

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Stärker, Martin; Haufe, Holger

Die Zustandserfassung von Stahlwasserbauteilen und Rohrleitungen im Rahmen der Bauwerksinspektion

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/104618>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Stärker, Martin; Haufe, Holger (2018): Die Zustandserfassung von Stahlwasserbauteilen und Rohrleitungen im Rahmen der Bauwerksinspektion. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Wasserbauwerke im Bestand - Sanierung, Umbau, Ersatzneubau und Rückbau. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 60. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 211-220.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Die Zustandserfassung von Stahlwasserbauteilen und Rohrleitungen im Rahmen der Bauwerksin- spektion

Martin Stärker
Holger Haufe

An vielen Wasserbauwerken in Deutschland ist die Ausrüstung des Stahlwasserbaus stark gealtert und der Zustand vielerorts unbekannt. Dies schließt Rohrleitungen und Armaturen ein. Zur Sicherstellung der bestimmungsgemäßen Funktionsfähigkeit und zur Minimierung von Gefahren, die von Wasserbauwerken ausgehen, müssen Unterhaltungslasträger den Zustand ihrer Anlagen kennen. Anhand des Zustandes können den Bauwerken technische und anlagenwirtschaftliche Werte beigemessen werden. Auf Grundlage der Ergebnisse der Bauwerksinspektion werden häufig Investitionsentscheidungen hinsichtlich der Sanierung oder des Ersatzneubaus getroffen. Aus Sicht des beratenden Ingenieurs sollen in diesem Beitrag die methodischen Grundlagen, die eingesetzten Untersuchungsverfahren, die erforderlichen Spezialkenntnisse und die vorliegenden Erfahrungen erläutert werden. Dabei wird insbesondere auf die spezifischen Randbedingungen eingegangen, die regelmäßig an Wasserbauwerken im Bestand angetroffen werden.

Stichworte: Zustandserfassung, Stahlwasserbau, Bauwerksinspektion, Bauwerkprüfung, Instandhaltung, Rehabilitationsplanung, vertiefte Überprüfung

1 Einführung und Zielstellung

Eigentum verpflichtet! Unterhaltungslasträger tragen die Verantwortung für die Verkehrssicherheit, Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit sowie die Funktionstüchtigkeit von Bauwerken. Aus diesem Grund ist eine regelmäßige Kontrolle des Anlagenbestandes nötig. Neben kontinuierlichen Messungen und Beobachtungen in engen zeitlichen Abständen sind größere Sicherheitsuntersuchungen durchzuführen und zu dokumentieren.

Für Talsperren im Geltungsbereich der *DIN 19700* sind neben laufenden visuellen und messtechnischen Kontrollen und Funktionsproben die jährlichen Sicherheitsberichte z. B. nach Leitfaden in *DVWK-M 231/1995* anzufertigen und „in angemessenen Abständen“ vertiefte Überprüfungen durchzuführen.

Gemäß *DIN 19700* sind in den vertieften Überprüfungen „alle relevanten Sicherheitsnachweise [...] nach den gültigen technischen Vorschriften erneut zu führen.“ Das heißt auch, dass im Vergleich zum vorhergehenden Sicherheitsnachweis die Veränderung des Bauwerksbestands kontrolliert werden muss. Dazu ist eine Bauwerksprüfung als Teil der Bauwerksinspektion nötig.

Für Bauwerke, die in der Unterhaltungslast der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung liegen, sind Art und Umfang von Bauwerksinspektionen in *VV-WSV 2101* geregelt. Darin ist die Bauwerksinspektion der Überbegriff für Bauwerksprüfungen, Bauwerksüberwachungen und Bauwerksbesichtigungen.

