

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Periodical Part, Published Version

**Witte, Hans-Heinrich; Gabrys, Ulrike; Beuke, Udo; Fleischer, Petra**  
**BAW-Brief Nr. 2 - Juli 2003**

BAWBrief

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/100508>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

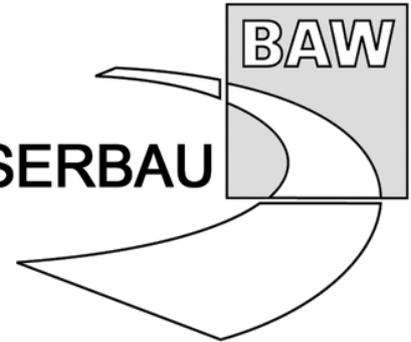
Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.) (2003): BAW-Brief Nr. 2 - Juli 2003. Karlsruhe:  
Bundesanstalt für Wasserbau (BAWBrief, 2/03).

## **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.





## BAW-Brief Nr. 2 - Juli 2003

### 570 - G Neue Oberflächendichtungen für Wasserstraßen

#### 1. Allgemeines

Dichtungen haben im Bereich des Verkehrswasserbaus eine zentrale Bedeutung. Ihre Hauptaufgaben bestehen darin, Sickerwasserverluste aus der Wasserstraße zu verhindern bzw. zu begrenzen und die Standsicherheit von Wasserbauwerken zu gewährleisten. Zur Abdichtung der Böschungs- und Sohlenbereiche der Wasserstraßen gibt es verschiedene Möglichkeiten. Neben den herkömmlichen, über viele Jahre bewährten Verfahren werden auf dem Markt zunehmend Neuentwicklungen angeboten. Eine Bewertung der einzelnen Dichtungsverfahren hinsichtlich der technischen und wirtschaftlichen Gleichwertigkeit stellt an den ausschreibenden Ingenieur immer höhere Anforderungen. Die vorhandenen Regelwerke – wie das MAR und die ZTV-WLB 210 – sind in dieser Hinsicht oft nicht ausreichend. Aus diesem Grund wurde von einer Arbeitsgruppe aus Mitarbeitern von BAW und WSV ein Fachbeitrag erarbeitet, der alle wichtigen technischen Informationen zu den derzeit auf dem Markt angebotenen Dichtungsverfahren an Wasserstraßen beinhaltet. Dieser Fachbeitrag ist im **Mitteilungsblatt der BAW Nr. 85 (2002)** veröffentlicht und kann als pdf-Datei von der Internetseite der BAW ([www.baw.de](http://www.baw.de)) heruntergeladen werden. Im Folgenden werden auszugsweise einige Erläuterungen zu neuen Dichtungssystemen gegeben.

#### 2. Übersicht Dichtungssysteme

Die wichtigsten behandelten Dichtungssysteme sind nachfolgend - geordnet nach dem verwendeten Dichtungsmaterial - zusammengestellt:

- Dichtungen aus natürlichen Dichtungsmaterialien
  - Naturtondichtung
  - Geosynthetische Tondichtungsbahnen
- Dichtungen mit hydraulischen Bindemitteln
  - Vollvergossene Schüttsteine mit hydraulisch gebundenem Vergussstoff
  - Betonplatten mit gedichteten Fugen
  - Betonmatratzen

- Dichtungen mit hydraulischen Bindemitteln und Ton
  - Dauerplastischer Dichtungsbelag aus Zement, Ton und Zuschlägen
  - Verfestigender Dichtungsbelag aus Zement, Ton und Zuschlägen
- Dichtungen mit bituminösen Bindemitteln
  - Bituminöse Dichtungsbeläge
  - Vollvergossene Schüttsteine mit Bitumen-gebundenem Vergussstoff

Neu in der Anwendung für Schifffahrtskanäle der WSV sind insbesondere zwei Einbauverfahren von Naturton, die geosynthetischen Tondichtungsbahnen und dauerplastische Dichtungsbeläge aus Zement, Ton und Zuschlägen („Colcredur“). Die Besonderheiten dieser Verfahren, auf die bei der Ausschreibung, bei den Kontrollen zur Qualitätssicherung und Überwachung von Dichtungsarbeiten geachtet werden muss, werden im Folgenden kurz erläutert.

#### 3. Neue Dichtungssysteme

##### 3.1 Naturtondichtungen – neue Einbauverfahren

Naturton als Dichtungsmaterial hat sich über Jahrzehnte im Bereich der Wasserstraße bewährt. Bei Erfüllung der heutigen Anforderungen nach ZTVW-LB 210 hinsichtlich Tongehalt, Plastizität, Konsistenz und Festigkeit hat Naturton sehr gute Dichtungseigenschaften. Tondichtungen sind Weichdichtungen mit einer hohen Flexibilität. Allerdings ist ein Schutz vor Frosteinwirkung und Durchwurzelung notwendig. In der Regel ist vor dem Einbau eine Aufbereitung des anstehenden Naturtones erforderlich.

Die Dichtungswirkung der fertig eingebauten Tondichtung wird aber nicht nur vom Dichtungsmaterial selbst, sondern auch durch die Ausbildung der Fugen (Überlappungen) und der Anschlüsse an Bauteile, z. B. Spundwände, bestimmt und ist dementsprechend sehr stark abhängig vom Einbauverfahren.

In der überwiegenden Zahl der heutigen Baumaßnahmen ist der Einbau des Dichtungstones auf der Sohle und den Böschungen unter Wasser bei Aufrechterhaltung der Schifffahrt erforderlich. Für diese Randbedingungen werden derzeit mehrere Verfahren zum Toneinbau angeboten: das seit langem bekannte Tonplatten-Verfahren der Fa. MÖBIUS, das neue Tonbahnen-Verfahren der Fa. HIRDES und das Tonwürfelverfahren der Fa. L. FREYTAG. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der Technologie zum Einbringen des Tones und der Ausbildung der Fugen bzw. Überlappungen.

Beim **Tonplatten-Verfahren** (Bild 1) wird der Ton in einzelnen vorgefertigten „Tonplatten“ von etwa 4 x 4 m verlegt. Der aufbereitete Ton wird in der vorgegebenen Schichtstärke in ein sogenanntes „Tonbett“ eingebaut und verdichtet. Mit Hilfe einer Vakuumblocke werden die Tonplatten daraus entnommen und im Kanalbett verlegt. Infolge des Andruckes beim Verlegen des Tones wird bei diesem Verfahren von vornherein eine gute Lagestabilität der Dichtung – auch auf der Böschung – erreicht. Eine automatische Kontrolle der Dichtigkeit der einzelnen Tonplatten erfolgt über das aufgebrachte Vakuum. Das Verfahren wird bereits seit Jahren in der WSV angewendet.



