

krafton® Brückenbelag 500.55

Mechanische Eigenschaften



Auftraggeber : krafton®
Aufsteller : Ing. D. A. Mager; Ing. G. Alleman
Autorisiert : Ing. H. C. van Uden
Bericht-Nr. : r_1043-1
Version : 5
Datum : 21. Januar 2019

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	3
2. Produktbeschreibung	5
2.1. Geometrische Eigenschaften	5
3. Versuchen	6
3.1. Beschreibungen	6
3.2. Testergebnisse	7
3.2.1. Biegemodul	7
3.2.2. Biegefestigkeit	8
3.2.3. Scherfestigkeit	9
3.2.4. Scherfestigkeit für eine Einzellast auf 200x200 mm	10
3.2.5. Druckfestigkeit unter einer Einzellast	11
3.2.6. Horizontale Scherfestigkeit Verbindung mit 1 Befestigungsblock pro Belag	12
3.2.7. Horizontale Scherfestigkeit Verbindung mit 2 Befestigungsblöcken pro Planke	13
3.2.8. Horizontale Scherfestigkeit Verbindung mit 4 Befestigungsblöcken pro Planke	14

1. Zusammenfassung

In diesem Bericht werden die mechanischen Eigenschaften der glasfaserverstärkten Brückenplanke krafton® 500.55 dokumentiert. Die mechanischen Eigenschaften des Brückenbelags wurden mittels Prüfungen bestimmt. Diese Prüfungen wurden vom TÜV Rheinland (ehemals TNO Quality services) ausgeführt und in Bericht 11609R-E09.0246 vom 01.09.2011 dokumentiert.

Die Eigenschaften wurden in Tabelle 1 zusammengefasst.

Ab Version 3 wurden auch „Bremsprüfungen“ durch krafton® ausgeführt. Diese wurden dokumentiert.

In Version 5 wurden die Biegespannung ($\sigma_{b, \text{char}}$), Biegefestigkeit (M_b), Scherspannung (τ_{char}) und Scherfestigkeit (D) berechnet auf Basis des Prüfungen, der am 26.02.2016 durch SKZ ausgeführt und die charakteristische Querkraft ($D_{\text{char}, 200}$) der Einzellast auf 200x200 auf Basis des am 21.12.2018 durch krafton® ausgeführten Prüfungen erneut berechnet.

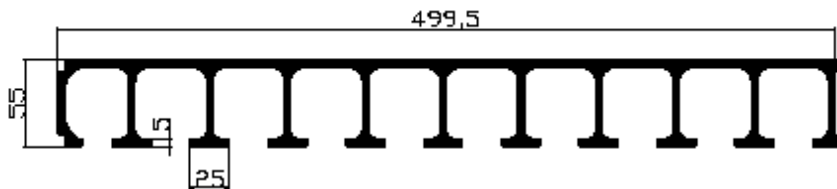
	Einheit	krafton® 500.55
Abmessungen (B x H)	mm	500 x 55
Oberfläche (A)	mm ²	6.238
Scherfläche (A _s)	mm ²	2.503
Trägheitsmoment (I)	mm ⁴	2.705.284
Widerstandsmoment (W)	mm ³	82.078
Gewicht (G)	kg/m ²	22,4
Elastizitätsmodul (E _{Mittel})	N/mm ²	31.443
Biegespannung (σ _{b,char})	N/mm ²	366
Scherspannung (τ _{char})	N/mm ²	52,2
Profileigenschaften		
Biegesteifigkeit (EI)	Nmm ² /mm	170,1 x10 ⁶
Biegefestigkeit (M _b)	Nmm/mm	60.081
Scherfestigkeit (D)	N/mm	261
Druckfestigkeit (N _{⊥,char})	N/mm/Stege	563
Charakteristische Querkraft bei Einzellast auf 200x200 (D _{char,200})	N	123.317
Charakteristische Bremskraft mit 1 Befestigungsblock (RE _{char,1})	N	7.425
Charakteristische Bremskraft mit 2 Befestigungsblöcken (RE _{char,2})	N	19.499
Charakteristische Bremskraft mit 4 Befestigungsblöcken (RE _{char,4})	N	44.953

Tabelle 1

2. Produktbeschreibung

Glasfaserverstärkte Polyester-Brückenbelag im Pultrusionsverfahren hergestellt.