Im Folgenden sollen die Inhalte von Bauwerksprüfungen innerhalb und außerhalb des Anwendungsbereichs der *VV-WSV 2101* beschrieben werden. Die bekanntesten Bauwerksprüfungen sind die Brückenprüfungen nach *DIN 1076*, bei denen im Ergebnis die Brücke eine Zustandsnote erhält. Brückenprüfungen werden hier nicht weiter verfolgt. Aber die Zielstellung der Bauwerksinspektionen für Stahlwasserbauteile und Rohrleitungen ist vergleichbar: da die Bauwerksinspektion als Teil des Bauwerk-Management-Systems zu verstehen ist, soll das geprüfte (Ingenieur-)Bauwerk anhand der Summe der gefundenen und bewerteten Schäden eine objektive, wasserbau- bzw. ingenieurbau-normierte Bauwerksnote erhalten. Zudem sollen die hinterlegten Einzelschäden, die nach Art, Umfang und Sanierungs-Dringlichkeit bewertet wurden, dokumentiert und nachverfolgbar sein.

2 Bauwerksprüfung

2.1 Fristen

Die Bauwerksinspektion dient der kontinuierlichen Erfassung des Zustands des Bauwerks. Das heißt, es ist eine wiederkehrende Prüfung. Wenn möglich, sollte die erste Bauwerksprüfung vor der Abnahme der VOB-Leistungen im Verantwortungsbereich des für den Bau verantwortlichen Sachbereichs unter Beteiligung des zukünftigen Betreibers erfolgen. Die zweite Bauwerksprüfung ist in Verantwortung des Betreibers unter Zuhilfenahme der für den Bau Verantwortlichen zum Ende der Verjährungsfrist für Mängelansprüche durchzuführen, d. h. nach 4 Jahren (VOB/B) oder 5 Jahren (BGB). Alle folgenden Bauwerksprüfungen sind in einem Abstand von 5 bis 6 Jahren zu empfehlen. Besondere Bauwerksprüfungen können im Anschluss an eine besondere Belastung wie z. B. einem Hochwasser oder eine lang andauernde Trockenlegung durchgeführt werden. In Einzelfällen und aus besonderen Erkenntnissen können Prüffristen für spezielle Bauteile verkürzt werden.

2.2 Personal

Die Bauwerksprüfung ist durch sachkundige Personen durchzuführen, d. h. die Funktionsweise und das Tragverhalten des Bauwerks sind diesen bekannt. Die Bauwerksprüfer sollten ein hohes Maß an hydraulischem Verständnis aufweisen und Vorgänge der Schadensentstehung und Entwicklung sowie baustoffrelevante Spezifika kennen.

Für die Bauwerksprüfung ist Personal einzusetzen, das regelmäßig mit Beurteilungen und Bewertungen von Schäden betraut ist, bestenfalls Bauwerksprüfungen kontinuierlich durchführt.

Das Betriebspersonal sollte im Rahmen einer Bauwerksprüfung einbezogen werden. Das Betriebspersonal kennt anlagentechnische Spezifika, Fehler und kann Auskunft zum Schadensauftritt und der Schadensentwicklung geben.

2.3 Vorbereitung

Es ist ein Durchführungskonzept mit folgenden Mindestinhalten zu erarbeiten:

- Vorhandensein und Zugriffsmöglichkeit auf erforderliche Unterlagen wie Bestandspläne, Bestandsstatiken, Ergebnisse vorangegangener Bauwerksprüfungen, Messprogramme, Besichtigungsberichte, Gutachten, Funktionsprüfungsprotokolle, Fehlerprotokolle und protokollierte Auffälligkeiten
- Definition durchzuführender Arbeiten an den zu untersuchenden Bauteilen
- Reinigungsmöglichkeiten und Erreichbarkeit der Bauteile, ggf. Maßnahmen wie Bootseinsatz an Dalben und Eisbrechern
- Vorhandensein und Einsetzbarkeit von Baubehelfen wie Revisionsverschlüssen, Übertritten, Öffnungshilfen von Abdeckungen
- ausreichende Ausleuchtungen zur Umfeldbeleuchtung und Sicherheit sowie zur tatsächlichen Inspektion
- Sicherheit des Prüfpersonals, ggf. Maßnahmen wie Gerüste, persönliche Schutzausrüstung, spezielle Werkzeuge
- vorhandenes Personal, das die o. g. Anforderungen erfüllt, ggf. Einsatz eines Koordinators zur Abstimmung von gleichlaufenden Arbeiten
- Umfang und Kosten der Einbeziehung Dritter wie Ingenieurbüros, Vermessungsbüros, Taucherfirmen zur Prüfung unter Wasser liegender Bauteile
- Terminplan mit Dauer der Bauwerksprüfung unter Berücksichtigung von Witterungsprognosen, Tiden, Hochwasserzeiten, etc.

