

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Behrens, Stefan

Instandsetzung von Wehren an der Mittelweser

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/102291>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Behrens, Stefan (2015): Instandsetzung von Wehren an der Mittelweser. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Nachrechnung von (massiven) Wasserbauwerken. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 48-54.

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.



Instandsetzung von Wehren an der Mittelweser

Dipl.-Ing. S. Behrens (NBA Hannover)

Ausgangslage

An der Mittelweser befinden sich zwischen Minden und Bremen 6 Wehranlagen, die zwischen 1929 und 1958 erbaut wurden und vom Wasserstraßen- und Schiffsamt in Verden betrieben werden. Die fünf Wehre in Petershagen, Schlüsselburg, Drakenburg, Dörverden und Langwedel sind als Wehre mit (Dreigurt)-Rollschützen mit aufgesetzter Fischbauchklappe baugleich bzw. baulich sehr ähnlich gestaltet. Bei der sechsten Wehranlage in Landesbergen handelt es sich um ein Sektorwehr.

Bei den fünf erstgenannten Wehren besteht aufgrund ihres Alters und ihres baulichen Zustandes ein erheblicher Instandsetzungsbedarf, insbesondere im Bereich der stahlwasser- und massivbaulichen Anlagenteile.

Daneben sind auch Anlagenteile der technischen Ausrüstung (im Wesentlichen die Elektro- und Steuerungstechnik) instand zu setzen. Das Wehr Landesbergen sowie das siebte Weserwehr in Bremen-Hemelingen sind nicht Bestandteil der derzeitigen Instandsetzungsplanung.



Wehr Langwedel

Gesamtziel des Projekts ist es, die vorhandenen Wehranlagen instand zu setzen, um langfristig den sicheren Weiterbetrieb (Nutzungsdauern bis 80 Jahre) der Anlagen zu gewährleisten. Die dafür notwendigen Instandsetzungsmaßnahmen und Erneuerungen von Anlagenteilen sind im Rahmen des Projektes zu planen und umzusetzen.

Aus dem Gesamtziel der Maßnahme – Weiterbetrieb der Wehre – wurden die notwendigen Teilziele abgeleitet:

1. Voruntersuchung mit Auswahl einer Instandsetzungsvariante
2. Erstellung einer Konzeption und eines Entwurfs-HU (gemäß VV-WSV 2107)
3. Entwurfsplanung und Erstellung eines o. mehrerer Entwürfe-AU, ggf. inklusive Ausführungsplanung und Vergabeunterlagen
4. Durchführung der Instandsetzung

Zur Erreichung der Teilziele wurden und werden Dritte (Ingenieurbüros, Bauunternehmen) eingeschaltet. Derzeit wird die Voruntersuchung von der Ingenieurgemeinschaft Weserwehre, bestehend aus Ingenieurbüros grbv, Krebs + Kiefer, Ipi und IRS, bearbeitet. Die Bundesanstalt für Wasserbau in Karlsruhe und die Fachstelle für Maschinenwesen Mitte in Minden stehen bei der Vertragsabwicklung mit Beratungsleistungen unterstützend zur Verfügung.

