

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Grimm, Christian; Krebs, Verena; Schröder, Jan**

## **Kunststoffspundwände als innovatives Dichtungssystem im Deichbau**

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

**Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/104640>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Grimm, Christian; Krebs, Verena; Schröder, Jan (2018): Kunststoffspundwände als innovatives Dichtungssystem im Deichbau. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Wasserbauwerke im Bestand - Sanierung, Umbau, Ersatzneubau und Rückbau. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 60. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 427-434.

### **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.



## **Kunststoffspundwände als innovatives Dichtungssystem im Deichbau**

Christian Grimm  
Verena Krebs  
Jan Schröder

In Deutschland wurden im Erd- und Wasserbau bislang fast ausschließlich Stahlspundbohlen eingesetzt. Grundsätzlich ist die Kunststoffvariante der Spundbohle in allen Bereichen einsetzbar, in der auch die traditionelle Stahlspundbohle Verwendung findet. Auch ist der Einsatz von Ankerlagen oder Aussteifungen möglich. Der größte Anwendungsbereich von Kunststoffspundwänden liegt im Dichtungsbau, besonders beim Bau von Vertikalabdichtungen. Besonders bei Sanierungen und Umbau von Wasserbauwerken im Bestand haben Kunststoffspundbohlen einige Vorteile gegenüber Stahlspundbohlen. Neben dem Vorteil der extrem langen Beständigkeit des Kunststoffes resultieren auch Vorteile aus dem geringen Profilgewicht und der einfachen Verarbeitung.

Spundwände aus Kunststoff lassen sich grundsätzlich wie Spundwände aus Stahl im Vibrations-, Ramm-, oder Eingrabungsverfahren in den Boden einbringen. Bei Böden die aufgrund ihrer Beschaffenheit für ein direktes Rammen ungeeignet sind, können die Kunststoffspundbohlen mithilfe einer Mutterbohle (gleiche Geometrie wie die Kunststoffbohle) aus Stahl eingebracht werden. Die Mutterbohle kann entweder vorlaufend oder mitlaufend verwendet werden. Bei der vorlaufenden Variante wird die Mutterbohle über das Spundwandschloss mit der Kunststoffbohle zu einer Doppelbohle verbunden. Der Boden wird durch die Mutterbohle profilgerecht aufgelockert und die Kunststoffbohle gleichzeitig im vorher aufgelockerten Bereich eingebracht. Wird die Mutterbohle mitlaufend verwendet, so werden zunächst die Mutterbohle und die Kunststoffbohle zu einer Bohle verbunden. Am Fußpunkt werden die beiden Bohlen durch 4 Stahlklammern miteinander verbunden. Die Stahlklammern dienen zum einen als Verbindungselement, zum anderen als Rammschuh. Nach dem Ziehen der Mutterbohle verbleiben die Stahlklammern im Boden.

Für die Implementierung von neuen und innovativen Bauprodukten sind in Deutschland Normen und Merkblätter eine wesentliche Prämisse für eine erfolgreiche Markteinführung. Sowohl öffentliche als auch private Auftraggeber benötigen vor dem Einsatz eines neuen Produkts Informationen über Produkteigenschaften, Bemessungsgrundlagen sowie Hinweise zur Ausführung. Bisher gab es für den Einsatz von Spundbohlen aus Kunststoff sowohl im Wasser- als auch im Erdbau weltweit keine anerkannten Empfehlungen für die Bemessung und Ausfüh-

rung. Es war daher notwendig eine verlässliche Grundlage für den Einsatz von Kunststoffbohlen im Wasserbau zu schaffen.

Die DIN-Norm 16456:2017 „Kunststoffspundbohlen – Extrudierte Spundbohlen aus weichmachfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U)“ schafft erstmalig eine anerkannte Empfehlung für den Einsatz von Kunststoffbohlen im allgemeinen Erd- sowie im Wasserbau, wobei die Norm 16456 aus drei Teilen besteht:

- a) DIN 16456-1:2017-10 - Teil 1: Produkt
- b) DIN 16456-2:2017-10 - Teil 2: Bemessung
- c) DIN 16456-3:2017-10 - Teil 3: Ausführung von Spundwandbauwerken aus Kunststoffspundbohlen