Bild 1: Tonplattenverfahren

Das neue **Tonbahnen-Verfahren** (Bild 2) wurde in der WSV erstmals 1999 am Wesel-Datteln-Kanal angewendet. Ein zweiter Einsatz erfolgte am Dortmund-Ems-Kanal im Baulos 15. Hier wurden die entsprechend der ZTV-W erforderlichen Grund- und Eignungsprüfungen durchgeführt. Aufbereiteter Naturton wird in ein trapezförmiges Mundstück gepumpt und aus diesem auf dem Planum abgelegt. Dabei werden die einzelnen Bahnen mit einer Breite von 1,20 m nebeneinander ohne Überlappung verlegt. Der erforderliche dichte Fugenschluss wird durch Querdehnung der neu verlegten Bahn infolge Längsstauchung beim Ausstoßen erreicht. Zum Aufbringen der Längsstauchung ist das Anfahren gegen einen Widerstand (Wand oder fixierter Balken) erforderlich oder das Vorverlegen von ca. 1,5 m Tonstrang, um den Stauchdruck über Reibung in den Boden abzutragen. Gleichzeitig muss die Verlegegeschwindigkeit des Gerätes sehr genau auf die Fördergeschwindigkeit des Tones abgestimmt werden, um kontinuierlich den



Bild 2: Tonbahnen-Verfahren (TONI 2000)

erforderlichen Stauchdruck zu garantieren und Fehlstellen zu vermeiden. Da die Fugen hier im Gegensatz zu allen anderen Verfahren als Stumpfstoß ausgebildet werden, also ohne Überlappungen, sind besondere Anforderungen an die Verlegegenauigkeit zu stellen.

Im Rahmen der Eignungsprüfungen beim Einsatz am Dortmund-Ems-Kanal wurden insbesondere die Abmessungen der extrudierten einzelnen Bahnen und der Fugenschluss benachbarter Bahnen kontrolliert. Dabei wurde neben den Ingenieurtauchern auch der inzwischen leider außer Dienst gestellte und nicht durch einen Neubau ersetzte Tauchschacht der WSV eingesetzt. Die Prüfungen konnten mit gutem Ergebnis abgeschlossen werden und somit die Eignung der Verfahrens für den Unterwasseinbau von Ton auf Sohle und Böschung nachgewiesen werden.

Ein weiteres neues Verfahren zum Einbau von Ton ist das **Tonwürfelverfahren** (Bild 3) der Fa. L. Freytag. Es wurde 1998/99 erstmals in 1:1 Großversuchen der Firma in Nordenham mit guten Ergebnissen getestet. 2000/2001 wurde das Verfahren in der Sohle des Mittellandkanals im Bereich der Neubaumaßnahme Straßentunnel Wolmirstedt angewendet. Es war das erste Pilotprojekt im Bereich der WSV, das dementsprechend sehr intensiv überwacht und kontrolliert wurde. Bei diesem Einbauverfahren wird aufbereiteter Ton in kleine Würfel mit einer Kantenlänge von etwa 8 cm geschnitten. Die Tonwürfel werden über ein Schüttgerüst eingebracht und mit einem Flächenrüttler verdichtet. In der Regel wird zweilagig, um 0,5 m versetzt, geschüttet und beide Lagen werden zusammen in zwei Übergängen verdichtet. Die für die zu erreichende Dicke der verdichteten Tonschicht erforderliche Schichtdicke auf dem Schüttgerüst muss jeweils im Vorfeld in einer Eignungsprüfung bestimmt werden.

Bei erschütterungs- bzw. setzungsempfindlichem Untergrund muss die Anwendbarkeit des Verfahrens vorher überprüft werden. Auf sehr weichem Untergrund wird eine ordnungsgemäße Verdichtung des Tones unter Umständen nicht erreicht.

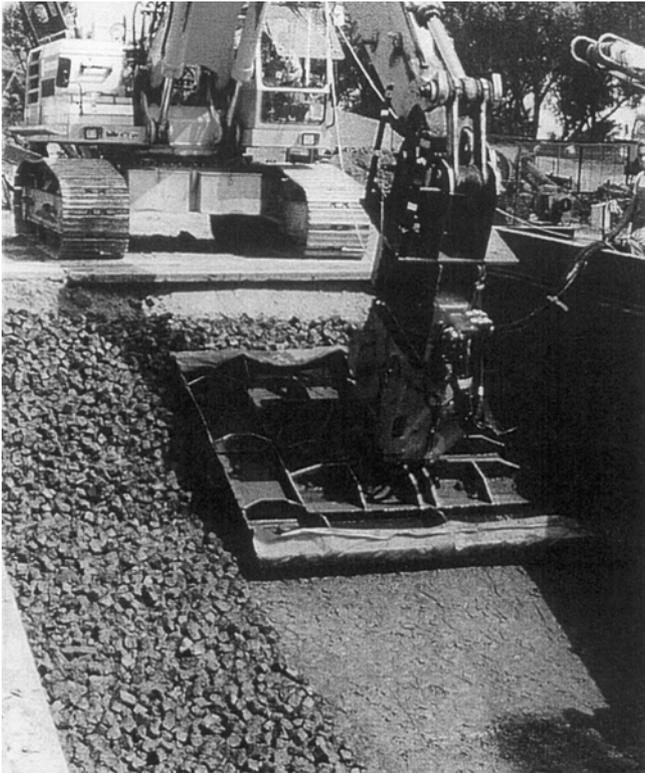


Bild 3: Würfeltonverfahren

Im Bereich des Straßentunnels Wolmirstedt am Mittelkanal konnte die im Würfeltonverfahren eingebrachte Tondichtung nach Trockenlegung eines Bauabschnittes begutachtet werden. Es wurden Schürfe abgeteufelt und ungestörte Proben entnommen. Insgesamt konnte eine gute Qualität der Tondichtung festgestellt und damit nachgewiesen werden, dass das Verfahren zum Unterwassereinbau von Ton geeignet ist. Eine Anwendung auf Böschungen erfolgte bisher in der WSV noch nicht. Beim ersten Einsatz sollte auch hier die erforderliche Eignungsprüfung durchgeführt werden.

### 3.2 Geosynthetische Tondichtungsbahnen (GTD)

Die geosynthetischen Tondichtungsbahnen werden seit längerem bereits im Deponiebau, aber auch zum Abdichten von Rückhaltebecken, Klärteichen u. ä. eingesetzt. Der Einbau erfolgt in der Regel im Trockenen. In der WSV muss der Dichtungseinbau dagegen fast immer unter Wasser bei laufendem Schiffsverkehr erfolgen. Hier sind die Geosynthetischen Tondichtungsbahnen erstmals 1997/98 im Bereich der Ausweichstelle Eberswalde (Havel-Oder-Wasserstraße) zur Anwendung gekommen (Bild 4). Ein zweiter Einsatz erfolgte 2000/2001 auf einer 500 m langen Teilstrecke des Bauloses 15 des Dortmund-Ems-Kanals. Beide Strecken sind Versuchsstrecken, die besonders überwacht und kontrolliert werden.

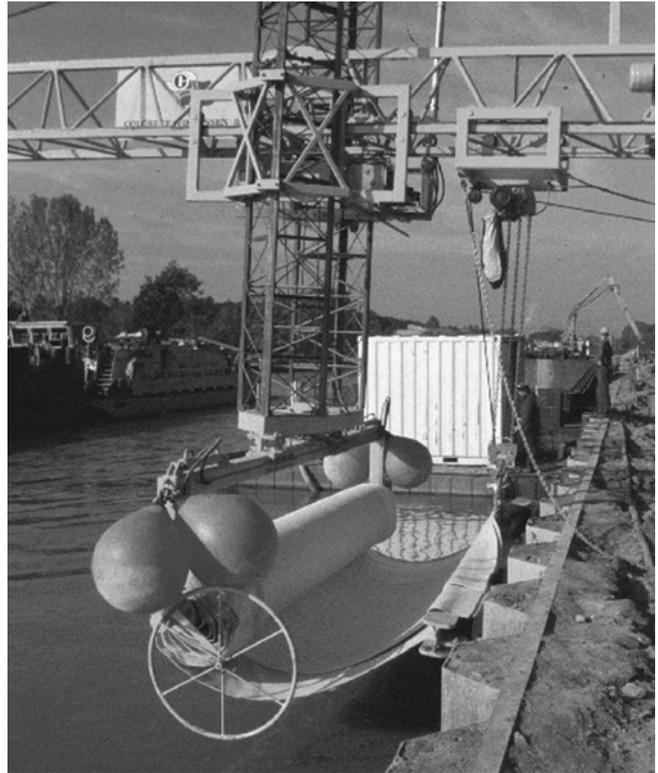


Bild 4: Verlegung der GTD

Die GTD besteht aus zwei Lagen Geokunststoffen, zwischen denen eine Schicht Bentonit, meist Natriumbentonit, eingeschlossen ist. Die Verlegung erfolgt bahnenweise mit Überlappungen von mindestens 50 bis 80 cm. Die Anschlüsse an Bauwerke werden wie bei Tondichtungen mit einem Dichtungskeil hergestellt. Die GTD ist sehr flexibel und kann sich dementsprechend gut auftretenden Untergrundverformungen anpassen. Wie bei der Tondichtung ist eine Schutzschicht gegen Frosteinfluss und Bewurzelung erforderlich.

