

Dipl.-Ing. A. Jander, Wasserstraßen-Neubauamt Datteln

Planung und Ausführung für Stahlwasserbauten

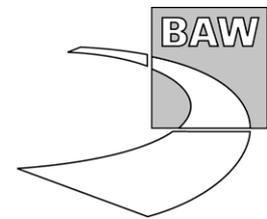
Nachdem das richtige Verschlusssystem gewählt ist, gilt besonders der Qualität der Ausführung die besondere Aufmerksamkeit. Mit der ZTV-W LB 216/1 ist zwar eine Standardanhebung gegenüber den einschlägigen Normen möglich. Aber allein nur durch die Beigabe einer ZTV-W in der Ausschreibung ist oft eine gute Ausführungsqualität nicht zu erwarten.

An Hand von Erfahrungen mit der ZTV-W und der DIN 19704 sowie an einzelnen Beispielen soll in diesem Vortrag versucht werden, die Qualität des gewählten Verschlusses zu verbessern.

Erfahrungen mit der ZTV-W 216/1:

- Schleusenverschlüsse müssen auch noch bei Minus-Temperaturen sicher dynamischen Belastungen sowie Schiffsanfahrungen standhalten. Daher sollten nur Stähle mit einer Mindest-Kerbschlagzähigkeit von ≥ 27 Joule bei einer Prüftemperatur von -20 °C eingesetzt werden. Stahlsorten wie –S 235 J2G3 oder S355 J2G3- sind hierfür geeignet. Hierbei gibt die Kurzbezeichnung „J2“ einen Stahl mit einer Kerbschlagarbeit mit ≥ 27 Joule bei einer Prüftemperatur von -20 °C an.
 Stähle mit der Kurzbezeichnung „JR“ garantieren bei Raumtemperatur $+20\text{ °C}$ und „J0“ garantieren bei 0 °C Temperatur eine Kerbschlagzähigkeit von ≥ 27 Joule. Diese Stahlsorten sind für den Stahlwasserbau ungeeignet.
- Für den zul. Leckwasserverlust sollte in der Baubeschreibung nachfolgender Text eingefügt werden:“ Bei Schleif-, Anschlag- und Aufsatzdichtungen beträgt der zulässige Leckwasserverlust auf einer Länge von 1000 mm maximal 0,05 L/s.“. Eine Messung der Wassermenge ist nicht erforderlich da die noch freien Poren sich nach kurzer Zeit durch Schwebstoffe schließen.
- Die zusätzlichen Anforderungen an die Schweißverbindungen, wie in der ZTV-W unter Ziffer 55 geregelt, sind durch nachfolgende rote Ergänzungen in der Baubeschreibung zu erweitern.

zu Nr.	Merkmal	zusätzliche Anforderung
3	Porosität und Poren	einzelne kleine Poren zulässig
4	Porennest	Größtmaß der Summe: 2 %
5	Gaskanal, Schlauchporen	keine größeren Schlauchporen/nicht zulässig
10	schlechte Passung, Kehlnähte	Stirnlängskante muss sicher erfasst sein, geringer Wurzelrückfall ist stellenweise zulässig; $b \leq 0,3 + 0,10 a$, jedoch maximal 1 mm b: Spaltbreite bzw. Wurzelrückfall
11	Einbrandkerbe, Stumpfnah	gering örtlich zulässig, $h \leq 0,5$ mm
	Einbrandkerbe, Kehlnah	senkrecht zur Spannungsrichtung sind Einbrandkerben nicht zulässig; örtlich aufgetretene sind flach auszusleifen
18	Kantenversatz	$h \leq 0,1 t$, maximal 2 mm, scharfe Übergänge sind zu überarbeiten
21	Wurzelrückfall/Wurzelkerbe	$h \leq 0,5$ mm/gering örtlich zulässig
24	Zündstelle	außerhalb der Schweißfuge unzulässig
26	Mehrfachunregelmäßigkeiten im Querschnitt	nicht zulässig
25	Angeschmolzene Schweißspritzer	sind zu entfernen (mit Ausnahme in dichten unzugänglichen Hohlkästen)
6/7	feste Einschlüsse	nicht zulässig

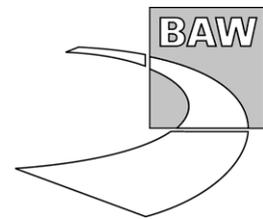


Erfahrungen mit der DIN 19704:

- Die in der DIN 19704-1, Tabelle 1, angegebenen Härte­werte bei nichtrostenden Stählen können oft von den Herstellern nicht geliefert werden. Daher sollte in der Baubeschreibung nachfolgender Text aufgenommen werden :“Der mögliche Härte­wert von nichtrostendem Stahl ist vor Aufstellung der statischen Berechnung beim Hersteller verbindlich anzufragen. Als zul. Höchstwert in der Berechnung darf maximal der Mittelwert angesetzt werden“.
- Für die in der Tabelle 7 der DIN 19704-2 aufgeführten Werkstoffkennwerte von Dichtungen haben sich zwischenzeitlich Prüfverfahren und Normen geändert, sowie Ergänzungen ergeben. In der Baubeschreibung sollte nachfolgende Tabelle aufgenommen werden:

DIN 19704-2, Tabelle 7: Werkstoffkennwerte von Dichtungen aus Elastomeren				
Seite 11 DIN 19704-2: 1998-05				
Tabelle 7: Werkstoffkennwerte von Dichtungen aus Elastomeren				
Eigenschaften	Einheit	Prüfung nach	Elastomer	
			Härte: (65 ± 5) Shore A	
			NR	CR
			SBR	
Zugfestigkeit	N/mm ²	DIN 53504	≥ 20	≥ 17
Druckverformungsrest 24 h; 70 C	%	DIN ISO 815	≤ 25	≤ 20
Ozonbeständigkeit 24 h; 50 pphm; 40°C; 30 %	-	DIN 53509-1	Rißbild Stufe 1	Rißbild Stufe 1
Abrieb	mm ³	DIN 53516	≤ 120	≤ 100
Wasseraufnahme 25° C	%	-	≤ 5	≤ 5
Meerwasserbeständigkeit ¹⁾ 28 d; 95° C		DIN 86076		
Härteänderung Volumenänderung	%	DIN 53505 ISO 2781	-	≤ 5 ≤ 5
Ölbeständigkeit ²⁾	-	TL 91843 DIN EN 681-1	-	G II
Weiterreißwiderstand	N/mm²	DIN ISO 34-1, Methode A	≥ 8	≥ 8

Kurzzeichen nach DIN ISO 1629:
 NR Naturkautschuk
 SBR Styrol-Butadien-Kautschuk
 CR Chloropren-Kautschuk
 1) Für Dichtungen, die in See- oder Brackwasser eingesetzt werden.
 2) Für Dichtungen, die mit Ölen und Fetten in Verbindung kommen.



Reduzierter Einsatz von nichtrostendem Stahl verringert die Korrosionsschutzprobleme:

Durch den verstärkten Einsatz von nichtrostendem Stahl in Kombination mit unlegiertem Stahl kommt es seit einiger Zeit an Stahlwasserbaukonstruktionen zu vermehrten Korrosionsschäden.

Diese Schäden entstehen überwiegend infolge elektrochemischer Korrosion. Da die verschiedenen, leitend miteinander verbundenen Metalle unterschiedlichen elektrochemischen Potentials, die sich im gleichen Elektrolyt (Wasser) befinden, ein galvanisches Element bilden. Elektrochemische Vorgänge und die damit verbundenen Veränderungen sind nur durch den Austausch elektrischer Ladungen möglich, d.h. durch den Austausch von Elektronen und Ionen, die Träger solcher elektrischen Ladungen sind.

Zudem zeigte sich in letzter Zeit, dass Auftragnehmer die Gewährleistung für Neubeschichtungen, z. B. für neu gebaute Verschlüsse, nicht übernehmen wollen, da sie einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen dem verstärkten Einsatz der legierten Stähle und damit einhergehend Schäden an der Beschichtung und der Stahlkonstruktion vermuten (vertragsrechtliche Aspekte).

Minimierung bzw. Vermeidung des Einsatzes von nichtrostendem Stahl:

Auf Grund der Schäden wird empfohlen, den Einsatz von nichtrostenden Stählen generell zu minimieren bzw. zu vermeiden. Bei unvermeidbarer Verwendung von nichtrostendem Stahl ist dessen Fläche gering zu halten. Generell empfiehlt es sich, während der Planungsphase von Stahlwasserbauten alle Flächen aus nichtrostendem Stahl zu ermitteln, eine chemische Analyse des Wassers durchzuführen und die Leitfähigkeit des Elektrolyten zu messen, um das mögliche schädigende Potential zu bestimmen. Danach sollte über den Einsatz eines Kathodischen Korrosionsschutzes (KKS) in Form von Opferanoden oder Fremdstrom entschieden werden. Der KKS schützt die Flächen am unlegierten Stahl, an denen Schadstellen an der Beschichtung entstanden sind (siehe dazu auch ZTV-W 220, Ausgabe 11/95). Auch das Beschichten von nichtrostenden Flächen kann das Potential verringern, da nur unbeschichtete Flächen von nichtrostendem Stahl zur elektrochemischen Korrosion führen.