## **1 Kunststoffspundbohlen aus weichmachfreiem PVC-U und deren Einsatz im Wasserbau**

In Deutschland wurden im Wasserbau bislang fast ausschließlich Stahlspundbohlen eingesetzt. Der Einsatz von Stahlspundbohlen hat jedoch nicht nur Vorteile: So sind Stahlbohlen nicht immer technisch notwendig und damit einhergehend auch nicht immer wirtschaftlich sinnvoll. Neben einem hohen Gewicht der Stahlspundbohle ist Stahl ein teurer Rohstoff, welcher bei der Herstellung der Bohle mit einem erheblichen Energieaufwand verbunden ist. Eine Alternative zu Stahlbohlen sind Kunststoffbohlen aus weichmachfreiem PVC-U. Kunststoffbohlen haben im Gegensatz zu Stahlbohlen ein geringes Profildgewicht, eine lange Lebensdauer und sind grundsätzlich in fast allen Bereichen des Wasserbaus einsetzbar. Die klassischen Anwendungsbereiche für Kunststoffspundbohlen sind:

- Innendichtung in Deichen an Fließgewässern, insbesondere bei Deichsarnierungen
- Ufersicherung zur Verhinderung von Erosionserscheinungen an Deichen, Dämmen und Böschungen
- Einsatz als Wurzel- oder Wühltiersperre
- Sicherung von Uferbereichen mit schwankendem Wasserstand
- Vertikaldichtung im Deponiebau (Grundwasser).

Da die statischen Möglichkeiten einer Kunststoffbohle (ohne zusätzliche Maßnahmen wie Anker, Gurtungen etc.) aus materialspezifischen Gründen nicht mit denen einer Stahlbohle zu vergleichen sind, liegt der größte Anwendungsbereich dort, wo die Kunststoffbohlen dauerhaft als Dichtung im Boden ohne, bzw. mit geringen statischen Anforderungen, verbleiben.

## 1.1 Herstellung von Kunststoffbohlen

Kunststoffspundbohlen werden aus qualitativ hochwertigem, regeneriertem Kunststoff im Extrusionsverfahren hergestellt. Dabei können die Bohlen als Mono- oder Coexprofil angefertigt werden. Während Monoprofile ausschließlich aus Regenerat hergestellt werden, wird bei Coexprofilen die äußere Schicht aus Neumaterial ("Virginmaterial") gefertigt. Durch die Verwendung von Neumaterial kann die äußere Schicht projektspezifisch mit speziellen Eigenschaften versehen werden (Farbgebung, UV-Beständigkeit etc.).

## 1.2 Einbringverfahren von Kunststoffbohlen

Spundbohlen aus Kunststoff lassen sich im Vibrations-, Ramm-, oder Eingrabbungsverfahren in den Boden einbringen. Bei Böden, die aufgrund ihrer Beschaffenheit für ein direktes Rammen ungeeignet sind, können die Kunststoffspundwände mithilfe einer Mutterbohle aus Stahl (gleiche Geometrie wie die Kunststoffbohle, vorlaufend oder mitlaufend) eingebracht werden. Bei der vorlaufenden Mutterbohle wird das Stahlprofil über das Spundwandschloss mit der Kunststoffbohle zu einer Doppelbohle verbunden. Anschließend wird die Doppelbohle eingerammt. Hierbei wird der Boden durch die vorlaufende Mutterbohle profilgerecht aufgelockert und die Kunststoffbohle im selben Arbeitsgang im vorher aufgelockerten Bereich eingebracht (Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Kunststoffbohle mit vorlaufender Mutterbohle

Alternativ wird die mitlaufende Mutterbohle mit der Kunststoffbohle zu einer Bohle verbunden. Am Kopf der mitlaufenden Mutterbohle wird die Kunststoffbohle z. B. durch Holzkeile temporär befestigt. Am Fußpunkt werden die beiden Bohlen durch Stahlklammern miteinander verbunden (Abbildung 2). Die Stahlklammern dienen zum einen als Verbindungselement und zum anderen als Rammschuh. Nach dem Ziehen der Führungsbohle verbleiben die Stahlklammern im Boden.



**Abbildung 2:** Mitlaufende Mutterbohle und Stahlklammern

Die Verwendung einer vorlaufenden oder mitlaufenden Mutterbohle hat folgende Vorteile:

Die gesamte Rammenergie des Einbringgerätes wird über den Stahl ins Erdreich übertragen.

Das lotrechte Einrammen der Mutterbohle ist am Kopf kontrollierbar (ein Abdriften aufgrund von Rammhindernissen wäre sofort sichtbar).

Da die Mutterbohle nach jedem Rammvorhang gezogen wird, ist eine Beschädigung der Mutterbohle und damit der Kunststoffbohle am Ende eines jeden Rammvorganges sichtbar.

Gegebenenfalls sind Bodenschichten vorhanden, die das Einrammen von Spundwänden unabhängig vom Werkstoff behindern können. Um diese Schichten aufzulockern, gibt es weitere Möglichkeiten wie spülen, vorbohren und schlitzeln.

