

DEPARTAMENTO DE IMPERMEABILIZAÇÕES ESPECIAIS
INJEÇÃO DE RESINAS DE POLIURETANO

PORTUGAL
Ecofirma – Gestão do Ambiente, S. A.
Av. Imaculada Conceição, 409
4710-820, Adaúfe, Braga
TI: (+351) 253 675 818
Fax.: (+351) 253 675 720
ecofirma@ecofirma.pt

ANGOLA
www.ecofirma.co.ao

BRASIL
www.ecofirma.com.br

INJEÇÃO DE RESINAS

CONTEÚDOS

1. PROCEDIMENTO CONSTRUTIVO
2. PRODUTOS
3. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO
4. FICHAS TÉCNICAS
5. ENSAIOS TÉCNICOS

PORTUGAL
Ecofirma – Gestão do Ambiente, S. A.
Av. Imaculada Conceição, 409
4710-820, Adaúfe, Braga
TI: (+351) 253 675 818
Fax.: (+351) 253 675 720
ecofirma@ecofirma.pt

ANGOLA
www.ecofirma.co.ao

BRASIL
www.ecofirma.com.br

PROCEDIMENTO CONSTRUTIVO

1

PORTUGAL
Ecofirma – Gestão do Ambiente, S. A.
Av. Imaculada Conceição, 409
4710-820, Adaúfe, Braga
TI: (+351) 253 675 818
Fax.: (+351) 253 675 720
ecofirma@ecofirma.pt

ANGOLA
www.ecofirma.co.ao

BRASIL
www.ecofirma.com.br

PROCEDIMENTO PARA INJECÇÃO DE RESINA DE POLIURETANO

Os elementos básicos do procedimento de injecção são:

1. Limpeza das superfícies;
2. Execução da perfuração
3. Inserção de injectores;
4. Injecção de Resina;
5. Limpeza final.

1 - LIMPEZA DAS SUPERFÍCIES

A limpeza das superfícies ajuda o técnico a identificar a localização exacta e a largura da fissura a injectar. Por vezes a superfície de betão não é visível pela acumulação de calcários originados por fugas de água de longa duração. Este tipo de situações é importante pois este tipo de precipitações deve ser removida para que se possa efectuar o padrão de colocação de injectores mais adequado à situação.



2- EXECUÇÃO DA PERFURAÇÃO

Para executar a injecção de resinas, é necessária a instalação de injectores. É recomendável a utilização de um berbequim de alta qualidade. O diâmetro médio de perfuração será de 8 mm a 13 mm, dependendo do tipo de injectores em utilização. Estão disponíveis diversos tipos de njectores em vários diâmetros e comprimentos. O ângulo ideal para a execução da perfuração é de 45º ou inferior em relação à superfície e em direcção à fissura. A profundidade a atingir deverá ser até metade da superfície a tratar, se possível. Os orifícios devem ser executados de uma extremidade para a outra da fissura. Isso assegura que uma maior percentagem de orifícios intersecta a fissura, mesmo se o ângulo da fissura não for perpendicular à superfície. Em injecção deve sempre assumir-se o princípio de que não existem duas fissuras iguais. A distância entre orifícios, normalmente, varia entre 15 e 50 cm de acordo com a largura da fissura Quanto mais larga for a fissura maior será a distância entre os injectores. A experiência acaba por ajudar aquando da decisão da distância entre injectores. Se a espessura de betão for de 15 cm ou menos, não deve ser executada a perfuração por ângulo, mas sim colocar os injectores directamente na superície da fissura.



PORTUGAL
Ecofirma – Gestão do Ambiente, S. A.
Av. Imaculada Conceição, 409
4710-820, Adaúfe, Braga
TI: (+351) 253 675 818
Fax.: (+351) 253 675 720
ecofirma@ecofirma.pt

ANGOLA
www.ecofirma.co.ao

BRASIL
www.ecofirma.com.br

3 - INSERÇÃO DE INJECTORES

Colocar os injectores nos orifícios executados, de forma a que o topo da parte de borracha fique abaixo da superfície do betão. Se o injector não puder ser introduzido no orifício manualmente, utilizar uma ferramenta de percussão. Prender o injector o mais possível para evitar que se solte. Em áreas críticas como cantos e superfícies muito deterioradas, deve-se optar por versões mais longas dos injectores para assegurar uma inserção profunda.



4 – INJECÇÃO DE RESINA

Quando estiver completo todo o trabalho de preparação, verificar que a Bomba de Injecção está a funcionar correctamente. Todo o material que estará em contacto com químicos deverá estar seco. Nunca esquecer que os poliuretanos são reagentes à água. Misturar as resinas de acordo com as indicações, especificações e recomendações do fabricante. Carregar a bomba de injecção com a resina e deixar a mesma circular por todo o percurso até à saída na pistola. Proteger a bomba de injecção em ambientes húmidos, especialmente se estiver a chover.

O técnico deve ter especial cuidado em três pontos de referência:

1. Fissura/Injector – impedir o fluxo de resina para o exterior da fissura
2. A linha de pressão – observar as pulsações da bomba que indicam o fluxo de resina.
3. O manómetro (se disponível) – verificação real da pressão a ser aplicada.

Iniciar a injecção no ponto de maior resistência para assegurar uma boa penetração e perdas mínimas de produto. Este ponto é, geralmente, o ponto inferior numa fissura vertical. Inicialmente preencher o orifício, depois iniciar lentamente a injecção da fissura. Segurar a linha de pressão permite ao operador sentir as pulsações da bombagem. Se existir um manómetro a pressão pode ser permanentemente monitorizada para que se assegure a entrada apenas do material necessário.
Este procedimento ajuda a minimizar situações como salpicos de material e rebentamento de injectores.
Quando existir a certeza que a resina atingiu o próximo injector, selar o orifício e cortar o fluxo de resina. Depois de se injectarem dois ou três injectores deve voltar-se ao primeiro e injectar outra vez.



5 - LIMPEZA

Toda a resina derramada deve ser limpa enquanto fresca pois posteriormente apenas poderá ser removida mecanicamente.

PRODUTOS

2

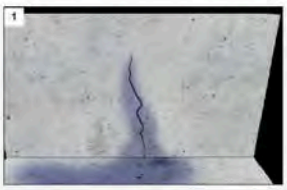
PORTUGAL
Ecofirma – Gestão do Ambiente, S. A.
Av. Imaculada Conceição, 409
4710-820, Adaúfe, Braga
TI: (+351) 253 675 818
Fax.: (+351) 253 675 720
ecofirma@ecofirma.pt

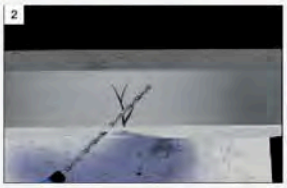
ANGOLA
www.ecofirma.co.ao

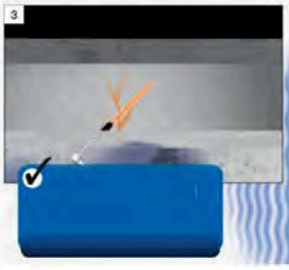
BRASIL
www.ecofirma.com.br

PUR-O-RIP

TPH.









- RESINA BICOMPONENTE, DE INJEÇÃO, À BASE DE POLIURETANO
- FLEXÍVEL
- UNIVERSAL
- VISCOSIDADE MUITO BAIXA



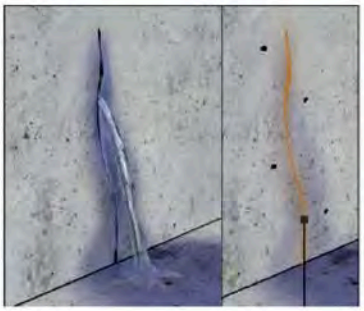
PUR-O-STOP

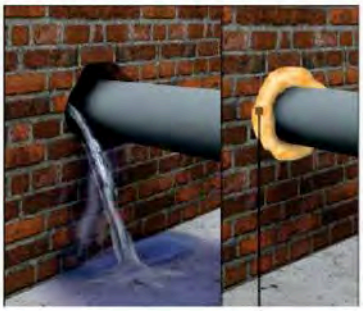
TPH.

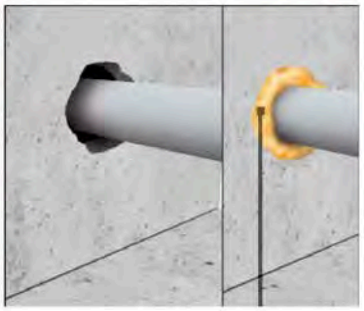


- RESINA MONOCOMPONENTE, DE INJEÇÃO, À BASE DE POLIURETANO
- LIGEIRAMENTE FLEXÍVEL
- ESPUMA DE CÉLULA FECHADA
- SELAGEM DE FUGAS DE ÁGUA









PORTUGAL
Ecofirma – Gestão do Ambiente, S. A.
Av. Imaculada Conceição, 409
4710-820, Adaúfe, Braga
TI: (+351) 253 675 818
Fax.: (+351) 253 675 720
ecofirma@ecofirma.pt

ANGOLA
www.ecofirma.co.ao

BRASIL
www.ecofirma.com.br

GAMA DE APLICAÇÃO

- Injecção em estruturas secas, húmidas ou com fugas de água.
- Injecção em micro-fissuras
- Selagem de fissuras e juntas
- Selagem de juntas de betonagem
- Injecção em construção de alvenaria
- Reservatórios de efluentes e águas residuais
- Reservatórios de água potável
- Esgotos, caixas de visita, etc
- Túneis, barragens, etc
- Reparação de Fissuras
- Selagem de elementos de construção
- Selagem de juntas de betonagem
- Selagem de alicerces e fundações
- Reparação de canais e poços

TIPO DE MATERIAL

- Resina de Injecção bi-componente sob uma base de poliuretano de baixa viscosidade
- 100 % livre de solventes e sólidos
- O tempo de período de aplicação pode ser ajustado com a adição de catalizadores.
- Cumpre com as exigências das recomendações KTW
- Os produtos estão aprovados para contacto com água potável

VANTAGENS

- Não necessita de água para reagir/curar
- A sua baixa viscosidade permite um alto grau de penetração e tratamento de micro-fissuras
- É um material flexível e com alto grau de adesão ao betão
- A boa adesão combinada com a flexibilidade do material assegura que o betão reparado não volta a fissurar
- A resina curada tem volume constante e não é afectada pela presença de água nem por extrema secura
- O PUR O RIP não expande nem retrai