Ziel des Konzeptes ist die Vorbereitung und Sicherstellung der Bauwerksprüfung und damit der handnahen Inspektionsmöglichkeit aller, auch schwer zugänglicher, Bauwerksteile. Das Konzept beinhaltet die Aufgaben der Bauwerksprüfung ähnlich einer Prüfanweisung bei zerstörungsfreien Werkstoffprüfungen.

Es wird empfohlen, schon bei der Vorbereitung auf Kontinuität der Nomenklaturen zu achten. Bezeichnungen aus Bestandsplänen sollten übernommen werden. Am Bauwerk vorhandene alte Bezeichnungen sollten trotz technischer Novellierungen nicht zwangsläufig geändert werden. Dazu folgendes Beispiel: obwohl nach heutigem Verständnis eine Absperrklappe kein Regelverschluss ist, mit dem der Durchfluss „gedrosselt“ wird, wird oftmals der Begriff „Drosselklappe“ historisch fortgeführt und ist unter dieser Bezeichnung in den Bauwerks-Dokumentation niedergeschrieben. Bei der Bauwerksprüfung sollte eine derartige Bezeichnung nicht geändert werden.

An Tragwerksteilen von Stahlwasserbauverschlüssen empfiehlt sich zur Unterscheidung, statt der statischen Bezeichnungen wie Hauptträger und Querträger die Begriffe „Riegel“ für horizontale Trägerlagen und „Schott“ bzw. „Endschott“ für vertikale Trägerlagen zu verwenden. Empfehlungen für gleichlautende Begriffsbestimmungen für verschiedene Verschlusstypen sind in *MBI 2010*, Anlage 2 benannt. Die zu prüfenden Bauwerke sind in Bauwerksteile/Bauteile zu gliedern. Eine Talsperre mit mehreren Betriebseinrichtungen, eine Schiffahrtsschleuse oder ein mehrfeldriges Wehr sind ebenenweise zu teilen, um der Komplexität der zu untersuchenden Bauteile eine Struktur und Abarbeitungsreihenfolge zu geben. Es empfiehlt sich eine tabellarische Unterteilung aller Bauteile, bei der in der letzten Spalte das tatsächlich zu untersuchende Bauteil steht. Ein Beispiel zur Ebenenteilung zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1 Bauteil-Ebenenenteilung einer Grundablass-Rohrleitung an einer Talsperre

| Ebene 0 | Ebene 1 | Ebene 2 | Ebene 3 | Ebene 4 | Ebene 5 | |
|-------------|------------------|--|--|--|-------------------|-------------------|
| Talsperre | Grundablässe | GA rechts (Entnahmebauwerk und Schieberhaus) | Wasserseitiger Einlauf | Rohre | Stahlbau | |
| | | | | | Korrosionsschutz | |
| | | | Rohrleitung DN 800 (einbetoniert) | Rechen | Stahlbau | |
| | | | | | Korrosionsschutz | |
| | | | | Rohre | baulicher Zustand | |
| | | | | | Wandstärken | |
| | | | | | Korrosionsschutz | innen |
| | | | | Rohrleitung DN 800/600 (offene Formstücke) | Rohre | baulicher Zustand |
| | | | Wandstärken | | | |
| | | | Flanschverbindungen | | | |
| | | | Korrosionsschutz | | außen innen | |
| | | | Rohrleitung DN 600/1000 (einbetoniert) | Rohrlagerung | | |
| | | | | Rohre | baulicher Zustand | |
| Wandstärken | | | | | | |
| | Korrosionsschutz | innen | | | | |

Als „Bauteil“ muss nicht zwangsläufig eine Konstruktion wie eine gesamte Rohrleitung oder ein Wehrverschluss verstanden werden. Als „Bauteil“ gilt nach *MSV 2015* die kleinste Instandsetzungseinheit, z. B. eine Schütz-Rolle.

