

# Unterwassereinbau von Oberflächendichtungen in Bundeswasserstraßen - Stand der Entwicklungen 02/2011

Dipl.-Ing. Petra Fleischer  
Bundesanstalt für Wasserbau, Referat Erdbau und Uferschutz  
petra.fleischer@baw.de

## 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. In der Regel sind die Oberflächendichtungen unter Wasser bei laufender Schifffahrt einzubauen. Dies stellt besondere Anforderungen an die Verlegeverfahren. Neben den herkömmlichen, über viele Jahre bewährten Verfahren werden auf dem Markt zunehmend Neuentwicklungen angeboten. Eine Bewertung der einzelnen Dichtungsmaterialien und Einbauverfahren hinsichtlich der technischen und wirtschaftlichen Gleichwertigkeit stellt an den ausschreibenden Ingenieur immer höhere Anforderungen. Neben den Regelwerken – MAR (2008) und ZTV-W LB 210 (2006) – existieren ausführliche „Empfehlungen zur Anwendung von Oberflächendichtungen an Wasserstraßen“ (EAO), die im Mitteilungsblatt der BAW Nr. 85 (2002) veröffentlicht sind. Zusätzlich sind in den Richtlinien zur Prüfung von mineralischen Weichdichtungen (RPW, 2006) die Prüfverfahren und einzuhaltenden Grenzwerte für mineralische Weichdichtungen zusammengestellt. Merkblatt, Empfehlung und Richtlinie können als pdf-Datei von der Internetseite der BAW ([www.baw.de](http://www.baw.de)) heruntergeladen werden. Im Folgenden werden der aktuelle Entwicklungsstand der verschiedenen, zurzeit auf dem Markt angebotenen Unterwasser-Einbauverfahren von Oberflächendichtungssystemen sowie deren Anwendungsmöglichkeiten und ggf. – einschränkungen im Wasserstraßenbau dargestellt.

Nach der ZTV-W, LB 210 (2006) ist sowohl für neue Dichtungsmaterialien als auch für die Unterwasser-Einbauverfahren der Nachweis der grundsätzlichen Eignung im Rahmen einer Grundprüfung erforderlich.

## 2. Tondichtung

Naturton als Dichtungsmaterial hat sich über Jahrzehnte im Bereich der Wasserstraße bewährt. Bei Erfüllung der heutigen Anforderungen nach ZTV-W, LB 210 (2006) hinsichtlich Tongehalt, Plastizität, Konsistenz und Festigkeit hat Naturton sehr gute Dichtungseigenschaften und besitzt eine hohe Flexibilität und Erosionsbeständigkeit. Tondichtungen müssen zur Vermeidung von Frosteinwirkung und Bewurzelung durch entsprechende Deckschichten nach MAR (2008) geschützt werden.

In der Regel ist vor dem Einbau eine Aufbereitung des anstehenden Naturtones erforderlich. Die Dichtungswirkung der hergestellten Tondichtung wird aber nicht nur vom Dichtungsmaterial selbst, sondern entscheidend auch durch die Ausbildung der Fugen (Überlappungen) und Anschlüsse an Bauteile, z.B. Spundwände, bestimmt und ist dementsprechend stark abhängig vom Einbauverfahren. Bisher sind im Bereich der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) drei verschiedene Verfahren zum Unterwassereinbau von Ton eingesetzt worden: das Tonplatten-Verfahren, das seit vielen Jahren grundgeprüft von der Fa. MÖBIUS ausgeführt wird, das Tonbahnen-Verfahren, seit vielen Jahren grundgeprüft ausgeführt von der Fa. BUNTE (ehemals HIRDES) und das Tonwürfel-Verfahren, bisher einmal grundgeprüft und angewendet von der Fa. L. FREYTAG. Sie unterscheiden sich maßgeblich hinsichtlich der Technologie zum Einbringen des Tones und der Ausbildung der Fugen bzw. Überlappungen.

