Forschungsgesellschaft
Landschaftsentwicklung
Landschaftsbau e.V.







TP Rhizomfestigkeit Gewässer-abdichtungen

Technische Prüfbestimmungen zur Bestimmung der Rhizomfestigkeit von Gewässerabdichtungen

Ausgabe 2023

Benutzerhinweise

Technische Regeln der FLL stehen jedem zur Anwendung frei. Eine Anwendungspflicht kann sich aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Verträgen oder aus sonstigen Rechtsgrundlagen ergeben.

FLL-Regelwerke sind Ergebnis ehrenamtlicher technisch-wissenschaftlicher Gemeinschaftsarbeit. Durch die Grundsätze und Regeln, die bei ihrer Erstellung angewandt werden, sind sie als fachgerecht anzusehen.

FLL-Regelwerke sind eine wichtige Erkenntnisquelle für fachgerechtes Verhalten im Normalfall. Jedoch können sie nicht alle möglichen Sonderfälle berücksichtigen, in denen weitergehende oder einschränkende Maßnahmen geboten sein können. Dennoch bilden sie einen Maßstab für einwandfreies technisches Verhalten. Dieser Maßstab ist auch im Rahmen der Rechtsordnung von Bedeutung.

FLL-Regelwerke sollen sich als „anerkannte Regeln der Technik“ einführen.

Durch die Anwendung von FLL-Regelwerken entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln. Jeder handelt insoweit auf eigene Gefahr.

Jeder, der in einem FLL-Regelwerk einen Fehler oder eine Missdeutung entdeckt, die zu einer falschen Anwendung führen kann, wird gebeten, dies der FLL unverzüglich mitzuteilen, damit etwaige Mängel beseitigt werden können.

Modale Hilfsverben (z. B. soll, sollte, muss) und deren Aussagefähigkeit sind für ein eindeutiges Verständnis des Regelwerkes von besonderer Bedeutung. Hinweise nennt DIN 820 „Normungsarbeit“.

Der Upload in Systeme der Künstlichen Intelligenz (KI) und die Nutzung dieses Werkes oder von Teilen seines Inhalts zur Analyse (z. B. Zusammenfassung, Evaluation, Interpretation) sowie zum Training, zur Entwicklung oder Verbesserung von KI-Systemen ist ohne ausdrückliche vorherige schriftliche Zustimmung der FLL untersagt. Dies gilt auch für die Verwendung für vergleichbare automatisierte Auswertungs- und Verarbeitungsverfahren.

Es wird in den Regelwerken angestrebt, die Grundsätze des nachhaltigen Handelns umfassend zu berücksichtigen. Dazu gehören die ökologischen, ökonomischen sowie die sozial-funktionalen Qualitäten unter Berücksichtigung der technischen Qualität, der Prozessqualität und der Standortmerkmale.

Die Arbeitskreise und Regelwerksausschüsse richten ihr Augenmerk darauf aus, Freianlagen mit den zugehörigen Bausteinen und alle zu ihrer Erstellung notwendigen Maßnahmen durch integrale Planungs- und Prozessschritte im Sinne der Nachhaltigkeit über den gesamten Lebenszyklus zu erfassen und zu betrachten, ohne die Entfaltung kreativer Planungsprozesse einzuschränken.

In FLL-Publikationen werden, so weit wie möglich, geschlechtsneutrale Bezeichnungen für personenbezogene Berufs- und Funktionsbezeichnungen verwendet. Sofern dies nicht möglich ist, wird die weibliche und die männliche Form verwendet. Ist dies aus Gründen der Verständlichkeit nicht sinnvoll, wird auf eine geschlechtsneutrale Differenzierung verzichtet. Dies gilt insbesondere für Begriffe, die aus Gesetzen etc. übernommen wurden, z. B. Auftraggeber oder Auftragnehmer. Alle Informationen beziehen sich aber in gleicher Weise auf alle Geschlechter.

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL)

Technische Prüfbestimmungen zur Bestimmung der Rhizomfestigkeit von Gewässerabdichtungen

Ausgabe 2023

Aus der Arbeit der Arbeitsgruppe
“Prüfverfahren Rhizomfestigkeit Gewässerabdichtungen“

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Technische Prüfbestimmungen zur Bestimmung der Rhizomfestigkeit von Gewässerabdichtungen

Herausgeber
Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL)
Friedensplatz 4, 53111 Bonn
Fon: +49 228 965010-0, Fax: +49 228 965010-20
Mail: info@fll.de, Website: www.fll.de

Bearbeitung durch die Arbeitsgruppe (AG) "Prüfverfahren Rhizomfestigkeit Gewässerabdichtungen"
Jürgen Eppel (Leitung der AG), Veitshöchheim
Rainer Bohlen, Ladbergen
Wolfgang Groß, Bad Honnef
Martin Jauch, Freising (†)
Prof. Dr. Wolfram Kircher, Hohnerxleben
Ralph Klein, Rodenbach
Peter Rode, Bonn
Holger Zühlke, Unna

Ansprechpartner in der FLL-Geschäftsstelle
Lea Nollen, Bonn (ab 2019)
Christian Schulze-Ardey, Bonn (bis 2018)

Text- und Umschlaggestaltung
Lea Nollen (FLL), Bonn

Titelbild
Jürgen Eppel, Veitshöchheim

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck nur in vollständiger Fassung mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers. Vertrieb durch den Herausgeber. Gedruckt auf 100% Recyclingpapier, ausgezeichnet mit dem Umweltzeichen Blauer Engel.

2. Ausgabe, Bonn, Dezember 2023
Frühere Ausgaben: 2008

Version für Internet-Abruf (Download)

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS 5

1 EINFÜHRUNG 7

2 GELTUNGSBEREICH 8

3 DEFINITION 9

3.1 PRÜF- UND KONTROLLGEFÄß 9

3.2 WIDERLAGER 9

3.3 TRENNLAGE 9

3.4 VEGETATIONSTRAGSCHICHT 9

3.5 STANDROHR 9

3.6 TESTPFLANZENARTEN 9

3.7 WUCHSLEISTUNG DER TESTPFLANZEN 10

3.8 FÜGETECHNIK 10

3.9 RHIZOMEINDRINGUNG 10

3.10 RHIZOMDURCHDRINGUNG 11

3.11 PRÜFERGEBNIS 11

3.12 VORZEITIGER ABBRUCH DER PRÜFUNG 11

4 KURZBESCHREIBUNG DES VERFAHRENS 12

5 VERSUCHSEINRICHTUNGEN UND -MATERIAL 13

5.1 STANDORT FÜR DIE DURCHFÜHRUNG 13

5.2 PRÜF- UND KONTROLLGEFÄßE 13

5.3 WIDERLAGER 14

5.4 TRENNLAGE 14

5.5 ABDICHTUNG 14

5.6 VEGETATIONSTRAGSCHICHT 14

5.7 DÜNGEMITTEL 15

5.8 TESTPFLANZEN 15

5.9 GIEßWASSER 15

6 PROBENAHME UND ANGABEN DES HERSTELLERS 16

7 PRÜFBEDINGUNGEN 17

7.1 VORBEREITUNG UND EINBAU DER ABDICHTUNG IN DIE PRÜFGEFÄßE 17

7.2 VORBEREITUNG DER KONTROLLGEFÄßE 19

7.3 PFLEGE DER PFLANZEN 20

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

8 AUSWERTUNG 21
8.1 AUSWERTUNG WÄHREND DER PRÜFUNG 21
8.2 AUSWERTUNG ZUM ENDE DER PRÜFUNG 21
9 PRÜFBERICHT 22
10 UMSCHREIBUNG/VERLÄNGERUNG VON PRÜFZEUGNISSEN 23
11 ZUSTÄNDIGKEIT 24
BEZUGSQUELLEN 33

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Aufbau der Gefäße mit Mindestangaben für die Innenmaße. 13

Abb. 2: Anordnung der Nähte des ersten Prüfmusters bei der zu prüfenden Abdichtung. Die angegebenen Maße beziehen sich auf Prüfgefäße mit einer Größe von 800 x 800 x 250 mm. Die Dicke der ggf. erforderlichen Trennlage ist hierbei nicht berücksichtigt. 18

Abb. 3: Anordnung der Nähte des zweiten Prüfmusters bei der zu prüfenden Abdichtung. Die angegebenen Maße beziehen sich auf Prüfgefäße mit einer Größe von 800 x 800 x 250 mm. Die Dicke der ggf. erforderlichen Trennlage ist hierbei nicht berücksichtigt. Die Ecken des zweiten Prüfmusters werden bei Einbau gefaltet. .. 18

Abb. 4: Anordnung der beiden Prüfmuster, Lage der Pflanzen und der Standrohre im Prüfgefäß (Draufsicht). 19

Abb. 5: Anordnung der beiden Prüfmuster und Lage der Standrohre im Prüfgefäß (Schnitt). 19

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Anforderungen an die Vegetationstragschicht (Bestimmung nach VDLUFA-Vorgaben) 14

Tab. 2: Anforderungen an die Wasserqualität 15

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Vorwort

Um vegetationsbedingte Schäden an Gewässerabdichtungen auszuschließen, wurde vom Regelwerksausschuss "Gewässerabdichtungen" der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL) ein “Verfahren zur Bestimmung der Rhizomfestigkeit von Gewässerabdichtungen” ausgearbeitet, das auf die Beanspruchung der Abdichtungen durch Rhizome ausgerichtet ist. Das Verfahren beruht im Wesentlichen auf Erkenntnissen von Untersuchungen mit unterschiedlichen Abdichtungen und verschiedenen Pflanzenarten, die an der damaligen Forschungsanstalt für Gartenbau, FH Weihenstephan (heute: Institut für Gartenbau an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf), durchgeführt wurden.