Verbindungsmittel

Es empfiehlt sich, Schraubverbindungen aus nichtrostendem Stahl nicht mehr zu verwenden. Anstatt der Schrauben aus nichtrostendem Stahl sollten wieder Schrauben aus unlegiertem bzw. verzinktem Stahl zum Einsatz gelangen.

Verzinkte Schrauben sind grundsätzlich, wie auch das angrenzende Bauteil, zu beschichten, da sich im eingetauchten Bereich das Zink als unedelster Werkstoff der Materialpaarung im galvanischen Element auflöst.

Achsen

Achsen sind, bis auf die Sitz- und Lagerflächen, aus unlegiertem Stahl auszuführen.

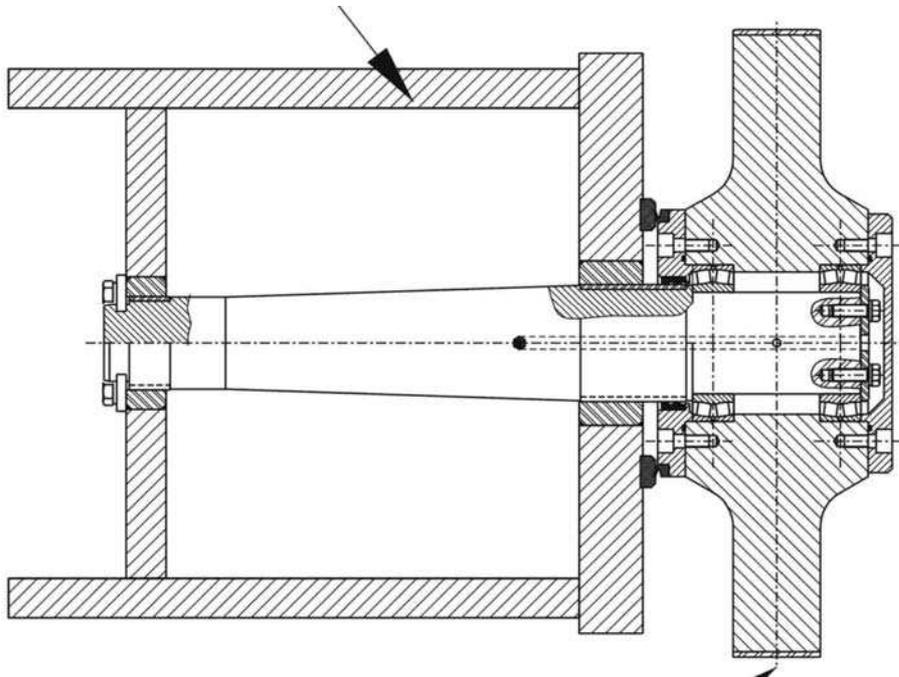
Einbauteile

Nischenarmierungen, senkrechter Kantenschutz, usw. sollten aus unlegiertem Stahl gefertigt werden. Um möglichen Abrostungen entgegen zu wirken, könnte ein Dickenzuschlag auf den erforderlichen Querschnittswert aufaddiert werden.

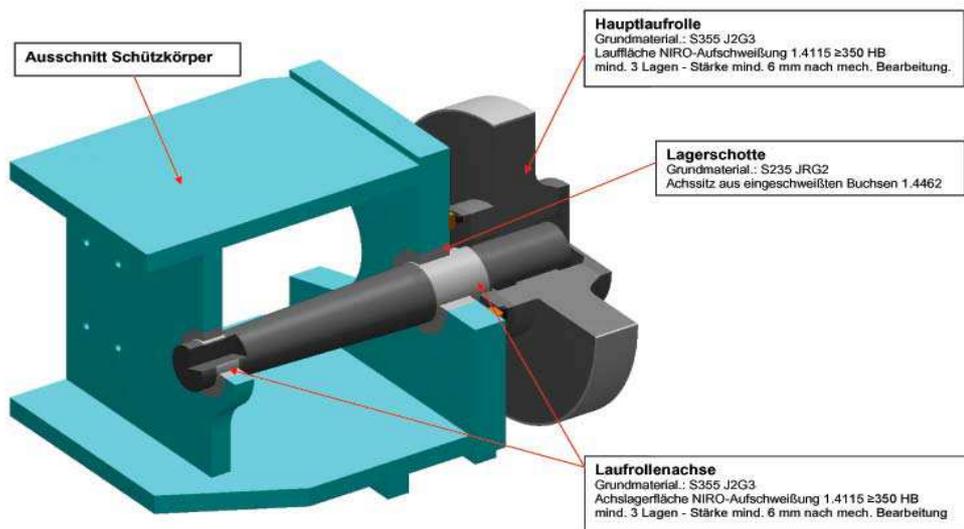
Luftsprudelanlagen und Pegelschutzrohre

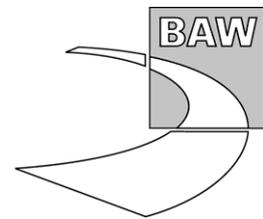
Für Rohre sollte das Material „HD-PE verwandt werden.