Anhand der in Tabelle 1 gezeigten Ebenenteilung ist eine weitere Unterteilung in derartige Instandsetzungseinheiten möglich. So besitzt beispielsweise eine Flanschverbindung an einer Rohrleitung folgende Prüfteile: Werkstoff Rohr, Werkstoff Flansch, Schweißverbindung Rohr/Flansch, Verbindungsmittel, Dichtung sowie innerer und äußerer Korrosionsschutz.

Über die handnahe Inspektion hinaus ist zu klären, ob innerhalb der Bauwerksprüfung weitere Untersuchungen erfolgen sollen. In Vorbereitung auf die Bauwerksprüfungen werden oftmals schwer zugängliche Teile begehbar gemacht und können in diesem Zusammenhang vertieft geprüft werden. Für Stahlwasserbauteile und Rohrleitungen empfehlen sich verschiedene zerstörungsfreie Prüfverfahren wie Wandstärken- und Schichtdickenmessungen sowie Druckprüfungen von Hohlkästen. Letztgenannte können an den aus der Bauzeit vorhandenen Druckmessstutzen durchgeführt werden und sollten in Anlehnung an *DIN 19704-2* umgesetzt werden (Haltezeit 6 Stunden und Überdruck von 0,3 bar).

2.4 Durchführung

Es gilt der Grundsatz, dass nur Schäden an Bauteilen dokumentiert werden. Dies heißt im Umkehrschluss: liegen für ein Bauteil keine dokumentierten Inspektionsergebnisse vor, ist es schadensfrei.

Ein Schaden ist definiert mit der Überschreitung des Toleranzbereiches für die Abweichung zwischen dem Ist- und dem Soll-Zustand eines Bauteils zum Zeitpunkt der Bauwerksinspektion in Hinblick auf die Tragfähigkeit und die Gebrauchstauglichkeit.

Die Bauwerksprüfung ist an gereinigten und handnah inspizierbaren Bauwerksteilen durchzuführen, um auch versteckte Schäden zu identifizieren. Die zu identifizierenden Schäden sind u. a. Risse in Schweißnähten. Um Schäden dieser Art zu sehen, sind ausreichende Betrachtungsbedingungen zu schaffen. Hilfreich sind hier die Empfehlungen für eine Schweißnaht-Sichtprüfung nach *DIN EN ISO 17637* mit mind. 500 lx Beleuchtungsstärke, einem Betrachtungsabstand < 600 mm (=handnah) und einem Betrachtungswinkel von > 30° zur Oberfläche.

Gereinigte Bauteile heißt, dass z. B. Schlick, Algen, Anhaftungen und Muschelbefall in einem offenen Tragwerksgefache mit einem Wasserstrahl entfernt sind, um die Konstruktion genau in Augenschein nehmen zu können.

Zur fotografischen Dokumentation der Schäden sind Vergleichsmaßstäbe neben den Schäden zu positionieren und Nummerierungen von Schäden am Bauteil mit

Signierstiften oder Kreide, ggf. mit Bezeichnung zur Lage (Bauteil, Einzelteil, etc.) vorzunehmen.

Empfehlenswert sind vorbereitete Protokolle und Blanko-Schadensskizzen, um Art und Ort von Schäden zu protokollieren und zu lokalisieren. Ein Beispiel für ein Blanko-Protokoll zeigt Tabelle 2. Darin sind im Blattkopf die Schadensarten und Kurzzeichen für eine zügige stenografische Protokollierung eingetragen. Das Protokoll legt den Fokus auf den stahlwasserbaulichen Bestand und die zu untersuchenden Bauteilkomponenten „Stahlbau“(-Konstruktion), „elastische Dichtungen“ und „Korrosionsschutz“. Die Schäden werden in den eigentlichen Protokollierungsfeldern unter dem Protokollkopf eingetragen.