Beim Spülen wird mithilfe von Wasserdruck das fest gelagerte Gestein unterhalb der Mutterbohle aufgelockert. Hierdurch wird der notwendige Spitzendruck so weit reduziert, dass ein Einrammen der Kunststoffbohle möglich wird.

Das Eingraben ist eine Variante zur Installation von Kunststoffbohlen bei sehr steinigen oder felsigen Böden. Die Spundwände werden in einen ausgehobenen Graben eingestellt. Der verbleibende Aushubraum wird anschließend mit geeignetem Material verfüllt und verdichtet.

## **2 DIN-Norm 16456 – „Extrudierte Spundbohlen aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U)“**

Für die Implementierung von neuen und innovativen Bauprodukten sind in Deutschland Normen und Merkblätter eine wesentliche Prämisse für eine erfolgreiche Markteinführung. Sowohl öffentliche als auch private Auftraggeber benötigen vor dem Einsatz eines neuen Produkts Informationen über Produkteigenschaften, Bemessungsgrundlagen sowie Hinweise zur Ausführung. Bisher gab es für den Einsatz von Spundbohlen aus Kunststoff sowohl im Wasser- als auch im Tiefbau weltweit keine anerkannten Empfehlungen für die Bemessung und Ausführung. Kunststoffspundwände sind zwar teilweise in Merkblättern erwähnt, wie z. B. im Merkblatt *DWA-M 512-1* „Dichtungssysteme im Wasserbau Teil 1: Erdbauwerke“, jedoch sind sie dort aktuell nur als Sonderfälle, ohne Bemessungshinweise, aufgeführt. Es war daher notwendig eine verlässliche Grundlage für den Einsatz von Kunststoffbohlen im Wasserbau zu schaffen.

Die DIN-Norm 16456 „Kunststoffspundbohlen – Extrudierte Spundbohlen aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U)“ schafft erstmalig eine anerkannte Empfehlung für den Einsatz von Kunststoffbohlen im allgemeinen Tiefbau sowie im Wasserbau. Die Norm 16456 besteht aus drei Teilen:

- a) Teil 1: Produkt
- b) Teil 2: Bemessung
- c) Teil 3: Ausführung von Spundwandbauwerken aus Kunststoffspundbohlen

### **2.1 DIN-Norm 16456-1 – Produkt**

Im 1. Teil der Norm 16456 werden Eigenschaften und notwendige Prüfverfahren für extrudierte Spundbohlen aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung, technischen Anforderungen und der anzuwendenden Prüfverfahren festgelegt. Ein weiterer Be-

standteil des 1. Teils ist die Produktionskontrolle sowie informativ die Untersuchung der Freisetzung gefährlicher Stoffe.

## **2.2 DIN-Norm 16456-2 – Bemessung**

Der 2. Teil der Norm legt produktspezifische Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit für im Boden eingebundene extrudierte Spundbohlen fest. Es werden unter anderem die Grundlagen für Entwurf, Bemessung und Konstruktion von Kunststoffbohlen geschaffen, wobei der Schwerpunkt auf der Bemessung von Spundwandkonstruktionen aus extrudierten Spundbohlen liegt.

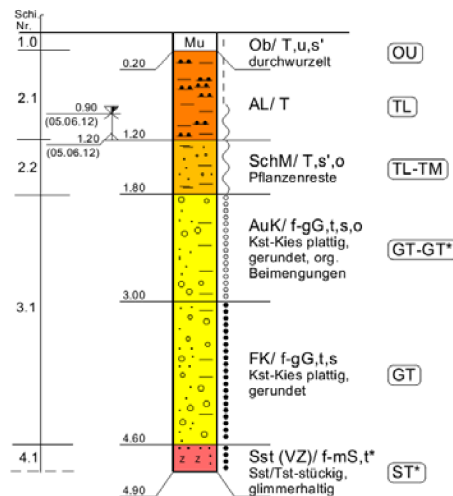
## **2.3 DIN-Norm 16456-3 – Ausführung von Spundwandbauwerken aus Kunststoffspundbohlen**

Im 3. Teil der DIN-Norm 16456 werden Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Ausführung von bleibenden oder temporären Spundwandkonstruktionen dargestellt. Wobei jedoch keine Konstruktionen aus unterschiedlichen Baustoffen berücksichtigt werden. Zusätzlich wird die Handhabung von Geräten und Materialien festgelegt.

