

Überblick über den Anspruch an Eingangsdaten sowie deren Verfügbarkeit für Vertiefte Überprüfungen an Stauanlagen im Vergleich von früher zu heute

Lisa-Maria Detert, Gabriele Demisch
Ruhrverband, Essen, Deutschland

Kurzfassung

Früher war die Verfügbarkeit von Eingangsdaten für Vertiefte Überprüfungen an Stauanlagen oft begrenzt. Der Anspruch an diese Daten musste daher oft dem Genauigkeitsgrad der zum Teil nur unvollständig zur Verfügung stehenden Daten genügen. Die Eingangsgrößen beruhten häufig auf manuellen Messungen, Berechnungen und Zeichnungen und die technischen Möglichkeiten, diese zu digitalisieren, waren beschränkt. Inzwischen hat sich dies deutlich verändert. Mit dem Fortschritt der Technologien und dem Aufkommen von automatisierten Messsystemen stehen umfangreiche Daten meist digital zur Verfügung, was einerseits zu einer höheren Sicherheit bei der Beurteilung der Zuverlässigkeit von Stauanlagen führen kann. Andererseits ist mit der hohen Verfügbarkeit von Eingangsdaten zugleich der Anspruch an die Auswertung, Qualität und Aktualität der Daten gestiegen, was einen erheblich höheren Aufwand bei der Bearbeitung einer Vertieften Überprüfung bedeuten kann.

In the past, the availability of input data for in-depth inspections of dams was often limited. The requirements for this data therefore often had to align with the accuracy of the sometimes incomplete data. The input variables were often based on manual measurements, calculations and drawings, with limited technical possibilities for digitizing these. This has now changed significantly. With the progress of technologies and the introduction of automated measuring systems, extensive data is usually available in digital form, which on the one hand can lead to greater certainty when assessing the reliability of dams. On the other hand, the high availability of input data has also increased the demands on the evaluation, quality and timeliness of the data, which can mean a considerably higher effort when processing an in-depth inspection.

1. Einleitung

Stauanlagen besitzen in der Regel ein erhebliches Gefährdungspotenzial und sind entsprechend der relevanten Gesetze und Vorschriften nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik zu erbauen, zu unterhalten und zu betreiben. Mit Novellierung der deutschen Stauanlagennorm DIN 19700 im Jahr 2004 [1] als allgemein anerkannte Regel der Technik wurde die Durchführung einer Vertieften Überprüfung gesetzlich verankert. Somit ist auch der Ruhrverband als Stauanlagenbetreiber von acht Talsperren mit einem Gesamtvolumen von 463 Millionen Kubikmetern und fünf Ruhrstauseen dazu verpflichtet, regelmäßig Vertiefte Überprüfungen an seinen Stauanlagen durchzuführen.

Das Erfordernis, mit der Durchführung einer Vertieften Überprüfung seiner Stauanlagen zu beginnen, erfolgte für den Ruhrverband jedoch bereits im Jahr 1994 durch Aufforderung seiner Aufsichtsbehörde. Als Grundlage sollte der damals im Gelbdruck befindliche und seit 1995 als DVWK-Merkblatt 231 [2] vorliegende Leitfaden „Sicherheitsbericht Talsperren“ herangezogen werden, in dem die Vertiefte Überprüfung erstmals eingeführt und definiert wurde und bei dessen Erstellung der Ruhrverband maßgeblich beteiligt war.

Grundlegende Norm für Talsperren war die DIN 19700 in der seinerzeit gültigen Fassung von 1986, in der eine „Vertiefte Überprüfung“ noch nicht beschrieben war oder gefordert wurde.

Im Jahr 1996 begann der Ruhrverband daher zunächst mit der Vertieften Überprüfung der Fürwiggetalsperre, der Möhnetalsperre und des Stausees Ahausen unter Berücksichtigung der im DVWK-Merkblatt 231 (1995) aufgeführten relevanten Themengebiete, die jedoch noch sehr allgemein formuliert waren. Das daraus resultierende Untersuchungsprogramm wurde durch den Ruhrverband im Allgemeinen mit folgenden Berichtsschwerpunkten festgelegt:

- Zusammenstellung der hydrologischen Bemessungsgrößen
- Zusammenstellung der Materialkennwerte
- Freibordberechnungen
- Überprüfung der Tragfähigkeit des Hauptabspernbauwerks
- Überprüfung der Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastungsanlagen, der Entnahme- und der Entlastungseinrichtungen
- Begehung, Dokumentation und Zustandsbewertung

- Überprüfung der Gestaltungsgrundsätze für die Absperrbauwerke und der betrieblichen Vorgaben
- Vertiefte mathematisch-statistische Auswertung der Messwerte

Sämtliche Ergebnisse wurden in einem Abschlussbericht zusammengefasst.