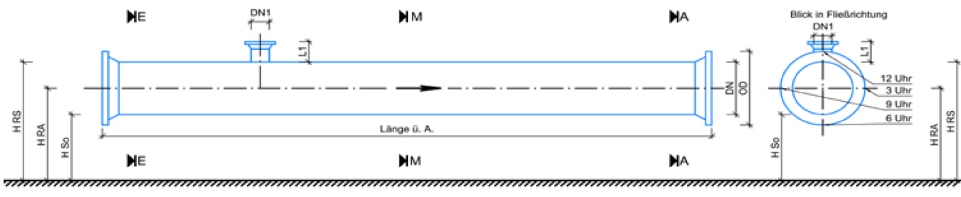
Tabelle 2 Einfaches Blanko-Protokoll für die Feldaufzeichnungen der Schäden

| Bauteil/Bauteil-Nr. | | Datum/Uhrzeit | | Teilnehmer | | | | |
|----------------------------------|------|---|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------------------|----|-----------|
| Wehr, Feld 2, Schütz, Oberschütz | | 01.07.2016, 10:35 Uhr bis 13:20 Uhr | | | | | | |
| Legende | | | | Staumeister | | | | |
| Stahlbau | NK | - | Mulden-/Narbenkorrosion | A | - | Anriss | | |
| | v/fl | - | vereinzelt/flächig | Lr | - | Risslänge | | |
| | FK | - | Flächige Korrosion | sVB | - | schadhaftes Verbindungsmittel | | |
| | SP | - | Spaltkorrosion | SN | - | Schweißnaht | | |
| | KK | - | Kontaktkorrosion | nu | - | nicht umschweißt (Kante) | | |
| | KA | - | Kantenabrostung | nd | - | nicht durchgeschweißt | | |
| | sBT | - | schadenstolerantes Bauteil | Rsn | - | Riss in Schweißnaht | | |
| | nsBT | - | n. schadenstolerantes Baut. | LR,sn | - | Risslänge in Schweißnaht | | |
| | | | | Notizen | | | | |
| Elast. Dichtung | ER | - | Einzelriss | KS | - | Korrosionsschutz(schicht) | | |
| | vR | - | vereinzelte Risse | R _K | - | Riss KS | | |
| | viR | - | viele Risse | B _K | - | Blase KS | | |
| | TG | - | Treibgut/Geschiebe | A _K | - | Abblätterung KS | | |
| | vw | - | verwittert | UR | - | Unterrostung | | |
| | pb | - | physikalisch beansprucht | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | - wolzig, 12 °C | | | | |
| | | | | - Bauteil nur teilweise gereinigt | | | | |
| Objektteil | Nr. | Stahlbau/ Konstruktion | Korrosion | Korrosionsschutz | elast. Dichtung | Foto- Nr. | SK | Bemerkung |
| Stauwand | 1 | Delle Treibgutandrall, 40 cm ² | fl NK | UR, fl. durchrostet | -- | 1010 | 2 | -- |

Zeilenweise werden je Objektteil die Schäden dokumentiert. Eine Schadensklasse (SK) kann bei Bekanntsein vermerkt werden.

Aus den o. g. Empfehlung ergibt sich für den Inspekteur ein Mindestmaß an technischer Ausrüstung wie: Arbeitsschutzkleidung mit Schuhen, Helm, Gummi-Stiefeln, Handschuhen, Putzlappen, Einweg-Overall, Knieschoner, Feldbrett A3, Fotoapparat mit ausreichend Speicherplatz und mit (am Mann zu tragenden) Wechselakku, Signierstifte oder Kreide, fokussierbare Lampe, Inspektions-Spiegel, magnetischer Maßstab von ca. 250 mm Länge, Stahlmaßband bis 5 m, Risslehre, Lochlehre, Messschieber mit Tiefenmesser und Gaswarngerät zur Rohrrinneninspektion. Eine 4-Skalen-Schweißnahtlehre eignet sich für Tiefenmessungen bis mindestens 2 mm. Bei absturzgefährdenden Arbeiten z. B. auf in Revisionsstellung gedrehten Drehtoren, sind Fallschutzausrüstungen zu tragen.