Das Verfahren wurde soweit als möglich an das allgemein anerkannte „Verfahren zur Untersuchung der Wurzelfestigkeit von Bahnen und Beschichtungen für Dachbegrünungen“ (FLL, 2008) angelehnt. Insbesondere wurden dessen beabsichtigt strenge Maßstäbe bei dem hier beschriebenen Verfahren berücksichtigt und den spezifischen Gegebenheiten der Gewässerabdichtungen angepasst.

Basierend auf den oben erwähnten Untersuchungen wurde *Phragmites australis* (Schilf) als für das Verfahren geeignete rhizombildende Testpflanzenart gewählt. Im Vergleich zu Rhizomen anderer Pflanzen [z. B. *Agropyron repens* (Quecke) *Cyperus longus* (Zyperngras), *Zizania caduciflora* (Kanadischer Reis), *Schoenoplectus* (*Scirpus*) *lacustris* (Binse)] erweisen sich Schilf-Rhizome als wesentlich aggressiver. Dies gilt auch im Vergleich zu Wurzeln von Gehölzen und anderer Pflanzen. Bei erfolgreichem Durchlaufen der Prüfung kann auch auf die Wurzelfestigkeit der geprüften Produkte für Gewässerabdichtungen geschlossen werden.

Mit Schilf als Testpflanze werden sehr hohe Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit von Gewässerabdichtungen gestellt.

Wenn dauerhaft eine deutlich geringere Beanspruchung der Gewässerabdichtung (keine Einwirkung von Pflanzen mit starkem Rhizomwachstum, wie z. B. Schilf) gegeben ist, können auch Abdichtungen verwendet werden, die nach dem „Verfahren zur Untersuchung der Wurzelfestigkeit von Bahnen und Beschichtungen für Dachbegrünungen“ (FLL, 2008) geprüft wurden. Die geprüfte Abdichtung muss sich dabei als wurzelfest und rhizomfest gegen Quecke erwiesen haben. Dies wird als Mindestanforderung bzgl. der biomechanischen Festigkeit von Gewässerabdichtungen angesehen.

Mit diesen Technischen Prüfbestimmungen (TP) verstetigt die FLL eine neue Generation von Regelwerken. Während in der Vergangenheit Prüf-, Liefer- und Ausführungsbestimmungen in der Regel in einer Veröffentlichung zusammengefasst worden sind, folgt die FLL mit der TP zur Bestimmung der Rhizomfestigkeit von Gewässerabdichtungen dem Vorbild der europäischen Normung und trennt die verschiedenen Arten der Regelwerke konsequent.

Bonn, im Dezember 2023





Prof. Dr. Ulrich Kias
FLL-Präsident

Jürgen Eppel
RWA-Leiter Gewässerabdichtungen

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

1 Einführung

Abdichtungen, die aufgrund ihrer werkstoffspezifischen Eigenschaften als wurzel- und rhizomfest gelten (z. B. Stahl, Beton, PEHD), erfordern keinen gesonderten Nachweis nach FLL-Prüfverfahren. Bei Abdichtungen, die nicht nach dem FLL-Prüfverfahren geprüft werden können (z. B. mineralische Abdichtungen), ist die Wurzel- und Rhizombeständigkeit bei Bedarf gesondert nachzuweisen. Dies gilt nicht für Bauweisen in Kombinationen mit FLL-geprüften, wurzel- und rhizomfesten Abdichtungen.

Als Mindestanforderung für Gewässerabdichtungen gilt der werkstoffspezifische Nachweis auf Wurzel- und Rhizomfestigkeit durch das FLL-„Verfahren zur Untersuchung der Wurzelfestigkeit von Bahnen und Beschichtungen für Dachbegrünungen“ (s. Anhang C der FLL-Dachbegrünungsrichtlinien, 2018).

Das Verfahren weist für Bitumen, Elastomere und Kunststoffe Ergebnisse über das Durchwurzelungsverhalten bestimmter terrestrischer Pflanzen aus. Es handelt sich dabei um folgende Arten:

- *Alnus glutinosa;*
- *Populus tremula;*
- *Pyracantha coccinea ‚Orange Charmer‘;*
- *Elymus (=Agropyron) repens;*
- *Pleioblastus distichus.*

Zu beachten ist, dass bitumenhaltige Abdichtungen u. U. nicht von Wurzeln, dafür aber von Rhizomen durchdrungen werden können. Deshalb sind die Mindestanforderungen für Abdichtungen erst mit dem Testat „rhizomfest gegen Quecken“ erfüllt.

Neben den oben genannten terrestrischen Arten unterliegen Abdichtungen auch den Beanspruchungen von Rhizomen aquatischer Staudenarten. Deshalb werden im „Verfahren zur Bestimmung der Rhizomfestigkeit von Gewässerabdichtungen“ der FLL Helophyten als Indikatoren eingesetzt. Basierend auf Voruntersuchungen hat sich *Phragmites australis* gegenüber Rhizomen anderer Testpflanzen (*Cyperus longus, Schoenoplectus lacustris, Zizania caduciflora*) als aggressivster Rhizombildner unter den Helophyten herausgestellt. Die Prüfung der Rhizomfestigkeit von Gewässerabdichtungen erfolgt deshalb ausschließlich mit *Phragmites australis*.

Bei intensiverer Beanspruchung durch die Bepflanzung (z. B. Vegetation für Pflanzenkläranlagen und Aufbereitungsbereiche von Schwimmteichen) ist eine Prüfung nach dem nachfolgend beschriebenen „Verfahren zur Bestimmung der Rhizomfestigkeit von Gewässerabdichtungen“ der FLL erforderlich.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

2 Geltungsbereich

Das Verfahren gilt für die Bestimmung des Widerstandes gegen Ein- und Durchdringungen von Rhizomen der verwendeten Testpflanzen für Abdichtungsschichten gemäß Abschnitt 10.4 der FLL-Gewässerabdichtungsrichtlinien – Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Gewässerabdichtungen, Ausgabe 2023.

Dazu gehören z. B. folgende Abdichtungen:

- Bitumenbahnen;
- Kunststoff- und Elastomerbahnen;
- Flüssigabdichtungen;
- Gussasphalt;
- GUP-Beschichtungen

für alle Ausbildungsformen von Gewässern im Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau.

Das Verfahren beinhaltet die Prüfung einzelner Produkte für die Herstellung von Abdichtungsschichten von Gewässern inklusive der zugehörigen Fügetechnik. Die Prüfung eines Abdichtungssystems, d. h. eines aus mehreren Funktionsschichten bestehenden Aufbaus oder einer zusätzlichen Kaschierung der Gewässerabdichtung ist nicht zulässig.

Aus versuchstechnischen Gründen kann es bei Beschichtungen (z. B. Flüssigabdichtungen, Gussasphalt oder GUP-Beschichtungen) erforderlich sein, unter der Beschichtung eine gesonderte Lage einzubauen. Dies ist gestattet, sofern der Hersteller eindeutig erklärt, dass die Rhizomfestigkeit einzig durch die zuoberst aufgetragene Beschichtung bewirkt wird.

Das Ergebnis der geprüften Werkstoffe ist nicht übertragbar auf den Ein- und Durchdringungswiderstand gegen Pflanzen mit sehr starkem Rhizomwachstum, z. B. Bambus-Arten. Bei Verwendung derartiger Pflanzenarten sind über den befundenen Ein- und Durchdringungschutz hinausgehende bauliche Vorkehrungen zu treffen und besondere Pflegemaßnahmen vorzusehen.

Die Untersuchungsergebnisse sind gebunden an die im Prüfbericht entsprechend den Anforderungen aufgeführten Kenndaten und Stoffeigenschaften des geprüften Werkstoffes und die bei der Prüfung angewandten, gleichwertigen Fügetechniken.

Das Verfahren beinhaltet keine Bewertungen bezüglich Umweltverträglichkeit der geprüften Produkte.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

3 Definition

Für die Anwendung dieses Verfahrens gelten folgende Definitionen:

3.1 Prüf- und Kontrollgefäß

Ausreichend stabile und korrosionsfeste Gefäße mit Mindestmaßnahmen, die als Prüfgefäße mit der zu prüfenden Abdichtung bestückt werden bzw. ohne Abdichtung als Kontrollgefäße dienen.

3.2 Widerlager

Das Widerlager besteht aus Polystyrolplatten, mit denen die Innenseite der Gefäße allseitig einlagig ausgekleidet werden. Dieses Widerlager soll eine Dehnung der zu prüfenden Werkstoffe durch den sich einstellenden Rhizomdruck der Testpflanzen ermöglichen. Bei starrten Werkstoffen (z. B. Gussasphalt) kann auf ein Widerlager verzichtet werden.

3.3 Trennlage

Produktverträgliche Lage zwischen Gefäßwand und Widerlager für Abdichtungen, die nicht Polystyrol verträglich sind.

