

Gutachten

Dokumentennummer: (1202/419/19-1) – He vom 18.05.2020

Auftraggeber: btf - Innovationen für den Bau GmbH
Fahrenheitstraße 3
86899 Landsberg

Auftrag vom: 02.09.2019

Auftragseingang: 02.09.2019

Inhalt des Auftrags: Mauersperrbahn „btf-Flexibel New“: Untersuchungen zur Haftscherfestigkeit der Querschnittsabdichtung im Mauerwerk sowie gutachterliche Bewertung der Ergebnisse

Anlass: Bestimmungen zur Übertragung von horizontalen Kräften in Lagerfugen von Mauerwerkswänden gemäß allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (abP) Nr. 1200/782/17-MPA BS und den Bestimmungen der DIN EN 1996-1-1 N/A (Eurocode 6)

Probeneingang: 30.08.2019

Probennahme: durch Auftraggeber

Probenkennzeichnung: Mauersperrbahn „btf-Flexibel New“ der btf - Innovationen für den Bau GmbH

Untersuchungszeitraum: Oktober 2019 bis März 2020

Diese gutachterliche Stellungnahme umfasst 7 Seiten inkl. Deckblatt und 1 Anlage.



Diese gutachterliche Stellungnahme darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Kürzungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung der MPA Braunschweig. Von der MPA nicht veranlasste Übersetzungen dieses Dokuments müssen den Hinweis „Von der Materialprüfanstalt für das Bauwesen, Braunschweig, nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung“ enthalten. Das Deckblatt und die Unterschriftenseite dieses Dokuments sind mit dem Stempel der MPA Braunschweig versehen. Dokumente ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.

Das Probenmaterial ist verbraucht.

1 Veranlassung und Auftrag

Die btf - Innovationen für den Bau GmbH in 86899 Landsberg ist Hersteller einer Abdichtungs-bahn mit der Bezeichnung „btf-Flexibel New“ zur Verwendung als Mauersperrbahn (Querschnitts-abdichtung) in Mauerwerkswänden. Die Verwendbarkeit des Produktes zur waagerechten Abdichtung in oder unter Wänden gegen aufsteigende Feuchtigkeit (Bodenfeuchtigkeit) wurde über ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP) Nr. P-1200/782/17 MPA BS¹ erbracht. In Zusammenhang mit der Übertragung von horizontalen Kräften über die in der Lagerfuge angeordnete Mauersperrbahn wird im abP unter den Anwendungsbestimmungen für die Bauart (Abschnitt 2.2) ein gesonderter Nachweis gefordert. Darüber hinaus wird in der DIN EN 1996-1-1² mit nationalem Anhang DIN EN 1996-1-1/NA³ (Eurocode 6) der Einbau einer besandeten Bitumenbahn vom Typ „R 500“ vorgeschrieben. Die Verwendung anderer Mauersperrbahnen ist nur zulässig, wenn diese ein mindestens gleichwertiges Reibungsverhalten wie die Bitumenbahn „R 500“ aufweisen.

Zur Klärung des Reibungsverhaltens der beidseitig vlieskaschierten Kunststoff-Mauersperrbahn „btf-Flexibel New“, beauftragte die btf - Innovationen für den Bau GmbH die Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA BS) in Braunschweig mit der Durchführung nachstehender Untersuchungen:

- Untersuchungen zur Haftscherfestigkeit der im Mörtelbett lose verlegten Mauersperrbahn unter Variation der Auflast.

Die Untersuchungen zur Haftscherfestigkeit waren im Vergleich zu der in der Bemessungsvorschrift DIN EN 1996 -1-1/NA² genannten Bitumenbahn vom „Typ R 500“ durchzuführen.

Die Ergebnisse sollten hinsichtlich der Verwendbarkeit der Mauersperrbahn „btf-Flexibel New“ gutachterlich bewertet werden.

