

# **Rolle und Aufgaben der Talsperrenwärter**

**Niveau 1 der Überwachung von Stauanlagen**

## **Ruolo e compiti del custode diga**

**Livello 1 nel concetto di sorveglianza degli impianti di accumulazione**

*Schweizerisches Talsperrenkomitee, Arbeitsgruppe Talsperrenbeobachtung 2015  
Comitato svizzero delle dighe, Gruppo di lavoro Osservazione delle dighe 2015*



*Talsperrenwärter beim Ablesen der Lotmessung / Custode diga mentre misura la posizione del pendolo.*

# Rolle und Aufgaben der Talsperrenwärter

## Niveau 1 der Überwachung von Stauanlagen

Schweizerisches Talsperrenkomitee, Arbeitsgruppe Talsperrenbeobachtung

### Vorwort

Stauanlagen sind Schlüsselemente von Werken, die zur Speicherung der potenziellen Energie bei Wasserkraftanlagen dienen, sowie für solche, die zum Rückhalt von Wasser, Schlamm, Schnee und anderem Material in Schutzbauwerken gegen Naturgefahren erstellt werden. Sie stellen jedoch auch ein Risiko für die Bevölkerung dar: Verluste an Menschenleben und bedeutende Sachschäden sind zu befürchten, falls eine Stauanlage ihre Speicherfunktion verlieren sollte.

Die zweifache Rolle, welche die Talsperrenwärter innehaben, kommt dabei in ihrer gesamten Bedeutung zum Ausdruck: zum einen bei der Substanzerhaltung der Stauanlage und zum andern bei der Sicherstellung einer ersten Verteidigungslinie gegen Unfälle. Mit der vorliegenden Publikation soll daran erinnert werden.

Damit die Talsperrenwärter ihre Aufgaben gekonnt erfüllen können, müssen sie einerseits eine entsprechende Qualifikation, die den Anforderungen und der Verantwortung gerecht wird, aufweisen sowie andererseits über angemessene Arbeitsbedingungen verfügen können. Es liegt am Betreiber der Stauanlage sicherzustellen, dass diesbezüglich Qualifikation, Ausbildung, der zur Verfügung gestellten Zeit wie auch der Arbeitssicherheit der Talsperrenwärter erfolgt.

Die Arbeit der Talsperrenwärter stellt das Fundament der vierstufig organisierten Talsperrenüberwachung in der Schweiz dar. Diese Organisation und der Platz, welchen die Talsperrenwärter darin einnehmen, sind einer der Gründe dafür, dass während mehr als 10 000 Talsperrenbetriebsjahren in der Schweiz kein Talsperrenunfall vorgekommen ist. Alle Beteiligten haben dafür zu sorgen, dass dies auch in Zukunft so bleibt. Es ist wichtig, dies in Erinnerung zu rufen, um zu vermeiden, dass die aktuelle wirtschaftliche Situation dazu verleitet, durch Leistungseinschränkungen bei den Talsperrenwärtern die Qualität der Überwachung und damit die Sicherheit der Talsperren in Frage zu stellen.

Georges R. Darbre, Präsident der Arbeitsgruppe Talsperrenbeobachtung, Beauftragter für die Sicherheit der Talsperren (BFE).

**Niveau 1: Talsperrenwärter (in der Regel Angestellter der Betreiberin der Stauanlage):**

Verantwortlich für die regelmässige Durchführung visueller Kontrollen, Kontrollmessungen, Unterhalt der Stauanlage (insbesondere die Messinstrumentierung) und Prüfung der Entlastungs- und Ablassvorrichtungen.

**Niveau 2: erfahrene Fachperson (in der Regel ein Bauingenieur):**

Verantwortlich für die laufende Beurteilung der Mess- und Beobachtungsergebnisse, Durchführung einer jährlichen Kontrolle vor Ort (Jahreskontrolle) und Erstellung eines Jahresberichtes über den Zustand und das Verhalten der Stauanlage.

**Niveau 3<sup>3</sup>: ausgewiesene Experten in Bau und in Geologie:**

Verantwortlich für die Durchführung einer umfassenden Überprüfung des Zustandes und des Verhaltens der Sperre, ihrer Fundation und ihrer Umgebung. Dies erfolgt alle fünf Jahre. Die Experten können auch mit Sonderabklärungen zur Sicherheit der Stauanlage beauftragt werden (Erdbebensicherheit, Hochwassersicherheit usw.).

**Niveau 4: Aufsichtsbehörde:**

Das Bundesamt für Energie, BFE, beaufsichtigt als Aufsichtsbehörde des Bundes direkt die grossen Stauanlagen. Die Kantone beaufsichtigen diejenigen Stauanlagen, welche nicht unter der direkten Aufsicht des Bundes stehen.

Die Aufsichtsbehörde stellt sicher, dass die Betreiberin ihren Pflichten in Bezug auf die Sicherheit gemäss den entsprechenden Bestimmungen nachkommt.

## 1. Einführung

Gemäss dem Stauanlagengesetz vom 1. Oktober 2010 (StAG) und der zugehörigen Stauanlagenverordnung vom 17. Oktober 2012 (StAV) liegt die Verantwortung für die Sicherheit der Talsperre bei ihrer Betreiberin<sup>1</sup>.

Die für die Sicherheit unabdingbare Überwachung erfolgt in vier Niveaus und hat zum Ziel:

- jederzeit das zufriedenstellende Verhalten des Absperrbauwerks, seiner

Fundation und seiner Umgebung bestätigen zu können, beziehungsweise

- Verhaltensanomalien rechtzeitig und präzise feststellen zu können, so dass frühzeitig allfällig erforderliche Massnahmen zur Abwendung potenzieller Gefahren in die Wege geleitet werden können.

Die vier Niveaus der Überwachung, deren Organisation und Inhalt im Überwachungsreglement<sup>2</sup> festgehalten sind, sind die folgenden:

<sup>1</sup> Als Betreiberin gilt, wer die Bewilligung für die Inbetriebnahme der Stauanlage innehat (Art. 1 Abs. 5 StAV) oder de facto innehat.

<sup>2</sup> Gemäss Art. 14 Abs. 2 StAV muss die Betreiberin ein Reglement für die Überwachung der Stauanlage im normalen Betrieb sowie bei ausserordentlichen Ereignissen erstellen und der Aufsichtsbehörde zur Genehmigung unterbreiten (Überwachungsreglement).

<sup>3</sup> Bei den Stauanlagen mit einer Stauhöhe von mindestens 40 m oder einer Stauhöhe von mindestens 10 m und einem Stauraum von mehr als 1 Million m<sup>3</sup> (Art. 18 Abs. 1 StAV) oder auf Anordnung der Aufsichtsbehörde (Art. 18 Abs. 4 StAV).



Bild 1. Büro des Talsperrenwärters.



Bild 2. Talsperre mit Seilbahnerschliessung.

Sie prüft und validiert die ihr zugestellten sicherheitstechnischen Berichte und inspiziert selber die Stauanlagen regelmässig.

## 2. Rolle der Betreiberin

Die Betreiberin der Stauanlage muss eine Organisation des Überwachungsniveaus 1 schaffen, welche es gestattet, die laufende Überwachung der Stauanlage zu gewährleisten. Diese Organisation wird im Überwachungsreglement festgehalten.

Die Betreiberin muss insbesondere (Art. 8 StAG):

- in regelmässigen Abständen visuelle Kontrollen der Talsperre und ihrer Nebenbauwerke und Umgebung durchführen;
- in der Sperre und ihrer Umgebung periodische Kontrollmessungen durchführen, diese sogleich grob überprüfen und an die erfahrene Fachperson (Niveau 2) weiterleiten;
- mindestens jährlich die Funktionskontrollen an den Entlastungs- und Ablassvorrichtungen durchführen (Art. 15 StAV) und die Funktionstüchtigkeit der Kommunikationsmittel sicherstellen.

Die Betreiberin beauftragt zur Ausübung der Aufgaben des Niveaus 1 im Normalfall den Talsperrenwärter<sup>4</sup>. In gewissen Fällen werden auch andere Mitarbeitende eingesetzt, beispielsweise bei den Funktionskontrollen der Entlastungs- und Ablassorgane, bei den geodätischen Messungen usw.

Es ist entscheidend, dass sich die Betreiberin von dieser zentralen Rolle des Talsperrenwärters bei der Gewährleistung

der Sicherheit der Stauanlagen bewusst ist und dass sie ihn entsprechend in ihre Organisationsstruktur eingliedert.