3.4 Vegetationstragschicht

Die Vegetationstragschicht besteht aus einem für die Testpflanzen geeignetem Kultursubstrat aus gewaschenem Sand und steht in unmittelbarem Kontakt zu der zu untersuchenden Abdichtung.

3.5 Standrohr

Durch zwei eingelassene Rohre (∅ 50 mm, Länge 200 mm) aus pflanzenverträglichen Werkstoffen (z. B. PE) wird in der Vegetationstragschicht die Kontrolle des Wasserstandes und der Wasserqualität sichergestellt.

3.6 Testpflanzenarten

*Phragmites australis (*Schilf) ist ein heimisches Gras, das den Rand von Gewässern sowie gewässerferne, feuchte Standorte besiedelt. Schilf bildet Rhizome (unterirdische Sprossausläufer), die in der Lage sind Abdichtungen von innen und außen zu beschädigen. Aufgrund seiner hohen Toleranz bezüglich der Wasserqualität und seiner Leistungsfähigkeit wird Schilf vielfach bei der natürlichen Reinigung von Abwasser (z. B. Pflanzenkläranlagen) und bei der Klärschlamm-Vererdung eingesetzt.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

3.7 Wuchsleistung der Testpflanzen

Die Ausbreitung der Testpflanzen wird im Abstand von 6 Monaten erfasst. Eine ausreichende Wuchsleistung ist gegeben, wenn die Pflanzen in den Prüfgefäßen im Durchschnitt folgende Bestandsdichte aufweisen:

1. Zwischenauswertung (nach 6 Monaten) ≥ 80 Halme/Gefäße
2. Zwischenauswertung (nach 12 Monaten) ≥ 120 Halme/Gefäße
3. Zwischenauswertung (nach 18 Monaten) ≥ 160 Halme/Gefäße
4. Endauswertung (nach 24 Monaten) ≥ 160 Halme/Gefäße

Die durchschnittliche Bestandsdichte der Testpflanzen in den Prüf- und Kontrollgefäßen muss während der gesamten Prüfdauer ähnlich hoch sein. Die Bestandsdichte der Testpflanzen in den Prüfgefäßen muss mindestens 80 % der Bestandsdichte der Pflanzen in den Kontrollgefäßen betragen. Hierdurch kann ggf. auf eine Beeinträchtigung der Testpflanzen durch pflanzenschädigende Stoffe der Abdichtung geschlossen werden.

3.8 Fügetechnik

Es ist zulässig, in der Prüfung unterschiedliche Fügetechniken zu kombinieren, sofern diese ausnahmslos stoffhomogene Nahtverbindungen zum Ziel haben (z. B. Quellschweißung – mit einem Lösungsmittel, das sich verflüchtigt – und Warmgasschweißung). Derartige Nahtverbindungen werden als gleichwertig angesehen.

Im Gegensatz dazu gelten Kombinationen von klebefreien Verbindungen und Verbindungen mit Klebemasse oder von Verbindungen mit 2 unterschiedlichen Klebemassen als nicht gleichwertig.

3.9 Rhizomeindringung

Rhizomeindringungen liegen vor, wenn in die Fläche oder in die Nähte eines geprüften Produktes Rhizome eingewachsen sind, wobei die unterirdischen Pflanzenteile sich aktiv Hohlräume geschaffen und die Abdichtungsschicht beschädigt haben.

Nicht als Rhizomeindringung zu werten, aber im Prüfbericht aufzuführen sind:

- In bereits vorhandene Poren einer Abdichtung (Fläche oder Naht bzw. Arbeitsunterbrechungsfuge) eingewachsene Rhizome (d. h. keine Beschädigung). Um hierbei eine eindeutige Bewertung zu gewährleisten, ist eine Betrachtung der entsprechenden Bereiche der Abdichtung unter dem Mikroskop erforderlich.
- In die Fläche oder Naht bzw. Arbeitsunterbrechungsfuge ≤ 5 mm eingewachsene Rhizome bei Produkten, die wachstumshemmende Wirkstoffe enthalten, da hierbei die hemmende Wirkung erst nach dem Eindringen der Rhizome entfaltet werden kann. Um eine derartige Bewertung zu ermöglichen, sind solche Produkte vom Hersteller zu Prüfungsbeginn eindeutig als "mit wachstumshemmenden Wirkstoffen versehen" zu definieren.
- Eingewachsene Rhizome in die Fläche von mehrschichtigen Produkten, z. B. Bitumenbahnen mit Kupferbandeinlage oder Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Einlage oder Verstärkung, wenn die Schicht, welche den Ein- und Durchdringungsschutz übernimmt, dabei nicht beschädigt wird. Um eine derartige Bewertung zu ermöglichen, ist diese Schicht vom Hersteller zu Prüfungsbeginn eindeutig festzulegen.
- In zusätzliche Nahtversiegelungen eingedrungene Rhizome ohne Beschädigung der Nahtverbindung.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

3.10 Rhizomdurchdringung

Rhizomdurchdringungen liegen vor, wenn in der Fläche oder in den Nähten eines geprüften Produktes Rhizome durchgewachsen sind.

3.11 Prüfergebnis

Ein Produkt gilt als rhizomfest, wenn in allen Prüfgefäßen nach Ablauf der Prüfdauer keine Rhizomeindringungen gemäß Abschnitt 2.9 sowie keine Rhizomdurchdringungen gemäß Abschnitt 2.10 festzustellen sind. Voraussetzung ist zudem, dass die in der Prüfung verwendeten Pflanzen in den Prüfgefäßen im gesamten Prüfungsverlauf eine ausreichende Wuchsleistung gemäß Abschnitt 2.7 erbracht haben.

Aus der nach diesem Verfahren festgestellten Rhizomfestigkeit kann auch auf die Wurzelfestigkeit des geprüften Produktes für Gewässerabdichtungen geschlossen werden.

3.12 Vorzeitiger Abbruch der Prüfung

Bei erkennbaren Durchdringungen von Rhizomen am zu prüfenden Produkt ist der Auftraggeber der Untersuchung zu unterrichten. Die Prüfung kann abgebrochen werden.

Wird im Prüfungsverlauf keine ausreichende Wuchsleistung der Testpflanzen erzielt (s. 2.7), ist die Prüfung abzubrechen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

4 Kurzbeschreibung des Verfahrens

In einem Gefäßversuch mit standardisierten Bedingungen wird der Durchdringungswiderstand von Gewässerabdichtungen gegenüber einwirkenden Rhizomen der Testpflanzenart untersucht.

Die 2-jährige Prüfung wird in einem klimagesteuerten Gewächshaus unter Verwendung von *Phragmites australis* (Schilf) durchgeführt.

Die zu untersuchenden Produkte, die mehrere Nahtstellen bzw. eine Arbeitsunterbrechungsfuge aufweisen müssen, werden in 8 Prüfgefäße eingebaut. Weitere 3 Gefäße gehen ohne Abdichtung in die Prüfung. Sie dienen als Kontrolle für das Pflanzenwachstum.

In die Gefäße wird eine Vegetationstragschicht eingefüllt. Mit einer zielgerichteten Bepflanzung, Düngung und Bewässerung soll unter optimalen Klimabedingungen der gewünschte Rhizomdruck auf die zu prüfende Abdichtung erzeugt werden.

Zum Ende der Prüfung wird die Vegetationstragschicht entnommen und die Abdichtung auf ein- und durchgedrungene Rhizome überprüft.

Rückstellproben der untersuchten Produkte werden beim Prüfinstitut gelagert.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

5 Versuchseinrichtungen und -material

5.1 Standort für die Durchführung

Es ist ein Gewächshaus vorzusehen, das mit einer regelbaren Heizung und Lüftung ausgestattet ist. Die Heizung ist so einzustellen, dass die Innentemperatur tagsüber bei (18 ±3) °C und während der Nacht bei (16 ±3) °C liegt. Ab einer Innentemperatur von (22 ±3) °C ist das Gewächshaus zu lüften. Eine anhaltende Innentemperatur > 35 °C ist zu vermeiden.

Die natürlichen Lichtverhältnisse im mitteleuropäischen Raum stellen bei den angegebenen Temperaturen ein günstiges Wachstum der Testpflanzen im gesamten Jahresgang sicher. Eine Schattierung der Pflanzen im Sommer oder eine künstliche Belichtung im Winter sind nicht erforderlich.

Der Flächenbedarf pro Gefäß (800 x 800 mm) unter Einhaltung des geforderten Mindestabstands gemäß Abschnitt 6.1 liegt - je nach Anordnung der Gefäße - bei rund 1,5 bis 2 m².

5.2 Prüf- und Kontrollgefäße

Die Gefäße müssen ein Innenmaß von mindestens 800 x 800 x 250 mm aufweisen (s. Abb. 1). Unter Berücksichtigung einbautechnischer Erfordernisse (z. B. bei Abdichtungen mit einer Dicke über rund 50 mm) kann es notwendig sein, größere Gefäße einzusetzen. Alle nachfolgenden Angaben (z. B. Düngung, Pflanzdichte), die sich auf dieses Mindestmaß beziehen, sind an die ggf. größer dimensionierten Gefäße anzupassen.

Die Gefäße sind aus korrosionsfesten Materialien mit stabiler Wandung herzustellen. Das Material muss pflanzenverträglich sein.

Die Kontrollgefäße sind wasserdicht auszuführen. Der Boden der Prüfgefäße muss über einen Wasserablauf verfügen, um Undichtigkeiten (und somit Beschädigungen der zu prüfenden Abdichtung) während der Prüfung feststellen zu können.