2 Material

Für die Durchführung der Untersuchungen stellte der Auftraggeber eine Originalrolle der Mauersperrbahn mit dem Produktnamen „btf-Flexibel New“ und das Allgemeine

¹ Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis Nr. P-1200/782/17-MPA BS vom 14.06.2018. Anwendungsbestimmungen für eine Kunststoff-Abdichtungsbahn nach DIN EN 14909 für Bauwerksabdichtungen gemäß Bauregelliste A Teil 3. Lfd. Nr. 1.2, die von den Anforderungen der DIN V 20000-202, Abschnitt 5.3 abweicht (Geltungsdauer bis 13 Juni 2023). Antragsteller: btf-Innovationen für den Bau GmbH, Fahrenheitsstraße 3, 89899 Landsberg.

² DIN EN 1996-1-1: Eurocode 6 - Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk; Februar 2013

³ DIN EN 1996-1-1/NA: Eurocode 6- Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk, 02/2012.

bauaufsichtliche Prüfzeugnis Nr. P-1200/782/17¹ sowie eine Leistungserklärung⁴ zur Verfügung. Die Bahn war mit der CE-Kennzeichnung nach DIN EN 14909⁵ versehen.

Nach Angaben des Herstellers handelt es sich bei dem Bauprodukt „btf-Flexibel New“ um eine mehrschichtige Kunststoff-Mauersperrbahn (Typ A) mit nachstehendem Aufbau (von oben nach unten):

- Schutzschicht: hydrophiliertes Polypropylen-Spinnvlies, 70 g/m², weiß
- Dichtungsschicht: - Polyethylen flammenhemmend, 35 g/m², weiß
- Aluminiumverstärkung, Dicke 12 µm
- Polyethylen flammenhemmend, 35 g/m², weiß
- Schutzschicht: hydrophiliertes Polypropylen-Spinnvlies, 70 g/m², weiß

Die Herstellung erfolgt in unterschiedlichen Rollenbreiten von 115 mm bis 1000 mm. Die Dichtfunktion wird von der mittig liegenden Dichtungsschicht übernommen. Die Gesamtdicke beträgt 0,5 mm.

3 Prüfung und Ergebnisse

3.1 Untersuchungen zur Haftscherfestigkeit

3.1.1 Prüfverfahren und Probekörperherstellung

Die Bestimmung der Haftscherfestigkeit der Mauersperrbahn (MSB) erfolgte in Anlehnung an das Verfahren A der DIN EN 1052-3⁶ bzw. nach Kirtschig / Anstötz⁷, Prüfverfahren 2 mit Drei-Stein-Prüfkörpern. Dieses Verfahren berücksichtigt unterschiedliche Vorlasten auf den Lagerfugen (Simulation der Auflast auf das Mauerwerk). Abbildung 1 zeigt den Versuchsaufbau zum Scherversuch nach DIN EN 1052-3 mit Angabe der Wirkungsrichtungen der Belastungen auf den Drei-Stein-Prüfkörper.

In beiden Lagerfugen des Drei-Stein-Prüfkörpers wurde die MSB in den Mauermörtel mittig eingebettet. Es wurden Serien mit 5 unterschiedlich hohen Auflasten senkrecht zur Lagerfuge untersucht. Dabei wurde der mittlere Stein in Richtung der Steinlänge solange belastet, bis der Haftverbund versagt. Die hierfür erforderliche Kraft wurde über eine Kraftmessdose erfasst. Die sich einstellende Verschiebung des mittleren Steins wurde abweichend von der DIN EN 1052-3 mit Hilfe von zwei induktiven Wegaufnehmern bis zum Scherversagen erfasst. Die Anordnung der Wegaufnehmer erfolgte dabei so, dass relative

⁴ Leistungserklärung für die Mauersperrbahn „btf-Flexibel New“ gemäß DIN EN 14909

⁵ DIN EN 14909: Abdichtungsbahnen – Kunststoff- und Elastomer-Mauersperrbahnen – Definitionen und Eigenschaften; Deutsche Fassung EN 14909:2012, 07/2012

⁶ DIN EN 1052-3: Prüfverfahren für Mauerwerk – Teil 3: Bestimmung der Anfangsscherfestigkeit (Haftscherfestigkeit); Deutsche Fassung EN 1052-3:20002 + A1:2007, 06/2007

⁷ Kirtschig, K.; Anstötz, W.: *Harmonisierung europäischer Bestimmungen - Eurocode 6 - Mauerwerksbau - Ermittlung der Reibungsbeiwerte von Feuchtesperrschichten*. Forschungsbericht des Instituts für Baustoffe und Materialforschung, Universität Hannover [Hrsg.], 07/1990

Scherverformungen zwischen beiden Lagerfugen gemessen werden konnten. Eine mögliche Beeinflussung der Messwerte durch Verformungsanteile der Prüfeinrichtung wurde damit ausgeschlossen.