Ausführungsbeispiel:



Lagerung der Laufrollachse - Prinzipskizze





Beschichtungsvorschläge für Flächen aus nichtrostendem Stahl:

Beschichtungsvorschlag der Firma Bergolin:

- Fettbehaftete Teile mit geeignetem Lösemittel/Entfettungsmittel entfetten und reinigen
- Mit eisenfreiem Strahlmittel z. B. Glas, die Teile auf eine Rautiefe von 40 – 50 µm strahlen oder schleifen
- Strahlmittel der Firma Würth / Glasstrahlkorn, Kornklasse 300 - 800 µm
- 1. Grundbeschichtung mit Epoxid Zinkstaub > Tenaxon T 569; (1x40 µm)
- 2. Grundbeschichtung mit EPEX Eisenglimmer 80 (1 x 60 µm)
- Deckbeschichtung mit COPRENAL 242 (3 x 250 µm)

Beschichtungsvorschlag der Firma Sika:

- Fettbehaftete Teile mit geeignetem Baureiniger (keine Zusätze, die auf der Oberfläche verbleiben) entfetten und reinigen
- Mit eisenfreiem, möglichst kantigem Strahlmittel die Teile auf eine Rautiefe von 40 – 50 µm strahlen oder schleifen
- Strahlmittel der Firma Würth / Glasstrahlkorn, Kornklasse 300 - 800 µm
- Grundbeschichtung mit Icosit EG 1 80 µm (TFD)
- Deckbeschichtung mit Icosit SW 500 (3 x 250 µm)

Die v. g. Beschichtungsvorschläge werden zu Zeit noch untersucht. Erste Ergebnisse liegen Ende 2005 vor.

Mit Einführung der DIN EN 10204 Ausgabe 2005-01-Prüfbescheinigungen für metallische Erzeugnisse- haben sich einige Änderungen ergeben:

Einführung neuer Begriffe:

- Hersteller
- Händler
- Erzeugnisspezifikation
- Änderung der deutschen Bezeichnung "Sachverständiger" in „ Abnahmebeauftragter“

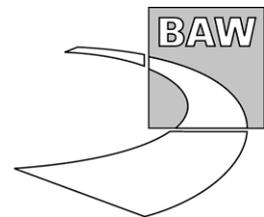
Verringerung der Anzahl von Prüfbescheinigungen

- Streichung des Werkszeugnisses 2.3 der früheren Ausgabe
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 ersetzt 3.1B der früheren Ausgabe
- Abnahmeprüfzeugnis 3.2 ersetzt 3.1A, 3.1C und 3.2 der früheren Ausgabe

D.h. das ehemalige Abnahmeprüfzeugnis „3.1C“ heißt neu nun „3.2“. Dieser Hinweis sollte in der Baubeschreibung aufgeführt werden.

Schleusenverschlüsse allein nur rechnerisch Betriebsfest auszulegen ist nicht ausreichend:

Trotz Betriebsfestigkeitsnachweis kommt es an den Verschlusskörpern immer wieder zu Ermüdungsschäden. Diese Schäden entstehen durch Konstruktionsfehler, Wahl einer zu günstigen Kerbfallgruppe, Kerben, zu hohe Eigenspannungen usw.



Derartige Mängel können verringert werden durch die Festlegung bewährter Konstruktionsdetails in sogenannten Richtzeichnungen. Weiterhin sollten für bestimmte Anschlussdetails Kerbfallgruppen in einen Katalog vorgegeben werden, da die in der DIN V ENV 1993 (Eurocode 3) angeführten Beispiele oft nur bedingt anwendbar sind. Dies führt mit dem Auftragnehmer immer wieder zu Diskussionen.

Auch die Wahl der richtigen Schweißnaht, sowie die Wahl der Schweißnahtstärke im Verhältnis zur Blechdicke, ist von entscheidender Wirkung. Weiterhin ist die Anordnung von Schraublöchern in unmittelbarer Nähe von Schweißnähten nicht sinnvoll.