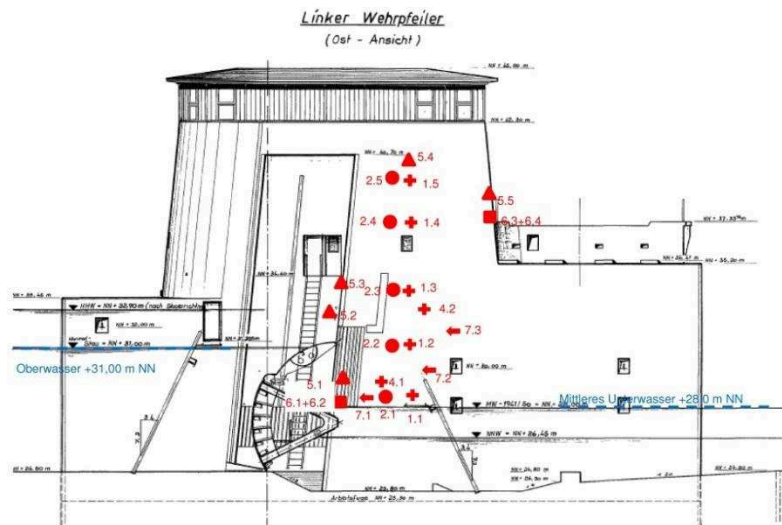
Stahlwasserbau

Die Dreigurtrollschützen mit aufgesetzter Fischbauchklappe sind genietet und als abgängig zu bezeichnen. Die Korrosionsschäden sind erheblich wie die Bauwerksinspektionsunterlagen belegen. Gleichwohl wurde die Instandsetzung der Verschlusskörper monetär betrachtet, schied jedoch aus wirtschaftlichen Gründen als Variante aus. Die Rollschütze des Wehres Dörverden wurden bereits 1994 durch neue Kastenrollschütze ersetzt. Die Instandsetzung der Wehrverschlüsse ist nicht Bestandteil des Beitrags.

Voruntersuchung Massivbau

Um eine gesicherte Datenbasis der vorhandenen Bausubstanz für die Vorplanung zu erhalten und in der Phase der Entwurfsplanung oder gar in der Bauausführung keine negativen Überraschungen auf Grund unzureichender Baustoffkennwerte zu erleben, die die gesamte Maßnahme in Frage stellen oder aber erhebliche Zusatzkosten nach sich ziehen könnten, wurde während der Voruntersuchung eine umfangreiche Baustofferkundung geplant und durchgeführt. Ohne diese Kenntnisse ist eine fundierte Instandsetzungsplanung nicht möglich.

Sind dem Baubestandwerk ausreichende Materialkennwerte zu entnehmen, kann der Untersuchungsumfang reduziert werden, jedoch sind in jedem Falle Baustofferkundungen notwendig, um aktuelle Schädigungen (z.B. Chloride, Karbonatisierung) zu erfassen, die dem Baubestandwerk i.d.R. nicht zu entnehmen sind.



Baustofferkundung, Bohrkernentnahmepunkte

Die Ermittlung der Baustoffkennwerte ist eine notwendige Voraussetzung für die folgende Vorplanung inklusive der Nachrechnungen.

Folgende Planungsleistungen sind notwendig:

1. Bauwerksbegutachtung
 - Auswerten des Baubestandswerks einschließlich der Unterlagen zur Bauwerksprüfung
 - Ortsbesichtigungen
 - Erstellen eines Baustofferkundungskonzeptes
2. Baustoffgutachten (hier nur zum Massivbau, ggf. auch zum Stahlwasserbau)
 - Bohrkernentnahme
 - Ermittlung der Materialkennwerte Bauüberwachung Bohrkernentnahme
 - Ggf. Gutachten zum Stahlwasserbau – Zustand ist ausreichend durch eigene Prüfberichte belegt und das Ende der Nutzungsdauer erreicht – entfällt
3. Gutachten zum Bagrund – (Baugrundaufschlüsse, Überwachung, Laborversuche, Gutachten) – entfällt
4. Zustandgutachten für jedes Bauwerk mit Ausblick auf den weiteren Betrieb – mit statischer Nachrechnung
5. Vorplanung der Instandsetzung
 - Variantenuntersuchung zur Auswahl des wirtschaftlich optimalen Instandsetzungskonzeptes (Massiv- und Stahlbau, Technische Ausrüstung)
 - Bestimmung der Vorzugsvariante

Durchführung der Bohrkernentnahme

Die Entnahme der Bohrkern wurde separat als Bauauftrag vergeben. Ähnlich verhielt es sich mit den notwendigen Ermittlungen der Materialwerte durch ein Baustofflabor. Auch diese Leistung ist kein Bestandteil des Ingenieurvertrages und wurde separat vergeben.

