

Klaus Michels und Björn Berlenbach

Grundinstandsetzung und Neubau von Wehren an der Bundeswasserstraße Neckar

Die Wehre an der Bundeswasserstraße Neckar sind bis zu 100 Jahre alt. Das Amt für Neckar- ausbau Heidelberg (ANH) hat mit der grundlegenden Instandsetzung der Wehre begonnen. Das ANH prüft, ob der Neubau von Wehren eine technisch und wirtschaftlich interessante Alternative zur Grundinstandsetzung darstellt. Da noch 25 Wehre instand gesetzt oder teilweise neu gebaut werden müssen, werden Möglichkeiten der Standardisierung von Bauteilen und Bauverfahren untersucht. Dieses betrifft auch die Verschlussorgane, bei denen zurzeit das Drucksegment mit Aufsatzklappe und der Schlauchverschluss favorisiert werden.

1 Einleitung

Bundeswasserstraßen (BWaStr), wie der Neckar, haben eine multifunktionale Bedeutung. Neben ihrer Aufgabe, Transportweg für die Schifffahrt zu sein, sind sie zugleich auch Erholungsraum für den Menschen, Lebensraum für Pflanzen und Tiere, Vorfluter für Kläranlagen. Sie versorgen die Anwohner mit Trinkwasser sowie die Industrie mit Brauchwasser und ermöglichen die Gewinnung regenerativer Energie mit Hilfe der Wasserkraft.

Viele dieser Funktionen sind ganzjährig nur realisierbar, wenn die Bundeswasserstraßen aufgestaut werden. Der Stau erfolgt durch Wehre, die durch die Wasser- und Schifffahrtsämter des Bundes (WSA) unterhalten und betrieben werden.

Am Neckar erreichen die ältesten Wehre das Ende ihrer rechnerischen Lebensdauer. Infolgedessen weisen sie in zunehmendem Maße größere Schäden auf, die nicht mehr nur mit begrenztem Aufwand zu beheben sind. Vor ein paar Jahren hat daher die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) an der Bundeswasserstraße Neckar begonnen, die schadhaftesten Wehre von Grund auf instand zu setzen. Der folgende Aufsatz beschreibt die aktuellen Planungen sowie die laufenden Baumaßnahmen zur Grundinstandsetzung bzw. zum Neubau von Wehren an der Bundeswasserstraße Neckar.

2 Der Neckar

Der Neckar entspringt im Schwarzwald bei Schwenningen 700 m über dem Meeresspiegel. Er mündet nach 367 km bei Mannheim in den Rhein. Sein Einzugsgebiet umfasst mit rund 14 000 km² den östlichen Schwarzwald, die nördliche Schwäbische Alb und den Odenwald. Wasserreiche Nebenflüsse des Neckars zwischen Plochingen und Mannheim sind neben Fils, Rems, Murr und Enz insbesondere Jagst und Kocher (**Bild 1**).

Bis Heidelberg durchfließt der Neckar meist ein enges Tal mit felsigem Untergrund. Erst ab Heidelberg öffnet sich das enge Neckartal und geht in die oberrheinische Tiefebene über. Hier ist das Flussbett des Neckars sandig/kiesig.

Der Höhenunterschied des Neckars zwischen Plochingen und Mannheim beträgt 160 m und entspricht damit der Höhe des Ulmer Münsters. Das Gefälle des Neckars nimmt von 170 cm/km bei Stuttgart/Plochingen auf 80 cm/km bei Mannheim/Heidelberg ab [1].

Aufgrund der topografischen wie auch geologischen Gegebenheiten des Neckartals hat der Neckar als Mittelgebirgsfluss ohne größere Speicheranlagen im Einzugsgebiet einen ungleichmäßigen Wasserabfluss (**Tabelle 1**). Das Verhältnis zwischen mittlerem Niedrigwasserabfluss und mittlerem Hochwasserabfluss beträgt etwa 1:30. Hochwässer treten plötzlich mit einem jähen Anstieg, kur-

zen Scheitel und raschen Abfall auf. Die hydrologische Charakteristik des Neckars ist eine wichtige Planungsgrundlage für den Bau, den Betrieb und die Unterhaltung von Bauwerken im und am Gewässer. Zu diesen Bauwerken gehören insbesondere auch die Wasserstand und Abfluss steuernden Wehre.

3 Die Wehre an der Bundeswasser-Straße Neckar

3.1 Die historische Entwicklung des Baus von Wehren an der Bundeswasserstraße Neckar

Der Einsatz von Wehren zum Aufstau des Neckars ist seit dem Mittelalter belegt. Mit dem aufgestauten Wasser wurden Mühlen und andere Triebwerke angetrieben [2].