Tabelle 3 Blanko-Prüfprotokoll für Wandstärken- und Schichtdickenmessungen von einem Rohrformstück

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---------|---|--------|---------------|-----------|-------|-------|---------|---------------|----------------------------|-------|-------|--------|
| 1. BAUTEIL/BAUTEIL-NR. GA-li-FF-01 | | 2. DATUM/ UHRZEIT 14.11.2013, 11:30 Uhr | | 3. TEILNEHMER Staumeister (zeitw.), Inspekteur | | | | | | | | | | | |
| 4. ABMESSUNGEN | | | | 5. FOTO | | | | | | | | | | | |
| DN | - Nenndurchmesser Hauptrohr | 800 | |  | | | | | | | | | | | |
| DN ₁ | - Nenndurchmesser Abgangsrohr | 100 & 200 | | | | | | | | | | | | | |
| PN | - Nenndruckstufe | 10 | | | | | | | | | | | | | |
| L _{0A} | - Länge Hauptrohr (Fl - Fl, über alles) | 5000 | | | | | | | | | | | | | |
| L ₁ | - Länge Abgangsrohr (Fl - Außenwand) | 220 | | | | | | | | | | | | | |
| H _{RA} | - Höhe Rohrachse | ca. 960 mm üFB | | | | | | | | | | | | | |
| H _{RS} | - Höhe Rohrscheitel | ca. +1370 mm | | | | | | | | | | | | | |
| H _{So} | - Höhe Sohle | ca. +550 mm | | Stutzen DN 200 in WEZ flächig unterstet | | | | | | | | | | | |
| 6. SKIZZE | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. MESSWERTE | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3 Uhr | 6 Uhr | 9 Uhr | 12 Uhr | | 3 Uhr | 6 Uhr | 9 Uhr | 12 Uhr | | 3 Uhr | 6 Uhr | 9 Uhr | 12 Uhr |
| Einlauf | Wandstärke [mm] | 6,3 | 6,2 | 6,1 | 6,3 | KS außen [µm] | 338/368 | 341 | 374 | 524/735 | KS innen [µm] | keine Einstiegsmöglichkeit | | | |
| Mitte | | -- | -- | -- | -- | | -- | -- | -- | | | | | | |
| Auslauf | | 6,4/6,5 | 6,1/6,2 | 6,0 | 6,2 | | 363 | 411 | 381 | 505 | | | | | |
| Abgangsrohr | | 5,0 | -- | 5,0 | -- | | 346...422 | | | | | | | | |
| Schadstelle 1 | | -- | -- | -- | -- | | | | | | | | | | |
| Schadstelle 2 | | -- | -- | -- | -- | | | | | | | | | | |
| Schadstelle 3 | -- | -- | -- | -- | | | | | | | | | | | |

Für vertiefende Messungen sind zerstörungsfreie Schichtdickenmessgeräte mit Sonden für ferritische und non-ferritische Untergründe oder Keilschnittgeräte für zerstörende Schichtdickenmessungen und zur Untersuchung des Schichtaufbaus sowie Wandstärkenmessgeräte einzusetzen. Zusätzlich können mit Haftzuggeräten zerstörende Zugversuche von Beschichtungen durchgeführt werden. In Tabelle 3 ist ein Prüfprotokoll für Wandstärken- und Schichtdickenmessungen an Rohrleitungen dargestellt. Für während der Bauwerksinspektion identifizierte Schäden des Korrosionsschutzes, die bei einer Trockenlegung eines Stahlwasserbauteils ausgebessert werden, sind Taupunktmessgeräte und ISO-Rauheits-Vergleichsmuster hilfreich. Verwaltungspersonal und spezialisierte Ingenieurbüros verfügen über derartige Geräte und sind mit dem Umgang geübt und sollten einbezogen werden.

2.5 Bewertung

Die an den Bauteilen dokumentierten Schäden sind zu klassifizieren. Die Aufstellung kann tabellarisch oder in Berichtsform erfolgen. Jedem Schaden sollte ein aussagekräftiges Foto zugeordnet sein. Systematische Schäden sind zusammenzufassen.

Die Schadensbewertung erfolgt in Bezug auf das betroffene Bauteil und nicht in Bezug auf die Gesamtanlage, um einheitliche und vergleichbare Bewertungsobjekte sicher zu stellen.