Mittlerweile wurde ein Teil der Ruhrverbandsstauanlagen bereits zum zweiten Mal vertieft überprüft. Der Vergleich und die Erfahrung aus beiden Vertieften Überprüfungen gibt einen Überblick über den Umfang als auch den Anspruch an die Eingangsdaten sowie deren Verfügbarkeit im Vergleich von früher zu heute. Um den Unterschied zu verdeutlichen, wird zunächst das Vorgehen im Rahmen der ersten Vertieften Überprüfungen beschrieben und auf die Verfügbarkeit der Grundlegenden eingegangen. Anschließend werden die Unterschiede zur zweiten Vertieften Überprüfung dargestellt und verglichen.

2. Vertiefte Überprüfung früher

Im Rahmen der allerersten Vertieften Überprüfungen des Ruhrverbandes beschränkte sich der Untersuchungsumfang in Absprache mit der jeweiligen Aufsichtsbehörde oft nur auf die jeweiligen Hauptabsperrbauwerke. Auf eine Vertiefte Überprüfung von Vorsperren und Ausgleichsweihern, die im Zuge der Weiterbearbeitung von Vertieften Überprüfungen auf Aufforderung der Aufsichtsbehörde mitberücksichtigt wurden, wurde zunächst verzichtet.

Für die Durchführung der ersten Vertieften Überprüfungen war die Verfügbarkeit von Eingangsdaten, vor allem aufgrund des hohen Alters der Ruhrverbandsstauanlagen, oft noch begrenzt.

Als Grundlage für die Zuverlässigkeitsnachweise waren häufig nur Bestandspläne und -statiken aus der Bauzeit der z. T. über 100 Jahre alten Stauanlagen vorhanden (Abbildung 1).

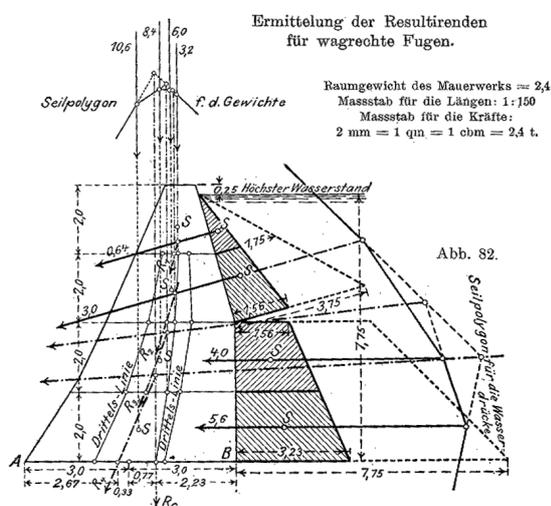


Abbildung 1: Bestandsstatik

Deren Sichtung und Lesbarkeit wurden durch die überwiegend handschriftlich und oft in Sütterlinschrift verfassten sowie teilweise aufgrund von Kriegseinflüssen unvollständigen und in schlechtem Zustand befindlichen Unterlagen erschwert (Abbildung 2).

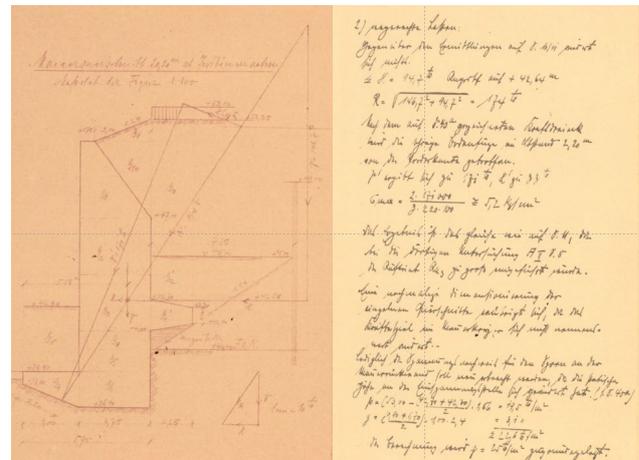


Abbildung 2: Auszug aus einer Statik aus der Bauzeit

Fehlende oder widersprüchliche Informationen in den Bestandsunterlagen mussten durch zeitaufwändige manuelle Neuaufmaße und zeichnerische Darstellungen verifiziert oder ergänzt und vervollständigt werden.