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

3

PORTUGAL
Ecofirma – Gestão do Ambiente, S. A.
Av. Imaculada Conceição, 409
4710-820, Adaúfe, Braga
TI: (+351) 253 675 818
Fax.: (+351) 253 675 720
ecofirma@ecofirma.pt

ANGOLA
www.ecofirma.co.ao

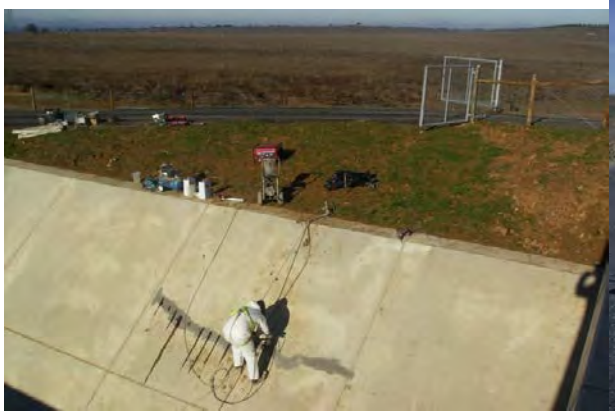
BRASIL
www.ecofirma.com.br













PORTUGAL
Ecofirma – Gestão do Ambiente, S. A.
Av. Imaculada Conceição, 409
4710-820, Adaúfe, Braga
TI: (+351) 253 675 818
Fax.: (+351) 253 675 720
ecofirma@ecofirma.pt

ANGOLA
www.ecofirma.co.ao

BRASIL
www.ecofirma.com.br

FICHAS TÉCNICAS

4

PORTUGAL
Ecofirma – Gestão do Ambiente, S. A.
Av. Imaculada Conceição, 409
4710-820, Adaúfe, Braga
TI: (+351) 253 675 818
Fax.: (+351) 253 675 720
ecofirma@ecofirma.pt

ANGOLA
www.ecofirma.co.ao

BRASIL
www.ecofirma.com.br

PUR-O-RIP

Propriedades:

O *PUR-O-RIP* é uma resina de injecção de dois componentes com uma base de poliuretano que é utilizada para a injecção de fissuras com água em betão e alvenaria.

O *PUR-O-RIP* endurece através da reacção do componente A e B e também através da reacção com água na área da injecção.

PUR-O-RIP é um produto de injecção particularmente flexível, que se mantém elástico mesmo em temperaturas até -35°C.

Dados técnicos:

Relação de mistura A : B	:	4 : 1 partes por volume (3,17 : 1 partes por piso)
Viscosidade da mistura	:	aprox. 300 mPas (21°C)
Temperatura de processamento	:	5 - 30°C (temperatura do componente)
Tempo de processamento	:	aprox. 60 - 70 Min. (dependente da temperatura e condições atmosféricas)
Endurecimento final	:	aprox. 24 h (dependente da temperatura e condições atmosféricas)
Módulo de elasticidade	:	aprox. 0,30 MPa (DIN EN ISO 527-1)
Resistência à tracção	:	aprox. 0,17 MPa (DIN EN ISO 527-1)
Alongamento de ruptura	:	aprox. 80 % (DIN EN ISO 527-1)
Forma de entrega	:	Bidão de metal A de 19 kg; bidão de metal B de 6 kg Bidão de metal A de 9,5 kg; bidão de metal B de 3 kg 1,29 kg - Lata combinada
Armazenamento	:	local seco entre 15 e 25°C, nos recipientes originais aprox. 6 meses

	Componente A	**Componente B**
Consistência	líquido	líquido
Cor	amarelado transparente	integral
Odor	baixo	mofento
Densidade espec. (20°)	aprox. 0,98 g/cm^3	aprox. 1,23 g/cm^3
Viscosidade din. (25°C)	aprox. 480 mPas	aprox. 40 mPas

Processamento:

O componente A do *PUR-O-RIP* é misturado de forma homogénea com o componente B do *PUR-O-RIP*, na relação de mistura indicada, e é injectado nas áreas com água com o auxílio de bombas 1 K pneumáticas, eléctricas e de operação manual. Para o processamento de *PUR-O-RIP* recomendamos a máquina de injecção *CONTRACTOR 1 U*.
Para a limpeza dos aparelhos de injecção recomendamos a utilização dos agentes de limpeza *PUR-O-SOLV* ou *PUR-O-CLEAN*.

Certificados de teste:

- Análise de aplicação técnica para a injecção em fissuras e para a injecção sob pressão com tubo injector; MFPA Leipzig 2003
- Verificação da capacidade de funcionamento do *PUR-O-RIP*, um material de injecção com base de poliuretano, para injecções de contacto em alvenaria; MFPA Leipzig 2008
- Análise da estabilidade química do *PUR-O-RIP* face a infiltrações de fezes e urina de animais e efluentes de silagem (no original JGS); TPH Bausysteme GmbH 2009
- Material de enchimento expansível de fissuras de acordo com as determinações da EN 1504-5

CE	
TPH Bausysteme GmbH Gutenbergring 55 C, D-22848 Norderstedt	
08	
EN 1504-5	
Material de enchimento de fissuras em betão U(D1)W(2)(1/2/3)(5/30)	
Responsabilidade e elasticidade	> 10 %
Impermeabilidade	D1
Temperatura de transição vítrea	< -35°C
Capacidade de injecção em caso de material seco	Classe da capacidade de injecção: 0,1
Capacidade de injecção em caso de material não seco	Classe da capacidade de injecção: 0,1
Durabilidade (compatibilidade com o betão)	Sem falha aquando da verificação da pressão; perda de plasticidade < 20 %
Comportamento da corrosão	Pressupõe-se que não existem efeitos corrosivos.
Substâncias perigosas	Conforme EN 1504-5, 5.4

Ter em atenção:

O *PUR-O-RIP* componente B contém isocianato. Antes de iniciar o processamento é, por isso, necessário informar-se, através da ficha de dados de segurança, acerca das medidas e conselhos de segurança.

A utilização correcta e bem-sucedida dos nossos produtos não está sujeita ao nosso controlo. Por isso, a garantia só se pode aplicar à qualidade dos nossos produtos no âmbito das nossas condições de venda e de entrega, mas não à de um processamento bem-sucedido. Todos os dados e informações constantes nesta ficha técnica têm como base o estado actual da tecnologia; estão expressamente reservadas alterações e adaptações resultantes de desenvolvimentos. As informações de utilização mencionadas por nós podem tratar-se apenas de valores de experiência médios; variações em casos individuais são possíveis e, por isso, não podem ser excluídas por nós

TPH. 010211

Ficha técnica

PUR-O-STOP

Propriedades:

PUR-O-STOP é uma resina de injecção de um componente à base de poliuretano, que é usada em combinação com a compressão de gel de acrilato para deter as penetrações de água e a água corrente na consolidação de solos e pedra, assim como em inúmeras vedações em engenharia civil, construções subterrâneas e construção de túneis.
PUR-O-STOP reage com a água existente na área de injecção formando uma espuma muito forte. A espuma formada possui células fechadas e é ligeiramente flexível.
Adicionando até 10% de *Catalisador PUR-O-STOP* à resina de poliuretano *PUR-O-STOP*, o tempo de trabalho pode ser reduzido.

Características técnicas:

Armazenamento	:	em lugar seco entre 10 e 25°C, em bidões originais, 6 meses aprox.
Consistência	:	líquido
Cor	:	castanho escuro
Odor	:	característico
Densidade específ. (21°C)	:	aprox. 1,13 g/cm^3
Viscosidade (21°C)	:	aprox. 330 mPas
Temperatura de processamento	:	5 - 40°C (temperatura do componente)
Forma de fornecimento	:	Resina: Bidão de chapa com 1, 10 ou 22 kg Catalisador: bidão de chapa com 4,5 kg

Processamento:

PUR-O-STOP é injectado com um componente com bombas pneumáticas, eléctricas ou accionadas manualmente com 1 circuito, p. ex. *CONTRACTOR 1 U* nas zonas condutoras de água. Para diminuir o tempo de trabalho, pode adicionar-se a *PUR-O-STOP* até 10% de Catalisador *PUR-O-STOP*. A mistura de *PUR-O-STOP* com *Catalisador PUR-O-STOP* é estável durante 8 horas aprox., sendo que, devido à reacção com a humidade atmosférica, pode formar-se uma película à superfície do líquido que, contudo, não afecta o processamento do material.

Características de reacção:

	Sem catalisador	**Com 5 % de catalisador**	**Com 10 % de catalisador**
Tempo inicial (início de espuma) [min:s]	0 : 20	0 : 10	0 : 07
Tempo de subida (fim de espuma) [min:s]	2 : 25	0 : 45	0 : 25
Factor de espuma	54	64	75
Densidade bruta / peso volumétrico [kg/m^3]	23	19	16

(os dados foram medidos a uma temperatura de 21°C e uma percentagem de 10 % de água na mistura de reacção)

Representante Exclusivo do Produto em Portugal
ECOSPRING - Estudos e Representações Técnicas, Lda
Avenida Inmaculada Conceição 411, 4710-820 Braga
Tel: (351) 253 33 80 40 - FAX: (351) 253 33 80 39 ecospring@ecospring.eu
www.ecospring.eu

A observar:

PUR-O-STOP contém isocianatos, plastificantes e aditivos. O produto inteiro é classificado com a designação de perigo Xn (nocivo para a saúde).
O Catalisador *PUR-O-STOP* contém amina. O produto também está classificado com Xn (nocivo para a saúde).
Por isso, antes do início do trabalho, é necessário recolher informação sobre as medidas de precaução e conselhos de segurança através da ficha técnica de segurança.