# **3 Anwendungsbeispiel für den Einsatz von Kunststoffbundbohlen als innovatives Dichtungssystem**

In der Gemeinde Niederorschel im thüringischen Landkreis Eichsfeld wurde in 2012 bei dem Bauvorhaben "Hochwasserrückhaltebecken Niederorschel" 2.500 m<sup>2</sup> des DuoLock<sup>®</sup> Systems DL 300/5.5 als Dichtwand für ein Hochwasserrückhaltebecken verbaut. Der Auftraggeber des Projektes war der Gewässerunterhaltungszweckverband Eichsfeld und die Spundwandkonstruktion aus Kunststoffbohlen wurde von der Erd- und Tiefbau GmbH, Waltherhausen ausgeführt.

Das Hochwasserrückhaltebecken (HRB) wurde für das Gewässer „Ohne“ gebaut. Aufgrund der anstehenden Bodenverhältnisse im Projektgebiet war es notwendig eine Vertikaldichtung in den Untergrund einzubringen (Abbildung 3). Nach einer ca. 1,2 m starken Schicht aus tonigem Oberboden und Auelehm steht eine ca. 3,4 m starke Schicht aus Kies an, welche die größte Herausforderung an das Einbringen der Kunststoffbohlen stellte. Ziel war es, die 5 m langen Kunststoffbohlen in den unterhalb der Kiesschicht liegenden Tonstein einzubinden, der aufgrund des hohen Tonanteils eine ausreichend hohe Dichtigkeit aufweist.



**Abbildung 3:** Bodenaufschluss (Schröder, 2014)

Da zum Zeitpunkt des Projektes noch keine DIN-Norm existierte, musste die Einsatzfähigkeit der Kunststoffbohlen projektspezifisch nachgewiesen werden. Dafür wurde ein Testfeld angelegt. Für das Testfeld war es wichtig, die identischen Bodenverhältnisse wie im geplanten HRB nachzubilden. Geplant und ausgeführt wurde ein 3 m x 6 m großer und 5 m tiefer Kasten aus Kunststoffbohlen. Die Ecken wurden mit speziellen Eckprofilen hergestellt. Es wurden die geplanten Gerätschaften und Spezialanfertigungen (Mutterbohle, Rammführung etc.) in situ getestet und vor Ort optimiert.

Nach dem Einbau der Kunststoffbohlen im Testfeld wurde der Kasten auf Dichtigkeit geprüft. Hierzu wurden Grundwassermessstellen innerhalb und außerhalb des Kastens angelegt. Nach dem Abpumpen des Wassers aus dem Inneren des Kastens wurde die Dichtigkeit des Systems über die Differenz und die Veränderung der gemessenen Wasserpegel nachgewiesen. Nachdem die projektspezifischen Nachweise im Testfeld erfolgreich erfüllt wurden, konnten die Kunststoffbohlen mit einer Rammführung eingebaut werden (Abbildung 4).



**Abbildung 4:** Einbau der Kunststoffbohle und fertige Spundwandkonstruktion



## 4 Zusammenfassung

Kunststoffspundbohlen sind ein innovatives Produkt, welche alternativ zu klassischen Stahlspundbohlen im Wasserbau eingesetzt werden können. Mit der DIN-Norm 16456 wurde eine anerkannte Empfehlung und damit eine umfassende Grundlage für den Einsatz von Kunststoffbohlen geschaffen. Auftraggeber, Planer sowie bauausführende Firmen können damit auf ein innovatives und wirtschaftliches Produkt zurückgreifen, um weitere Maßnahmen im Wasserbau durchzuführen.

## 5 Literatur

DWA-M 512-1 (2012): Dichtungssysteme im Wasserbau - Teil 1: Erdbauwerke; ISBN 978-3-942964-14-2

Schröder (2014): Spundwand aus Kunststoff; 6. Praxistagung Deponie 2014 Betrieb – Abschluss – Nachnutzung; ISBN 9783954048762

Autoren:

Dr.-Ing. Jan Schröder

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christian Grimm  
Verena Krebs, M. Sc. RWTH

G quadrat Geokunststoffgesellschaft mbH  
Adolf-Dembach-Straße 4a  
47829 Krefeld

Lehrstuhl und Institut für Wasserbau und  
Wasserwirtschaft  
RWTH Aachen University  
Mies-van-der Rohe Straße 17  
52056 Aachen

Tel.: +49 2151 78883 0

Fax: +49 2151 78883 34

E-Mail: [schroeder@gequadrat.de](mailto:schroeder@gequadrat.de)

Tel.: +49 241 80 25266

Tel.: +49 241 80 25756

E-Mail: [grimm@iww.rwth-aachen.de](mailto:grimm@iww.rwth-aachen.de)  
[krebs@iww.rwth-aachen.de](mailto:krebs@iww.rwth-aachen.de)