Die älteste, noch heute von der WSV am Neckar betriebene Wehranlage liegt

Tab. 1: Kennzeichnende Abflüsse des Neckars für die Jahresreihe 1951 bis 2005 in m³/s

Pegel	Lauffen (Neckar-km 125,4)	Rockenau (Neckar-km 60,7)
NQ	14,1 ₁₉₆₂	18,4 ₁₉₇₆
MNQ	25,1	36,2
MQ	88,4	137
MHQ	797	1 190
HQ	1 650 ₁₉₉₀	2 690 ₁₉₉₃



Bild 1: Die Bundeswasserstraße (BWaStr) Neckar

am oberen Ende des Seitenkanals Pleidelsheim bei Beihingen (Bild 2). Das Wehr Beihingen wurde 1915 fertig gestellt. Ursprünglich regelte es nur den Wasserstand für das am Ende des 4,7 km langen Kanals liegende Wasserkraftwerk.

Die weiteren 26 Wehranlagen der Bundeswasserstraße Neckar wurden zwischen 1919 und 1966 gebaut. Die nach dem 1. Weltkrieg am unteren Neckar im Zuge der sog. Neckarkanalisation errichteten Wehre gewährleisteten von Beginn an der Schifffahrt eine ganzjährige Wassertiefe von 2,50 m unter hydrostatischem Stau. Die zusammen mit den Schleusen und Wehren erbauten Wasserkraftwerke nutzten die Fallhöhe zur Gewinnung von Strom. Anders verhält es sich beim Staufstufenbau zwischen Heilbronn und Stuttgart: Die auf diesem Streckenabschnitt zwischen 1919 und 1943 errichteten Stau-



Bild 2: Das seit 1915 betriebene Wehr Beihingen

stufen bestanden zunächst nur aus einem Wehr und einem Wasserkraftwerk. Neben der Verringerung der Energieknappheit und der Schaffung von Arbeitsplätzen war hier der hochwasserfreie Ausbau des Neckars ein dringendes Erfordernis [2].

Heute bestehen die 27 Staustufen der 203 km langen Bundeswasserstraße Neckar i. d. R. aus zwei Schleusenkamern, einer 2- bis 6-feldrigen Wehranlage und mindestens einer Wasserkraftanlage (**Tabelle 2**). Zweigt vor dem Wehr ein Seitenkanal ab, existieren pro Staustufe auch bis zu zwei Wasserkraftanlagen. Insgesamt produzieren 29 Wasserkraftanlagen an der Bundeswasserstraße Neckar Strom.

3.2 Der heutige Zustand der Wehre

Im Zuge ihrer Eigentümerverantwortung untersuchen die WSA den Zustand ihrer Bauwerke in regelmäßigen Intervallen. Die Bauwerksinspektionen decken in zunehmendem Maße Schäden an den immer älter werdenden Verkehrswasserbauwerken der Bundeswasserstraße Neckar auf.

Bauliche Schäden

Aufgrund ihres Schadensumfangs wurden von den zuständigen WSA Stuttgart und Heidelberg bisher die Wehre Untertürkheim, Beihingen, Horkheim, Neckarsulm und Wieblingen als besonders sanierungsbedürftig angesehen (**Bild 3**). Diese zwischen 1915 und 1925 fertig gestellten Wehre weisen Schäden an den Tragkonstruktionen, den Verschlussorganen und im Gründungsbereich auf.

Zu den Tragkonstruktionen zählen die bis zu 5 m breiten Wehrpfeiler aus Beton. Charakteristisch für diese schlanken Wehrpfeiler ist deren zweischaliger Aufbau. Die äußere etwa 0,30 m starke Schale besteht aus einem Beton, der in Teilen der Festigkeitsklasse C 20/25 entspricht. Der Pfeilerkern ist ein Stampfbeton sehr niedriger Festigkeit. Die Wehrpfeiler weisen nur einen geringen Bewehrungsgrad auf. Alterungs- und nutzungsbedingt ist die äußere Betonschale stellenweise porös und rissig, so dass mittlerweile verstärkt Regen und Flusswasser in die Pfeiler eindringt. Die im Beton entstehenden Auslaugungsprozesse führen zu einer Abnahme der Betonfestigkeit.

Eine Besonderheit ist das Wehr Beihingen, bei dem die Antriebshäuser mit den angehängten Wehrverschlüssen im Gegensatz zu den anderen Neckarwehren auf einer genieteten Fachwerkkonstruk-

Tab. 2: Die Wehre an der Bundeswasserstraße Neckar vor Beginn der Grundinstandsetzung bzw. des Neubaus [1]

