

An
Schilcher Trading & Engineering GmbH
z.H. Herrn Sepp Schilcher
Lamnitz 8
9833 Rangersdorf

Graz, am 18.10.2023

KURZZUSAMMENFASSUNG

NR. PB23-484-1-01



Prüfergebnisse zum Verbindungssystem X-fix-C (65, 90 und 180 mm) in
Kombination mit 5- bzw. 7-schichtigem BSP (120 und 180 mm)

Auftragsnummer:	PA23-484-1
Auftraggeber:	Schilcher Trading & Engineering GmbH, 9833 Rangersdorf
Kontaktperson:	Sepp Schilcher
Auftragsdatum:	18.07.2023
Prüfdatum:	Zugprüfungen: 20.09.2023 Schubprüfungen: 21.09.-22.09.2023
Probeneingangsdatum:	September 2023

Textseiten gesamt: 18/ davon Bericht: 18, Anlage: 0



Soweit das Versuchsmaterial nicht verbraucht ist, wird es nach 4 Wochen vernichtet, falls nicht längere Aufbewahrung beantragt wird.

Dieser Prüfbericht darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung der Leitung des Lignum Test Centers bzw. des Zeichnungsberechtigten. Prüfberichte ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.

19.10.2023	Lignum Test Center	Seite 2 von 18
 <p>TU Graz Graz University of Technology</p>	<p>KURZZUSAMMENFASSUNG Nr. PB23-484-1-01</p>	 <p>lignum study research engineering test center</p>

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines.....	3
2	Ergebnisse der Zugprüfungen	5
2.1	Holzfeuchte und Rohdichte der Zugprüfkörper.....	5
2.2	Kraft-Weg-Diagramme und maximale Bruchlasten der Zugprüfungen	6
3	Ergebnisse der Schubprüfungen	8
3.1	Holzfeuchte und Rohdichte der Schubprüfkörper.....	8
3.2	Kraft-Weg-Diagramme und maximale Bruchlasten der Schubprüfungen	11
4	Zusammenfassung der Prüfergebnisse	17
5	Normenverzeichnis und Quellenangaben	18

19.10.2023	Lignum Test Center	Seite 3 von 18
 <p>Graz University of Technology</p>	<p>KURZZUSAMMENFASSUNG Nr. PB23-484-1-01</p>	 <p>study research engineering test center</p>

1 Allgemeines

- Zur Ermittlung der Schubtragfähigkeit bzw. den zugehörigen Steifigkeitseigenschaften des Verbindungssystems X-Fix-C mit variierender Höhe von 65, 90 und 130 mm wurden 5 (65 und 90 mm) bzw. 10 (130 mm) Schubprüfkörper geprüft. Zur Ermittlung der Zugtragfähigkeit bzw. den zugehörigen Steifigkeitseigenschaften des Verbindungssystems X-Fix-C mit einer Höhe von 130 mm wurden 10 Zugprüfkörper geprüft.
- Die Geometrie der untersuchten Verbinder ist in Abbildung 1 veranschaulicht. Die darin enthaltenen, nominellen Abmessungen wurden vom LTC stichprobenartig kontrolliert und bestätigt.
- Alle Prüfungen wurden in Anlehnung an die ON EN 26891 [1] auf der Universalprüfmaschine lignum_uni_275 des Instituts für Holzbau und Holztechnologie an der TU Graz durchgeführt.
- Die jeweiligen Prüfkfigurationen (Abmessungen, verwendete Materialien, etc.) können dem Prüfbericht *GREENETHIC Verbindungssysteme für BSP – X-FIX-C und X-FIX-L* [2] entnommen werden.
- Für sämtliche Prüfkörper wurde Brettsperrholz nach ETA-20/0843 [3] verwendet. Geprüft wurden 5- (X-Fix-C 65 und 90 mm) und 7-schichtige BSP-Elemente (X-Fix-C 130 mm) mit den Aufbauten LL-QL-LL-QL-LL = 30-20-20-20-30 mm und LL-QL-LL-QL-LLQL-LL = 30-20-30-20-30-20-30 mm bzw. Elementdicken von $t_{CLT} = 120$ mm und 180 mm. Die Lasteinleitung erfolgte sowohl bei den Zug- als auch Schubprüfungen in der Symmetrieachse ($= t_{CLT}/2$) der jeweiligen Brettsperrholzteile.
- Laut ON EN 26891 [1] dürfen Prüfungen, sofern bis dahin kein Versagen eingetreten ist, nach Erreichen einer (globalen) Verschiebung (hier: Weg des Prüfzylinders) von 15 mm abgebrochen werden. Für die in Abschnitt 3.2 angeführten Ergebnisse der Schubprüfungen wurde die Prüfkraft, aufgrund von Gebrauchstauglichkeitsüberlegungen, bei einer globalen Grenzverformung von 10 mm ausgewertet und angegeben.
- Sämtliche Steifigkeitsangaben wurden am ersten Belastungsast zwischen rund 10 % und 40 % der abgeschätzten Maximallast ausgewertet. Dazu wurden die gemittelten Werte aller vier Wegaufnehmer herangezogen. Die Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeiten erfolgte nach ON EN 14358 [4].