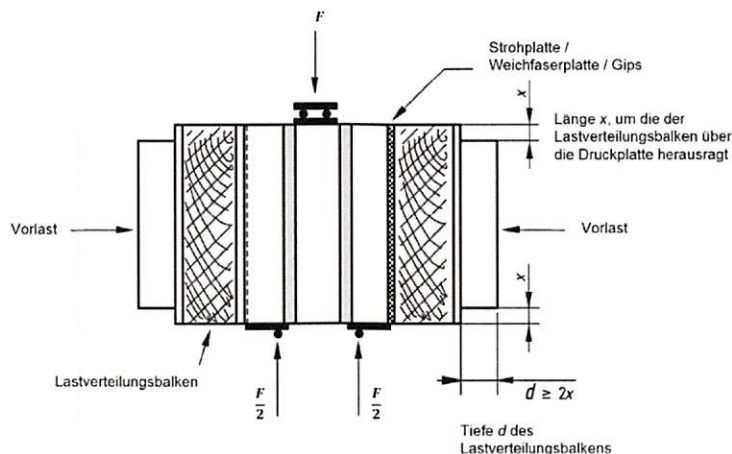


Abbildung 1: Drei-Stein-Prüfkörper im Scherversuch nach DIN EN 1052-3

In Anlehnung an die Festlegungen der DIN EN 1052-3 wurden im Rahmen der Untersuchungen Vorlasten von $0,05 \text{ N/mm}^2$, $0,10 \text{ N/mm}^2$, $0,15 \text{ N/mm}^2$, $0,30 \text{ N/mm}^2$ und $0,50 \text{ N/mm}^2$ gewählt.

Gemäß den Festlegungen der DIN EN 1052-3 wurde die Vorlast während der Laststeigerung des vertikalen Druckzylinders bis zum Abscheren des innenliegenden Steins aus dem Drei-Stein-Prüfkörper möglichst konstant gehalten und falls nötig nachgeregelt. Im Einklang mit den Anforderungen der Prüfnorm betrugen mögliche Abweichungen der Vorlast stets weniger als 2 % des Ausgangswertes.

Zur Ermittlung der Haftscherfestigkeit wurde über den vertikalen Druckzylinder der Biegeprüfmaschine der innenliegende Stein des Drei-Stein-Prüfkörpers solange mit stetig zunehmender Kraft belastet, bis sich in den Lagerfugen Verformungen und schließlich ein Scherversagen einstellte. Die Beanspruchung erfolgte dabei kraftgeregelt mit einer Laststeigerung von $0,2 \text{ N/(mm}^2\text{/min)}$.

Als Mauermörtel kam ein handelsüblicher Normalmörtel nach EN 998-2 (NM II) zur Anwendung. Als Stein wurde exemplarisch ein Kalksandstein-Vollstein DIN V 106 - KS 20 - 2,0 - 1 NF (115) mit den Abmessungen von $240 \text{ mm} \times 115 \text{ mm} \times 71 \text{ mm}$ (Länge \times Breite \times Höhe) verwendet. Direkt nach der Herstellung der Drei-Stein-Prüfkörper wurden die Prüfkörper in eine Folie eingewickelt und nach DIN EN 1052-3 mit einer gleichmäßigen Druckspannung der Größenordnung von $2 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$ bis $5 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$ vorbelastet. Die so hergestellten Drei-Stein-Prüfkörper lagerten anschließend bis zur Prüfung 28 Tage bei Raumklima direkt am Ort ihrer Herstellung.

Tabelle 1 zeigt das Prüfprogramm einschließlich der Baustoffkombinationen für die Haftscherfestigkeitsuntersuchungen.