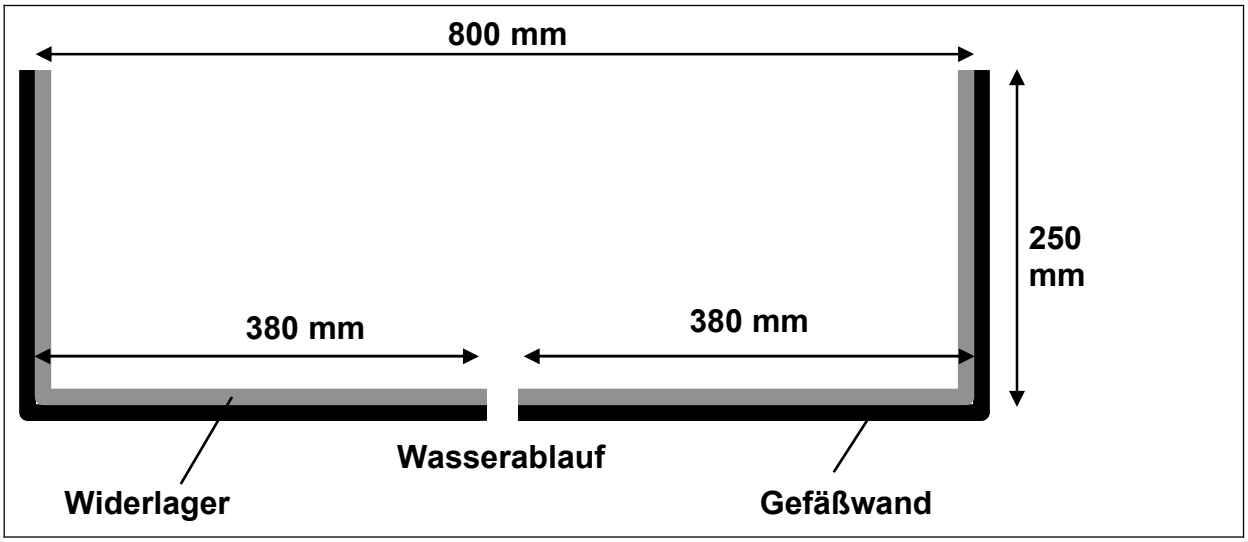


Abb. 1: Aufbau der Gefäße mit Mindestangaben für die Innenmaße. Der Wasserablauf (Ø 40 mm) ist nur bei den Prüfgefäßen vorzusehen. Die Kontrollgefäße sind wasserdicht abzubilden.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Für jede zu untersuchende Abdichtung sind 8 Prüfgefäße mit Wasserablauf erforderlich. Zusätzlich sind pro Prüfung – unabhängig von der Anzahl der zu prüfenden Abdichtungen – 3 Kontrollgefäße (ohne Wasserablauf) vorzusehen.

5.3 Widerlager

Das Widerlager besteht aus Polystyrolplatten (DAA dh) 10 ±1 mm dick, mit denen die Gefäßinnenseiten ausgekleidet werden (s. Abb. 1), um eine Dehnung des zu prüfenden Produktes durch Rhizomdruck zu ermöglichen.

Der Materialbedarf beträgt ca. 1,5 m² je Versuchsgefäß (800 x 800 mm).

5.4 Trennlage

Bei Polystyrol-Unverträglichkeit des zu prüfenden Produktes ist der zusätzliche Einbau einer produktverträglichen Trennlage zulässig. Für die Prüfung ist der Einbau einer wasserdurchlässigen Trennlage erforderlich, um während der Prüfung auftretende Undichtigkeiten des zu prüfenden Produktes feststellen zu können.

Der Materialbedarf beträgt ca. 1,5 m² je Versuchsgefäß (800 x 800 mm).

5.5 Abdichtung

Die Abdichtung ist gemäß Abschnitt 6.1 einzubauen bzw. aufzutragen. Es werden 2 verschieden große Prüfmuster in unterschiedlicher Ausrichtung in die Prüfgefäße eingebaut. Pro Prüfgefäß mit den Mindestmaßen (800 x 800 x 250 mm) ergibt sich rechnerisch ein Materialbedarf von ca. 2 m² (ohne Überlappung).

5.6 Vegetationstragschicht

Die Vegetationstragschicht wird zweischichtig eingebaut und besteht aus gewaschenem Sand der Körnung 0-4 mm, entsprechend den Anforderungen der Tabelle 1.

Tab. 1: Anforderungen an die Vegetationstragschicht (Bestimmung nach VDLUFA-Vorgaben)

Nr.	1	2	3	4	5	6	7
1	**pH** ($CaCl_2$) [-]	**Salz** (H_2O) [g/l]	**Salz** ($CaSO_4$) [g/l]	**N** (CAT) [mg/l]	**P_2O_5** (CAT) [mg/l]	**K_2O** (CAT) [mg/l]	**$CaCO_3$** (Scheibler) [M.-%]
2	6,0 - 7,5	≤ 1,0	≤ 0,5	≤ 50	≤ 25	≤ 100	1 - 10

Der Substratbedarf beträgt bei der geforderten Schichtdicke von (170 ±10) mm ca. 110 l je Versuchsgefäß (800 x 800 mm).

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

5.7 Düngemittel

Als Düngemittel ist ein wasserlöslicher, chloridarmer Mehrnährstoffdünger mit ca. 15 % N, 10 % P_2O_5, 15 % K_2O, 2 % MgO vorzusehen, der zusätzlich die Spurennährelemente Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Molybdän (Mo), Mangan (Mn), Bor (B) und Zink (Zn) enthält.

5.8 Testpflanzen

Bei der Prüfung ist folgende Pflanzenart in der angegebenen Qualität einzusetzen: *Phragmites australis* (Schilf) im 9 x 9 Container.

Je Gefäß von 800 x 800 mm sind 8 Pflanzen vorzusehen.

Es ist auf eine gleichmäßige Pflanzenqualität zu achten.

5.9 Gießwasser

Die Wasserqualität muss den Anforderungen der Tabelle 2 entsprechen. Die chemisch-physikalischen Ausgangsbedingungen entsprechen den Richtwerten von Füllwasser, wie sie in den Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von privaten Schwimm- und Badeteichen (Hrsg. FLL, 2017) geregelt sind.

Tab. 2: Anforderungen an die Wasserqualität

Nr.	1	2
1	**Parameter**	**Richtwert**
2	Ammonium	≤ 0,5 mg/l
3	Eisen	≤ 0,2 mg/l
4	Gesamtphosphor (P_{ges})	≤ 0,03 mg/l
5	Härte (Summe Erdalkalien) entspricht Gesamthärte	≥ 1,0 mmol/l ≥ 5,6 dH°
6	Leitfähigkeit	≤ 1000,0 µS/cm bei 20 °C
7	Mangan	≤ 0,05 mg/l
8	Nitrat	≤ 50,0 mg/l
9	ortho-Phosphat (Angabe P)	≤ 0,01 mg/l
10	ph-Wert	6,0 – 9,0
11	Säurekapazität $K_{S4,3}$ entspricht Carbonathärte	≥ 2,0 mmol/l ≥ 5,6 dH°

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

6 Probenahme und Angaben des Herstellers

Von der Abdichtung ist vom Prüfinstitut vor und nach der Untersuchung eine Rückstellprobe zu nehmen. Das entnommene Teilstück muss zumindest eine Nahtstelle pro Fügetechnik bzw. eine Arbeitsunterbrechungsfuge enthalten und eine Fläche von mindestens 0,5 m² aufweisen. Die Rückstellprobe ist bei Temperaturen über 5 °C und unter 25 °C trocken und dunkel beim Prüfinstitut zu lagern.

Die Dauer der Lagerung muss mindestens der Gültigkeitsdauer des Prüfberichts entsprechen (s. Abschnitt 8).

Stoffliche Unverträglichkeiten sind bei der Lagerung zu beachten.

Um das getestete Produkt eindeutig identifizieren zu können, sind vom Hersteller zu Beginn der Untersuchung folgende Angaben einzufordern: Produktnamen, Anwendungsbereich, Werkstoffbezeichnung, Stoffnormen, Dicke, Ausrüstung/Aufbau, Lieferform, Herstelltechnik, Prüfzeugnisse, Herstellungsjahr, Einbautechnik am Untersuchungsort (Überlappung, angewandte Fügetechniken, Fügemittel, Art der Nahtversiegelung, Abdeckstreifen über Nähten, gesonderte Eck- und Winkelverbindungen), Zusatz von Bioziden (z. B. Hemmstoffe) mit Angaben zur Konzentration.

Ergänzend hierzu ist beim Prüfinstitut ein Produktdatenblatt des zu prüfenden Produktes zu hinterlegen.

Zudem ist bei Produkten, die sich aus mehreren Schichten zusammensetzen (z. B. Bitumenbahn mit Kupferbandeinlage oder Kunststoff- und Elastomerbahnen mit Einlage oder Verstärkung), vom Hersteller zu Prüfbeginn eindeutig festzulegen, welche Schicht den Ein- und Durchdringungsschutz übernimmt.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

7 Prüfbedingungen

7.1 Vorbereitung und Einbau der Abdichtung in die Prüfgefäße

In den 8 Prüfgefäßen ist folgender Aufbau vorgesehen (von unten nach oben): ggf. Widerlager, ggf. Trennlage, erstes Prüfmuster der Abdichtung, Vegetationstragschicht, zweites Prüfmuster der Abdichtung, Vegetationstragschicht, Bepflanzung.