Die als Talsperrenwärter eingesetzten Personen müssen in der Lage sein, eine aussergewöhnliche Situation bzw. eine im ersten Moment als ausserordentlich erscheinende Situation zu erkennen, um die für die Überwachung verantwortliche, erfahrene Fachperson benachrichtigen zu können, in einem schweren Fall auch die Aufsichtsbehörden des Bundes oder des Kantons. Sie müssen dann über das entsprechende anlagen- und branchenspezifische Wissen verfügen. Es liegt in der Verantwortung der Betreiberin dafür zu sorgen, dass der Talsperrenwärter über das notwendige Wissen und die notwendigen Mittel zur Ausübung seiner Arbeit verfügt und dass seine Arbeitsbedingungen sicherheitstechnisch auf dem neusten Stand gehalten werden.

Die Betreiberin hat auch darauf zu achten, dass die Zusammenarbeit zwischen der erfahrenen Fachperson (Niveau 2) und dem Talsperrenwärter gut funktioniert und auf gegenseitigem Vertrauen basiert. Die Wichtigkeit der Aufgaben des Talsperrenwärters wird diesem bewusst, wenn ihm in diesem Zusammenhang die ausgewerteten Daten (Jahresbericht des Niveaus 2) übermittelt werden. Dies führt auch dazu, dass der Talsperrenwärter besser einschätzen kann, wie wichtig seine Beobachtungen, selbst diejenigen, welche ihm zunächst als unbedeutend erscheinen mögen, sind.

Weiter ist die Betreiberin verant-

wortlich, dass die Überwachungsorganisation ganzjährig reibungslos funktioniert (während der Ferienzeit, bei Krankheit oder Unfall und auch im Winter, wenn sich der Zugang zu den Talsperren schwierig gestaltet). Darum muss die Betreiberin eine Stellvertretung regeln, welche die Aufgaben in gleicher Qualität übernehmen kann. Eine geschickte Wahl der Stellvertreter trägt im Übrigen dazu bei, das Problem der Nachfolge des Talsperrenwärters zu lösen, wenn dieser altershalber oder aus anderen Gründen zurücktritt.

Diese Rollen- und Aufgabenteilung bei der Überwachung gilt unabhängig von der Grösse, dem Typ oder dem Zweck der Anlage, wie auch, ob die Anlage durch den Bund oder den Kanton direkt beaufsichtigt wird. Die Anforderungen an die Überwachung inklusiv ihr Umfang und ihre Organisation sind jedoch anlagenspezifisch. Je nach Grösse und Instrumentierung reduzieren sich bzw. entfallen gewisse Aufgaben. Insbesondere bei kleineren Anlagen können auch durchaus die Aufgaben des Talsperrenwärters mit denjenigen der erfahrenen Fachperson vereint werden. Die nachfolgenden Ausführungen, die sich eher auf grosse Anlagen beziehen, müssen dann sinngemäss interpretiert und umgesetzt werden.

## 3. Kenntnisse und Aufgaben des Talsperrenwärters

Durch die Funktion, welche er bekleidet, nimmt der Talsperrenwärter eine zentrale und verantwortungsvolle Stellung ein und ist die Schlüsselperson, welche die Tal-

<sup>4</sup> Der Talsperrenwärter kann ein Angestellter der Betreiberin sein oder durch diese beauftragt werden.

In Anlehnung an die Begriffsverwendung in der neuen Gesetzgebung (Stauanlagengesetz und Stauanlagenverordnung) müsste für die Funktion Talsperrenwärter konsequenterweise neu die Bezeichnung Stauanlagenwärter verwendet werden. Aufgrund der weiterhin geltenden Namensgebung des STK (Schweizerisches Talsperrenkomitee) und in Ermangelung einer klaren Bezeichnung in der französischen Sprache (heute: barragiste) wird jedoch an dieser Stelle auf diese Anpassung verzichtet.

sperre am besten kennt. Er hält sich sehr oft in der Talsperre und in der Umgebung auf und kennt daher jeden Winkel, jeden Riss und jede feuchte Stelle. Ausserdem kennt er auch den aktuellen Zustand der Messeinrichtung und ihre positiven wie auch negativen Eigenschaften. Nur der Talsperrenwärter ist in der Lage, der erfahrenen Fachperson des Niveaus 2 zahlreiche zusätzliche Angaben über das Verhalten und den genauen Zustand einer Anlage zu machen, welche durch Messdaten allein nicht geliefert werden können. Dies bedeutet auch, dass der Talsperrenwärter über einen ausgezeichneten Beobachtungssinn verfügen und zuverlässig arbeiten muss.

### 3.1 Kenntnisse des Talsperrenwärters

Die Betreiberin muss sicherstellen, dass der Talsperrenwärter über die notwendigen Kenntnisse zur Wahrnehmung der anvertrauten Aufgaben verfügt, welche manchmal unter erschwerten Bedingungen erfolgen müssen. Sie beziehen sich insbesondere auf:

- die Stellung und die Rolle des Talsperrenwärters im Überwachungssystem, das durch den Bund umgesetzt wird. Es ist insbesondere wichtig, dass der Talsperrenwärter den Wert seiner Arbeit versteht, sodass er präzise und repräsentative Angaben an die weiteren Beteiligten der Überwachung zustellen kann. In dem Zusammenhang ist es nützlich, dem Talsperrenwärter Beispiele von Auswertungen seiner Messdaten zu übergeben. Die Kommunikationskette muss ihm auch klar gemacht werden. Er muss zum Beispiel verstehen, dass das Überwachungsniveau 2 ein Partner ist, dem man vertrauen kann (und muss!) und nicht jemand, der seine Arbeit beurteilt;
- die technischen Grundlagen des Baus, der Festigkeit, des Verhaltens und des Versagens von Anlagen des gleichen Typs wie vom Talsperrenwärter betreut. Diese Kenntnisse erlauben ihm seine Beobachtungen besser zu fokussieren und zum Beispiel auf Symptome zu achten, die ihm zuerst als unwichtig erscheinen mögen. Es muss dem Talsperrenwärter dann auch erklärt werden, welche Typen von Beobachtungen und Bemerkungen er im Talsperrenbuch erfassen soll. Zum Beispiel muss er wissen, ab wann eine Rissöffnung aufgenommen werden soll oder ab wann eine Zustandsverschlechterung zu melden ist;

- das genaue Funktionieren und den Grundunterhalt der Messeinrichtung, die dem Talsperrenwärter anvertraut ist. Er muss verstehen, wie die Knöpfe und Rädchen eines Instrumentes funktionieren um dieses allenfalls nach einer Fehlmanipulation in den Ursprungszustand wieder herstellen zu können. Er muss auch den Anwendungsbereich der einzelnen Einrichtungen kennen (Temperatur, Feuchtigkeit) und wissen, was ausserhalb dieses Anwendungsbereiches zu tun ist. Die entsprechende Ausbildung soll den laufenden Unterhalt aller Elemente des Messsystems abdecken, sowohl der festen wie der mobilen Elemente. Für letztere muss er zusätzlich auch die Lagerungsbedingungen kennen. Der Talsperrenwärter muss auch beurteilen können, ob ein Gerät zufriedenstellend funktioniert oder ob es dem Hersteller zur Wartung, Reparatur oder Ersatz eingeschickt werden muss. Mögliche (schwer zu erkennende) Fehlfunktionen des Messsystems wie auch Messfehler müssen angesprochen werden;
- die Arbeitssicherheit, sowohl bei der Sperre wie auch auf den Weg zur Sperre. Er muss auf die vielen Gefahren im Umfeld seines Einsatzes aufmerksam gemacht werden. Der Talsperrenwärter muss auch die Einsatzmöglichkeiten und die Bedienung des zur Verfügung gestellten Rettungsmaterials kennen;
- die Übermittlung der Messungen und Beobachtungen des Talsperrenwärters. Falls die gelesenen Daten in einem elektronischen Erfassungssystem erfasst werden, soll der Talsperrenwärter die Eigenschaften dieses Systems kennen. Er muss in der Lage sein, eine Fehlmanipulation zu korrigieren oder das Gerät nach einem einfachen Ausfall wieder in Betrieb nehmen zu können. Er muss auch die Kommunikationsprotokolle zum Server kennen, wenn notwendig. Falls es im Verantwortungsbereich des Talsperrenwärters liegt, die Daten in einer elektronischen Tabelle aufzunehmen, dann muss er auch die entsprechenden Werkzeuge beherrschen.

Auf die Bedeutung und Verantwortung des Talsperrenwärters hat auch die Einführung/Anwendung einer automatischen Messdaten-Erfassung keinen schmälern Einfluss. Die automatisch erfassten und weitergeleiteten Messdaten sind zusätzliche Angaben, welche dem

Wärter die Arbeit etwas erleichtern, sein Interesse an der Talsperrenbeobachtung steigern und sein Verständnis für das Talsperrenverhalten verbessern können.