Die GTD hat im gequollenen Zustand eine Dicke von etwa 1 cm, d. h. es handelt sich um eine sehr dünne Dichtungsschicht, die entsprechend empfindlich gegenüber direkter mechanischer Beanspruchung ist. Als erste Schutzschicht wird eine Sandmatte mit einer Sandeinlage von 8000 g/m<sup>2</sup> eingesetzt. Diese dient gleichzeitig als Ballastierung, da die GTD allein am Beginn der Verlegung im ungequollenen Zustand aufschwimmen würde und damit eine qualitätsgerechte Überlappung nicht möglich wäre. Die Sandmatte ist gleichzeitig Schutz beim Beschütten mit Wasserbausteinen.

Der Einbau von GTD und Sandmatte erfolgt in gleicher Weise wie das Verlegen von geotextilen Filtern. Das hohe Flächengewicht der Matten von 13 kg/m<sup>2</sup> schränkt die möglichen Verfahren jedoch stark ein. Wichtig ist, dass mit dem Verlegegerät eine sichere, feste Führung der Matte gewährleistet werden kann. Eine Korrektur der einzelnen Bahnen ist während der Verlegung nicht zulässig.

Wie bei allen anderen Dichtungen mit Fugen bzw. Überlappungen sind diese auch hier die kritischen Bereiche. Um eine Wasserwegigkeit in der Geotextilebene zu vermeiden, werden beim heute üblichen Unterwassereinbau Vliese mit bereits werkseitig eingestreutem und mit den Fasern vernadeltem Bentonit verwendet, die aufeinandergelegt eine den Anforderungen entsprechende geringe Durchlässigkeit garantieren. Oder es wird ein Gewebe, das von vornherein keine Durchlässigkeit in seiner Ebene besitzt, mit einem getränkten Vlies kombiniert. Beim praktischen Einbau der einzelnen GTD-Bahnen muss neben der Verlegegenauigkeit und Faltenfreiheit zusätzlich darauf geachtet werden, dass kein rolliges Material, wie beispielsweise Sande oder Kiese, in die Überlappungsbereiche gelangt.

Auf Grund der geringen Schichtdicke von 1 cm ist die hydraulische Belastung der Dichtung in der Wasserstraße sehr groß. Das wirksame hydraulische Gefälle beträgt bei einer Wassertiefe über der Tonschicht von 4 m  $i = 400$ . Bei den bisher üblichen Tondichtungen mit einer Dicke von 20 bis 30 cm betragen die hydraulischen Gefälle dagegen 13...20, bei älteren Tondichtungen mit Schichtdicken von 60 bis 80 cm und 3 m Wassertiefe sogar nur 4...5. Mit den großen hydraulischen Gefällen der GTD gibt es in der Praxis bisher keine ausreichenden Langzeiterfahrungen. Dementsprechend werden die Dichtungen in den o. g. Versuchsstrecken messtechnisch überwacht.

Die bisher vorliegenden Erfahrungen zeigen, dass ein qualitätsgerechter Einbau der GTD unter Wasser bei Aufrechterhaltung der Schifffahrt möglich ist. Bis ausreichende Langzeiterfahrungen vorliegen, wird empfohlen, ihre Anwendung noch auf Strecken mit geringem Gefahrenpotenzial zu beschränken oder von vornherein ein entsprechendes Monitoring vorzusehen. Derzeit erfolgt eine umfangreiche Dichtungskontrolle im Bereich der Ausweichstelle Eberswalde nach 5-jährigem Wasserstraßenbetrieb. Mit Vorliegen dieser Ergebnisse werden die bisher empfohlenen Grenzen der Anwendung erneut überprüft werden.

### 3.3 Dauerplastischer Dichtungsbelag aus Zement, Ton und Zuschlägen (Colcredur)

Colcredur (Bild 5) ist ein Gemisch aus Sand, Tonmineralen, Zement und Wasser, das in hochtourigen Mischern aufbereitet wird. Es härtet bei richtigem Mischungsverhältnis nicht aus, sondern bildet als dauerplastische Dichtungsschicht eine Weichdichtung. Eine ausreichende Erosionsbeständigkeit des Materials wird durch kolloidale Aufbereitung erreicht. Nach dem Einbau im städtischen Hafen Hildesheim mit einer Schichtdicke von 60 cm wurde es erstmals 1997/98 in der WSV als Dichtungskeil im Anschlussbereich der Sohle an die Uferspundwand im Bereich der Ausweichstelle Eberswalde eingesetzt. Im Bereich des MLK, Straßenunter-

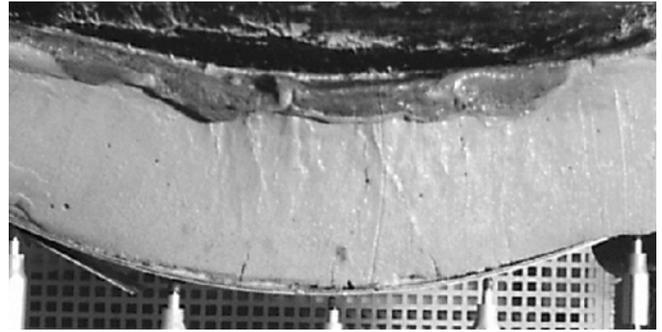


Bild 5: Colcredur im Biegetest

führung Wolmirstedt erfolgte der Einsatz im Rahmen einer Sanierung.

Der Einbau erfolgt wie Vergussmörtel und ist dementsprechend auch auf schmalen, begrenzten Flächen möglich. Es entsteht eine fugenlose Dichtung. Auf Grund der Fließfähigkeit des Materials ist die Herstellung der Anschlüsse an Bauwerke unproblematisch, die konstruktive Ausbildung und sonstigen Anforderungen entsprechen denen für Tondichtungen. Auch hier ist ein Schutz vor Frost und Bewurzelung erforderlich. Da das Material im Böschungsbereich hangabwärts kriecht, ist die Anwendung bisher auf den Sohlbereich beschränkt. Der Einbau ist nur unter Wasser möglich, weil bei Austrocknung von Colcredur die Gefahr des Zerfalls und nachfolgender Erosion besteht.

Das Mischungsverhältnis der einzelnen Komponenten des Colcredurs entscheidet in starkem Maße über die Flexibilität der fertigen Dichtung. Wird die Mischung zu spröde, ist verstärkte Rissbildung zu erwarten und dementsprechend auch Probleme im Anschlussbereich an Bauwerke oder bei größeren Verformungen des Untergrundes. Das bedeutet, dass in dieser Hinsicht eine besondere Kontrolle vor und während der Baumaßnahme erforderlich ist (Bild 5).