In dem Prüfgefäß wird ggf. als erste Schicht das Widerlager angebracht.

Die Trennlage wird auf dem Widerlager oder auf der Innenseite des Prüfgefäßes verlegt.

Darauf wird das erste Prüfmuster der zu prüfenden Abdichtung eingebaut.

Bei bahnenartigen Abdichtungen werden Teile der Bahn zugeschnitten, am Untersuchungsort in der Verantwortung des Auftraggebers fachtechnisch verbunden und in die Gefäße eingebaut (s. Abb. 2, 4 und 5). Hierbei sind vier Wand-Eck-Nähte, zwei Boden-Eck-Nähte und ein mittig verlaufende T-Naht auszuführen. Es ist zulässig unterschiedliche Fügetechniken anzuwenden, sofern diese gleichwertig sind (s. Abschnitt 2.8).

Nicht bahnenförmige Abdichtungen, wie z. B. Flüssigabdichtungen, Gussasphalt oder GUP-Beschichtungen werden ebenfalls am Untersuchungsort in der Verantwortung des Auftraggebers fachtechnisch in die Gefäße eingebaut. Der Einbau muss in zwei Arbeitsschritten erfolgen, wobei in der Mitte des Gefäßes eine durchgehende Arbeitsunterbrechungsfuge anzuordnen ist. Der Zeitabstand zwischen den beiden Arbeitsschritten muss mindestens 12 Stunden betragen.

Nach dem Einbau des ersten Prüfmusters wird die untere Vegetationstragschicht in einer Schichtdicke von (20 ±5) mm eingebaut. Der Bedarf an Substrat liegt bei Gefäßen von 800 x 800 mm bei ca. 12 l.

Auf der unteren Vegetationstragschicht wird ein Standrohr in Nähe der Gefäßwand angebracht.

Auf die untere Vegetationstragschicht wird das zweite Prüfmuster der Abdichtung um 45° versetzt zum ersten Prüfmuster eingebaut. Bei bahnenartigen Abdichtungen sind zwei Längsnähte erforderlich. Die Ecken dieses Prüfmusters werden gefaltet (s. Abb. 3 bis 5).

Bei nicht bahnenförmigen Abdichtungen muss das zweite Prüfmuster wie beim ersten Prüfmuster mit einer Arbeitsunterbrechungsfuge ausgeführt werden.

Beim Einbau nicht bahnenförmiger Produkte ist ggf. eine Hilfskonstruktion (z. B. Rahmen, Schalung) erforderlich.

Die Prüfmuster der Abdichtung müssen im eingebauten Zustand bis zur Gefäßoberkante reichen.

Nach dem Einbau des zweiten Prüfmusters wird das zweite Standrohr innerhalb des zweiten Prüfmusters und anschließend die obere Vegetationstragschicht in einer Schichtdicke von (150 ±5) mm eingebaut. Dies entspricht bei Gefäßen von 800 x 800 mm einem Substratvolumen von ca. 100 l.

Pro Prüfgefäß von 800 x 800 mm sind acht Pflanzen von *Phragmites australis* (Schilf) einzusetzen (s. Abb. 4).

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Beim Aufstellen im Gewächshaus ist zwischen den Gefäßen allseitig ein Mindestabstand von 0,4 m zu gewährleisten. Die 8 Prüf- und 3 Kontrollgefäße (s. Abschnitt 6.2) sind nach Zufallsverteilung anzuordnen.

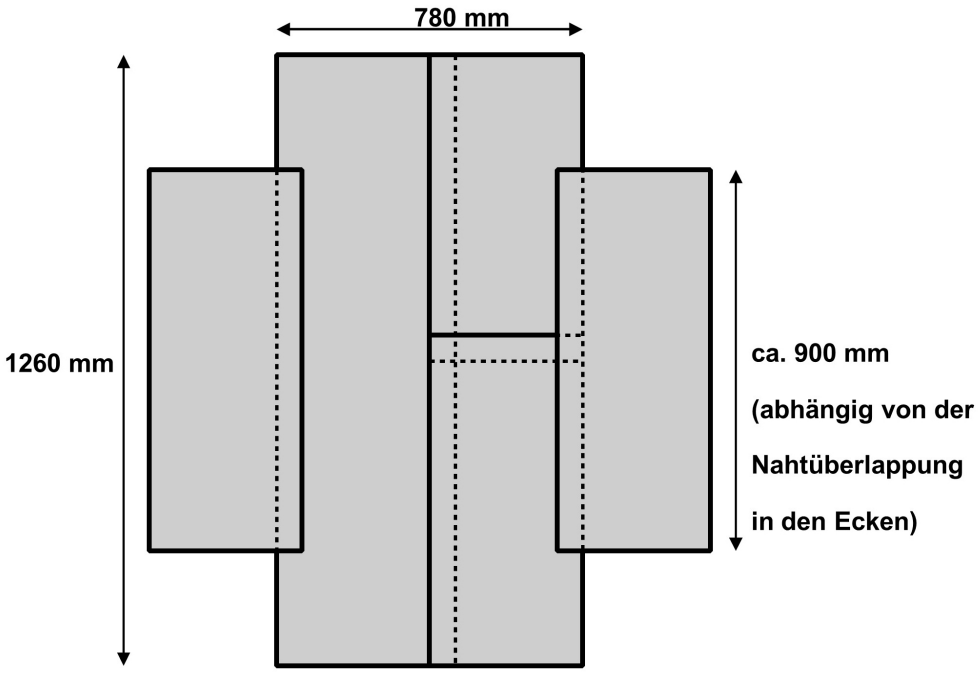


Abb. 2: Anordnung der Nähte des ersten Prüfmusters bei der zu prüfenden Abdichtung. Die angegebenen Maße beziehen sich auf Prüfgefäße mit einer Größe von 800 x 800 x 250 mm. Die Dicke der ggf. erforderlichen Trennlage ist hierbei nicht berücksichtigt.

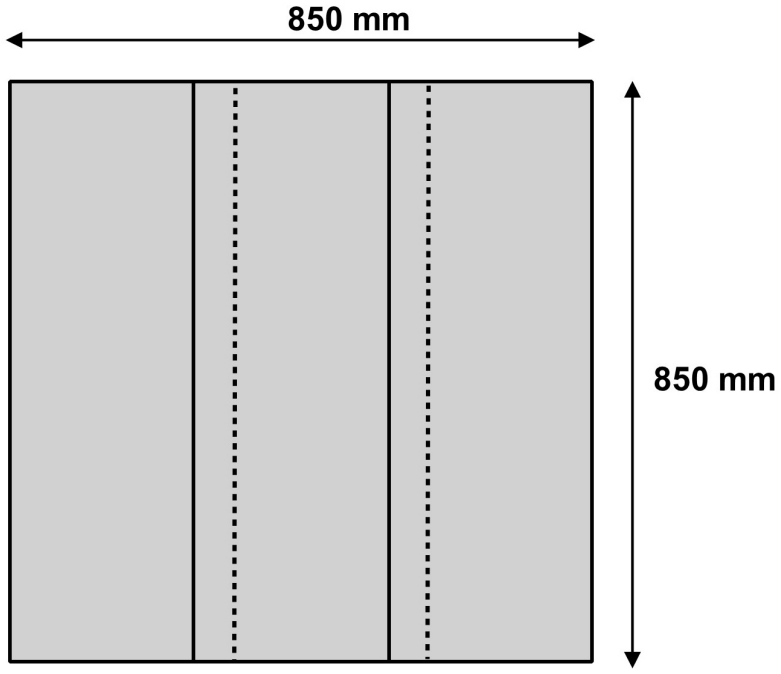


Abb. 3: Anordnung der Nähte des zweiten Prüfmusters bei der zu prüfenden Abdichtung. Die angegebenen Maße beziehen sich auf Prüfgefäße mit einer Größe von 800 x 800 x 250 mm. Die Dicke der ggf. erforderlichen Trennlage ist hierbei nicht berücksichtigt. Die Ecken des zweiten Prüfmusters werden bei Einbau gefaltet.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

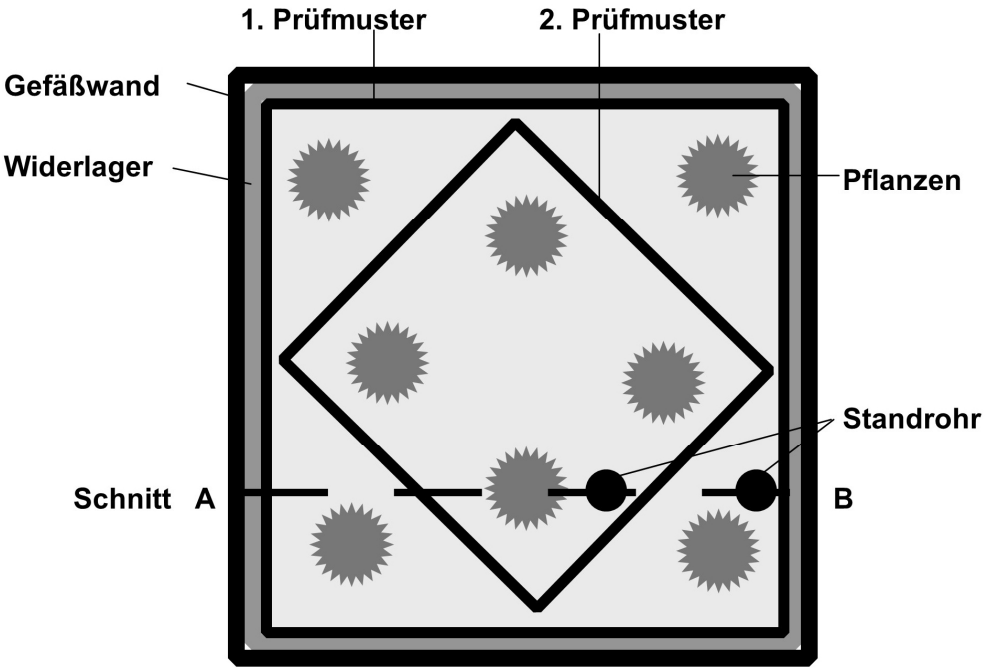


Abb. 4: Anordnung der beiden Prüfmuster, Lage der Pflanzen und der Standrohre im Prüfgefäß (Draufsicht).