Das **Tonplatten-Verfahren** wurde von der Fa. Möbius entwickelt. Dabei wird Ton

in einzelnen vorgefertigten „Tonplatten“ von etwa 4 m x 4 m verlegt (Bild 1). Der aufbereitete Ton wird mit einem Bagger in der vorgegebenen Schichtstärke in ein sogenanntes „Tonbett“ auf einem Arbeitsponton eingebaut und verdichtet. Die Tonplatten werden mit Hilfe einer Vakuumblocke „ausgestochen“, aufgenommen und GPS-gesteuert 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. Die Überlappungen betragen 10 cm, sie werden nachträglich angedrückt. Eine automatische Kontrolle der Dichtigkeit der einzelnen Tonplatten erfolgt über das aufgebrachte Vakuum bei der Aufnahme der einzelnen Platten aus dem Tonbett. Dichtungsschichtdicken von 20 und 30 cm sind ausführbar. Das Verfahren wird seit vielen Jahren erfolgreich in der WSV angewendet.

*Nach Grundprüfung gemäß ZTV-W, LB 210 (2006) zurzeit zugelassene Firmen:  
Fa. Möbius (Grundprüfung gültig bis 27.2.2013)*



Bild 1: Tonplatten-Verfahren (Fa. Möbius)

Das **Tonbahnen-Verfahren** wurde von der Fa. HIRDES (heute Fa. BUNTE) entwickelt. Bei der Tonverlegung mit dem Einbaukomplex „Toni 1“ wurde in den sechziger Jahren der Ton unmittelbar an der Verlegestelle durch ein rechteckiges Mundstück gepresst. Die einzelnen Bahnen wurden auf Stoß nebeneinander gelegt. Der Einbau erfolgte zweilagig versetzt, so dass keine durchgehenden Fugen auftraten. Die Anwendung war jedoch nur auf der Sohle möglich, da im Böschungsbereich die zweite Tonlage auf der bereits verlegten abrutschte. Aus diesem Grund wurde „Toni 2“ mit einem parallelogrammförmigen Mundstück entwickelt. Aufgrund der dadurch möglichen Überlap-

ung konnte einlagig und dementsprechend auch im Böschungsbereich eingebaut werden. Die Bahnenbreite betrug 80 cm. Dieses Verfahren wird auch heute noch vereinzelt in der WSV eingesetzt – beispielsweise 2005 am Elbe-Havel-Kanal. Um Fehlstellen in der verlegten Dichtung zu vermeiden, muss die Geschwindigkeit der Tonförderung ständig kontrolliert und mit der Verlegegeschwindigkeit abgestimmt werden.



Bild 2: Tonbahnen-Verfahren (Fa. Bunte)

In der Weiterentwicklung des Verfahrens entstand das Verlegegerät „Toni 2000“ (Bild 2) mit einer höheren Leistungsfähigkeit. Es wurde in der WSV erstmals 1999 am Wessel-Datteln-Kanal angewendet. Ein zweiter Einsatz erfolgte 2002 am Dortmund-Ems-Kanal im Baulos 15. Hier wurden auch die entsprechend der ZTV-W, LB 210 erforderliche Grundprüfung für dieses neue Verfahren durchgeführt. Aufbereiteter Naturton wird in ein trapezförmiges Mundstück gepumpt und aus diesem auf dem Planum abgelegt. Die einzelnen Bahnen werden mit einer Breite von etwa 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 eine Wand oder einen 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 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 be-

sondere Anforderungen an die Verlegegenauigkeit zu stellen.

Im Rahmen der Grundprüfung wurden insbesondere die Abmessungen der extrudierten einzelnen Bahnen und der Fugenschluss benachbarter Bahnen optimiert.

Dichtungsschichtdicken von 20 und 30 cm sind ausführbar. Das Verfahren wird seit vielen Jahren erfolgreich in der WSV angewendet.