### 3.2 Die laufenden Aufgaben des Talsperrenwärters

Die Überwachungsaufgaben des Talsperrenwärters können in sechs Gruppen eingeteilt werden, nämlich:

1. Ausführen von periodischen visuellen Kontrollen der Talsperre, ihrer Nebengebäude und der Umgebung;
2. Ausführen der periodischen Kontrollmessungen;
3. Durchführen einer Grobkontrolle der gemessenen Werte (aufgrund bekannter oder errechneter Sollwerte);
4. Warten der Messeinrichtungen, Revisionen an Messgeräten, Unterhalt der Sperre;
5. Weiterverarbeitung der Messdaten (Eingeben in digitale Systeme);
6. Funktionskontrollen bei den Entlastungs- und Ablassvorrichtungen.

Weiter begleitet der Talsperrenwärter jeweils die erfahrene Fachperson bei Anlagenkontrollen wie auch die Aufsichtsbehörde und die Experten anlässlich der im Rahmen der Erstellung der Fünfjahresexpertise durchgeführten Begehung. Er nimmt ebenfalls an den anschliessenden Besprechungen teil.

Je nach Betreiberin werden die Talsperrenwärter auch mit anderen Aufgaben betraut. Diese können u.a. die folgenden Bereiche betreffen:

- Ausführung allgemeiner Unterhaltsarbeiten wie zum Beispiel Entfernung von Sinterablagerungen usw.;
- Organisieren der Messeinsätze ex-



**Bild 3. Kontrollmessungen in der Talsperre.**

- terner Spezialisten (z.B. geodätische Messungen);
- Kontrolle der Dotierwassermengen, der Wassertrübungen usw.;
- Weitere Arbeiten im Zusammenhang mit Betrieb und Unterhalt der Stauanlagen, je nach Grundausbildung und Erfahrung (Maurer, Elektriker, Mechaniker usw.).

### 3.2.1 Periodische visuelle Kontrollen

Die visuellen Kontrollen sind wichtig, denn sie können Informationen über die Anlage liefern, welche durch die Messdaten nicht erfasst werden.

Da der Talsperrenwärter nicht bei jeder Begehung alles beobachten kann, gilt es, für verschiedene Begehungen ein Programm aufzustellen, welches klar regelt, was wann zu beobachten ist. Dabei müssen Prioritäten gesetzt werden, welche natürlich von der spezifischen Anlage abhängen.

**Die hauptsächlichsten Beobachtungen sind etwa:**

**Im Sommer:**

- Allfällige Quellen, feuchte Zonen und Setzungen talseits der Sperre oder auf Dammböschungen;
- Felszustand in unmittelbarer Nähe der Fundamente;
- Zustand der Nebenbauwerke sowie der Felsen in der Nähe der Ein- und Ausläufe dieser Bauwerke;
- Aufnahme eventueller Schäden infolge Schnee, Lawinen und Steinschlägen;
- Kontrolle von Messeinrichtungen ausserhalb des Sperrenkörpers (zum Beispiel Pfeiler und Bolzen von geodätischen Messanlagen);

- Vorhandensein und Zustand des Rettungsmaterials auf der Mauerkrone;
- Kontrolle des Geländes um die Talsperre und der Ufer des Seebeckens.

**Im Winter:**

- Spezielle Aufmerksamkeit ist dem Abfluss des Sickerwassers zu schenken, kann dieser doch in Situationen, in denen das Bauwerk infolge der herrschenden Kälte erhöhte Verformungen erleidet, ansteigen;
- Das korrekte Funktionieren der Lote und Schwimmlote (z.B. Auftreten von Vereisungen);
- Feststellen von eventuellen Lawinenschäden, Beobachtung möglicher Eisbildung talseits der Talsperre.

**Ganzjährlich:**

- Zustand der Wasserseite der Sperre, bei tiefem See;
- Feuchtigkeitsgrad der Kontrollgänge sowie Entwicklung des Abflusses von Sicker- und Drainagewasser in den Kontrollgängen, bzw. am luftseitigen Parament;
- Sickerwasser im Gelände talseits der Talsperre;
- Bildung, bzw. Weiterentwicklung von Rissen im Sperrenkörper;
- Zustand der Messeinrichtungen;
- Kontrolle der Kommunikationsmittel;

**Zusätzliche Kontrollen sind in folgenden Fällen vorzusehen:**

- Während und nach aussergewöhnlichen Hochwassern;
- Nach einem Erdbeben ab Intensität IV am Standort der Stauanlage;
- Nach dem Niedergang von Lawinen;

- Nach einem erfolgten Erdbeben oder einem Felssturz.

### 3.2.2 Periodische Kontrollmessungen

Die Messungen erfolgen primär gemäss Überwachungsreglement. Das Tagesprogramm für den Talsperrenwärter muss so gestaltet werden, dass dieser über genügend Zeit verfügt, um die Messungen ohne «Zeitdruck» ausführen zu können. Der Ablauf der Begehung der Anlage wird am besten durch den Talsperrenwärter selbst bestimmt.

Die folgenden Grundsätze sind für die erfolgreiche Ausübung der Tätigkeit des Talsperrenwärters von Bedeutung:

- Der Talsperrenwärter darf seine Arbeit nicht einfach routinemässig erledigen, sondern soll seine Messungen (und Beobachtungen) stets mit kritischem Geist und Sinn durchführen;
- Bei Zweifeln oder ungewöhnlichen Verhältnissen ist es empfehlenswert, die abgelesenen Messwerte mit Bemerkungen zu ergänzen. Diese gestatten der erfahrenen Fachperson, die Zuverlässigkeit einer Messung zu beurteilen und zu berücksichtigen, dass eine Messeinrichtung eventuell nicht mehr richtig funktioniert (vgl. auch Publikation STK «Messgeräte kontrollieren und kalibrieren»). Ausserdem ermöglichen solche Bemerkungen, geeignete Massnahmen zu ergreifen und allenfalls rasch einen eventuellen Defekt zu beheben;
- Nach der Messung, der Überprüfung der Ergebnisse mittels einer Grobkontrolle und deren allfälligen Eingabe in ein Programm oder eine Datenbank, müssen die Ergebnisse und Beobachtungen vom Talsperrenwärter so rasch als möglich an die erfahrene Fachperson des Niveaus 2 weitergeleitet werden;
- Stellt der Talsperrenwärter bei der Kontrolle Ablesewerte fest, welche unter Berücksichtigung der Veränderung des Seestandes und der Temperaturbedingungen unüblich stark von den vorhergehenden Ablesewerten oder den Sollwerten abweichen, oder welche klar ausserhalb des Messbereiches der vorhergehenden Jahre liegen, muss dieser sofort der erfahrenen Fachperson des Niveaus 2 Meldung erstatten.

Was die einzelnen Messungen betrifft, müssen folgende Punkte speziell hervorgehoben werden:



**Bild 4. Kontrolle der Talsperrenumgebung.**

## Lote

- Anlässlich einer Messung müssen die Verschiebungen an allen Messstellen von Hand abgelesen werden, auch an denen, die mit einem Fernübertragungsgerät ausgerüstet sind. Dabei muss die Übereinstimmung zwischen Handablesung und der vom automatischen Instrument angezeigten und/oder registrierten Lotdrahtlage überprüft werden (diese Überprüfung kann auch durch die erfahrene Fachperson erfolgen).
- Mindestens zweimal jährlich muss überprüft werden, ob die Lote sich in den Schächten und Dämpfergefässen absolut frei bewegen können.
- Bei den Umkehrloten muss regelmässig der Flüssigkeitsstand im Schwimmergefäss kontrolliert und geprüft werden, ob der Schwimmer sich im Gefäss frei bewegen kann.
- Lote, deren Lage für die Fernübertragung durch ein Abtastgerät (mithilfe einer auf den Draht geklemmten Gabel) abgenommen wird, müssen periodisch ohne Messgabel kontrolliert werden, um sich zu vergewissern, dass die Lage des Drahtes nicht durch das Abnahmegerät (Reibungserscheinungen) verfälscht wird.

## Auftrieb

- Damit die Messergebnisse nicht verfälscht werden, müssen die Manometer von Auftriebsmessstellen beständig unter Druck stehen. Die Manometer können selbstverständlich nach erfolgter Druckablesung kurz ausgeschaltet werden, zum Beispiel für die Messung des Durchflusses, sie müssen aber sofort wieder eingeschaltet werden.

## Klinometer

- Klinometermessanlagen sind in vielen Talsperren vorhanden, werden aber meistens nicht mehr regelmässig benutzt. Sollten Klinometermessungen noch durchgeführt werden, empfiehlt es sich, diese relativ schwierige Messung mindestens zwei Mal pro Jahr vorzusehen. Es ist selbstverständlich, dass dabei immer in der direkten und der umgekehrten Instrumentenlage gemessen werden muss.