A utilização correcta e bem sucedida dos nossos produtos não está sujeita ao nosso controlo. Por conseguinte, só podemos assumir a garantia pela qualidade dos nossos produtos no âmbito das nossas condições de venda e fornecimento e não pelo sucesso de processamento dos mesmos. Todos os dados e indicações desta ficha técnica referem-se ao estado tecnológico actual, as alterações e adaptações ao desenvolvimento ficam expressamente sob reserva. As indicações de uso por nós mencionadas só podem ser valores experimentais médios, são possíveis desvios em casos específicos e, por isso, não os podemos excluir.
TPH. 140410

ENSAIOS TÉCNICOS

5

PORTUGAL
Ecofirma – Gestão do Ambiente, S. A.
Av. Imaculada Conceição, 409
4710-820, Adaúfe, Braga
TI: (+351) 253 675 818
Fax.: (+351) 253 675 720
ecofirma@ecofirma.pt

ANGOLA
www.ecofirma.co.ao

BRASIL
www.ecofirma.com.br

LADR GmbH
Medizinisches Versorgungszentrum Dr. Kramer und Kollegen
Abt. Wasser-Abwasser-Umwelthygiene

21502 Geesthacht
Lauenburger Str. 65-67

Telefon: (04152) 803-0
Telefax: (04152) 803-351

* akkreditiert durch:

Deutscher Akkreditierungs Rat
DAP-PL-3022.00

TPH Bausysteme GmbH
Gutenbergring 55 C
22848 Norderstedt
Germany

Geesthacht, 10.11.2009

Test Certificate

according the KTW recommendations
(Federal Health Gazette 20, page 10,1977ff.)

Applicant: TPH Bausysteme GmbH
Gutenbergring 55 C
22848 Norderstedt

Product: Injection resin
Pur-O-Stop FS

Test type: Product testing

According to the test report dated November 10, 2009 the test boards Lab.-No. 29092/00/01 **Pur-O-Stop FS** fulfill the requirements of the KTW recommendations for the following

Application area(s)		Temperature range(s)		
		cold water	warm water	hot water
A	Pipes	--	--	--
B	Containers	--	--	--
C	Equipment gear	--	--	--
D1	Large-surface sealants	fulfilled	--	--
D2	Small-surface sealants	--	--	--

If the material is suitable for these in technical terms.

Head of laboratory:

(Dr. S. Dageförde)

LADR GmbH
Medizinisches Versorgungszentrum Dr. Kramer und Kollegen
Abt. Wasser-Abwasser-Umwelthygiene

21502 Geesthacht
Lauenburger Str. 65-67

Telefon: (04152) 803-0
Telefax: (04152) 803-351

* akkreditiert durch:

Deutscher Akkreditierungs Rat
DAP-PL-3022.00

TPH Bausysteme GmbH
Gutenbergring 55 C
22848 Norderstedt
Germany

Geesthacht, 10.11.2009

Test report

(This test was implemented in accordance with the requirements of the KTW recommendation of 1977ff.)

Laboratory-No.:	29092/00/01	KTW-classification:	D1 Large-surface sealants
Manufacturer:	TPH GmbH	Proportion of surface and volume:	1:25 cm^2/cm^3
Type of sample:	Injection resin	Sample surface:	112,2 cm^2
Sample name:	Pur-O-Stop FS	Exam. water volume:	2804 mL

Test results:

Parameter	after 3 days	after 6 days	after 9 days	KTW-requirements after 9 days
pH	7,71	8,05	**7,94**	**6,5–9,5** DIN 38404 C5
absorption coefficient „color" (436nm) 1/m	0,1	0,2	**0,2 colorless**	**n.c.i. (≤0,5 für 436 nm)** DIN EN ISO 7887
Turbidity TE/F	<0,1	<0,1	**<0,1 clear**	**n.c.i. (≤1,5)** DIN EN ISO 7027
Tendency of foam formation	n.c.i.	n.c.i.	n.c.i.	**n.c.i.**
Threshold odour number (20°C)	1	1	**1**	**≤2**
TOC (mg C/m^2*day)	8,2	4,1	**0**	**≤60** DIN EN 1484
Oxidation reaction with chlorine (mg Cl_2/m^2*day)	21	19	**18**	**≤75** DIN EN ISO 7393-2

n.c.i. = not considerably influenced

Valuation:

The test samples of **Pur-O-Stop FS** provided fulfill the requirements according to the KTW recommendations of the Federal Health Dept. for the application range D1 "large-surface sealants" (O/V ratio = 1:25 cm^2/cm^3).

Head of laboratory:
(Dr. S. Dageförde)

TPH.
Waterproofing Systems

Untersuchungsbericht
UB 09-036

Gegenstand	:	Untersuchung der chemischen Beständigkeit gegenüber Jauche, Gülle und Silagesickersäften (JGS)
Auftraggeber	:	TPH Bausysteme GmbH Vertriebsabteilung
Produkt	:	PUR-O-RIP
Chargen-Nr.	:	1709091
Bearbeiter	:	Ralf-Dieter Zühlke

Auftrag:	Zeichen:	Untersuchungszeitraum:
13.10.2009	Tintelnot	21.10. - 20.11.2009

Dieser Untersuchungsbericht besteht aus 4 Seiten.

1. Aufgabenstellung:

Im Auftrag der TPH Bausysteme GmbH sollte die chemische Beständigkeit des Injektionsharzes PUR-O-RIP gegenüber Jauche, Gülle und Silagesickersäften (JGS) geprüft werden.
Die Untersuchung wurde mit den in den Zulassungsgrundsätzen für Dichtungsbahnen zur Auskleidung von Gülleerdbecken vorgegebenen Prüfflüssigkeiten durchgeführt.

2. Durchführung der Untersuchung:

Die Untersuchung erfolgte an Probekörpern mit folgenden Abmessungen:

ca. 20 x 20 x 10 mm.

Jeweils 3 Probekörper wurde gewogen und in verschlossene Behälter mit den Prüfflüssigkeiten eingelagert. Folgende Prüfflüssigkeiten wurden verwendet:

PF 1: wässrige Lösung einer Gärsäure-Mischung aus:
3,0 % Milchsäure
1,5 % Essigsäure
0,5 % Buttersäure

PF 2: Diammoniumhydrogenphosphat-Lösung:
7 %ige $(NH_4)_2HPO_4$-Lösung, mit NH_4OH auf pH-Wert = 8,8 eingestellt

Neben der visuellen Begutachtung bei ständiger Einwirkung der Prüfflüssigkeiten erfolgte in regelmäßigen Abständen die Bestimmung der Masse.
Außerdem erfolgte die Ermittlung der Shore A-Härte vor und nach der Einlagerung.

3. Prüfergebnisse und Bewertung:

Bei vollständiger Einlagerung in die Prüfflüssigkeiten war bei allen untersuchten Probekörpern nach 2 Tagen eine leichte Massenzunahme im Bereich von 5 bis 11 % zu verzeichnen. Danach blieb die Masse praktisch konstant.

Die Massenzunahme und die damit verbundene Quellung ist sehr gering. Der Verlust an Stabilität ist demzufolge als vernachlässigbar einzuschätzen.
Da die Quellrate im Laufe der Zeit nicht zunimmt, erfolgt keine langsame Materialzersetzung durch die Prüfflüssigkeiten.

In den folgenden Tabellen 1 und 2 sind die ermittelten Massen der eingelagerten Probekörper dargestellt.

Beginn der Einlagerung: 21.10.2009

Tabelle 1: Massenzunahme Δm in Gärsäure-Mischung

Dauer Einlagerung	Δm_1	Δm_2	Δm_3
2 Tage	6,9 %	6,3 %	6,1 %
5 Tage	6,6 %	6,0 %	6,1 %
9 Tage	6,9 %	6,0 %	5,7 %
16 Tage	6,0 %	6,0 %	5,7 %
23 Tage	6,3 %	6,0 %	5,7 %
30 Tage	5,7 %	5,8 %	5,7 %

Tabelle 2: Massenzunahme Δm in Diammoniumhydrogenphosphat-Lösung

Dauer Einlagerung	Δm_4	Δm_5	Δm_6
2 Tage	6,3 %	10,8 %	6,8 %
5 Tage	6,0 %	10,3 %	6,8 %
9 Tage	5,8 %	10,3 %	6,4 %
16 Tage	5,5 %	9,7 %	6,4 %
23 Tage	5,5 %	9,4 %	6,4 %
30 Tage	5,8 %	9,4 %	6,1 %

Zur Überprüfung ausgewählter mechanischer Eigenschaften wurde im Anschluss an den 30-tägigen Einlagerungsversuch nach entsprechender Trocknung an den Proben stellvertretend die Shore A-Härte in Anlehnung an das Normalprüfverfahren DIN ISO 48 ermittelt.
Die Ergebnisse der Prüfung vor und nach der Einlagerung sind in der folgenden Tabelle gegenüber gestellt.

Tabelle 3: Veränderung der Härte (Shore A-Typ)

	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6
vor der Einlagerung	17	17	18	16	15	17
nach 30 Tagen Einlagerung	16	17	17	15	16	16

Aufgrund der zu vernachlässigenden Massenzunahme sowie der praktisch unveränderten Shore A-Härte vor und nach der Einlagerung ist das Injektionsharz PUR-O-RIP gegenüber den Prüfflüssigkeiten, die repräsentativ für Jauche, Gülle und Silagesickersäfte (JGS) stehen, als chemisch beständig einzuordnen.

Norderstedt, den 25.11.2009

Dipl.-Chem. Jan Günther
Laborleiter

M F P A L e i p z i g G m b H

Anerkannte Prüfstelle für Baustoffe, Bauteile und Bauarten

PÜZ-Stelle nach Landesbauordnung (SAC 02), Bauproduktengesetz (NB 0800)

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-11021-01-00

Durch die DAkkS GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren, (in diesem Dokument mit * gekennzeichnet) welche unter www.mfpa-leipzig.de eingesehen werden kann.

Geschäftsbereich V – Tiefbau

Geschäftsbereichsleiter: Prof. Dr.-Ing. Olaf Selle

Arbeitsgruppe 5.1 –Bauwerksabdichtung

Prüfbericht

P 5.1/11 - 311

vom 26.09.2011 1. Ausfertigung

Gegenstand:	Untersuchung des Elutionsverhaltens des einkomponentigen Injektionsharzes auf Polyurethanbasis PUR-O-STOP
Auftraggeber:	TPH Bausysteme GmbH Gutenbergring 55C D - 22848 Norderstedt
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Jüling
Bearbeitungszeitraum:	Juli - September 2011
Probeneingang / Nr.:	28.06.2011 / 093 12.07.2011 / 116

Dieser Prüfbericht umfasst 9 Seiten und 3 Anlagen.

Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung – auch auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der MFPA Leipzig GmbH. Als rechtsverbindliche Form gilt die Schriftform in deutsch mit Originalunterschriften und Originalstempel des/der Zeichnungsberechtigten. Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der MFPA Leipzig GmbH.

Gesellschaft für Materialforschung und Prüfungsanstalt für das Bauwesen Leipzig mbH
Geschäftsführer: Prof. Dr.-Ing. Frank Dehn
Sitz: Hans-Weigel-Straße 2b · D - 04319 Leipzig
Telefon: +49 (0) 341/65 82-140
Fax: +49 (0) 341/65 82-199
E-Mail: abdichtung@mfpa-leipzig.de

Handelsregister: Amtsgericht Leipzig HRB 177 19
Ust.-Nr.: DE 813200649
Bankverbindung: Sparkasse Leipzig
Kto.-Nr 1100 560 781
BLZ 860 555 92

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Grundlagen	3
2.1	Injektionsstoff	3
2.2	Versuchsaufbau und Versuchsbedingungen	4
2.2.1	Verwendete Sandqualität	4
2.2.2	Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung	4
2.3	Untersuchungsumfang	5
2.4	Analytik	6
3	Versuchsergebnisse	6
4	Zusammenfassung	9

Anlagen

Anlage 1 Fotodokumentation
Anlage 2 Protokoll Eluatgewinnung
Anlage 3 Protokoll Ermittlung allgemeiner Parameter

1 Aufgabenstellung

Das u.a. zur Injektion wasserführender Risse, zum Stoppen von fließendem Wasser sowie zur Verfestigung von Böden und für sonstige Abdichtungen im Hoch-, Tief- und Tunnelbau eingesetzte, einkomponentige Injektionsharz auf Polyurethanbasis *PUR-O-STOP* der Fa. TPH Bausysteme GmbH soll hinsichtlich seiner ökotoxikologischen Auswirkungen untersucht werden. Dazu sind im Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung Eluate zu gewinnen, an denen allgemeine und stoffliche Parameter ermittelt werden sollen. Die durchzuführenden Versuche erfolgen in Anlehnung an die DIBt - Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten[1].

2 Grundlagen

2.1 Injektionsstoff

Bei dem vom Auftraggeber zur Prüfung angelieferten Injektionsharz *PUR-O-STOP* handelt es sich um ein einkomponentiges Injektionsmaterial auf Polyurethanbasis, dem zur Beschleunigung der Reaktionszeit (20 s bei Raumtemperatur)[2] ein Katalysator mit einer maximalen Zugabemenge von 10 % (Beschleunigung der Reaktionszeit auf 7 s bei Raumtemperatur)[2] hinzugefügt werden kann. Es wurden folgende vom Auftraggeber angelieferten Materialien verwendet:

Bezeichnung	Eingangsnummer	Chargennummer
PUR-O-STOP Harzkomponente	28.06.2011 / 093	07.0111.1
PUR-O-STOP Katalysator	12.07.2011 / 116	16.0511.1

Für den Versuch wurde das Injektionsharz mit einer 5 %-tigen Zugabe des Katalysators eingesetzt. Die für den Einbau benötigte Materialmenge von 500 ml wurde mit einer 1-K-Pumpe injiziert, für die in Vorversuchen die für die Prüfung benötigte Injektionsmenge bestimmt und im Vorratsbehälter der Pumpe entsprechend gekennzeichnet wurde.

---

[1] DIBt Berlin; Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil 1; Mai 2009

[2] TPH Bausysteme GmbH Technisches Datenblatt PUR-O-STOP, Stand 21.01.2011

2.2 Versuchsaufbau und Versuchsbedingungen

2.2.1 Verwendete Sandqualität

Als Erdstoff wird ein eng abgestufter Sand 0/2 aus dem Kieswerk Kleinpösna mit relativ großem Hohlraumgehalt, der als gut injizierbar einzuschätzen ist, verwendet. Er besitzt einen Durchlässigkeitsbeiwert nach DIN 18130 von $k = 4{,}6 \cdot 10^{-4}$ m/s bzw. von $k = 1{,}03 \cdot 10^{-3}$ m/s, berechnet nach Beyer. Abbildung 1 zeigt die Körnungslinie des verwendeten Sandes.

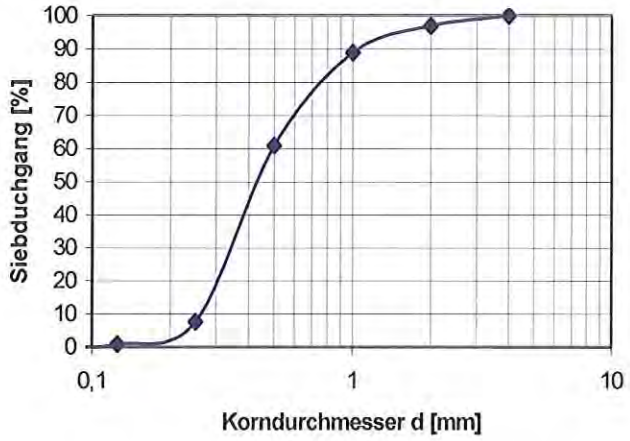


Abb. 1: Sieblinie des für die Injektion verwendeten Bodens

2.2.2 Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung

Zur Eluatgewinnung wurde der in den Zulassungsgrundsätzen[1] beschriebene Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung durchgeführt, Anlage 1, Bild 1. Abbildung 2 zeigt den prinzipiellen Versuchsaufbau. In ein Edelstahlrohr (Durchmesser 300 mm) wird Sand 0/2 eingeschlämmt. In die Mitte der mit wassergesättigtem Sand gefüllten Säule ragt ein Packer, über den nach beendeter Vorspülung *PUR-O-STOP mit einer 1-K-Spezialpumpe* injiziert wird. Nach dem wasserdichten Verschluss beginnt die Durchströmung der Säule mit Trinkwasser von unten nach oben mit einer Durchflussmenge von 4 (± 0,2) l/h über einen Zeitraum von 24 h. Das letzte Durchströmungswasser wird zur Ermittlung der Ausgangswerte als Nullprobe aufgefangen. Vor der Injektion des zu untersuchenden Injektionsstoffes wird bis auf Packerhöhe Wasser aus der Säule abgelassen. Die Injektionsparameter sind in Anlage 2 aufgeführt.

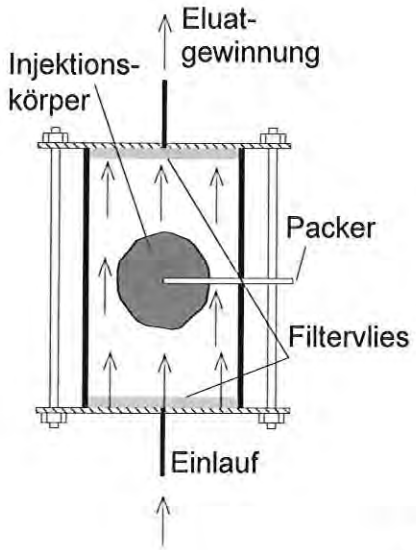


Abb. 2: Säulenversuch (Skizze)

Eine Minute nach der Injektion erfolgte die beschleunigte Aufsättigung der Säule mit Leitungswasser und 25 Minuten später der Beginn der Elutionsversuche. Dazu wird die Säule mit der während der gesamten Versuchsdauer vorgegebenen Durchflussmenge von 4 (±0,2) l/h gestartet.

Der in Säulenmitte entstehende, annähernd kugelförmige Injektionskörper, wird von dem eingeleiteten Wasser von unten nach oben umströmt. Das Prüfwasser wird in Fraktionen von je 2 Litern in einem Messzylinder aufgefangen. Nach den festgelegten Entnahmezeiten wurde der Inhalt des Zylinders in Glasflaschen umgefüllt und anschließend dunkel im Kühlschrank gelagert. Zuvor erfolgte die Ermittlung der allgemeinen Parameter. Die Ermittlung der übrigen Parameter erfolgt durch das dafür akkreditierte Prüflabor Institut Dr. Appelt GmbH & Co. KG, Leipzig nach Ablauf des Säulenversuches.

2.3 Untersuchungsumfang

Die mit der beschriebenen Versuchsanordnung gewonnenen Eluate werden in Anlehnung an die Vorgaben des DIBt[1] hinsichtlich ihrer allgemeinen, stofflichen und ausgewählten biologischen Parameter geprüft. Dazu werden neben allgemeinen Eigenschaften wie Färbung, Geruch und Neigung zur Schaumbildung, der TOC - Gehalt (Total Organic Carbon - gesamter organisch gebundener Kohlenstoff), die elektrische Leitfähigkeit und der pH-Wert bestimmt. Damit lässt sich das von Zeit und Umgebungsbedingungen abhängige Eluationsverhalten des Injektionsstoffes ermitteln. Aus drei aufeinander folgend entnommenen Proben mit den höchsten TOC- Werten wird die Mischprobe TOC_{max} gebildet. In gleicher Weise wird eine Mischprobe aus zwei aufeinanderfolgend entnommenen Proben

gleicher Weise wird eine Mischprobe aus zwei aufeinanderfolgend entnommenen Proben zum Versuchsende gewonnen ($TOC_{abklingphase}$). An den Mischproben wurden ausgewählte ökotoxikologische Untersuchungen durchgeführt. Zusätzlich wurden an den Mischproben TOC_{max} die Anteile an eluierten aromatischen Aminen und Diisocyanaten bestimmt.

2.4 Analytik

Wegen des ausgeprägten Expansionsverhaltens wurde für die Versuche nur ein Harzvolumen von 0,5 l eingebracht. Nach Einbringen des Injektionsharzes und Aufsättigung der Säule erfolgte in Zeitintervallen von 30 Minuten die Entnahme der Wasserfraktionen am Auslauf. Tabelle 1 enthält die an den Proben neben der Beurteilung der Schaumneigung und des Geruchs durchgeführten Untersuchungen und Untersuchungsgrundlagen.