Im Grafik 1 wird der Querschnitt der Planke dargestellt. Die globalen Abmessungen betragen 500 x 55 x 5 mm. Die Dicke der vertikalen Stege beträgt 4 mm.



Grafik 1

2.1. Geometrische Eigenschaften

Breite	b:	500	mm
Höhe	h:	55	mm
Anzahl der Stege	n:	11	St.
Abstand zwischen den Stege	d:	50	mm
Oberfläche	A:	6.238	mm ²
Scherfläche	As:	2.503	mm ²
Trägheitsmoment	I:	2.705.284	mm ⁴
Widerstandsmoment	W:	82.078	mm ³
Plankengewicht	G:	22,4	kg/m ²

3. Versuchen

3.1. Beschreibungen

Es wurden 4 Versuchen ausgeführt:

- Bestimmung der Biegesteifigkeit und der Biegefestigkeit gemäß EN ISO 14125.
- Bestimmung der Querkraftversagen mittels eines 3-Punkte-Biegeprüfungen mit Stempel nahe der Auflage.
- Bestimmung der Druckfestigkeit senkrecht auf dem Brückenbelag gemäß ISO 604.
- Bestimmung der Querkraftversagen infolge einer Einzellast auf 200 mm x 200 mm gemäß Aufstandsfläche eines gelegentlichen Fahrzeugs gemäß EN1991-2 NB _ Verkehrslasten auf Oberfläche Brücken.
- Bestimmung den zulässigen horizontalen Bremskraft auf eine typische Verbindung
 - Planke mit 1 Befestigungsblock verbunden
 - Planke mit 2 Befestigungsblöcken verbunden
 - Planke mit 4 Befestigungsblöcken verbunden

3.2. Testergebnisse

Gemäß EN1990:2002 Anlage D gilt, dass sich der charakteristische Festigkeitswert aus dem durchschnittlichen Festigkeitswert minus k_n mal der Standardabweichung ergibt. Die Werte für k_n werden gemäß Tabelle D1 in EN1990:2002 gehandhabt. Für den charakteristischen Steifigkeitswert gilt, dass dieser dem gemessenen Mittelwert der Steifigkeit entspricht.

3.2.1. Biegemodul

Der Biegemodul wird durch die Neigung bestimmt, die durch die Kraft-Verformungskurve festgelegt wird. Die Neigung wird bestimmt, indem zwei Punkte der Grafik mit einer Linie verbunden werden. Die Punkte wurden im linearen Bereich der Kurve ausgewählt. Der E-Modul wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$\Delta y = \frac{\Delta F \times \ell^3}{48 \times E_b I} \quad \rightarrow \quad E_b = \frac{\Delta F \times \ell^3}{48 \times I \times \Delta y}$$

Wobei:

- Dy = Verformung [mm]
- DF = Kraft [N]
- L = Lichte weite [mm]
- E_b = Biegemodul [N/mm²]
- I = Trägheitsmoment [mm⁴]

Prüfungsnr.	ℓ [mm]	F [N]	y [mm]	E _b [N/mm ²]
2	880	80.000	13,5	31.100
3	1.100	80.000	23,4	35.040
4	1.200	79.824	36,8	28.860
5	1.200	80.000	33,7	31.590
6	1.200	80.000	34,6	30.770
Mittelwert [E _{b,Mittel}]				31.443
Standardabweichung [s]				2.188

Tabelle 2

3.2.2. Biegefestigkeit

Die Testwerte (F_{Bruch}) werden benutzt, um die Biegefestigkeit (σ_b) mithilfe der folgenden Formel zu bestimmen:

$$\sigma_b = \frac{F_{Bruch} \times \ell}{4 \times W}$$

Dabei ist: ℓ = Lichte weite siehe Tabelle 2
 W = Widerstandsmoment 82.078 mm³

Prüfungsnr.	ℓ [mm]	F_{Bruch} [N]	$\sigma_{b,min}$ [N/mm ²]
1	1.400	91.810	391
2	1.400	92.880	396
3	1.400	101.390	432
4	1.400	91.030	388
5	1.400	92.080	393
6	1.400	99.380	424
Mittelwert [$\sigma_{b,Mittel}$]			404
Standardabweichung [s]			17
Charakteristischer Wert [$\sigma_{b,char.}$]			366

Tabelle 3

Der charakteristische Wert wurde aus dem Mittelwert abzüglich 2,18 x der Standardabweichung bestimmt.