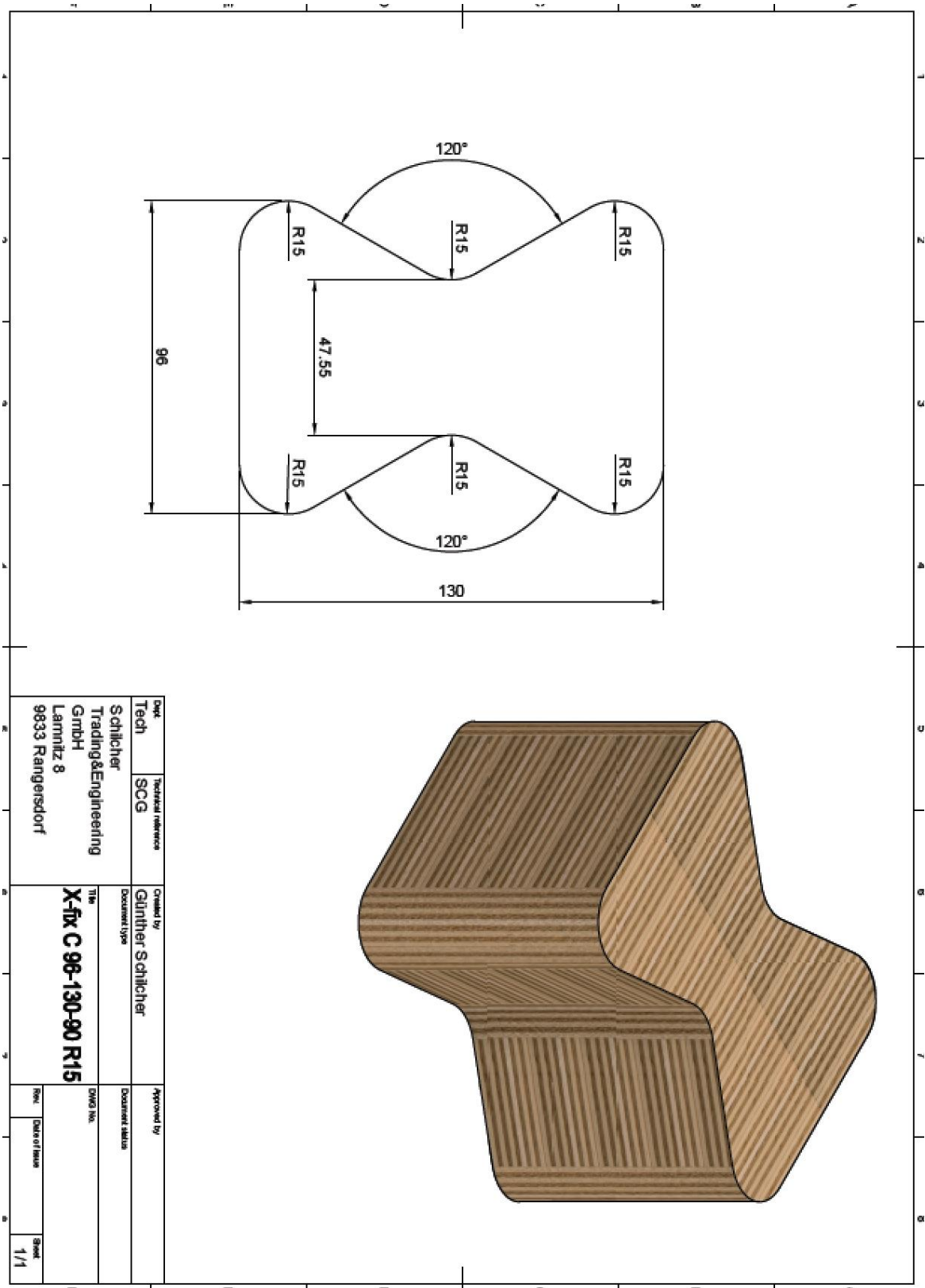


Abbildung 1 Zeichnung des untersuchten X-Fix-C Verbinders mitsamt den relevanten Abmessungen (vom AG zur Verfügung gestellt)