Nr.	Name	Stauziel [m ü. NN]	Verschlussanzahl, Verschlussystem und Verschlusslänge	Bauzeit [Jahre]
1	Ladenburg	96,55	2 Walzen à 45,0 m 1 Segment mit Aufsatzklappe à 36,0 m	1925 bis 27
2	Wieblingen	105,26	4 Walzen à 27,1 m 2 Doppelschütze à 20,0 m, absenkbar	1921 bis 25
3	Heidelberg	107,87	3 Senkwalzen à 40,0 m	1927 bis 29
4	Neckargemünd	111,76	2 Walzen à 33,0 m 1 Walze mit Aufsatzklappe à 33,0 m	1929 bis 31
5	Neckarsteinach	116,44	2 Walzen à 33,0 m 1 Walze mit Aufsatzklappe à 33,0 m	1929 bis 31
6	Hirschhorn	121,74	2 Walzen à 31,5 m 1 Walze mit Aufsatzklappe à 31,5 m	1931 bis 33
7	Rockenau	127,73	2 Walzen à 30,0 m 1 Walze mit Aufsatzklappe à 30,0 m	1931 bis 33
8	Guttenbach	133,03	2 Walzen à 30,0 m 1 Walze mit Aufsatzklappe à 30,0 m	1933 bis 35
9	Neckarzimmern	138,63	2 Walzen à 30,0 m 1 Walze mit Aufsatzklappe à 30,0 m	1933 bis 35
10	Gundelsheim	142,83	2 Walzen à 33,0 m 1 Segmentschütz mit Klappe à 33,0 m	1933 bis 35
11	Neckarsulm	150,86	2 Einzelschütze à 17,0 m 2 Doppelschütze à 17,0 m, Oberschütz absenkbar	1921 bis 25
12	Heilbronn	154,04	2 Senkschütze à 24,0 m 1 Dreigurtschütz à 24,0 m	1950 bis 52
13	Horkheim	161,41	2 Rollschütze à 25,0 m 1 Rollschütz mit Aufsatzklappe à 25,0 m	1927 bis 29
14	Lauffen	169,79	2 Doppelhakenschütze à 29,0 m, Oberschütz absenkbar 1 Doppelhakenschütz à 29,0 m	1938 bis 43
15	Besigheim	176,10	2 Versenkschütze à 22,6 m, absenkbar 1 Rollschütz à 22,6 m	1952 bis 55
16	Hessigheim	182,27	2 Rollschütze à 22,6 m 1 Rollschütz mit Aufsatzklappe à 22,6 m	1949 bis 52
17	Beihingen	190,32	3 Rollschütze à 18,0 m 1 Doppelhakenschütz à 10,0 m, Oberschütz absenkbar	bis 1915

18	Marbach	196,31	2 Rollschütze à 24,0 m	bis 1941
			1 Rollschütz mit Aufsatzklappe à 24,0 m	
19	Poppenweiler	203,32	2 Rollschütze à 22,0 m	1954 bis 55
			1 Rollschütz mit Aufsatzklappe à 22,0 m	
20	Aldingen	206,92	2 Versenkschütze à 30,0 m, absenkbar	1936 bis 38
21	Hofen	213,83	2 Walzen à 23,3 m	1933 bis 35
			1 Drucksegment mit Stauklappe à 23,3 m	
22	Cannstatt	219,18	1 Walze à 38,0 m	1927 bis 30
			1 Walze mit Aufsatzklappe à 38,0 m	
23	Untertürkheim	222,78	vier 2-teilige Rollschütze à 17,0 m, Oberschütz absenkbar	1919 bis 24
24	Obertürkheim	231,13	2 Rollschütze à 17,5 m	1964 bis 66
			1 Rollschütz mit Aufsatzklappe à 17,5 m	
25	Esslingen	236,33	3 Rollschütze mit Aufsatzklappe à 16,0 m	1964 bis 65
26	Oberesslingen	242,24	2 Rollschütze à 17,5 m	1953 bis 55
			1 Versenkschütz à 17,5 m, absenkbar	
27	Deizisau	247,32	2 Rollschütze à 17,5 m	1960 bis 63
			1 Versenkschütz à 17,5 m, absenkbar	

tion stehen (Bild 2). Das Fachwerk liegt auf nur 3 m breiten Pfeilern. Die Fachwerkstruktur weist an mehreren Stellen größere Korrosionsschäden auf.

Die stählernen Verschlussorgane der Wehre stammen noch aus der Bauzeit. Die Verschlüsse sind genietet. Stellenweise fehlt bereits die Korrosionsbeschichtung, so dass dort Materialschwächungen infolge Korrosion zu verzeichnen sind.

Der jahrzehntelange Betrieb führt bei den Wehren zu einem Verschleiß der Zahnkränze, Zahnstangen, Lauf- und Führungsschienen, Lauf- und Führungsrollen. Werden diese nicht ausgetauscht, kommt es durch den Materialabtrag einerseits zur Gefahr von Klemmlagen, andererseits zu Bauteilschwingungen. Das schwingungsinduzierte Lösen der Lauf- und Führungsschienen aus der Verankerung ist wiederum mit der Gefahr verbunden, dass die Verschlüsse aufgrund von Klemmlagen nicht bewegt werden können.

Die fünf als besonders instandsetzungswürdig angesehenen Wehre besitzen teilweise kein Tosbecken (Wieblingen), ein zerstörtes Tosbecken (Neckarsulm) oder einen Vorboden, der aus einem Holzbohlenbelag besteht und stellenweise bereits größere Fehlstellen aufweist (Beihtingen).

Auch die Wehrböden sind zweischichtig aufgebaut. Die obere, zwischen 30 cm und 80 cm starke Schicht besteht aus einem festeren Beton. Die darunter liegende, etwa 20 bis 70 cm starke Schicht ist ein Stampfbeton geringer Festigkeit. Die beiden Betonschichten weisen einen geringen Bewehrungsgrad auf. Die Wehrböden sind nicht im Fels verankert.