Die zum Zeitpunkt der ersten Vertieften Überprüfungen vorliegenden Messdaten beruhten noch ausschließlich auf manuellen Messungen, die zwar überwiegend in langen Zeitreihen mit regelmäßigen größeren Zeitabständen, aber z. T. auch nur in kurzen Zeitreihen oder lückenhaft zur Verfügung standen.

Wichtige fehlende Informationen für die Zuverlässigkeitsnachweise mussten im Rahmen der ersten Vertieften Überprüfungen erst noch durch Neueinrichtung von Messstellen erfasst werden. So wurden vor allem im Bereich der Ruhrstaustrufen zur Bestimmung der hydrogeologischen Verhältnisse Kernbohrungen von den Wehrpfeilern aus abgeteuft und zu Sohlenwasserdruckmessstellen zur Ermittlung des Potenzialabbaus ausgebaut. Des Weiteren wurden Grundwasser- und Sickerliniennessstellen im Bereich der Stauhaltungsdämme eingerichtet, um auch hier Erkenntnisse zur Durchströmung und der vorhandenen Sickerlinie generieren zu können.

Aktuelle Gutachten, z. B. zur Geologie, Hydrologie oder zu Wind- und Erdbebenverhältnissen im Bereich der Stauanlagen standen zum Zeitpunkt der ersten Vertieften Überprüfungen nicht zur Verfügung und mussten als Eingangsdaten gänzlich neu beauftragt und erstellt werden.

Zur Zustandserfassung und Festlegung der Materialkennwerte für die Zuverlässigkeitsnachweise mussten an ausgewählten Bauteilen der Stauanlagen Materialproben stichprobenartig entnommen und auf ihre Eigenschaften labortechnisch untersucht werden. Eine aussagekräftige Fotodokumentation zur Erfassung des Gesamtzustandes und Feststellung etwaiger Defizite war zu Vergleichszwecken nicht verfügbar und musste

bei der visuellen Bestandsaufnahme im Rahmen der Ersterfassung neu angefertigt werden.

Aufgrund mangelnder Aktualität hinsichtlich der geltenden Regelwerke, der anzusetzenden Einwirkungen und aufgrund baulicher Veränderungen konnten die existierenden Zuverlässigkeitsnachweise aus der Bauzeit für die ersten Vertieften Überprüfungen nicht als Grundlage herangezogen werden. Die zum Teil nur zeichnerisch erstellten statischen Betrachtungen erfolgten häufig noch ohne Ansatz eines Sohlenwasserdrucks (Abbildung 1), so dass die Tragfähigkeitsnachweise im Rahmen der ersten Vertieften Überprüfungen ausnahmslos neu erstellt werden mussten.

Die Tragfähigkeitsnachweise wurden im Rahmen der ersten Vertieften Überprüfungen als Gesamttragfähigkeitsnachweise EDV-gestützt, teilweise mit Hilfe von statischen Berechnungsprogrammen, geführt. Hierbei wurden veränderte Lastansätze und baulichen Veränderungen berücksichtigt, wie z. B. nachträglich erstellte Kontroll- und Dränagestellen zur Verminderung des Sohlen- und Porenwasserdrucks (Abbildung 3 und 4).