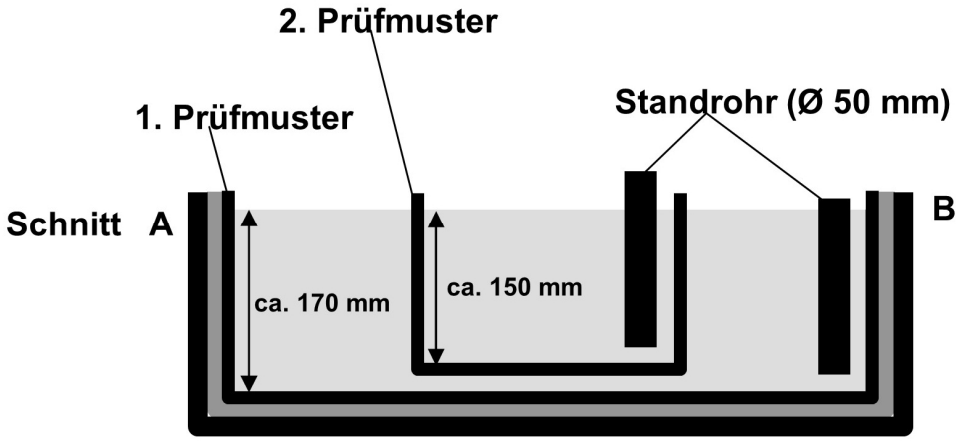


Abb. 5: Anordnung der beiden Prüfmuster und Lage der Standrohre im Prüfgefäß (Schnitt).

7.2 Vorbereitung der Kontrollgefäße

In die 3 wasserdichten Kontrollgefäße wird ohne Widerlager und Abdichtung die untere Vegetationstragschicht in einer Dicke von (20 ±5) mm eingebaut. Nach Anbringen des Standrohrs in der Nähe der Gefäßwand wird die obere Vegetationstragschicht in einer Dicke von (150 ±5) mm eingebaut. Die Bepflanzung erfolgt analog zu den Prüfgefäßen, wie unter Abschnitt 6.1 beschrieben.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

7.3 Pflege der Pflanzen

Der für die Testpflanzen einzuhaltende Wasserstand liegt zwischen 20 mm über bzw. 50 mm unter der Oberfläche der Vegetationstragschicht. Der einzuhaltende Wasserstand ist mittels Standrohr zu kontrollieren.

Die Düngung erfolgt in monatlichem Abstand. Pro Gabe und Gefäß (800 x 800 mm) werden 5 g Düngemittel (s. Abschnitt 4.7) gelöst in 20 l Wasser appliziert. Die Düngerlösung wird gleichmäßig über die Vegetationstragschicht verteilt. Die erste Gabe wird unmittelbar nach der Bepflanzung verabreicht.

Gegebenenfalls aufkommender Fremdwuchs und Algen sowie abgestorbene Pflanzenteile auf der Oberfläche der Vegetationstragschicht sind zu entfernen.

Abgestorbene Pflanzen sind zu ersetzen. Um die sich entwickelnden Wurzeln und Rhizome der verbleibenden Pflanzen nicht zu stören, ist dies jedoch nur während der ersten drei Monate gestattet. Wird im Prüfungsverlauf keine ausreichende Wuchsleistung erreicht (s. Abschnitt 2.7), ist die Prüfung abzubrechen.

Ein Schnitt der Halme im grünen Zustand ist nicht zulässig. Über den Winter abgestorbene Triebe sind im Frühjahr durch oberflächennahen Schnitt zu entfernen.

Bei starkem Schädlingsbefall der Pflanzen bzw. Auftreten von bestandsgefährdenden Pflanzenkrankheiten sind geeignete Pflanzenschutzmaßnahmen durchzuführen.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

8 Auswertung

8.1 Auswertung während der Prüfung

Bei erkennbarer Beschädigung der eingebauten Abdichtung durch Rhizome ist der Auftraggeber zu unterrichten. Die Prüfung kann abgebrochen werden (s. Abschnitt 2.12).

Halbjährlich ist bei allen Prüf- und Kontrollgefäßen die Wüchsigkeit der Testpflanzen durch Erfassen der Halmanzahl festzuhalten (s. Abschnitt 2.7). Die durchschnittliche Wuchsleistung der Pflanzen in den Prüfgefäßen ist zu ermitteln und dem Ergebnis der Kontrollgefäße gegenüberzustellen. Wird gemäß Abschnitt 2.7 keine ausreichende Wuchsleistung erzielt, ist die Prüfung abzubrechen (s. Abschnitt 2.12).

Auftretende Pflanzenschäden wie z. B. Blattdeformationen oder Blattverfärbungen oder andere Wuchs-Anomalien sind gesondert zu erfassen.

8.2 Auswertung zum Ende der Prüfung

Der Zeitpunkt der anstehenden Endauswertung ist dem Auftraggeber mitzuteilen, um ihm eine Teilnahme zu ermöglichen.

Die Wuchsleistung der Pflanzen ist abschließend, wie in Abschnitt 7.1 angeführt, zu erfassen.

Bei allen Gefäßen wird zum Ende der Prüfung die Vegetationstragschicht entnommen und die Abdichtung im Hinblick auf ein- und durchgedrungene Rhizome überprüft. Gemäß der Abschnitte 2.9, 2.10 und 2.12 werden ein- und durchgedrungene Rhizome bei der geprüften Abdichtung in absoluten Zahlen erfasst. Dies erfolgt getrennt für folgende Bereiche

- bei bahnenartigen Abdichtung:
  - die Fläche und
  - die Nähte;
- bei nicht bahnenförmigen Abdichtungen:
  - die Fläche und
  - die Arbeitsunterbrechungsfuge, falls diese erkennbar ist.

Bei Eindringungen von Rhizomen in den Überlappungsbereich von Nähten ist die maximale Eindringtiefe festzuhalten.

Ein- und durchgedrungene Rhizome sind beispielhaft fotografisch zu belegen.

Von der untersuchten Abdichtung sind zum Ende der Prüfung Rückstellproben zu entnehmen, die das Ergebnis der Untersuchung dokumentieren. Die Proben sind gemäß Abschnitt 5 zu lagern.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

9 Prüfbericht

Während der Prüfung dürfen keine Zwischenergebnisse schriftlich bekannt gegeben werden.

Nach Beendigung des Versuchs ist von der jeweiligen Prüfinstitution ein vollständiger Prüfbericht in doppelter Ausführung (je ein Exemplar für das Prüfinstitut und den Auftraggeber) zu erstellen, jedoch nur, wenn sich das Produkt gemäß Abschnitt 2.11 als rhizomfest erwiesen hat. Firmen und Produkte, die ohne Erfolg an der Untersuchung teilgenommen haben, erhalten keinen Prüfbericht, sondern lediglich eine schriftliche Mitteilung mit der begründeten Feststellung, dass sich das Produkt als nicht rhizomfest nach FLL erwiesen hat.

Der Bericht darf nur in ungekürzter Form verwendet werden.

Der Bericht muss folgende Daten enthalten:

- Angaben des Herstellers zum untersuchten Produkt in Übereinstimmung mit Abschnitt 5;
- detaillierte Angaben über die Vorbereitung der Prüfgefäße gemäß Abschnitt 6 (oder ein Hinweis, dass die Durchführung der Prüfung entsprechend den Vorgaben des FLL–Prüfverfahren erfolgte, wobei das der Prüfung zugrunde gelegte Verfahren im Anhang beizulegen ist oder dessen Ausgabedatum genannt sein soll);
- alle Ergebnisse der Auswertungen in Übereinstimmung mit Abschnitt 7 und
- eine zusammenfassende Bewertung des untersuchten Produktes gemäß Abschnitt 2.11.