Betriebliche Unzulänglichkeiten

Die Wehrverschlüsse befinden sich in Pfeilernischen. Werden die Verschlüsse bei einem Hochwasser gefahren, passiert es immer wieder, dass sich Baumstämme und größere Äste, die das Hochwasser mit sich führt, in den Pfeilernischen zwischen der Wand und dem Verschlussorgan einklemmen. Mit sinkenden Hochwasserständen können die Verschlussorgane nicht mehr abgesenkt werden. Um die Verschlussorgane wieder gängig zu machen, müssen die Baumstämme und Äste mit hohem Personalaufwand aus den Pfeilernischen entfernt werden (Bild 4). Weiterhin setzen sich Äste und Unrat in den Wehrverschlüssen fest (Bild 4 unten). Ein personalintensives Reinigen der Verschlussorgane nach einem abgelaufenen Hochwasser ist die Folge.

Viele Wehre am Neckar können noch nicht von Leitzentralen der WSA Stuttgart und Heidelberg ferngesteuert werden; sie müssen bei einem Hochwasser immer noch mit hohem Personaleinsatz vor Ort gefahren werden.

Die noch aus der Bauzeit stammenden und seitdem nicht umgebauten Antriebshäuser besitzen keinen Wärmeschutz. Die hohen sommerlichen Temperaturen führen immer wieder zu einem Versagen der bei den alten Wehren stellenweise bereits eingesetzten empfindlichen neuen Steuerungstechnik.

4 Bisherige Baumaßnahmen zur Grundinstandsetzung der Wehre

Derzeit befinden sich mit den Wehren Wieblingen und Untertürkheim zwei Wehranlagen in der Grundinstandsetzung (Bild 3). Der Beginn der Grundinstandsetzung des Wehres Horkheim ist für Anfang 2012 vorgesehen.

Wehr Wieblingen

Das 6-feldrige Wehr Wieblingen bildet zusammen mit dem benachbarten Wasserkraftwerk Wieblingen, einer am rechten Wehrpfeiler liegenden Fischaufstiegsanlage sowie der abgesetzten Doppelschleuse Schwabenheim und dem dort befindlichen Wasserkraftwerk die Staustufe Wieblingen/Schwabenheim. Schleuse und Wehr sind durch einen über 5 km langen Seitenkanal miteinander verbunden. Das Wehr Wieblingen regelt den Wasserstand in der fast 4 km langen oberhalb liegenden Stadtstrecke Heidelberg. Direkt unterhalb des Wehres befindet sich der frei fließende Altneckar, der als FFH- und Naturschutzgebiet ausgewiesen ist (Bild 5).

Im Jahr 2006 begannen die Arbeiten zur Grundinstandsetzung des Wehres Wieblingen, die aufgrund der angespannten Haushaltslage nur den Austausch der Wehrverschlüsse und Wehrketten, den Ersatz der alten, offenen Stirnradgetriebe durch moderne gekapselte Planetengetriebe, den Einsatz moderner Elektro- und Steuerungstechnik sowie den Ersatz der aus der Bauzeit stammenden Antriebshäuser ohne Wärmeschutz durch neue, mit Vollwärmeschutz ausgestattete Antriebshäuser vorsah. Die Arbeiten fanden wehrfeldweise im Schutz einer oberwasserseitig und unterwasserseitig gestellten Spundwand statt. Damit die unterwasserseitig Spundwand gestellt



Bild 3: Umsetzung der Grundinstandsetzung bzw. des Neubaus von Wehren und Hochwassersperrentoren an der Bundeswasserstraße Neckar, Stand: September 2011

werden konnte, musste vorher ein Stelzenponton mit Mobilkran und Bagger vom Seitenkanal in das Unterwasser gehoben werden (**Bild 6**).

In der Bauausführung zeigte sich, dass der auf die Haushaltsmittelknappheit zurückzuführende Versuch, alte mit neuen Bauteilen zu verbinden (z. B. alte Zahnstangen mit neuen Zahnrädern), nicht erfolgreich war. Der nicht geplante Austausch von weiteren alten Bauteilen bedingte größere Betonausbrüche in den Wehrpfeilern. Dabei stieß man unvermittelt auf den Kernbeton sehr geringer Festigkeit sowie auf nicht in den Bestandsplänen eingetragene Bewehrung. Neben der Störung des Baubetriebs mit immer größeren Bauzeitverzögerungen stiegen auch die Baukosten. Um weitere Kostensteigerungen zu vermeiden, wurde die Grundinstandsetzung nach Fertigstellung des 1. und 2. Wehrfeldes zunächst gestoppt (eingebaut wurden eine Walze mit Aufsatzklappe im 1. Wehrfeld und ein Rollschütze mit Aufsatzklappe im 2. Wehrfeld). Derzeit findet eine Überplanung der Grund-

instandsetzung der restlichen vier Wehrfelder statt.