Die Erfahrungen bei der Herstellung der Dichtungskeile im Bereich der Ausweichstelle Eberswalde sind gut. Es gibt bisher - mehrere Jahre nach Bauabschluss - keine Hinweise auf Leckagen im Anschlussbereich Spundwand-Colcredur. Ein erster Einsatz als großflächige Sohldichtung ist derzeit in einem etwa 200 m langen Abschnitt der Havel-Oder-Wasserstraße vorgesehen. Hier wird der Einbau besonders überwacht und die Dichtung zur Gewinnung von Langzeiterfahrungen entsprechend messtechnisch überwacht werden.

## 4. Zusammenfassung

Kanaldichtungen haben neben der Begrenzung der Wasserverluste eine entscheidende Bedeutung für die Standsicherheit der Bauwerke an der Wasserstraße – Massivbauwerke und Erdbauwerke. Sie müssen dementsprechend dauerhaft zuverlässig wirken. Große Schadensfälle infolge des Versagens der Dichtung, wie

1976 am Elbe-Seiten-Kanal und 1979 am Main-Donau-Kanal, zeigen die möglichen katastrophalen Folgen. Gleichzeitig wurde dabei deutlich, dass gerade die konstruktive Ausbildung und Herstellung der Anschlüsse und Fugen eine große Bedeutung für die zuverlässige Wirksamkeit der gesamten Dichtung haben. Planung, Ausschreibung und Ausführung von Kanaldichtungen muss dementsprechend besonders sorgfältig erfolgen. Der Bauüberwachung und Qualitätssicherung kommt eine besondere Bedeutung zu.

Die Entwicklung neuer Verfahren, aber auch die Weiterentwicklung bewährter Verfahren können zu einfacheren Bauweisen und finanziellen Einsparungen führen und nicht zuletzt den Wettbewerb unter den Anbietern beleben. Neue Dichtungssysteme – neue Dichtungsmaterialien oder neue Verfahren der Dichtungsherstellung - müssen jedoch vor dem Einsatz auf ihre Anwendbarkeit unter den besonderen Bedingungen der Wasserstraße geprüft werden.

Dipl.-Ing. Petra Fleischer  
Abteilung Geotechnik,  
Referat G4 – Erdbau und Uferschutz  
Tel. 0721/9726-3570  
E-Mail: petra.fleischer@baw.de

## 571 – B Bericht einer ad-hoc-Arbeitsgruppe „Behindertengerechte Gestaltung von Schleusensteuerständen“

Die Leitung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen hat mit Erlass - EW21/52.06.24 - vom 10. November 2001 eine ad-hoc-Arbeitsgruppe eingerichtet mit dem Ziel zu prüfen, ob ein barrierefreies Bauen von Schleusensteuerständen möglich ist.

Der Schlussbericht der Prüfung (Datum 31. Juli 2002) (siehe Bild 1) ist mit Erlass vom 11. April 2003 eingeführt (AZ: EW 21/52.06.24) und wird zurzeit für den Intranet-Auftritt der WSD-Mitte vorbereitet.



Bild 1: Titelblatt des Schlussberichts der ad-hoc-Arbeitsgruppe

Eine ausführliche Zusammenfassung ist dem Tätigkeitsbericht 2002 der BAW, Abschnitt 2.5, zu entnehmen.

Durch die Arbeitsgruppe wurden in einem **ersten Schritt** die Grundlagen für alle weiteren Beurteilungen erfasst:

- Die zukünftigen Aufgaben im Schleusenbetriebsdienst, insbesondere im Rahmen der Fernbedienung,

- mögliche Arten von Behinderungen sowie deren Einsatzmöglichkeiten im Betriebsdienst,
- die rechtlichen Rahmenbedingungen für behinderte Menschen.

In einem **zweiten Schritt** wurde der Frage nachgegangen, welche der anfallenden Aufgaben unter Berücksichtigung der jeweiligen Art der Behinderung erledigt werden können. Dabei hat sich gezeigt, dass die **bestimmende Behinderung** für die bauliche Gestaltung die schwere Gehbehinderung, sprich der Rollstuhl fahrbar, ist.

In einem **dritten Schritt** wurden die maßgebenden Parameter für die Planung von barrierefreien Betriebsgebäuden ermittelt, als „Infobausteine“ (Text und Bild) zusammengestellt und als Poster aufbereitet (Bild 2).

In einem **vierten Schritt** wurden die Mehrkosten für einen exemplarischen Steuerstand durch barrierefreies Bauen mit ca. 11 % ermittelt.

- Grundsatz der Zukunftsbetrachtung.
- Die Vorschläge gelten vordringlich für Neubauten von Schleusensteuerständen.
- Bei Umbauten/Ersatzmaßnahmen oder Erweiterungen ist die Barrierefreiheit in Abhängigkeit von der vor-Ort-Situation unter Abwägung der Mehrkosten zu untersuchen und ggf. zu realisieren.

**Fazit**

Die Arbeitsgruppe empfiehlt im Rahmen der Schleusenautomatisierung bei Neu- und Ersatzbauten Schleusensteuerstände barrierefrei zu bauen und mögliche Anpassungsmaßnahmen im Bestand unter Abwägung der Mehrkosten zu prüfen.

LBDiR Udo Beuke  
Abteilung Bautechnik,  
Referat B4 – Konstruktive Gestaltung  
Tel. 0721/9726-5800  
E-Mail: udo.beuke@baw.de

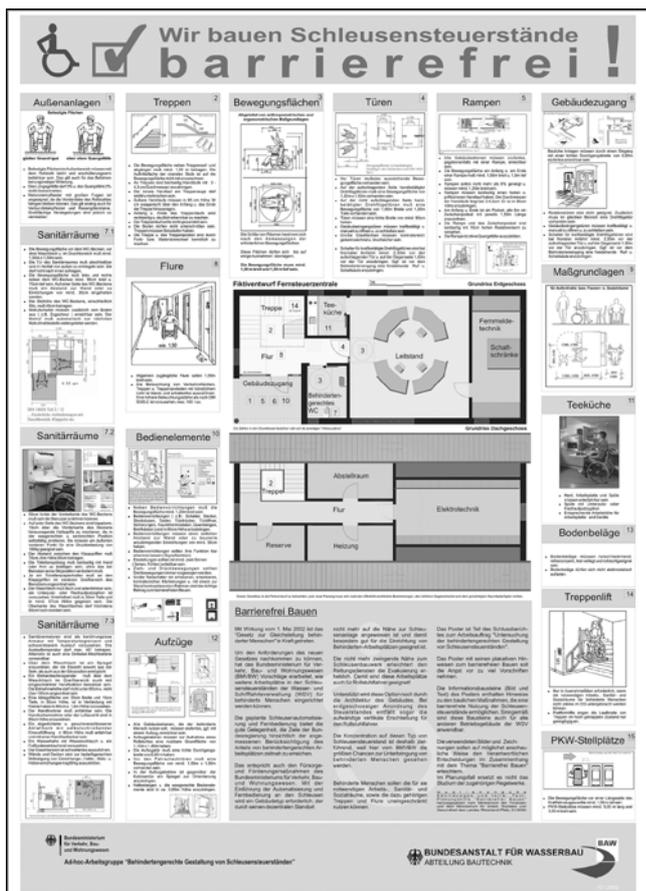


Bild 2: Verkleinerte Darstellung des Posters (die Originalgröße beträgt ca. 80 x 110 cm)

Die Arbeitsgruppe ließ sich von folgenden Grundsätzen leiten:

**572 – B  
Materialprüfzeugnisse für Ausrüstungsteile und Schweißzusatzwerkstoffe**

**Einleitung**

Auf Grund verschiedener Anfragen an die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) hinsichtlich der für Grundwerkstoffe und Verbindungsmittel erforderlichen Prüfbescheinigungen ergab sich die Notwendigkeit, ein Konzept zu erarbeiten, welches für die gesamte Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) einheitlich anwendbar ist. Es hatte sich gezeigt, dass z. B. bei der Bestellung von Pollern oder Verbindungsmitteln (z.B. Schweißzusatzwerkstoffe) ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1C nur in den seltensten Fällen mitgeliefert werden konnte, obwohl dies im Sinne der ZTV-W LB 216/1, Pkt. 2 (9) durchaus zu fordern war. Die ZTV-W lässt unter bestimmten Voraussetzungen allerdings auch zu, eine weniger aufwändige Werkstoffprüfung zu vereinbaren.