Tabelle 1: Analytik

Parameter	Prüfgrundlage
Färbung des Wassers	EN ISO 7887 - C 1
Trübung	EN 7027 - C 2
pH Wert	DIN 38404 C 5
elektrische Leitfähigkeit	DIN EN 27888 C 8
organisch gebundener Kohlenstoff (TOC)	DIN EN 1484 H 3
Daphnientest	DIN 38412 L 30
Leuchtbakterientest	EN ISO 11348-2 - L 52
Algen-Wachstumshemmtest	DIN 38412 - L 33
Anteil freier Isocyanate	Flüssigchromatographie HPLC-MS/MS nach Derivatisierung
aromatische Amine F16	DIN 38407 - F16

3 Versuchsergebnisse

Das Injektionsharz wurde innerhalb von 40 Sekunden in die Säule eingebracht. Die Aufsättigung begann 5 min nach dem Einbau. In dem als Anlage 3 beigefügten Protokoll sind die Versuchsbedingungen und die Versuchsergebnisse für die einzelnen Fraktionen sowohl hinsichtlich der allgemeinen Parameter als auch der durch das eingeschaltete Prüflabor Dr. Appelt [3]ermittelten chemischen Eigenschaften der Eluate zusammengefasst.

[3] Institut Dr. Appelt GmbH & Co. KG, Prüfbericht 11-22950 vom 26.07.2011

Nach einem raschen Anstieg der TOC Gehalte des Durchströmungswassers auf einen Maximalwert von 33 mg/l (Fraktion 2) konnte ein kontinuierliches Absinken der TOC Gehalte festgestellt werden.

Aus den vier Fraktionen 2, 3, 4 und 5, welche die höchsten TOC-Konzentrationen aufwiesen, wurde die Mischprobe A (TOC_{max}) gebildet. Aus den Fraktionen 20 und 21 wurde die Mischprobe B ($TOC_{abkling}$) gebildet. An den beiden Mischproben erfolgten die ökotoxikologischen Prüfungen in Form von Daphnien-, Leuchtbakterien- und Algentests, Tabelle 3. Der G-Wert entspricht dabei der Verdünnungsstufe, die erforderlich ist, damit eine Mischung der Eluatprobe mit Verdünnungswasser keine akute Toxizität gegenüber den Testorganismen besitzt.

Tabelle 2: Ergebnisse der ökotoxikologischen Prüfungen[4]

Fraktion	Proben-bezeichnung	Daphnien-test (G-D-Wert)	Leucht-bakterien-test (G-L-Wert)	Algentest (G-A-Wert)
2	TOC_{max}	2	≤ 2	4
3				
4				
5				
20	$TOC_{abkling}$	1	≤ 2	1
21				

An der Mischprobe A (TOC_{max}) wurden zusätzlich die Anteile freier Isocyanate und aromatischer Amine F16 bestimmt. Sie sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Der Injektionskörper wurde nach dem Ende der Elution aus der Sandsäule ausgebaut, von losen Bestandteilen durch Abspülen mit Wasser gereinigt, gewogen und vermessen. Die Masse des gereinigten Körpers betrug 6.976 g bei einem Volumen von 3.730 ml. Der annähernd kugelförmige Prüfkörper, Anlage 1, Bild 2 besaß etwa folgende Abmessungen:

- Länge: 239 mm
- Breite: 211 mm
- Höhe: 184 mm

[4] Institut Dr. Appelt GmbH & Co. KG, Prüfbericht 11-23424-001 und -002 vom 08.08.2011

Tabelle 3: Ergebnisse Mischprobe A (TOC_{max})[4]

Prüfparameter	Prüfmethode	Einheit	Prüfergebnis
Freie Isocyanate			
Toluylen-diisocynyt	HPLC-MS/MS nach Derivatisierung	µg / l	< 10
Hexamethylendiisocyanat	HPLC-MS/MS nach Derivatisierung	µg / l	< 10
Diphenylmethan-4,4-diisocyanat	HPLC-MS/MS nach Derivatisierung	µg / l	< 10
Aromatische Amine			
2-Chlor-4-methylanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
2-Chloranilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
3-Chlor-4-fluoranilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
3,4-Dichloranilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
2,4,5-Trichloranilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
4-Chlor-2-Nitroanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
3,4-Chloranilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
3-Trifluormethylanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
N,N-Dimethylanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
2,6/2,4-Dimethylanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
4-Isopropylanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
2-Methyl-6-ethylanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
3-Chlor-2-/4-methylanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
4-Bromanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
2,6-Diethylanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
3,3'-Dichlorbenzidin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1

4 Zusammenfassung

Die Ergebnisse des Versuches zeigen einen kurzen Anstieg des TOC-Gehaltes im Eluat allerdings in sehr geringer Höhe von < 40 mg/l mit anschließendem schnellen Abfall der Werte, Abbildung 3.

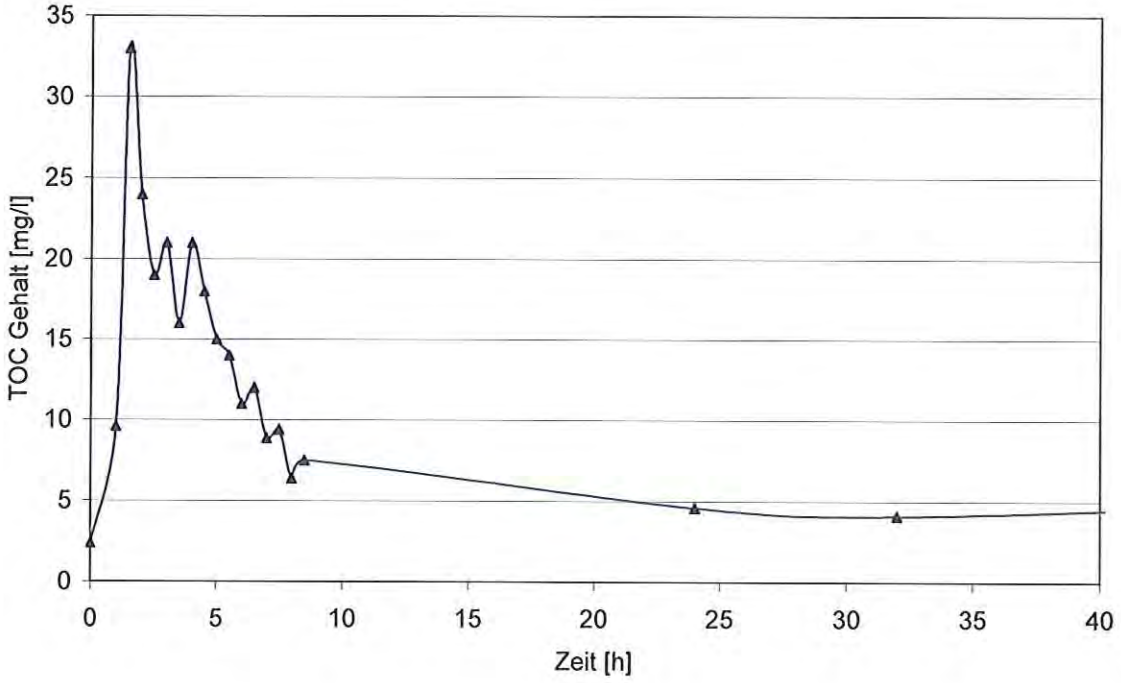


Abb. 3 zeitabhängiger TOC-Gehalt in den Eluaten

Sowohl für die Maximumfraktion als auch für die Fraktionen der Abklingphase ergaben bei den ökotoxikologischen Prüfungen Werte innerhalb der gemäß [1] zulässigen Grenzen.
Bei der Bestimmung der Anteile eluierter aromatischer Amine und Anteile an Diisocyanaten wurden Werte unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenze ermittelt.

Leipzig, den 26.09.2011

MFPA Leipzig GmbH
SAC 02
NB 0300

Prof. Dr.-Ing. Selle
Geschäftsbereichsleiter

Dipl.-Ing. Jüling
Bearbeiter

Anlage 1

zum P 5.1/11-311



Bild 1 Elutionsversuch in Edelstahlsäulen



Bild 2 Injektionskörper nach dem Ausbau aus der Säule

Anlage 2

zum P 5.1/11-311

Eluatherstellung zur Untersuchung der Umweltverträglichkeit nach ZG DIBt PrüfV-5.1-11: Säuleneluationsverfahren	
Protokoll 1 **Säuleninjektion**	Projekt **P 5.1 / 11 - 311**

Injektionsgerät: Desoi LE 203 1 K-Pumpe
Material: PUR-O-STOP + Katalysator
Einbringung: Injektion über Packer

Versuch Nr.: 1
Probeneingang Nr.: 093 / 116
Einbaumenge SOLL: 500 ml

Abnahme Blindwert nach 24 h Vorspülung [Datum; Uhrzeit]	13.07.2011 7:10 Uhr
Temperatur Injektionsmaterial / Säule	10°C / 22°C
Mischungsverhältnis	5 % Katalysator
Reaktionszeit Injektionsmaterial / Temperatur	ca. 40 s bei 14°C
Mischbeginn / Zeitdauer bis zur Injektion	8:00 Uhr (Mischvorgang 3 min)
Injektion in die Säule Start / Ende	8:08 Uhr - 8:09 Uhr
Beginn Aufsättigung (1l) und Elution [Uhrzeit]	8:14 Uhr Beginn beschleunigtes Aufsättigen 8:25 Uhr Beginn Abnahme Elutionswasser
Ende der Elution [Datum; Uhrzeit]	18.07.2011 / 7:45 Uhr
Menge nichtinjiziertes Material [g]	-
Masse eingebautes Bauprodukt [g]	500 ml

Injektionskörper

Ausbau des InjektionskörperDatum]	18.07.2011
Masse Injektionskörper [g]	6.976 g
Volumen Injektionskörper [ml]	3.730 ml
Abmessungen Injektionskörper L x B x H [mm] und Beschreibung des Körpers	239 x 211 x 184, annähernd kugelförmig

Prüftemperatur/ rel. LF: 23,5 °C / 49,8 %

Datum / Unterschrift Prüfer:

Unterschrift

Erstellt		Geprüft		Freigegeben		Dokumenten-Nr.
am	von	am	von	am	von	
21.09.2011	Kautetzky	21.09.2011	Hornig	21.09.2011	Prof. Selle	PrüfV-5.1-11-1_Prot

