



**WEIHENSTEPHAN · TRIESDORF**  
University of Applied Sciences

**Prüfbericht**  
**über die Untersuchung der Wurzelfestigkeit von**  
**Bahnen und Beschichtungen für Dachbegrünungen**  
**nach dem FLL-Verfahren (2008)**

**Produktbezeichnung:**

**Enkopur®**

**Auftraggeber:**

**ENKE-Werk Johannes Enke GmbH & Co. KG**  
**Hamburger Str. 16**  
**40221 Düsseldorf**

**Der Bericht umfasst 38 Seiten und darf nur in ungekürzter Form verwendet werden.**

**Der Bericht ist gültig bis 18.03.2026.**

**Datum des Berichts: 02.02.2021**

**Dieser Bericht ist die 1. Verlängerung des Berichts Nr. 10/11 vom 18.03.2011.**

## Angaben der ENKE-Werke, Johannes Enke GmbH & Co. KG zu Kenndaten und Stoffeigenschaften der untersuchten, flüssig aufzubringenden Dachabdichtung Enkopur®

- **Produktnamen:** Enkopur®
- **Anwendungsbereich:** flüssig aufzubringende Abdichtung von Dachflächen.
- **Werkstoffbezeichnung:** Polyurethan (PUR)
- **Dicke der Bahn (ohne Kaschierung):** mind. 3 kg/m<sup>2</sup>
- **Ausrüstung/Aufbau:** Im flüssigen Zustand aufgetragene Abdichtung mit innen liegendem Polyestervlies (110 g/m<sup>2</sup>)
- **Lieferform:** in Blecheinern (4,0 bzw. 12,5 und 25 kg)
- **Herstelltechnik:** Die Herstellung der Abdichtung erfolgt vor Ort (s.u.)
- **Stoffnormen:** ETAG 005
- **Prüfzeugnisse:** Allgemeines Bauaufsichtliches Prüfzeugnis P-MPA-E-08-538; Europäische Technische Zulassung ETA04/0020
- **Herstellungsjahr:** 2009
- **Schicht/Lage, welche die Funktion des Durchwurzelungsschutzes übernimmt:** Polyestervlies (Markenname: Polyflexvlies)
- **Einbautechnik am Untersuchungsort:**

Die arbeitsfertige, flüssige PUR-Abdichtungsmasse wurde mit einer Rolle auf die Gefäßflächen aufgetragen. In die erste PUR-Lage wurde das Polyestervlies einge-  
rollt und anschließend vollständig mit der zweiten PUR-Lage durchtränkt und ab-  
gedeckt. Die Überlappung des Polyestervlieses betrug ca. 5 cm.  
Die Dicke der Beschichtung insgesamt lag bei ca. 2-3 mm.  
Bei der Auskleidung der Prüfgefäße wurde eine 12-stündige Arbeitsunterbrechung  
vorgenommen. Die Abdichtung wurde am darauf folgenden Tag fortgeführt. Die  
hieraus resultierende Arbeitsunterbrechungsfuge war durchgehend in der Mitte der  
Gefäße angeordnet. Die Überlappung betrug ca. 10 cm.
- **Biozide Zusätze mit Angaben zur Konzentration:** Dichlofluanid, 0,7-0,9%

## 1 Problemstellung

Um Beschädigungen der Dachabdichtung durch ein- oder durchdringende Pflanzenteile dauerhaft zu verhindern, ist von Wurzelschutzeinrichtungen eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber einer Beanspruchung durch Pflanzenwurzeln und -rhizome (unterirdische Sprossausläufer) zu fordern.

In der durchgeführten Untersuchung wurde die flüssig aufzubringende Dachabdichtung Enkopur® der ENKE-Werke, Johannes Enke GmbH & Co. KG, 40221 Düsseldorf auf Wurzel- und Rhizomfestigkeit geprüft.

## 2 Versuchsanlage und -durchführung

Die Untersuchung erfolgte nach dem „Verfahren zur Untersuchung der Wurzelfestigkeit von Bahnen und Beschichtungen für Dachbegrünungen“ mit 2-jähriger Dauer (FLL, 2008). Die Prüfung wurde von März 2009 bis März 2011 durchgeführt. Sie umfasste 8 Gefäße, die mit der zu prüfenden Abdichtung bestückt waren sowie 3 Gefäße ohne Bahn als Kontrolle für das Pflanzenwachstum.

Bei der Auskleidung der Prüfgefäße mit der arbeitsfertigen, flüssigen PUR-Abdichtungsmasse durch die ENKE-Werke, Johannes Enke GmbH & Co. KG wurde eine 12-stündige Arbeitsunterbrechung vorgenommen. Die hieraus resultierende Arbeitsunterbrechungsfuge war durchgehend in der Mitte der Gefäße angeordnet.