## Sickerwasser

- Zur Sicherstellung von korrekten Messergebnissen müssen die Sickerwassermessanlagen, welche die Menge mit einer Pegelablesung erfassen, re-

gelmässig kontrolliert werden (volumetrische Kontrolle).

## Stangenextensometer

- Die Verankerung der Messstangen muss periodisch geprüft werden.

## Gleitdeformeter

- Messungen mit dem Gleitdeformeter entlang einem Bohrloch sind von oben nach unten und dann von unten nach oben auszuführen. Zudem sind die Eichwerte nach Anweisung der Herstellerfirma zu berücksichtigen.

### 3.2.3 Grobkontrolle der Messungen (Plausibilitätsüberprüfung)

Bevor der Talsperrenwärter die Talsperre verlässt, sollte er sich durch Vornahme einer Grobkontrolle vergewissern, dass die abgelesenen Werte plausibel sind. Aussergewöhnliche Messresultate sind vor Ort zu überprüfen. Es ist empfehlenswert, dass die erfahrene Fachperson und der Talsperrenwärter die Methode dieser Kontrolle gemeinsam erarbeiten.

Als praktische Hilfsmittel haben sich bis heute bewährt:

- Diagramme, welche für ausgewählte Messposten die Ablesewerte in Abhängigkeit des Seestandes darstellen;
- Vorgängig errechnete Sollwerte (z.B. mithilfe einer statistischen Auswertung);
- Messbüchlein mit den Messungen der Vorjahre;
- Tabellen, welche Seestände und Ablesewerte der vorhergehenden Messungen für eine Periode von einigen Monaten bis zum Beispiel einem Jahr zusammenfassen;
- Erwartungswerte im Palmgerät, errechnet aus einem Vorhersagemodell.

Es ist selbstverständlich, dass auch andere mehr oder weniger ähnliche Methoden zur Grobkontrolle erarbeitet werden können.

Nachstehend seien einige typische Beispiele (Liste ist nicht abschliessend) von Ursachen aufgeführt, welche zu nicht plausiblen Messresultaten führen können. Die meisten davon können mit der Grobkontrolle durch den Talsperrenwärter erkannt werden:

#### a) Fehler bei der Messung: hier handelt es sich meistens um:

- Ablesefehler, zum Beispiel Fehler von 1, 5 oder 10 Messeinheiten;
- Schreibfehler, zum Beispiel 34 anstatt 43 oder 34.0 anstatt 30.4 usw.;
- Übertragungsfehler beim Einlesen mit digitalen Geräten.

#### b) Unkorrekte Aufstellung des Messgerätes

Dieser Fehler passiert hie und da mit dem Koordiskop, welches zum Ablesen der Lage der Lotdrähte benützt wird.

#### c) Unkorrektes Funktionieren von Messeinrichtungen (vgl. auch Publikation STK «Messgeräte kontrollieren und kalibrieren»).

Es gibt viele Gründe, welche das korrekte Funktionieren eines Messinstrumentes verhindern. Die Ursache können menschliche Fehler (schlechte Installation, Fehlmanipulation, falsche Interpretation usw.), Interventionen in der Nähe der Instrumentierung (Unterhalt, Arbeitstätigkeiten, Schläge usw.) oder natürliche Vorkommnisse (Eisbildung, Wasser, Kalzit, Felsbewegungen usw.) sein.

Folgende Beispiele betreffen Lotmessungen:

- Ein Lotdraht kann sich infolge Auftretens eines Hindernisses nicht mehr frei bewegen, zum Beispiel:
  - nach einigen Jahren haben die Auswinterungen an einer Schachtwand so stark zugenommen, dass sie den Draht berühren;
  - der Lotdraht berührt den Hals des Dämpfergefässes, nachdem dieses aus irgendeinem Grund etwas verschoben wurde;
  - das Gestänge des Lotgewichtes beginnt nach jahrelangem störungsfreiem Betrieb den Boden des Dämpfergefässes, bzw. den in diesem abgesetzten Schlamm zu berühren;
  - der Lotdraht wird durch zu starke Reibung im Abtastungsgerät einer Fernmessanlage (tritt nur bei den älteren Geräten auf: heutige Fernablesungen sind berührungslos) an der freien Bewegung gehindert.

Alle diese Fehler führen zu einer Abweichung des Lotdrahtes aus seiner vertikalen Lage, was dann bei der Auswertung der Ablesungen in Form von scheinbaren anormalen Verformungen des Bauwerkes in Erscheinung tritt.

- Eine Lotablesung stimmt nicht, da das Lot anlässlich der Messungen langsamen Schwingungen unterworfen war, welche vom Beobachter nicht bemerkt wurden;
- Gleicher Fehler wie vorhin, weil der Draht bei der Messung infolge von Luftzug rasche Schwingungen erlitt, welche ein genaues Anzielen des Drahtes verunmöglichten.

#### d) Andere Vorfälle

- Bei einer Messung treten plötzlich bei einer oder mehreren Ablesestellen veränderte Messwerte auf. In einem solchen Fall muss abgeklärt werden, ob der Grund einem anormalen Verhalten der Talsperre oder einem Defekt an der Messeinrichtung zugeschrieben werden muss. Hier einige Beispiele:
- Defekt am Ablese- bzw. Messgerät;
- Ein Messbolzen wurde anlässlich von Arbeiten beschädigt;
- Der Lotdraht wurde im Anzielbereich des Koordiskopes etwas geknickt, wenn dieser eine Drehung um seine Achse erfährt, führt er infolge einer geringen Ausmittigkeit leichte seitliche Bewegungen aus;
- Das Ablese- bzw. Messgerät ist neu revidiert worden; dabei wurde seine Messkonstante verändert.

#### e) Weiterverarbeiten von Messdaten

Beim Weiterverarbeiten von Messdaten in ein Programm oder in eine Datenbank können Tippfehler auftreten.

Die Beispiele dieses Kapitels 3.2.3 zeigen auf, dass Fehler nie ganz ausgeschlossen werden können, und dass Messeinrichtungen, selbst solche, welche sich schon seit Langem bewährt haben, hie und da nicht richtig funktionieren. Dies führt dann zu Situationen, in welchen die erfahrene Fachperson des Niveaus 2 dem Talsperrenwärter Fragen bezüglich einer Messung stellen muss.

#### 3.2.4 Unterhalt der Messeinrichtungen und der Sperre

Es ist bekannt, dass nur sorgfältig unterhaltene Messeinrichtungen und korrekt funktionierende Messgeräte Resultate von guter Qualität liefern. Da der Talsperrenwärter als erster an einem tadellosen Zustand der Messeinrichtungen interessiert ist, wird ihm in der Regel auch deren Unterhalt anvertraut. Er wird somit auch für den Zustand der Einrichtungen verantwortlich sein.

Ein Talsperrenwärter ist jedoch nicht in der Lage, alles allein zu machen. Es ist deshalb notwendig, dass sein Vorgesetzter die mündlichen und schriftlichen Bemerkungen, welche ihm der Talsperrenwärter bezüglich Zustand der Messeinrichtungen und der Sperre macht, aufmerksam registriert.

Es ist wichtig, dass der Vorgesetzte von Zeit zu Zeit mit dem Talsperrenwärter einerseits über den Zustand der Messeinrichtungen und der Talsperre diskutiert, andererseits aber auch über die Arbeitsbe-

dingungen spricht. Regelmässige Inspektionen aller Kontrollgänge und Schächte, sowie aller Messeinrichtungen, zusammen mit dem Talsperrenwärter, sind nicht nur empfehlenswert, sondern unerlässlich, da diese Begehungen dem Vorgesetzten gestatten, sich an Ort und Stelle über die Probleme ein Bild zu machen, welche seinen Talsperrenwärter beschäftigen.

Ähnlich steht es mit der Pflege der geodätischen Messanlage, für welche die geodätischen Visuren frei von Gewächsen zu halten und die Bestockung auf Dämmen zu entfernen sind. Zur Pflege der geodätischen Messanlage gehört auch, dass die Messpunkte regelmässig auf Beschädigungen oder Zerstörung kontrolliert sowie allfällige Behinderungen der Messvisuren durch neue Einrichtungen (wie Signalisationstafeln, Geländer, Bauten usw.) dem zuständigen Geodäten mitgeteilt werden.

