83
Bild 20:	Beobachtung der Durchsickerung bei Betonstaumauern mit Kontrollgang.....	84
Bild 21:	Beobachtung der Durchsickerung bei Bruchsteinstaumauern mit Kontrollgang ....	85
Bild 22:	Beobachtung der Durchsickerung bei Bruchsteinstaumauern mit Außendichtung ohne Kontrollgang.....	86
Bild 23:	Beobachtung der Durchsickerung bei Bruchsteinstaumauern mit Außendichtung und Kontrollgang.....	87

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Begriffe.....	16
Tabelle 2:	Varianten und Beispiele der Datenerfassung und Datenfernübertragung.....	27
Tabelle 3:	Umfang der visuellen Kontrolle – Absperrbauwerke.....	43
Tabelle 4:	Umfang der visuellen Kontrolle – Weitere Objekte.....	44
Tabelle 5:	Allgemeine Messsysteme bei Staudämmen.....	65
Tabelle 6:	Deformationsmessungen für Staudämme bis 15 m Höhe.....	66
Tabelle 7:	Deformationsmessungen für Staudämme über 15 m Höhe.....	67
Tabelle 8:	Beobachtung der Durchsickerung für homogene Staudämme bis 15 m Höhe auf undurchlässigem Untergrund.....	68
Tabelle 9:	Beobachtung der Durchsickerung für homogene Staudämme bis 15 m Höhe mit durchlässiger Schicht im Untergrund.....	69
Tabelle 10:	Beobachtung der Durchsickerung für Staudämme bis 15 m Höhe mit Innendichtung aus Erdstoffen.....	70
Tabelle 11:	Beobachtung der Durchsickerung für Staudämme über 15 m Höhe mit Innendichtung aus Erdstoffen ohne Kontrollgang.....	71
Tabelle 12:	Beobachtung der Durchsickerung für Staudämme über 15 m Höhe mit Innendichtung aus Erdstoffen mit Kontrollgang.....	72
Tabelle 13:	Beobachtung der Durchsickerung für Staudämme bis 15 m Höhe mit künstlicher Innendichtung ohne Kontrollgang.....	73
Tabelle 14:	Beobachtung der Durchsickerung für Staudämme über 15 m Höhe mit künstlicher Innendichtung und Kontrollgang.....	74
Tabelle 15:	Beobachtung der Durchsickerung für Staudämme bis 15 m Höhe mit Oberflächendichtung ohne Kontrollgang.....	75
Tabelle 16:	Beobachtung der Durchsickerung für Staudämme bis 15 m Höhe mit Oberflächendichtung und Kontrollgang.....	76
Tabelle 17:	Allgemeine Messsysteme bei Staumauern.....	78
Tabelle 18:	Deformations- und Temperaturmessung bei Betonstaumauern.....	80
Tabelle 19:	Deformations- und Temperaturmessung bei Bruchsteinstaumauern.....	82
Tabelle 20:	Beobachtung der Durchsickerung bei Betonstaumauern ohne Kontrollgang.....	83
Tabelle 21:	Beobachtung der Durchsickerung bei Betonstaumauern mit Kontrollgang.....	84
Tabelle 22:	Beobachtung der Durchsickerung bei Bruchsteinstaumauern mit Kontrollgang.....	85
Tabelle 23:	Beobachtung der Durchsickerung bei Bruchsteinstaumauern mit Außendichtung ohne Kontrollgang.....	86
Tabelle 24:	Beobachtung der Durchsickerung bei Bruchsteinstaumauern mit Außendichtung und Kontrollgang.....	87

## Hinweis für die Benutzung

Dieses Merkblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem Arbeitsblatt DWA-A 400) zustande gekommen ist. Für ein Merkblatt besteht eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig ist.

Jeder Person steht die Anwendung des Merkblatts frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Merkblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den im Merkblatt aufgezeigten Spielräumen.

Normen und sonstige Bestimmungen anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum stehen Regeln der DWA gleich, wenn mit ihnen dauerhaft das gleiche Schutzniveau erreicht wird.

## Einleitung

In der Bundesrepublik Deutschland müssen Talsperren nach allgemein anerkannten Regeln der Technik gebaut und betrieben werden. Das auf diesen Regeln basierende Sicherheitskonzept von Talsperren stützt sich auf die nachfolgend genannten Elemente:

### I Konstruktive Sicherheit (Planungsphase, Ausführungsphase)

Die konstruktive Sicherheit umfasst alle Bestandteile der wasserwirtschaftlichen, geotechnischen und bautechnischen Planung einschließlich der Bauüberwachung während des Baus oder der Instandsetzung von Talsperren.