Die Gefäße waren in einem beheizbaren Gewächshaus aufgestellt. Als Versuchspflanzen, die auch im Winterhalbjahr bei den eingestellten Klimabedingungen ein gutes Wachstum aufweisen, wurden Feuedorn (*Pyracantha coccinea* 'Orange Charmer') und Quecke (*Agropyron repens*) verwendet. Quecke, ein heimisches Gras, bildet Rhizome (unterirdische Sprossausläufer), die wie Wurzeln in der Lage sind, Bahnen zu beschädigen. Die vollständige Beschreibung des angewandten Verfahrens ist im Anhang 3 des vorliegenden Berichts aufgeführt.

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

### **3 Angaben des Herstellers zur geprüften Abdichtung**

Die Untersuchung der Durchwurzelungsfestigkeit ist gebunden an die Kenndaten und Stoffeigenschaften der geprüften Abdichtung und die angewandte Einbau- und Herstelltechnik. Die entsprechenden Angaben des Herstellers zu der Abdichtung Enkopur® sind auf Seite 2 des Berichts aufgeführt.

## **4 Ergebnisse**

### **4.1 Pflanzenentwicklung**

Die gepflanzten Gehölze sowie die ausgesäte Quecke zeigten im gesamten Untersuchungszeitraum eine gute Entwicklung. Die geforderte relative Mindestwuchsleistung der Gehölze in den Prüfgefäßen (80 % der durchschnittlichen Wuchsleistung der Gehölze in den Kontrollgefäßen) wurde bei den vier Auswertungsterminen mit 96-103 % deutlich übertroffen. Quecke wies ab der ersten Zwischenauswertung (September 2009) während der gesamten Versuchsdauer eine mittlere bis hohe Bestandsdichte auf. Bei den 8 Prüfgefäßen waren zu den einzelnen Auswertungsterminen im Durchschnitt 58-76 % der Fläche mit Quecke bedeckt (Sollwert  $\geq 40$  %). Detaillierte Angaben zur Wuchsleistung der Versuchspflanzen sind im Anhang 2 zusammengestellt.

### **4.2 Ein- bzw. Durchdringungen von Wurzeln und Rhizomen**

Bei der geprüften Abdichtung Enkopur® zeigten sich nach 2 Jahren (März 2011) sowohl in der Fläche als auch bei der Arbeitsunterbrechungsfuge keine durchgewachsenen Wurzeln oder Rhizome sowie keine eingedrungenen Rhizome.

In der Fläche der Abdichtung wurden zahlreiche Poren und vereinzelt größere Hohlräume mit einem  $\emptyset$  bis zu 10 mm und einer Tiefe bis zu 2,5 mm festgestellt, in die Wurzeln eingedrungen waren (s. Fotos im Anhang 1). Die Öffnungen in der Abdichtung wurden jedoch nicht von den eingewachsenen Wurzeln verursacht, sie sind vielmehr auf Lufteinschlüsse (Blasenbildung) beim Aufbringen der Abdichtung zurückzuführen und waren bereits zu Beginn der Prüfung vorhanden.

Gemäß Punkt 2.9 des FLL-Verfahrens sind in bereits vorhandene Poren einer Abdichtung eingewachsene Wurzeln nicht als Wurzeleindringung zu werten.

Darüber hinaus war es aber einigen Wurzeln auch gelungen, sich aktiv in der PUR-Masse Hohlräume zu schaffen und rund 1 mm tief in die obere, stark poröse PUR-Lage bis zur Polyestervlieseinlage einzudringen. Die Einlage der Abdichtung, die nach Angaben der ENKE-Werk Johannes Enke GmbH & Co. KG die Funktion des Durchwurzelungsschutzes übernimmt, wurde dabei nicht beschädigt (s. Tab. 1 und Fotos im Anhang). Gemäß Punkt 2.9 des FLL-Verfahrens sind eingewachsene Wurzeln in die Fläche bei Produkten, die sich aus mehreren Schichten zusammensetzen nicht als Wurzeleindringung zu werten, wenn die vom Hersteller definierte Schicht, welche den Ein- und Durchdringungsschutz übernimmt, dabei nicht beschädigt wird.