3.2.3. Scherfestigkeit

Die Testwerte (F_{Bruch}) werden benutzt, um die Scherfestigkeit (τ) mithilfe der folgenden Formel zu bestimmen:

$$\tau = \frac{F_{Bruch} \times (L - a)}{L \times A_s}$$

Der Prüfung wurde auf einer Testbank mit einem Messbereich von 250 kN durchgeführt. Das Prüfstück hat eine Länge von 3.080 mm und wurde bei einer Lichte weite von $L=1.400$ mm getestet. Der Druckstempel formt eine Linienlast mit einem Durchmesser von 30 mm auf das Produkt. Der Abstand zwischen dem Stempel und der Auflage betrug $a=65$ mm.

Prüfungsnr.	F_{Bruch} [N]	τ [N/mm ²]
1	144.000	54,9
2	139.000	53,0
3	148.000	56,4
4	142.000	54,1
5	145.000	55,2
6	126.000	48,0
Mittelwert [τ_{Mittel}]		54,7
Standardabweichung [s]		1,1
Charakteristischer Wert [τ_{char}]		52,2

Tabelle 4

Der charakteristische Wert wurde aus dem Mittelwert abzüglich 2,18 x der Standardabweichung bestimmt.

3.2.4. Scherfestigkeit für eine Einzellast auf 200x200 mm

Die Testwerte (F_{Bruch}) werden benutzt, um die Scherfestigkeit (D_{200}) mithilfe der folgenden Formel zu bestimmen:

$$D_{200} = \frac{F_{Bruch} \times (\ell - \ell_0)}{\ell}$$

Dies gilt nur für eine Last auf 200x200 mm. Der Wert ℓ_0 entspricht der Hälfte der Länge der Einzellastfläche, zuzüglich des Abstands zwischen der Auflage und dem Rand der Einzellast.

Prüfungsnr.	ℓ [mm]	ℓ_0 [mm]	F_{Bruch} [N]	D_{200} [N/mm]
1	1.000	200	137.580	123.822
2	1.000	200	144.500	130.050
3	1.000	200	146.550	131.895
4	1.000	200	145.760	131.184
5	1.000	200	146.320	131.688
6	1.000	200	142.390	128.151
Mittelwert [$D_{Mittel,200}$]				129.465
Standardabweichung [s]				2.820
Charakteristischer Wert [$D_{char,200}$]				123.317

Tabelle 5

Der charakteristische Wert wurde aus dem Mittelwert abzüglich 2,18 x der Standardabweichung bestimmt.

3.2.5. Druckfestigkeit unter einer Einzellast

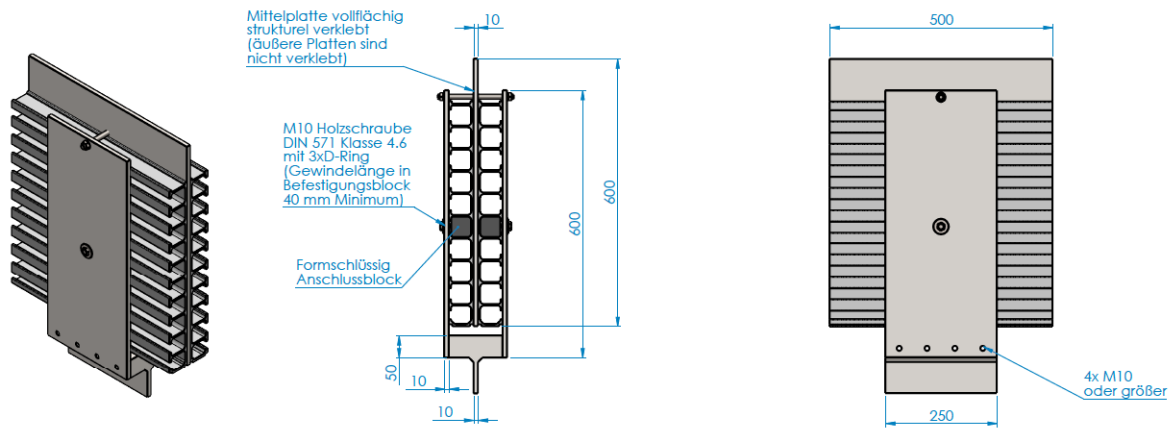
Die Druckfestigkeit wird mit einem Stempel von 100 x 50 mm getestet. Die gemessene Kraft (F_{\max}) wird durch die Anzahl der mittragenden Stege und die Länge der Stempel (50 mm) geteilt. Die resultierende Kraft pro mm Stege kann benutzt werden, um die Einzellasten zu evaluieren.