Der Bericht muss zudem folgende Formulierungen enthalten:

- „Der Prüfbericht umfasst ..... Seiten und darf nur in ungekürzter Form verwendet werden“;
- „Die Untersuchungsergebnisse sind gebunden an die im Prüfbericht entsprechend den Anforderungen aufgeführten Kenndaten und Stoffeigenschaften des geprüften Produktes und die bei der Prüfung angewandten Fügetechniken. Der Prüfbericht gilt ausschließlich für das untersuchte Produkt, eine Übertragung des Prüfberichts auf andere Produkte ist nicht statthaft.";
- „Rückstellproben der untersuchten Produkte werden beim Prüfinstitut gelagert“;
- „Der Prüfbericht wurde am ..... erstellt und hat grundsätzlich eine Gültigkeitsdauer von 10 Jahren.“

Durch eine Bestätigung des Prüfinstituts kann die Gültigkeitsdauer des Prüfberichts in Zeitabschnitten von 5 Jahren verlängert werden, jedoch nur wenn

- die Prüfgrundlagen in wesentlichen Punkten nicht geändert wurden;
- das geprüfte Produkt noch dem aktuellen Lieferprogramm des Antragstellers entspricht;
- erneut Rückstellmuster beim Prüfinstitut hinterlegt werden (s. Abschnitt 5);
- der Hersteller durch eidesstattliche Erklärung zusichert, dass das Produkt sowie deren Herstellung und Fügetechnik mit dem geprüften Produkt identisch sind.

Ein Musterprüfbericht ist beigefügt.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

10 Umschreibung/Verlängerung von Prüfzeugnissen

Prüfberichte dürfen nur zur Korrektur von Fehlern und zur Einbeziehung ausgelassener Daten, die zum Zeitpunkt der Prüfung verfügbar waren, neu ausgestellt werden. Die eindeutige Kennzeichnung des Musters ist anzugeben und das Markenzeichen oder die Kennzeichnung des Herstellers kann ebenfalls als solches gekennzeichnet werden.

Die Praxis, einen Testbericht erneut auszustellen, wenn sich der Handelsname / die Marke des getesteten Produktes geändert hat oder es ersetzt (ohne ihn erneut zu testen), ist auch unter eindeutiger Bezugnahme auf den Erstbericht nicht zulässig. Das getestete Produkt ist sowohl in der Vertragsüberprüfung als auch im Testbericht eindeutig zu identifizieren. Das Labor übernimmt keine Verantwortung für die Erklärung, dass das Produkt mit dem neuen Handelsnamen / der neuen Marke streng mit dem getesteten Produkt identisch ist. Diese Verantwortung liegt beim Kunden.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

11 Zuständigkeit

Der Auftraggeber ist zuständig für:

- Beschaffung und Einbau der Trennlage (s. Abschnitte 2.3 und 6.1) und der zu prüfenden Abdichtung (s. Abschnitt 6.1);
- Abgabe einer Materialprobe des prüfenden Produktes (s. Abschnitt 5) und
- Angaben zur geprüften Abdichtung (s. Abschnitt 5).

Das Prüfinstitut hat folgende Leistungen zu erbringen:

- Bereitstellen einer geeigneten Fläche zur Versuchsdurchführung (s. Abschnitt 4.1);
- Entnahme und Lagerung einer Materialprobe des prüfenden Produktes (s. Abschnitt 5),
- Beschaffen und Einbau des Widerlagers, der Standrohre und der Vegetationstragschicht (s. Abschnitte 4.3, 4.6, 6.1 und 6.2);
- Beschaffen der Versuchspflanzen und Begrünung der Gefäße (s. Abschnitte 4.8, 6.1 und 6.2);
- Pflege der Pflanzen während der Wachstumszeit (s. Abschnitt 6.3);
- Durchführen der Auswertung (s. Abschnitt 7) und
- Erstellen des Prüfberichts (s. Abschnitt 8).

Das Beschaffen der Gefäße (s. Abschnitt 4.2) kann vom Auftraggeber oder vom Prüfinstitut übernommen werden. Die Zuständigkeiten sind in einem Vertrag zwischen dem Auftraggeber und dem Prüfinstitut festzuhalten. Hierin ist auch die Übernahme der bei der Prüfung entstehenden Kosten durch den Auftraggeber zu regeln.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

>> Prüfinstitut <<

Prüfbericht (>> Muster <<)
über die Bestimmung der Rhizomfestigkeit von Gewässerabdichtungen

Nach den FLL-Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Gewässerabdichtungen, Ausgabe 2023

Produktbezeichnung:

>> Produktname <<

Auftraggeber:

>> Name und Kontaktdaten des Auftraggebers <<.

Der Bericht umfasst >> xy << Seiten und darf nur in ungekürzter Form verwendet werden.

Der Bericht hat eine Gültigkeitsdauer von 10 Jahren.

Datum des Berichts: >> Tag. Monat. Jahr <<

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Angaben des >> Name des Auftraggebers << zu Kenndaten und Stoffeigenschaften der untersuchten Bahn >> Produktname <<

- **Produktname:**
- **Anwendungsbereich:**
- **Werkstoffbezeichnung:**
- **Dicke der Bahn (ohne Kaschierung):**
- **Ausrüstung/Aufbau (von oben nach unten):**
- **Lieferform:**
- **Herstellertechnik:**
- **Stoffnormen/CE/ETZ:**
- **Herstellungsjahr:**
- **Rhizomfeste Schicht des Produkts:**
- **Einbautechnik am Untersuchungsort:**
  - Überlappung:
  - Fügetechnik:
  - Fügemittel:
  - Nahtversiegelung:
  - Eckverstärkung:
  - Abdeckstreifen über Nähten:
- **Biozide Zusätze mit Angaben zur Konzentration:**

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

1 Problemstellung

Zur Schadenprävention ist von Gewässerabdichtungen eine dauerhaft hohe Widerstandsfähigkeit gegen Ein- und Durchdringungen von Pflanzenwurzeln und -rhizomen (unterirdische Sprossausläufer) zu fordern.

Untersuchungen haben gezeigt, dass Rhizome mancher aquatischer Pflanzen (z. B. Schilf) wesentlich aggressiver sind als Wurzeln von Gehölzen und anderer Pflanzen. Gemäß dem FLL-Verfahren werden daher Gewässerabdichtungen unter Verwendung von Schilf als Testpflanze auf Rhizomfestigkeit geprüft. Aus dem erfolgreichen Durchlaufen der Prüfung, d. h. aus der Rhizomfestigkeit kann auf die Wurzelfestigkeit der geprüften Gewässerabdichtungen geschlossen werden.

2 Versuchsanlage und -durchführung

Die Untersuchung erfolgte gemäß dem 2-jährigen Verfahren zur Bestimmung der Rhizomfestigkeit von Gewässerabdichtungen nach den FLL-Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Gewässerabdichtungen, Ausgabe 2023.

Die Prüfung wurde von >> Monat Jahr << bis >> Monat Jahr << durchgeführt. Sie umfasste acht Gefäße, die mit der zu prüfenden Bahn bestückt waren sowie drei Gefäße ohne Bahn als Kontrolle für das Pflanzenwachstum.

Gemäß den Vorgaben wurden pro Prüfgefäß fünf Teilstücke der Bahn von der >> Name des Auftraggebers << am Untersuchungsort zusammengefügt und in die Gefäße eingebaut. Dabei wurden pro Gefäß neben Längsnähten auch vier Wand-Ecknähte, zwei Boden-Ecknähte und zwei T-Nahtstellen ausgeführt

Von der geprüften Bahn wurden vor und nach der Untersuchung Rückstellproben entnommen und beim Untersuchungsinstitut gelagert.

Die Gefäße waren in einem beheizbaren Gewächshaus aufgestellt.

Als Versuchspflanzen, die auch im Winterhalbjahr bei den eingestellten Klimabedingungen ein gutes Rhizomwachstum aufweisen, wurde Schilf (*Phragmites australis*) verwendet.

Die vollständige Beschreibung des Verfahrens ist im Anhang 3 des vorliegenden Berichts aufgeführt.

3 Angaben des Herstellers zur geprüften Bahn

Die Untersuchung der Rhizomfestigkeit ist gebunden an die Kenndaten und Stoffeigenschaften der geprüften Bahn und die angewandte Füge- und Herstelltechnik. Die entsprechenden Angaben des Herstellers zu den geprüften Bahn >> Produktname << sind auf Seite 2 des Berichts aufgeführt.

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

4 Ergebnisse

4.1 Pflanzenentwicklung

Die Schilfpflanzen zeigten im gesamten Untersuchungszeitraum eine gute Entwicklung.

Die geforderte Mindestwuchsleistung der Pflanzen in den Prüfgefäßen wurde bei den vier Auswertungsterminen erreicht.

Die durchschnittliche Bestandsdichte der Testpflanzen in den Prüf- und Kontrollgefäßen war während der gesamten Prüfdauer ähnlich hoch.

Detaillierte Angaben zur Wuchsleistung der Versuchspflanzen sind im Anhang 2 zusammengestellt.

4.2 Ein- bzw. Durchdringung

Bei der geprüften Bahn >> Produktname << zeigten sich nach zwei Jahren (>> Monat Jahr <<) sowohl in der Fläche als auch bei den Nähten keine ein- bzw. durchgedrungenen Schilf-Rhizome (s. Fotos im Anhang 1).

5 Schlussfolgerung

Die Bahn >> Produktname << wurde vom >> Monat Jahr << bis >> Monat Jahr << gemäß dem 2-jährigen Verfahren zur Bestimmung der Rhizomfestigkeit von Gewässerabdichtungen nach den FLL-Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Gewässerabdichtungen, Ausgabe 2023 geprüft.

Die in dem Verfahren geforderte Mindestwuchsleistung der Pflanzen in den Prüfgefäßen wurde erreicht.