2 Ergebnisse der Zugprüfungen

2.1 Holzfeuchte und Rohdichte der Zugprüfkörper

	Holzfeuchte		Rohdichte bei $u = 12\%$	
	unten	oben	unten	oben
Bezeichnung	u_u [%]	u_o [%]	$\rho_{12,u}$ [kg/m ³]	$\rho_{12,o}$ [kg/m ³]
Z-180-130-01	11,0	11,6	413	437
Z-180-130-02	10,8	11,0	410	424
Z-180-130-03	10,9	10,9	436	423
Z-180-130-04	11,2	11,1	428	425
Z-180-130-05	12,4	11,3	420	421
Z-180-130-06	11,2	11,0	412	432
Z-180-130-07	11,0	11,0	403	402
Z-180-130-08	11,2	11,2	444	431
Z-180-130-09	11,1	11,3	417	436
Z-180-130-10	11,7	11,4	458	424
Anzahl	20		20	
Min	10,8		402	
Max	12,4		458	
Mittelwert	11,2		425	
Standardabweichung	0,35		13,7	
CoV [%]	3,10		3,23	
char. Wert gem. ON EN 14358			385	

Tabelle 1 Rohdichte- und Holzfeuchtwerte der Zugprüfkörper der Serie Z-180-130

2.2 Kraft-Weg-Diagramme und maximale Bruchlasten der Zugprüfungen

Bezeichnung	maximale Kraft	Verformung bei F_{max}	Verbindungssteifigkeit
			lokal 1. Ast (10-40 %)
	F_{max} [kN]	u_{global} [mm]	[kN/mm]
Z-180-130-01	56,2	6,99	64,9
Z-180-130-02	48,3	5,24	41,4
Z-180-130-03	44,6	7,91	52,8
Z-180-130-04	49,2	6,90	43,4
Z-180-130-05	55,3	5,51	54,3
Z-180-130-06	46,7	4,58	42,0
Z-180-130-07	47,3	5,50	42,6
Z-180-130-08	52,2	4,91	50,2
Z-180-130-09	54,9	8,25	46,4
Z-180-130-10	56,4	7,58	60,2
Anzahl	10	10	10
Min	44,6	4,58	41,4
Max	56,4	8,25	64,9
Mittelwert	51,1	6,34	49,8
Standardabweichung	4,40	1,34	8,16
CoV [%]	8,61	21,1	16,4
R_k nach ON EN 14358	42,5		

Tabelle 2 Zugprüfungen der Serie Z-180-130: maximale Bruchlasten F_{max} und Verbindungssteifigkeiten

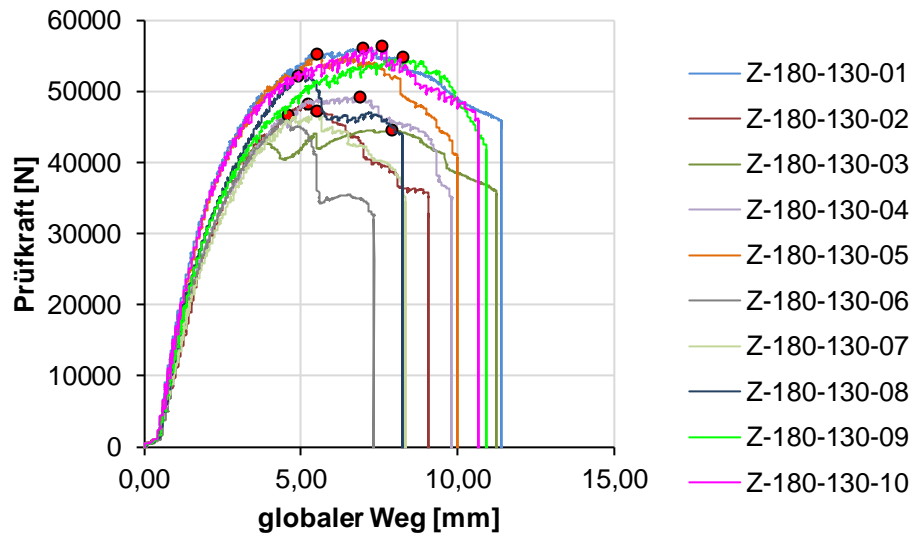


Abbildung 2 Serie Z-180-130: Kraft-Weg-Diagramme (globale Wegmessung) und max. Bruchlasten F_{max}