Bei der Entnahme der Bohrkern - eine Baumaßnahme unter Betrieb - sind einige Randbedingungen zu beachten:

- Zugänglichkeit der Bohrkernentnahmeorte (Innen, Außen, Platzbedarf)
- Zufahrtsmöglichkeit zum Wehr zu Lande (Wehrstege, Zufahrtsstraßen) und zu Wasser (Tiefgang)
- Trockenlegung Wehrfelder
- Bauablauf, Koordination mit anderen Baumaßnahmen
- Bauwerkszustand => Lage der Bewehrung, Risse
- Hochwasser, Turbinenabschaltung
- Sicherheitseinweisung, ständige Besetzung des Wehres
- Verfüllung der Bohrlöcher => Verwendung des passenden Zements, vollständige Verfüllung

Materialkennwerte

Die Ergebnisse der Baustoffuntersuchungen sind für alle fünf Weserwehre erstaunlich gut ausgefallen. Das Betongefüge ist trotz der unterschiedlichen und teilweise langen Bauzeit (1934 – 1958) für alle Wehre als homogen, gleichmäßig, dicht und meist normal porig zu bezeichnen. Schalenaufbauweise, wie sie bei älteren Massivbauwerken üblich war, wurde hier nicht angetroffen.

Unter Berücksichtigung der Haftzugfestigkeit ist der Beton überwiegend in die Altbetonklasse 4 einzustufen.

Es wurde jedoch eine kritische Chloridbelastung in allen Wehren festgestellt, die nicht nur oberflächlich, sondern auch tief liegend, vereinfacht im gesamten Bauwerk, angetroffen wurde. Es wird vermutet, dass die Belastung daher rührt, dass der Beton mit Weserkies und Anmachwasser aus der Weser hergestellt wurde. Die Weser weist durch die Einleitung von Kaliabwässern in Thüringen und Hessen seit Jahrzehnten deutlich erhöhte Chloridwerte auf.

Die Bauwerke bestehen im unteren Bereich (Fundament bis über die Wasserwechselzone) aus im Wesentlichen unbewehrtem Beton. Nur im Bereich der Wehrverschlussnischen und aufgehenden Pfeiler (Windwerke) wurde planmäßig Bewehrung eingebaut. Diese Bewehrung wurde partiell aufgesucht und freigelegt. Korrosionsschäden sind nur in geringem Umfang vorhanden.

Nachrechnung

Die Bauwerke sind allerdings durch zahlreiche Risse gekennzeichnet, die Einfluss auf die Standsicherheit und die Dauerhaftigkeit der Anlage haben könnten. Mit den ermittelten Materialkennwerten wurden die ungünstigsten, am höchsten belasteten Wehrpfeiler, die Mittelpfeiler der Wehre, auf Grundlage der aktuellen Normung (z.B. neuer Eisdruckansatz) nachgerechnet.

Für die Nachrechnung sind vier mögliche Nachweisstufen mit steigender Genauigkeit in der Modellierung möglich:

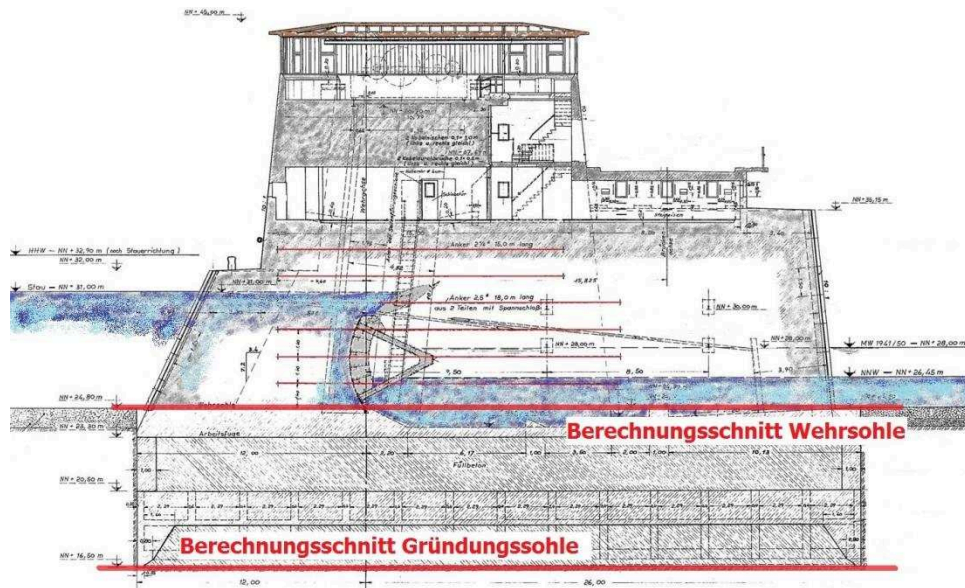
1. Berechnung mit ebenen Querschnitten und linear-elastischen Materialverhalten (Vergleich der Kippmomente, Ermittlung der klaffenden Fuge unter Berücksichtigung des Spaltwasserdrucks)
2. Berechnung mit 2-D-Elementen (linear-elastische Scheibenelemente)
3. Berechnung mit 3-D-Elementen (linear-elastische Volumenelemente)
4. Berechnung mit 3-D-Elementen (nichtlineare Volumenelemente)