Die Bahn >> Produktname << wies nach zwei Jahren in allen acht Prüfgefäßen keine ein- oder durchgedrungenen Schilf-Rhizome auf.

Die Bahn >> Produktname << gilt daher als rhizomfest gegen Schilf und andere heimische aquatische rhizombildende Pflanzen nach dem FLL-Verfahren. (Hinweis: Bei der Verwendung von Bambusarten in Gewässernähe sind über diesen Rhizomschutz hinausgehende Schutzmaßnahmen erforderlich).

Die Bahn >> Produktname << gilt auch als wurzelfest nach dem FLL-Verfahren.

Die Untersuchung der Rhizomfestigkeit ist gebunden an die auf Seite 2 des Berichts aufgeführten Kenndaten und Stoffeigenschaften der geprüften Bahn und die angewandte Füge- und Herstelltechnik. Rückstellmuster der untersuchten Bahn werden am Untersuchungsinstitut aufbewahrt.

Das Prüfzeugnis wurde im >> Monat Jahr << erstellt und hat eine Gültigkeitsdauer von 10 Jahren.

Der Bericht umfasst >> XY << Seiten und darf nur in ungekürzter Form verwendet werden.

>> Datum <<

>> Name und Unterschrift des Bearbeiters <<

>> Kontaktdaten des Bearbeiters <<

Anhang 1

Fotos zur geprüften >> Produktname <<

(>> Monat Jahr <<)

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Anhang 2

Daten zur Pflanzenentwicklung

Tab. 1: Bestandsdichte der Testpflanzen in den 8 Prüfgefäßen

Gefäß-Nr.	>> Monat Jahr <<	>> Monat Jahr <<	>> Monat Jahr <<	>> Monat Jahr <<
	Anzahl Halme / Gefäß	Anzahl Halme / Gefäß	Anzahl Halme / Gefäß	Anzahl Halme / Gefäß
P 1				
P 2				
P 3				
P 4				
P 5				
P 6				
P 7				
P 8				
Ø P 1 – P 8				

Ø Mindestanzahl	≥ 80 Halme / Gefäß	≥ 120 Halme / Gefäß	≥ 160 Halme / Gefäß	≥ 160 Halme / Gefäß

Tab. 2: Bestandsdichte der Testpflanzen in den 3 Kontrollgefäßen

Gefäß-Nr.	>> Monat Jahr <<	>> Monat Jahr <<	>> Monat Jahr <<	>> Monat Jahr <<
	Anzahl Halme / Gefäß	Anzahl Halme / Gefäß	Anzahl Halme / Gefäß	Anzahl Halme / Gefäß
K 1				
K 2				
K 3				
Ø K 1 – K 3				

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Tab. 3: Durchschnittliche Bestandsdichte der Testpflanzen in den 8 Prüfgefäßen bezogen auf die Durchschnittswerte der Testpflanzen in den drei Kontrollgefäßen (Sollwert: ≥ 80 %)

Ø P 1 – P 8 Ø K 1 – K 3 x 100	**>> Monat Jahr <<**	**>> Monat Jahr <<**	**>> Monat Jahr <<**	**>> Monat Jahr <<**
	%	**%**	**%**	**%**

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Anhang 3

Verfahren zur Bestimmung der Rhizomfestigkeit von Gewässerabdichtungen nach den FLL-Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Gewässerabdichtungen, Ausgabe 2023

Diese Abrufversion ist Ihre persönliche Version. Das Weiterleiten dieser Datei, oder einzelner Auszüge, an Dritte ist nur mit ausdrücklicher Zustimmung der FLL gestattet!

Bezugsquellen

FLL – FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU E. V.
Friedensplatz 4, D-53111 Bonn

Fon: + 49 228 965010-0, Fax: + 49 228 965010-20
E-Mail: info@fll.de, Website: www.fll.de

Systematik der FLL-Publikationen

Bei den FLL-Publikationen wird zwischen normativen und informativen Schriften unterschieden. Zu den normativen Schriften gehören Vertragsunterlagen, Richtlinien und Empfehlungen. Informative Schriften hingegen sind Fachberichte sowie weitere Publikationen aus dem Bereich der Forschung und von FLL-Fachtagungen.

Vertragsunterlagen - zur vertraglichen Vereinbarung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer

- Technische Prüfvorschriften (TP)
- Technische Lieferbedingungen (TL)
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV)

Vertragsunterlagen enthalten vertragliche Bestimmungen und müssen im Einzelfall zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vereinbart werden. ZTV ergänzen die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen (ATV) und entsprechen in Art und Rang Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen im Sinne von § 1 Abs. (2) Nr. 4. VOB/B. Auf TP und TL kann in anderen Vertragsbedingungen und Regelwerken Bezug genommen werden.

Richtlinien - Hinweise für die Planung, Ausführung, Pflege und Instandhaltung

Diese sollen die allgemein anerkannten Regeln der Technik abbilden. Unter dem Begriff „allgemein anerkannte Regeln der Technik“ sind Bauweisen und Ausführungen zu verstehen, die in der Theorie bestätigt sind, von der überwiegenden Mehrheit der Praktiker angewendet werden und sich in der Praxis dauerhaft bewährt haben.

Empfehlungen - Hinweise für die Planung, Ausführung, Pflege und Instandhaltung

Diese stellen den Stand der Technik dar. Sie sollen sich in der Praxis bewähren, damit sich allgemein anerkannten Regeln der Technik daraus entwickeln. Sie stellen eine Vorstufe zu den Richtlinien dar. Unter dem Begriff „Stand der Technik“ sind derzeitige technische Möglichkeiten zu verstehen, deren dauerhafte Erprobung in der Praxis noch nicht erfolgt ist.

Fachberichte - Hinweise für die Planung, Ausführung, Pflege und Instandhaltung

Fachberichte sollen der Information von Auftraggebern, Planern, Ausführungsbetrieben und anderen interessierten Kreisen dienen. Sie können als Ratgeber und Anleitung für fachgerechtes Handeln genutzt werden.

Weitere Publikationen

Veröffentlichung von Forschungsergebnissen in Form von Forschungsberichten sowie Zusammenfassungen von Vorträgen der FLL-Fachtagungen in Form von Tagungsbänden.

Die „Technischen Prüfbestimmungen zur Bestimmung der Rhizomfestigkeit von Gewässerabdichtungen zur Bestimmung der Rhizomfestigkeit von Gewässerabdichtungen“ sind erstmalig 2008 in den FLL-Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung von Abdichtungssystemen für Gewässer im Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau veröffentlicht worden. Mit Überarbeitung dieser FLL-Empfehlungen, die im Jahr 2023 unter dem Titel „Gewässerabdichtungsrichtlinien – Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Gewässerabdichtungen“ veröffentlicht worden sind, erfolgt entsprechend dem Vorbild der europäischen Normung eine getrennte Veröffentlichung des vormals inkludierten Prüfverfahrens.

Die Technischen Prüfbestimmungen wurden vom FLL-Regelwerksausschuss „Gewässerabdichtungen“ ausgearbeitet, um vegetationsbedingte Schäden an Gewässerabdichtungen auszuschließen. Die Bestimmungen sind auf die Beanspruchung der Abdichtungen durch Rhizome ausgerichtet. Das Verfahren beruht im Wesentlichen auf Erkenntnissen von Untersuchungen mit unterschiedlichen Abdichtungen und verschiedenen Pflanzenarten, die an der Forschungsanstalt für Gartenbau, FH Weihenstephan, durchgeführt wurden. Es wird u. a. beschrieben, wie in einem Gefäßversuch mit standardisierten Bedingungen der Durchdringungswiderstand von Gewässerabdichtungen gegenüber einwirkenden Rhizomen der Testpflanzenart untersucht werden kann.

Die FLL

Regelwerke | Fachtagungen | Zertifizierungen

Die Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) ist das 1975 gegründete Wissenschaftsnetzwerk der Grünen Branche und ist als gemeinnütziger Verein Herausgeber von Regelwerken, Veranstalter von Fachtagungen und Zertifizierungsstelle für Baumkontrolleure und Spielplatzprüfer.

Rund 500 Fachexperten erarbeiten in 65 Ausschüssen normative Vertragsunterlagen, Richtlinien und Empfehlungen sowie informative Fachberichte. 120 FLL-Publikationen sind Grundlage für die tägliche Arbeit von Landschaftsarchitekten, Ausführungsbetrieben des Garten-, Landschafts- und Sportplatzbaus, Baumpflegebetrieben, Produzenten, Planungsbüros und Sachverständigen. FLL-Regelwerke sind streng produkt-, system- und verfahrensneutral und entsprechen den Grundsätzen des Deutschen Instituts für Normung (DIN). Sie geben den Stand der Technik wieder und sollen sich als anerkannte Regeln der Technik einführen. Sie genießen eine hohe Akzeptanz in der Grünen Branche.

Regelmäßige FLL-Fachtagungen vermitteln die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse und Praxiserfahrungen. Sie fördern den Austausch in der Fachwelt.

Die Zertifizierung von Baumkontrolleuren und Spielplatzprüfern setzt einheitliche Standards zur Qualitätssicherung.

35 Berufs- und Fachverbände und 550 Branchenakteure unterstützen mit ihrer Mitgliedschaft die Arbeit der FLL und nutzen sie als Forum für die Fachthemen der Grünen Branche.