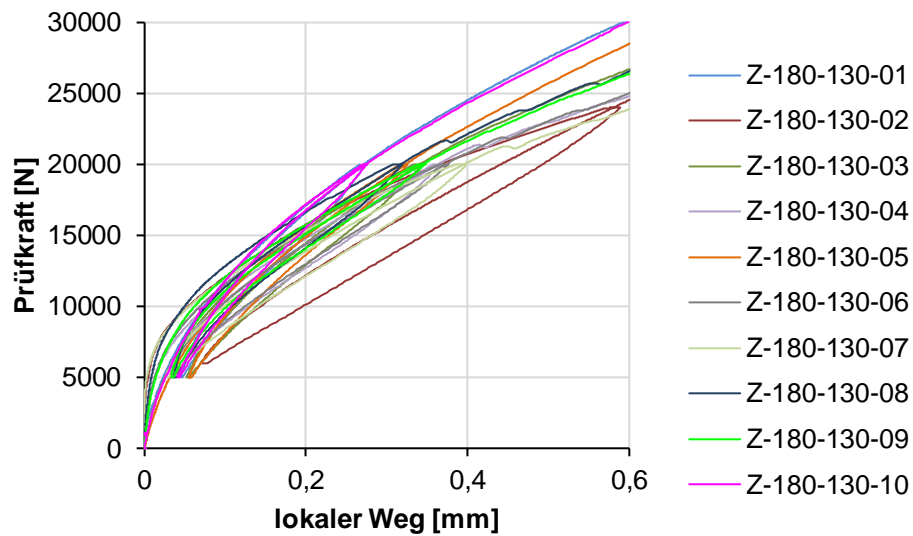


Abbildung 3 Serie Z-180-130: Kraft-Weg-Diagramme (lokale Wegmessung)

3 Ergebnisse der Schubprüfungen

3.1 Holzfeuchte und Rohdichte der Schubprüfkörper

	Holzfeuchte			Rohdichte bei $u = 12\%$		
	Teil links	mittlerer Teil	Teil rechts	Teil links	mittlerer Teil	Teil rechts
Bezeichnung	u_L [%]	u_M [%]	u_R [%]	$\rho_{12,L}$ [kg/m ³]	$\rho_{12,M}$ [kg/m ³]	$\rho_{12,R}$ [kg/m ³]
S-120-065-01	11,3	11,0	11,0	444	463	402
S-120-065-02	11,1	10,9	11,2	446	419	467
S-120-065-03	11,5	11,0	11,3	434	404	426
S-120-065-04	11,1	11,4	11,0	445	430	441
S-120-065-05	11,3	11,0	11,2	441	429	432
Anzahl	5	5	5	5	5	5
Min	11,1	10,9	11,0	434	404	402
Max	11,5	11,4	11,3	446	463	467
Mittelwert	11,3	11,1	11,1	442	429	434
Standardabw.	0,14	0,19	0,14	4,92	21,7	23,3
CoV [%]	1,25	1,68	1,29	1,11	5,06	5,38
char. Wert gem. ON EN 14358				391	379	379

Tabelle 3 Rohdichte- und Holzfeuchtwerte der Schubprüfkörper der Serie S-120-065

	Holzfeuchte			Rohdichte bei $u = 12\%$		
	Teil links	mittlerer Teil	Teil rechts	Teil links	mittlerer Teil	Teil rechts
Bezeichnung	u_L [%]	u_M [%]	u_R [%]	$\rho_{12,L}$ [kg/m ³]	$\rho_{12,M}$ [kg/m ³]	$\rho_{12,R}$ [kg/m ³]
S-120-090-01	11,4	11,3	11,4	447	421	421
S-120-090-02	11,2	11,2	11,4	414	414	482
S-120-090-03	11,1	11,2	11,2	445	434	473
S-120-090-04	11,1	11,1	11,6	453	422	444
S-120-090-05	11,4	10,8	11,2	430	469	422
Anzahl	5	5	5	5	5	5
Min	11,1	10,8	11,2	414	414	421
Max	11,4	11,3	11,6	453	469	482
Mittelwert	11,2	11,1	11,3	438	432	448
Standardabw.	0,15	0,18	0,16	15,7	22,1	28,3
CoV [%]	1,34	1,61	1,38	3,58	5,11	6,31
char. Wert gem. ON EN 14358				387	382	383