Die Berechnungen folgten den Nachweisen der Stufe 1. Die nächsthöhere Berechnungsstufe sollte nur in Abstimmung mit dem AG angewendet werden, wenn mit der Stufe 1 keine eindeutigen Ergebnisse zu erzielen waren. Da der Berechnungsaufwand und die Anforderungen an die Datengrundlage mit jeder Stufe deutlich zunehmen, war zudem unter Berücksichtigung der Projektbearbeitungsphase (Vorplanung) der Aufwand zu begrenzen.

Der Entwurf des BAW-Merkblattes „Bewertung der Tragfähigkeit bestehender massiver Wasserbauwerke“ (TbW) lag zum Zeitpunkt der Berechnung noch nicht vor. Die Berechnungen folgen jedoch im Wesentlichen den Berechnungsempfehlungen dieses Merkblattes.

Mit den Nachrechnungen wurden sowohl die äußere Standsicherheit in der Sohlfuge – Gründungssohle - (Kippen, Gleiten, Grundbruch) als auch die innere Standsicherheit (klaffende Fuge unter Berücksichtigung des Porenwasserdrucks, Schubnachweis) an der maßgeblichen Arbeitsfuge an der Wehrsohle untersucht. Die Standsicherheit wurde auch am gerissenen Pfeiler überprüft.

Für beide Schnitte konnte eine ausreichende Sicherheit nachgewiesen werden, so dass grundsätzlich keine statischen Verstärkungsmaßnahmen für Wehre erforderlich sind.



Der Nachweis der örtlichen Einleitung der Verschlusslasten (Laufschiene des Wehrverschlusses in der Pfeilernische) erfordert eine Bewehrung unter der Auflagerschiene, die derzeit nicht vorhanden ist. Des Weiteren ist die vorhandene Rückhängebewehrung in Form der tief im Bauwerk verlegten Rundstahlanker zwar vom Querschnitt theoretisch ausreichend, aber deutlich zu kurz. Ein "Zusammenbinden" des Pfeilers ist so nicht gewährleistet.

Instandsetzungsvariante

Zurzeit werden die verschiedenen Instandsetzungsvarianten noch planerisch untersucht und in wirtschaftlicher und technischer Hinsicht gegenübergestellt.

Für den Stahlwasserbau sind die Voruntersuchungen bereits abgeschlossen. Durch den Vergleich der Varianten ergab sich als Vorzugsvariante, das Verschlussystem beizubehalten und die Rollschütze durch neue zu ersetzen. Dadurch sind keine zusätzlichen Eingriffe in den Massivbau durch einen Wechsel des Antriebssystems erforderlich, was das Ausführungsrisiko minimiert.