Wehr Untertürkheim

Das 4-feldrige Wehr Untertürkheim liegt mit der linksseitig angrenzenden Doppelschleuse in einer Achse. Abgesetzt in einem Kraftwerkskanal befindet sich das zugehörige Wasserkraftwerk mit benachbarter Fischeaufstiegsanlage. Das Wehr Untertürkheim regelt den Wasserstand in der über 3 km langen, oberhalb liegenden Stadtstrecke, in der sich neckarparallel eine Bundesstraße, viele Industriebetriebe wie auch der Stuttgarter Hafen befinden. Die im Jahr 2007 begonnene Grundinstandsetzung sieht den Einbau 1-teiliger Rollschütze mit Aufsatzklappen zur Feinregulierung des Wasserstandes vor.

Die Ausbildung der Doppelschleuse Untertürkheim mit Hubtoren als Oberhauptverschlüsse ermöglicht die Nutzung der beiden Schleusenkammern zur Hochwasserabfuhr. Damit ist es möglich, während der Grundinstandsetzung jeweils 2 Wehrfelder außer Betrieb zu setzen, ohne dass es

im Hochwasserfall zu einer schädlichen Wasserspiegelerhöhung im Oberwasser kommen kann. Das Trockenlegen von 2 benachbarten Wehrfeldern ermöglicht den vollkommenen Abriss der bestehenden und den kompletten Aufbau neuer Wehrpfeiler in der gleichen Wehrachse (**Bild 7**). Weiterhin werden die bestehenden, leicht bewehrten Wehrsohlen entfernt und komplett durch Stahlbetonsohlen ersetzt. Im Vergleich zu den nicht verankerten alten Wehrsohlen werden die neuen Wehrsohlen DIN-konform mit Einstabankern gegen Auftrieb gesichert [3]. Mit Vollwärmeschutz versehene Antriebshäuser nehmen die modernen Antriebe (gekapselte Stirnradgetriebe), Elektro- und Steuerungseinrichtungen auf (**Bild 8**).

Die Grundinstandsetzung des Wehres Untertürkheim kann voraussichtlich ohne wesentliche Kostenüberschreitungen im Jahr 2012 erfolgreich abgeschlossen werden.

Wehr Horkheim

Das 3-feldrige Wehr Horkheim bildet zusammen mit der abgesetzten Doppelschleuse Horkheim und dem an die Schleusenanlage angrenzenden Wasserkraftwerk die Staustufe Horkheim. Schleusenanlage und Wehr sind durch einen 3 km langen Seitenkanal, an dessen oberstromigem Ende das Hochwassersperrrtor Horkheim liegt, miteinander verbunden. Wie beim Wehr Wieblingen befindet sich direkt unterhalb des Wehres Horkheim der frei fließende Altneckar, der als FFH- und Naturschutzgebiet ausgewiesen ist.

Bevor bei dem in den Jahren 1927 bis 1929 erbauten Wehr die alten Rollschütze durch neue Rollschütze mit Aufsatzklappen ersetzt werden können, wird der Beton in den 2-schichtig aufgebauten Wehrpfeilern durch eine Betoninjektion verbessert. Im Schutze einer jeweils ein Wehrfeld umschließenden, ober- und unterwasserseitig gestellten Spundwand wird die alte Wehrsohle durch eine vollständig neue, in Stahlbetonbauweise ausgeführte Wehrsohle ersetzt. Sie wird mit Einstabankern gegen Auftrieb gesichert. Auch die Wehranlage Horkheim erhält neue, mit Vollwärmeschutz versehene Antriebshäuser, die die modernen Antriebe, Elektro- und Steuerungseinrichtungen aufnehmen werden.

Die Arbeiten zur Grundinstandsetzung des Wehres Horkheim erstrecken sich voraussichtlich von 2012 bis 2019.



Bild 4: Zwischen Pfeiler und Wehrverschluss eingeklemmter Baumstamm (oben), Entfernen eines Baumstamms aus der Pfeilernische (unten)



Bild 5: Wehr Wieblingen mit Kraftwerk und Seitenkanal, bestehender sowie potenzieller Lage der geplanten Fischaufstiegsanlagen [5]



Bild 6: Ausheben eines Stelzenpontons mit Baugeräten aus dem Unterwasser des Wehres Wieblingen

5 Überlegungen zur künftigen Grundinstandsetzung bzw. zum künftigen Neubau von Wehren

Im Folgenden werden die aktuellen Überlegungen vorgestellt, die den Unterhaltungsaufwand weiter verringern, die Betriebssicherheit weiter erhöhen und die Baukosten weiter minimieren sollen. Diese Überlegungen fließen bereits in die Planungen zum Neubau bzw. zur Grundinstandsetzung der Wehre Beihingen und Neckarsulm sowie zur Grundinstandsetzung der restlichen Wehrfelder des Wehres Wieblingen ein.

Da Pfeilernischen wie erläutert kritisch sind, favorisieren die Autoren für ein nischenfreies Wehr aufgrund der bislang im Amt für Neckarausbau Heidelberg (ANH) vorliegenden Erkenntnisse sowie jüngst durchgeführter Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zwei Varianten:

- Neubau eines Schlauchwehres in unmittelbarer Nähe des alten Wehres oder
- Verlängerung der bestehenden Wehrpfeiler nach Oberwasser und Einbau von Drucksegmenten als neue Wehrverschlüsse.