Tabelle 4 Rohdichte- und Holzfeuchtwerte der Schubprüfkörper der Serie S-120-090

Bezeichnung	Holzfeuchte			Rohdichte bei $u = 12\%$		
	Teil links	mittlerer Teil	Teil rechts	Teil links	mittlerer Teil	Teil rechts
	u_L [%]	u_M [%]	u_R [%]	$\rho_{12,L}$ [kg/m ³]	$\rho_{12,M}$ [kg/m ³]	$\rho_{12,R}$ [kg/m ³]
S-180-130-01	11,6	11,1	11,2	466	422	466
S-180-130-02	11,3	10,9	11,0	423	425	414
S-180-130-03	11,1	10,9	11,1	408	410	414
S-180-130-04	11,1	11,3	11,0	417	441	443
S-180-130-05	11,1	11,0	11,2	411	415	457
S-180-130-06	11,5	11,2	11,6	435	412	421
S-180-130-07	11,1	11,3	11,0	424	439	475
S-180-130-08	11,0	11,0	11,3	418	415	407
S-180-130-09	11,0	11,1	11,2	437	430	438
S-180-130-10	11,6	11,4	11,5	405	417	443
Anzahl	10	10	10	10	10	10
Min	11,0	10,9	11,0	405	410	407
Max	11,6	11,4	11,6	466	441	475
Mittelwert	11,2	11,1	11,2	424	423	438
Standardabw.	0,26	0,17	0,22	18,1	11,0	23,6
CoV [%]	2,35	1,57	1,93	4,26	2,59	5,40
char. Wert gem. ON EN 14358				382	380	390

Tabelle 5 Rohdichte- und Holzfeuchtwerte der Schubprüfkörper der Serie S-180-130

3.2 Kraft-Weg-Diagramme und maximale Bruchlasten der Schubprüfungen

Bezeichnung	Kraft bei einer globalen Verformung von	Verbindungssteifigkeit K_{ser}		
	10 mm	lokal 1. Ast (links)	lokal 1. Ast (rechts)	Mittelwert
	F_{10mm} [kN]	[kN/mm]	[kN/mm]	[kN/mm]
S-120-065-01	101,6	215,6	78,5	115,1
S-120-065-02	93,7	174,8	37,6	61,9
S-120-065-03	99,4	229,0	63,6	99,6
S-120-065-04	100,1	105,2	117,0	110,8
S-120-065-05	94,7	94,6	99,3	96,9
Anzahl	5	5	5	5
Max	101,6	229,0	117,0	115,1
Min	93,7	94,6	37,6	61,9
Mittelwert	97,9	163,8	79,2	96,8
Standardabweichung	3,50	61,8	30,9	21,0
COV [%]	3,57	37,7	39,0	21,6
R_k nach ON EN 14358	86,5			
R_k bzw. $K_{ser,mean}$ je Verbinder	21,6			24,2

Tabelle 6 Schubprüfungen der Serie S-120-065: maximale Bruchlasten F_{max} und Verbindungssteifigkeiten

Bezeichnung	Kraft bei einer globalen Verformung von	Verbindungssteifigkeit K_{ser}		
	10 mm	lokal 1. Ast (links)	lokal 1. Ast (rechts)	Mittelwert
	F_{10mm} [kN]	[kN/mm]	[kN/mm]	[kN/mm]
S-120-090-01	122,1	172,5	147,0	158,7
S-120-090-02	123,4	199,6	72,3	106,1
S-120-090-03	123,4	120,5	74,3	91,9
S-120-090-04	125,9	127,2	67,5	88,2
S-120-090-05	122,6	279,7	149,4	194,8
Anzahl	5	5	5	5
Max	125,9	279,7	149,4	194,8
Min	122,1	120,5	67,5	88,2
Mittelwert	123,5	179,9	102,1	128,0
Standardabweichung	1,45	64,6	42,2	46,8
COV [%]	1,18	35,9	41,3	36,6
R_k nach ON EN 14358	109,1			
R_k bzw. $K_{ser,mean}$ je Verbinder	27,3			32,0

Tabelle 7 Schubprüfungen der Serie S-120-090: maximale Bruchlasten F_{max} und Verbindungssteifigkeiten