*Nach Grundprüfung gemäß ZTV-W, LB 210 (2006) zurzeit zugelassene Firmen:*

*Fa. Bunte (Grundprüfung gültig bis 30.01.2013)*

Ein weiteres neues Verfahren zum Einbau von Ton ist das **Tonwürfel-Verfahren**, entwickelt von der Fa. L. Freytag. Die Grundprüfung erfolgte 1998/99 in einem 1:1 - Großversuchen der Firma in Nordenham (Bild 3). 2000/2001 wurde das Verfahren zum ersten Mal am Mittellandkanal im Bereich der Neubaumaßnahme Straßentunnel Wolmirstedt in der horizontalen Kanalsohle eingesetzt mit entsprechend intensiver Überwachung.

Bei diesem Einbauverfahren wird aufbereiteter Ton in kleine Würfel mit einer Kantenlänge von etwa 8 cm geschnitten und kurzzeitig einem Vakuum unterzogen. Das ist wichtig, um bei dieser Aufbereitungsform Zerfallserscheinungen nach dem Einbau unter Wasser zu vermeiden. Diese Tonwürfel werden über ein Schüttgerüst eingebracht und mit einem Plattenrüttler bzw. Großflächenrüttler verdichtet. In der Regel wird zweilagig, um 0,5 m versetzt, geschüttet und beide Lagen zusammen in zwei Arbeitsgängen verdichtet. Das Verhältnis der Schichtdicke vor und nach dem Verdichten ist vor Beginn jeder Baumaßnahme in Eignungsprüfungen festzustellen. Im Ergebnis ist die erforderliche Schüttdicke entsprechend der geforderten Sollschichtdicke der fertigen Tondichtung festzulegen. Ein Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass auch hier - wie beim Trockeneinbau von Ton - eine weitestgehend fugenlose Dichtungsschicht entsteht. Da die Tonwürfel abschnittsweise über ein Schüttgerüst eingebaut werden, sind Herstellungsfugen - bedingt durch die überlappende Positionie-

rung des Schüttgerüsts und der Rüttlerbahnen - zu beachten.



Bild 3: Tonwürfel-Verfahren (Fa. L. Freytag)

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.

Das Verfahren ist bisher nur einmal (2001) und nur auf horizontalen Flächen zur Anwendung gekommen. Die Grundprüfung der Fa. L. Freytag (Gültigkeitsdauer 5 Jahre) ist dementsprechend nicht mehr gültig.

*Nach Grundprüfung gemäß ZTV-W, LB 210 (2006) zurzeit zugelassene Firmen:*  
*keine*

Zusammenfassend ist festzustellen, dass Naturton als Dichtungsstoff gut geeignet ist und sich in zahlreichen Baumaßnahmen bewährt hat. Der vorgesehene Ton muss ein Grundprüfungszeugnis besitzen. Da die Wirksamkeit der verlegten Dichtung sehr stark vom Einbauverfahren, insbesondere von der Ausbildung der Fugen und Anschlüsse, abhängig ist, muss auch bei der eigentlich bewährten Naturtondichtung jedes neue Einbauverfahren vor dem Einsatz in der WSV sehr kritisch geprüft werden.

Anträge auf Absolvierung einer Grundprüfung für neue Verfahren zum Unterwasser-einbau von Ton und Anträge auf Verlängerung von Grundprüfungszeugnissen über 5

Jahre hinaus können jederzeit bei der BAW gestellt werden. Zurzeit laufen Vorbereitungen zu Grundprüfungen von mehreren Firmen.