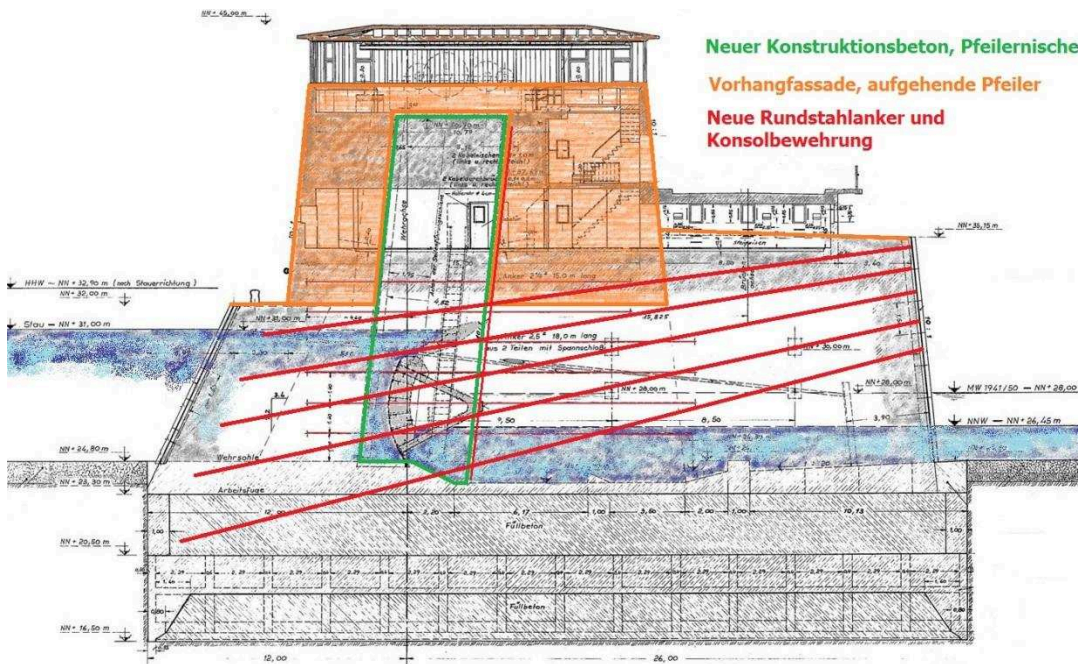
Durch die vorhandene, tiefgehende Chloridbelastung des Massivbaus ist das Instandsetzungsprinzip W/W-CL anzuwenden. Ein Abtrag des belasteten Betons (R2 - mit Betonausbruch und Reprofilierung), welcher üblicherweise zu bevorzugen ist, käme im vorliegenden Fall einem Abriss der Wehre gleich, was nicht zweckmäßig wäre. Für den Massivbau ist demnach dafür Sorge zu tragen, dass oberhalb der Wasserlinie kein Wasser in das Bauwerk eindringen kann, um eine Lochfraßkorrosion der Bewehrung aufgrund der Chloridbelastung im aufgehenden Pfeiler zu verhindern.

Das Ziel kann durch eine hinterlüftete Vorhangfassade oder durch das Aufbringen eines Oberflächenschutzsystems in Verbindung mit einem rissüberbrückenden textilen Spritzmörtel erreicht

werden. Im Bereich der Verschlussnische wird der Beton in jedem Fall ausgebrochen und neu profiliert, auch bedingt durch den Einbau der neuen Laufschienen und der fehlenden Bewehrung.

Die hinterlüftete Vorhangfassade stellt die wirtschaftlichere Lösung dar. Eine abschließende technische Bewertung erfolgt derzeit.

Unterhalb der Wasserlinie kann das Eindringen von Wasser in das Bauwerk nicht verhindert werden. In diesem Bereich ist der Bewehrungsgrad gering und beschränkt sich auf die Rundstahlanker als Rückhängebewehrung. Diese vor Korrosion zu schützen ist wirtschaftlich nicht darstellbar, deshalb werden diese durch neue korrosionsgeschützte Rundstahlanker ersetzt, zumal auch nicht zweifelsfrei festgestellt werden kann, dass die Rundstahlanker angesichts der Chloridbelastung noch in gutem Zustand sind.



Voraussichtliche Instandsetzungsmaßnahmen

Die Voruntersuchung wird Ende 2015 abgeschlossen.