Bezeichnung	Kraft bei einer globalen Verformung von	Verbindungssteifigkeit K_{ser}		
	10 mm	lokal 1. Ast (links)	lokal 1. Ast (rechts)	Mittelwert
	F_{10mm} [kN]	[kN/mm]	[kN/mm]	[kN/mm]
S-180-130-01	190,3	213,2	87,7	124,3
S-180-130-02	201,7	162,9	108,7	130,4
S-180-130-03	192,4	106,0	121,7	113,3
S-180-130-04	195,7	290,0	145,2	193,5
S-180-130-05	196,9	148,5	232,5	181,2
S-180-130-06	195,5	152,1	209,3	176,2
S-180-130-07	201,2	321,8	133,0	188,2
S-180-130-08	189,8	162,5	121,6	139,1
S-180-130-09	197,1	297,9	97,0	146,3
S-180-130-10	198,4	235,9	111,3	151,2
Anzahl	10	10	10	10
Max	201,7	321,8	232,5	193,5
Min	189,8	106,0	87,7	113,3
Mittelwert	195,9	209,1	136,8	154,4
Standardabweichung	4,11	74,3	47,6	28,6
COV [%]	2,10	35,5	34,8	18,5
R_k nach ON EN 14358	176,3			
R_k bzw. $K_{ser,mean}$ je Verbinder	44,1			38,6

Tabelle 8 Schubprüfungen der Serie S-180-130: maximale Bruchlasten F_{max} und Verbindungssteifigkeiten

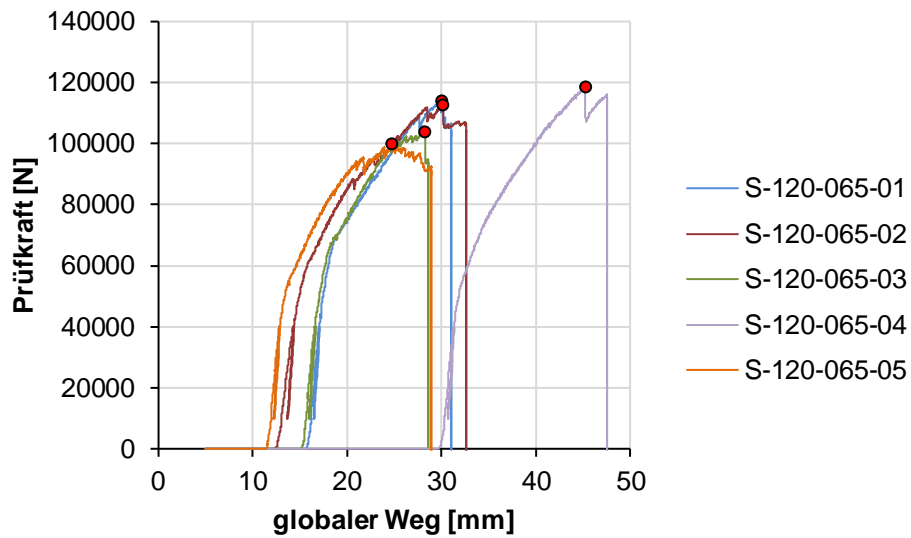


Abbildung 4 Serie S-120-065: Kraft-Weg-Diagramme (globale Wegmessung) und Prüflasten F_{max}

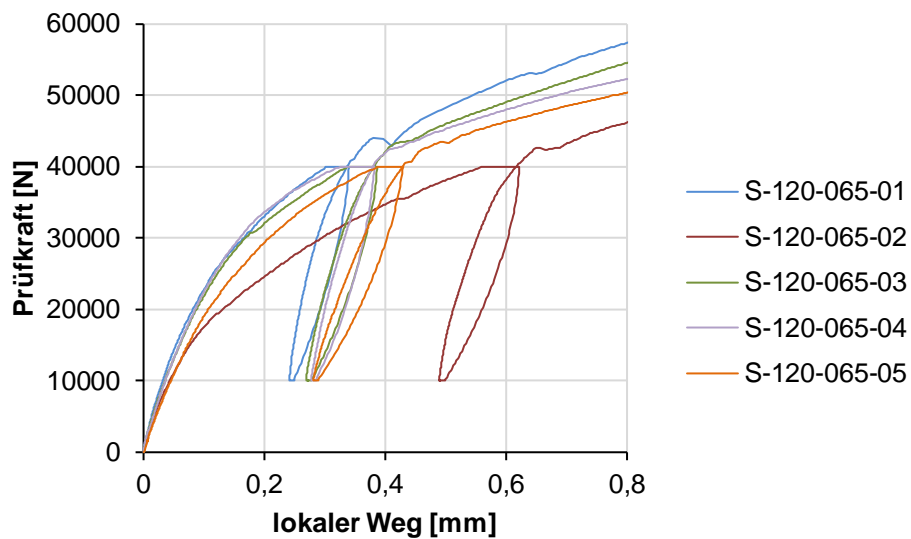


Abbildung 5 Serie S-120-065: Kraft-Weg-Diagramme (lokale Wegmessung)