### 3. Geosynthetische Tondichtungsbahnen (GTD)

Die Geosynthetischen Tondichtungsbahnen (Bentonitmatten) werden seit längerem bereits im Deponie- und Straßenbau sowie zum Abdichten von Rückhaltebecken, Klärteichen u.ä. eingesetzt. Der Einbau erfolgt in der Regel im Trockenen. In der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) muss der Dichtungseinbau heute fast immer unter Wasser bei laufendem Schiffsverkehr erfolgen. Unter diesen Bedingungen gehören die Geosynthetischen Tondichtungsbahnen noch zu den neueren Dichtungssystemen. Eine erste Anwendung im Bereich der WSV erfolgte 1997/98 im Bereich der Ausweichstelle Eberswalde an der Havel-Oder-Wasserstraße (Bild 4), eine zweite 2000/2001 auf einer 500 m langen Teilstrecke des Bauloses 15 des Dortmund-Ems-Kanals. Beide Strecken sind Wasserstraßenabschnitte mit geringem Gefahrenpotential. Die Dichtung wurde besonders überwacht und kontrolliert.

Die Geosynthetischen Tondichtungsbahnen bestehen aus zwei Lagen Geokunststoffen, zwischen denen eine Schicht Bentonit, meist Natrium-Bentonit, das zu über 75% aus dem besonders quellfähigen Tonmineral Montmorillonit besteht, eingeschlossen ist. Sie werden in Bahnen mit einer Breite von 4,85 m fabrikmäßig in gleichbleibender Qualität vorgefertigt und auf Rollen angeliefert. Die Verlegung erfolgt quer zum Kanal mit seitlichen Überlappungen der einzelnen Bahnen von mindestens 50 cm. Die in Kanalachse befindliche Längsüberlappung bei jeweils halbseitigem Einbau in der Wasserstraße beträgt mindestens 1 m. Die Anschlüsse an Bauwerke werden wie bei Tondichtungen mit einem zusätzlichen Dichtungskeil unter der GTD, beispielsweise aus Ton, hergestellt. Die GTD ist sehr flexibel und kann sich auftretenden Untergrundverformungen gut anpassen. Wie bei der Tondichtung ist eine Schutzschicht gegen Frosteinfluss und Bewurzelung entsprechend MAR (2008) erforderlich. Zu empfeh-

len ist eine zusätzliche kiesige Frostschutzschicht im Wasserwechselbereich.



Bild 4: GTD – Verlegung (HOW)

Die geringe Dichtungsschichtdicke von nur 1 cm hat gegenüber der Tondichtung den Vorteil, dass weniger Aushub erforderlich wird. Allerdings ist die GTD dementsprechend auch empfindlicher gegenüber direkter mechanischer Beanspruchung – zumal sie im bereits gequollenen Zustand mit Wasserbausteinen beschützt wird. Als erster Schutz und gleichzeitig als Beschwerung der Matten im zunächst noch ungequollenen Zustand hat sich eine spezielle Sandmatte bewährt, die mit der GTD zusammen verlegt wird.

Die bisher in der Wasserstraße eingesetzten Dichtungsbahnen (BFG 5000 und BZ-13B) der Fa. Naue Fasertechnik besitzen einen Durchlässigkeitsbeiwert von maximal  $5 \cdot 10^{-11}$  m/s. Damit erfüllen die GTD im Ausgangszustand die Anforderungen der ZTV-W, LB 210 (2006) und sind mit einer Schichtdicke von 1 cm einer 20 cm dicken Tondichtung mit einem k-Wert von  $1 \cdot 10^{-9}$  m/s hydraulisch bei ansonsten gleichen Randbedingungen gleichwertig. Innerhalb von 2 bis 3 Jahren ist bei der Verwendung von Natriumbentonit aufgrund des Ionenaustausches eine k-Wert-Erhöhung von bis zu einer Zehnerpotenz möglich. Kontrollen an verlegten GTD haben außerdem gezeigt, dass in der Dichtung lokal Bereiche mit erhöhten Durchlässigkeiten durch ein Ver-