### I Fachgerechter Betrieb und Unterhaltung (Probetrieb, Betriebsphase)

Der fachgerechte Betrieb einer Talsperre beinhaltet die Sicherung der planfestgestellten beziehungsweise genehmigten Nutzung im Normalbetrieb ohne die Gefährdung Dritter.

### I Sicherheitsüberwachung (Probetrieb, Betriebsphase)

Die Sicherheitsüberwachung umfasst alle Maßnahmen der Eigenüberwachung und -kontrolle durch den verantwortlichen Betreiber sowie die Fremdüberwachung und -kontrolle durch die zuständigen Aufsichtsbehörden.

### I Vorsorgemaßnahmen

Vorsorgemaßnahmen für den Fall, dass der sichere Betrieb der Talsperre nicht mehr garantiert werden kann.

Die Bauwerksüberwachung an Talsperren, wie in diesem Merkblatt beschrieben, ist ein Bestandteil der Sicherheitsüberwachung von Talsperren.

VORSCHAU

Das im Juli 2011 veröffentlichte Merkblatt DWA-M 514 „Bauwerksüberwachung an Talsperren“ fand in der Fachöffentlichkeit eine unerwartet breite Zustimmung und Verbreitung, die in dieser Form nicht erwartet worden waren. Dies ermutigte den DWA-Fachausschuss WW-4 „Stauanlagen und Hochwasserschutzanlagen“ ebenso wie die DWA-Arbeitsgruppe WW-4.2 „Bauwerksüberwachung von Talsperren“ der Thematik „Bauwerksüberwachung an Talsperren“ eine Merkblattreihe mit folgender Struktur zu widmen.

- DWA-M 514-1: Bauwerksüberwachung an Talsperren – Teil 1: Grundsätze
- DWA-M 514-2: Bauwerksüberwachung an Talsperren – Teil 2: Messverfahren und -systeme zur Beobachtung von Wirkgrößen, Automatisierung und Datenverarbeitung, visuelle Kontrolle
- DWA-M 514-3: Bauwerksüberwachung an Talsperren – Teil 3: Messverfahren und -systeme zur Beobachtung von Bauwerksreaktionen und Deformationsmessungen
- DWA-M 514-4: Bauwerksüberwachung an Talsperren – Teil 4: Messverfahren und -systeme zur Beobachtung von Bauwerksreaktionen für hydrometrische und sonstige Messungen

Das Merkblatt DWA-M 514 „Bauwerksüberwachung an Talsperren“ vom Juli 2011 wurde in aktualisierter und überarbeiteter Form in das Merkblatt DWA-M 514-1 mit dem Titel „Bauwerksüberwachung an Talsperren – Teil 1: Grundsätze“ überführt. Wegen der umfänglich überschaubaren Änderungen und Ergänzungen ist das Merkblatt in seiner grundsätzlichen Form erhalten geblieben.

Die schier unüberschaubare Anzahl an Messverfahren und -systemen machte eine Beschränkung auf die üblichsten Messverfahren und -systeme notwendig. Als inhaltlichen Schwerpunkt verfolgte die DWA-Arbeitsgruppe WW-4.2 das Ziel, die Empfehlungen zur Bauwerksüberwachung sehr praxisnah zu beschreiben.

Das Merkblatt soll die DIN 19700 beziehungsweise die individuellen Regelungen in den Bundesländern ergänzen und in diesem Zusammenhang den Fachleuten von Behörden, Ingenieurbüros, Talsperrenbetreibern oder anderen Stauanlagen konkrete Hinweise und praktische Hilfestellungen auf allen Teilgebieten der messtechnischen Überwachung der Bauwerke von Talsperren liefern.

Unabhängig von technischen Normen, Gesetzen, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften oder den Empfehlungen dieses Merkblatts kann die Bauwerksüberwachung an Talsperren einen fachgerechten Zweck nur dann erfüllen, wenn sie weisungsfrei und ergebnisoffen durchgeführt wird.

Die Merkblattreihe DWA-M 514 „Bauwerksüberwachung an Talsperren“ richtet sich in erster Linie an Eigentümer und Betreiber von Stauanlagen, an Behörden der Stauanlagenüberwachung und auf dem Gebiet der Stauanlagen tätige Ingenieurbüros.

ISBN: 978-3-96862-595-9 (Print)  
978-3-96862-596-6 (E-Book)