Anlage 3

zum P 5.1/11-311

Eluatherstellung zur Untersuchung der Umweltverträglichkeit nach ZG DIBt

PrüfV-5.1-11: Säuleneluationsverfahren

Protokoll 2 **Eluatgewinnung und Untersuchung**

Projekt: **P 5.1 / 11 - 311**

T = 21°C ±2°C	Entnahme-zeitpunkt	Volu-men	Geruch	Trübung EN 7027(C2)1	Färbung SAK 436 nm [1]	Neigung Schaumbil-dung	pH Wert DIN 38404 C5[1]	Elektr. Leit-fähigkeit[1] DINEN 27888 C8	TOC [1] DIN EN 1484 H3	Bemerkungen
Fraktion	Tag / Zeit	[l]	[-]	[NTU]	[1/m]	[-]	[-]	[µS/cm]	mg/l	
BW	13.07.11 / 7:10	1,9	neutral	48,9	0,1	nein	7,83	706	2,4	
1	13.07.11 / 8:25	1,7	neutral	84,20	0,1	nein	6,09	1440	9,6	Material gast aus, Luft-blasen im Schlauch
2	13.07.11 / 8:55	1,7	neutral	53,90	0,1	nein	6,04	1050	33	
3	13.07.11 / 9:25	2,1	neutral	40,20	0,1	ja, instabil	6,06	870	24	
4	13.07.11 / 9:55	1,8	neutral	17,50	0,1	ja, instabil	6,08	792	19	
5	13.07.11 / 10:25	2,1	neutral	28,60	0,1	ja, instabil	6,12	754	21	
6	13.07.11 / 10:55	1,90	neutral	8,52	0,1	ja, instabil	6,18	739	16	
7	13.07.11 / 11:25	2,1	neutral	13,60	0,1	ja, instabil	6,21	726	21	
8	13.07.11 / 11:55	2,0	neutral	7,51	0,1	ja, instabil	6,33	716	18	
9	13.07.11 / 12:25	2,0	neutral	17,50	0,1	ja, instabil	6,53	710	15	
10	13.07.11 / 12:55	1,9	neutral	6,33	0,1	ja, instabil	6,63	711	14	
11	13.07.11 / 13:25	2,1	neutral	11,80	0,1	ja, instabil	6,70	712	11	

Eluatherstellung zur Untersuchung der Umweltverträglichkeit nach ZG DIBt

PrüfV-5.1-11: Säuleneluationsverfahren

Protokoll 2 **Eluatgewinnung und Untersuchung**

Projekt: **P 5.1 / 11 - 311**

T = 21°C ±2°C	Entnahme-zeitpunkt	Volu-men	Geruch	Trübung EN 7027(C2)1	Färbung SAK 436 nm [1]	Neigung Schaumbil-dung	pH Wert DIN 38404 C5[1]	Elektr. Leit-fähigkeit[1] DINEN 27888 C8	TOC [1] DIN EN 1484 H3	Bemerkungen
Fraktion	Tag / Zeit	[l]	[-]	[NTU]	[1/m]	[-]	[-]	[µS/cm]	mg/l	
12	13.07.11 / 13:55	1,9	neutral	5,15	0,1	ja, instabil	6,76	711	12	
13	13.07.11 / 14:25	2,0	neutral	8,86	0,1	ja, instabil	6,80	712	8,9	
14	13.07.11 / 14:55	2,0	neutral	3,33	0,1	nein	6,83	711	9,4	
15	13.07.11 / 15:25	2,0	neutral	8,44	0,1	nein	6,87	712	6,4	
16	13.07.11 / 15:55	1,9	neutral	4,27	0,1	nein	6,90	712	7,5	
17	14.07.11 / 7:25	1,9	neutral	1,79	0,1	nein	7,24	710	4,6	
18	14.07.11 / 15:25	1,8	neutral	3,61	0,1	nein	7,45	706	4,1	
19	15.07.11 / 7:25	1,8	neutral	1,31	0,1	nein	7,49	708	4,8	
20	15.07.11 / 15:25	2,0	neutral	1,29	0,1	nein	7,54	701	4,6	
21	18.07.11 / 7:25	2,0	neutral	1,00	0,1	nein	7,64	699	3,6	

1 Vergabe an Fremdlabor

Prüfungen durchgeführt: Jüling / Groß

Unterschrift

Erstellt		Geprüft		Freigegeben		Dokumenten-Nr.
am	von	am	von	am	von	PrüfV-5.1-11-2_Prot
15.09.2009	Kautetzky	03.08.2010	Hornig	03.08.2010	Hornig	

M F P A Leipzig GmbH

Anerkannte Prüfstelle für Baustoffe, Bauteile und Bauarten

PÜZ-Stelle nach Landesbauordnung (SAC 02), Bauproduktengesetz (NB 0800)

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-11021-01-00

Durch die DAkkS GmbH nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren, (in diesem Dokument mit * gekennzeichnet) welche unter www.mfpa-leipzig.de eingesehen werden kann.

Geschäftsbereich V – Tiefbau

Geschäftsbereichsleiter: Prof. Dr.-Ing. Olaf Selle

Arbeitsgruppe 5.1 –Bauwerksabdichtung

Prüfbericht

P 5.1/11 - 311

vom 26.09.2011 1. Ausfertigung

Gegenstand:	Untersuchung des Elutionsverhaltens des einkomponentigen Injektionsharzes auf Polyurethanbasis PUR-O-STOP
Auftraggeber:	TPH Bausysteme GmbH Gutenbergring 55C D - 22848 Norderstedt
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Jüling
Bearbeitungszeitraum:	Juli - September 2011
Probeneingang / Nr.:	28.06.2011 / 093 12.07.2011 / 116

Dieser Prüfbericht umfasst 9 Seiten und 3 Anlagen.

Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung – auch auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der MFPA Leipzig GmbH. Als rechtsverbindliche Form gilt die Schriftform in deutsch mit Originalunterschriften und Originalstempel des/der Zeichnungsberechtigten. Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der MFPA Leipzig GmbH.

Gesellschaft für Materialforschung und Prüfungsanstalt für das Bauwesen Leipzig mbH
Geschäftsführer: Prof. Dr.-Ing. Frank Dehn
Sitz: Hans-Weigel-Straße 2b · D - 04319 Leipzig
Telefon: +49 (0) 341/65 82-140
Fax: +49 (0) 341/65 82-199
E-Mail: abdichtung@mfpa-leipzig.de

Handelsregister: Amtsgericht Leipzig HRB 177 19
Ust.-Nr.: DE 813200649
Bankverbindung: Sparkasse Leipzig Kto.-Nr 1100 560 781 BLZ 860 555 92

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Grundlagen	3
2.1	Injektionsstoff	3
2.2	Versuchsaufbau und Versuchsbedingungen	4
2.2.1	Verwendete Sandqualität	4
2.2.2	Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung	4
2.3	Untersuchungsumfang	5
2.4	Analytik	6
3	Versuchsergebnisse	6
4	Zusammenfassung	9

Anlagen

Anlage 1 Fotodokumentation
Anlage 2 Protokoll Eluatgewinnung
Anlage 3 Protokoll Ermittlung allgemeiner Parameter

1 Aufgabenstellung

Das u.a. zur Injektion wasserführender Risse, zum Stoppen von fließendem Wasser sowie zur Verfestigung von Böden und für sonstige Abdichtungen im Hoch-, Tief- und Tunnelbau eingesetzte, einkomponentige Injektionsharz auf Polyurethanbasis *PUR-O-STOP* der Fa. TPH Bausysteme GmbH soll hinsichtlich seiner ökotoxikologischen Auswirkungen untersucht werden. Dazu sind im Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung Eluate zu gewinnen, an denen allgemeine und stoffliche Parameter ermittelt werden sollen. Die durchzuführenden Versuche erfolgen in Anlehnung an die DIBt - Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten[1].

2 Grundlagen

2.1 Injektionsstoff

Bei dem vom Auftraggeber zur Prüfung angelieferten Injektionsharz *PUR-O-STOP* handelt es sich um ein einkomponentiges Injektionsmaterial auf Polyurethanbasis, dem zur Beschleunigung der Reaktionszeit (20 s bei Raumtemperatur)[2] ein Katalysator mit einer maximalen Zugabemenge von 10 % (Beschleunigung der Reaktionszeit auf 7 s bei Raumtemperatur)[2] hinzugefügt werden kann. Es wurden folgende vom Auftraggeber angelieferten Materialien verwendet:

Bezeichnung	Eingangsnummer	Chargennummer
PUR-O-STOP Harzkomponente	28.06.2011 / 093	07.0111.1
PUR-O-STOP Katalysator	12.07.2011 / 116	16.0511.1

Für den Versuch wurde das Injektionsharz mit einer 5 %-tigen Zugabe des Katalysators eingesetzt. Die für den Einbau benötigte Materialmenge von 500 ml wurde mit einer 1-K-Pumpe injiziert, für die in Vorversuchen die für die Prüfung benötigte Injektionsmenge bestimmt und im Vorratsbehälter der Pumpe entsprechend gekennzeichnet wurde.

---

[1] DIBt Berlin; Grundsätze zur Bewertung der Auswirkungen von Bauprodukten auf Boden und Grundwasser - Teil 1; Mai 2009

[2] TPH Bausysteme GmbH Technisches Datenblatt PUR-O-STOP, Stand 21.01.2011

2.2 Versuchsaufbau und Versuchsbedingungen

2.2.1 Verwendete Sandqualität

Als Erdstoff wird ein eng abgestufter Sand 0/2 aus dem Kieswerk Kleinpösna mit relativ großem Hohlraumgehalt, der als gut injizierbar einzuschätzen ist, verwendet. Er besitzt einen Durchlässigkeitsbeiwert nach DIN 18130 von $k = 4{,}6 \cdot 10^{-4}$ m/s bzw. von $k = 1{,}03 \cdot 10^{-3}$ m/s, berechnet nach Beyer. Abbildung 1 zeigt die Körnungslinie des verwendeten Sandes.