#### 3.2.5 Weiterverarbeitung der Messdaten

Nach jeder Dateneingabe in ein Programm oder eine Datenbank ist unverzüglich zu kontrollieren, ob die eingegebenen Daten mit jenen der Messprotokolle übereinstimmen. Mithilfe der Auswertungen im Programm oder in der Datenbank kann allenfalls bereits der Talsperrenwärter eine weitere Kontrolle seiner Messungen vornehmen.

#### 3.2.6 Funktionskontrollen der Entlastungs- und Ablassorgane

Damit in einer Notsituation zuverlässig und rasch gehandelt werden kann, ist es wichtig, jederzeit über voll funktionsfähigen Entlastungs- und Ablassorgane verfügen zu können. Es ist somit ebenfalls wichtig, dass diese Organe regelmässigen Funktionskontrollen durch das speziell dafür vorgesehene und geschulte Personal unterworfen werden. In vielen Fällen und in Übereinstimmung mit dem Überwachungsreglement, insbesondere dem Vorgehen betreffend die Funktionsproben, übernimmt der Talsperrenwärter diese Aufgabe.

## 4. Schlussfolgerungen

Über die Rolle und die Aufgaben des Talsperrenwärters können nachfolgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Der Talsperrenwärter ist für die Sicherheit der Anlage der wertvollste Mitarbeiter der Betreiberin, der das Fundament der Überwachungsorganisation darstellt. Er muss dies wissen und man muss ihn entsprechend informieren.

- Seine Hauptaufgaben sind: Visuelle Kontrollen der Anlage und ihrer Umgebung, Durchführen der Kontrollmessungen, Überprüfen der Ergebnisse durch eine Grobkontrolle, Unterhalt der Anlage samt ihren Messeinrichtungen, Übermittlung der Messdaten an das Überwachungsniveau 2, Prüfung der Entlastungs- und Ablassorgane.
- Die Überwachungsorganisation muss so konzipiert sein, dass die Verantwortung des Talsperrenwärters durch die automatischen, fernübertragenen Messungen nicht vermindert wird. Die zusätzlich anfallenden Messdaten sollen ihm jedoch die Arbeit erleichtern und sein Interesse für das Verhalten der Sperre fördern.
- Die Fähigkeiten, welche von einem Talsperrenwärter verlangt werden, sind: Sinn für Verantwortung, Initiative, Fähigkeit selbständig zu arbeiten und Exaktheit in der Arbeit. Zudem muss er in der Lage sein, klare Meldungen abzufassen.
- Die Betreiberin soll die Arbeit des Talsperrenwärters durch eine gut strukturierte Organisation (inklusive Stellvertretung) erleichtern. Sie muss sicherstellen, dass der Talsperrenwärter über die zur Ausübung seiner Aufgaben notwendigen Kenntnisse verfügt, bzw. sie durch eine entsprechende Aus- und Weiterbildung erlangen und pflegen kann.

*Auf Basis der schriftlichen Fassung des Vortrages von Walter Indermaur aus dem Jahre 1983 wurde das vorliegende Dokument durch die Arbeitsgruppe Talsperrenbeobachtung unter Leitung von Andres Fankhauser erarbeitet. Die Technische Kommission (TEKO) des Schweizerischen Talsperrenkomitees hat das Dokument am 18.11.2014 genehmigt.*

# Ruolo e compiti del custode diga

## Livello 1 nel concetto di sorveglianza degli impianti di accumulazione

Comitato svizzero delle dighe, Gruppo di lavoro Osservazione delle dighe

### Prefazione

L'impianto di ritenuta è un elemento chiave in un complesso di accumulazione: serve ad accumulare l'energia potenziale negli impianti idroelettrici e a ritenere acqua, fango, neve e altri materiali nelle strutture di protezione contro i pericoli naturali. Allo stesso tempo rappresenta un rischio per la popolazione: se dovesse perdere la sua funzione di ritenuta, perdite di vite umane e danni ingenti ne sarebbero la conseguenza.

Il doppio ruolo che hanno i custodi diga appare dunque in tutta la sua importanza: da una parte di conservare la sostanza di un impianto e dall'altra di assicurare una prima linea di difesa contro gli incidenti. Con questa pubblicazione ci s'impegna a ricordarlo.

Perché possano adempiere i loro compiti in maniera competente, i custodi diga devono avere qualifiche adatte alle esigenze e alle loro responsabilità e condizioni di lavoro adeguate. Rientra nella responsabilità dei gestori di assicurarsene, che sia a livello delle loro qualifiche, della loro formazione, del volume di lavoro e del tempo a disposizione, o della loro sicurezza sul lavoro.

Il lavoro dei custodi diga rappresenta la base di tutta l'organizzazione della sorveglianza con i suoi quattro livelli, sviluppata per le dighe in Svizzera. Quest'organizzazione e il ruolo che i custodi diga vi rivestono sono una delle ragioni per le quali finora nessun incidente di un impianto di ritenuta si è verificato dopo più di un equivalente di 10 000 anni di esercizio. Tutti i coinvolti devono provvedere affinché questa situazione possa permanere anche in futuro. È importante ricordarlo per evitare che la congiuntura economica attuale induca a mettere in causa la qualità della sorveglianza, e di conseguenza la sicurezza degli impianti, riducendo le prestazioni dei custodi diga.

Georges R. Darbre, Presidente del gruppo di lavoro Osservazione delle dighe  
Incaricato della vigilanza sugli impianti di accumulazione (UFE).

funzionamento degli sfioratori e dei dispositivi di scarico.

**Livello 2: Professionista esperto (di regola un ingegnere civile).**

È responsabile per la continua valutazione dei risultati delle osservazioni e delle misurazioni, l'esecuzione del sopralluogo annuale (ispezione di controllo annuale) e la redazione di un rapporto annuale sullo stato ed il comportamento dell'impianto di accumulazione.

**Livello 3<sup>3</sup>: Periti qualificati in ingegneria civile e in geologia.**

Sono responsabili per l'esecuzione di un esame approfondito della sicurezza della diga, della sua fondazione e dei dintorni. Questo avviene ogni 5 anni. I periti possono anche essere incaricati di svolgere indagini speciali per la sicurezza dell'impianto di accumulazione (sicurezza contro le piene, sicurezza in caso di eventi sismici ecc.).

**Livello 4: Autorità di vigilanza.**

L'Ufficio federale dell'energia UFE è l'autorità federale che esercita la vigilanza diretta sui grandi impianti di accumulazione, mentre i Cantoni esercitano la vigilanza sugli impianti che non sottostanno alla vigilanza diretta della Confederazione. L'autorità di vigilanza vigila sull'esecuzione dei compiti da parte del gestore in conformità alle esigenze di sicurezza per l'impianto di accumulazione. Verifica e convalida i rapporti di sicurezza ad essa inviati ed effettua regolarmente delle proprie ispezioni degli impianti di accumulazione.

## 1. Introduzione

Secondo la Legge sugli impianti d'accumulazione del 1 ottobre 2010 (LImA) e la corrispondente Ordinanza sugli impianti d'accumulazione del 17 ottobre 2012 (OImA) la responsabilità per la sicurezza della diga spetta al gestore dell'impianto<sup>1</sup>.

- La sorveglianza, che è indispensabile per la sicurezza della diga, è basata su quattro livelli e ha l'obiettivo:
- Di confermare in ogni momento il comportamento soddisfacente della diga, della sua fondazione e dei dintorni e
- Di individuare in tempo e con precisione un comportamento anomalo in modo che eventuali provvedimenti per

contrastare il potenziale pericolo possano essere intrapresi per tempo.

I quattro livelli della sorveglianza, la cui organizzazione e i compiti dei quali sono descritti nel regolamento di sorveglianza<sup>2</sup> di un impianto di accumulazione, sono i seguenti:

**Livello 1: custode diga (di regola un impiegato del gestore dell'impianto di accumulazione).**

È responsabile per l'esecuzione dei controlli visivi periodici, delle misurazioni di controllo, della manutenzione dell'impianto di accumulazione (in particolare delle installazioni per le misurazioni) e delle prove di

<sup>1</sup> Il gestore di un impianto di accumulazione è il titolare (anche de facto) dell'autorizzazione di messa in esercizio (art. 1 cpv. 5 OImA).

<sup>2</sup> Secondo l'art. 14 comma 2 OImA, Il gestore deve redigere un regolamento per la sorveglianza dell'impianto di accumulazione in caso di esercizio normale e di eventi straordinari e lo sottopone per approvazione all'autorità di vigilanza (regolamento di sorveglianza).

<sup>3</sup> Per gli impianti di accumulazione con un'altezza d'invaso di almeno 40 m o un'altezza d'invaso di almeno 10 m e una ritenuta superiore a 1 milione di m<sup>3</sup> (art. 18 comma 1 OImA) o dopo decisione dell'autorità di vigilanza (art. 18 comma 4 OImA).