Tabelle 1: Prüfprogramm

Material	Vorlaststufe 1	Vorlaststufe 2	Vorlaststufe 3	Vorlaststufe 4	Vorlaststufe 5
KS, NM II	[0,05 N/mm ²]	[0,10 N/mm ²]	[0,15 N/mm ²]	[0,30 N/mm ²]	[0,50 N/mm ²]
„R 500“ lose im Mörtelbett verlegt	4 Probekörper	4 Probekörper	4 Probekörper	4 Probekörper	4 Probekörper
„btf-Flexibel New“ lose im Mörtelbett verlegt	4 Probekörper	4 Probekörper	4 Probekörper	4 Probekörper	4 Probekörper

3.1.2 Untersuchungsergebnisse

Die Einzelkennwerte aus den Haftscherfestigkeitsprüfungen sind in Anlage 1 in den Tabellen A1 bis A5 für die Vorlaststufen zusammengestellt. Die Tabellen beinhalten die ermittelten Scherkräfte, die daraus ermittelten Haftscherfestigkeiten und die dazugehörigen Wege. Aus den Daten wurden dann in Anlehnung an DIN EN 1052-3, Verfahren A mittels linearer Regressionsanalyse die charakteristischen Baustoffkennwerte der Anfangsscherfestigkeit f_{vk0} und des Reibungskoeffizienten μ_k der Abdichtungsbahnen ermittelt. Die Regressionsgeraden finden sich in Anlage 1 in den Abbildungen A1-1 bis A1-3 wieder.

Die aus den Untersuchungen mittels Regressionsanalyse abgeleiteten Baustoffkennwerte der Anfangsscherfestigkeit f_{vk0} und des Reibungskoeffizienten μ_k können der nachstehenden Tabelle 2 entnommen werden. Die Bestimmtheitsmaße der Regressionsgeraden beschreiben mit $R^2 = 0,99$ (R500) und $0,90$ (btf-FlexibelNew) eine geringe Streuung der Messwerte gegenüber den mit Regressionsanalyse ermittelten Baustoffkennwerten. Die angegebenen charakteristischen Tabellenwerte entsprechen dabei gemäß dem in DIN EN 1052-3 geforderten Sicherheitsniveau 80% der berechneten mittleren Baustoffkennwerte.

Tabelle 2: Ermittelte Baustoffkennwerte der untersuchten Feuchtesperrschichten.

Sperrschicht	Verlegeart	Anfangsscherfestigkeit f_{vk0} [N/mm ²]	Reibbeiwert μ_k [–]	Bestimmtheit R^2 [–]
R 500	lose im Mörtelbett verlegt	$0,8 \times 0,14 = 0,11$	0,20	0,99
btf-Flexibel New	lose im Mörtelbett verlegt	$0,8 \times 0,117 = 0,09$	0,32	0,90

4 Gutachterliche Stellungnahme

Der einzuhaltende Reibungskoeffizient μ_k wurde individuell für jede hinsichtlich der Verwendbarkeit zu untersuchenden Mauersperrbahn im Rahmen von zeitgleich stattfindenden Haftscherversuchen an einer Referenzbahn R 500 neu bestimmt. Die Auswertung zur Bestimmung der Reibungskoeffizienten an beiden Bahnen erfolgte dabei durch eine verformungsbezogene Auswertung der maximalen Schubkraft der in den Versuchen ermittelten Kraft-Weg-Diagramme unter Berücksichtigung maximal zulässiger Schubwege von 0,5 mm. Bei der Festlegung des zulässigen Schubweges wurden baupraktische Aspekte der Gebrauchstauglichkeit (z.B. aus flächenhaften Abdichtungsstoffen gemäß DIN 18533) berücksichtigt.

Der Mindestwert der Anfangsscherfestigkeit der Bahn soll sich an der Anfangsscherfestigkeit f_{vk0} des verwendeten Mörtels nach DIN EN 1996-1-1/NA, Tabelle 11, für Mörtel der im Rahmen der Versuche verwendeten Gruppe NM II orientieren. Damit kann in Abhängigkeit der Mörtelgruppe sicher ausgeschlossen werden, dass die Feuchtesperrschicht die Anfangsscherfestigkeit der Mörtelfuge negativ beeinflusst. Für einen Normalmauermörtel der Mörtelgruppe NM II beträgt die Haftscherfestigkeit ohne Auflast 0,08 N/mm².