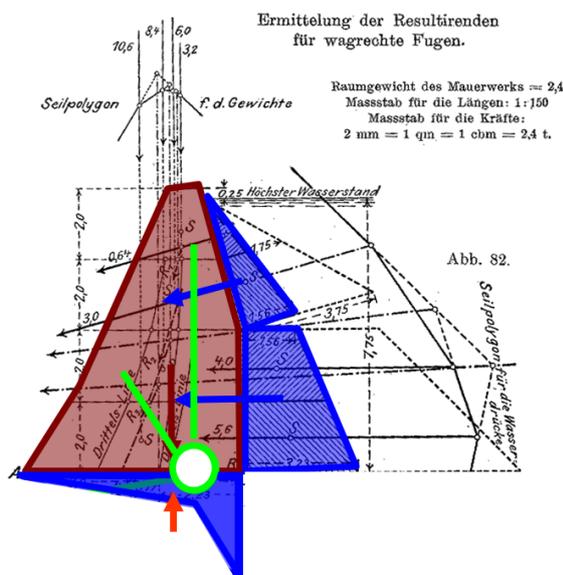


Abbildung 3: Bestandsstatik mit exemplarischer Darstellung der Dränagewirkung des Kontrollstollens

Die Grundlagendatenbeschaffung im Rahmen der ersten Vertieften Überprüfungen war dementsprechend umfangreich und zeitintensiv, so dass der erste Durchgang der Vertieften Überprüfungen aufgrund der unvollständigen oder fehlenden Eingangsdaten oft mehrere Jahre in Anspruch nahm.

Die personellen und technischen Möglichkeiten, die zur Verfügung stehenden Eingangsdaten zu digitalisieren, waren zum Zeitpunkt der ersten Vertieften Überprüfungen oft noch beschränkt.

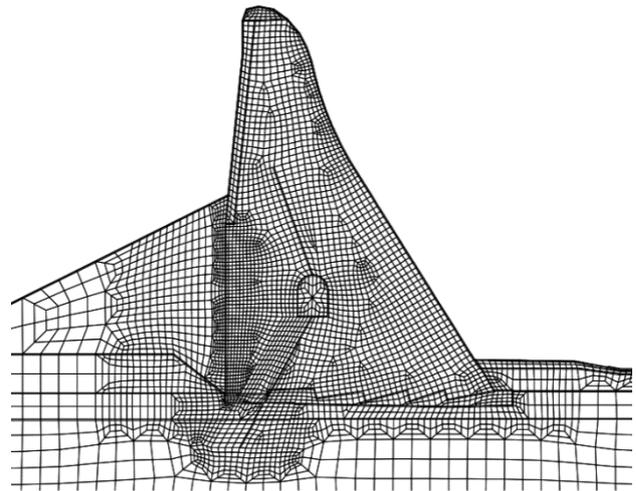


Abbildung 4: Diskretisierung einer Staumauer im FEM-Modell

Im Rahmen der ersten Vertieften Überprüfungen musste der Anspruch an die vorhandenen Eingangsdaten als Grundlage für die Zuverlässigkeitsnachweise oder Messdatenanalyse oft dem Genauigkeitsgrad der zum Teil nur unvollständig oder in kurzer Zeitreihe zur Verfügung stehenden Daten genügen. Dagegen konnten aktuelle und qualitativ hochwertige Grundlagendaten durch die Neuerstellung von Gutachten in die Überprüfung einbezogen werden.

Mit den zur Verfügung stehenden vorhandenen und durch oben beschriebene Maßnahmen umfangreich ergänzten Grundlagendaten konnte das Untersuchungsprogramm der ersten Vertieften Überprüfungen vollständig und in zufriedenstellender Qualität durchgeführt werden, so dass eine fundierte Aussage über die vorhandene Zuverlässigkeit der Stauanlagen gegeben werden konnte.

3. Vertiefte Überprüfung heute

Inzwischen haben sich die technischen Möglichkeiten, die Eingangsdaten für die Durchführung einer Vertieften Überprüfung zu digitalisieren, deutlich verändert. So ist z. B. die EDV-mäßige Erfassung und Digitalisierung von Bestandsunterlagen ein fortlaufender Prozess. Durch die bereits vorliegenden und weitgehend aktuellen Bestandsunterlagen der ersten Vertieften Überprüfungen kann der Aufwand für die Sichtung und Beschaffung der Unterlagen im Rahmen der Wiederholungsprüfungen deutlich reduziert werden. Fehlende Informationen oder zwischenzeitlich erfolgte bauliche Veränderungen können heute schneller z. B. mit Hilfe von 3D-Laserscannings digital erfasst und zeichnerisch umgesetzt werden, so dass zum Teil hochkomplexe Bereiche der Stauanlagen in 3D-Abbildungen vorliegen (Abbildung 5).