Im Interesse einer sowohl den zu stellenden Prüfanforderungen genügenden als auch praktikablen und wirtschaftlichen Vorgehensweise werden deshalb nachfolgende Hinweise und Empfehlungen gegeben.

**Poller**

Poller müssen als bauaufsichtlich relevante Bauteile angesehen werden und den Forderungen des STLK für den Wasserbau – Leistungsbereich 217 – entsprechen.

Gemäß STLK 217 stehen für den Materialgüternachweis nachfolgende Arten von Prüfbescheinigungen zur Verfügung:

- Materialgüthenachweis durch Werkszeugnis 2.2 nach DIN EN 10204 /1/
- Materialgüthenachweis durch Werksprüfzeugnis 2.3 nach DIN EN 10204
- Materialgüthenachweis durch Abnahmeprüfzeugnis 3.1B nach DIN EN 10204
- Materialgüthenachweis durch Abnahmeprüfzeugnis 3.1C nach DIN EN 10204

Die DIN EN 10204 regelt als europäische Norm alle Arten von Prüfbescheinigungen, die dem Besteller mit der Lieferung von Erzeugnissen aus metallischen Werkstoffen zur Verfügung gestellt werden können. Der Besteller muss bei der Bestellung die erforderlichen Anforderungen definieren. Zudem gilt die DIN EN 10204 nur im Zusammenhang mit der jeweiligen gültigen Materialnorm. In der DIN 19703 /2/ sind in den Zeichnungen der unterschiedlichen Pollertypen Angaben hinsichtlich des Materials aufgeführt. Diese Materialien müssen den jeweiligen Materialnormen entsprechen.

Nach Rückfragen bei den Herstellern sowie in der WSV wurden seit 1995 (Einführung der DIN 19703) ca. 10.000 Stück Nischenpoller eingebaut. Der größte Anteil wurde mit Werksprüfzeugnis 2.3 bzw. mit Abnahmeprüfzeugnis 3.1B bestellt. Von diesen 10.000 Nischenpollern hat bislang nur ein Poller versagt.

Daher empfiehlt die BAW folgende Vorgehensweise hinsichtlich der erforderlichen Prüfzeugnisse am Beispiel eines Nischenpollers (Bild 8, Seite 13, DIN 19703) und unabhängig von der Anzahl der einzubauenden Poller:

- Gehäuse aus Gusseisen DIN 1691-GG 25: Werkprüfzeugnis 2.3
- Zapfen aus Vergütungsstahl 42 Cr Mo 4 v: Abnahmeprüfzeugnis 3.1B
- Für alle weiteren Bauteile, wie z. B. Verbindungsmittel, Flachstahlanker, usw.: Materialien mit Ü-Zeichen nach Bauregelliste A Teil 1 - Ausgabe 2002/1.  
(Der erforderliche Prüfumfang für die Erteilung des Ü-Zeichens ist in der Bauregelliste in den jeweiligen Abschnitten näher erklärt.)

Heute sind fast alle Firmen nach DIN EN ISO 9001 /3/ zertifiziert, d. h. die Firmen verfügen über ein Qualitätsmanagementsystem, sodass die festgelegten Mindestanforderungen an Qualität erfüllt werden. Aus Sicht der BAW sollte auch aus wirtschaftlicher Betrachtung der Prüfumfang nur in begründeten Fällen erhöht werden.

Sollte sich im Rahmen einer Baumaßnahme zeigen, dass die o. g. Vorgehensweise problematisch ist oder nicht angewendet werden kann, ist mit der BAW abzustimmen, welche Art der Prüfbescheinigung erforderlich wird.

## Schweißzusatzwerkstoffe

Die ZTV-W für Stahlwasserbau (Leistungsbereich 216/1) schreibt unter Pkt. 2 (9) vor:

*„Für das Grundmaterial und die Verbindungsmittel aller tragenden Stahlbauteile sind nur Werkstoffe mit Abnahmeprüfzeugnis 3.1C nach DIN EN 10204 zu verwenden. Für kleine Mengen und in Ausnahmefällen kann hiervon abweichend eine andere Werkstoffprüfung gemäß DIN EN 10204 vereinbart werden.“*

Gemäß DIN EN 10204 wird ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1C im Ergebnis einer spezifischen Prüfung ausgestellt. Die Bestätigung der Prüfbescheinigung erfolgt in diesem Falle durch den vom Besteller beauftragten Sachverständigen. Diese Vorgehensweise ist, ähnlich wie beim Pollermaterial, in der Praxis kaum umsetzbar, weshalb ein praktikabler Lösungsweg gefunden werden muss. In diesem Sinne ist es u. E. ausreichend und es werden keine Bedenken erhoben, wenn in der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (auch ohne ein weiteres zusätzliches Abnahmeprüfzeugnis 3.1C) Schweißzusatzstoffe eingesetzt werden, für die Zulassungen z. B. von Seiten der Bundesbahn und/oder des Germanischen Lloyd vorliegen.

Eine analoge Vorgehensweise bei der Bestellung von Schrauben oder Nieten wäre denkbar.

## Literatur

- /1/ DIN EN 10204 „Arten von Prüfbescheinigungen“ Ausgabe 08/1995
- /2/ DIN 19703 „Schleusen der Binnenschifffahrtsstraßen; Grundsätze für Abmessungen und Ausrüstungen“ Ausgabe 11/1995
- /3/ DIN EN ISO 9001 „Qualitätsmanagementsysteme; Anforderungen“ Ausgabe 12/2000

Dipl.-Ing. Ulrike Gabrys  
Abteilung Bautechnik  
Referat B2 – Stahlbau, Korrosionsschutz  
Tel. 0721/9726-4560  
e-mail: ulrike.gabrys@baw.de

## 573 – B Schweißen an Altstählen

### Einleitung

Der Begriff Altstahl wird für Stähle herangezogen, die bis 1955 hergestellt wurden /1/. Die stählernen Schleusen- und Wehrverschlüsse an den Bundeswasserstraßen stammen oftmals noch aus den Erbauungsjahren der Anlage. Eine große Anzahl dieser Anlagen entstand vor 1955. Die Stähle dieser Verschlüsse sind daher Altstähle.