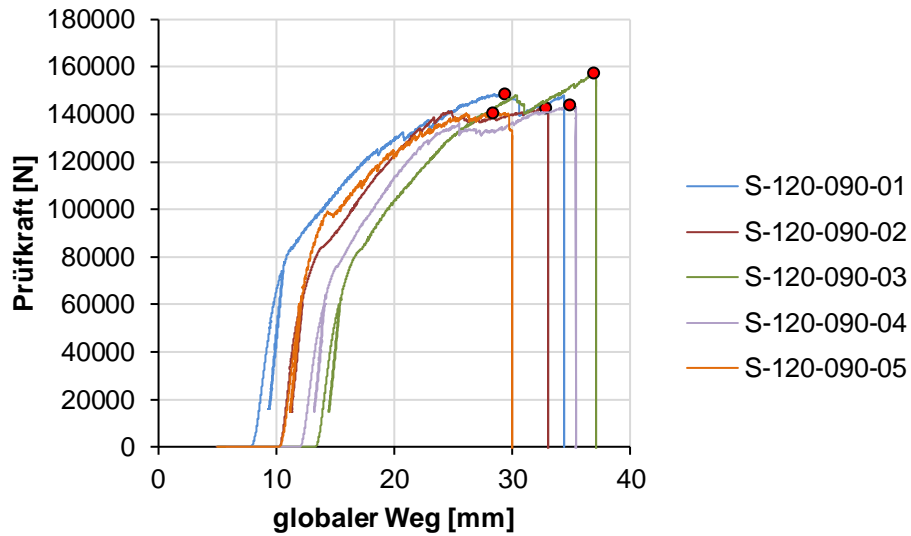


Abbildung 6 Serie S-120-090: Kraft-Weg-Diagramme (globale Wegmessung) und Prüflasten F_{max}

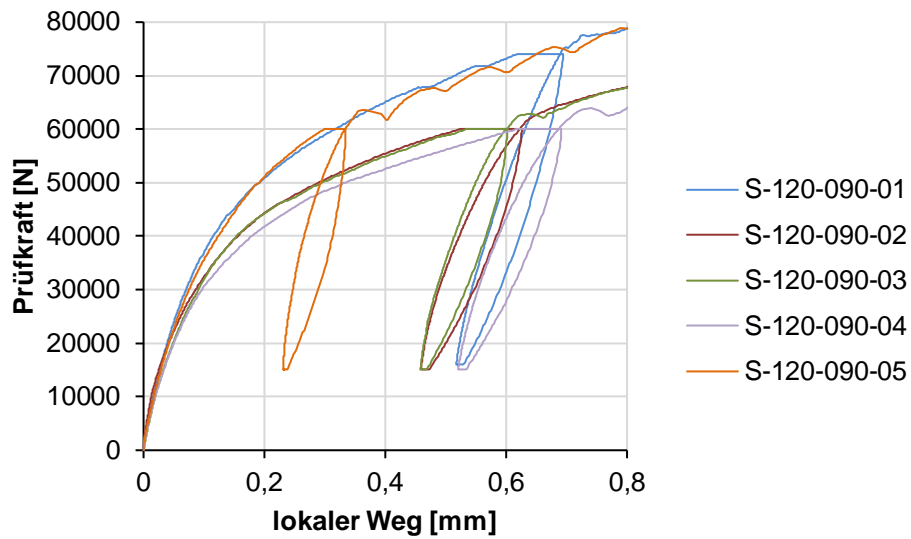


Abbildung 7 Serie S-120-090: Kraft-Weg-Diagramme (lokale Wegmessung)