Im MSV 2015 sind die Schadensklassen SK 1 bis SK 4 definiert, die zur Bewertung in der Bauwerksprüfung empfohlen werden:

- Schadensklasse 1: auch zukünftig unkritischer Schaden
- Schadensklasse 2: Schaden, dessen vermutete Entwicklung eine Beeinträchtigung der Tragfähigkeit und/oder der Gebrauchstauglichkeit oder der Schutzfunktion des Korrosionsschutzes hervorruft
- Schadensklasse 3: Schaden, der eine (zumutbare) Beeinträchtigung darstellt und Anlass zur Verkürzung von Prüfintervallen gibt
- Schadensklasse 4: Schaden, durch den die Tragfähigkeit und oder Gebrauchstauglichkeit bzw. Schutzwirkung der Korrosionsschutzschicht nicht mehr gegeben ist. Deutlich ausgehende Gefährdung, dringender Handlungsbedarf.

Schäden an Stahlbaukonstruktionen können Risse, geometrische Schäden (Drill, Knick, Beulung), Schäden an Verbindungsmitteln wie Schrauben, Nieten, Schweißverbindungen und ungenügende Durchschweißungen sein. Die Korrosionsschäden am Stahlbau, die auf eine fehlende Schutzwirkung der Korrosionsschutzschicht zurückzuführen sind, unterteilen sich u. a. in Mulden-/Narbenkorrosion, flächige Korrosion, Spaltkorrosion, Kantenabrostung, Bimetall- oder Kontaktkorrosion und Lochkorrosion an passivierten Oberflächenschichten.

Schäden am Korrosionsschutz müssen hinsichtlich ihres Verlustes der Schutzwirkung bewertet werden. Die Klassifizierung der Schäden des Beschichtungstoffes sollte in Anlehnung an die Normen-Reihe *DIN EN ISO 4628* bewertet werden z. B. Blasen, Durchrostung/Rostgrad/Unterrostung der Beschichtung, Risse, Abblätterung, Kreidung.

Schäden an elastischen Dichtungen im Stahlwasserbau können Oberflächenschäden, Risse und Verformungen sein.

Während der Bauwerksprüfung identifizierte Schäden, die sofort, z. B. im Rahmen einer Trockenlegung behoben werden, sind trotzdem zu dokumentieren und zum Zeitpunkt vor der Behebung zu bewerten, um eine zeitliche Schadensfolge für die Bauteile aufstellen zu können. Erst danach sollte die Abstellung des Mangels dokumentiert werden.

Die Schadensklassen an den Bauteilen bilden die Basis für die übergeordnete Kategorienote, in der die Bauteile eingeordnet sind. Die Kategorienote ist die

Basis für die Bauwerksnote. Durch sinnvolle ingenieurmäßige Betrachtungen infolge des Auftretens und der Ausprägung von Schäden können sowohl die Schadensklassen, die Kategorienoten und die Bauwerksnote um je 0,1 erhöht oder vermindert werden. Aus der Bauwerksnote ergibt sich die Dringlichkeit des Handlungsbedarfs, nicht aber der Umfang der Instandsetzungsmaßnahmen.

Das *MBI 2010* berücksichtigt die Teilnote der Korrosionsschutzschichten nicht in der Bauwerks-Prüfnote. Davon wird hier abgeraten. Da die Schutzdauer von Korrosionsschutzschichten auf Stahlbauten geringer ist als ihre Nutzungsdauer und deshalb der Korrosionsschutz im Laufe der Nutzungsdauer instand gesetzt werden muss, sollte er mit berücksichtigt werden. Die Empfehlungen werden von BAST-Richtlinie *RI-ERH-KOR* gestützt. Im Rahmen der Instandsetzungsplanung kann anhand der Bauwerksnote und einer getrennten Wertung des Prüfberichtes hinsichtlich des Korrosionsschutzes über Teil- oder Vollerneuerung entschieden werden.