Für die Mauersperrbahn „btf-Flexibel New“ der btf - Innovationen für den Bau GmbH bei loser Verlegung wurde ausweislich der Ergebnisse in Tabelle 2 unter gleichen Prüfbedingungen ein gegenüber der besandeten Bitumendachbahn „R500“ ($\mu_k = 0,20$) mit Reibbeiwerten μ_k von 0,32 (lose verlegt) ein vergleichbarer bzw. höherer Reibbeiwert und mit einer Anfangsscherfestigkeit von 0,09 N/mm² ein höherer Haftbeiwert als bei einer reinen Mörtelfuge erreicht.

Zusammenfassend kann festgestellt werden: Die Mauersperrbahn „btf-Flexibel New“ erfüllt aus gutachterlicher Sicht die Bestimmungen im nationalen Anhang der DIN EN 1996-1-1/NA⁸ und darf als Mauersperrbahn zur Übertragung von Schubkräften in der Lagerfuge gemäß der Bemessungsnorm DIN EN 1996-1-1 verwendet werden. Mit dem erbrachten Nachweis werden auch die Bestimmungen im abP⁹ erfüllt und horizontale Kräfte (Bemessungslasten) dürfen über die in der Lagerfuge angeordnete Mauersperrbahn „btf-Flexibel New“ übertragen werden.

Der Querkraftnachweis für Mauerwerkswände mit Abdichtungsbahnen sollte aus unserer Sicht dahingehend angepasst werden, dass für die Bestimmung des Bemessungswertes der Schubfestigkeit f_{vd} nicht mehr mit dem Reibungskoeffizient der reinen Mörtelfuge $\mu_k = 0,6$

⁸ DIN EN 1996-1-1/NA: Eurocode 6- Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk, 02/2012.

⁹ Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis Nr. P-1200/782/17-MPA BS vom 14.06.2018. Anwendungsbestimmungen für eine Kunststoff-Abdichtungsbahn nach DIN EN 14909 für Bauwerksabdichtungen gemäß Bauregelliste A Teil 3. Lfd. Nr. 1.2, die von den Anforderungen der DIN V 20000-202, Abschnitt 5.3 abweicht (Geltungsdauer bis 13 Juni 2023). Antragsteller: btf-Innovationen für den Bau GmbH, Fahrenheitstraße 3, 89899 Landsberg.

gerechnet wird, sondern mit dem individuell bestimmten Reibungskoeffizienten der hier untersuchten Bahn ($\mu_k = 0,32$). Der Grundwert der Anfangsscherfestigkeit f_{vk0} ist durch die Scherfestigkeit des verwendeten Mörtels nach DIN EN 1996-1-1/NA, Tabelle 11, vorgegeben. Er ist gegenüber dem Wert der Bahn maßgebend.

Braunschweig, den 18.05.2020


i.A.
ORR Dr.-Ing. K. Herrmann
Leiter der Fachgruppe 1.2 5



Auswertung der Haftscherfestigkeiten – Einzelkennwerte

Tabelle A1: Einzelkennwerte der Haftscherfestigkeitsprüfungen; Vorlast: 0,05 N/mm²

Nr.		Material	Untergrund	Scherkraft [N]	Weg bei Scherkraft [mm]			Haftscherfestigkeit [N/mm ²]		
					n _i	x	± s	n _i	x	± s
					4	5	6	7	8	9
Vorlaststufe 0,05 N/mm ²	P 1	Referenz- bahn R 500	lose im Mörtelbett verlegt	4135	0,50	0,38	0,25	0,08	0,15	0,05
	P 2			9840	0,00			0,18		
	P 3			9763	0,50			0,18		
	P 4			9735	0,50			0,18		
	P 1	btf-Flexibel New	lose im Mörtelbett verlegt	5460	0,50	0,43	0,12	0,10	0,17	0,08
	P 2			5472	0,50			0,10		
	P 3			13449	0,48			0,24		
	P 4			12315	0,26			0,22		

Tabelle A2: Einzelkennwerte der Haftscherfestigkeitsprüfungen; Vorlast: 0,10 N/mm²