Figura 1. Ufficio dei custodi diga.



Figura 2. Diga con l'accesso via teleferica.

piti del livello 1 di sorveglianza, con lo scopo di assicurare un controllo corrente. Quest'organizzazione è definita nel regolamento di sorveglianza.

Il gestore in particolare deve (secondo l'art. 8 LImA):

- Svolgere a intervalli regolari dei controlli visivi della diga, delle opere adiacenti e del terreno circostante;
- Eseguire periodicamente misurazioni di controllo nella diga e nei dintorni, farne subito un controllo di massima e trasmetterli al professionista esperto (livello 2);
- Almeno una volta all'anno eseguire una prova di funzionamento degli sfioratori e dei dispositivi di scarico (art. 15 OImA) e garantire il funzionamento dei mezzi di comunicazione.

Il custode viene incaricato con l'esecuzione dei compiti di livello 1<sup>4</sup>. In certi casi, per esempio per le prove di funzionamento degli sfioratori e degli organi di scarico o per le misurazioni geodetiche, il custode viene affiancato da altri collaboratori.

Partendo dal ruolo centrale che occupa il custode per garantire la sicurezza dell'impianto, è fondamentale che il gestore tenga conto di questo fatto, e lo integri in maniera adeguata nella struttura della sua organizzazione.

Il custode diga dev'essere capace di identificare una situazione particolare, rispettivamente una situazione a priori anomala, per poter informare il professionista esperto livello 2 e nei casi gravi anche i periti e l'autorità di vigilanza competente. Per fare ciò deve disporre delle conoscenze

necessarie riguardo al funzionamento dell'impianto. È compito del gestore di assicurarsi che il custode disponga della formazione e dei mezzi necessari per poter eseguire i suoi compiti, nel rispetto delle regole di sicurezza in vigore.

Il gestore deve badare che il rapporto tra l'ingegnere esperto (livello 2) e il custode sia buono e si basi sulla fiducia reciproca. In questo contesto, la trasmissione dei valori misurati (rapporto annuale preparato dal livello 2) conferma l'importanza dei suoi compiti. Ciò porterà il custode a meglio apprezzare l'importanza delle sue osservazioni, anche di quelle che a prima vista non gli sembrano importanti. Inoltre il gestore è responsabile che l'organizzazione di sorveglianza funzioni regolarmente tutto l'anno (compreso il periodo di vacanze, in caso di malattie o incidenti, e anche in inverno, quando l'accesso alla diga si presenta difficoltoso). Questo include anche l'organizzazione di supplenze, che possano riprendere i compiti con la medesima qualità. Inoltre, una scelta appropriata del sostituto aiuta a risolvere il problema della successione del custode se quest'ultimo si ritira a causa di pensionamento o altro.

Questa assegnazione dei ruoli e dei compiti nella sorveglianza vale indipendentemente dalla grandezza, dal tipo e dallo scopo dell'impianto e indipendentemente se l'impianto è sorvegliato dalla confederazione o dal cantone. Le esigenze di sorveglianza, inclusa la loro entità e la loro organizzazione, dipendono tuttavia dall'impianto. A dipendenza della grandezza e della strumentazione presente si

riducono rispettivamente decadono certi compiti. Specialmente per piccoli impianti i compiti del custode diga possono essere congiunti con quelli del professionista esperto. Le seguenti descrizioni, che si riferiscono prevalentemente a grandi impianti, devono pertanto essere interpretate e applicate col giusto senso.

### 3. Conoscenze e compiti del custode diga

Il custode diga riveste una posizione importante nell'organizzazione di sorveglianza. È la persona che meglio conosce l'impianto. Egli si trova molto spesso sulla diga e nei dintorni, e dunque ne conosce ogni angolo, ogni fessura e ogni zona umida. Inoltre conosce anche lo stato attuale dell'impianto di misurazione e le sue caratteristiche sia positive che negative. Il custode diga, tramite le sue osservazioni, è in grado di dare al professionista esperto del livello 2 delle preziose informazioni sull'impianto e sul suo sistema di sorveglianza, informazioni che i risultati delle sole misurazioni non possono fornire. Perciò, il custode diga deve disporre di un'eccellente senso di osservazione e dev'essere affidabile nello svolgimento dei compiti a lui affidati.

#### 3.1 Conoscenze del custode diga

Il gestore deve assicurarsi che il custode diga disponga delle conoscenze richieste per svolgere i compiti a lui conferiti, talvolta sotto condizioni di lavoro difficili. Ciò in rispetto a:

- Posizione e ruolo del custode diga nel sistema di sorveglianza disposto

<sup>4</sup> Il custode diga può far parte dell'organizzazione del gestore, o può essere incaricato da quest'ultimo.

Con riferimento ai termini usati nella legge sugli impianti di accumulazione (LImA) e l'ordinanza sugli impianti d'accumulazione (OImA) si dovrebbe usare piuttosto il termine di «custode dell'impianto» invece di «custode diga». A causa della denominazione tuttora usata per il CSD (Comitato svizzero delle dighe) e del termine analogo chiaro in lingua francese («barragiste») si rinuncia in questo documento all'adattamento del termine.

dalla Confederazione. In particolare è essenziale che il custode diga comprenda l'importanza del suo lavoro perché possa fornire alle altre persone coinvolte nella sorveglianza delle indicazioni precise e rappresentative. In questo contesto è utile dare al custode degli esempi di analisi dei valori di misurazioni da lui eseguite. La catena d'informazione gli deve egualmente essere precisata. Ad esempio deve capire che il livello 2 di sorveglianza è un partner con il quale può (e deve) consultarsi, e non una persona che giudica il suo lavoro;

- Le basi tecniche della costruzione, della resistenza, del comportamento e della rottura di uno sbarramento dello stesso tipo del quale il custode ha la responsabilità. Queste conoscenze gli permettono di meglio orientare le sue osservazioni, per esempio portando la sua attenzione su comportamenti che potrebbero, a priori, sembrargli insignificanti. In quest'ambito si deve precisare al custode quali tipi di osservazioni e commenti si aspettano da lui nella raccolta degli atti<sup>5</sup>. Per esempio, deve conoscere i criteri per segnalare o no un'apertura di una fessura o una degradazione;
- Il funzionamento dettagliato e la manutenzione di base del sistema di misurazione del quale il custode è incaricato. Deve conoscere il funzionamento di ogni pulsante e rotella degli strumenti utilizzati per poter rimetterli, se necessario, in funzione normale dopo una falsa manipolazione. Deve anche conoscere il campo di affidabilità per i diversi strumenti (temperatura, umidità) e sapere cosa fare nel caso che certi limiti siano superati. La formazione corrispondente deve enfatizzare la manutenzione corrente di tutte le parti del sistema di misurazione, sia degli elementi fissi che degli strumenti mobili. Per quest'ultimi, deve anche conoscere le condizioni di conservazione degli strumenti. Le conoscenze del custode diga devono permettergli di giudicare quando uno strumento non funziona più in maniera soddisfacente e dev'essere inviato al produttore per manutenzione, riparazione o sostituzione. La formazione deve anche enfatizzare le (numerose) trappole di malfunzionamento o di errori che possono concernere il sistema di

misurazione del quale il custode ha la responsabilità;

- La sicurezza sul lavoro, sia sul posto stesso che sulle vie d'accesso. Dev'essere sensibilizzato a riconoscere i diversi pericoli ai quali è esposto. Il custode diga deve assolutamente conoscere le disposizioni per l'utilizzazione del materiale di sicurezza messo a sua disposizione nonché l'uso appropriato del materiale;
- L'elaborazione e il trasferimento delle misurazioni e delle osservazioni del custode diga. Se le letture vengono registrate in un sistema di acquisizione digitale, il custode ne deve conoscere le diverse funzioni. Dev'essere capace di correggere una falsa manipolazione o di rimettere l'apparecchio in servizio dopo un semplice guasto. Inoltre, nel caso fosse necessaria la trasmissione dati verso un sistema remoto, ne deve conoscere i protocolli necessari per la connessione. Se è poi compito del custode trasferire le letture in un foglio elettronico, deve allora saper usare almeno le funzioni base di questo tipo di strumento.
- L'importanza e la responsabilità del custode diga non diminuisce con l'introduzione e l'utilizzazione di un sistema automatico di misurazione. Le misurazioni lette e trasmesse automaticamente sono dei dati supplementari che semplificano un po' il lavoro del custode diga, e che possono aumentare il suo interesse per l'osservazione della diga nonché migliorare la sua capacità di capire il comportamento dello sbarramento.