Neubau von Schlauchwehren

Der Neubau eines Wehres ist in der Regel nur möglich, wenn die künftige Wehrachse nicht durch die Lage benachbarter Bauwerke, wie Schleusenkammern oder Wasserkraftwerk, vorgegeben, sondern variabel ist. Der Einsatz eines Schlauchwehres ist dann denkbar, wenn die Fallhöhe dieses auch erlaubt. Die Schlauchhöhe der am Neckar vorgesehenen wassergefüllten Schlauchwehre kann durch die Verwendung einer Jamborschwelle begrenzt werden (s. [4]).

Neben den nischenfreien Wehrpfeilern besitzt das Schlauchwehr weitere Vorteile:

- geringe Ein- und Ausbaueiten für den als Verschluss gewählten Schlauch,
- kurze Reaktionszeiten bei einem erforderlichen Tausch des Schlauches durch (ortsnahe) Einlagerung eines Ersatzschlauches,
- aufgrund der einfachen Handhabung ist ein kurzfristiger Tausch des Schlauches mit WSV-eigenem Personal und WSV-eigenen Geräten möglich,
- den Einsatz einer sehr einfachen „Antriebstechnik“, die im Wesentlichen aus marktgängigen Pumpen besteht,
- den Wegfall aufwändiger Korrosionsschutzarbeiten wie bei Verschlüssen aus Stahl,

- keine Beeinträchtigung des Wehrbetriebs durch Treibgut sowie
- äußerst geringe Vereisungsgefahr. Weiterhin ist die (n-1)-Bedingung leichter zu erfüllen.

Verlängerung der bestehenden Wehrpfeiler und Einbau von Drucksegmenten

Diese Bauweise ist denkbar, wenn der Neubau eines Schlauchwehres aufgrund der örtlichen Randbedingungen nicht möglich sein sollte (das Wehr liegt beispielsweise mit den Schleusenkammern oder dem Wasserkraftwerk in einer Achse oder die Fallhöhe ist für den Einsatz eines Schlauchwehres mit Jamborschwelle zu hoch). Die Vorteile eines Drucksegments mit Anordnung seiner Drehlager in entsprechend dimensionierten Pfeilerverlängerungen bestehen darin,

- dass die Pfeilerverlängerungen neu hergestellt und damit Bauteile definierter Güte sind,
- dass die Lager des Drehsegments bis auf die Zeiten der Hochwasserabfuhr außerhalb des Unterwasserspiegels liegen und damit jederzeit inspizierbar sind,
- dass die notwendigen Leitungen, z. B. Stromleitungen, auf den Segmentarmen hochwasserfrei liegen.

Aufgrund seines großen Gewichts wird das Drucksegment durch Hydraulikzylinder angetrieben. Nur die Aufsatzklappen für die Feinregulierung werden mit Elektrohüblzylindern betrieben, um die Gefahr einer Gewässerverunreinigung durch austretende Hydraulikflüssigkeit weiter zu minimieren.

Alternativen

Sollten beide Verschlussstypen aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht einsetzbar sein, wird das ANH vorzugsweise 1-teilige Rollschütze, ggf. mit Aufsatzklappen versehen, als Verschlussstyp einsetzen.

Andere Verschlussarten, wie Walzen, Fischbauchklappen, Zugsegmente, Sektorverschlüsse, 2-teilige Rollschütze und Versenkschütze, werden für einen Einsatz an der Bundeswasserstraße Neckar momentan nicht weiter verfolgt, da diese Verschlusskörper

- zu schwer sind und folglich nur mit einem sehr hohen Personal- und Geräteaufwand montiert und demontiert werden können (Walzen),
- aufwändige Tiefbauarbeiten zur Aufnahme der Verschlusskörper erforder-