Nr.		Material	Untergrund	Scherkraft [N]	Weg bei Scherkraft [mm]			Haftscherfestigkeit [N/mm ²]		
					n _i	x	± s	n _i	x	± s
					4	5	6	7	8	9
Vorlaststufe 0,10 N/mm ²	P 1	Referenz- bahn R 500	lose im Mörtelbett verlegt	8844	0,11	0,18	0,22	0,16	0,16	0,04
	P 2			12119	0,50			0,22		
	P 3			6735	0,09			0,12		
	P 4			7517	0,00			0,14		
	P 1	btf-Flexibel New	lose im Mörtelbett verlegt	8207	0,31	0,08	0,15	0,15	0,12	0,04
	P 2			4095	0,00			0,07		
	P 3			5528	0,00			0,10		
	P 4			8088	0,01			0,15		

Tabelle A3: Einzelkennwerte der Haftscherfestigkeitsprüfungen; Vorlast: 0,15 N/mm²

Nr.		Material	Untergrund	Scherkraft [N]	Weg bei Scherkraft [mm]			Haftscherfestigkeit [N/mm ²]		
					n _i	x	± s	n _i	x	± s
					4	5	6	7	8	9
Vorlaststufe 0,15 N/mm ²	P 1	Referenz- bahn R 500	lose im Mörtelbett verlegt	9895	0,00	0,04	0,04	0,18	0,18	0,04
	P 2			11103	0,03			0,20		
	P 3			11900	0,09			0,22		
	P 4			7146	0,04			0,13		
	P 1	btf-Flexibel New	lose im Mörtelbett verlegt	7996	0,50	0,38	0,24	0,15	0,19	0,07
	P 2			11474	0,50			0,21		
	P 3			6701	0,02			0,12		
	P 4			14731	0,50			0,27		

Tabelle A4: Einzelkennwerte der Haftscherfestigkeitsprüfungen; Vorlast: 0,30 N/mm².

Nr.		Material	Untergrund	Scherkraft [N]	Weg bei Scherkraft [mm]			Haftscherfestigkeit [N/mm ²]		
					n _i	x	± s	n _i	x	± s
					4	5	6	7	8	9
Vorlaststufe 0,30 N/mm ²	P 1	Referenz- bahn R 500	lose im Mörtelbett verlegt	12877	0,00	0,16	0,23	0,23	0,22	0,04
	P 2			14181	0,50			0,26		
	P 3			13268	0,09			0,24		
	P 4			8813	0,05			0,16		
	P 1	btf-Flexibel New	lose im Mörtelbett verlegt	11913	0,50	0,50	0,00	0,22	0,24	0,07
	P 2			16896	0,50			0,31		
	P 3			8290	0,50			0,15		
	P 4			15668	0,50			0,28		

Tabelle A5: Einzelkennwerte der Haftscherfestigkeitsprüfungen; Vorlast: 0,50 N/mm²

Nr.		Material	Untergrund	Scherkraft [N]	Weg bei Scherkraft [mm]			Haftscherfestigkeit [N/mm ²]		
					n _i	x	± s	n _i	x	± s
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vorlaststufe 0,50 N/mm ²	P 1	Referenz- bahn R 500	lose im Mörtelbett verlegt	10232	0,50	0,45	0,10	0,19	0,26	0,05
	P 2			16912	0,48			0,31		
	P 3			16005	0,30			0,29		
	P 4			14565	0,50			0,26		
	P 1	btf-Flexibel New	lose im Mörtelbett verlegt	13553	0,50	0,45	0,09	0,25	0,32	0,09
	P 2			24038	0,32			0,44		
	P 3			19356	0,50			0,35		
	P 4			13786	0,50			0,25		