Nach dem 2. Weltkrieg bezeichnete man aber auch Stähle, die aus zerstörten Bauteilen geborgen wurden und beim Wiederaufbau Verwendung fanden, als Altstähle. Die DIN 1050, Blatt 2 von 1947, regelte die Verwendung dieser Stähle. Jedoch ist für die Stahlwasserbauten der Bundesrepublik Deutschland nicht mehr nachzuweisen, ob und in welchem Umfang diese Stähle bei Instandsetzungen an den Verschlüssen Verwendung fanden. In den letzten Jahrzehnten sind vielfältige Instandsetzungen an Verschlüssen vorgenommen worden. Nicht immer waren die Reparaturen erfolgreich (siehe Bild 1). Daher soll mit diesem Beitrag eine generelle Information über Altstähle und Reparaturarbeiten an diesen Stählen gegeben werden.

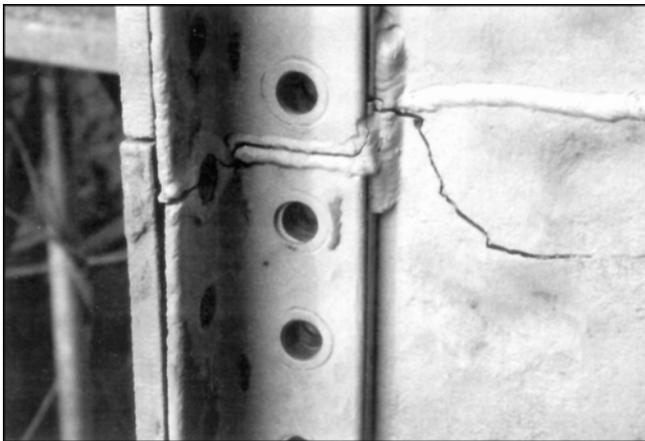


Bild 1: Risschaden in einer Reparaturschweißung

### Herstellungsverfahren

Durch die unterschiedlichsten Stahlherstellungsverfahren können die unerwünschten Stahlbegleiter wie Stickstoff (N), Phosphor (P), Schwefel (S) und Kohlenstoff (C) über den nach Norm vorgeschriebenen Massengehalten liegen. In Bild 2 sind die einzelnen Stahlherstellungsverfahren schematisch dargestellt.

Beim Puddelverfahren wurde durch Umrühren (Puddeln) des Roheisens in einem Flammenofen mit oxidierender Atmosphäre das hochkohlenstoffhaltige Roheisen in niederkohlenstoffhaltigen Stahl gewandelt /2/. Dies bewirkte, dass ein dickflüssiger mit Schlackenteilen durchsetzter „Teig“ entstand, der anschließend mit dem Luppenhammer geschmiedet wurde, um die an den Luppen (Eisenkörner) anhaftenden Schlacken herauszupressen. Der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) ist in der gesamten Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) nur ein Bauwerk bekannt, an dem der Puddelstahl eingesetzt wurde. Bild 3 zeigt die Bruchfläche eines Puddelstahles.

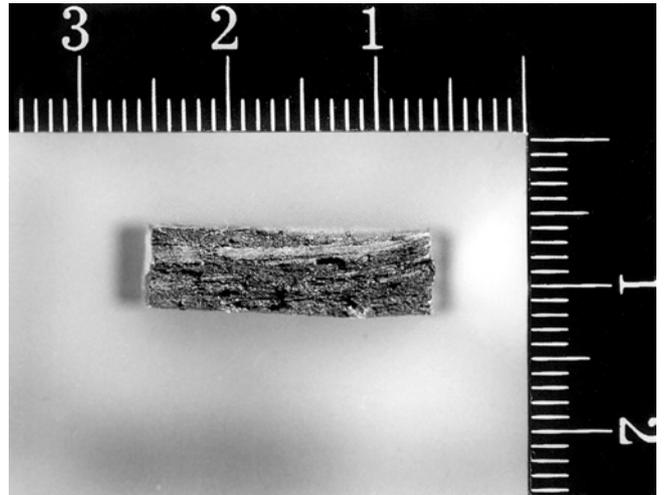


Bild 3: Querschnittsfläche eines Puddelstahles

Beim Bessemerverfahren wurde phosphorarmes Roheisen zu Stahl verarbeitet. Das geschah durch die direkte Reaktion von Luft mit dem Schmelzbad. Durch den in der Luft enthaltenen Stickstoff kam es zu einer Anreicherung des Stickstoffgehaltes im Schmelzbad.

Das Thomasverfahren unterschied sich vom Bessemerverfahren lediglich dadurch, dass der Ofen basisch ausgemauert war und deshalb auch phosphorreiches Roheisen verarbeitet werden konnte. Auch hier lag im Stahl ein erhöhter Stickstoffgehalt vor. Thomas- und Bessemer-Stahl werden in Deutschland nicht mehr hergestellt.

Beim Siemens-Martin-Verfahren kann Schrott zu Stahl umgeschmolzen werden. Durch die lange Schmelzzeit von 6 bis 8 Std. können die nichtmetallischen Verunreinigungen aus dem Schmelzbad aufsteigen. Es entsteht ein verhältnismäßig reiner Stahl, der lediglich auf Grund der fossilen Brennstoffe einen leicht erhöhten Schwefelgehalt aufweist.