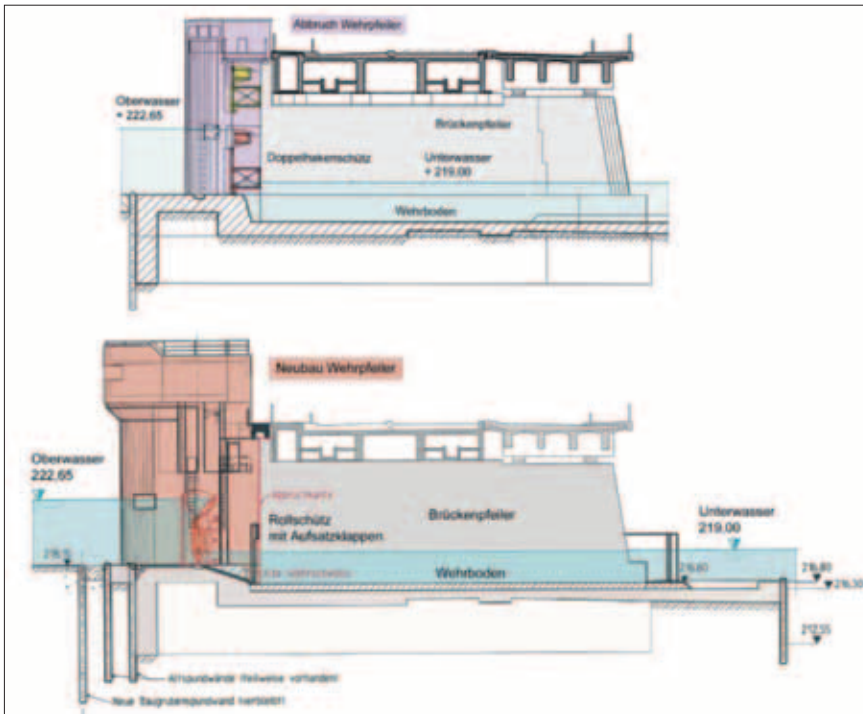


Bild 7: Wehr Untertürkheim im Querschnitt vor (oben) und nach (unten) der Grundinstandsetzung

dern (Sektorverschluss, Fischbauchklappe), die bei dem überwiegend felsigen, stellenweise geologisch sehr komplizierten Untergrund am Neckar (z. B. Heilquellenschutzgebiete, Dolinenbildung) die Wehrbaumaßnahme erheblich verteuern,

- nur von Seilen und/oder Ketten gehalten werden, die beim Über- oder Unterströmen phasenweise zu Schwingungen neigen können (Senkwalze, 2-teiliges Rollschütz, Versenkstütz),
- Drehlager aufweisen, die permanent unter Wasser liegen, und daher für Bauwerksinspektionen und Unterhaltungsarbeiten das betreffende Wehrfeld mit hohem Personal- und Geräteeinsatz zeitaufwendig trockengelegt werden muss (Fischbauchklappe, Sektorverschluss und Zugsegment),
- Ablegegruben erfordern, die sich erfahrungsgemäß mit Geschiebe und Sedimenten auffüllen und damit ein vollständiges Absenken verhindern können

(Fischbauchklappe, Sektorverschluss, Senkwalze).

Beim Neubau oder der Grundinstandsetzung eines Wehres prüft das ANH auch die Möglichkeit des Baus einer hochwasserfrei angeordneten Brücke vor der Wehranlage. Mobilkräne und landgestützte Baufahrzeuge können von ihr aus für Unterhaltungs-, Instandsetzungs- und Inspektionsarbeiten schnell und kostengünstig eingesetzt werden.

In den nächsten Jahren ist der Neubau von Fischaufstiegsanlagen an fast allen Staustufen des Neckars vorgesehen (Bild 5) [5]. Im Zuge der Neubauplanungen von Wehren prüft das ANH die mögliche Trassenführung von Fischaufstiegsanlagen.

6 Standardisierung der Grundinstandsetzung bzw. des Neubaus der Neckarwehre

Bisher wurden die Besprechungen zwischen der WSA und dem ANH zur Optimierung der Planungen für die Grundinstandsetzung bzw. den Neubau der Neckarwehre vorwiegend bilateral geführt. Die Wasser- und Schifffahrtsdirektion Südwest (WSD Südwest) hat durch die Einrichtung einer Projektgruppe zur Standardisierung der Grundinstandsetzung und des Neubaus der Neckarwehre die Diskussion nunmehr auf eine breitere Basis gestellt. Die Projektgruppe setzt sich aus erfahrenen Mitarbeitern der WSA Stuttgart und Heidelberg, der Fachstelle für Maschinenwesen Südwest (FMSW) und des ANH zusam-



Bild 8: Wehr Untertürkheim in der Ansicht von Oberwasser vor (oben) und nach (unten, Fotomontage) der Grundinstandsetzung

men. Die Lenkungsgruppe besteht aus dem Neckardezernenten der WSD Südwest sowie den Leitern der WSA Stuttgart und Heidelberg, dem Leiter der FMSW und dem Leiter des ANH. Im Bedarfsfall berät die Bundesanstalt für Wasserbau die Projekt- und Lenkungsgruppe.