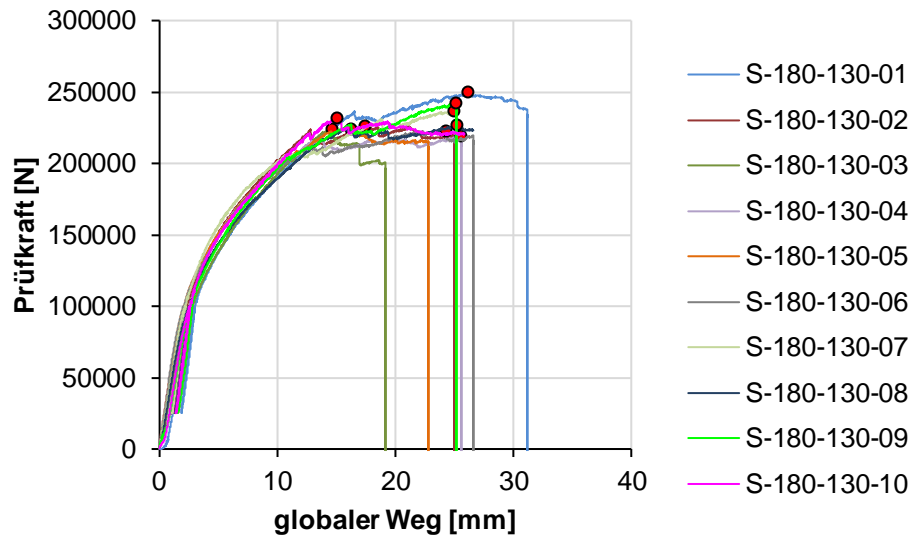


Abbildung 8 Serie S-180-130: Kraft-Weg-Diagramme (globale Wegmessung) und Prüflasten F_{max}

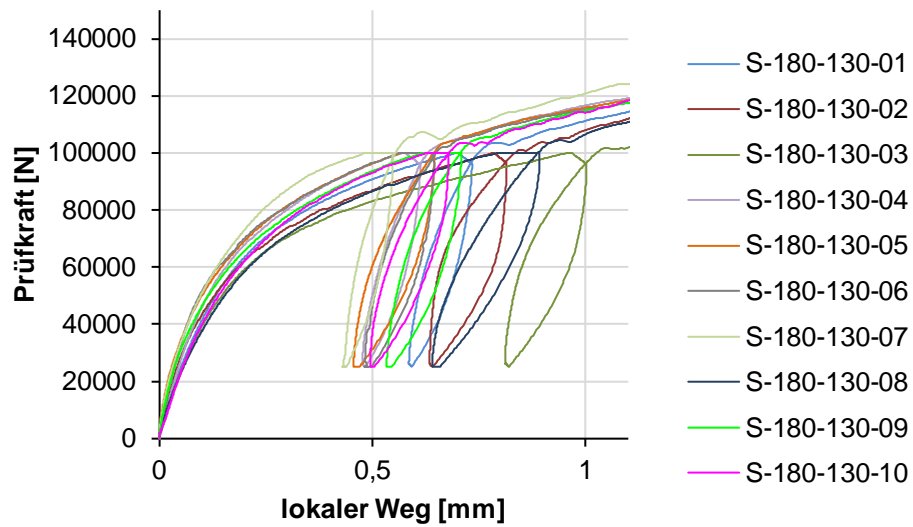


Abbildung 9 Serie S-180-130: Kraft-Weg-Diagramme (lokale Wegmessung)

4 Zusammenfassung der Prüfergebnisse

Als Ergebnis der Prüfungen werden die in Tabelle 9 angeführten Tragfähigkeiten und Steifigkeiten je Verbindungsmittel (X-fix-C) angegeben.

Tabelle 9 Ergebnisse der Prüfungen umgelegt auf ein Verbindungsmittel X-fix-C mit variierender Länge und BSP-Plattenstärke

Prüfkonfiguration		Keilmaterial	charakt. Wert der Tragfähigkeit R_k	Verbindungssteifigkeit $K_{ser,mean}$
[-]		[-]	[kN]	[kN/mm]
65 mm	ABSCHEREN	Furniersperrholz (Birke)	21,6	24,2
90 mm	ABSCHEREN		27,3	32,0
130 mm	ABSCHEREN		44,1	38,6
	ZUG		42,5	49,8



Graz, am 19.10.2023



DI Dr techn. Andreas Ringhofer, BSc.
Technische Laborleitung




Univ.-Prof. DI. Dr.-techn.
Gerhard Schickhofer
Instituts- und Laborleitung

19.10.2023	Lignum Test Center	Seite 18 von 18
 <p>TU Graz Graz University of Technology</p>	<p>KURZZUSAMMENFASSUNG Nr. PB23-484-1-01</p>	 <p>lignum study research engineering test center</p>

5 Normenverzeichnis und Quellenangaben

- [1] ÖNORM EN 26891:1991-02. Holzbauwerke – Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln, Allgemeine Grundsätze für die Ermittlung der Tragfähigkeit und des Verformungsverhaltens
- [2] SILLY, G.: GREENETHIC Verbindungssysteme für BSP – X-FIX-C und X-FIX-L, Prüfbericht, Lignum Test Center Graz, April 2016
- [3] ETA-20/0843: Europäische Technische Bewertung für Theurl CLTPLUS der Theurl Timber Structures, 16.11.2020.
- [4] ÖNORM EN 14358:2016-10-01. Holzbauwerke – Berechnung der 5%-Quantile für charakteristische Werte und Annahmekriterien für Proben