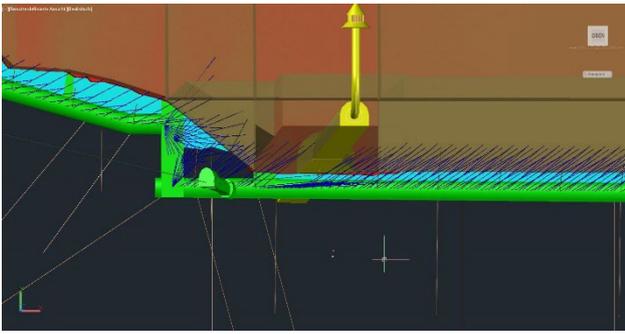


Abbildung 5: Beispiel 3D-Abbildung

Im Anschluss an die ersten Vertieften Überprüfungen wurden bestehende Mess- und Kontrollprogramme angepasst und ergänzt. Mit der Einführung des DWA-Merkblatts 514 (2011) „Bauwerksüberwachung an Talsperren“ [3] wurden Messanweisungen für das Betriebspersonal an den Stauanlagen erstellt, was zu einer regelmäßigen und lückenlosen Erfassung von Messdaten führte.

Mit dem Fortschritt der Technologien und dem Aufkommen von automatisierten Messsystemen stehen für die Wiederholungsprüfungen mittlerweile umfangreiche Messdaten meist digital zur Verfügung. So lassen z. B. moderne Sensoren und Überwachungssysteme eine kontinuierliche Erfassung von sicherheitsrelevanten Messgrößen zu (Abbildung 6).

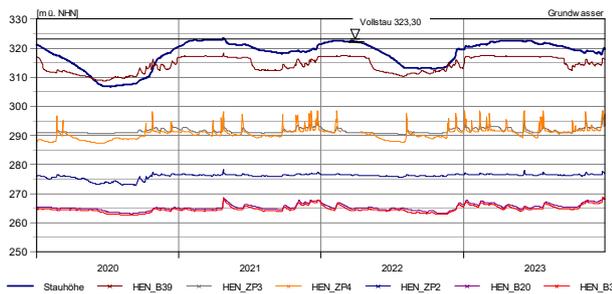


Abbildung 6: Beispielhafte Darstellung von Grundwassermessungen mit automatisierter Erfassung des Grundwasserstands und dementsprechend hoher Messpunktdichte

Darüber hinaus ermöglichen neuere Analyse- und Berechnungsmethoden eine bessere Auswertung und Interpretation der erfassten Daten. Aber auch die höhere Messpunktdichte kann dabei helfen, z. B. bei der vertieften Messdatenanalyse Zusammenhänge zwischen Mess- und Wirkgrößen genauer bestimmen zu können. Die Ergebnisse der Messdatenanalyse können dann im Anschluss dazu dienen, Plausibilitätsanalysen auf Datenbankebene durchzuführen.

Die im Rahmen der ersten Vertieften Überprüfungen erstellten Gutachten, z. B. zur Geologie oder zu Materialkennwerten, sind auf ihre Aktualität zu überprüfen und können nur bedingt als Grundlagendaten für die Wiederholungsprüfungen übernommen werden. Aufgrund mangelnder Aktualität bzgl. der Einwirkungen ist eine Neuerstellung, z. B. zur Hydrologie, unerlässlich. Aber auch neue Gutachten zu Wind- und Erdbebenverhältnissen im Bereich der Stauanlagen können aufgrund

veränderter Regelwerke und Einwirkungen notwendig werden.

Bei der visuellen Bestandsaufnahme im Rahmen der Zustandserfassung ist aufgrund der bereits vorhandenen Fotodokumentationen ein Vergleich zwischen der ersten Vertieften Überprüfung und der Wiederholungsprüfung möglich. Durch die digitale Erfassung und Bewertung von Schäden kann darüber hinaus eine Schadensverfolgung und damit ein besseres Instandhaltungsmanagement erfolgen.