### 3.2 I compiti del custode diga

I compiti di sorveglianza del custode diga possono essere suddivisi nelle categorie seguenti:

1. Esecuzione periodica dei controlli visivi della diga, delle opere adiacenti e dei dintorni;
2. Esecuzione delle misurazioni di controllo periodiche;
3. Esecuzione del controllo di plausibilità dei valori misurati (con valori teorici conosciuti o calcolati);
4. Manutenzione dell'impianto di misurazione, revisione degli apparecchi di misurazione, manutenzione dell'impianto;
5. Elaborazione dei valori di misurazione (introduzione in un sistema digitale);

6. Controllo di funzionamento degli sfioratori e dei dispositivi di scarico.

Inoltre il custode accompagna il professionista esperto durante le sue ispezioni, nonché l'autorità di vigilanza e i periti durante il sopralluogo nell'ambito della perizia quinquennale. Partecipa poi alle rispettive sedute che seguono le ispezioni.

Ai custodi diga possono essere assegnati anche altri compiti. Questi possono tra l'altro toccare i seguenti campi:

- Esecuzione di lavori di manutenzione corrente, per esempio rimuovere le efflorescenze ecc.;
- Preparazione e partecipazione alle misurazioni da parte di specialisti esterni (p.e. misurazioni geodetiche);
- Controllo del deflusso di dotazione, dell'intorbidamento delle acque, ecc.;
- Altri lavori in relazione con la manutenzione più o meno corrente dell'impianto, in base alla sua formazione di base e alla sua esperienza professionale (lavori di muratura, impiantistica, meccanica etc.).

#### 3.2.1 Controlli visivi periodici

I controlli visivi sono importanti perché forniscono informazioni sull'opera che non sono contenute nei dati delle misurazioni.

Poiché il custode non può osservare tutto ad ogni sopralluogo, si deve fissare un programma che definisca chiaramente per i vari sopralluoghi cosa si debba controllare e quando. Devono essere fissate delle priorità che ovviamente possono variare da opera a opera.

Generalmente, i controlli visivi hanno lo scopo di osservare e protocollare ogni cambiamento, rispettivamente ogni



Figura 3. Lettura degli strumenti di controllo nello sbarramento.

<sup>5</sup> La raccolta degli atti è la raccolta interna di tutte le osservazioni, avvenimenti e interventi concernenti l'impianto di accumulazione.

evoluzione dello stato dello sbarramento e delle sue parti strutturali o annesse, che queste siano all'interno o all'esterno dello sbarramento o nei dintorni. Il sistema di misurazione dello sbarramento deve altrettanto essere regolarmente ispezionato tramite controlli visuali dettagliati.

**Le osservazioni principali sono:**

**In estate**

- Presenza di sorgenti, zone umide e assestamenti a valle o sul pendio di una diga.
- Stato della roccia in vicinanza della fondazione.
- Stato delle opere adiacenti e della roccia in vicinanza delle opere di presa e di rilascio di quest'ultime.
- Rilievi di eventuali danni causati dalla neve, da valanghe o da cadute di massi.
- Controllo degli impianti di misurazione al di fuori del corpo diga (per esempio pilastri e punti per misurazioni geodetiche).
- Presenza e stato del materiale di sicurezza e salvataggio sulla corona diga.
- Controllo del terreno attorno alla diga e delle rive del bacino.

**In inverno**

- Si deve prestare particolare attenzione alle infiltrazioni perché esse possono aumentare quando l'opera subisce delle deformazioni maggiori dovute alle basse temperature invernali.
- Il funzionamento corretto dei pendoli e dei pendoli rovesci (per esempio effetti dovuti alla formazione di ghiaccio).
- Verifica di possibili danni causati da

valanghe, osservazione di possibili formazioni di ghiaccio a valle della diga.

**Tutto l'anno**

- Con livello d'invaso basso, stato del paramento lato acqua.
- Grado di umidità nelle gallerie di controllo, nonché lo sviluppo di deflussi d'infiltrazione e di drenaggio nelle gallerie di controllo o sul paramento di valle.
- Perdite d'acqua nel terreno a valle della diga.
- Formazione risp. allungamento di fessure nel corpo diga o nelle opere annesse.
- Stato dell'impianto di misurazione.
- Controllo dei mezzi di comunicazione.

**Controlli supplementari sono da prevedere nei casi seguenti**

- Durante e dopo le piene straordinarie.
- Dopo un terremoto di intensità IV o maggiore sul luogo della diga.
- Dopo la caduta di valanghe.
- Dopo uno smottamento o una caduta di roccia.

### 3.2.2 Misurazioni di controllo periodiche

Le misurazioni si svolgono in primo luogo secondo il regolamento di sorveglianza dell'impianto. Il programma del custode deve essere elaborato in modo che egli abbia abbastanza tempo per eseguire misurazioni di buona qualità. Lo svolgimento del sopralluogo è definito preferibilmente dal custode stesso.

I seguenti principi sono importanti per svolgere con successo il lavoro di custode diga:

- Il custode non deve svolgere il suo lavoro solamente in modo meccanico, ma deve eseguire le sue misurazioni e osservazioni sempre con spirito e senso critici.
- In casi dubbi o di comportamento straordinario è raccomandato di corredare i valori rilevati con commenti. Questi permettono al professionista esperto di giudicare l'attendibilità delle misurazioni e prendere in considerazione che eventualmente un'apparecchiatura di misurazione non funziona più correttamente. (Confronta anche la pubblicazione CSD Controllo e calibrazione delle apparecchiature di misurazione). Inoltre questi commenti permettono di prendere misure appropriate e di eliminare rapidamente eventuali difetti.
- Dopo la misurazione, la verifica dei risultati con un controllo di massima l'eventuale inserimento dei dati in un programma o in una banca dati, il custode deve trasmettere i risultati e le osservazioni al più presto all'ingegnere esperto del livello 2.
- Se il custode al controllo dovesse constatare dei valori che divergono in modo insolito dai valori precedenti o dai valori prestabiliti o che si trovano chiaramente al di fuori del campo delle misurazioni dell'anno precedente, anche tenendo conto della variazione del livello del lago e delle condizioni termiche, deve immediatamente avvisare il professionista esperto del livello 2.

Per quanto concerne le misurazioni singole si devono sottolineare specialmente i seguenti punti:

**Pendoli**

- Durante una misurazione manuale di controllo di un apparecchio di teletrasmissione, deve essere controllata la corrispondenza tra i valori rilevati a mano e i valori indicati/registrati automaticamente (questa verifica può eventualmente essere fatta dal professionista esperto).
- Almeno due volte l'anno si deve controllare se i pendoli si muovono del tutto liberamente nei pozzi e nei bacini di smorzamento.
- Al pendolo rovescio si deve controllare regolarmente il livello del liquido nel bacino e verificare se il galleggiante si possa muovere liberamente nel bacino.
- I pendoli la cui posizione per la teletrasmissione è ricavata tramite contatto (forchetta che tocca il filo) devono



**Figura 4. Controllo dei dintorni dello sbarramento.**

essere controllati periodicamente senza forchetta, per assicurarsi che la posizione del filo non venga falsata dall'apparecchio di misurazione (attrito forchetta-filo)

#### Sottopressioni

- Per evitare che i risultati delle misurazioni siano falsati, i manometri devono essere tenuti costantemente sotto pressione. Dopo la misurazione della sottopressione si possono ovviamente aprire i manometri per breve tempo, per esempio per la misurazione delle perdite. Dopo la misurazione si deve però subito rimetterli sotto pressione.

#### Clinometri

- Gli impianti di misura con clinometro si incontrano in tante dighe ma in genere questi non vengono più usati regolarmente. Se si eseguono ancora queste misurazioni relativamente difficili si raccomanda di eseguirle almeno due volte all'anno. Essendo una misurazione con bolla d'acqua o elettronica, la misurazione si effettua poggiando lo strumento prima in un senso e poi nell'altro, facendo attenzione a mantenere uguale l'ordine di misurazione da una campagna di misurazione all'altra.

#### Infiltrazioni

- Per garantire dei risultati di misurazione corretti, impianti che misurano le perdite con un idrometro devono essere controllati regolarmente (controllo volumetrico).

#### Estensimetri

- L'ancoraggio delle aste di misurazione deve essere controllato periodicamente.

#### Deformometri

- Misurazioni con il deformometro lungo un foro devono essere eseguite prima dall'alto verso il basso, poi dal basso verso l'alto. Inoltre si devono considerare i valori di taratura secondo le indicazioni del fornitore.

### 3.2.3 Controllo di plausibilità dei valori misurati

Prima che il custode lasci la diga, deve assicurarsi della plausibilità dei valori rilevati. Risultati insoliti devono essere controllati sul posto (nuova misurazione). È raccomandabile che il professionista esperto responsabile e il custode elaborino

assieme il metodo per effettuare questo controllo.