Prüfungsnr.	F_{\max} [N]	N_{\perp} [N/mm]
1	86.871	869
2	78.770	788
3	86.435	864
4	73.940	739
5	64.505	645
Mittelwert [$N_{\perp, \text{Mittel}}$]		781
Standardabweichung [s]		93
Charakteristischer Wert [$N_{\perp, \text{char}}$]		563

Tabelle 6

Der charakteristische Wert wurde aus dem Mittelwert abzüglich 2,33 x der Standardabweichung bestimmt.

3.2.6. Horizontale Scherfestigkeit Verbindung mit 1 Befestigungsblock pro Belag



Grafik 2 Testaufbau 1 Befestigungsblock

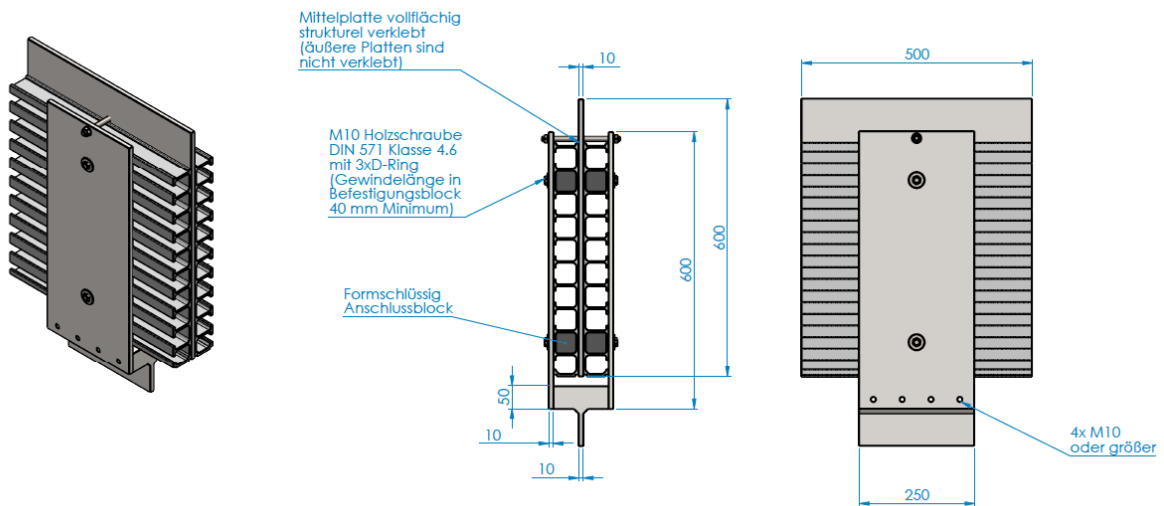
Der Test wird an 2 Planken gleichzeitig ausgeführt, um eine symmetrische Kraftübertragung zu erzielen. Pro Test wurden somit 2 Prüfstücke getestet. Die Kraftausübung auf jede Verbindung ist die Hälfte der gemessenen Bruchkraft.