2.6 Nachsorge und interdisziplinäre Auswertung

Neben der fachspezifischen Schadensklassifizierung sind Schäden auch fachgebietsübergreifend zu untersuchen. Ein Schiefelauf eines Schützes kann einseitige Bauwerkssetzungen als Ursache haben. Hierzu sind regelmäßige Kontrollmessungen nötig, die derartige Verformungen nachweisen. An Talsperren werden diese Messungen regelmäßig gemäß *DIN 19700* durchgeführt. Für Ingenieurmessungen an Anlagen der WSV gilt die *VV-WSV 2602*.

Aus den Schäden, die sich in Bauteildickenminderungen, Verformungen und Abrostungen zeigen, können statische Nachrechnungen erforderlich werden, um den Ist-Zustand im Geltungsbereich aktueller normativer Sicherheitsniveaus gemäß *DIN 19704* in Verbindung mit *DIN EN 1993 Eurocode 3* nachzuweisen. Zu dieser Thematik liegt im Entwurf ein BAW-Merkblatt zur „Bewertung zur Tragfähigkeit bestehender Stahlwasserbauverschlüsse“ vor.

Die nüchtern tabellarisch erfassten Schäden und die Bewertung ihrer Ausprägungsform schließt nicht immer die Ursachenklärung ein. Für viele Schäden sind die Ursachen bekannt, z. B. Korrosion infolge defekter Schutzschichten. Im Rahmen der Verantwortung für die Bauwerke sind aber auch nicht offensichtliche Schadensfälle genauer zu untersuchen. Beispiele können metallurgische Probleme an Schweißverbindungen oder mikrobiell induzierte Korrosion sein, die vertiefte Untersuchungen erfordern. Auch hier sind erfahrene Ingenieure mit Spezialkenntnissen für derartige Schadensbilder nötig, die Empfehlungen für weitere Gutachten geben können.

3 Literatur

- DIN 1076 Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen – Überwachung und Prüfung. Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin, 11/1999
- DIN 19700 Stauanlagen. Teil 10 Gemeinsame Festlegungen, Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin, 07/2004
- DIN 19704 Stahlwasserbauten. Teile 1 und 2, Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin, 11/2014
- DIN EN 1993 Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten. Normenreihe, Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin
- DIN EN ISO 17637 Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen – Sichtprüfung von Schmelzschweißverbindungen. Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin, 04/2017
- DIN EN ISO 4628 Beschichtungsstoffe – Beurteilung von Beschichtungsschäden – Bewertung der Menge und der Größe von Schäden und der Intensität von gleichmäßigen Veränderungen im Aussehen. Teile 1 bis 5, Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin, 07/2016
- DVWK-Merkblatt 231/1995 Sicherheitsbericht Talsperren – Leitfaden. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V., Bonn, 1995
- MBI 2010 BAW-Merkblatt Bauwerksinspektion. Bundesanstalt für Wasserbau Karlsruhe, 07/2010
- MSV 2015 BAW-Merkblatt Schadensklassifizierung an Verkehrswasserbauwerken. Bundesanstalt für Wasserbau Karlsruhe, 05/2015
- RI-ERH-KOR Richtlinien für die Erhaltung des Korrosionsschutzes von Stahlbauten. Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, 05/2006
- VV-WSV 2101 Verwaltungsvorschrift der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, Bauwerksinspektion. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin 09/2010
- VV-WSV 2602 Verwaltungsvorschrift der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, Ingenieurvermessung im Bauwesen. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin 12/2012

Autoren:

Dipl.-Ing. Martin Stärker
Schweißfachingenieur, DIN-
geprüfter Beschichtungsinspektor,
ZfP-Prüfer VT (Stufe 2)

Dr.-Ing. Holger Haufe
Geschäftsbereichsleiter

Lahmeyer Hydroprojekt GmbH
Geschäftsbereich Dresden
Ludwig-Hartmann-Straße 40
01277 Dresden

Lahmeyer Hydroprojekt GmbH
Geschäftsbereich Dresden
Ludwig-Hartmann-Straße 40
01277 Dresden

Tel.: +49 351 211 23 46
Fax: +49 351 211 23 88
E-Mail: mst@hydroprojekt.de

Tel.: +49 351 211 23 -0
Fax: +49 351 211 23 88
E-Mail: hh@hydroprojekt.de