Come aiuto pratico si sono resi utili fino ad oggi:

- Diagrammi, che per i singoli posti di lettura mostrano la dipendenza della misurazione dal livello lago.
- Valori di prognosi calcolati in precedenza (per esempio con un'analisi statistica).
- Libretto delle misurazioni con i risultati rilevati l'anno precedente.
- Tabelle, che riassumono i livelli del lago e i valori rilevati alle misurazioni precedenti per un periodo di alcuni mesi fino a un anno.
- Valori aspettati rilevati direttamente dall'apparecchio portatile, calcolati con un modello di predizione.

È ovvio che per il controllo di plausibilità dei risultati possono essere elaborati anche altri metodi simili.

Di seguito sono elencati alcuni esempi tipici (elenco non esaustivo) di cause che conducono a dei risultati non plausibili, la maggior parte delle quali possono essere riconosciute con il controllo di plausibilità del custode:

#### a) Errori di misurazione, qui si tratta maggiormente di:

- Errori di lettura, per esempio errore dell'unità di misura di 1, 5 o 10;
- Errori di trascrizione, per esempio 34 invece di 43 o 34.0 invece di 30.4, ecc.;
- Errori di rilevamento quando si leggono i valori con un'apparecchiatura digitale.

#### b) Posa scorretta dell'apparecchio di misurazione

Questo errore succede ogni tanto con il cordiscopio, che si usa per il rilevamento della posizione dei fili del pendolo.

#### c) Funzionamento scorretto dell'apparecchio di misurazione (vedi anche pubblicazione CSD «Controllo e calibratura di apparecchi di misurazione»)

Per ogni tipo di strumento di misura, le cause possibili di un malfunzionamento sono multiple, come errori umani (incorrettezze nell'installazione, nella manipolazione o nell'interpretazione), interventi in prossimità degli apparecchi di misura (manutenzione, lavori, urti ecc.) o influssi esterni (formazione di ghiaccio, presenza d'acqua, efflorescente, movimenti rocciosi ecc.).

Sono stati scelti i seguenti esempi riferiti ai pendoli:

- Il filo del pendolo non si muove più li-

beramente a causa di un ostacolo, per esempio.

- Le efflorescenze sulla parete di un pozzo sono talmente aumentate che toccano il filo.
- Il filo tocca il collo del bacino contenente il liquido di smorzamento perché questo si è per qualche ragione spostato.
- Dopo anni di servizio il fissaggio del peso del pendolo comincia a toccare il fondo del bacino del liquido.
- Il movimento libero del filo del pendolo è ostacolato dall'attrito eccessivo che il sensore del rilevatore automatico esercita sul filo (avviene solo nei vecchi sistemi, i nuovi sistemi funzionano senza contatto diretto).

Tutti questi errori provocano una deviazione del filo del pendolo dalla posizione verticale, che nell'analisi dei risultati si manifesta poi in spostamenti apparentemente anormali dell'opera.

- Una misura del pendolo corrisponde male perché il pendolo era soggetto a oscillazioni lente durante la misurazione e il custode non le ha notate.
- Oscillazioni veloci del filo perché questo era soggetto a correnti d'aria, il che impediva di mirare bene il filo.

#### d) Altri avvenimenti:

- Durante una misurazione si notano, a uno o diversi posti di lettura, valori significativamente cambiati. In questo caso si deve analizzare se la ragione è un comportamento anormale dell'opera o un difetto all'impianto di misurazione. Di seguito alcuni esempi:
- Difetto all'apparecchiatura di lettura o misurazione
- Un bullone di misurazione è stato danneggiato in occasione di lavori
- Il filo del pendolo è leggermente deformato nella zona di lettura. Se poi il filo si gira attorno all'asse, fa dei piccoli movimenti laterali causati dall'eccentricità.
- L'apparecchiatura di rilevamento o di misurazione è stata revisionata e in quell'occasione sono stati spostati dei parametri di misurazione.

#### e) Trattamento dei dati delle misurazioni:

Durante un'ulteriore elaborazione dei dati di misurazione con un programma o in una banca dati possono verificarsi errori di trascrizione o battitura.

Gli esempi di questo capitolo mostrano che gli errori non possono mai essere esclusi e che i dispositivi di misurazione, anche se hanno fatto buona prova

per tanto tempo, non funzionano sempre correttamente. Ciò conduce regolarmente alla situazione in cui il professionista esperto livello 2 deve richiedere al custode diga dei dettagli di certe misurazioni.

### 3.2.4 Manutenzione degli strumenti di misurazione e dello sbarramento

E' provato che solo strumenti di misurazione ben mantenuti che funzionano correttamente forniscono risultati di buona qualità. Siccome il custode è il primo interessato che gli strumenti siano in uno stato impeccabile, gli viene di regola anche affidata la loro manutenzione.

Un custode non è però in grado di fare tutto da solo. E' perciò necessario che il suo superiore registri accuratamente le osservazioni orali e scritte che il custode gli fa sullo stato degli strumenti di misurazione e dello sbarramento.

È importante che il superiore discuta ogni tanto con il custode sullo stato degli strumenti di misurazione e della diga, ma anche sulle condizioni di lavoro. Ispezioni regolari di tutti i cunicoli di controllo e pozzi, come pure di tutti gli impianti di misurazione assieme al custode non sono solo raccomandate, ma addirittura indispensabili, poiché questi sopralluoghi permettono al superiore di rendersi conto sul posto dei problemi con cui è confrontato il custode.

La manutenzione della rete di misurazione geodetica fa egualmente parte dei compiti di manutenzione, tenendo libere dalla vegetazione le visuali geodetiche e controllando regolarmente i punti di misura per rallentarne i danneggiamenti o la distruzione. Eventuali impedimenti delle visuali geodetiche da nuove installazioni (cartelli, ringhiere, costruzioni, etc.) saranno comunicate al geometra responsabile.

### 3.2.5 Elaborazione dei valori misurati

Dopo ogni introduzione di dati in un programma o una banca dati si deve immediatamente controllare se i dati introdotti corrispondano con quelli del protocollo di misurazione. Con l'aiuto delle valutazioni nel programma o nella banca dati il custode può già eventualmente (nel caso di valori anomali o non plausibili) eseguire un altro controllo delle sue misurazioni (misurazioni di verifica).

### 3.2.6 Prove di funzionamento degli sfioratori e dei dispositivi di scarico

Per reagire in modo preciso e veloce in una situazione di pericolo è importante che gli sfioratori e i dispositivi di scarico siano pienamente funzionanti e che i loro regolari controlli di funzionamento siano effettuati dal personale specializzato previsto e istruito per questo. In tanti casi, in conformità con il regolamento di sorveglianza e le specificazioni relative alle prove di funzionamento, questo compito è assunto del custode diga.

## 4. Conclusioni

Sul ruolo e i compiti del custode diga si possono tirare le seguenti conclusioni:

- Il custode diga è un collaboratore importante per il gestore, che rappresenta la base dell'organizzazione della sorveglianza degli impianti di accumulazione. Egli deve saperlo e bisogna informarlo in modo corrispondente.
- I suoi compiti principali sono: controlli visivi dell'opera e dei suoi dintorni, esecuzione delle misure di controllo, verifica dei risultati con una prima analisi di plausibilità, la manutenzione dell'opera incluso l'impianto di misurazione, la trasmissione dei dati misurati al livello

2 di sorveglianza, e le prove di funzionamento degli sfioratori e organi di scarico.

- L'organizzazione di sorveglianza di un impianto deve essere concepita in modo che la responsabilità del custode non venga diminuita dall'eventuale introduzione della teletrasmissione automatica dei dati. I dati supplementari che ne derivano gli dovrebbero invece semplificare il lavoro ed incrementare il suo interesse per il compimento della diga.
- I requisiti per un custode diga sono: senso di responsabilità, iniziativa, capacità di lavorare in modo indipendente, precisione nel lavoro e capacità di comunicazione.
- Il gestore dell'impianto deve facilitare il lavoro del custode tramite un'organizzazione ben strutturata (incluse le supplenze). Il gestore deve assicurarsi che il custode abbia le conoscenze richieste per affrontare i compiti a lui affidati, rispettivamente che possa acquistarle e svilupparle grazie ad una formazione adeguata.

*Il presente documento è stato elaborato sotto la guida di Andres Fankhauser del gruppo di lavoro Osservazione delle dighe sulla base della versione scritta della presentazione di Walter Indermauer tenutasi nel 1983. La Commissione Tecnica (TEKO) del Comitato Svizzero delle Dighe ha approvato e sancito il documento il 18 novembre 2014.*