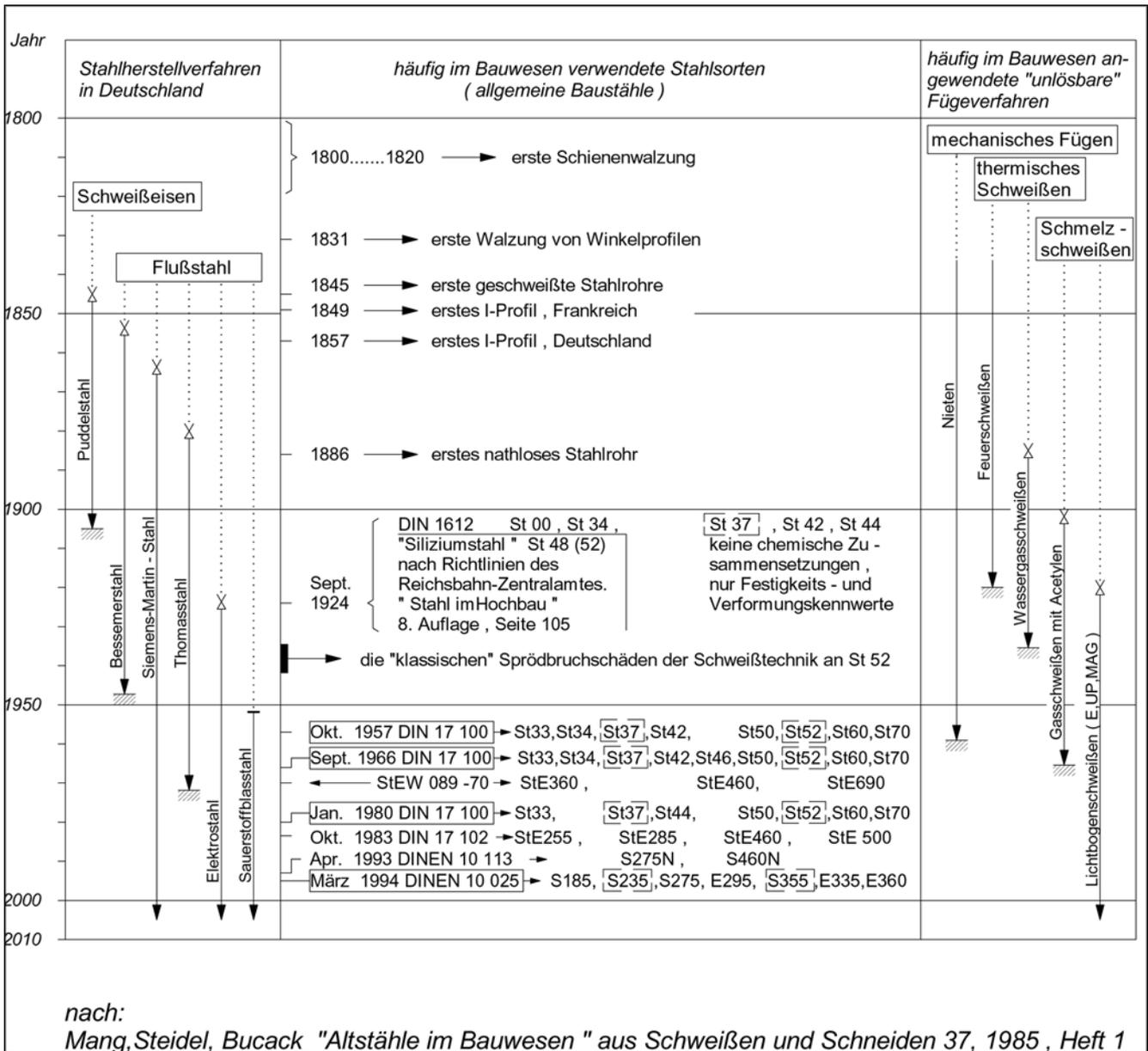


Bild 2: Übersicht über die Stahlherstellverfahren, Stahlsorten, Fügemethoden und Mindeststreckgrenzen abhängig von der Jahreszahl

### Stahlbegleiter und deren Auswirkung auf die Schweißbarkeit

Die Stahlqualität wird maßgeblich durch die unerwünschten Stahlbegleiter beeinflusst. Diese gelangen während der Stahlherstellung aus den Erzen, der Ofenauskleidung und dem zugesetzten Schrott in die Schmelze. Nach DIN EN 10025 /3/ sind diese Stahlbegleiter auf maximale Massengehalte (%) begrenzt. Werden diese Maximalwerte überschritten, kann es bei zu hohen Schwefelgehalten zur Heißrissigkeit während des Schweißens kommen. Wird der maximale Kohlenstoffgehalt überschritten, kann während der Abkühlung Martensit entstehen, der äußerst spröde ist. Während des Schweißens kann Wasserstoff aus der Luft oder der Elektrodenumhüllung ins Schmelzbad gelangen. Dieser führt zur sogenannten Kaltrissigkeit. Weitere unerwünschte Stahlbegleiter sind Stickstoff (Versprödung),

Sauerstoff (Versprödung) und Phosphor (Minderung der Zähigkeit).

### Auswertung vorliegender chemischer Analysen durch die BAW

Die BAW führte in den letzten Jahren zahlreiche Materialuntersuchungen an bestehenden Bauten durch. Viele dieser Untersuchungen fanden an Altstählen statt. In den Diagrammen der Bilder 4 und 5 sind die Massengehalte der unerwünschten Stahlbegleiter, getrennt nach Schleusen und Wehren, dargestellt. Ebenso sind die Grenzwerte der Stückanalyse der unerwünschten Stahlbegleiter eingetragen. Es zeigte sich, dass insbesondere der Stickstoffgehalt über den nach Norm zulässigen Wert liegt. Aber auch Phosphor, Schwefel und Kohlenstoff überschreiten oftmals die zulässigen Werte.

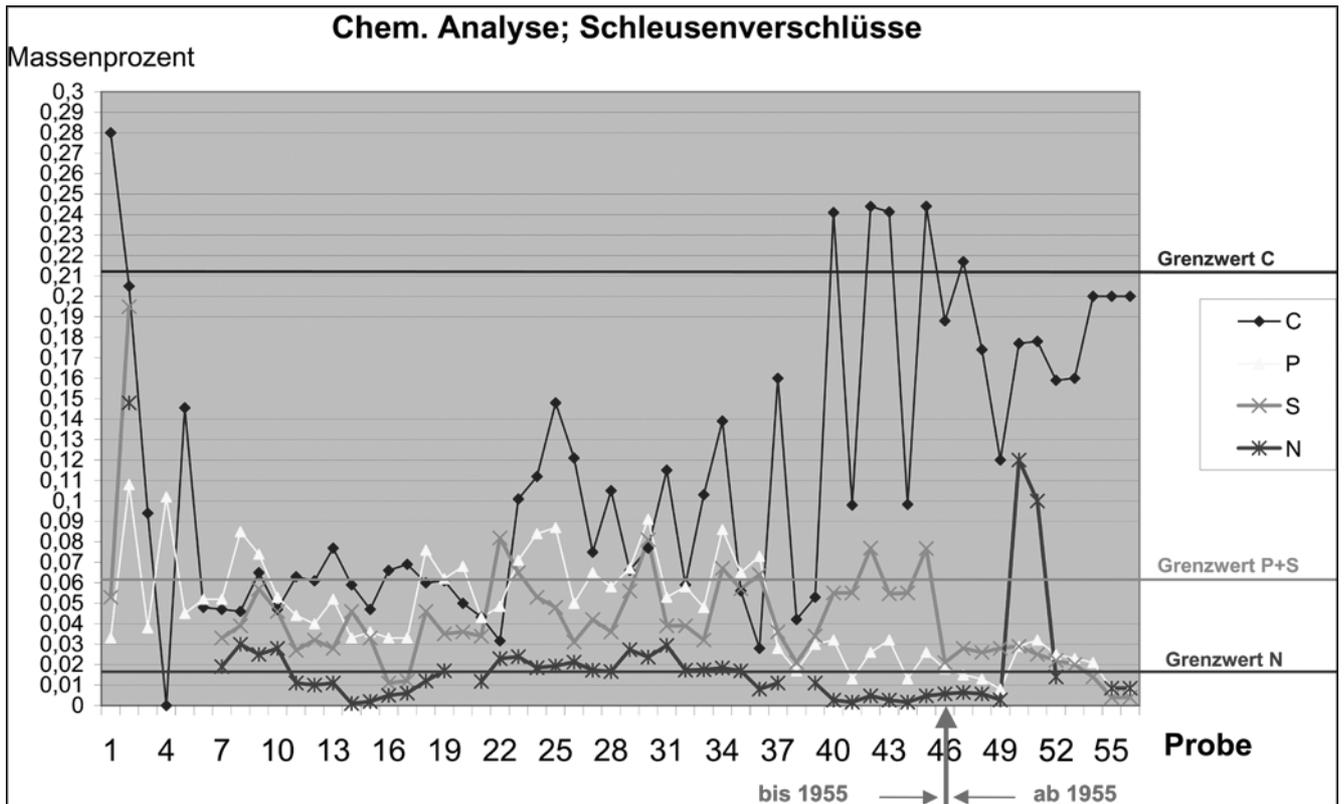


Bild 4: Massengehalte der unerwünschten Stahlbegleiter bei den Schleusenverschlüssen