Ziel der im Jahr 2010 begonnenen Projektarbeit ist es, Best-practice-Lösungen als Standardlösungen zu erarbeiten, die sich aus der bisher bei Bau, Betrieb und Unterhaltung von Wehren gesammelten Erfahrungen ergeben. Mit den standardisierten Bauteilen und Bauverfahren ist künftig eine schnellere, preiswertere und qualitativ bessere Planung sowie Umsetzung eines Neubaus bzw. einer Grundinstandsetzung von Wehren möglich. Der Untersuchungsumfang umfasst die Verschlussysteme, den Massiv- und Tiefbau sowie die Antriebssysteme. Im Laufe der Zeit haben sich im Unterwasser einiger Neckarwehre Kolke gebildet. Die auf die verschiedenen Verschlussysteme abgestimmte optimierte Abmessung und Ausbildung der Tosbecken ist ein weiteres Untersuchungsgebiet von BAW und Projektgruppe. Die Projektgruppe soll ihre Ergebnisse im Jahr 2013 der Lenkungsgruppe vorlegen.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Wehre stellen u. a. die Mindestwassertiefe für einen sicheren und leichten Schiffsverkehr, die Fallhöhe für die Gewinnung von Strom aus Wasserkraft und den möglichst schadfreien Hochwasserabfluss sicher. Sie sind folglich äußerst wichtige Bauwerke an den staugeregelten Flüssen. Wissend um diese gesellschaftliche Bedeutung der Wehre hat die WSV bereits vor Jahren begonnen, die bis zu 100 Jahre alten Wehre an der Bundeswasserstraße Neckar grundlegend instand zu setzen. In jüngerer Zeit wird verstärkt geprüft, ob der Ersatz abgängiger Wehre durch Neubauten mit Schlauchverschlüssen eine Alternative zur Grundinstandsetzung darstellt. Bei künftigen Grundinstandsetzungen wird das Drucksegment, ggf. mit Aufsatzklappe zur Feinregulierung, als Verschlussystem favorisiert.

Derzeit werden drei Wehre am Neckar von Grund auf instand gesetzt. Die Grundinstandsetzung bzw. der Neubau von zwei weiteren Wehren befindet sich in der engeren Planung. Die Fernbedienbarkeit der Wehre wird bei der Planung berücksich-

tigt. Die Einbindung der bereits instand gesetzten wie auch der neuen Wehre in eine automatisierte Abfluss- und Stauzielregelung [1] ist künftig möglich.

Mit dem Ziel, die sanierungsbedürftigen Wehre schneller und ressourcenschonender ertüchtigen bzw. ersetzen zu können, ist im Jahr 2010 eine Projektgruppe am Neckar eingerichtet worden, Möglichkeiten der Standardisierung von Bauteilen und Bauverfahren zu untersuchen. Der Abschlussbericht wird im Jahr 2013 erwartet.

Neben den Wehren schützen an der Bundeswasserstraße Neckar drei Hochwassersperrtore die Anliegergemeinden vor Hochwasserereignissen. Das älteste Hochwassersperrtor (in Ladenburg, Bild 3) hat das Ende seiner rechnerischen Lebensdauer erreicht und weist bereits entsprechende Schäden auf. Um auch hier die Stand- und Betriebssicherheit weiterhin gewährleisten zu können, plant das ANH standardisierte Lösungen für den Neubau von Hochwassersperrtoren.

Autoren

Dipl.-Ing. Klaus Michels
Dipl.-Ing. Björn Berlenbach
 Amt für Neckarausbau Heidelberg
 Vangerowstraße 20
 69115 Heidelberg
 Klaus.Michels@wsv.bund.de
 Bjoern.Berlenbach@wsv.bund.de

Literatur

- [1] Kompendium der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Südwest. Eigenverlag, 2007.
- [2] Eckoldt, M. (Hrsg.): Flüsse und Kanäle. DSV-Verlag, 1998.
- [3] Michels, K.; Herten, M.: Der Ausbau des Neckars und dessen geotechnische Herausforderungen. In: Beiträge zum 10. Geotechniktag in München – Wasser und Boden. Zentrum Geotechnik der Technischen Universität München, 2011.
- [4] Gebhardt, M.; Pfrommer, U.; Belzner, F.; Eisenhauer, N.: 68 Jahre nach Jambor: Untersuchungen zum Einfluss einer Wehrschwelle. In: WasserWirtschaft 101 (2011), Heft 9, S. 14-19.
- [5] Michels, K.; Zacharides, W.: Die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit an den Staustufen der Bundeswasserstraße Neckar. WasserWirtschaft 101 (2011), Heft 6, S. 43-48.

Klaus Michels and Björn Berlenbach

Overhaul of the Existing and Construction of New Weirs Along the Federal Waterway Neckar

The weirs along the federal waterway Neckar are up to 100 years old. The Department for Neckar Development in Heidelberg (Amt für Neckarausbau Heidelberg, ANH) has begun with the general overhaul of the weirs. The ANH is currently assaying if the construction of new weirs is a technologically and economically interesting alternative to an overhaul. As there are 25 further weirs to be overhauled or rebuilt, it is being looked into what possibilities for a standardization of components and construction methods there are. This includes the weir gates, where the tainter gate and the inflatable rubber membrane are favored at this time.

Клаус Михельс и Бьёрн Берленбах

Капитальный ремонт и новое строительство плотин на водном пути федерального значения Неккар

Плотинам на водном пути федерального значения Неккар почти 100 лет. Управление развития Неккара в Гейдельберге (АНХ) положило начало проведению ремонта плотин. Управление АНХ проверяет, является ли новое строительство плотин верной альтернативой капитальному ремонту – с технической и экономической точки зрения. Так как еще 25 плотин должны быть либо отремонтированы либо частично построены заново, определяются возможности стандартизации деталей и методов производства строительных работ. Это касается также затворных механизмов, среди которых в настоящее время чаще используются напорные сегменты с откидным клапаном и рукавные запорные блоки.