Prüfungsnr.	F_{max} [N]	RE_1 [N]
1	19.900	9.950
2	22.900	11.450
3	24.300	12.150
4	17.800	8.900
5	17.800	8.900
Mittelwert [$RE_{1,Mittel}$]		10.270
Standardabweichung [s]		1.482
Charakteristischer Wert [$RE_{1,char}$]		7.425

Tabelle 7

Der charakteristische Wert wurde aus dem Mittelwert abzüglich 1,92 x der Standardabweichung bestimmt. (gemäß EN1990 Anlage D - auf Basis von 10 Prüfungen und V_x unbekannt)

3.2.7. Horizontale Scherfestigkeit Verbindung mit 2 Befestigungsblöcken pro Planke



Grafik 3 Testaufbau 2 Befestigungsblöcken

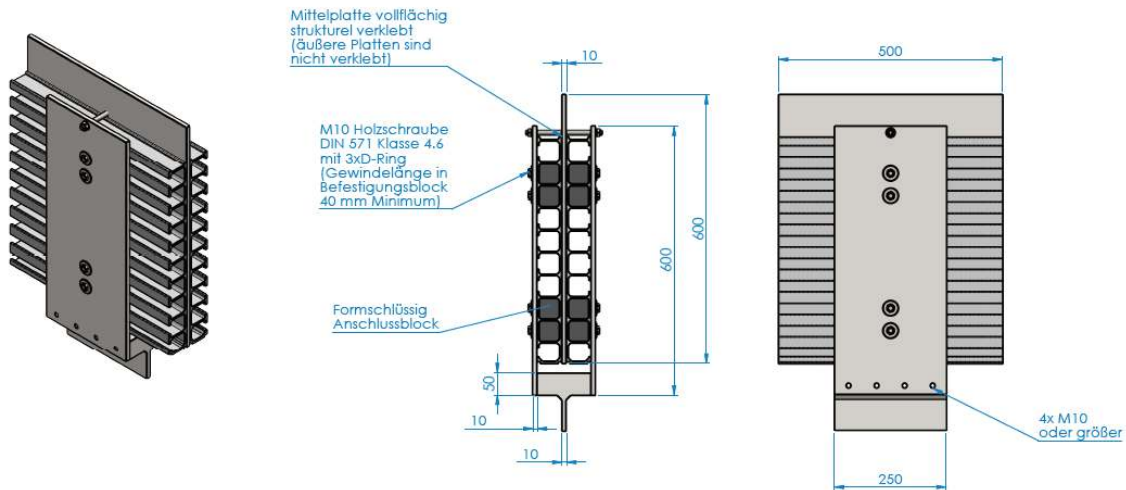
Der Test wird an 2 Planken gleichzeitig ausgeführt, um eine symmetrische Kraftübertragung zu erzielen. Pro Test wurden somit 2 Prüfstücke getestet. Die Kraftausübung auf jede Verbindung ist die Hälfte der gemessenen Bruchkraft.

Prüfungsnr.	F_{max} [N]	RE_2 [N]
1	46.500	23.250
2	48.200	24.100
3	52.300	26.150
4	61.600	30.800
5	46.900	23.450
Charakteristischer Wert [$RE_{2,mittel}$]		25.550
Standardabweichung [s]		3.151
Charakteristischer Wert [$RE_{2,char}$]		19.499

Tabelle 8

Der charakteristische Wert wurde aus dem Mittelwert abzüglich 1,92 x der Standardabweichung bestimmt. (gemäß EN1990 Anlage D - auf Basis von 10 Prüfungen und V_x unbekannt)

3.2.8. Horizontale Scherfestigkeit Verbindung mit 4 Befestigungsblöcken pro Planke



Grafik 4 Testaufbau 4 Befestigungsblöcken

Der Test wird an 2 Planken gleichzeitig ausgeführt, um eine symmetrische Kraftübertragung zu erzielen. Pro Test wurden somit 2 Prüfstücke getestet. Die Kraftausübung auf jede Verbindung ist die Hälfte der gemessenen Bruchkraft.

Prüfungsnr.	F_{max} [N]	RE_1 [N]
1	90.700	45.350
2	100.000*	50.000
3	100.000*	50.000
4	97.500	48.750
5	100.000*	50.000
Charakteristischer Wert [$RE_{4,mittel}$]		48.820
Standardabweichung [s]		2.014
Charakteristischer Wert [$RE_{4,char}$]		44.953

Tabelle 9

Der charakteristische Wert wurde aus dem Mittelwert abzüglich 1,92 x der Standardabweichung bestimmt. (gemäß EN1990 Anlage D - auf Basis von 10 Prüfungen und V_x unbekannt)

*Der Testbank-Grenzwert wird bei 100 kN erreicht, vollständiger Bruch nicht erreicht, wohl Schaden dokumentiert.