Vor allem durch eine veränderte Normung mit Nachweisführung nach dem aktuellen Sicherheitskonzept der Eurocodes (EC) unter Berücksichtigung von Teilsicherheitsbeiwerten, aber auch aufgrund baulicher Veränderungen konnten die im Rahmen der ersten Vertieften Überprüfungen erstellten Tragfähigkeitsnachweise oft nicht als Grundlage für die Wiederholungsprüfungen beim Ruhrverband herangezogen werden. Die Tragfähigkeitsnachweise mussten im Rahmen der Wiederholungsprüfungen zum Teil neu erstellt werden, wobei nur selten auf die bestehenden Berechnungsmodelle der ersten Vertieften Überprüfung zurückgegriffen werden konnte. Teilweise wurden im Rahmen der Wiederholungsprüfungen unter Berücksichtigung der veränderten Grundlagendaten lediglich vergleichende Betrachtungen durchgeführt.

4. Vergleich und Fazit

Der Aufwand, der bei der Durchführung einer Vertieften Überprüfung entsteht, ist je nach Größe und Nutzungsart einer Stauanlage unterschiedlich hoch. Ein wesentlicher Aspekt hierbei ist, ob es sich um eine erste Vertiefte Überprüfung oder bereits um eine Wiederholungsprüfung handelt, da sich der Aufwand bei Wiederholungsprüfungen durch die bereits vorliegenden und weitgehend aktuellen Grundlagendaten reduzieren kann.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass sich beim Ruhrverband der Aufwand für die erste Wiederholungsprüfung gegenüber der Erstüberprüfung insgesamt nur unwesentlich unterschieden hat, da z. B. der Untersuchungsumfang auf Aufforderung der Aufsichtsbehörde im Hinblick auf die Vorsperren und Ausgleichsweiherr erweitert werden musste. Zudem konnte aufgrund der normativen Änderungen zwischen den beiden Vertieften Überprüfungen nicht auf die erste Vertiefte Überprüfung zurückgegriffen werden. Die vergleichenden Tragfähigkeitsbetrachtungen ergaben nur eine geringe Zeitersparnis im Vergleich zu einer Neuerstellung der Tragfähigkeitsnachweise.

Mit der besseren Verfügbarkeit von Eingangsdaten ist zugleich der Anspruch an die Auswertung, Qualität und Aktualität der Daten gestiegen, was zu einem erheblich höheren Aufwand bei der Bearbeitung einer Vertieften Überprüfung führen kann und ein vorausschauendes Projektmanagement erfordert.

Gelingt es, alle relevanten Unterlagen umfassend zu bewerten, trägt eine Vertiefte Überprüfung immer dazu bei, die Sicherheit und Zuverlässigkeit dieser wichtigen Infrastrukturen zu gewährleisten, da potenzielle Risiken frühzeitig erkannt und behoben werden können.

Wenn sich zwischen zwei Vertieften Überprüfungen keine normativen Änderungen ergeben, kann überwiegend auf die Berichte der davorliegenden Vertieften Überprüfung zurückgegriffen werden, was den Aufwand erheblich reduzieren kann.

Das Merkblatt M 231 „Sicherheitsbericht Talsperren - Leitfaden“ aus dem Jahr 1995 wird zukünftig durch das Merkblatt DWA-M 516 „Leitfaden zur Erstellung des Sicherheitsberichts und zur Durchführung der Vertieften Überprüfung von Stauanlagen“ [4] ersetzt, das seit Dezember 2023 im Gelbdruck vorliegt. Die im Merkblatt DWA-M 516 beschriebene Vorgehensweise

zur Ermittlung der Grundlagendaten und der Untersuchungsumfang der Fachgutachten wurden wesentlich klarer formuliert und entsprechen weitestgehend dem vom Ruhrverband seit jeher aufgestellten Programm einer Vertieften Überprüfung.

Kontaktdaten

Lisa-Maria Detert und Gabriele Demisch

Ruhrverband

Abteilung Wasserwirtschaft

Kronprinzenstraße 37

45128 Essen

Ansprechpartner:innen

E-Mail: lkr@ruhrverband.de

Literaturverzeichnis

- [1] DIN 19700-10:2004-07: Stauanlagen: Gemeinsame Festlegungen - Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin: Beuth-Verlag.
- [2] Sicherheitsbericht Talsperren - Leitfaden, Merkblatt DWA-M 231, DWA-Regelwerk (1995).
- [3] Bauwerksüberwachung an Talsperren, Merkblatt DWA-M 514 (2011).
- [4] Leitfaden zur Erstellung des Sicherheitsberichts und zur Durchführung der Vertieften Überprüfung von Stauanlagen, Entwurf Merkblatt DWA-M 516 (2023).