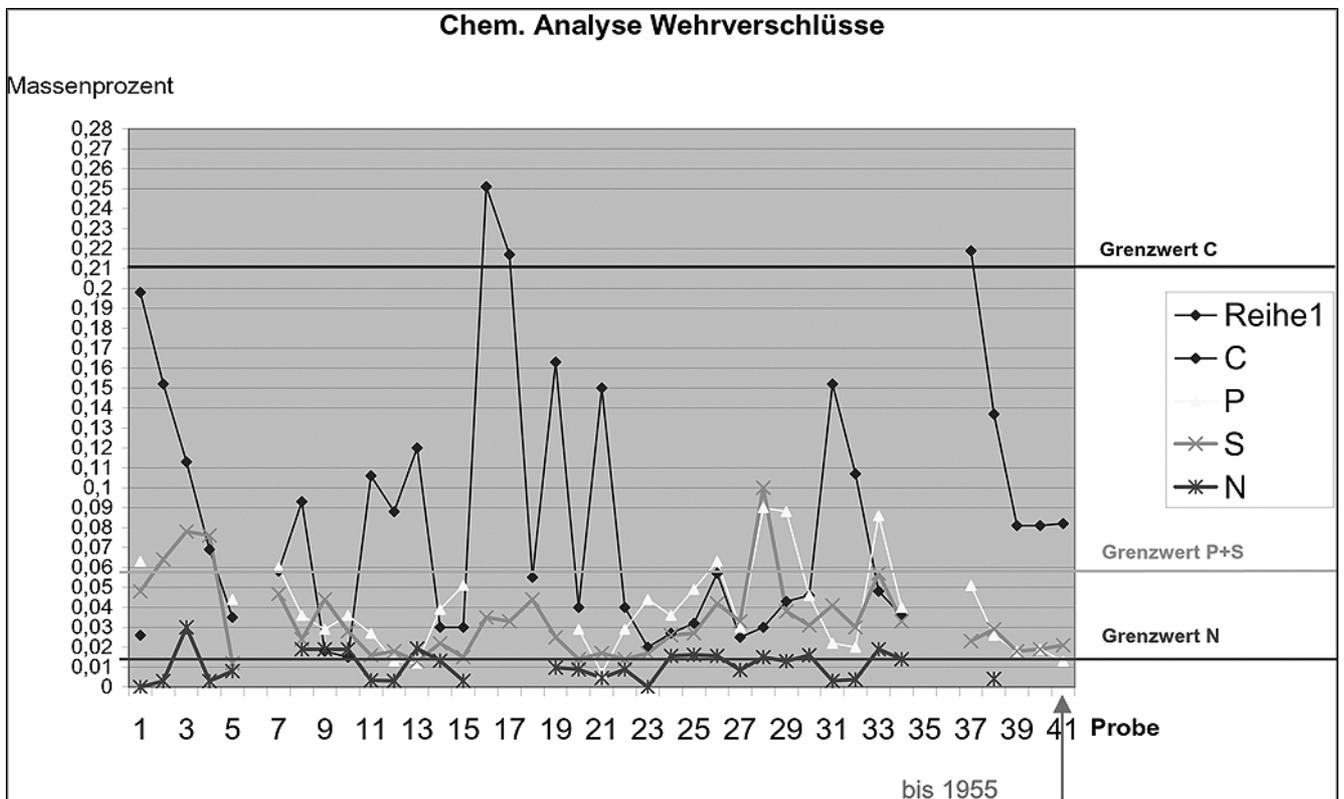


Bild 5: Massengehalte der unerwünschten Stahlbegleiter bei den Wehrverschlüssen

## Reparaturschweißungen

### Informationsbeschaffung

Generell sollte von Schweißarbeiten an Altstählen abgesehen werden. Ist aber keine Reparatur durch Nieten oder Schrauben möglich, sollte zumindest an dem zu verschweißenden Bereich eine chemische Analyse durchgeführt werden. Diese wird an Spänen vorgenommen, die aus dem Bauteil entnommen werden. Sollte es möglich sein, einen Stahlkern von ca. 30 mm zu entnehmen, können noch ein Querschliff (geätzt; Seigerungen) und ein Längsschliff (ungeätzt; Schlackenzeitigkeit) hergestellt werden. Vor der Probenentnahme des Stahlkerns ist die Walzrichtung, z. B. mit einem Körner, zu kennzeichnen.

### Informationsbewertung

Die Analysedaten und ggfs. die Schlibfbilder sind auszuwerten und zu interpretieren. Anhand der Ergebnisse kann die Reparaturschweißung vorbereitet und können die Schweißdaten festgelegt werden.

### Schweißnahtvorbereitung

- Abbohren des Rissendes
- Kontrolle des Bohrloches auf Anrisse
  - Mit Met-L-Check prüfen, ob eventuell Haarrisse entstanden sind
- Thermisches Ausfugen des Risses als Schweißnahtvorbereitung
  - So ausfugen, dass eine halbe V-Naht oder eine V-Naht entsteht, die anschließend geschweißt werden kann

### Schweißdaten und weitere zu beachtende Randbedingungen

- Als Schweißzusatzwerkstoffe sind basische Elektroden zu benutzen. Die Elektrode ist nach der vorliegenden chemischen Analyse auszuwählen. Diese sind nach Herstellerangabe rückzutrocknen und auf der Baustelle aus dem Köcher zu verschweißen.
- Bei jedem Riss ist eine geeignete Schweißfolge festzulegen, so dass bei der Abkühlung lediglich geringe Schweißeigenstressungen entstehen.
- Wenn bei geringen Temperaturen und feuchter Umgebung geschweißt wird, sollten die zu verschweißenden Bleche vorgewärmt werden, damit durch den Wärmeabfluss im Grundmaterial keine Martensit entsteht. Die Vorwärmtemperatur sollte 50 bis 80 °C betragen. Bei ungünstigen Wetterverhältnissen ist eine Überdachung des Arbeitsbereiches vorzunehmen.
- Die Schweißer sollten nach DIN EN 287-1 geprüft sein.

- Auch für die Reparaturschweißungen gilt DIN 18800 Teil 7. Insbesondere sind die Anmerkungen zum Schweißen an nicht vorwiegend ruhenden Bauteilen zu beachten

### Literatur

- /1/ G. Kuscher: Bauwerksanierung – Die Schweißreinigung von Altstahl; DVS-Berichte 99 „Schweißen und Schneiden“; 1999
- /2/ Mang/Steidl/Bucak: Altstahl im Bauwesen; Schweißen und Schneiden 37; Heft 1; 1985
- /3/ DIN EN 10025: Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen; Techn. Lieferbedingungen, Ausgabe 3/1994

Dipl.-Ing. Ulrike Gabrys  
Abteilung Bautechnik  
Referat B2 – Stahlbau, Korrosionsschutz  
Tel. 0721/9726-4560  
e-mail: ulrike.gabrys@baw.de

## 574 - L Wechsel der Leitung der Dienststelle Hamburg

Leitender Baudirektor Dr.-Ing. Gerd Flügge hat die Leitung der Dienststelle Hamburg der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) zum 1. Juli 2003 an seinen Nachfolger, Regierungsdirektor Dr.-Ing. Harro Heyer, übergeben. In seiner etwa 15jährigen Tätigkeit hat er die wasserbaulichen Grundlagen für die Beurteilung von Maßnahmen an den Seeschiffahrtsstraßen von Nord- und Ostsee geprägt. Wichtige Projekte in seiner Amtszeit waren die Vertiefung der Außenweser, der Ausbau des Seekanals Rostock, die Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe, die bedarfsweisen Vertiefungen der Unterems zur Überführung der großen Werftschiffe aus Papenburg, das Emssperrwerk mit Staufunktion und der Jade-Weser-Port. Mit seinem Nachfolger ist Gerd Flügge bereits einen mehr als fünfjährigen gemeinsamen Weg gegangen, sodass von einer Kontinuität in der Bearbeitung der komplexen Aufgaben ausgegangen werden kann.

DirProf Dr.-Ing. Hans-Heinrich Witte  
Leiter der BAW  
Telefon: 0721/9726-3000  
e-mail: hans-heinrich.witte@baw.de