quetschen von Bentonit entstehen können – infolge der punktuellen Belastung insbesondere beim Einbau der Wasserbausteine der darüber liegenden Schutzschicht, die direkt auf die Bentonit-Sandmatte aufgebracht werden. Auch Kriechvorgänge im Betriebszustand, die zum weiteren Verdrängen von Bentonit führen, sind nicht auszuschließen. Entsprechende Durchschlagversuche nach RPW (2006) haben gezeigt, dass unzulässige Imperfektionen in der Dichtung, d.h. ein übermäßiges lokales Verquetschen von Bentonit bzw. eine Beschädigung der umschließenden Geotextilien, was langfristig ein Austreten von Bentonit ermöglichen würde, weitestgehend verhindert werden können, wenn als Deckschicht nur Wasserbausteine der Klasse LMB<sub>5/40</sub> mit maximalem Einzelsteingewicht von 40 kg (d.h. ohne Überkorn) angewendet werden.

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 verknüpftem 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 Bentonit-getränkten Vlies kombiniert. Zusätzliche Sicherheiten sind durch die großen Überlappungsbreiten von mindestens 50 cm gegeben, die bei den in der Regel nur wenig überlappenden oder auf Stoß verlegten Tondichtungen nicht vorhanden sind. Allerdings dürfen in den Überlappungsbereichen keine Falten auftreten.

An die Einbautechnologie und die Gerätschaften sind besondere Anforderungen zu stellen, um ein qualitätsgerechtes Verlegen der GTD unter Wasser bei laufender Schifffahrt zu garantieren. Unbedingt ist eine sichere, durchgehend feste Führung der GTD erforderlich, um Faltenbildung auszuschließen. Eine Korrektur der einzelnen Bahnen während der Verlegung ist kaum möglich und auch nicht zulässig. Wichtig ist außerdem, dass kein rolliges Material wie beispielsweise Sande oder Kiese dauerhaft in den Überlappungsbereichen verbleibt. (Wei-

tere Anforderungen siehe EAO (2002). Insgesamt muss das Einbauverfahren auf die gegenüber mechanischer Beanspruchung empfindlichen Dichtungsmatten abgestimmt sein. Die zum Einbau vorgesehene Bentonitmatte muss ein Grundprüfungszeugnis besitzen.

*Nach Grundprüfung gemäß ZTV-W, LB 210 (2006) zurzeit zugelassene Firmen:  
Fa. Colcrete (Grundprüfung gültig bis 30.01.2013)*

Zum jetzigen Zeitpunkt bleibt der Einsatz der GTD aufgrund der Erfahrungen in den bisher realisierten zwei Anwendungen zunächst noch auf risikoarme Strecken beschränkt (Dammstrecken, in denen der Kanalwasserspiegel maximal 2 m über dem angrenzenden Gelände liegt). Aufgrund insgesamt zu geringen Reserven hinsichtlich der nach ZTV-W (2006) zulässigen Durchlässigkeit sind weitere Untersuchungen zum besseren Schutz der eigentlichen Bentonitmatte vor Beschädigungen durch die Wasserbausteine erforderlich.

#### **4. Dauerplastischer Dichtungsbelag aus Zement, Ton und Zuschlägen („Colcredur“)**

Colcredur – angeboten von der Fa. Colcrete v. Essen - ist ein Gemisch aus Sand, Compound und Wasser, das in hochtourigen Mischern aufbereitet wird. Das Compound besteht aus Tonmineralen, Zement und Zusatzstoffen. Es wird fertig gemischt geliefert, die genaue Zusammensetzung ist patentrechtlich geschützt. Deshalb müssen immer die Eigenschaften der fertigen Mischung überprüft werden. Bei richtigem Mischungsverhältnis härtet Colcredur 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 entsprechend EAO (2002) im Anschlussbereich der mit Bentonitmatten gedichteten Sohle an die Uferspundwand im Bereich der Ausweichstelle Eberswalde eingesetzt. Ein erster Einsatz als großflächige Sohldichtung erfolgte 2004 in einem etwa 200 m langen Abschnitt der Havel-

Oder-Wasserstraße, ein weiterer Einsatz in einer begrenzten Fläche im Bereich der Schleuse Uelzen.