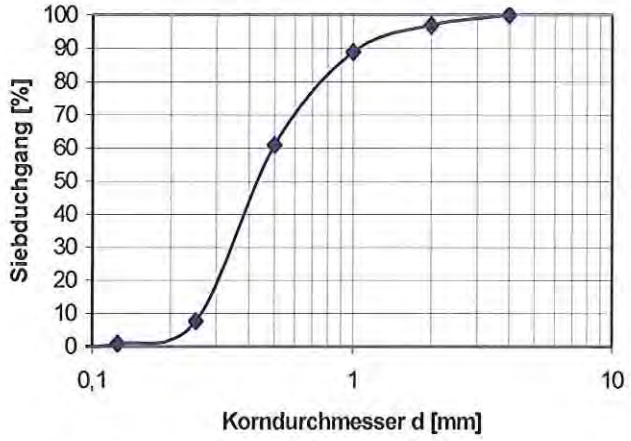


Abb. 1: Sieblinie des für die Injektion verwendeten Bodens

2.2.2 Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung

Zur Eluatgewinnung wurde der in den Zulassungsgrundsätzen[1] beschriebene Säulenversuch mit umgekehrter Fließrichtung durchgeführt, Anlage 1, Bild 1. Abbildung 2 zeigt den prinzipiellen Versuchsaufbau. In ein Edelstahlrohr (Durchmesser 300 mm) wird Sand 0/2 eingeschlämmt. In die Mitte der mit wassergesättigtem Sand gefüllten Säule ragt ein Packer, über den nach beendeter Vorspülung *PUR-O-STOP mit einer 1-K-Spezialpumpe* injiziert wird. Nach dem wasserdichten Verschluss beginnt die Durchströmung der Säule mit Trinkwasser von unten nach oben mit einer Durchflussmenge von 4 (± 0,2) l/h über einen Zeitraum von 24 h. Das letzte Durchströmungswasser wird zur Ermittlung der Ausgangswerte als Nullprobe aufgefangen. Vor der Injektion des zu untersuchenden Injektionsstoffes wird bis auf Packerhöhe Wasser aus der Säule abgelassen. Die Injektionsparameter sind in Anlage 2 aufgeführt.

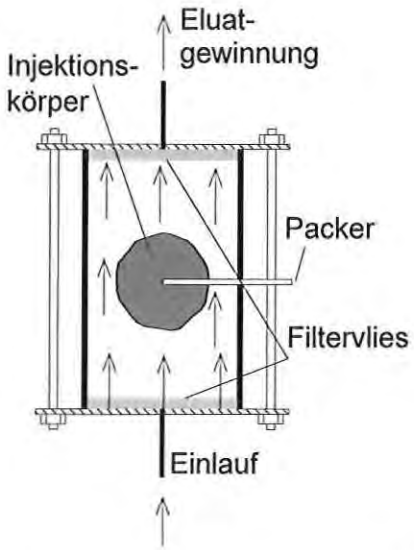


Abb. 2: Säulenversuch (Skizze)

Eine Minute nach der Injektion erfolgte die beschleunigte Aufsättigung der Säule mit Leitungswasser und 25 Minuten später der Beginn der Elutionsversuche. Dazu wird die Säule mit der während der gesamten Versuchsdauer vorgegebenen Durchflussmenge von 4 (±0,2) l/h gestartet.

Der in Säulenmitte entstehende, annähernd kugelförmige Injektionskörper, wird von dem eingeleiteten Wasser von unten nach oben umströmt. Das Prüfwasser wird in Fraktionen von je 2 Litern in einem Messzylinder aufgefangen. Nach den festgelegten Entnahmezeiten wurde der Inhalt des Zylinders in Glasflaschen umgefüllt und anschließend dunkel im Kühlschrank gelagert. Zuvor erfolgte die Ermittlung der allgemeinen Parameter. Die Ermittlung der übrigen Parameter erfolgt durch das dafür akkreditierte Prüflabor Institut Dr. Appelt GmbH & Co. KG, Leipzig nach Ablauf des Säulenversuches.

2.3 Untersuchungsumfang

Die mit der beschriebenen Versuchsanordnung gewonnenen Eluate werden in Anlehnung an die Vorgaben des DIBt[1] hinsichtlich ihrer allgemeinen, stofflichen und ausgewählten biologischen Parameter geprüft. Dazu werden neben allgemeinen Eigenschaften wie Färbung, Geruch und Neigung zur Schaumbildung, der TOC - Gehalt (Total Organic Carbon - gesamter organisch gebundener Kohlenstoff), die elektrische Leitfähigkeit und der pH-Wert bestimmt. Damit lässt sich das von Zeit und Umgebungsbedingungen abhängige Eluationsverhalten des Injektionsstoffes ermitteln. Aus drei aufeinander folgend entnommenen Proben mit den höchsten TOC- Werten wird die Mischprobe TOC_{max} gebildet. In gleicher Weise wird eine Mischprobe aus zwei aufeinanderfolgend entnommenen Proben

gleicher Weise wird eine Mischprobe aus zwei aufeinanderfolgend entnommenen Proben zum Versuchsende gewonnen ($TOC_{abklingphase}$). An den Mischproben wurden ausgewählte ökotoxikologische Untersuchungen durchgeführt. Zusätzlich wurden an den Mischproben TOC_{max} die Anteile an eluierten aromatischen Aminen und Diisocyanaten bestimmt.

2.4 Analytik

Wegen des ausgeprägten Expansionsverhaltens wurde für die Versuche nur ein Harzvolumen von 0,5 l eingebracht. Nach Einbringen des Injektionsharzes und Aufsättigung der Säule erfolgte in Zeitintervallen von 30 Minuten die Entnahme der Wasserfraktionen am Auslauf. Tabelle 1 enthält die an den Proben neben der Beurteilung der Schaumneigung und des Geruchs durchgeführten Untersuchungen und Untersuchungsgrundlagen.

Tabelle 1: Analytik

Parameter	Prüfgrundlage
Färbung des Wassers	EN ISO 7887 - C 1
Trübung	EN 7027 - C 2
pH Wert	DIN 38404 C 5
elektrische Leitfähigkeit	DIN EN 27888 C 8
organisch gebundener Kohlenstoff (TOC)	DIN EN 1484 H 3
Daphnientest	DIN 38412 L 30
Leuchtbakterientest	EN ISO 11348-2 - L 52
Algen-Wachstumshemmtest	DIN 38412 - L 33
Anteil freier Isocyanate	Flüssigchromatographie HPLC-MS/MS nach Derivatisierung
aromatische Amine F16	DIN 38407 - F16

3 Versuchsergebnisse

Das Injektionsharz wurde innerhalb von 40 Sekunden in die Säule eingebracht. Die Aufsättigung begann 5 min nach dem Einbau. In dem als Anlage 3 beigefügten Protokoll sind die Versuchsbedingungen und die Versuchsergebnisse für die einzelnen Fraktionen sowohl hinsichtlich der allgemeinen Parameter als auch der durch das eingeschaltete Prüflabor Dr. Appelt [3]ermittelten chemischen Eigenschaften der Eluate zusammengefasst.

[3] Institut Dr. Appelt GmbH & Co. KG, Prüfbericht 11-22950 vom 26.07.2011

Nach einem raschen Anstieg der TOC Gehalte des Durchströmungswassers auf einen Maximalwert von 33 mg/l (Fraktion 2) konnte ein kontinuierliches Absinken der TOC Gehalte festgestellt werden.

Aus den vier Fraktionen 2, 3, 4 und 5, welche die höchsten TOC-Konzentrationen aufwiesen, wurde die Mischprobe A (TOC_{max}) gebildet. Aus den Fraktionen 20 und 21 wurde die Mischprobe B ($TOC_{abkling}$) gebildet. An den beiden Mischproben erfolgten die ökotoxikologischen Prüfungen in Form von Daphnien-, Leuchtbakterien- und Algentests, Tabelle 3. Der G-Wert entspricht dabei der Verdünnungsstufe, die erforderlich ist, damit eine Mischung der Eluatprobe mit Verdünnungswasser keine akute Toxizität gegenüber den Testorganismen besitzt.

Tabelle 2: Ergebnisse der ökotoxikologischen Prüfungen[4]

Fraktion	Proben-bezeichnung	Daphnien-test (G-D-Wert)	Leucht-bakterien-test (G-L-Wert)	Algentest (G-A-Wert)
2	TOC_{max}	2	≤ 2	4
3				
4				
5				
20	$TOC_{abkling}$	1	≤ 2	1
21				

An der Mischprobe A (TOC_{max}) wurden zusätzlich die Anteile freier Isocyanate und aromatischer Amine F16 bestimmt. Sie sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Der Injektionskörper wurde nach dem Ende der Elution aus der Sandsäule ausgebaut, von losen Bestandteilen durch Abspülen mit Wasser gereinigt, gewogen und vermessen. Die Masse des gereinigten Körpers betrug 6.976 g bei einem Volumen von 3.730 ml. Der annähernd kugelförmige Prüfkörper, Anlage 1, Bild 2 besaß etwa folgende Abmessungen:

- Länge: 239 mm
- Breite: 211 mm
- Höhe: 184 mm

[4] Institut Dr. Appelt GmbH & Co. KG, Prüfbericht 11-23424-001 und -002 vom 08.08.2011

Tabelle 3: Ergebnisse Mischprobe A (TOC_{max})[4]

Prüfparameter	Prüfmethode	Einheit	Prüfergebnis
Freie Isocyanate			
Toluylen-diisocynyt	HPLC-MS/MS nach Derivatisierung	µg / l	< 10
Hexamethylendiisocyanat	HPLC-MS/MS nach Derivatisierung	µg / l	< 10
Diphenylmethan-4,4-diisocyanat	HPLC-MS/MS nach Derivatisierung	µg / l	< 10
Aromatische Amine			
2-Chlor-4-methylanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
2-Chloranilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
3-Chlor-4-fluoranilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
3,4-Dichloranilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
2,4,5-Trichloranilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
4-Chlor-2-Nitroanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
3,4-Chloranilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
3-Trifluormethylanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
N,N-Dimethylanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
2,6/2,4-Dimethylanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
4-Isopropylanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
2-Methyl-6-ethylanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
3-Chlor-2-/4-methylanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
4-Bromanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
2,6-Diethylanilin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1
3,3'-Dichlorbenzidin	DIN 38407-F16; 1999-06	µg / l	< 0,1

4 Zusammenfassung

Die Ergebnisse des Versuches zeigen einen kurzen Anstieg des TOC-Gehaltes im Eluat allerdings in sehr geringer Höhe von < 40 mg/l mit anschließendem schnellen Abfall der Werte, Abbildung 3.