Bei Zusammenstoßen dreier Ebenen sollte nicht immer ein Viertelkreisausschnitt/ Freischnitt vorgesehen werden. Untersuchungen der Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalten (SLV) weisen darauf hin, dass bei Blechstärken ≤ 16 mm der Verzicht auf einen Viertelkreisausschnitt konstruktiv und dynamisch günstiger ist. Zum Beispiel bei einer Konstruktion mit einem Hohlkörper wird auch selbstverständlich in den Eckbereichen auf einen Freischnitt verzichtet.

Eine große Verantwortung obliegt auch dem Werkstattpersonal. Die Qualität der Werkstattleistung entscheidet maßgeblich mit, über die Lebensdauer einer Konstruktion. Werden die Schweiß- und Brennarbeiten sorgfältig ausgeführt, so ist die Gefahr von Kerben sehr gering. Durch eine hohe Passgenauigkeit können die Eigenspannungen erheblich vermindert werden. (Maximal zul. ist ein Spaltmaß von 1mm, laut ZTV-W)

Die Bauüberwachung durch das eigene Personal oder das vom Auftraggeber beauftragte Personal ist für den Erfolg einer guten Qualität ebenfalls von sehr entscheidender Wirkung. Hier hat der Arbeitskreis 16/17 ein Muster für eine effektive Werkstattüberwachung erarbeitet. Dieses Muster wird zur Zeit noch mit dem DVS und der SLV abgestimmt. Nach Zustimmung kann diese Überwachungsscheckliste jeder WSV zur Verfügung gestellt werden.

Stand 23.05.2005

Baumaßnahme/Objektbenennung:										
AG:										
Kontrollplan: Stahlwasserbau - Werksfertigung für Neukonstruktionen										
AN:		Objektteil:		Einzelheit:		Blatt Nr.:		Werk:		
Muster										
Nr. Beschreibung		Unterlagen, Normen Vorschriften Richtlinien		Erlidigungsvermerk AN			Erlidigungsvermerk AG			
				AN	Do	Datum	Stempel/ Unterschrift/AN	AG	Datum	Stempel/ Unterschrift/AG
1 Grundsätze										
Es gilt der Bauvertrag (BV)		BV, ZTV-W 216/1 u.218, DIN 19704, DIN 12944 T 1-8 DIN 18800-7								
1.1 Zulassung als Schweißbetrieb										
a) Großer Eignungsnachweis mit Erweiterung für nicht vorwiegend ruhende Beanspruchung		DIN 19704, Teil 2, Abs.5.1 DIN 18800-7 Tab. 14, KI.E		Doku	*					
b) Festlegung /Überprüfung der anzuwendenden Schweißverfahren		DIN EN 288, Teil 3		Doku	*			R		
2 Überwachung der Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile										
2.1 Baustoff-/ Materialeingangsprüfung										
a) Vollständigkeit, Maße, Identität (Stempelung), sichtbare Fehler, Beschädigungen		DIN EN 970		P						
b) nicht sichtbare Fehler (Dopplungen, Einschlüsse, Poren, Lunken, usw.)		DIN EN 10160, S2:E2		P	*					
2.2 Kontrolle der Ausführungsunterlagen auf Vollständigkeit und Überprüfung der Prüfbescheinigungen (erf. Abnahmeprüfzeugnisse vgl. Stückliste auf genehmigten Zeichnungen)										
a) Würden besondere Anforderungen an einzelne Bauteile, Bleche usw. entspr. entspr. genehm. Zeichn. überprüft (z.B. Aufschweißbiegeversuche, Z-Güten)		DIN EN 10025 /10204		P	*			R		
b) Liegen alle Ausführungsunterlagen geprüft/ genehmigt vor (Konstruktionszeichnungen, Arbeitsanweisungen, Schweißfolgepläne, Schweißanweisungen, Schweißprüfpläne)				P	*			R		
c) Werkstoffe für tragende Bauteile mit 3.2 Abnahmeprüfzeugnis				P	*			R		
d) Sonstige nach Baubeschreibung				P	*			S		
e) Sonstige Schrauben/ Nieten: HV/HVP mit 3.2				P	*			R		
f) Ü-Zeichen nach Bauregelliste A für sonstige Materialien				P	*			S		
Legende:										
R = Kontrolle der vorgelegten Dokumente				HP = Haltepunkt (Teilnahmepflichtig)						
P = Durchführung der Prüfung / Inspektion				S = stichprobenartige Kontrolle (min. 20%)						
Doku = Dokumenten-Vorlage				* = in die Enddokumentation durch AN einfügen						
M = Meldung				WPS = Schweißanweisung des Herstellers						

Seite: 1 von 6