Auswertung der Haftscherfestigkeiten – Lineare Regressionsrechnungen

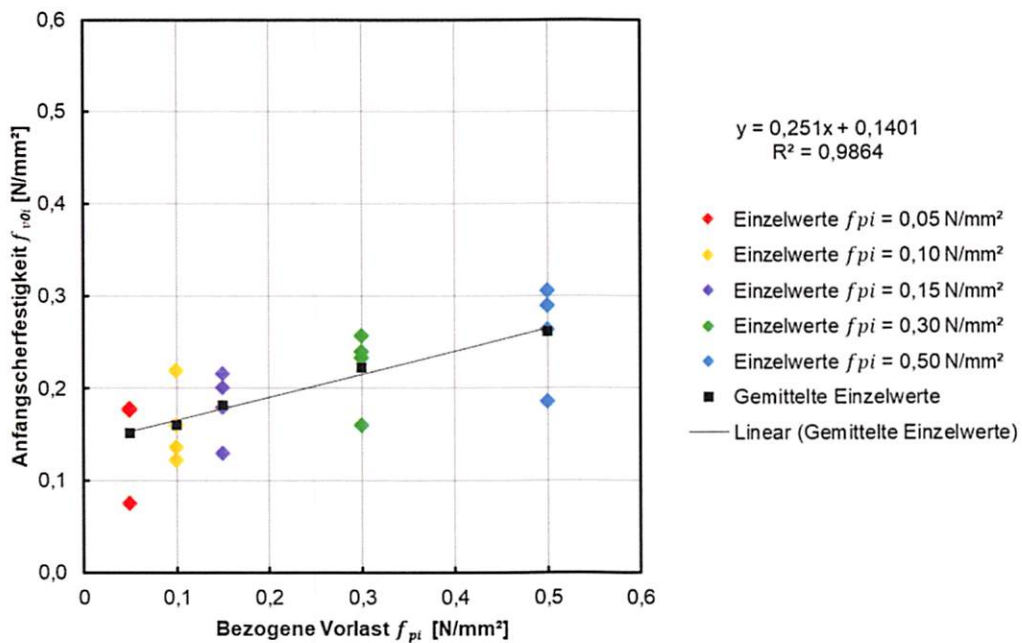


Abbildung A1-1: Lineare Regressionsrechnung: Bitumendachbahn R 500

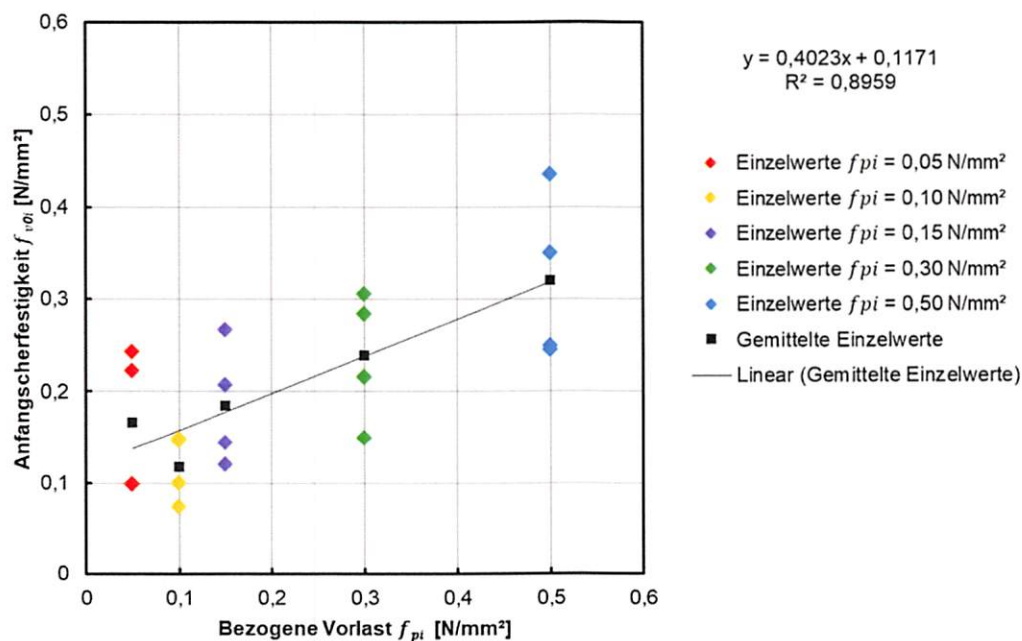


Abbildung A1-2: Lineare Regressionsrechnung: btf-Flexibel New - lose im Mörtelbett verlegt