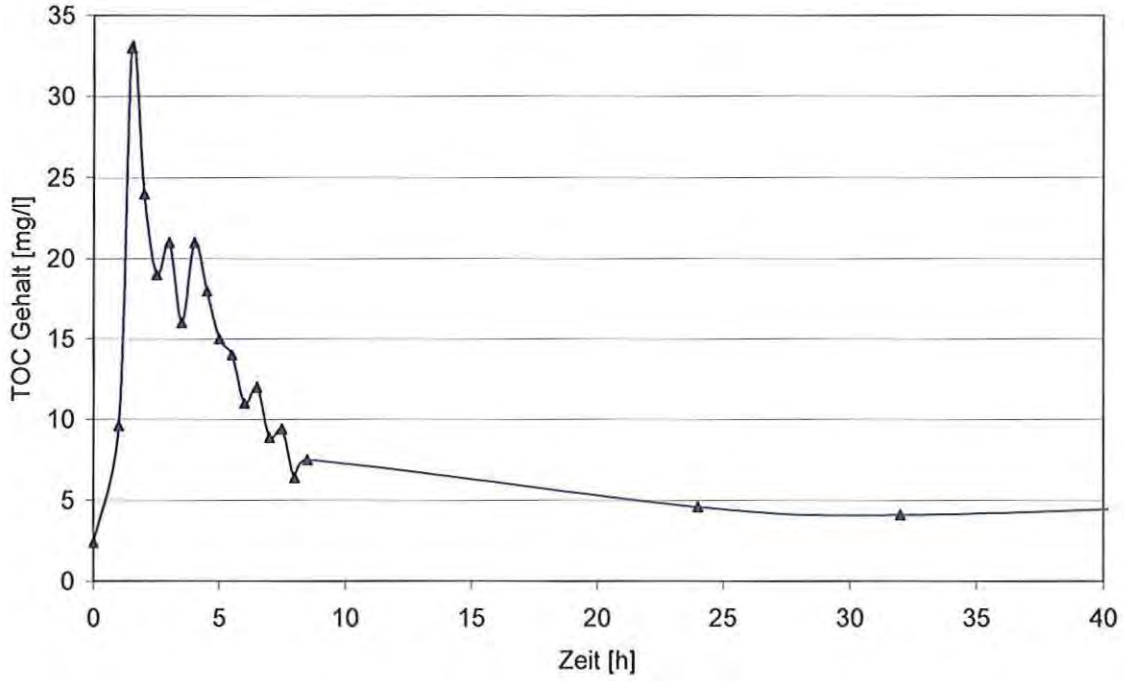


Abb. 3 zeitabhängiger TOC-Gehalt in den Eluaten

Sowohl für die Maximumfraktion als auch für die Fraktionen der Abklingphase ergaben bei den ökotoxikologischen Prüfungen Werte innerhalb der gemäß [1] zulässigen Grenzen.
Bei der Bestimmung der Anteile eluierter aromatischer Amine und Anteile an Diisocyanaten wurden Werte unterhalb der jeweiligen Nachweisgrenze ermittelt.

Leipzig, den 26.09.2011

MFPA Leipzig GmbH
SAC 02
NB 0800

Prof. Dr.-Ing. Selle
Geschäftsbereichsleiter

Dipl.-Ing. Jüling
Bearbeiter

Anlage 1

zum P 5.1/11-311



Bild 1 Elutionsversuch in Edelstahlsäulen



Bild 2 Injektionskörper nach dem Ausbau aus der Säule

Anlage 2

zum P 5.1/11-311

Eluatherstellung zur Untersuchung der Umweltverträglichkeit nach ZG DIBt PrüfV-5.1-11: Säuleneluationsverfahren	
Protokoll 1 **Säuleninjektion**	Projekt **P 5.1 / 11 - 311**

Injektionsgerät: Desoi LE 203 1 K-Pumpe **Versuch Nr.:** 1

Material: PUR-O-STOP + Katalysator **Probeneingang Nr.:** 093 / 116

Einbringung: Injektion über Packer **Einbaumenge SOLL:** 500 ml

Abnahme Blindwert nach 24 h Vorspülung [Datum; Uhrzeit]	13.07.2011 7:10 Uhr
Temperatur Injektionsmaterial / Säule	10°C / 22°C
Mischungsverhältnis	5 % Katalysator
Reaktionszeit Injektionsmaterial / Temperatur	ca. 40 s bei 14°C
Mischbeginn / Zeitdauer bis zur Injektion	8:00 Uhr (Mischvorgang 3 min)
Injektion in die Säule Start / Ende	8:08 Uhr - 8:09 Uhr
Beginn Aufsättigung (1l) und Elution [Uhrzeit]	8:14 Uhr Beginn beschleunigtes Aufsättigen 8:25 Uhr Beginn Abnahme Elutionswasser
Ende der Elution [Datum; Uhrzeit]	18.07.2011 / 7:45 Uhr
Menge nichtinjiziertes Material [g]	-
Masse eingebautes Bauprodukt [g]	500 ml

Injektionskörper

Ausbau des InjektionskörperDatum]	18.07.2011
Masse Injektionskörper [g]	6.976 g
Volumen Injektionskörper [ml]	3.730 ml
Abmessungen Injektionskörper L x B x H [mm] und Beschreibung des Körpers	239 x 211 x 184, annähernd kugelförmig

Prüftemperatur/ rel. LF: 23,5 °C / 49,8 %

Datum / Unterschrift Prüfer:

Unterschrift

Erstellt		Geprüft		Freigegeben		Dokumenten-Nr.
am	von	am	von	am	von	PrüfV-5.1-11-1_Prot
21.09.2011	Kautetzky	21.09.2011	Hornig	21.09.2011	Prof. Selle	

Anlage 3

zum P 5.1/11-311

Eluatherstellung zur Untersuchung der Umweltverträglichkeit nach ZG DIBt

PrüfV-5.1-11: Säuleneluationsverfahren

Protokoll 2 **Eluatgewinnung und Untersuchung**

Projekt: **P 5.1 / 11 - 311**

T = 21°C ±2°C	Entnahme-zeitpunkt	Volu-men	Geruch	Trübung EN 7027(C2)1	Färbung SAK 436 nm [1]	Neigung Schaumbil-dung	pH Wert DIN 38404 C5[1]	Elektr. Leit-fähigkeit[1] DINEN 27888 C8	TOC [1] DIN EN 1484 H3	Bemerkungen
Fraktion	Tag / Zeit	[l]	[-]	[NTU]	[1/m]	[-]	[-]	[µS/cm]	mg/l	
BW	13.07.11 / 7:10	1,9	neutral	48,9	0,1	nein	7,83	706	2,4	
1	13.07.11 / 8:25	1,7	neutral	84,20	0,1	nein	6,09	1440	9,6	Material gast aus, Luft-blasen im Schlauch
2	13.07.11 / 8:55	1,7	neutral	53,90	0,1	nein	6,04	1050	33	
3	13.07.11 / 9:25	2,1	neutral	40,20	0,1	ja, instabil	6,06	870	24	
4	13.07.11 / 9:55	1,8	neutral	17,50	0,1	ja, instabil	6,08	792	19	
5	13.07.11 / 10:25	2,1	neutral	28,60	0,1	ja, instabil	6,12	754	21	
6	13.07.11 / 10:55	1,90	neutral	8,52	0,1	ja, instabil	6,18	739	16	
7	13.07.11 / 11:25	2,1	neutral	13,60	0,1	ja, instabil	6,21	726	21	
8	13.07.11 / 11:55	2,0	neutral	7,51	0,1	ja, instabil	6,33	716	18	
9	13.07.11 / 12:25	2,0	neutral	17,50	0,1	ja, instabil	6,53	710	15	
10	13.07.11 / 12:55	1,9	neutral	6,33	0,1	ja, instabil	6,63	711	14	
11	13.07.11 / 13:25	2,1	neutral	11,80	0,1	ja, instabil	6,70	712	11	

Eluatherstellung zur Untersuchung der Umweltverträglichkeit nach ZG DIBt

PrüfV-5.1-11: Säuleneluationsverfahren

Protokoll 2 **Eluatgewinnung und Untersuchung**

Projekt: **P 5.1 / 11 - 311**

T = 21°C ±2°C	Entnahme-zeitpunkt	Volu-men	Geruch	Trübung EN 7027(C2)1	Färbung SAK 436 nm [1]	Neigung Schaumbil-dung	pH Wert DIN 38404 C5[1]	Elektr. Leit-fähigkeit[1] DINEN 27888 C8	TOC [1] DIN EN 1484 H3	Bemerkungen
Fraktion	Tag / Zeit	[l]	[-]	[NTU]	[1/m]	[-]	[-]	[µS/cm]	mg/l	
12	13.07.11 / 13:55	1,9	neutral	5,15	0,1	ja, instabil	6,76	711	12	
13	13.07.11 / 14:25	2,0	neutral	8,86	0,1	ja, instabil	6,80	712	8,9	
14	13.07.11 / 14:55	2,0	neutral	3,33	0,1	nein	6,83	711	9,4	
15	13.07.11 / 15:25	2,0	neutral	8,44	0,1	nein	6,87	712	6,4	
16	13.07.11 / 15:55	1,9	neutral	4,27	0,1	nein	6,90	712	7,5	
17	14.07.11 / 7:25	1,9	neutral	1,79	0,1	nein	7,24	710	4,6	
18	14.07.11 / 15:25	1,8	neutral	3,61	0,1	nein	7,45	706	4,1	
19	15.07.11 / 7:25	1,8	neutral	1,31	0,1	nein	7,49	708	4,8	
20	15.07.11 / 15:25	2,0	neutral	1,29	0,1	nein	7,54	701	4,6	
21	18.07.11 / 7:25	2,0	neutral	1,00	0,1	nein	7,64	699	3,6	

1 Vergabe an Fremdlabor

Prüfungen durchgeführt: Jüling / Groß

Unterschrift

Erstellt		Geprüft		Freigegeben		Dokumenten-Nr.
am	von	am	von	am	von	PrüfV-5.1-11-2_Prot
15.09.2009	Kautetzky	03.08.2010	Hornig	03.08.2010	Hornig	