Eingebaut wird Colcredur unter Wasser wie Vergussmörtel, dementsprechend genügt für den Einbau ein Grundprüfungszeugnis für den Unterwassereinbau von Vergussmörtel. Der Einbau ist auch auf schmalen, begrenzten Flächen möglich. Es entsteht eine fugenlose Dichtung. Aufgrund der Fließfähigkeit des Materials ist die Herstellung der Anschlüsse an Bauwerke in der Regel unproblematisch, die konstruktive Ausbildung dieser Anschlüsse und sonstigen Anforderungen entsprechen denen für Tondichtungen. Auch bei Colcredur sind entsprechende Schutzschichten nach MAR (2008) gegen Frosteinwirkung und Bewurzelung erforderlich. Zwischen Colcredur und der Deckschicht aus Wasserbausteinen kann entweder ein Geotextil oder ein Kornfilter angewendet werden. Die punktuelle Belastung durch die Wasserbausteine bei Verwendung eines Geotextils darf nicht zu Eindrückungen der Dichtungsschicht über ein Drittel der Schichtdicke hinaus führen. Dies ist im Rahmen der Eignungsprüfung zu nachzuweisen.

Colcredur besitzt einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $1 \cdot 10^{-9}$  m/s bis  $1 \cdot 10^{-10}$  m/s. Das liegt im zulässigen Bereich nach ZTV-W, LB 210 (2006), wenn es wie Ton in einer Schichtdicke von mindestens 20 cm eingebaut wird. Reserven hinsichtlich der Durchlässigkeit in dem Maße wie beim Ton sind nicht vorhanden. Das Mischungsverhältnis der einzelnen Komponenten des Colcredurs entscheidet in starkem Maße auch über die Flexibilität der fertigen Dichtung. Wird die Mischung zu spröde, sind verstärkte Rissbildung und dementsprechend auch Probleme im Anschlussbereich an Bauwerke oder bei größeren Verformungen des Untergrundes zu erwarten.



Bild 5: Colcredur im Biegeversuch zur Prüfung der Flexibilität

Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, dass das Dichtungsmaterial Colcredur im Vorfeld und während der Baumaßnahme sehr sorgfältig auf seine Eigenschaften – insbesondere hinsichtlich einer ausreichenden Flexibilität - geprüft werden muss (Bild 5), um letztendlich eine qualitätsgerechte Dichtung herzustellen. Das vorgesehene Material muss ein Grundprüfungszeugnis besitzen. Da das Material im Böschungsbereich hangabwärts kriecht, ist die Anwendung in der Wasserstraße auf den Sohlbereich beschränkt.

Aufgrund bisher nur sehr wenigen Anwendungen in der WSV und dementsprechend wenigen Erfahrungen ist eine Anwendung zum jetzigen Zeitpunkt nur in risikoarmen Strecken möglich (Dammstrecken, in denen der Kanalwasserspiegel maximal 2 m über dem angrenzenden Gelände liegt).

## 5. 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 sein. 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 müssen dementsprechend sorgfältig erfolgen. Der Bauüberwa-

chung und Qualitätssicherung kommt eine besondere Bedeutung zu.

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

[EAO, 2002] Empfehlungen zur Anwendung von Oberflächendichtungen an Sohle und Böschung von Wasserstraßen, Mitteilungsblatt der BAW, Nr. 85 (2002)

[ZTV-W, 2006] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau (ZTV-W) für Böschungs- und Sohlensicherungen (Leistungsbereich 210), Drucksachenstelle bei der WSD Mitte, 2006

[MAR, 2008] Merkblatt zur Anwendung von Regelbauweisen für Böschungs- und Sohlensicherungen an Wasserstraßen, BAW, Eigenverlag, 2008

[RPW, 2006] Richtlinie zur Prüfung mineralischer Weichdichtungen, BAW, Eigenverlag, 2006