**Tab. 1: Anzahl durch- und eingedrungener Wurzeln und Rhizome bei der Abdichtung Enkopur® in den Prüfgefäßen nach 2 Jahren**

Prüfgefäß	durchgedrungene Wurzeln (W) und Rhizome (R)		eingedrungene Wurzeln (W) und Rhizome (R)	
	in der Fläche	in Arbeitsunterbrechungsfuge	in der Fläche	in Arbeitsunterbrechungsfuge
Nr. 1	keine	keine	7 (W)*	keine
Nr. 2	keine	keine	2 (W)*	keine
Nr. 3	keine	keine	6 (W)*	keine
Nr. 4	keine	keine	1 (W)*	keine
Nr. 5	keine	keine	2 (W)*	keine
Nr. 6	keine	keine	7 (W)*	keine
Nr. 7	keine	keine	5 (W)*	keine
Nr. 8	keine	keine	5 (W)*	keine

\*aktiv ca. 1 mm tief (bis zur Polyestervlieseinlage) in die obere PUR-Lage eingedrungene Wurzeln

## 5 Schlussfolgerung

Die gemäß dem „Verfahren zur Untersuchung der Wurzelfestigkeit von Bahnen und Beschichtungen für Dachbegrünungen“ (FLL, 2008) von März 2009 bis März 2011 geprüfte, flüssig aufzubringende Dachabdichtung Enkopur® der ENKE-Werk Johannes Enke GmbH & Co. KG wies in allen 8 Prüfgefäßen keine durchgedrungenen Wurzeln und Quecken-Rhizome sowie keine eingedrungenen Quecken-Rhizome auf.

Die in der Abdichtung festgestellten Poren wurden nicht von den eingewachsenen Wurzeln verursacht. Sie sind auf Lufteinschlüsse (Blasenbildung) beim Aufbringen der Abdichtung zurückzuführen. Gemäß Punkt 2.9 des FLL-Verfahrens sind in bereits vorhandene Poren einer Abdichtung eingewachsene Wurzeln nicht als Wurzel-

eindringung zu werten.

Darüber hinaus waren aber auch einige Wurzeln bis zu 1 mm aktiv in die obere, stark poröse PUR-Lage bis zur Polyestervlieseinlage eingedrungen, wobei die Einlage, die nach Angaben der ENKE-Werk Johannes Enke GmbH & Co. KG die Funktion des Durchwurzelungsschutzes übernimmt, nicht beschädigt wurde. Gemäß Punkt 2.9 des FLL-Verfahrens sind eingewachsene Wurzeln in die Fläche bei Produkten, die sich aus mehreren Schichten zusammensetzen nicht als Wurzeleindringung zu werten, wenn die vom Hersteller definierte Schicht, welche den Ein- und Durchdringungsschutz übernimmt, dabei nicht beschädigt wird.

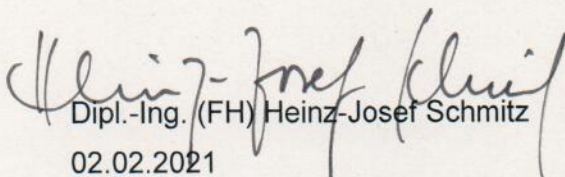
Demgemäß gilt die Abdichtung Enkopur® als wurzelfest nach dem FLL-Verfahren und als rhizomfest gegen Quecke nach dem FLL-Verfahren.

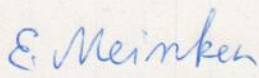
Das FLL-Verfahren beinhaltet alle relevanten Elemente der EN 13948, geht sogar über deren Anforderungen hinaus und wird daher in der Fachwelt als höherwertig angesehen. Aus fachlicher Sicht kann somit die gemäß dem FLL-Verfahren geprüfte Abdichtung Enkopur® auch als wurzelfest nach EN 13948 bezeichnet werden.

Die Untersuchung der Durchwurzelungsfestigkeit ist gebunden an die auf Seite 2 des Berichts aufgeführten Kenndaten und Stoffeigenschaften der geprüften Abdichtung und die angewandte Füge- und Herstelltechnik. Rückstellmuster der untersuchten Abdichtung werden am Institut für Gartenbau aufbewahrt.

Das Prüfzeugnis wurde als 1. Verlängerung des Berichts Nr. 10/11 vom März 2011 erstellt und hat eine Gültigkeit von 5 Jahren, also bis zum März 2026.

Der Bericht umfasst 38 Seiten und darf nur in ungekürzter Form verwendet werden.

  
Dipl.-Ing. (FH) Heinz-Josef Schmitz  
02.02.2021

  
Prof. Dr. Elke Meinken  
02.02.2021

Weihenstephan-Triesdorf University of Applied Sciences,  
Institute of Horticulture, Am Staudengarten 14, D-85354 Freising  
Tel.: +49 (0) 8161/71-5659, Fax: +49 (0) 8161/71-3348  
E-Mail: heinz-josef.schmitz@hswt.de